

01084
205°
2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**SISTEMA DE INFORMACION
GEOGRAFICA DE MICHOACAN**

**T E S I S
Q U E P R E S E N T A
E D U A R D O A N T A R A M I A N N A R U T U N I A N
P A R A O B T E N E R E L G R A D O D E
D O C T O R E N G E O G R A F I A**



MEXICO, D. F.

1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
ESTUDIOS SUPERIORES**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	
1.1 Los Sistemas de Información Geográfica	3
1.2 Entrada y salida en los SIG	6
1.3 La percepción remota	7
1.4 Características orbitales de los satélites	10
1.5 Datos obtenidos por los satélites	10
1.6 Uso de las bandas espectrales	12
1.7 Fuentes de error	16
1.8 Aplicaciones de la percepción remota	17
1.9 Algunas aplicaciones de percepción remota en México	20
1.10 Proceso digital de imágenes	21
1.11 Clasificación multiespectral	21
1.12 Integración de datos	23
2 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA	27
3 DESCRIPCION DETALLADA DEL SISTEMA	
3.1 Clima dentro del SIGM	36
3.1.1 Sistemas de clasificación climática	36
3.1.2 Sistema de clasificación de Köppen	37
3.1.3 Automatización de la clasificación del clima	39
3.1.4 Facilidades climáticas incluidas dentro del SIGM	42

3.2 Población en el SIGM	57
3.2.1 Crecimiento de población mundial	57
3.2.2 Crecimiento de población en México	59
3.2.3 Funciones de población en el SIGM	64
3.3 Planos de información de Morelia	78
3.3.1 El concepto de los planos	78
3.3.2 Planos considerados	80
3.3.3 Funciones para el manejo de los planos	86
4 CONCLUSIONES	107
BIBLIOGRAFIA	111

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE MICHOACAN

(Para Microcomputadora)

Proyecto de tesis que para obtener el grado de doctor en Geografía presenta:

Eduardo Antaramian Harutunian.

1. INTRODUCCION.

1.1 Los Sistemas de Información Geográficos.

El manejo de grandes volúmenes de información se ha facilitado mediante el uso de computadoras ya que permiten almacenar gran cantidad de datos y procesarlos en forma eficiente y rápida.

La geografía puede verse beneficiada mediante el uso de bases de datos en computadora ya que esta ciencia maneja una gran cantidad de información, por ejemplo en una sola carta o mapa se tienen miles de datos directos y muchos más indirectos o deducibles (pendiente del terreno : a partir de las curvas de nivel, distancias entre poblaciones : a partir de las coordenadas) y si se considera el uso de varias cartas sobre diferentes temas de una misma región manejadas simultáneamente se ve la gran ayuda que nos proporciona un sistema que pudiera procesar toda la información requerida de manera rápida y eficiente.

Un Banco de Datos permite, además de manejar grandes volúmenes y de obtener datos directos e indirectos, hacer una planeación regional con decisiones más objetivas, ya que se pueden localizar las áreas de una región analizada que cumplan una serie de condiciones preestablecidas; por ejemplo, si se desea incrementar determinado cultivo ayudaría el conocer las áreas que cumplan con varios requisitos, por ejemplo cierto clima (temperatura,

precipitación, granizadas, heladas), una pendiente menor de cierto límite, ciertos tipos de suelo, acceso a vías de comunicación etc.; todo esto lo puede proporcionar un Sistema de Información Geográfico que tenga los planos de información adecuados.

El procesamiento de datos geográficos requiere de la captura, almacenamiento, transformación y despliegue o impresión de la información que tradicionalmente se representa en forma de mapas.

Los sistemas que tratan de automatizar estas tareas, estableciendo una relación entre las ciencias computacionales y las ciencias geográficas se denominan Sistemas de Información Geográficos (cuyas siglas son SIG o GIS del inglés "Geographical Information Systems").

Se ha desarrollado una serie de técnicas requeridas para el manejo de la información de naturaleza bidimensional de los datos geográficos, tanto para su entrada como para su manejo y salida.

En los últimos años ha sido un tema importante en varios congresos, tanto nacionales como internacionales de geografía, cartografía y otros afines.

Los sistemas de información geográfica puede incluir algunas de las funciones mostradas en la figura 1.1 Las funciones pueden requerir elementos tanto de Hardware como de Software.

En la década de los 70's era común utilizar para el proceso de entrada minicomputadoras y para el proceso de la información computadoras grandes, pero actualmente, con el aumento de capacidad y velocidad de las minis y micros, hay una tendencia a utilizar estas computadoras pequeñas para todo el proceso.

En la información espacial, si el área considerada es grande (mayor que municipio), por ejemplo, todo un estado o el país, el

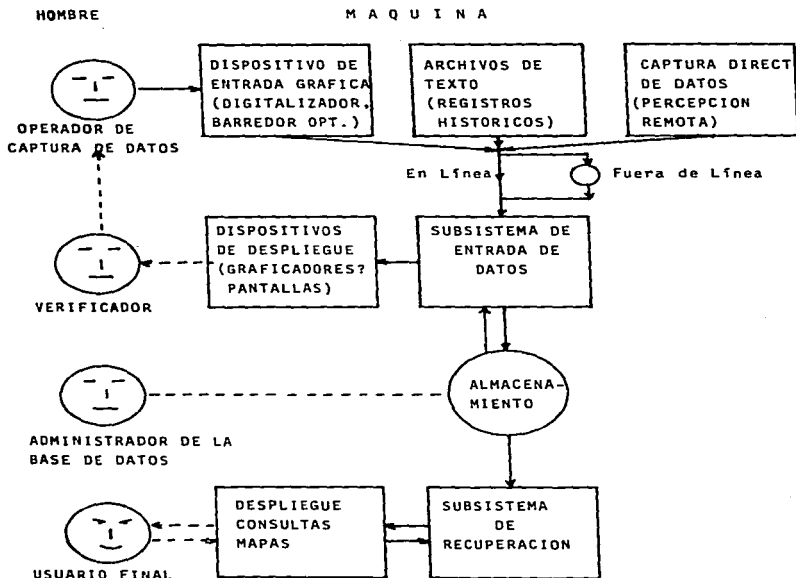


Figura 1.1 ESQUEMA DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO

sistema debe tomar en cuenta la forma de la Tierra. Hay que tener en cuenta que para la Proyección de la superficie de la tierra en un plano (dos dimensiones) no se pueden preservar las tres propiedades como son distancias, ángulos y áreas al mismo tiempo, sólo es posible conservar dos de ellas.

Las proyecciones más utilizadas son: la conforme de Lambert (cónica) y la transversa de Mercator (cilíndrica), siendo en latitudes tropicales más común la segunda y es la utilizada por el INEGI (Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática) en sus cartas base de la cartografía nacional a escala 1:50,000. La proyección utilizada es la UTM o Universal Transversa de Mercator, que es un cilindro perpendicular al eje polar. Esta proyección se introdujo para los mapas de la OTAN en la década de los 50's. Y considera zonas individuales de 6 grados de longitud cada una entre los paralelos de 84o N y 80o S. Teniendo 60 zonas cuya numeración empieza en el antimeridiano de Greenwich y aumenta hacia el este. La zona 1 cubre de 174o W a 180o W con el meridiano central a los 177o W.

La República Mexicana con longitudes extremas de 118o W y 86o W está en las zonas:

Zona	11	12	13	14	15	16
Meridiano central	117	111	105	99	93	87

1.2 Entrada y Salida

Las fuentes de datos para los Sistemas de Información Geográfica los podemos agrupar en tres categorías principales:

- 1) Información alfanumérica, como la obtenida en los censos

demográficos y económicos, o datos meteorológicos reportados por las estaciones meteorológicas.

2) Información pictórica o gráfica como la contenida en fotografías o mapas, este tipo de información bidimensional se puede capturar en forma semiautomática por medio de mesas digitalizadoras ("tablet") en las que el operador va siguiendo las curvas o contornos con un dispositivo que lo va convirtiendo a una cadena de coordenadas que son transmitidas por lo general a un dispositivo fuera de línea (o sea no conectado directamente a la computadora) como puede ser una cinta magnética, para después ser procesada por la computadora y con algoritmos programados se puede convertir esta información en forma de polígonos a celdas.

Otro dispositivo para meter la información son los barreadores ópticos (optical scanners) o densitómetros que pueden trabajar por reflexión (superficies opacas: mapas, fotografías) o por transmisión en transparencias; estos dispositivos hacen un barrido de la imagen con una resolución determinada y van transmitiendo los elementos de la imagen o pixels en niveles de gris. Se pueden procesar imágenes de color con filtros en uno o varios pasos. La información transmitida aparecerá como renglones y columnas (matriz) de valores de reflectancia.

3) La obtenida en forma digital con sensores remotos, como por ejemplo la de los satélites meteorológicos, o los de recursos (LANDSAT y SPOT).

1.3 La Percepción Remota

La recopilación de datos de los objetos sin contacto directo es

la esencia de la Percepción Remota y se aplica generalmente a observaciones de la Tierra desde aviones o satélites. Se refiere así mismo a las técnicas que usan radiaciones electromagnéticas en el infrarrojo, visible y ultravioleta.

Una de las principales ventajas de la percepción remota es el gran campo de vista que se tiene permitiendo así el estudio de grandes rasgos de la superficie terrestre. Otra ventaja es la velocidad y bajo costo con que se obtiene la información, así como el poder hacer estudios de cambios en la tierra en un periodo de tiempo con imágenes obtenidas en diferentes pasos del satélite por un mismo lugar.

La radiación electromagnética al incidir sobre la materia puede interactuar en varias formas dependiendo de la naturaleza de su superficie, de su estructura y de su composición: la radiación puede ser transmitida, dispersada, absorbida o reflejada dando lugar a diferentes respuestas a lo que se conoce como firma espectral que es lo que permite diferenciar por ejemplo si se trata de pasto, cultivos (en sus diferentes etapas de crecimiento), bosques etc. y que es la base de la percepción remota.

La radiación electromagnética que es reflejada, emitida o dispersada es detectada por el sensor remoto con diferentes intensidades dentro del espectro.

Para la captura de la información se utilizan barredores multiespectrales que tienen un espejo que hace el barrido y la radiación recibida la divide en bandas por un sistema de prismas, cada longitud de onda es detectada por fotoceldas y su intensidad en una escala arbitraria (Por ejemplo en el LANDSAT C de 0 a 123) es registrada en una cinta magnética y transmitida a la Tierra en ese

momento o posteriormente al pasar el satélite por la cobertura de una de las antenas instaladas.

La información viene en franjas, que después es reconstruida para obtener una imagen fotográfica o en una pantalla de despliegue visual para su análisis.

Hay dos tipos de sistemas, unos que trabajan con la radiación natural reflejada o emitida y son los llamados sistemas pasivos y otros que llevan su propia fuente de energía y son los activos, por ejemplo los de Radar (Microondas con longitud de onda entre 1 metro y 1 milímetro y que pueden penetrar las nubes).

La Tierra emite radiaciones también durante la noche en el infrarrojo, teniendo su pico en 9.7 micrómetros. Durante el día la energía reflejada tiene el máximo alrededor de los 0.5 micrómetros, que corresponden a la luz verde.

El LANDSAT C gira alrededor de la tierra en forma casi circular a 917 km de su superficie, en una órbita casi polar (99 grados), en forma sincrónica con el sol, cruzando el ecuador 14 veces al día aproximadamente a las 9:30 horas de tiempo local. Cada órbita sucesiva se desplaza hacia el oeste cerca de 1875 km en Ecuador. Las imágenes para un lugar dado se repiten cada 18 días.

Las imágenes que obtiene son de aproximadamente 185 km por lado y las bandas son las siguientes:

Banda	Longitud de onda en nanómetros	Color
4	500 - 600	verde
5	600 - 700	rojo
6	700 - 800	rojo + infrarrojo cercano
7	800 -1100	infrarrojo cercano

Cada banda de la imagen está formada por 2,983 líneas de 3,596 pixels cada una o sea:

$$\begin{aligned} \text{Imagen} &= 10'726,868 \text{ pixels} \\ \text{cada pixel} &= 57 \text{ m} \times 57 \text{ m} = 3249 \text{ m}^2 \\ &= 0.003249 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

y la imagen = 34,852 km²

La República Mexicana está cubierta por 134 imágenes (Considerando el traslape y las costas).

El Estado de Michoacán queda cubierto con 5 imágenes, siendo éstas:

Imagen #	PATH	ROW
49	29	46
50	29	47
58	30	46
59	30	47
68	31	47

1.4 Características Orbitales de los Satélites

Las características orbitales comparativas de algunos satélites se dan en la tabla 1.1 y las características de la órbita del LANDSAT en la tabla 1.2.

1.5 Datos Obtenidos por los Satélites

Tres sistemas de captura de imágenes han sido usados por los LANDSAT, uno basado en la televisión conocido como RBV (de la siglas en inglés Return Beam Vidicon) que consiste en tres cámaras de tipo de televisión cada una cubriendo una diferente región

Tabla 1.1

CARACTERISTICAS ORBITALES COMPARATIVAS DE ALGUNOS SATELITES

Plataforma	Landsat 4 y 5	SPOT	Nimbus 7	GOES 6
Dato				
Fecha de Lanzamiento	Julio 1982 y marzo 1984	Nov. 1985	Oct 1978	Abr 1983
Altura sobre la superficie terrestre	700 km	822 km	955 km	36,000 km
Periodo orbital	99 min	101 min	107 min	24 horas
Tamaño del pixel	57 x 57 m2	20 x 20 m2	800x800 m2	14x14 km2
Tamaño de la imagen	185 x 185 km2	60 x 60 km2	16,000 x 16,000 km2	18,000 x 20,000 km2

Tabla 1.2

CARACTERISTICAS DE LA ORBITA LANDSAT

Parámetro orbital	
Eje semi-mayor	7295.82 km
Inclinación	99.114 grados
Excentricidad	0.0006
Hora local al cruzar el ecuador	9 h 42 m
Ciclo de cobertura	18 días
Duración del ciclo	251 revoluciones
Distancia entre dos pasos adyacentes (en el ecuador)	159.38 km
Distancia entre dos pasos sucesivos (en el ecuador)	2760 km
Altura	880 - 940 km

espectral como se muestra en la Tabla 1.3 y que fue usado por los Landsat 1, 2 y 3; el segundo es un barredor multiespectral de 4 bandas o de 5 en los últimos Landsat, conocido como MSS (de las siglas en inglés Multiespectral Scanner) y el tercero es también un barredor multiespectral pero de 7 bandas con su rango definido en base a la experiencia adquirida del MSS y tratando de cubrir algunos requerimientos de los usuarios y es llamado Mapeador Temático (TM de "Thematic Mapper") e instalado en los Landsat 3, 4 y 5

1.6 Uso de las bandas espectrales

Cada objeto o material tiene una firma espectral; esto es una forma de reflejar las distintas longitudes de onda, que en la parte visible se ve como color; esta distinta respuesta, que se extiende al infrarrojo, permite discriminar entre algunas características de la tierra, por ejemplo tipo de vegetación, de suelo, características de los cuerpos de agua etc.

La amplia gama de aplicaciones de la percepción remota se puede ver con el uso que se le puede dar a cada una de las bandas que a continuación se describen para el mapeador temático (TM) y el barredor multiespectral (MSS).

USO DE LAS BANDAS ESPECTRALES DEL TM

0.45 - 0.52 micrómetros (Azul - verde) Se agregó para ayudar en

la evaluación de la calidad del agua.

- Batimetría de aguas poco turbidas
- Diferenciar suelo / vegetación
- Diferenciar bosques deciduos / coníferas

Tabla 1.3

CARACTERISTICAS DE LOS DATOS DEL LANDSAT

	RBV	MSS	TM
Cobertura	185x185 km (100 millas nauticas)	185x185 km	
Bandas	1	.5 - .6 R verde	.45 - .52 R Azul-verde
	2	.6 - .7 R rojo	.52 - .60 R verde
	3	.7 - .8 R IR cercano	.63 - .69 R rojo
	4	.8 - 1.1 R IR cercano	.76 - .90 R IR cercano
	5	10.4-12.5 E IR térmico	1.55 - 1.75 R IR medio 2.08 - 2.35 R IR medio 10.3 - 12.5 E IR térmico

Todos los valores estan en micrómetros

R = Reflectancia

E = Emision

IR = Infrarojo

- Discriminar tipo de suelo

0.52 - 0.60 (verde)

- Indicador de tasa de crecimiento y vigor de la vegetación
- Estimar concentración de sedimentos
- Batimetría en aguas turbidas

0.63 - 0.69 (rojo) Se redujo su rango en relación a la del MSS para mejorar la discriminación de cosechas.

- Absorción de la clorofila / Diferenciación de especies
- Una de las mejores bandas para la clasificación de cosechas
- Detección de minerales de hierro
- Mapeo de hielo y nieve

0.76 - 0.90 (IR cercano) se redujo para evitar la absorción debida al vapor de agua.

- Delinear cuerpos de agua
- Sensitivo a la biomasa

1.55 - 1.75 (IR cercano) agregado para ayudar en la identificación de cosechas y estudios geológicos.

- Condiciones de humedad de la vegetación
- Diferenciar entre nieve y hielo
- Ayuda en la definición de intrusiones de mineral de hierro

2.08 - 2.35 (IR cercano)

- Distinguir zonas alteradas hidrotermalmente
- Exploración minera

- Discriminación de tipos de suelo

10.4 - 12.5 (IR térmico) igual que en el MSS

- Medición de la temperatura superficial
- Separación entre uso de suelo urbano y no urbano
- Separación entre áreas quemadas y cuerpos de agua.

USO DE LAS BANDAS ESPECTRALES DEL MSS

Banda 1 0.5 - 0.6 micrómetros (verde)

- Hielo / nieve
- Carreteras y caminos
- Áreas urbanas
- Contaminación de aguas
- Áreas arboladas

Banda 2 0.6 - 0.7 (rojo)

- Campos de aviación
- Bosques
- Puentes grandes / estructuras horizontales de concreto
- Carreteras y caminos
- Discriminación de tipos de suelo
- Áreas urbanas
- Topografía
- Contaminación de aguas
- Áreas arboladas

Banda 3 0.7 - 0.8 (IR cercano)

- Clorofila (en tierra)

- Características geológicas/características tectónicas
- Rocas ígneas
- Pantanos / ríos / costas
- Campos irrigados
- Cuerpos de agua superficiales

Banda 4 0.8 - 1.1 (IR cercano)

- Matorrales incendiados
- Clorofila (en tierra)
- Diferenciación de cultivos
- Planicies inundadas
- Características geológicas
- Rocas ígneas
- Hielo
- Campos irrigados
- Lagos / pantanos / ríos / costas
- Discriminación de suelos
- Cuerpos de agua superficiales
- Áreas urbanas.

1.7 Fuentes de error

En la captura y registro de una imagen multiespectral de una zona terrestre se presentan ciertos fenómenos que son fuente de error para la escena dada y que se pueden agrupar en las siguientes causas:

Propias del satélite:

- Cambio de altura (distorsiona la escala)
- Cambio de posición de los tres ejes

(Pitch, roll, yaw)

- Movimiento del barredor (solo en un instante está vertical al terreno, en los demás toma datos en forma oblicua).
- Cambio de velocidad

Efectos provocados por la escena:

- Rotación de la tierra
- Proyección cartográfica
- Curvatura terrestre

Efectos del sensor:

- Barrido del espejo (movimiento no uniforme)

Efectos de la escena:

- Panorama
- Perspectiva

Efectos atmosféricos:

- Dispersión (afecta principalmente a la longitud de onda corta) causa disminución en el contraste de la escena
- Absorción (principalmente por el vapor de agua) reduce la reflectancia de la escena
- Nubes

1.8 Aplicaciones de la Percepción Remota

La percepción remota y su interpretación son actualmente una poderosa herramienta para el manejo de los recursos terrestres, gracias a su cobertura sinóptica de grandes áreas y en forma

repetitiva, teniéndose actualmente cubierta casi toda la tierra con imágenes sin nubes y de varios pasos (fechas) para cada lugar. Al 31 de diciembre de 1985 se tenían 1,269,560 escenas de MSS / RBV y 26,401 de TM.

Las aplicaciones de la percepción remota las podemos agrupar en seis categorías principales, cada una dentro de una disciplina o especialidad profesional reconocida.

Ejemplos de estas aplicaciones se listan a continuación:

Agricultura y silvicultura

- Discriminación de diversos tipos de vegetación
- Medición de área cubierta por cada especie.
- Área y volumen de árboles por especies.
- Determinación del rendimiento del suelo y biomasa
- Determinación del vigor de la vegetación
- Determinación de plagas
- Determinación de las condiciones del suelo
- Estimación de daños causados por el fuego a bosques y pastizales.

Uso del suelo y cartografía

- Clasificación de usos del suelo
- Elaboración y actualización de mapas cartográficos
- Categorización de capacidad del suelo
- Delinear zonas urbanas y rurales
- Planeación regional
- Trazo de redes de comunicaciones
- Delinear fronteras de cuerpos de agua

Geología

- Estudio de estructuras / Unidades Geológicas
- Reconocimiento de tipo de rocas
- Actividad volcánica
- Estudio de guías superficiales de mineralización
- Estudio de lineamientos (fallas)
- Delinear rocas no consolidadas y suelos

Recursos Hidráulicos

- Determinación de cuerpos de agua, superficie cubierta y volumen estimado
- Mapeo de zonas inundadas
- Determinación de áreas nevadas
- Medición de características de los glaciares
- Medición de sedimentos y turbidez
- Determinación de la profundidad de los cuerpos de agua
- Delinear zonas irrigadas
- Inventario de lagos
- Mapeo de redes de drenaje
- Contenido de humedad de los suelos

Medio Ambiente

- Monitoreo de minas a cielo abierto
- Mapeo y monitoreo de contaminación de agua
- Detección de la contaminación del aire y sus efectos
- Determinación de los efectos de los desastres naturales
- Monitoreo de los efectos al medio ambiente de las actividades

del hombre (eutroficación de lagos, defoliación, etc.).

1.9 Algunas Aplicaciones de Percepción Remota en México

- Geología. Lineamientos

En la prospección de minerales y de petróleo las imágenes de satélite proporcionan gran ayuda, ya que nos muestran grandes estructuras y hay una asociación con las minas y las fracturas y lineamientos que se pueden hacer resaltar con el proceso digital de imágenes.

En el Centro Científico de IBM en conjunto con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) realizamos un estudio de este tipo de una región al Noroeste de México, en la porción central del Estado de Coahuila denominada paleogeológicamente Golfo de Sabinas. (IMP, 1982).

- Medio Ambiente. Evaluación de erosión en el Valle de Toluca.

En un proyecto conjunto de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y el Centro Científico de IBM se realizó el estudio de un área de 23,000 km² del Estado de México para cuantificar el grado de erosión categorizada en cinco grupos: desde muy seria hasta no detectada, fructificando el trabajo con la publicación de un mapa. (SARH, 1979).

- Agricultura y Silvicultura. Bioclimatología.

Dentro del proyecto "Flora de Veracruz" realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) con la participación del Centro Científico de IBM, se estudió la

relación de variables climáticas con la distribución de vegetación.

Las zonas vegetales se obtuvieron por medio de clasificación supervisada a partir de una imagen de Landsat y se elaboró adicionalmente un Banco de Datos Geográfico - Climático con 20 planos de información, 17 de ellos con parámetros climáticos, siendo los otros tres el tipo de suelo, la división municipal y el contorno del estado. El sistema ayuda a identificar las condiciones climáticas que definen la distribución de ciertas plantas (Soto, 1984).

1.10 Proceso Digital de Imágenes.

El proceso digital de imágenes implica el uso de computadoras para el manejo de información digital en forma de una matriz de números (correspondientes a una escena) para un objetivo particular.

Estas operaciones incluyen las correcciones geométricas y radiométricas de los datos de la imagen, el remover ruido, remapeo a diferentes escalas, resalte de la calidad de la imagen, extracción de la información, manejo de los datos, despliegue e impresión de la imagen.

En la Figura 1.2 se muestra el flujo de los datos en la percepción remota.

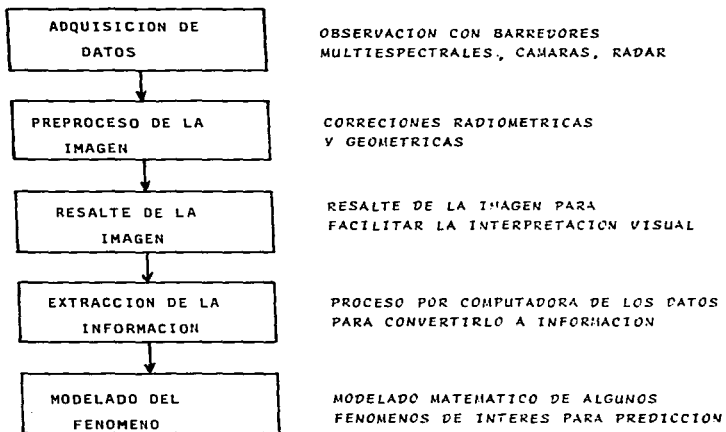
1.11 Clasificación Multiespectral.

El clasificar una imagen consiste en encontrar diferentes clases o categorías a las que pertenece cada uno de los elementos o píxeles de la imagen.

Hay diferentes métodos o algoritmos de clasificación que los

Figura 1.2

FLUJO DEL PROCESO DE LOS DATOS DE PERCEPCION REMOTA



podemos agrupar en dos: la clasificación no supervisada y la supervisada.

La clasificación no supervisada se aplica cuando no existe información previa y se aplican técnicas de aglomeración, o sea que el sistema determina diferentes clases y agrupa los elementos en base a desviaciones mínimas en la reflectancia para las diferentes bandas.

La clasificación supervisada es cuando se tiene información previa y se definen campos de entrenamiento, esto es se delimitan áreas, dentro de la imagen, de las que se conoce la clase a la que pertenecen y el sistema clasifica a los demás elementos, de acuerdo a las clases definidas por el clasificador de máxima verosimilitud (Probabilístico).

Las imágenes así clasificadas pueden formar planos de información para un sistema de información, por ejemplo se pueden clasificar litologías, cobertura vegetal, grados de erosión etc.

1.12 Integración de Datos.

Del proceso digital de imágenes se obtienen varios planos de información que se pueden integrar en un sistema de información geográfico, por ejemplo de lineamientos superficiales, los obtenidos por clasificación multiespectral como son litológicos, de uso del suelo etc. Algunas ventajas de los planos obtenidos por el proceso digital de imágenes son la flexibilidad en el manejo de escalas, la capacidad de análisis de grandes volúmenes de datos, el bajo costo por km² y la posibilidad de análisis multitemporal (esto es de imágenes de la misma escena pero con fechas diferentes para ver diferencias por ejemplo estacionales), pero para un análisis

completo se puede complementar con información adicional como son datos sociales, económicos, climáticos etc. integrando así un Sistema de Información Geográfico.

En el presente trabajo no se han utilizado planos obtenidos por proceso digital de imágenes de satélite debido a que el sistema descrito está desarrollado para un mínimo de recursos computacionales, pero se ha hecho hincapié de la gran utilidad de la percepción remota como fuente de planos adicionales para que se considere su uso en la planeación regional para el mejor aprovechamiento de los recursos del país.

En un Sistema de Información Geográfica podemos considerar cinco elementos esenciales:

1. Captura de datos o adquisición de los datos de alguna fuente, que puede ser en forma gráfica como es de mapas o cartas existentes, en donde los datos pueden ser en forma de polígonos (mapas de clases geográficas homogéneas como tipo de suelo, geológicos); de características lineales (como fallas o carreteras) o características puntuales (como sitios arqueológicos, pozos etc.).

En forma tabular como los datos censales.

En forma digital como de bases de datos digitales como modelos topográficos del terreno.

2. Proceso de la información de entrada.

(Cambiar los datos a un formato determinado).

3. Almacenamiento de los datos

4. Manejo de los datos y recuperación de los mismos para análisis.

5. Generación de productos.

Salida de estadísticas (listados) o salida gráfica.

El diagrama de la Figura 1.3 esquematiza estos cinco elementos.

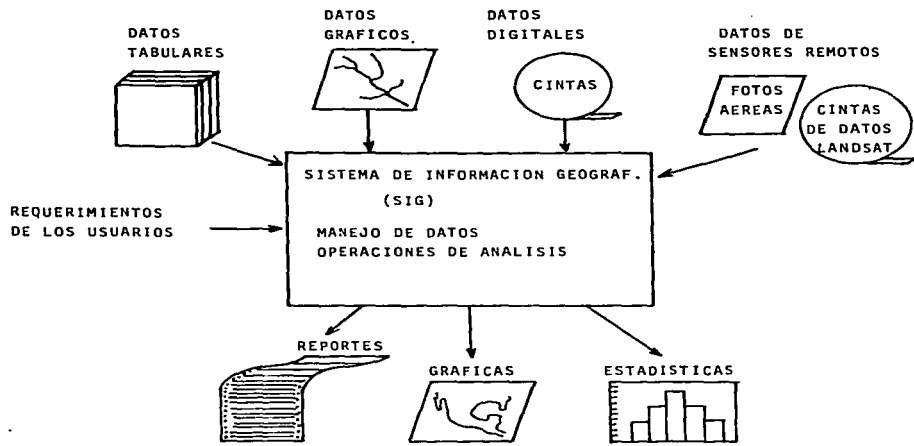


Figura 1.3 ELEMENTOS ESENCIALES EN UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO

E. Knapp

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.

Debido a la orientación del sistema a ser usado en microcomputadoras que tienen una capacidad limitada en almacenamiento externo (en discos flexibles), el diseño está dividido en tres secciones cada una utilizando un disco flexible de 13 cm (con capacidad aproximada de 128,000 caracteres). Uno de los discos contiene la información y las funciones relacionadas al clima, otro la de población de todos los municipios del estado y el tercero como un ejemplo del manejo de los diferentes planos de información contiene los planos del municipio de Morelia.

El sistema trabaja mediante menús en donde el usuario selecciona la función deseada y de acuerdo a la opción escogida se le irán haciendo preguntas.

Por ejemplo, los nombres de las poblaciones utilizados a través del sistema pueden ser dados en forma parcial, o sea que basta con teclear las primeras letras, hasta hacerlo diferente de los otros almacenados, si el nombre no está en la base de datos o está mal escrito, el sistema lista los almacenados para que el usuario pueda corregirlo.

Alguna información relativa a los municipios fue introducida al paquete "Megafinder" (MegaHaus, 1983) que es un programa de manejo de archivos que tiene la facilidad de almacenar la información, actualizarla, consultarla y obtener reportes clasificados por diferentes campos a solicitud del usuario.

Bajo este sistema se introdujo la siguiente información para todos los municipios de Michoacán:

Nombre del Municipio

Superficie en kilómetros cuadrados

Población de los censos de 1970 y 1980

Tasas de crecimiento 1960-1970 / 1970-1980

Nupcialidad / Natalidad / Mortalidad

Cabecera Municipal

Población de los censos de 1970 y 1980

Coordenadas: Latitud, Longitud, Altitud

Categoría (Villa / Pueblo / Ciudad)

En la Tabla 2.1 se adjunta un reporte obtenido por el sistema, al que se le solicitó que lo ordenara por nombre de municipio.

En el siguiente capítulo se describen en detalle los tres componentes del sistema: el del clima, el de población y el de los planos de información del municipio de Morelia.

Tabla 2.1

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACÁN

NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION	ALTITUD
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	
Acuitzio Acuitzio del Canje	146.6 19 29'45"	7119 101 20'00"	2040
Aguililla Aguililla	1750.4 18 44'20"	23171 102 47'10"	950
Alvaro Obregon Alvaro Obregon	128.6 19 49'30"	15651 101 02'20"	1820
Angamacutiro Angamacutiro	200.1 20 09'00"	11076 101 42'35"	1690
Angahuan Angahuan	95.9 19 37'00"	9266 102 17'05"	2600
Apatzingan Apatzingan	1810.1 19 05'30"	75805 102 22'00"	320
Aporo Aporo	61.8 19 40'15"	2377 100 24'30"	2200
Aquila Aquila	2590.9 18 36'05"	19724 103 30'10"	190
Ario Ario de Rosales	759.0 19 12'30"	25656 101 42'00"	1900
Arteaga Arteaga	3676.0 18 21'20"	17975 102 17'00"	1000
Brisenas Brisenas	62.4 20 16'25"	8407 102 33'50"	1530
Buenavista Buenavista	910.4 19 12'55"	30676 102 35'50"	450
Caracharo Caracharo	840.4 19 01'10"	10600 101 07'30"	540
Charapan Charapan	163.2 19 39'00"	9863 102 15'00"	2360
Charo Charo	302.4 19 44'55"	13702 101 02'45"	1900
Chavinda Chavinda	103.7 20 00'20"	12354 102 27'35"	1560
Cheran Cheran	215.5 19 41'00"	13267 101 57'10"	2360
Chilchota Chilchota	208.2 19 51'00"	17620 102 07'10"	1990

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACÁN			
NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION	
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Chinicuila Villa Victoria	974.4 18 45'25"	8862 103 22'10"	680
Chucandiro Chucandiro	174.3 19 54'00"	8398 101 15'55"	1640
Churintzio Churintzio	220.7 20 08'55"	10190 102 03'50"	1650
Churumuco Churumuco	1209.1 18 39'45"	11711 101 39'00"	200
Coahuayana Coahuayana	530.4 18 45'05"	11653 103 40'00"	15
Coalcomen Coalcoman	3080.4 18 46'30"	17191 103 09'40"	1020
Coeneo Coeneo de la Libertad	274.1 19 49'10"	24985 101 35'00"	2048
Contepec Contepec	354.8 19 57'20"	19818 100 10'00"	2500
Copandaro Copandaro de Galeana	120.9 19 53'30"	7744 101 12'55"	1640
Cotija Cotija de la Paz	522.0 19 48'20"	17905 102 42'20"	1700
Guitzeo Guitzeo del Porvenir	264.0 19 50'15"	21783 101 08'30"	1960
Ecuandureo Ecuandureo	270.7 20 09'50"	15023 102 11'30"	1530
Epitacio Huerta Epitacio Huerta	683.6 20 00'10"	12560 100 17'00"	2450
Erongaricuaró Erongaricuaró	311.6 19 35'25"	11270 101 43'10"	2080
Gabriel Zamora Lombardia	385.5 19 09'25"	16503 102 03'00"	640
Hidalgo Ciudad Hidalgo	936.2 19 41'25"	72787 100 53'25"	2140
Huacana, La La Huacana	1990.9 18 57'50"	30830 101 48'10"	480
Huandacaro Huandacaro	130.2 19 59'25"	11234 101 10'30"	1650

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACAN				
NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION		
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
Huaniqueo	229.9	12287		
Huaniqueo de Morales	19 54'02"	101 30'45"	2035	
Huetamo	1607.7	35910		
Huetamo de Nunez	18 37'25"	100 53'50"	295	
Huiramba	170.8	4985		
Huiramba	19 32'40"	101 26'15"	2120	
Indaparapeo	167.9	12351		
Indaparapeo	19 47'15"	100 50'00"	1920	
Irimbo	100.4	7372		
Irimbo	19 42'00"	100 20'40"	2100	
Ixtlan	208.9	14070		
Ixtlan de los Hervores	20 10'00"	102 23'35"	1530	
Jacona	77.4	35247		
Jacona de Plancarte	19 57'30"	102 18'20"	1500	
Jimenez	257.5	10039		
Villa Jimenez	19 55'30"	101 44'55"	2000	
Jiquilpan	311.5	32600		
Jiquilpan de Juarez	19 59'30"	102 43'05"	1550	
Juarez	104.2	7366		
Benito Juarez	19 18'55"	100 25'55"	1320	
Jungapeo	212.3	14507		
Jungapeo de Juarez	19 27'30"	100 29'40"	1300	
Laquinillas	44.6	4955		
Laquinillas	19 33'55"	101 25'00"	2100	
Lazaro Cardenas	1500.0	62355		
Lazaro Cardenas	17 57'00"	102 11'25"	10	
Madero	946.3	15750		
Villa Madero	19 23'20"	101 10'55"	2100	
Maravatío	632.2	40660		
Maravatío de Ocampo	19 53'30"	100 26'35"	2100	
Marcos Castellanos	103.1	0902		
Ornelas	19 59'30"	103 01'15"	1900	
Morelia	1307.1	353055		
Morelia	19 42'05"	101 11'00"	1940	
Morelos	178.2	1069		
Villa Morelos	20 00'10"	101 24'45"	2200	

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACAN				
NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION		
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
Mucica	427.4	31061		
Nueva Italia de Ruiz	19 01'30"	102 05'40"	430	
Nahuatzten	329.9	16610		
Nahuatzten	19 39'10"	101 55'00"	2390	
Nocupetaro	664.0	8904		
Nocupetaro de Morelos	19 02'45"	101 09'40"	660	
Nuevo Parangaricutiro	299.6	10118		
Nuevo Parangaricutiro	19 25'00"	102 07'50"	1800	
Nuevo Urecho	235.1	8140		
Nuevo Urecho	19 09'50"	101 52'00"	760	
Numaran	110.7	9123		
Numaran	20 15'25"	101 56'55"	1600	
Ocampo	126.3	11696		
Ocampo	19 35'00"	100 20'20"	2300	
Patacuaran	160.3	20206		
Patacuaran	20 07'05"	102 34'01"	1530	
Panindicharo	224.9	18054		
Panindicharo	19 59'20"	101 45'55"	1840	
Paracho	328.7	23586		
Paracho de Verduzco	19 36'50"	102 02'30"	2220	
Paracuaro	588.1	21000		
Paracuaro	19 09'00"	102 12'55"	600	
Patzcuero	307.4	53287		
Patzcuero	19 31'00"	101 36'30"	2135	
Penjamillo	339.2	21270		
Penjamillo de Dequillado	20 06'05"	101 56'00"	1700	
Periban	394.2	13967		
Periban de Ramos	19 31'25"	102 25'00"	1500	
Piedad, la	208.8	63608		
La Piedad de Cabadas	20 20'30"	102 01'35"	1700	
Purepero	110.4	16133		
Purepero de Echaiz	19 54'30"	102 00'50"	1920	
Puruandiro	702.2	55653		
Puruandiro de Calderon	20 05'05"	101 31'00"	1890	
Querendaro	246.7	12698		
Querendaro	19 46'30"	100 53'30"	1840	

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACAN				
NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION		
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	
Quiroga Quiroga	169.9 19 48'00"	19748 101 31'20"	2080	
Regules Cajumatlan de Regules	183.4 20 07'02"	10923 102 51'20"	1540	
Reyes, Los Los Reyes de Salgado	437.0 19 35'30"	38017 102 28'27"	1325	
Sahuayo Sahuayo de Morelos	138.4 20 03'25"	46099 102 43'25"	1550	
San Lucas San Lucas	510.7 18 35'10"	16756 100 47'05"	300	
Santa Ana Maya Santa Ana Maya	132.7 20 00'20"	12968 101 01'10"	1045	
Santa Clara Villa Escalante	535.9 19 24'50"	29398 101 38'30"	1150	
Senquio Senquio	224.2 19 44'00"	14803 100 21'10"	2270	
Sixto Varduzco Pastor Ortiz	179.9 20 10'05"	24015 101 35'40"	1680	
Susupuat0 Susupuat0 de Guerrero	246.5 19 12'55"	6360 100 24'30"	1260	
Tacambaro Tacambaro de Cdad.los	774.1 19 14'00"	42777 101 27'30"	1616	
Tancitaro Tancitaro	674.3 19 20'25"	16578 102 21'35"	2044	
Tangamandapio Tangamandapio	283.3 19 57'25"	16503 102 26'00"	1670	
Tangancicharo Tangancicharo de Arista	549.0 19 53'10"	30947 102 12'25"	1710	
Tanhuato Tanhuato de Guerrero	208.1 20 17'00"	14102 102 19'45"	1535	
Taretan Taretan	235.1 19 20'00"	11113 101 55'00"	1140	
Tarimbaro Tarimbaro	244.0 19 47'40"	25503 101 00'30"	1800	
Tepalcatepec Tepalcatepec	1231.6 19 11'10"	23717 101 50'50"	375	

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE NICHUACAN			
NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION	
CABECERA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Tinambato	234.3	8471	
Tinambato	19 30'10"	101 51'15"	1980
Tinguindin	212.4	10897	
Tinguindin	19 44'05"	102 28'50"	1600
Tiquicheo	2104.0	15174	
Tiquicheo	18 54'05"	100 44'20"	380
Tlalpujahua	200.6	19174	
Tlalpujahua	19 48'15"	100 10'25"	2570
Tlazalca	223.4	11735	
Tlazalca	19 58'10"	102 02'27"	1000
Tocumbo	492.9	9837	
Tocumbo	19 42'10"	102 31'30"	1000
Tumbiscatio	995.5	8070	
Tumbiscatio de Ruiz	18 31'50"	102 22'45"	800
Turicato	1554.9	31514	
Turicato	19 32'55"	101 25'00"	795
Tuxpan	261.3	16722	
Tuxpan	19 34'00"	100 27'40"	1720
Tuzantla	802.7	16429	
Tuzantla	19 12'25"	100 34'27"	600
Tzintzuntzan	146.2	10448	
Tzintzuntzan	19 37'50"	101 34'55"	2050
Tzitzio	983.3	12900	
Tzitzio	19 35'05"	100 55'30"	1500
Uriapan	765.2	146996	
Uriapan del Progreso	19 25'00"	102 03'20"	1050
Venustiano Carranza	288.1	17926	
Venustiano Carranza	20 06'50"	102 39'20"	1530
Villamar	390.1	20757	
Villamar	20 01'10"	102 39'10"	1500
Vistahermosa	184.1	15527	
Vista Hermosa de Negrete	20 16'10"	102 20'35"	1530
Yurechero	192.6	21547	
Yurechero	20 20'05"	102 17'00"	1530
Zacapu	569.0	62620	
Zacapu de Mier	19 49'00"	101 47'50"	1980

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MICHOACAN

NOMBRE	SUPERFICIE	POBLACION		ALTITUD
CABECERA	LATITUD	LONGITUD		
Zamora	369.8	113474		
Zamora de Hidalgo	19 59'05"	102 17'05"		1575
Zinaparo	112.7	5396		
Zinaparo	20 10'15"	101 59'55"		1830
Zinapécuaro	557.1	37571		
Zinapécuaro de Figueroa	19 51'25"	100 49'35"		1880
Ziracuaretiro	188.8	7139		
Ziracuaretiro	19 26'00"	101 55'25"		1700
Zitacuaro	493.7	83649		
Heroica Zitacuaro	19 26'05"	100 21'15"		1980

3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SISTEMA

3.1 CLIMA DENTRO DEL SIGM

(Sistema de Información Geográfica de Michoacán)

3.1.1 Sistemas de clasificación climática.

El estado medio de la atmósfera en una región es su clima. Las dos variables más importantes para el clima son la temperatura y la precipitación, aunque otras también son importantes como la nubosidad, humedad, viento.

Hay varias clasificaciones climáticas, cuya utilidad depende del uso para el que se realizan. Las más difundidas actualmente son las que han permitido definir los patrones de vegetación dominante, siendo de éstas la de Köppen, o variantes de la misma, la más utilizada en todo el mundo. Las expresiones que definen lo adecuado del calor y la humedad han dominado las clasificaciones climáticas, los dos elementos básicos en ello son calor y humedad que se pueden evaluar con las variables de temperatura y precipitación, aunque hay otras que también los afectan como son el viento, la insolación, la humedad atmosférica, cambios de presión, nubosidad etc.

Algo importante en la selección de un sistema de clasificación es la disponibilidad de las medidas de los elementos climáticos que considere, que sea registrado por muchas estaciones de la región en estudio y por periodos suficientemente largos; se recomienda que sea suficientemente grande para que permita atenuar variaciones anuales y lo suficientemente corto para visualizar tendencias climáticas, lo cual se obtiene con periodos de alrededor de 30 años.

En el estado de Michoacán hay más de 100 estaciones que registran temperatura y precipitación, aunque no todas cubren un

periodo de 30 años como sería deseable. La medición de más variables reduce grandemente el número de estaciones. Habiendo dos que cubren gran gama de elementos climáticos y que pertenecen a la red Meteorológica Mundial, la de Morelia (Observatorio de superficie # 665) y la de Zamora (# 662).

Entre los sistemas de clasificación más difundidos que hacen modificaciones al de Koeppen están el de Geiger, climatólogo alemán, en Estados Unidos la de Trewartha y en México la de Enriqueta García (García, 1981).

Otro sistema de clasificación no basado en el de Koeppen y que ha sido bastante utilizado es el del climatólogo estadounidense C. W. Thornthwaite (1899-1963) que emplea expresiones para la efectividad de la precipitación y efectividad de la temperatura. La efectividad de la precipitación es función de la precipitación y de la evaporación. En 1948 propuso como base de la clasificación la evapotranspiración potencial, que aunque es un concepto válido, la dificultad de su evaluación limita su uso.

3.1.2 Sistema de clasificación de Koeppen.

El sistema de Koeppen ampliamente utilizado por su sencillez y estrecha relación con la vegetación, delimita los distintos tipos de clima en forma cuantitativa basado en temperaturas y precipitaciones medias anuales y medias mensuales extremas.

La cantidad de precipitación necesaria para soportar un tipo de vegetación depende de la temperatura de la región y su distribución anual. Koeppen agrupa los climas de la tierra en cinco zonas; cuatro húmedas basadas en la temperatura y la quinta seca.

Las cinco zonas, designadas por letras mayúsculas son:

- A Tropical Lluviosa
- B Seca
- C Templada lluviosa
- D Fria lluviosa
- E Polar

Para saber si un clima es húmedo o seco, primero se ve cómo se distribuye la precipitación en el año y de acuerdo a esto puede ser:

- s régimen de lluvia en invierno
- f lluvias uniformes abundantes todo el año
- w régimen de lluvias en verano

Y se aplica según el caso el siguiente criterio:

	HUMEDO	SECO ESTEPARIO	SECO DESERTICO
s	$p > 2t$	$t < p < 2t$	$p < t$
f	$p > 2(t + 7)$	$(t+7) < p < 2(t+7)$	$p < (t+7)$
w	$p > 2(t+14)$	$(t+14) < p < 2(t+14)$	$p < (t+14)$

Donde p representa la precipitación media anual en centímetros
 t representa la temp. media anual en grados centigrados

Si el clima es húmedo, esto es si satisface la condición de la primera columna según su régimen de lluvias (s, f ó w) se determina a que zona húmeda pertenece con el siguiente criterio:

ZONAS CLIMATICAS	Temperatura media mensual	
	HUMEDAS	
	Mes más cálido	Mes más frío
A	$t > 18$	$t > 18$
C	$t > 10$	$-3 < t < 18$
D	$t > 10$	$t < -3$
E	$t < 10$	$t < -3$

Para determinar la vegetación se usan letras mayúsculas que van siempre en segundo término y que corresponden a:

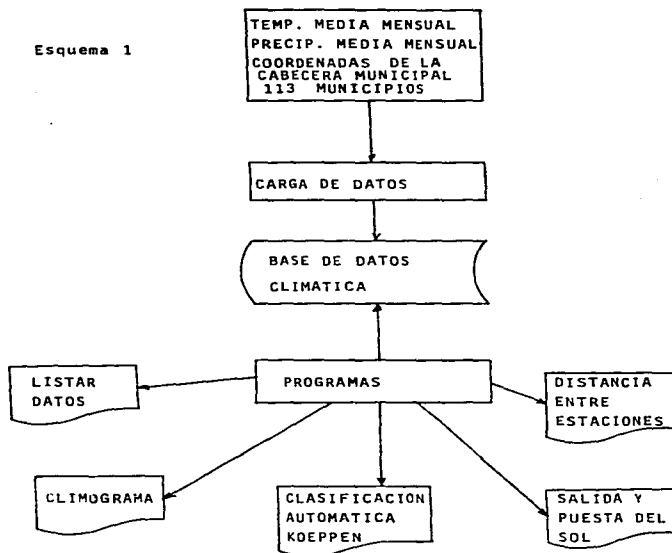
- S Estepario
- W Desértico
- B Alta montaña
- T Tundra
- F Hielos perpetuos

3.1.3 Automatización de la clasificación del clima

Para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica de Michoacán en la parte climática se introdujeron los datos de temperatura y precipitación media mensual de las cabeceras municipales que cuentan con estación meteorológica y se desarrolló un programa que a partir de estos datos clasifica en forma automática el clima de acuerdo al sistema de Koeppen, siendo esto de gran ayuda ya que los usuarios sin necesidad de conocer el sistema de clasificación pueden obtener el clima de cualquier lugar en forma inmediata, proporcionando únicamente los datos de temperatura y precipitación mensuales. (esquema 1)

Debido a las características orográficas en Michoacán se encuentran tres de las cinco zonas fundamentales de clima según

Esquema 1



ESQUEMA DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE MICHUOACAN
"CLIMA"

Koepfen: la tropical lluviosa (A), la templada (C) y la seca (B).

Para probar el sistema con todos los climas se agregaron algunas estaciones con climas que no se presentan en Michoacán como son:

CLIMA	LUGAR	CLASIFIC. CLIMATICA
Desértico	Mexicali, Baja California Norte	BWhg
Templado con lluvias en invierno	San Juan de Dios B.C.N.	Cwa
Tropical con lluvias de monzón	Villahermosa, Tabasco	Amg
Seco Estepario frío	Yerevan, Armenia	BSk
Frío con lluvias todo el año	Estocolmo, Suecia	Dfd
Polar de Tundra	Novaya Zemlya, URSS	ET

FLUJO DEL PROGRAMA DE CLASIFICACION

- a) Solicita el nombre de la estación a clasificar, que puede ser completo o parcial, hasta hacerlo diferenciable de los otros, si no lo encuentra el sistema lista los que tiene y vuelve a pedirlo.
- b) Encuentra valores máximos, mínimos y proeedsios
- c) Determina el régimen de lluvia:
 - invernal "s" si el 70% de la precipitación es recibida en los seis meses más frescos (de octubre a marzo en el Hemisferio Norte).
 - de verano "w" si el 70% de la precipitación es recibida en los seis meses más calurosos (de abril a septiembre en el Hemisferio Norte).

- en todo el año en caso de no ser ninguno de los anteriores que puede ser "x" si son lluvias uniformes escasas durante todo el año o "f" lluvias uniformes abundantes durante el año, diferenciación no incluida en el programa por no existir criterio numérico para separarlos.

d) Determina si es Húmedo o seco.

e) Si es húmedo, determina cuál de ellos

f) Determina la segunda letra

- Dependiendo del régimen de lluvia para los A, C y D

- Dependiendo de que tan seco para los B

- Dependiendo de que tan frío para los E

g) Determina la tercera letra en climas B, C y D

h) Determina las letras suplementarias:

- Si es isotermal "i" (oscilación térmica menor de 50C).

- Si es tipo ganges "g" (Mes más caluroso anterior al solsticio de verano).

i) Imprime los resultados.

Se adjunta listado del programa de clasificación en BASIC. (Tabla 3.1)

3.1.4 Facilidades climáticas incluidas dentro del SIGM.

El manejo y facilidades de la información climática se puede visualizar si analizamos su menú primario, que tiene las siguientes funciones:

- <1> CORREGIR DATOS DE ALGUNA ESTACION
- <2> INTRODUCIR TEMPERATURA Y PRECIPITACION
- <3> LISTAR DATOS Y GRAFICAR CLIMOBAMA

Tabla 3.1 Listado del Programa de Clasificación del Clima

```

#1
#1 Tabla 3.1 Listado del Programa de Clasificación del Clima
#1
#1
80 LOMEM: 32768
90 HOME
91 REM FUNCION PARA REDONDEAR A DECIMAS
92 DEF FN FR(X) = INT (X * 10 + .5) / 10
100 REM CORRIGE ARCHIVO
102 NS = "SICLIMA"
104 NI = "BINDEX"
110 OS = CHR$(4) + "OPEN " + NS + ",L400,D1"
112 OI = CHR$(4) + "OPEN " + NI + ",L4000,D1"
120 RS = CHR$(4) + "READ " + NS + ",R"
122 RI = CHR$(4) + "READ " + NI + ",R"
130 WS = CHR$(4) + "WRITE " + NS + ",R"
140 CS = CHR$(4) + "CLOSE " + NS
142 CI = CHR$(4) + "CLOSE " + NI
150 DIM V(40),MES(12)
151 DIM EST(150)
152 FOR J = 1 TO 13
154 READ MES(J)
156 NEXT J
158 DATA SANOS, ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO, S
EP, OCT, NOV, DIC
160 GOSUB 1000
162 GOSUB 2000
168 PRINT OS
170 PRINT RI;I
180 INPUT A1,A2,A3
182 FOR J = 1 TO 40
184 INPUT V(J)
186 NEXT J
188 PRINT CS
187 INPUT SALIDA POR LA PANTALLA <P> O IMPRESORA <I> : "I" SA
188 IF SA = "I" OR SA = "I" THEN PRINT CHR$(4)"PR1"; PRINT CHR$(27); C
HR$(69); "CLIMA DE "; CHR$(27); CHR$(70); CHR$(14); A1; PRINT CHR$(27)"E"
190 PRINT " ESTACION : "; A1 SPC(26 - LEN(A1)); " (1) LATITUD: "; V(1)
191 PRINT
192 PRINT " MUNICIPIO: "; A2 SPC(26 - LEN(A2)); " (1) LONGITUD: "; V(2)
193 PRINT
194 PRINT " DEPENDENCIA: "; A3 SPC(26 - LEN(A3)); " (3) ALTITUD: "; V(3)
196 PRINT
198 GOSUB 300
202 GOSUB 4000; REM CLASIFICA EL CLIMA
204 VTA = 24
210 INPUT "DESEA CONSULTAR OTRA ESTACION S<I> N<O> : "; A
214 PRINT CHR$(4)"PR3"
220 IF A = "S" OR A = "s" THEN GOTO 162
230 TEXT
240 PRINT CHR$(4)"RUN MENU,D1"
250 END
300 PRINT SPC(6); "TEMPERATURA en grados C."; SPC(8); "PRECIPITACION en mm."
302 PRINT
310 FOR J = 1 TO 13
320 PRINT SPC(3); MES(J); SPC(6); V(J + 3); SPC(20); SPC(7 - LEN(STR$(
V(J + 16))); V(J + 16)
322 IF J < 2 THEN PRINT
330 NEXT J

```

```

370 RETURN
1000 REM CARGA LA MATRIZ DE ESTACIONES
1020 PRINT DIS
1060 PRINT RI:11
1070 FOR I = 1 TO 150
1080 INPUT A1
1100 EST*(I) = A1
1120 NEXT I
1140 PRINT CI
1160 RETURN
2000 REM SOLICITA NOMBRE DE LA ESTACION
2010 TEXT
2020 HOME
2030 INPUT " ESTACION CUYOS DATOS DESEA CONSULTAR : ";NA$
2040 FOR I = 1 TO 150
2060 IF LEFT$(EST*(I), LEN(NA$)) = NA$ THEN GOTO 2200
2080 NEXT I
2100 GOSUB 3000
2120 GOTO 2020
2200 RETURN
3000 REM LISTA LAS ESTACIONES ALMACENADAS
3020 PRINT " NO LA CONOZCO, LAS ESTACIONES CONSIDERADAS SON : "
3040 FOR I = 1 TO 50
3060 PRINT I * 3 - 21 " ;EST*(I * 3 - 2) TAB( 26)I * 3 - 11 " ;EST*(I * 3 - 1)
TAB( 52)I * 31 " ;EST*(I * 3)
3080 IF I = 19 OR I = 38 OR I = 50 THEN INPUT " TECLEAR RETURN PARA CONTINUAR
";SF$
3100 NEXT I
3120 RETURN
4000 REM RUTINA PARA CLASIFICAR EL CLIMA DE ACUERDO A KOEPPEN
4020 REM ENCUENTRA MAXIMOS, MINIMOS, PROMEDIOS Y SUMAS
4022 IF SA$ = "I" OR SA$ = "I" THEN GOTO 4040
4030 INPUT " TECLEE RETURN PARA CONTINUAR : ";SF$
4032 TEXT
4034 HOME
4040 TX = - 70
4050 TM = 70: REM VALORES INICIALES DE TEMPERATURA MINIMA
4060 PX = 0: REM VALOR INICIAL DE PRECIPITACION MAXIMA
4070 PM = 2000: REM VALOR INICIAL DE PRECIPITACION MINIMA
4072 MC = 0: REM MESES CALUROSOS ( TEMP. > 10 )
4080 TP = 0
4082 PA = 0
4090 C1$ = "" : C2$ = "" : C3$ = "" : C4$ = ""
4092 K1$ = "" : K2$ = "" : K3$ = "" : K4$ = ""
4200 FOR J = 1 TO 12
4300 TP = TP + V(J + 4)
4320 IF V(J + 4) > TX THEN TX = V(J + 4):TX$ = MES*(J + 1):NTX = J
4340 IF V(J + 4) < TM THEN TM = V(J + 4):TM$ = MES*(J + 1)
4350 IF V(J + 4) > 10 THEN MC = MC + 1
4360 PA = PA + V(J + 17)
4380 IF V(J + 17) > PX THEN PX = V(J + 17):PX$ = MES*(J + 1)
4400 IF V(J + 17) < PM THEN PM = V(J + 17):PM$ = MES*(J + 1)
4500 NEXT J
4520 TP = TP / 12.
4522 TP = FN FR(TP)
4540 OS = TX - TM
4550 OS = FN FR(OS)
4700 REM DETERMINA REGIMEN DE LLUVIA
4710 R = PA / 10: REM LLUVIA EN CENTIMETROS
4720 PI = V(29) + V(18) + V(19): REM LLUVIA DE INVIERNO = DIC-ENE-FEB

```

4730 PF = V(20) + V(21) + V(22); REM LLUVIA DE PRIMAVERA = MAR+ABR+MAY
 4740 PV = V(23) + V(24) + V(25) + V(25); REM LLUVIA DE VERANO = JUN+JUL+AGO
 4750 PO = V(24) + V(27) + V(28); REM LLUVIA DE OTONO = SEP+OCT+NOV
 4760 REM PRECIPITACION INVERNAL SI 70% DE R (PRECIP.ANUAL) RECIBIDA EN LOS 6
 MESES MAS FRIOS (DE OCTUBRE A MARZO EN EL H.N.)
 4770 REM PRECIPITACION DE VERANO SI EL 70% DE R ES RECIBIDA EN LOS 6 MESES M
 AS CALUROSO (DE ABRIL A SEPTIEMBRE EN EL H.N.)
 4780 REM ES "s" EN EL PRIMER CASO, "w" EN EL SEGUNDO Y "f" O "c" EN LOS DE
 MAS
 4790 RI = V(27) + V(28) + V(29) + V(18) + V(19) + V(20); REM OCT A MAR
 4800 RV = V(21) + V(22) + V(23) + V(24) + V(25) + V(26); REM DE ABRIL A SEPT.
 4820 IF RI > (.7 * PA) THEN REGS = "s"; GOTO 4900
 4830 IF RV > (.7 * PA) THEN REGS = "w"; GOTO 4900
 4840 REGS = "f"
 4900 IF REGS = "s" AND R > 2 * TP THEN GOTO 6000; REM ES HUMEDO
 4910 IF REGS = "w" AND R > 2 * (TP + 14) THEN GOTO 6000
 4920 IF REGS = "f" AND R > 2 * (TP + 7) THEN GOTO 6000
 4930 REM ES SECO, DETERMINA EL SUBTIPO
 4940 IF REGS = "s" AND R < TP THEN GOTO 5000
 4950 IF REGS = "w" AND R < (TP + 14) THEN GOTO 5000
 4960 IF REGS = "f" AND R < (TP + 7) THEN GOTO 5000
 4970 C1\$ = "BS":K1\$ = " SECO ESTEPARIO "
 4980 GOTO 5200
 5000 C1\$ = "BW":K1\$ = " SECO DESERTICO "
 5200 REM DETERMINA LA SEGUNDA LITERAL PARA LOS SECOS
 5220 IF TH > 18 THEN C2\$ = "h":K2\$ = " MUY CALIDO "; GOTO 7000
 5230 IF TP > 18 AND TH < 18 THEN C2\$ = "n":K2\$ = " CALIDO "; GOTO 7000
 5240 IF TP < 18 AND TX > 18 THEN C2\$ = "k":K2\$ = " FRIO "; GOTO 7000
 5250 C2\$ = "k":K2\$ = " MUY FRIO "; GOTO 7000
 6000 REM DETERMINACION DE LOS CLIMAS HUMEDOS
 6020 IF TH > 18 THEN GOTO 6200
 6030 IF TX > 10 AND TH < - 3 THEN GOTO 6300
 6040 IF TX > 10 AND TH < - 3 THEN GOTO 6400
 6050 IF TX < 10 THEN GOTO 6700
 6200 REM TEMPLADOS LLUVIOSOS
 6220 C1\$ = "A":K1\$ = " TROPICAL LLUVIOSOS "
 6230 IF PM > 40 THEN C2\$ = "f":K2\$ = " CON LLUVIAS TODO EL AÑO "; GOTO 7000
 6240 IF PM < (10 - (1 / 25)) THEN C2\$ = "w":K2\$ = " CON LLUVIAS EN VERANO "; GOT
 O 7000
 6250 C2\$ = "n":K2\$ = " CON INTENSAS LLUVIAS MONZONICAS EN VERANO "; GOTO 7000
 6300 REM CLIMAS TEMPLADOS LLUVIOSOS
 6320 C1\$ = "C":K1\$ = " TEMPLADO LLUVIOSO "
 6330 IF REGS = "s" THEN C2\$ = "s":K2\$ = " CON LLUVIAS EN INVIERNO "; GOTO 6500
 6340 IF REGS = "w" THEN C2\$ = "w":K2\$ = " CON LLUVIAS EN VERANO "; GOTO 6500
 6350 C2\$ = "f":K2\$ = " CON LLUVIAS TODO EL AÑO "; GOTO 6500
 6400 REM CLIMAS FRIOS LLUVIOSOS
 6420 C1\$ = "D":K1\$ = " FRIO LLUVIOSO "
 6430 IF REGS = "s" THEN C2\$ = "s":K2\$ = " CON LLUVIAS EN INVIERNO "; GOTO 6500
 6432 REM EN TEORIA EL CLIMA Ds NO SE PRESENTA.
 6440 IF REGS = "w" THEN C2\$ = "w":K2\$ = " CON LLUVIAS EN VERANO "; GOTO 6500
 6450 C2\$ = "f":K2\$ = " CON LLUVIAS TODO EL AÑO "; GOTO 6500
 6500 REM DETERMINA TERCERA LETRA EN CLIMAS " " Y " D "
 6510 IF TX > 22 AND MC > 4 THEN C3\$ = "a":K3\$ = " SUBTROPICAL TEMPLADO "; GOTO
 7000
 6520 IF TX < 22 AND MC > 4 THEN C3\$ = "b":K3\$ = " TEMPLADO "; GOTO 7000
 6530 IF MC < 4 AND TH > - 30 THEN C3\$ = "c":K3\$ = " FRIO "; GOTO 7000
 6540 C3\$ = "d":K3\$ = " MUY FRIO "; GOTO 7000
 6700 REM CLIMAS POLARES Y DE ALTURA

```

6720 ALTURA = V(3)
6730 IF ALTURA > 1500 THEN C1% = "EH":K1% = " POLAR DE ALTURA ": GOTO 7560
6740 IF TX > 0 THEN C1% = "ET":K1% = " POLAR DE TUNDRA ": GOTO 7500
6750 C1% = "EF":K1% = " POLAR DE HIELOS PERPETUOS ": GOTO 7500
7000 REM DETERMINACION DE SIMBOLOS DE SUBDIVISIONES SUPLENTERIAS
7020 ALTURA = V(3)
7040 IF C2% = "W" AND PO > PV THEN C2% = "W":K2% = K2% + " MAXIMO DE LLUVIAS
EN OTONO "
7060 IF OS < 3 THEN C4% = "I":K4% = " ISOTERMAL "
7140 IF NTX < 6 THEN C5% = "G":K5% = " REGIMEN DE TEMPERATURA TIPO GANGES "
7160 IF NTX > 8 AND NTX < 12 THEN C5% = "V":K5% = " MES MAS CALIDO EN OTONO "
7180 REM SOLO CONSIDERADO EL HEMISFERIO NORTE.
7500 REM IMPRIME RESULTADOS
7510 HOME
7520 PRINT
7522 INVERSE
7530 PRINT " TEMPERATURAS (En grados Centigrados) "
7532 NORMAL
7534 PRINT
7540 PRINT SPC( 10);"PROMEDIO : "; SPC( 17);TP
7550 PRINT SPC( 10);"MAXIMA EN: ";TX%; DE : "; SPC( 6);TX
7554 PRINT SPC( 10);"MINIMA EN: ";TM%; DE : "; SPC( 6);TM
7560 PRINT SPC( 10);"OSCILACION : "; SPC( 16);OS
7561 PRINT
7562 INVERSE
7570 PRINT " PRECIPITACION (En milímetros) "
7572 NORMAL
7574 PRINT
7578 TS = 39
7580 PRINT SPC( 5);"TOTAL ANUAL : "; SPC( 18 - LEN ( STR% (PA)));PA
7582 PRINT SPC( 5);"MAXIMO EN: ";PX%; DE : "; SPC( 10 - LEN ( STR% (FX)));P
X
7584 PRINT SPC( 5);"MINIMO EN: ";Pm%; DE : "; SPC( 10 - LEN ( STR% (PM)));P
M
7586 PRINT SPC( 5);"PRIMAVERA (M/A/M) : "; SPC( 12 - LEN ( STR% (PP)));PP
7588 PRINT SPC( 5);"VERANO (J/J/A) : "; SPC( 15 - LEN ( STR% (FV)));FV
7590 PRINT SPC( 5);"OTONO (S/O/N) : "; SPC( 16 - LEN ( STR% (FO)));FO
7592 PRINT SPC( 5);"INVIERNO (D/E/F) : "; SPC( 13 - LEN ( STR% (PI)));PI
7594 PRINT SPC( 5);"EN LOS 6 MESES CALIDOS"; SPC( 10 - LEN ( STR% (RV)));RV;
"
APRIL A SEPTIEMBRE "
7596 PRINT SPC( 5);"EN LOS 6 MESES FRESCOS"; SPC( 10 - LEN ( STR% (RI)));RI;
"
OCTUBRE A MARZO "
7700 PRINT
7710 INVERSE
7720 PRINT " CLIMA SEGUN KOEPPEN : "; CHR% (27); CHR% (70); CHR% (14);C1%;C2%;
C3%;C4%;C5%
7730 NORMAL
7732 PRINT CHR% (27);"E"
7734 PRINT SPC( 35);K1%
7740 IF K2% < > "" THEN PRINT SPC( 35);K2%
7750 IF K3% < > "" THEN PRINT SPC( 35);K3%
7760 IF K4% < > "" THEN PRINT SPC( 35);K4%
7770 IF K5% < > "" THEN PRINT SPC( 35);K5%
7990 RETURN
01

```


- <4> CALCULAR DISTANCIAS Y RUMBOS ENTRE POBLACIONES
- <5> UBICAR ESTACIONES EN EL ESTADO
- <6> CLASIFICAR CLIMA DE ACUERDO A LA CLASIF. DE KOEPPEN
- <7> HORA DE SALIDA Y PUESTA DEL SOL

<1> CORREGIR DATOS DE ALGUNA ESTACION

Esta opción permite corregir o adicionar los datos de cualquier estación ya que lista todos los datos almacenados; nombre de municipio y de cabecera municipal, coordenadas, temperatura y precipitación mensuales, permitiendo corregir cualquiera de ellos por su número de variable.

<2> INTRODUCIR TEMPERATURA Y PRECIPITACION

Esta opción se utiliza cuando se van a cargar los datos de una estación, esto es dar todos los datos de temperatura y precipitación.

<3> LISTAR DATOS Y GRAFICAR CLIMOGRAMA

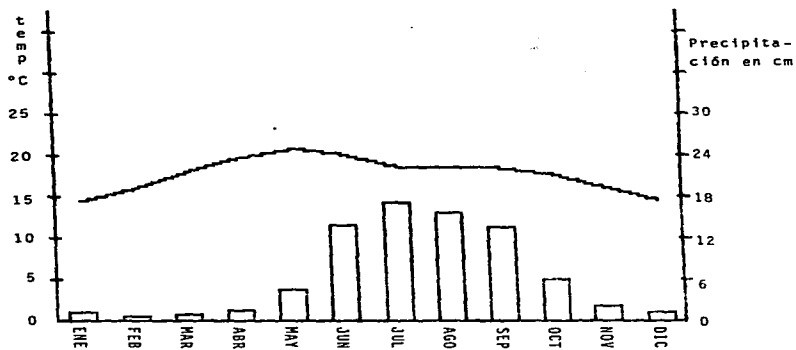
Esta opción permite consultar los datos almacenados de las diferentes estaciones climatológicas, así como graficar su climograma, esto es la gráfica en la que se visualiza al mismo tiempo la precipitación y la temperatura mensuales, como se puede ver en la Figura 3.1 en donde el eje vertical izquierdo corresponde a la temperatura media mensual, el derecho a la precipitación y el horizontal a los meses del año.

<4> CALCULAR DISTANCIAS Y RUMBOS ENTRE POBLACIONES.

Esta opción permite calcular la distancia más corta entre dos

Figura 3.1

Climograma de Morelia



poblaciones (por arco de Círculo máximo), para ello solicita únicamente el nombre del origen y del destino y utilizando las coordenadas almacenadas calcula la distancia y el rumbo.

El sistema tiene también almacenadas las coordenadas de los vértices extremos del estado (SW, SE, NE y NW).

Esta facilidad puede ser útil para estimar tiempo de itinerarios, tarifas para medios de comunicación.

Un ejemplo del uso de esta opción es el siguiente:

```

CALCULAR LA DISTANCIA DE: (origen) : NORELIA
ES LA ESTACION # : 53
A : (destino) : LAZARO CARDENAS
ES LA ESTACION # : 49
DISTANCIA EN RADIANES : .0348006682
DISTANCIA EN MILLAS NAUTICAS: 119.635885
DISTANCIA DE:           NORELIA           A: LAZARO CARDENAS: 221.680 Km
RUMBO INICIAL DEL      ORIGEN AL        DESTINO: 208.719563
LATITUD                19 42' 5"           17 57' 0"
LONGITUD               101 11' 0"          102 11' 25"
DESEA CALCULAR OTRA DISTANCIA <S>I O <N>D : N
En donde los datos teclados por el usuario se indican subrayados.

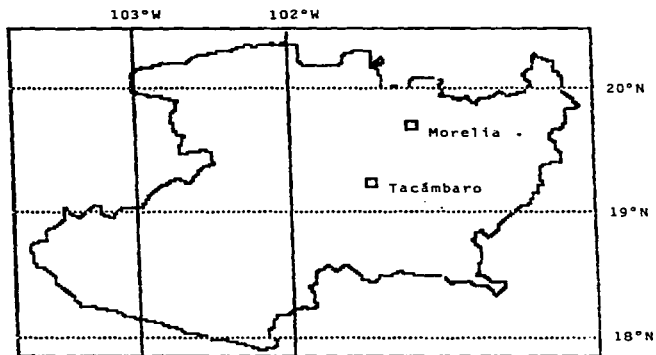
```

<S> UBICAR ESTACIONES EN EL ESTADO

Esta opción grafica el contorno del estado y solicita los nombres de las estaciones a ubicar, teniendo la capacidad de hacerlo también altitudinalmente en un transecto que va de Cuitzeo a la costa con un rumbo de 30 grados.

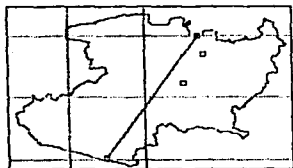
La salida de esta facilidad se muestra en las figuras 3.2.1 y

Figura 3.2.1
Ubicación de Estaciones
(En el Estado de Michoacán)



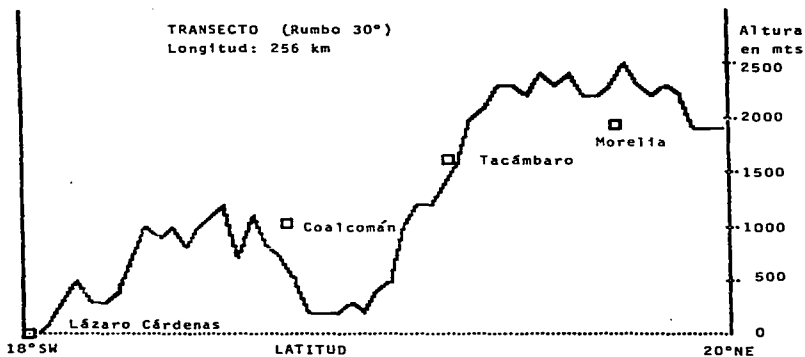
(Continúa)

Figura 3.2.2 Ubicación de Estaciones



Transecto trazado. (Rumbo 30°)

Estaciones graficadas: Morelia
Tacámbaro



3.2.2.

<6> CLASIFICAR CLIMA (KOEPPEN)

Esta opción permite clasificar el clima de cualquier estación almacenada con el criterio de clasificación de Koeppen proporcionando además información del mes en el que se presentan las temperaturas y precipitaciones máximas y mínimas, así como sus valores respectivos.

Se adjuntan tres ejemplos de los reportes obtenidos por clasificación automática con la computadora, uno para cada zona climática según Koeppen presente en Michoacán, éstos son:

Seco estepario	BS	Apatzingán	Tabla 3.2
Templado con lluvias en verano	Cw	Morelia	Tabla 3.3
Tropical lluvioso con lluvias en verano	Aw	Coalcomán	Tabla 3.4

El flujo de este programa y un listado del mismo se agregaron previamente por considerarse como una de las facilidades principales del sistema y ser innovadora su automatización.

<7> HORA DE SALIDA Y PUESTA DEL SOL.

Esta facilidad permite determinar la hora de salida y puesta del sol y la duración del día para cualquier población almacenada, pudiendo proporcionar listados que lo den con el intervalo deseado (cada día, semana, mes, etc.).

La tabla 3.5 es un reporte obtenido para todos los lunes de 1988 para Morelia.

Tabla 3.2

CLIMA DE: APATZINGAN

ESTACION : APATZINGAN

(1) LATITUD: 19.0917

MUNICIPIO: APATZINGAN

(1) LONGITUD: 102.3667

DEPENDENCIA: SARH

(3) ALTITUD: 320

TEMPERATURA en grados C.		PRECIPITACION en mm.
MESES	36	37
ENE	25.3	8.2
FEB	26.9	3.5
MAR	28.6	1
ABR	30.4	2.9
MAY	31.7	15.6
JUN	30.6	112.5
JUL	28.5	179.1
AGO	28.4	164.1
SEP	28.2	145.6
OCT	28.2	57.6
NOV	27.1	10.9
DIC	25.7	8.1

TEMPERATURAS (En grados Centigrados)

PROMEDIO :			28.3
MAXIMA EN: MAY	DE :		31.7
MINIMA EN: ENE	DE :		25.3
OSCILACION :			6.4

PRECIPITACION (En milimetros)

TOTAL ANUAL :		709.1
MAXIMO EN: JUL	DE :	179.1
MINIMO EN: MAR	DE :	1
PRIMAVERA (M/A/M) :		19.5
VERANO (J/J/A) :		455.7
OTONO (S/O/N) :		214.1
INVIERNO (D/E/F) :		19.8
EN LOS 6 MESES CALIDOS		619.8
EN LOS 6 MESES FRESCOS		89.3

ABRIL A SEPTIEMBRE
OCTUBRE A MARZO

CLIMA SEGUN KOEPPEN : BSh

SECO ESTEPARIO

MUY CALIDO

REGIMEN DE TEMPERATURA TIPO GANGES

DESEA CONSULTAR OTRA ESTACION S<I> N<O> : S

Tabla. 3.3

CLIMA DE: MORELIA

ESTACION : MORELIA

(1) LATITUD: 19.7014

MUNICIPIO: MORELIA

(1) LONGITUD: 101.1833

DEPENDENCIA: SARH

(3) ALTITUD: 1941

TEMPERATURA en grados C.

PRECIPITACION en mm.

#ANOS	40	40
ENE	14.3	12
FEB	15.9	5.9
MAR	18	6.7
ABR	19.6	14.1
MAY	20.7	43
JUN	19.9	135.1
JUL	18.5	169.1
AGO	18.4	153.3
SEP	18.1	134.3
OCT	17.3	59.4
NOV	15.8	18.4
DIC	14.5	9.4

TEMPERATURAS (En grados Centigrados)

PROMEDIO :	17.6
MAXIMA EN: MAY DE :	20.7
MINIMA EN: ENE DE :	14.3
OSCILACION :	6.4

PRECIPITACION (En milímetros)

TOTAL ANUAL :	760.7	
MAXIMO EN: JUL DE :	169.1	
MINIMO EN: FEB DE :	5.9	
PRIMAVERA (M/A/M) :	63.8	
VERANO (J/J/A) :	457.5	
OTONO (S/O/N) :	212.1	
INVIERNO (D/E/F) :	27.3	
EN LOS 6 MESES CALIDOS	648.9	ABRIL A SEPTIEMBRE
EN LOS 6 MESES FRESCOS	111.8	OCTUBRE A MARZO

CLIMA SEGUN KOEPPEN : Cwb9

TEMPLADO LLUVIOSO
 CON LLUVIAS EN VERANO
 TEMPLADO
 REGIMEN DE TEMPERATURA TIPO GANGES

DESEA CONSULTAR OTRA ESTACION S<I> N<O> : N

Tabla 3.4
CLIMA DE: COALCOMAN

ESTACION : COALCOMAN (1) LATITUD: 18.775
 MUNICIPIO: COALCOMAN (1) LONGITUD: 103.1611
 DEPENDENCIA: SARH (3) ALTITUD: 1020

TEMPERATURA en grados C.		PRECIPITACION en mm.
MESES	24	25
ENE	20.2	12.7
FEB	21.4	4.2
MAR	22.9	.9
ABR	24.3	10.1
MAY	26.4	37.3
JUN	26	243.9
JUL	25.1	242.9
AGO	25.1	222.9
SEP	25.2	207.6
OCT	24.8	124.1
NOV	23.1	35.1
DIC	21.1	19.3

TEMPERATURAS (En grados Centigrados)

PROMEDIO : 23.8
 MAXIMA EN: MAY DE : 26.4
 MINIMA EN: ENE DE : 20.2
 OSCILACION : 6.2

PRECIPITACION (En milímetros)

TOTAL ANUAL : 1161
 MAXIMO EN: JUN DE : 243.9
 MINIMO EN: MAR DE : .9
 PRIMAVERA (M/A/M) : 48.3
 VERANO (J/J/A) : 709.7
 OTONO (S/O/N) : 366.8
 INVIERNO (D/E/F) : 36.2
 EN LOS 4 MESES CALIDOS 964.7 ABRIL A SEPTIEMBRE
 EN LOS 4 MESES FRESCOS 196.3 OCTUBRE A MARZO

CLIMA SEGUN KOEPPEN : Aw_3

TROPICAL LLUVIOSOS
 CON LLUVIAS EN VERANO
 REGIMEN DE TEMPERATURA TIPO GANGES

DESEA CONSULTAR OTRA ESTACION S(<) N(<) : 5

Tabla 3.5 Salida y Puesta del Sol los Lunes de 1988 en Morelia .

POBLACION : MORELIA
MUNICIPIO : MORELIA

(1) LATITUD : 19.7014
(2) LONGITUD : 101.1833
(3) ALTITUD : 1941

SALIDA Y PUESTA DEL SOL EN MORELIA

FECHA DÍA MES	DÍAS TRANS- CURRIDOS	SALIDA DEL SOL		PUESTA DEL SOL		DURACION DEL DÍA	
		HRS	MIN	HRS	MIN	HRS	MIN
4 ENE	4	7	20	18	19	10	59
11 ENE	11	7	22	18	24	11	6
18 ENE	18	7	22	18	28	11	6
25 ENE	25	7	22	18	32	11	11
1 FEB	32	7	20	18	37	11	17
8 FEB	39	7	17	18	41	11	24
15 FEB	46	7	14	18	44	11	30
22 FEB	53	7	10	18	47	11	37
29 FEB	60	7	5	18	50	11	45
7 MAR	67	6	59	18	52	11	53
14 MAR	74	6	53	18	54	12	1
21 MAR	81	6	47	18	56	12	9
28 MAR	88	6	41	18	58	12	17
4 ABR	95	6	35	18	60	12	25
11 ABR	102	6	30	19	2	12	32
18 ABR	109	6	24	19	4	12	40
25 ABR	116	6	19	19	6	12	47
2 MAY	123	6	15	19	8	12	53
9 MAY	130	6	11	19	11	13	0
16 MAY	137	6	8	19	14	13	6
23 MAY	144	6	6	19	17	13	11
30 MAY	151	6	5	19	19	13	14
6 JUN	158	6	5	19	22	13	17
13 JUN	165	6	7	19	24	13	18
20 JUN	172	6	7	19	26	13	19
27 JUN	179	6	9	19	27	13	18
4 JUL	186	6	11	19	28	13	17
11 JUL	193	6	13	19	27	13	14
18 JUL	200	6	16	19	26	13	10
25 JUL	207	6	18	19	24	13	6
1 AGO	214	6	21	19	21	13	0
8 AGO	221	6	23	19	17	12	54
15 AGO	228	6	25	19	13	12	48
22 AGO	235	6	27	19	8	12	41
29 AGO	242	6	29	19	2	12	33
5 SEP	249	6	30	18	56	12	26
12 SEP	256	6	32	18	50	12	18
19 SEP	263	6	33	18	43	12	10
26 SEP	270	6	35	18	37	12	2
3 OCT	277	6	36	18	31	11	55
10 OCT	284	6	38	18	25	11	47
17 OCT	291	6	40	18	20	11	40
24 OCT	298	6	43	18	15	11	32
31 OCT	305	6	46	18	11	11	25
7 NOV	312	6	49	18	8	11	19
14 NOV	319	6	53	18	6	11	13
21 NOV	326	6	57	18	4	11	7
28 NOV	333	7	2	18	4	11	2
5 DIC	340	7	6	18	5	10	59
12 DIC	347	7	10	18	8	10	58
19 DIC	354	7	14	18	10	10	56
26 DIC	361	7	17	18	14	10	57

3.2 POBLACION EN EL SIGM

3.2.1 Crecimiento de Población Mundial

El hombre apareció en Africa hace unos dos millones de años, se estima que había unos 125,000 australopitecos con capacidad craneal de 500 cc que inventaron la cultura al transmitir la información de generación a generación en forma no genética, la capacidad craneana fué incrementándose hasta llegar a su nivel actual de unos 1,350 cc en el Homo Sapiens desde hace unos 200,000 años.

El hombre se dispersó de Africa al mundo occidental, y se distribuyó en el Viejo Mundo, en la cúspide de la última edad glacial hace unos 35,000 años y como gran cantidad de agua estaba atrapada en los glaciares y el nivel del mar era más bajo, podía pasar libremente de Francia a Inglaterra, de Malaya a Borneo y a través del estrecho de Behring a América.

Mientras dependía de la caza y la recolección hace unos 10,000 años el espacio requerido era del orden de 5 km² por persona y si consideramos habitados unos 50 millones de km² (de los 150 millones de km² que tiene la Tierra) da una estimación de 5 millones de habitantes aproximadamente.

Con la revolución agrícola, iniciada en el "creciente fértil" (actualmente Iraq, Irán y Siria) hace unos 10,000 años, la capacidad de sostenimiento de la tierra aumentó grandemente al igual que el índice de natalidad que se había mantenido bajo en parte por el espaciamiento entre los hijos, cada 4 o 5 años por la dificultad de cargar al hijo, lo cual desapareció al volverse sedentario.

Después de la revolución agrícola la tasa de aumento de

población fué modesta ya que continuaron los altos índices de mortandad debido a las plagas, hambrunas, guerras.

El índice de mortandad ha disminuido notablemente a partir del siglo pasado en los países desarrollados y de este siglo en los menos desarrollados, debido principalmente a las medidas sanitarias y a la victoria sobre la malaria, fiebre amarilla, viruela, tuberculosis y otras enfermedades infecciosas con la introducción de la vacuna, la penicilina, antibióticos, DDT. Por ejemplo en México en una generación, de 1930 a 1965 prácticamente se duplicó la esperanza de vida al momento de nacer al pasar de 32 a 62 años.

Los principales periodos de la historia del hombre son el paleolítico que duró más de un millón de años y como duró tanto, la población llegó probablemente a su tope de 5 millones: el neolítico que duró unos cinco mil años y la edad de los metales que empezó con la edad de bronce hace unos cinco mil años.

La población en su fase actual de la edad de los metales está en 5,000 millones de habitantes (cifra alcanzada a mediados de 1967).

El aumento de la tasa de crecimiento de la población es necesariamente una etapa transitoria y muy corta en la historia humana, la mayor parte del pasado la tasa fué menor de 0.1 % anual, actualmente es de cerca de 2 % y con una base enorme de 5,000 millones, el tiempo para aumentar mil millones de habitantes es de menos de 10 años. Y el tiempo en que se duplica es de 35 años.

Se estima que del 4 al 5% de todos los que han habitado la Tierra viven ahora. Aunque el crecimiento se frenara al nivel de reemplazo tan pronto como para el año 2000 crecería a 8,200 millones en 2050.

A partir del siglo XVIII y hasta después de la primera guerra

mundial, la tasa de crecimiento de los países desarrollados excedía a la de los subdesarrollados, pero a partir de 1920 el crecimiento ha predominado en los subdesarrollados (Sc. Am. Sep. 1974 pag. 47) y desde 1950 la diferencia se ha pronunciado.

3.2.2. Crecimiento de Población en México.

La estructura de edades o pirámide de edades está profundamente afectada por los cambios de fertilidad y en un país como México con una historia reciente de alta fertilidad esta es piramidal como puede verse en la Figura 3.3.

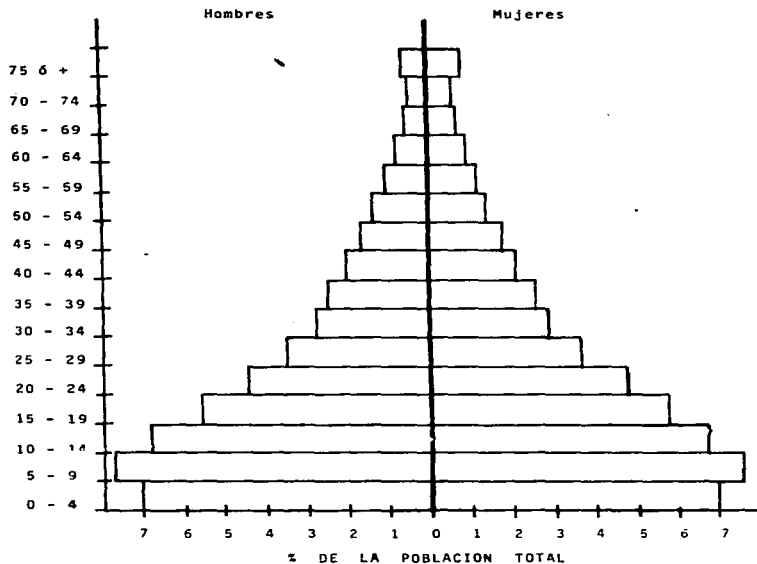
La tasa de crecimiento natural (tasa de natalidad - tasa de mortalidad) para México en 1980 fué de 2.96%:

$$\begin{array}{rcl} \text{Tasa de natalidad} & - & \text{Tasa de mortalidad} \\ 3.6 & - & 0.64 & = & 2.96\% \end{array}$$

La tasa de crecimiento está por debajo de cero en unos pocos países europeos y se está acercando a ese nivel en la mayoría de las naciones industrializadas.

La población en equilibrio (cero crecimiento también llamada ZPG de las siglas en inglés de "Zero Population Growth") puede ser mantenida por varias combinaciones de fertilidad y mortalidad. Si aplicamos los datos de México a una gráfica de población en equilibrio (Sc. Am. Sep 1974 pag. 45) obtenemos que para la esperanza de vida de la mujer (en México) que es de 67 años da que el 91% sobreviven la edad media de reproducción y que para una población en equilibrio, esto es que se mantenga constante o sea que no aumente ni disminuya, la tasa anual de natalidad es de 13.3 por millar, que equivale a un promedio de 2.15 hijos por mujer, lo cual es bastante más bajo que el que se tiene actualmente de aproximadamente 4 hijos.

Figura 3.3 Pirámide de Edades México 1980



Fuente: X Censo General de Población y Vivienda 1980 (1983)

La tasa de natalidad esta disminuyendo pero a un ritmo mucho menor de lo deseable.

Hay campañas de planeación familiar por el sector salud: SSA / IMSS / ISSSTE.

El 70% de las mujeres del país (1980) conocen los métodos anticonceptivos y sólo el 16% se niega a usarlos.

La edad promedio de unión de la mujer a nivel nacional sigue siendo baja, de 19 años.

De las mujeres entre 15 y 49 años el 27.1 % trabaja, al incrementar este porcentaje afectaría positivamente la reducción de la tasa de natalidad; así por ejemplo el número de hijos promedio de las mujeres que trabajan es de 3.4 y de las que no trabajan de 4.5

Una válvula de escape del fuerte aumento de la población de México lo constituye la emigración hacia Estados Unidos, siendo el estado de Michoacán uno de los principales aportadores, aunque el efecto neto de esta emigración habría que evaluarlo a fondo.

En la política demográfica de México se propone llegar a una tasa neta de crecimiento de 1.9% para 1988 y de 1% para el año 2000.

Esto puede dar una pauta para hacer las estimaciones de población con el sistema desarrollado en el presente trabajo en el que se han integrado funciones que contemplan la disminución en la tasa de crecimiento.

En la década de los 70's el Club de Roma, para estudiar la problemática mundial organizó un grupo interdisciplinario que desarrolló un modelo mundial preliminar (Forrester, MIT) teniendo como variables más importantes la población, producción de

alimentos, contaminación ambiental e industrialización, en donde se considera el agotamiento de varios recursos no renovables (Meadows, 1972) y hace estimaciones de la capacidad de sostenimiento de la tierra.

Considera 3,200 millones de hectáreas de tierra cultivable con una productividad de 0.4 hectárea por persona lo que da:

$3 \cdot 200 \cdot 000,000 \text{ HAS} / 0.4 \text{ hab/HA} = 8 \cdot 000 \text{ millones de habitantes}$

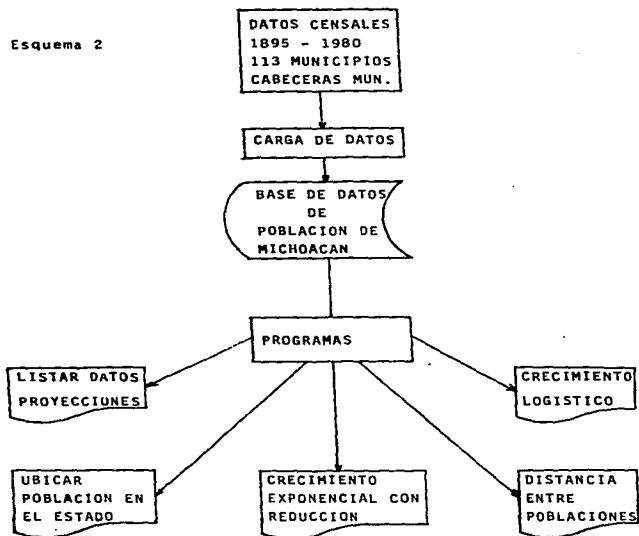
Actualmente se cultiva aproximadamente la mitad más rica y accesible, la otra mitad requiere enormes insumos de capital para hacerla productiva.

En México con la revolución verde de 1940 a 1960 la tasa media de crecimiento de la producción agrícola fué de 5% anual, mayor que la de la población con lo que las condiciones de vida fueron en constante mejora. De 1960 a 1970 las tasas fueron aproximadamente iguales pero a partir de 1970 la tasa de crecimiento de la población ha superado a la de producción agrícola con un constante deterioro de las condiciones económicas de la población y se ha pasado de exportador a importador de alimentos básicos con una peligrosa dependencia externa y un fuerte endeudamiento.

Todo esto debe hacernos recapacitar para reforzar los mecanismos tendientes a llegar lo más pronto posible a una población estable (ZPG).

Preocupado por el grave problema demográfico de México incluí en el Sistema de Información Geográfico de Michoacán algunas funciones que permiten hacer una planeación o pronóstico de la población. (esquema 2)

Esquema 2

ESQUEMA DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE MICHOCAN
"POBLACION"

3.2.3 FUNCIONES DE POBLACION EN EL SIGM.

Para resaltar algunas de las facilidades que puede proporcionar un Sistema de Información Geográfico se desarrollaron como parte de este trabajo, unas funciones que permiten el manejo de algunos datos de población trabajando con información del estado de Michoacán.

La información considerada por el sistema es la siguiente:

Nombre del Municipio.

Superficie.

Tasas de: Nupcialidad

Natalidad / Mortalidad

Inmigración / Emigración

Población de los censos de: 1895, 1900, 1910, 1921, 1930 a 1980

Cabecera Municipal

Categoría

Coordenadas (Latitud, longitud, altitud)

Población de los censos (igual que del municipio, en caso de disponerse).

Se incluyen además las poblaciones en las fechas consideradas de Michoacán, México y mundial.

El sistema de población al igual que el del clima, trabaja con un menú primario que tiene las siguientes facilidades:

- <1> CORREGIR DATOS DE ALGUN MUNICIPIO
- <3> LISTAR Y GRAFICAR POBLACION CENSADA Y EXTRAPOLADA
- <4> CALCULAR DISTANCIA ENTRE POBLACIONES
- <5> UBICAR POBLACIONES EN EL ESTADO
- <6> CALCULAR POBLACION EXPONENCIAL DISMINUYENDO
- <7> CALCULAR POBLACION CONFORME A LA CURVA LOGISTICA.

<1> CORREGIR DATOS DE ALGUN MUNICIPIO.

Con esta opción el sistema permite adicionar o actualizar la información, para ello lista los datos almacenados del municipio requerido y permite corregir cualquiera de ellos por su número de variable.

<3> LISTAR DATOS Y GRAFICAR POBLACION

Esta opción lista los datos municipales y de la cabecera municipal y permite además calcular la población futura, solicitando cada cuantos años y la determina basada en crecimiento exponencial, lista los resultados extrapolados para diez periodos en incrementos definidos por el usuario.

El cálculo de la población futura la hace con la función:

$$N(t) = N(0) e^{r t}$$

donde:

$N(t)$ = población para el año deseado

$N(0)$ = Población inicial (1980)

r = tasa de crecimiento anual

t = tiempo en años

Nota: el signo \wedge representa exponenciación.

En la ecuación anterior "r" se calcula con las poblaciones censadas en 1970 y 1980

$$r = \ln (\text{Pob}(1980) / \text{Pob}(1970)) / 10$$

El programa grafica la población, mostrando en diagrama de barras la población censada y con una curva la extrapolada. Los ejes los

ajusta según la población calculada, indicando la escala del eje vertical usada.

En caso de tener datos para la cabecera municipal da también su gráfica.

<4> CALCULAR DISTANCIA ENTRE POBLACIONES

Esta opción es semejante a la descrita en la sección de clima, con la facilidad adicional de poderlo hacer de un ORIGEN a varios destinos, en donde estos destinos pueden ser seleccionados en base a los que tengan una población mayor de un valor especificado.

Por ejemplo desde Morelia a todas las poblaciones que tengan más de 50,000 habitantes (1980) como se puede ver en el reporte obtenido en la Tabla 3.6 .

<5> UBICAR POBLACIONES EN EL ESTADO

Esta función permite graficar en el estado mediante barras localizadas en la cabecera de cada municipio, la población del censo de 1980. El programa solicita al usuario el municipio que se desea ubicar, o bien, si se especifica "VARIOS", se le puede pedir todos los que tengan una población mayor de cierto límite. En una consulta de este tipo se puede visualizar que en 1980 solo una población al sur del paralelo de 19o tenía más de 40,000 habitantes: Lázaro Cardenas, con lo que se puede ver la desigual distribución de la población en el estado. (fig. 3.4)

<6> CALCULAR POBLACION EXPONENCIAL DISMINUYENDO

Esta facilidad permite al usuario especificar una disminución a la tasa de crecimiento, esto es, el sistema calcula la tasa de

Tabla 3.6 Distancia de Morelia a poblaciones de más de 50,000 hab.
 DISTANCIA, ACIMUT Y ALTURA SOBRE (+) O BAJO (-) EL HORIZONTE DE :
 MORELIA

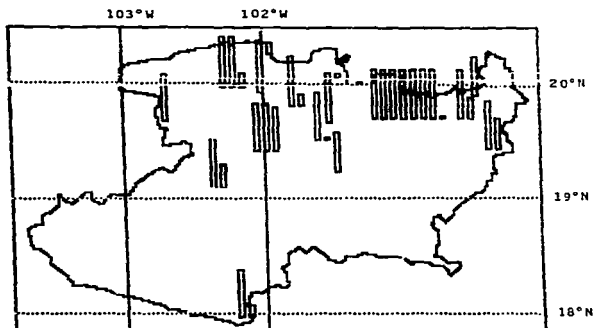
19 42'5 101 10'60 1941

A: MUNICIPIOS CON MAS DE: 50000 HAB. & APATZINGAN	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	DIST. EN KM	ACIMUT	ALTURA SOBRE EL HORIZONTE EN:	
						METROS	GRADOS
	19 5 30	102 22 0	320	141.4	241.6	-3190	-1 17 32
34 CIUDAD HIDALGO	19 41 25	100 33 25	2140	65.6	91	-139	-0 7 16
49 LAZARO CARDENAS	17 57 0	102 11 25	18	221.7	208.7	-5788	-1 29 43
66 PATZCUARO	19 31 0	101 36 30	2135	49	245.3	5	+0 0 23
69 LA PIEDAD DE CABADAS	20 20 30	102 1 35	1700	113.2	509.1	-1247	-0 37 51
71 PURUANDIRO DE CALDER	20 5 5	101 31 0	1890	55.1	320.8	-290	-0 18 3
103 URUAPAN DEL PROGRESO	19 25 0	102 3 20	1650	96.7	251	-1025	-0 56 26
108 ZACAPU DE MIER	19 49 0	101 47 50	1980	65.5	281.4	-298	-0 15 37
109 ZAMORA DE HIDALGO	19 59 5	102 17 5	1575	119.4	205.5	-1485	-0 42 45
113 HERDICA ZITACUARO	19 26 5	100 21 15	1980	91.8	108.7	-623	-0 23 18

DESEA CALCULAR OTRA DISTANCIA <S> I D <N> D : N

Figura 3.4

Michoacán. Municipios con más de 40,000 habitantes (1980)



Cada barra completa representa 50,000 habitantes.

crecimiento en base a los censos de 1970 y 1980, pero de acuerdo a la política demográfica y a lo observado de lo que esté sucediendo, se puede especificar una disminución a la tasa de crecimiento. Si esta disminución se especifica de 0, trabaja igual que la opción 3.

En la Tabla 3.7 se muestra un reporte obtenido con esta facilidad para Angangueo.

En este reporte la densidad (número de habitantes por kilómetro cuadrado) lo calcula el sistema, al igual que el aumento (o disminución) porcentual en las décadas de 1960-1970 y 1970-1980.

También dice si la tasa de crecimiento que hubo en la última década (1970-1980) aumentó o disminuyó en relación a la anterior (1960-1970).

En el ejemplo de 1960 a 1970 la población aumento 0.51% anual y de 1970 a 1980 aumento 0.76% anual; por lo que la tasa de crecimiento en la última década aumentó

$$(0.76 - 0.51) = 0.24\%$$

en relación a la anterior.

El sistema pregunta si la tasa de crecimiento va a disminuir en relación a la última década (1970-1980) y en el ejemplo se le especificó una disminución de 0.1% anual. O sea que el primer año (1981) lo calcula con 0.76% de incremento, para el siguiente (1982)

$$0.76 - 0.1 = 0.66$$

y así va disminuyendo el incremento hasta llegar a 1989 en que indica que se llegó a ZPG, aunque mas bien se llegó a incrementos negativos (decrementos) de la población.

Esto también lo muestra gráficamente en la pantalla con una

Tabla 3.7

CRECIMIENTO DE LA POBLACION MUNICIPIO DE: ANGANGUEO

SUPERFICIE: 95.9
 DENSIDAD: 96 HAB. POR KM2 (EN 1980)

P O B L A C I O N C E N S A D A	
POBLACION DEL MUNICIPIO	
1940	11473
1950	11114
1960	8151
1970	8586
1980	9266

AUMENTO ANUAL DE 1960 A 1970 :	.51 %
AUMENTO ANUAL DE 1970 A 1980 :	.76 %
LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL AUMENTO	.24 % DE LOS 60'S A LOS 70'S
DISMINUCION ANUAL PROYECTADA :	- .1
POBLACION EXTRAPOLADA PARA:	
1981	9336
1982	9398
1983	9450
1984	9493
1985	9527
1986	9552
1987	9567
1988	9572
SE LLEGO A ZPG	
1989	9568
SE LLEGO A ZPG	
1990	9554
SE LLEGO A ZPG	

gráfica como la de la figura 3.5.

<7> CALCULAR POBLACION CON LA CURVA LOGISTICA

Esta opción permite calcular la población futura, pero no con un crecimiento exponencial continuo sino estableciendo un máximo de acuerdo a la capacidad de sostenimiento que en una forma simplificada se calcula de acuerdo a la superficie cultivada y al rendimiento por hectárea en cada municipio, lo que en rigor no es exacto por el intercambio de mercancías, puede ser válido si se considerara todo el sistema (toda la tierra) o si no hubiera intercambios. Pero nos da idea de la población que podría soportar en caso de ser autosuficiente en materia alimenticia.

La ecuación utilizada es la formulada por el matemático y biólogo belga P. F. Verhulst alrededor de 1840 para predecir poblaciones de algunos países la que pasó a ser conocida como ecuación logística y que es la siguiente:

$$N(t) = K / (1 + c e^{-r t})$$

$$c = [K - N(0)] / N(0)$$

Donde:

el signo \wedge indica exponenciación

K = Capacidad de sostenimiento (Número máximo de individuos que puede soportar un ambiente dado)

r = tasa de incremento malthusiano

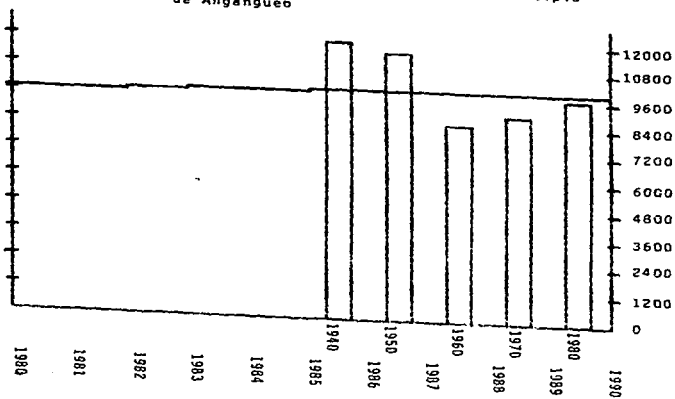
N(t) = Población para el año deseado

N(0) = Población inicial (1980)

t = tiempo en años

La historia del crecimiento de la población está en la fase log

Figura 3.5 Crecimiento de la población del municipio de Angangueo



Población censada en barras

Población extrapolada de 1980 a 1990 en la curva, considerando una disminución de 0.1% sobre la tasa de aumento anual de la década de 1970 a 1980 (ver texto).

CRECIMIENTO DE LA POBLACION DEL ESTADO DE: MICHOACAN

SUPERFICIE: 59928
 DENSIDAD: 47 HAB. POR KM2 (EN 1980)

P O B L A C I O N		C E N S A D A	
POBLACION DEL ESTADO		POBLACION DE LA CAPITAL	
1895	1895	1895	0
1900	935808	1900	37278
1910	991880	1910	40042
1921	939849	1921	31148
1930	1048381	1930	39916
1940	1182003	1940	44304
1950	1422717	1950	63245
1960	1851876	1960	100828
1970	2324226	1970	161040
1980	2868824	1980	219014

AUMENTO ANUAL DE 1960 A 1970 : 2.27 %
 AUMENTO ANUAL DE 1970 A 1980 : 2.1 %
 LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DISMINUYO .17 % DE LOS 60'S A LOS 70'S
 DISMINUCION ANUAL PROYECTADA : .05
 POBLACION EXTRAPOLADA PARA:

1981	2929857
1982	2990692
1983	3051265
1984	3111508
1985	3171355
1986	3230727
1987	3289586
1988	3347832
1989	3405407
1990	3462240

de la curva logistica. Y se desconoce K. Fig. 3.6.

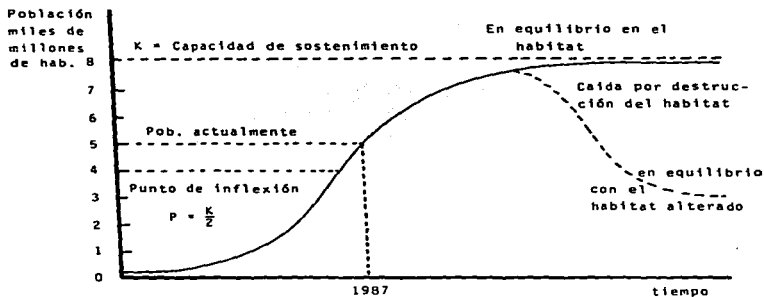
En el programa K se está calculando en forma simplificada con la superficie del municipio, el porciento cultivable y la productividad media.

Como ejemplo de esta facilidad se anexa en la Tabla 3.8 un reporte obtenido para Huetamo. (En el reporte los datos no disponibles aparecen como ceros).

En el ejemplo se tiene la población de Huetamo en una superficie de 160,000 hectáreas y se hace el cálculo de crecimiento de población, considerando la máxima que podría sostener, para ello el sistema pregunta el porcentaje de superficie cultivable, se le contesta 25%; pregunta la productividad y se le indica de 2 habitantes por hectárea, con ello el programa calcula una capacidad de población de 80,385 habitantes, pregunta si calcula con esa capacidad como límite a lo que se le contesta que sí.

Con ello el sistema calcula las poblaciones con la Curva logistica para diez periodos con incrementos de 1 año, o sea de 1981 a 1990.

Figura 3.6
Curva logística de la Población Humana.



Estimación según el modelo del Club de Roma:

Para la Tierra

Superficie cultivable: 3,200 millones de hectáreas

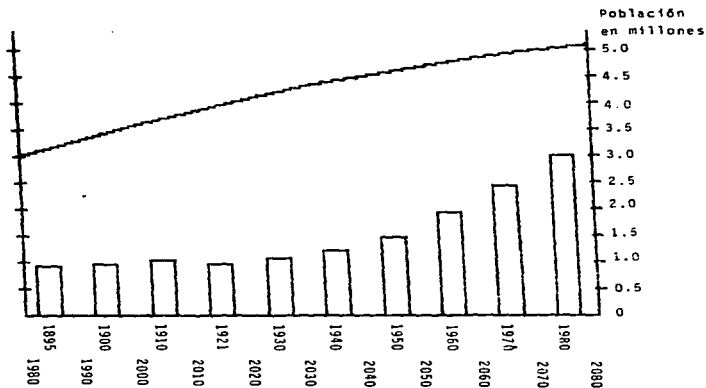
Productividad: 0.4 Ha/hab. (2.5 hab/Ha)

Capacidad = $3'200,000,000 / 0.4 = 8,000$ millones de hab.

(Continúa)

Figura 3.6
Cálculo de Población con la curva logística
Para Michoacán.

Barras: Población censada
Curva: Población extrapolada



Se consideró: Superficie cultivable 30%
 Productividad 3 Habitantes por hectárea
 Resultando una capacidad de población de 5'393,520

Tabla 3.8 Crecimiento con la curva logistica para Huetamo

MUNICIPIO: HUETAMO	(1) SUPERFICIE: 1607.7	
CABECERA: HUETAMO DE NUNEZ	(2) LATITUD : 19.6236	
CATEGORIA: VILLA	(3) LONGITUD : 100.8972	
	(4) ALTITUD : 295	
(5) NUPIALIDAD : 10.6	(6) NATALIDAD : 52.32	(7) MORTALIDAD : 3.13
(8) INMIGRACION : 2.3	(9) EMIGRACION: 12.4	
POBLACION DEL MUNICIPIO		
1940 (16) :	17417	
1950 (17) :	20890	
1960 (18) :	24287	
1970 (19) :	30434	
1980 (20) :	35910	
SUPERFICIE = 160769 HECTAREAS		
PORCIENTO CULTIVABLE : 25		
PRODUCTIVIDAD (HABITANTES/HECTAREA) : 2		
CAPACIDAD DE POBLACION : 80395		
CALCULO CON ESA CAPACIDAD <S>1 O <N>0 : 8		
CADA CUANTOS AÑOS : 1		
POBLACION PARA :	1981	36239
POBLACION PARA :	1982	36568
POBLACION PARA :	1983	36898
POBLACION PARA :	1984	37229
POBLACION PARA :	1985	37559
POBLACION PARA :	1986	37891
POBLACION PARA :	1987	38222
POBLACION PARA :	1988	38554
POBLACION PARA :	1989	38886
POBLACION PARA :	1990	39218

3.3 PLANOS DE INFORMACION DE MORELIA.

3.3.1 El Concepto de los Planos.

Una forma de procesar la información geográfica es considerando que cada una de las variables está en un plano y las características de un lugar se pueden conocer determinando el elemento o celda que le corresponde dentro del plano y procesando el o los planos que interesen.

Uno de los planos, por ejemplo, tiene el contorno del municipio de Morelia y se obtuvo en la Dirección Forestal del Estado de Michoacán. A este plano se le sobrepuso una retícula con celdas de 1 km x 1 km que con reducciones a diferentes escalas en acetatos transparentes se utilizaron para extraer la información del municipio a partir de las diferentes cartas.

Para las funciones de graficación en la pantalla el contorno del municipio se introdujo al sistema por medio de coordenadas.

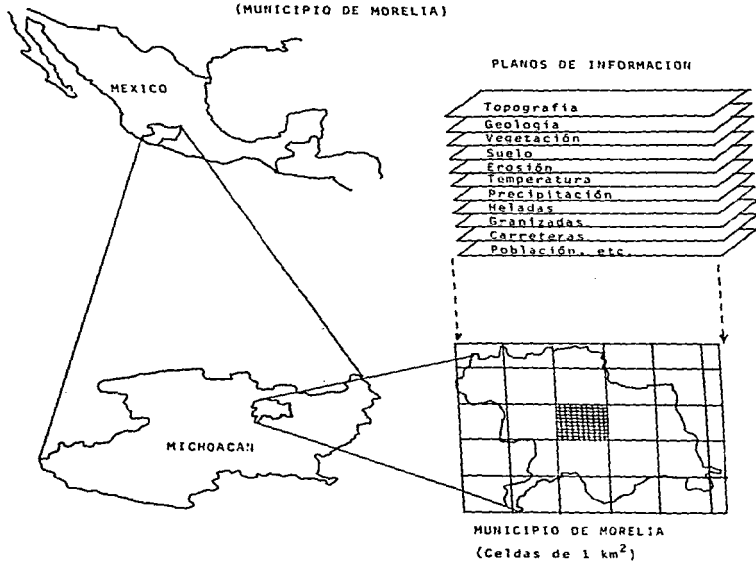
Así, los planos de información del municipio de Morelia están obtenidos de una retícula sobrepuesta sobre el municipio con celdas de 1 km².

Cada tipo de carta se cuadrícula con celdas de 1 km² y esta información en forma de matriz se introduce a la computadora, cada celda tiene un valor determinado, por ejemplo si se tratara de la topográfica daría la altura en metros obtenida de las curvas de nivel cada 100 metros. En la figura 3.7 se muestra la ubicación del municipio y su división en celdas.

Los valores de cada celda se introducen a la computadora en forma codificada con un sólo carácter por celda para ahorrar memoria, asíéndose los valores de cada línea como una cadena de caracteres

Figura 3.7

BASE DE DATOS GEOGRAFICA DE MICHOACAN
PLANOS DE INFORMACION
(MUNICIPIO DE MORELIA)



codificados, así en vez de utilizar 8 bytes por celda se utiliza uno sólo. Por ejemplo para el plano de las alturas que van de 1500 a 3300 metros en incrementos de 100 metros; al valor más bajo, o sea de 1500 a 1600 metros, se le asigna la letra "A"; al siguiente de 1600 a 1700 la "B" y así sucesivamente hasta la "R" para 3200-3300 metros. Para convertir una letra a su altura correspondiente o viceversa se hace a partir de su código ASCII, por ejemplo si la altura es de 1600 metros la letra que le corresponde se calcula con la siguiente equivalencia:

Carácter = CHR\$ (INT ((altura - 1500)/100) + 65)

Donde INT es una función de BASIC que extrae el valor entero y CHR\$ otra función que proporciona el carácter ASCII correspondiente.

En el ejemplo anterior daría el carácter cuyo ASCII es 66 o sea la letra "B"

3.3.2 Planos Considerados.

Los planos considerados en la base de datos son los siguientes:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1) Altura | 2) Pendiente |
| 3) Suelo | 4) Geología |
| 5) Clima | 6) Precipitación |
| 7) Temperatura | 8) Granizadas |
| 9) Heladas | 10) Vegetación |
| 11) Hidrología superficial | 12) Hidrología subterránea |
| 13) Carreteras y ferrocarriles | 14) Población |

Solo se consideraron estos planos por limitaciones de recursos, sin embargo son suficientes como una muestra para dar idea de las facilidades y potencial de un Sistema de Información Geográfica.

aún con recursos modestos. (esquema 3)

Otros planos que podrían ser considerados en estudios posteriores son los obtenidos en percepción remota (ver Cap. 1.12); de rasgos culturales (sitios arqueológicos, construcciones importantes); de educación (escuelas por nivel, aulas); actividades económicas (agricultura, industria etc.).

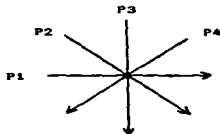
La información de estos planos está extraída directamente de las cartas del INEGI y la de pendiente se calculó por medio de un programa a partir de la de alturas analizando las celdas vecinas y su desnivel respecto a ellas.

El algoritmo para crear el archivo de la pendiente a partir del plano de alturas trabaja de la siguiente forma:

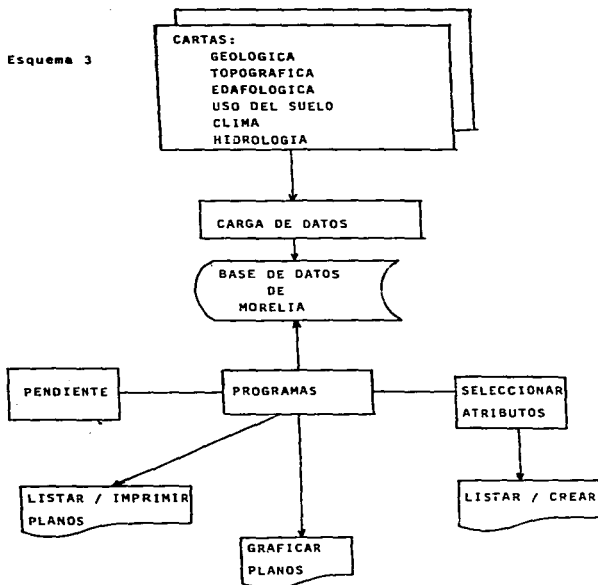
Para calcular la pendiente de un elemento (celda) se consideran ese elemento y todos sus vecinos; así para calcular la pendiente del elemento "A5"

A1	A2	A3
A4	A5	A6
A7	A8	A9

Buscamos la pendiente en cuatro direcciones:



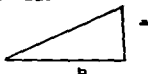
Esquema 3



ESQUEMA DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE MICHODACAN
"PLANOS DEL MUNICIPIO DE MORELIA"

La pendiente en la dirección "Pi" es:

$$m = a/b$$



$$P_i = (\Delta M_1 + \Delta M_2) / 2$$

$$P_i = ((A_4 - A_5) + (A_5 - A_6)) / 2 * 100/1000$$

Se multiplica por 100 por ser por ciento y se divide entre mil ya que cada celda mide 1 km. o sea mil metros.

De las cuatro pendientes calculadas se selecciona la que tenga mayor valor.

A la pendiente calculada se le asigna una letra según su valor, de 0 a 5% su clave es "A", de 5 a 10% "B" y así sucesivamente hasta "J" para pendientes de 45% o mayores.

La información de los planos está codificada en claves que fueron seleccionadas de acuerdo a los rangos extremos que se presentan en el municipio de Morelia; o bien con una clave para cada tipo diferente, como para el caso de suelo o de vegetación.

En la Tabla 3.9 se muestran los planos considerados con sus correspondientes claves.

Tabla 3.9

PLANOS: CLAVES Y SU EQUIVALENCIA
ALTURA

<A> 1500-1600 MTS	 1600-1700 MTS	<C> 1700-1800 MTS
<D> 1800-1900 MTS	<E> 1900-2000 MTS	<F> 2000-2100 MTS
<G> 2100-2200 MTS	<H> 2200-2300 MTS	<I> 2300-2400 MTS
<J> 2400-2500 MTS	<K> 2500-2600 MTS	<L> 2600-2700 MTS
<M> 2700-2800 MTS	<N> 2800-2900 MTS	<O> 2900-3000 MTS
<P> 3000-3100 MTS	<Q> 3100-3200 MTS	<R> 3200-3300 MTS

PENDIENTE

<A> 0 - 5 %	 5 - 10 %	<C> 10 - 15 %	<D> 15 - 20 %
<E> 20 - 25 %	<F> 25 - 30 %	<G> 30 - 35 %	<H> 35 - 40 %
<I> 40 - 45 %	<J> 45 - 50 %	<K> 50 - 55 %	<L> > 55 %

SUELO

<G> AGUA	<A> ACRISOL	<H> FEDEZEM
<I> LITOSOL	<L> LUVISOL	<R> REGOSOL
<T> AMOSOL	<U> BANKER	<V> VERTISOL
<W> PLANOSOL		

PRECIPITACION

PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm		
<A> 500 - 600	 600 - 700	<C> 700 - 800
<D> 800 - 1000	<E> 1000 - 1200	<F> 1200 - 1500

GRANIZADAS

NUMERO DE DIAS ANUALES CON GRANIZADAS		
<A> IMPRECIABLE	 0 - 2	<C> 2 - 4
<D> 4 - 6	<E> 6 - 8	<F> 8 - 10

HELADAS

Tabla 3.9 (cont.)

85

FRECUENCIA DE HELADAS (DIAS ANUALES)		
<A> INAPRECIABLE	 0 - 5	<C> 5 - 20
<D> 20 - 40	<E> 40 - 60	<F> 60 - 80

TEMPERATURA

TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS		
<A> 10 - 12	 12 - 14	<C> 14 - 16
<D> 16 - 18	<E> 18 - 20	<F> 20 - 22

HIDROLOGIASUP

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO		
<A> 0 - 5	 5 - 10	<C> 10-20
<D> 20-30	<E> > 30	
<F> 0- 5 + RIO	<G> 5-10 + RIO	<H> 10-20 + RIO
<I> 20-30 + RIO	<J> > 30 + RIO	
<L> LAGO	<P> PRESA	

VEGETACION

<A> B PINO-ENCINO	 BOSQUE ENCINO	<C> B ENCINO-PINO
<D> AG TEMP ANUAL	<E> AG RIEGO AM.	<F> AG HUMEDAD AM
<G> EROSION	<H> AG RIEGO PERM.	<I> MATORRAL SUBT
<J> PAST. INDUC.	<K> TULAR	<L> BOSQ. CULTIV.
<N> ZONA URBANA	<M> AGUA	<S> BOSQUE PINO

CARREFERR

<A> TERRACERIA	 BRECHA
<C> CARRETERA	<D>
<E>	<F> FERROCARRIL
<G> CARRETERA + FERRO.	<H> TERRACERIA + FERRO.
<I> BRECHA + FERRO.	<J>

3.3.3 Funciones para el manejo de los Planos.

El sistema trabaja mediante un menú primario a partir del cual se seleccionan las facilidades disponibles. El menú es el siguiente:

SISTEMA DE INFORMACION DEL MUNICIPIO DE MORELIA

- <1> METER O MODIFICAR DATOS DE LOS PLANOS
- <2> LISTAR O IMPRIMIR PLANOS
- <3> GRAFICAR PLANOS
- <4> SELECCIONAR ATRIBUTOS DE LOS PLANOS
- <5> CONVERTIR VALORES DE LOS PLANOS
- <6> COPIAR PLANOS
- <7> BUSCAR CARACTERISTICAS DE UN LUGAR
- <8> SALIR DEL SISTEMA

La facilidad de cada opción se describe a continuación:

<1> METER O MODIFICAR DATOS DE LOS PLANOS

Esta función permite ya sea meter toda la información de los planos, renglón por renglón o un renglón en particular, en el que cada carácter de la cadena de caracteres del renglón corresponde a un elemento o celda, esto es 1 km² en el municipio de Morelia.

<2> LISTAR O IMPRIMIR PLANOS

Esta opción permite visualizar los planos en la pantalla o bien mandarlos a impresión, tiene además la facilidad de sumarizar todas las claves y listar los acumulados así como sus porcentajes como puede verse en el reporte del plano de la pendiente en la Tabla 3.10 en donde se puede ver que el 9% del municipio (112 km²) tiene una pendiente de 0 a 5% (prácticamente plano), el 39% de 5 a 10%, el 23% de 10 a 15% y el resto una pendiente mayor de 15% que se podría

Tabla 3.10

PLANO DE P E N D I E N T E

12345678901234567890123456789012345678901234567890123	
47	:
46	:
45	:
44	:
43	:
42	:
41	:
40	:
39	:
38	:
37	:
36	:
35	:
34	:
33	:
32	:
31	:
30	:
29	:
28	:
27	:
26	:
25	:
24	:
23	:
22	:
21	:
20	:
19	:
18	:
17	:
16	:
15	:
14	:
13	:
12	:
11	:
10	:
9	:
8	:
7	:
6	:
5	:
4	:
3	:
2	:
1	:

12345678901234567890123456789012345678901234567890123

Tabla 3.10 Plano de: PENDIENTE (cont.)

<A>	0 - 5 %		5 - 10 %	<C>	10 - 15 %	<D>	15 - 20 %
<E>	20 - 25 %	<F>	25 - 30 %	<G>	30 - 35 %	<H>	35 - 40 %
<I>	40 - 45 %	<J>	45 - 50 %	<K>	50 - 55 %	<L>	> 55 %

SUPERFICIE TOTAL : 1134							
CLAVE	SUPERFICIE	%		CLAVE	SUPERFICIE	%	
A	112	9.87		B	484	42.68	
C	286	25.22		D	141	12.43	
E	77	6.79		F	23	2.02	
G	8	.7		H	3	.26	

considerar inadecuado para la agricultura.

Nota. En la salida impresa con caracteres la escala se distorsiona ya que las dimensiones vertical y horizontal de las letras no son iguales.

<3> GRAFICAR PLANOS

Esta opción permite graficar los planos, con el contorno del municipio a diferentes escalas y permite seleccionar las claves a graficar, pudiendo hacerlo por rango o valor específico.

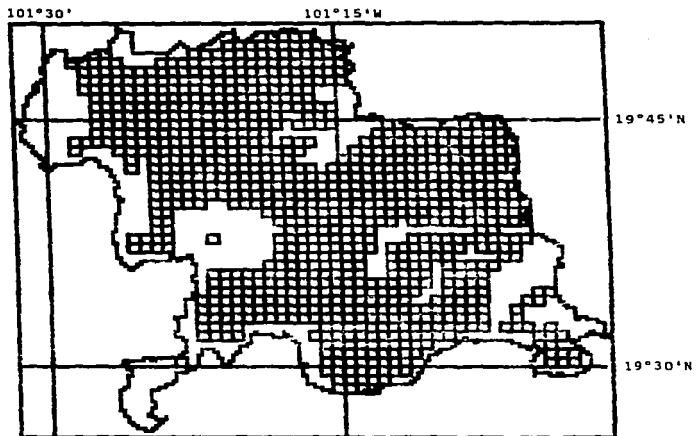
Quando se especifica por rango, se pide el valor inferior y el superior y a continuación el color que se le quiere asignar (a los elementos que satisfacen la consulta) en caso de tener pantalla de color, que puede ser un monitor comercial de televisión.

Así por ejemplo si se quiere visualizar la pendiente analizada con la opción anterior, se le especifica una "A" como valor del rango inferior (pendiente de 0 a 5%) y "C" como valor del rango superior (pendiente de 10 a 15%) y así se muestra gráficamente toda el Área en el municipio con pendientes entre 0 y 15% como se puede ver en la Figura 3.8 en donde se da además el Área que satisface la consulta, en este caso 882 km².

Actualmente sólo se tiene la opción de graficar por pantalla, pero se puede agregar un módulo para que se haga por graficador.

El sistema después de graficar pregunta si se desea visualizar otro carácter, con lo que podríamos ir ampliando el rango, por ejemplo en el caso de la pendiente al pedir que agregue la D (pendiente de 15 a 20%) da 141 km² más.

Figura 3.8 Municipio de Morelia. Pendiente 0 - 15%



Area que satisface su consulta: 882 km²

(Las áreas no encuadradas tienen pendiente mayor de 15%)

<4> SELECCIONAR ATRIBUTOS DE LOS PLANOS

Esta opción, que es la principal de este subsistema permite seleccionar los atributos que interesen de los diferentes planos y generar uno nuevo que reúna las características buscadas. La selección puede hacerse por rango de valores o bien por valores específicos.

Para poder visualizar la utilidad de esta función se anexa un ejemplo en el que se trata de determinar las Áreas convenientes para el cultivo de aguacate en el municipio de Morelia.

De la publicación de "El Aguacate" de Emilio Brom (Brom, 1966) se obtuvieron las siguientes recomendaciones para el cultivo de aguacate del Grupo A (Mexicano).

Pendientes:	Forma recomendada de cultivo:
0 - 3%	con cultivo con trazo geométrico
3 - 12%	surcos de contorno
12 - 30%	necesaria la construcción de terrazas
	perpendiculares a la pendiente del terreno.

Clima:

Temperatura media anual óptima 20°C

En invierno no debe descender de -4°C

Humedad: precipitación de 800 a 1000 mm anuales y su distribución en verano.

Altitud:

De 1000 a 1900 metros.

De estas condiciones se especificaron:

	Recomendada	Definida	
1) Pendiente	0 - 12 %	0 a 15 %	(*)
2) Altura	1000 - 1900 m	1500 - 1900 m	(**)

3) Temperatura media anual	20oC	16 - 22oC	(***)
4) Precipitación	800 - 1000 mm	800 - 1000 mm	

• No se consideró mayor de 15% por costeabilidad, ya que requiere de de terrazas.

** A partir de 1500 metros, por ser la altura mas baja del municipio.

*** Se consideró un margen de 4oC, pero en el superior solo hasta 22oC ya que es la más alta del municipio.

Con los valores que aparecen en la columna de "Definida" se hizo la corrida cuyo reporte se anexa en la Tabla 3.11 En donde se puede ver como al ir solicitando más condiciones se van reduciendo los elementos (el área) que cumplen con los requisitos planteados.

En el ejemplo, como primer plano se seleccionó la pendiente y el rango que va de "A" (0-5%) hasta "C" (10-15%) lo que equivale a pendientes desde 0 hasta 15% y da un área de 882 km² (de los 1307 que tiene el municipio)."

El segundo plano seleccionado fué la altura y se le restringió de 1500 a 1900 metros y el área que satisfizo fue de 67 km² (esto es los elementos que cumplen con las condiciones de pendiente de 0-15% y altura de 1500-1900 metros).

El tercer plano seleccionado fué el de la temperatura y se le dió el rango de 16 a 22oC (desde "D" hasta "F") y la superficie que satisface es de 67 km², igual que la anterior o sea que todos los elementos seleccionados anteriormente pasan por este filtro (Temperatura de 16 a 22oC).

Por último se seleccionó el plano de precipitación especificando el rango de 800 a 1000 mm de precipitación media anual (Desde "D" hasta "D"; ver la claves en la Tabla 3.9), y el Área que

Tabla 3.11 Sesión de Computadora para localizar el área
recomendada para el cultivo de aguacate.
NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA: AGUACATE

CARACTER DE SALIDA : *

SELECCIONE EL PLANO A ESTUDIAR

<1> ALTURA	<2> PENDIENTE	<3> SUELO
<4> GEOLOGIA	<5> PRECIPITACION	<6> TEMPERATURA
<7> GRANIZADAS	<8> HELADAS	<9> VEGETACION
<10> HIDROLOGIASUP	<11> HIDROLOGIASUB	<12> CARREFERR
<13> POBLACION	<14> CLIMA	<15> X11111111111111

PLANO # : 2

<A> 0 - 5 %	 5 -10 %	<C> 10 -15 %	<D> 15 -20 %
<E> 20 -25 %	<F> 25 -30 %	<G> 30 -35 %	<H> 35 -40 %
<I> 40 -45 %	<J> 45 -50 %	<K> 50 -55 %	<L> > 55 %

SELECCION POR <R>RANGO O <V>ALORES : R

CARACTER DEL RANGO INFERIOR: A

CARACTER DEL RANGO SUPERIOR: C

SUPERFICIE QUE SATISFACE SU PREGUNTA: 882 KM2

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA VER EL PLANO GENERADO : <S> I O <N> O : S

54	PLANOS SELECCIONADOS :	SUP. QUE SATISFACE:
54	PENDIENTE RANGO DESDE A HASTA C 882	
53		
52		
51		
50		
49		
48		
47		
46		
45		
44		
43		
42		
41		
40		
39		
38		
37		
36		
35		
34		
33		
32		
31		
30		
29		
28		
27		
26		
25		
24		
23		
22		
21		
20		
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA IMPRIMIR EL PLANO GENERADO <S>I O <N>D : N

DESEA GRABAR EL ARCHIVO DE SALIDA: <S>I O <N>D : N

DESEA CONSULTAR OTRO PLANO : <S>I O <N>D : S

SELECCIONE EL PLANO A ESTUDIAR

<1> ALTURA	<2> PENDIENTE	<3> SUELO
<4> GEOLOGIA	<5> PRECIPITACION	<6> TEMPERATURA
<7> GRANIZADAS	<8> HELADAS	<9> VEGETACION
<10> HIDROLOGIASUP	<11> HIDROLOGIASUB	<12> CARREFERR
<13> POBLACION	<14> CLIMA	<15> X11111111111111

PLANO # : 1

<A> 1500-1600 MTS	 1600-1700 MTS	<C> 1700-1800 MTS
<D> 1800-1900 MTS	<E> 1900-2000 MTS	<F> 2000-2100 MTS
<G> 2100-2200 MTS	<H> 2200-2300 MTS	<I> 2300-2400 MTS
<J> 2400-2500 MTS	<K> 2500-2600 MTS	<L> 2600-2700 MTS
<M> 2700-2800 MTS	<N> 2800-2900 MTS	<O> 2900-3000 MTS
<P> 3000-3100 MTS	<Q> 3100-3200 MTS	<R> 3200-3300 MTS

SELECCION POR <R>RANGO O <V>ALORES : R

CARACTER DEL RANGO INFERIOR: A

CARACTER DEL RANGO SUPERIOR: D

SUPERFICIE QUE SATISFACE SU PREGUNTA: 67 KM2

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA VER EL PLANO GENERADO : <S> I O <N> O : S	
36	PLANOS SELECCIONADOS : SUP. QUE SATISFACE :
35	1. PENDIENTE RANGO DESDE A HASTA C 882.....
34	1. ALTURA RANGO DESDE A HASTA D 67.....
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA IMPRIMIR EL PLANO GENERADO I O <N>O : N
 DESEA GRABAR EL ARCHIVO DE SALIDA: I O <N>O : N
 DESEA CONSULTAR OTRO PLANO : I O <N>O : S
 SELECCIONE EL PLANO A ESTUDIAR

<1> ALTURA	<2> PENDIENTE	<3> BUELO
<4> GEOLOGIA	<5> PRECIPITACION	<6> TEMPERATURA
<7> GRANIZADAS	<8> HELADAS	<9> VEGETACION
<10> HIDROLOGIASUP	<11> HIDROLOGIASUB	<12> CARREFERR
<13> POBLACION	<14> CLIMA	<15> X11111111111111

PLANO # : 6

TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS		
<A> 10 - 12	 12 - 14	<C> 14 - 16
<D> 16 - 18	<E> 18 - 20	<F> 20 - 22

SELECCION POR <R>ANGO O <V>ALORES : R
 CARACTER DEL RANGO INFERIOR: D
 CARACTER DEL RANGO SUPERIOR: F

SUPERFICIE QUE SATISFACE SU PREGUNTA: 67 KM2

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA VER EL PLANO GENERADO : <S>I O <N>O : N

DESEA IMPRIMIR EL PLANO GENERADO <S>I O <N>O : N

DESEA GRABAR EL ARCHIVO DE SALIDA: <S>I O <N>O : N

DESEA CONSULTAR OTRO PLANO : <S>I O <N>O : S

SELECCIONE EL PLANO A ESTUDIAR

<1> ALTURA	<2> PENDIENTE	<3> SUELO
<4> GEOLOGIA	<5> PRECIPITACION	<6> TEMPERATURA
<7> GRANIZADAS	<8> HELADAS	<9> VEGETACION
<10> HIDROLOGIASUP	<11> HIDROLOGIASUB	<12> CARREFERR
<13> POBLACION	<14> CLIMA	<15> X1111111111111

PLANO # : 5

PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm		
<A> 500 - 600	 600 - 700	<C> 700 - 800
<D> 800 - 1000	<E> 1000 - 1200	<F> 1200 - 1500

SELECCION POR <R>ANGO O <V>ALORES : R

CARACTER DEL RANGO INFERIOR: D

CARACTER DEL RANGO SUPERIOR: D

SUPERFICIE QUE SATISFACE SU PREGUNTA: 35 KM2

Tabla 3.11 (cont.)

DESEA VER EL PLANO GENERADO : <S> I O <N> D : S

54	PLANOS SELECCIONADOS :				SUP.	QUE SATISFACE
54	1. PENDIENTE	RANGO	DESDE	A	HASTA	C 852.....
53	1. ALTURA	RANGO	DESDE	A	HASTA	D 67.....
52	1. TEMPERATURA	RANGO	DESDE	D	HASTA	F 67.....
51	1. PRECIPITACION	RANGO	DESDE	D	HASTA	D 35.....
50						
49						
48						
47						
46						
45						
44						
43						
42						
41						
40						
39						
38						
37						
36						
35						
34						
33						
32						
31						
30						
29						
28						
27						
26						
25						
24						
23						
22						
21						
20						
19						
18						
17						
16						
15						
14						
13						
12						
11						
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						

DESEA IMPRIMIR EL PLANO GENERADO <S> I O <N> D : N

DESEA GUARDAR EL ARCHIVO DE SALIDA: <S> I O <N> D : S

DESEA CONSULTAR OTRO PLANO : I O <N> D : N

satisface todas las restricciones anteriores más esta de la precipitación es de 35 mm/año, que vendría a ser la recomendada para el cultivo de aguacate tipo mexicano.

Este ejemplo permite ver como el uso de un Sistema de Información Geográfica con planos de información ayuda a hacer una planeación regional, en este caso para la selección de áreas para cultivos en que se quisiera incrementar su producción.

El plano resultante fue grabado en el disco y se puede listar o graficar posteriormente, la salida de este plano fue marcada en la retícula del municipio en las Figuras 3.9a y 3.9b para visualizar el área recomendada dentro del municipio.

<5> CONVERTIR VALORES DE LOS PLANOS

Esta opción es un programa de utilidad que permite cambiar determinado carácter por otro en cualquiera de los planos.

<6> COPIAR PLANOS

Esta facilidad igual que la anterior es un programa de utilidad que permite duplicar los Planos que a su vez pueden servir de base para crear otro (por ejemplo a partir de un plano que contiene el contorno del municipio).

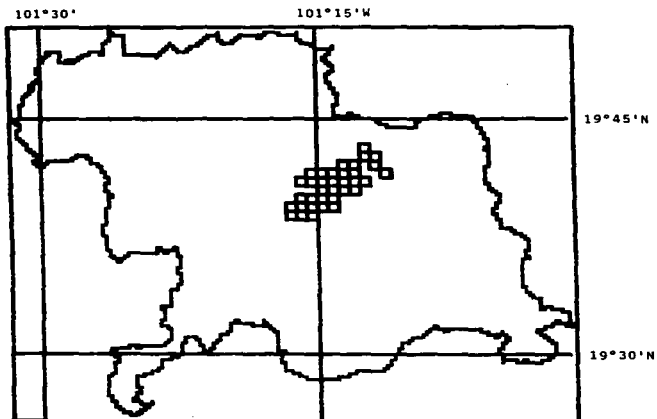
<7> BUSCAR CARACTERISTICAS DE UN LUGAR

Esta opción permite conocer la información contenida en todos los planos almacenados para un lugar determinado, para ello solicita las coordenadas del lugar, las cuales las convierte a renglón y columna y con ello lista los valores que tiene en todos los planos.

Para ejemplificar esta facilidad se incluyeron dos reportes, de

Figura 3.9a

Area recomendada para el cultivo de aguacate.
Municipio de Morelia



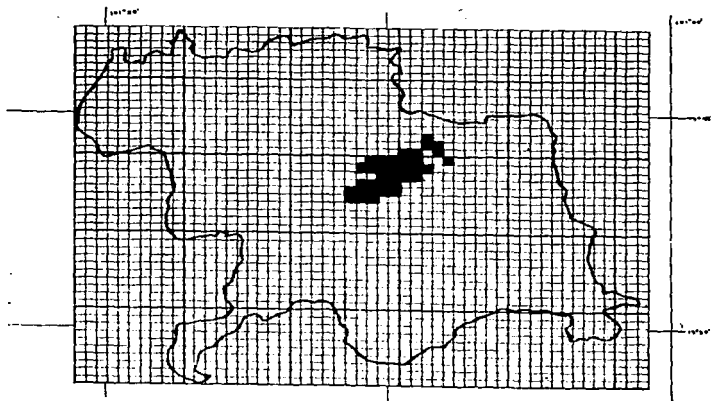


Figura 3.9b. Área recomendada para el cultivo de aguacate. Municipiodes Morelia

lugares fácilmente localizables en las cartas como son el entronque de las carreteras de Morelia-Pátzcuaro con la de Villa Madero, el que está en Tiripetio y del cual se extrajeron sus coordenadas y con ellas se obtuvo el Reporte 3.12.

El segundo lugar caracterizado es el entronque de la carretera Morelia-Quiroga con la desviación que va a Coitzaco; este reporte se solicitó con equivalentes de las claves utilizadas para los planos como se muestra en el Reporte de la Tabla 3.13.

Tabla 3.12 Características del entronque de la carretera
Morelia-Pátzcuaro con la de Villa Madero.

LATITUD: 19°32'37" Y = 13 LATITUD: 19.5436111
LONGITUD: 101°28'57" X = 19 LONGITUD: 101.340167

INFORMACION CONTENIDA EN LOS PLANOS:

PLANO	CLAVE	EQUIVALENCIA
ALTURA	F	2000-2100 MTS
PENDIENTE	A	0 - 5 %
SUELO	L	LUVISOL
PRECIPITACION	D	800 - 1000
GRANIZADAS	C	2 - 4
HELADAS	D	20 - 40
TEMPERATURA	D	16 - 18
HIDROLOGIASUP	C	10-20
VEGETACION	H	AG RIEGO PERM.
CARREFERR	G	CARRETERA + FERRO.
HIDROLOGIASUB	D	MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS

Tabla 3.13 Entronque Morelia-Quiroga con desviación a Coatzacoacoche.

LATITUD: 19°41'20" Y = 29 LATITUD: 19.69°5555
 LONGITUD: 101°16'42" X = 26 LONGITUD: 101.278333

INFORMACION CONTENIDA EN LOS PLANOS:

PLANO CLAVE EQUIVALENCIA

ALTURA	E	1000-2000 MTS
<A>	1500-1800 MTS	 1600-1700 MTS <C> 1700-1800 MTS
<D>	1800-1900 MTS	<E> 1900-2000 MTS <F> 2000-2100 MTS
<G>	2100-2200 MTS	<H> 2200-2300 MTS <I> 2300-2400 MTS
<J>	2400-2500 MTS	<K> 2500-2600 MTS <L> 2600-2700 MTS
<M>	2700-2800 MTS	<N> 2800-2900 MTS <O> 2900-3000 MTS
<P>	3000-3100 MTS	<Q> 3100-3200 MTS <R> 3200-3300 MTS

PENDIENTE	C	10 -15 %
<A>	0 - 5 %	 5 -10 % <C> 10 -15 % <D> 15 -20 %
<E>	20 -25 %	<F> 25 -30 % <G> 30 -35 % <H> 35 -40 %
<I>	40 -45 %	<J> 45 -50 % <K> 50 -55 % <L> > 55 %

SUELO	L	LUVISOL
<Q>	AGUA	<A> ACRISOL <H> FROZEM
<I>	LITOSOL	<L> LUVISOL <R> REGOSOL
<T>	ANDOSOL	<U> RANKER <V> VERTISOL
<W>	PLANOSOL	

PRECIPITACION	D	800 - 1000
PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm		
<A>	500 - 600	 600 - 700 <C> 700 - 800
<D>	800 - 1000	<E> 1000 - 1200 <F> 1200 - 1500

GRANIZADAS	C	2 - 4
NUMERO DE DIAS ANUALES CON GRANIZADAS		
<A>	INAPRECIABLE	 0 - 2 <C> 2 - 4
<D>	4 - 6	<E> 6 - 8 <F> 8 - 10

Tabla 3.13 (cont.)
HELADAS

D 20 - 40

106

FRECUENCIA DE HELADAS		(DIAS ANUALES)	
<A>	INAPRECIABLE		0 - 5
<C>		<D>	5 - 20
<E>	20 - 40	<F>	40 - 60
<G>		<H>	60 - 80

TEMPERATURA D 10 - 10

TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS			
<A>	10 - 12		12 - 14
<C>		<D>	14 - 16
<E>	16 - 18	<F>	18 - 20
<G>		<H>	20 - 22

HIDROLOGIASUP C 10-20

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO			
<A>	0 - 5		5 - 10
<C>	10-20	<D>	20-30
<E>	> 30	<F>	0 - 5 + RIO
<G>		<H>	5-10 + RIO
<I>	20-30 + RIO	<J>	> 30 + RIO
<K>	LAGO	<L>	PRESA

VEGETACION J PAST. INDUC.

<A>	B PINO-ENCINO		BOSQUE ENCINO	<C>	B ENCINO-PINO
<D>	AG TEMP ANUAL	<E>	AG RIEGO AN.	<F>	AG HUMEDAD AN.
<G>	EROSION	<H>	AG RIEGO PERM.	<I>	MATORRAL SUBT.
<J>	PAST. INDUC.	<K>	TULAR	<L>	BOSQ. CULTIV.
<M>	ZONA URBANA	<N>	AGUA	<O>	BOSQUE PINO

CARREFERR C CARRETERA

<A>	TERRACERIA		BRECHA
<C>	CARRETERA	<D>	
<E>		<F>	FERROCARRIL
<G>	CARRETERA + FERRO.	<H>	TERRACERIA + FERRO.
<I>	BRECHA + FERRO.	<J>	

HIDROLOGIASUB C MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS

<A>	MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS
	MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS
<C>	MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS
<D>	MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS
<E>	MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS
<F>	MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha tratado de resaltar la ayuda que puede proporcionar un Sistema de Información Geográfica para la planeación regional, aún con recursos modestos.

El manejo de grandes volúmenes de información como los que tiene un Sistema de Información Geográfica creado a partir de mapas digitalizados, imágenes de satélite o datos censales se puede realizar mediante el uso de computadoras que permiten hacer estudios más profundos analizando gran diversidad de datos.

En México se han hecho algunos esfuerzos orientados a los Sistemas de Información Geográficos, principalmente en el Sector Público, pero la mayoría de ellos no han sido terminados o no han tenido una continuidad, debido a que sus datos no han sido actualizados, por lo que sería conveniente promover el desarrollo de sistemas automáticos para la captura de información como la percepción remota que ayudarían a mantener la información actualizada.

La capacidad de las computadoras ha aumentado varios órdenes de magnitud en pocos años, tanto en velocidad como en capacidad (memoria interna y externa) y su costo por carácter almacenado o instrucción ejecutada ha disminuido notablemente de modo que se puede pensar en sistemas medianos y pequeños (que en realidad equivalen a los grandes de hace unos 15 años) para ser usados a nivel municipal con escasos recursos.

Actualmente con la introducción del disco compacto (de laser) en las microcomputadoras, con su gran capacidad; 550 millones de caracteres, contra 128,000 en los discos flexibles o unos 5 millones

en los discos duros, las expectativas de almacenamiento de información con acceso directo, y de manera económica se amplían grandemente.

Estos discos compactos, ya son utilizados en Suecia para distribuir mapas y otra información geográfica en modo vector y raster así como datos estadísticos de censos de población y vivienda; en Estados Unidos para información sísmica; en Noruega para mapas e imágenes de satélite.

El problema actual de estos discos es que solo pueden ser leídos por los usuarios, ya que su información es almacenada en forma permanente por un proceso especial.

A nivel municipal o para regiones pequeñas podemos considerar que las micros son adecuadas, ya que su velocidad de proceso es aceptable para la mayoría de las aplicaciones, siendo la capacidad de almacenamiento su principal limitante que puede resolverse separando o dividiendo la información en varios discos; probablemente esto se solucione a corto plazo, una vez que en los discos compactos se pueda también grabar.

El sistema descrito en este trabajo cubre parcialmente aspectos climáticos y de población para todo el estado de Michoacán, con algunas facilidades o funciones periféricas que permiten ver la flexibilidad del sistema como son la clasificación automática del clima, el cálculo de distancias entre poblaciones y el cálculo de poblaciones futuras. También incluye varios planos de información para el municipio de Morelia con celdas de 1 km², así como funciones para su manejo.

El presente trabajo pretende ayudar a la planeación regional mediante el uso del Sistema de Información Geográfica desarrollado

para ser usado a nivel municipal con equipos modestos.

Para ello el Hardware (*) utilizado se limitó a 128 K de memoria (RAM), dos unidades de disco flexible, una impresora y un monitor blanco y negro cuyo costo aproximado es de 12 meses de salario mínimo (marzo de 1988).

El Software (**) que se desarrolló consiste en unos 40 programas codificados en BASIC con unas 3,300 líneas de codificación.

El esfuerzo para el desarrollo del sistema con análisis, programación y depuración fue de unos 8 meses-hombre y el de extracción, captura e introducción de la información de unos 14 meses-hombre, actividad esta última en la que participaron 8 pasantes de la escuela de Biología de la UMSNH. El esfuerzo es justificado ya que el sistema permite ahorrar mucho tiempo en las consultas, ya que estas en forma manual, mediante cartas o estadísticas se pueden llevar varios días y en la computadora con el sistema elaborado gran parte de las respuestas se obtienen en forma prácticamente inmediata y otras que implican la búsqueda secuencial de los archivos en unos pocos minutos.

El sistema desarrollado requiere de 3 discos flexibles de 5 1/4 pulgadas y queda a disposición de los interesados.

(*) Hardware. Dispositivos mecánicos, magnéticos, electrónicos con los cuales está construida la computadora.

(**) Software. Todo aquello fuera de los mecanismos físicos que permite el uso de las computadoras: programas, rutinas, sistema operativo etc.

BIBLIOGRAFIA

- Antaramián Eduardo Base de Datos Sísmica con despliegue.
Memorias VIII Congreso Nac. de Geografía Toluca Mex. 1981
- Bernstein Ralph Image Processing
IBM Scientific Center Palo Alto Ca. USA 1981
- Bodechtel J / Gierloff E The Earth from Space
Arco Publishing Co New York 1974
- Bribiesca Correa Ernesto Manual de Utilización del Banco de
Datos Cetenal
CETENAL Mexico 1977
- Cambridge The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences
Cambridge University Press New York 1981
- Critchfield Howard General Climatology
Prentice Hall New Jersey USA 1966
- Commons Aurea Ocupacion espacial del Edo. de Michoacán
Memorias X Congreso Nal de Geografía Mexico 1985
- Correa Pérez Genaro Geografía Física de Michoacán
Gobierno del Estado Morelia, Mich. 1974
- Date C.J. An Introduction to Database Systems
Addison-Wesley USA 1977
- Ehrlich Paul/Ehrlich Anne Ecoscience Popul., Resour., Environ.
Freeman and Company San Francisco 1977
- Enciclopedia de México Todo México
Mexico 1985
- Florescano Enrique Atlas Histórico de México
Siglo Veintiuno Editores Mexico 1983
- García Enriqueta Modificaciones al sistema de clasific.
climática de Köppen
UNAM Mexico 1981
- Gedzelman Stanley Science and wonders of the atmosphere
John Wiley & Sons. New York 1980
- Griffiths John Climatología Aplicada
Publicaciones Cultural Mexico 1985
- Hernández M / Flores A Machine Processing of Remotely Sensed Data:
Three Applications in Mexico
IBM Journal of Research and Dev. Vol 22 No 5 Sep 1978

IBM	Sistema de Información Geográfica Desarrollado por IBM España para el Instituto Geográfico Catastral
INEGI	Michoacán Cuaderno de Información para la Planificación
INEGI SPP	México 1986
Kurian George Thomas Plysee	The Book of World Rankings Mass. USA 1980
Levi Silvana / Davis John Instituto de Geografía UNAM	Computer Mapping for Resource Analysis Proceedings of an Internat. Conference Mexico 1978
Linck Thierry El Colegio de Michoacán	Población y Poblamiento México D.F. 1985
Lira Jorge La Ciencia desde México	La Percepción Remota México 1987
Martínez E / Antaresián E. Rodríguez A / Landero J	Estudio de diferentes Modelos Tectónicos por Métodos Digitales Utilizando Imágenes LANDSAT
IMP Proyecto C-3051	México 1982
Maderrey Laura Elena UNAM	Geografía de la Atmósfera México 1982
McEvedy Colin and Sarah Crowell-Collier	From the Beginning to Alexander The Great Great Britain 1976
Meadows Donella and Dennis Fondo de Cultura Económica	Los Límites del Crecimiento México 1972
MegaHaus MegaHaus Corporation	Megafinder a File Management Package San Diego Ca. 1983
Milne J Lorus / Milne Margery CECSA	Crecimiento y Edad México 1974
Miranda Villaseñor Luis INEGI	La Información Cetenal en un Banco de Datos Geográficos México
Muzquiz I / Antaresián H URSNH.	Meteorología y Climatología Morelia 1985
Nagy George Computing Surveys Jun 1979	Geographic Data Processing
Poole Lon Osborne / Mc Graw Hill	Apple IIc Guia del Usuario Madrid 1986

Reyes Carreon / Payno Carlos A Geographical Meta-Information System
INEGI

SARH Subsecretaría Forestal y de la Fauna
Análisis Automatizado de Imágenes de
Satélite en la elaboración de mapas
de erosión
Informe Técnico # 3 Vol I Año 1 México 1979

Short Nicholas / Lowman Paul Mission to Earth: LANDSAT views the World
NASA Washington D.C. 1976

Soto Margarita Bioclimatología y Computación Interact.
Ciencia y Desarrollo Num 59 Año X p 153-161 Nov-Dic 1984

Tomlinson R.F. Computer Handling of Geographical data
The UNESCO Press