

VERDAD NACIONAL
AVANZADA

24/39

Al Pasante señor JOEL VINICIO CELIS MEDINA,
P r e s e n t e .

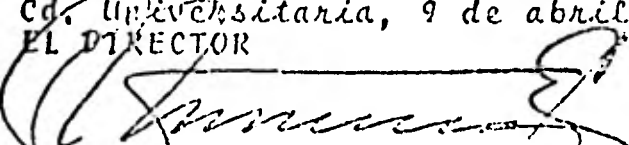
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Jaime Fco. Gómez Vega, para -- que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"APLICACION DE LAS BASES DE DATOS EN PLANEACION REGIONAL"

1. Introducción.
2. Bases de datos.
3. Procesamiento de imágenes.
4. Definición de la vocación del suelo, una metodología.
5. Ejemplo de aplicación.
6. Conclusiones y recomendaciones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universidad, 9 de abril de 1981
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPINO

11/11/81
JJE/0611/81



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.

APLICACION DE LAS BASES DE DATOS EN PLANEACION REGIONAL

	Página
1. Introducción	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Contenido	3
2. Bases de Datos	5
2.1 Definición y Estructura	5
2.2 Tipos de Bases de Datos	5
2.3 Características de la Base de Datos Empleada	19
3. Procesamiento de Imágenes	22
3.1 Digitalización	22
3.2 Métodos de Digitalización	23
3.3 Almacenamiento	26
3.4 Restitución	27
3.5 Operaciones Gráficas	28
4. Definición de la Vocación del Suelo; Metodología	38
5. Ejemplo de Aplicación	43
6. Conclusiones y Recomendaciones	52

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Las estrategias planteadas por la presente administración consideran prioritario incrementar la producción de energéticos y de alimentos. El interés respecto a los primeros obedece al propósito de industrializar a la nación para fortalecer así nuestra economía; en cuanto a los alimentos, es importante asegurar su disponibilidad en el futuro propiciando así, a nivel interno el bienestar social y la estabilidad del país y resguardarlo en el ámbito internacional de las presiones que por vía de los alimentos se le pudiera ejercer.

Como parte de éstas estrategias, se diseñó el Sistema Alimentario Mexicano (SAM) como un programa totalizador y de planeación integral cuya meta es lograr la autosuficiencia en materia alimenticia, para ello los planes realizados al respecto indican que para alcanzar la autosuficiencia en la producción de alimentos, el sector agrícola debe mantener un crecimiento sostenido con incremento del 7.5% anual. El cumplimiento de ésta meta corresponderá en parte a la innovación de técnicas y prácticas agrícolas que permitan incrementar el rendimiento o producción por unidad de superficie, y por la apertura de nuevas tierras dedicadas a la agricultura. Por otro lado, el diagnóstico realizado en este sentido, revela que las tierras susceptibles de abrirse al riego resultan insuficientes, por ello se han definido, entre otros, los si

guientes lineamientos:

- Realizar la apertura de nuestra aún considerable frontera agrícola.
- Activar y revitalizar la agricultura de temporal.
- Convertir la ganadería a un sistema de explotación intensiva con el doble propósito de liberar tierras para la agricultura y además atender eficientemente la demanda de carne y leche mediante la tecnificación de su producción.

Atendiendo a estas disposiciones, la Comisión del Plan Nacional Hidráulico (SARH), ha formulado una metodología (detallada en el capítulo 4), la cual compara el uso actual del suelo con su uso potencial y a partir de las características climatológicas y los cultivos de la región, define la vocación del suelo según su uso más productivo, tomando en cuenta lo anterior y conjuntamente con las condiciones de tenencia de la tierra, señala la naturaleza de los proyectos del ramo que coadyuvan para dar realidad al SAM.

1.1 Objetivo

En todo proyecto de planificación se requiere del manejo de un gran volumen de información, de datos socioeconómicos, estadísticas hidroclimatológicas, características de cultivos, información del uso actual y potencial del suelo y de los factores que lo demeritan, etc. En este sentido se ha hecho indispensable el desarrollo de sistemas que faciliten el manejo de información y que permitan a los encargados de tomar

decisiones, analizar eficientemente las alternativas de asignación de recursos.

El objetivo que este trabajo persigue es divulgar una de las herramientas empleadas en la Comisión del Plan Nacional Hidráulico (CPNH), como apoyo a las tareas de planeación. Dicha herramienta es un sistema de información denominado Base Geográfica de Datos, que si bién, aún se encuentra en etapa de investigación y desarrollo ya ha dado muestra de su amplia valía.

1.2 Contenido

Se presenta una breve introducción a los sistemas denominados bases de datos, se describen los diferentes tipos desarrollados, sus características, así como sus ventajas comparativas, y las técnicas empleadas para procesar imágenes por medio de computadoras, se comenta además, el modo de conversión de imágenes a información numérica y su almacenamiento, así como los procesos de operación y restitución gráfica.

Posteriormente se presenta un ejemplo de aplicación de estos sistemas a un proyecto real, para ello se consigna una metodología empleada para definir la vocación del suelo de acuerdo a su uso más productivo y se presenta algunos de los resultados obtenidos con la base de datos. A pesar de que la metodología referida plantea la necesidad de desarrollar estudios agroclimatológicos y socioeconómicos para identificar la frontera agrícola, aquí no se incluyen éstos porque resultan fuera del ámbito del presente trabajo.

Finalmente, se presenta algunas conclusiones y recomendaciones que se han derivado de las diferentes aplicaciones del sistema empleado.

CAPITULO 2

BASES DE DATOS

2.1 Definición y Estructura

Con el propósito de enmarcar que es una Base de Datos, en este trabajo se propone la siguiente definición:

"Una base de Datos es un sistema de información que reúne los datos de una entidad almacenados en distintos medios computacionales y proporciona información específica de manera rápida y eficiente para su aplicación en una tarea particular".

Por su concepción se puede decir que las Bases de Datos son un conjunto de algoritmos de ejecución semi-aleatoria, es decir, durante su manipulación el usuario puede solicitar indiscriminadamente la ejecución de diferentes algoritmos y funciones, tales como las que crean, editan, actualizan o remueven archivos; o los que localizan, ordenan, efectúan operaciones y recuperan uno o varios elementos almacenados en uno o en varios archivos.

2.2 Tipos de Bases de Datos

Atendiendo a su estructuración las Bases de Datos se pueden clasificar en tres tipos: a) de enfoque jerárquico; b) de redes; y c) de enfoque

relacional. Las ventajas comparativas de unas y otras se pueden enmarcar en el contexto de esta clasificación.

- a) **Enfoque Jerárquico.-** Bajo éste modelo la organización y almacenamiento de información tiene una estructura en forma de árbol, la cual permite alojar en cada rama cualquier número de dependientes, cada una de las cuales puede tener otras ramas y éstas últimas a su vez, cualquier número de dependientes, y así sucesivamente hasta cualquier número de niveles. De este modo, para que un registro tome significado completo, es fundamental considerarlo dentro de su ámbito ya que ningún registro dependiente puede existir sin la presencia de su superior. (Fig. 2.1).

En cuanto a su manejo, se observan desventajas durante la insercción, borrado y actualización de información ya que también es necesario remover los enlaces de las ramas, por otro lado, es frecuente la pérdida de simetría lo que dificulta la recuperación de información a preguntas inversas (listar los elementos "x", v.s. listar las ramas donde existe "x"). Finalmente, este tipo de estructura hace lenta su manipulación y la recuperación de información.

- b) **Enfoque de Redes.-** Por su concepción es una variación corregida del modelo Jerárquico, ya que la información también se almacena por medio de registros interrelacionados, sin embargo, la estructura de redes es más general ya que un registro dado puede tener cualquier número de dependientes inmediatas y estas a su vez varias dependientes alojadas en el siguiente nivel, empero, los registros no se condicionan por otro superior, como en el enfoque Jerárquico, sino que los elementos de un nivel

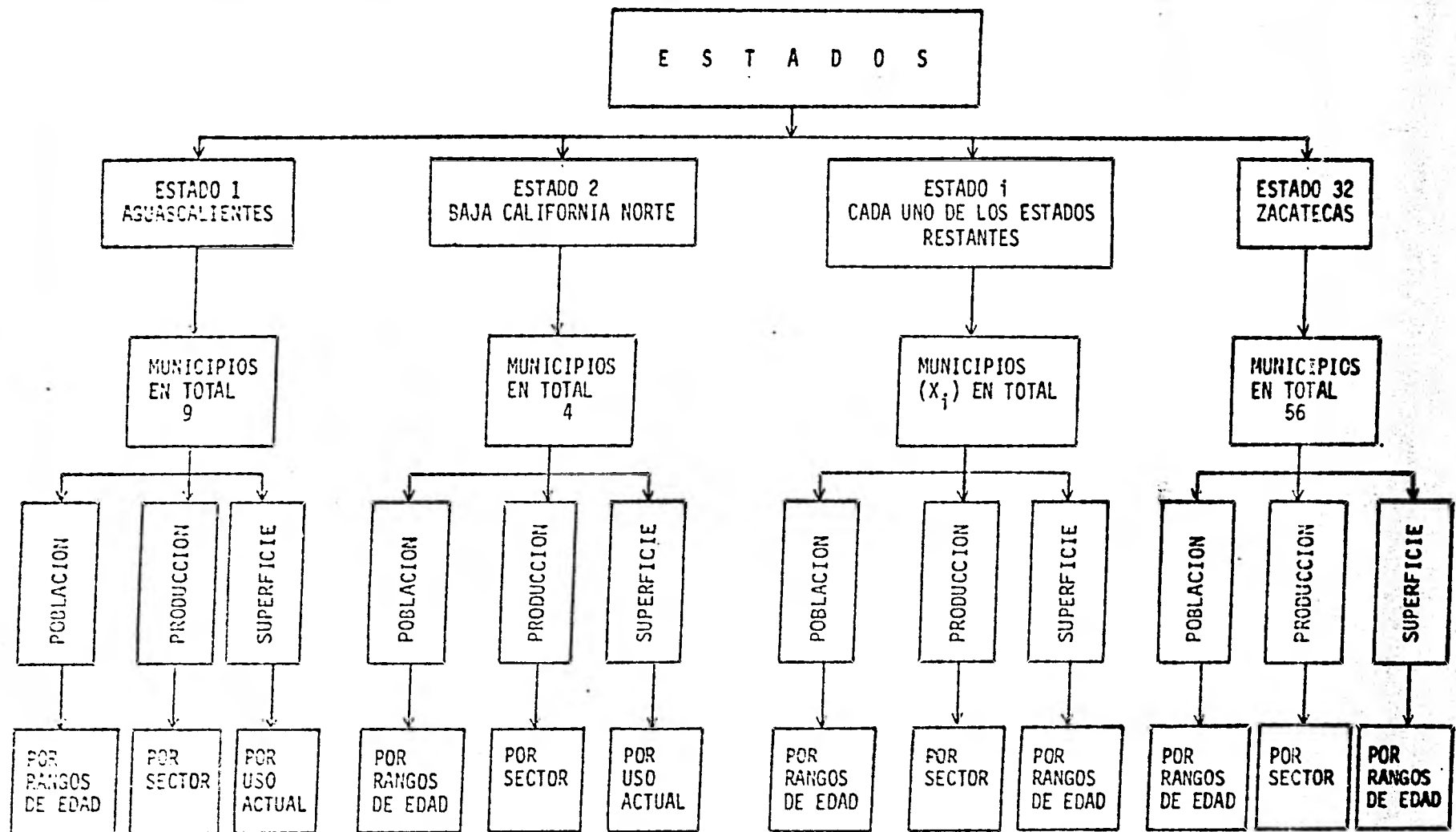


FIGURA 2.1 ENFOQUE JERÁRQUICO

se relacionan con los elementos de todos los niveles, Fig.(2.2). De este modo el enfoque de redes permite modelar correspondencias más directas y los registros forman una estructura más simétrica.

En general, este modelo presenta considerables ventajas en comparación al modelo Jerárquico, tanto en el manejo de archivos como en la recuperación de información. Su principal desventaja se debe a la complejidad de implantación del modelo mismo, pese a ello resulta recomendable ya que su eficiencia es considerable.

Tanto en el enfoque jerárquico como en el de redes, la estructura aparece al operario en forma de menús, en donde el primero ofrece las dependientes del primer nivel, y al seleccionar una de ellas el sistema ofrece un nuevo menú, etc., hasta alcanzar el nivel y la función de interés.

- c) Enfoque Relacional.- Bajo este modelo la información se aloja por paquetes denominados relaciones, los cuales debido a su gran elasticidad en cuanto a la información que almacenan, conviene diseñarlos apriori de tal manera que resulten homogéneos en su contenido.

Cuando se solicita la recuperación de una relación, ésta aparece como un arreglo con varias columnas y renglones, las primeras cuentan con un título que las identifica y además define el contenido de las mismas (números o caracteres alfanuméricos). En el Cuadro (2.2) se presenta un ejemplo, en él que se pueden apreciar en la primer columna los elementos que constituyen el dominio de la relación y en las columnas restantes se reportan los valores que adopta cada uno respecto de los diversos parámetros reportados en la relación.

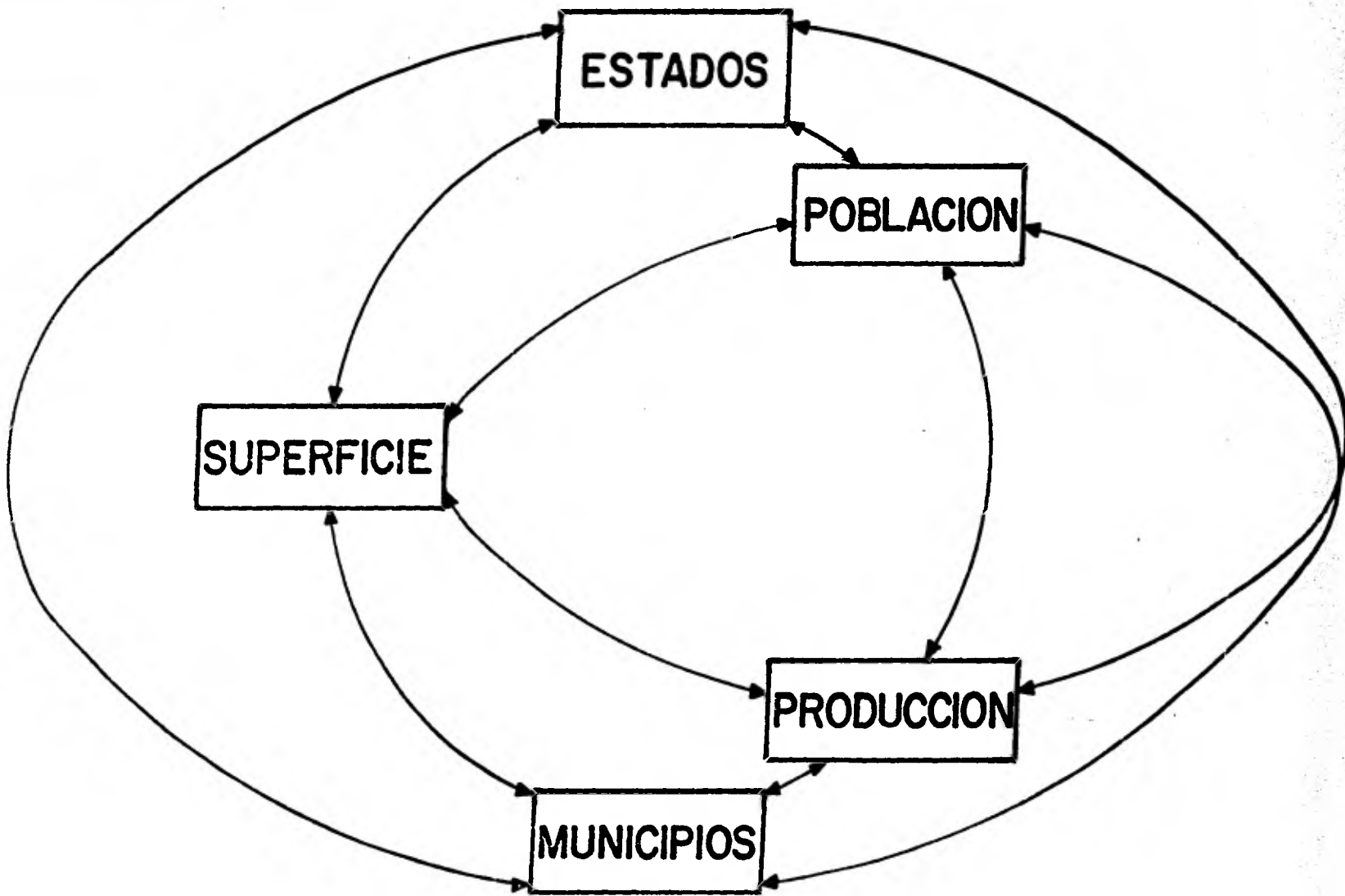


FIGURA 2.2 ESTRUCTURA DE REDES

De tal estructuración se desprenden grandes ventajas, la principal es que las relaciones son absolutamente independientes entre sí, y además toda la información se almacena y representa de modo uniforme por lo que la estructura es siempre simétrica. De esto se deriva que las operaciones de creación, remoción y actualización de archivos sean decididamente fáciles, lo que a su vez permite la implantación de un sublenguaje sencillo que materialmente separa el manejo de la Base de Datos del sistema estructural de la misma. Así por ejemplo, el conjunto de programas puede estar desarrollado en lenguaje BASIC para computadoras y la solicitud de ejecución de los mismos puede hacerse virtualmente en español.

A manera de ilustración en el Cuadro (2.1) se muestra el diálogo entablado con la Base de Datos utilizada en la elaboración de una relación. Como puede observarse, el usuario llama a ejecución a un algoritmo que solicita el nombre con que habrá de identificarse, la relación, la magnitud, los nombres de las columnas y finalmente los elementos que la integran. Posteriormente el algoritmo ordena los componentes y los almacena en un arreglo de acuerdo con los parámetros que previamente solicita. La recuperación de la relación resultante se muestra en el Cuadro (2.2).

Los algoritmos que sin duda resultan de mayor utilidad son los que permiten realizar la recuperación de información contenida en las relaciones, con base en diversas operaciones aritméticas y estadísticas.

También y a manera de ejemplo, en el Cuadro (2.3) se muestra la soli-

RESUM
CREACION ALFABETICO
NOMBRE DOMINIO ALFABETICO
MUNICIPIOS
NUMERO DE ESTADOS Y MAXIMO NUMERO DE CARACTERES POR ESTADO

□:
36,16
NOMBRE DE ESTADO
MICOTEVCATL
NOMBRE DE ESTADO
MATE
NOMBRE DE ESTADO
TAMUIN
NOMBRE DE ESTADO
TAYLAJAS
NOMBRE DE ESTADO
SALMOTOYO
NOMBRE DE ESTADO
TAMIAHOLOI
NOMBRE DE ESTADO

CUADRO (2.1) DIALOGO CON LA BASE DE DATOS

NOMBRE DE ESTADO
CUALCICUAUTLA
NOMBRE DE ESTADO
TAMIAOAL
NOMBRE DE ESTADO
CUALCOJAMEL
NOMBRE DE ESTADO
IUSJUTLADRE S.S
NOMBRE DE ESTADO
HASTLA
NOMBRE DE ESTADO
TANTOYUCA
NOMBRE DE ESTADO
CUALCITLA
NOMBRE DE ESTADO
CITLALTEPEC
NOMBRE DE ESTADO
TAXIUMA
NOMBRE DE ESTADO
TAMALI
NOMBRE DE ESTADO
COROSTIZA
NOMBRE DE ESTADO
TAMIAHUA
NOMBRE DE ESTADO
TAMIAHUE
NOMBRE DE ESTADO
TUXIAP
NOMBRE DE ESTADO
OZULUAMA
NOMBRE DE ESTADO
TAMICOALTO
NOMBRE DE ESTADO
IUEBLOFUEJO
NOMBRE DE ESTADO
CIUDADMAESTRO
NOMBRE DE ESTADO
ALTAMIRA
NOMBRE DE ESTADO
ALDAMA
NOMBRE DE ESTADO
COATEPEC
NOMBRE DE ESTADO
TANCUALAB
NOMBRE DE ESTADO
TAXIATESCOBEDE
NOMBRE DE ESTADO
ILATCISATEC
NOMBRE DE ESTADO
CUALMA
NOMBRE DE ESTADO
TAMICO
NOMBRE DE ESTADO
EBAYO
NOMBRE DE ESTADO
TAMUCO
NICOTECATL
NAITZ
TAMU

CUADRO (2.1) CONTINUACION.....

CIICOMTEL
IUEJUTLADERES
IUAUTLA
TALTOUCA
CIOTLA
CITLALTEPEC
TALTIMA
TAMALIN
COROSTIZA
TAMIAUA
TENAHUIC
TUXIAT
OSUELUAMA
TAMICOALTO
IUEBLOTEJO
CIUDALMADERO
ALTAMIRA
ALDAMA
COATEPEC
TALCUAPAL
TALQUILTEPEC
ILATOSAYUC
CUALMA
TAMUICO
EBANIO
IATACO

CREARDOMINIO NUMERICO
NOMBRE DE DOMINIO NUMERICO
D160

MAXIMO NUMERO DE DIGITOS DE ESTADOS Y NUMERO DECIMALES
□:
6.0

D160
CORRELACION
NOMBRE DE RELACION

MUNICIPIOS
NUMERO DE FILAS Y NUMERO DE COLUMNAS
□:
36.7

MAXIMO NUMERO DE CARACTERES EN NOMBRES DE COLUMNAS
□:
10

NOMBRE DE COLUMNA
MUNICIPIO
NOMBRE DE DOMINIO
MUNICIPIOS

VALORES DE LA COLUMNA COMO NUMEROS DEL DOMINIO:

- 1 XICOTEPEC
- 2 XALTEPEC
- 3 TAMUIC
- 4 TALLAJAS
- 5 SAHAGUN
- 6 TAMAMOLTOC
- 7 VILLAHERRAS
- 8 TAMUIC
- 9 CUALTEPEC
- 10 TAMPICO

- 11 CIICOMTEL
- 12 IUEJUTLADERES
- 13 IUAUTLA

CUADRO (2.1) CONTINUACION.....

- 20 TAMIA IVA
- 21 TAMA JACIE
- 22 TUXIAI
- 23 OZULUAMA
- 24 TAMIICUALTO
- 25 IUEBLOVITJO
- 26 CIUDADMADERO
- 27 ALTAMIRA
- 28 ALDAMA
- 29 OI ZALEZ
- 30 TAYCUALALAB
- 31 TAJQUIA ESCOBEDO
- 32 ILAPOYSAICFEZ
- 33 CILAMA
- 34 TAMIICO
- 35 DEBIO
- 36 MAYUCO

□: 136
 NOMBRE DE COLUMNA
 POBLACION
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

□: AUXMU1[:1]
 NOMBRE DE COLUMNA
 SUPERFICIE
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

□: AUXMU1[:2]
 NOMBRE DE COLUMNA
 FIGERCA 1
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

□: AUXMU1[:3]
 NOMBRE DE COLUMNA
 EEA
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

□: AUXMU1[:4]
 NOMBRE DE COLUMNA
 EEA CRIC
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

□: AUXMU1[:5]
 NOMBRE DE COLUMNA
 Y LA CRIC
 NOMBRE DE DOMINIO
 DI 60
 VALORES NUMERICOS DE LA COLUMNA

YAA (RIC
 Y LA (RIC

)SAVE

10.48.55 02/12/79 RELACIONES

LISTAR MUNICIPIOS

SINTAX ERROR

LISTAR MUNICIPIOS

^

)COY 115 Y BDRAST OPERACION

SAVE 11.01.46 02/01/79

LISTAR MUNICIPIOS

MUNICIPIO	IOBLAC	SUPERF	IV (PER	EA	FAA CR	Y LA CR
NICOTE CATL	21201	126746	5539	4941	317	105033
MAITZ	12317	190643	5931	19256	1217	96094
TAMUZY	17110	24250	6770	4315	2744	12272
TALAJAS	11402	45520	130	2902	2517	10522
SAN ANTONIO	5496	10330	1669	1091	107	13419
TAMAMOLOY	9322	10090	1339	1964	1190	7492
VILLATE RRASAS	19562	12300	2020	4272	3951	12190
TAMUCAA	10577	28010	970	2241	2264	13615
CIALCICUAUTLA	16111	30510	1232	3630	3103	16576
TENIOL	41291	14115	4112	9175	7429	29009
CICOMACL	4491	10325	1031	1172	1120	12111
INTEJULADES RES	46306	37710	795	10119	9367	15519
UAUTLA	21432	21710	512	5451	4992	2110
TAMTUJUCA	61211	126114	1172	14914	11556	10402
CICOTLA	11247	36109	2634	2176	2401	4399
CITLALTE EC	7171	11104	1661	1295	1214	6140
TAMTINA	11593	26732	1771	2577	2547	2763
TAMALI	1427	41715	2761	2094	1777	2094
OROSTIZA	9559	15299	1564	2041	1931	4343
TAMIAJUA	24502	91540	2629	575	5395	5113
TEMAJACIE	63302	113757	3462	13419	11517	6113
TUXIAY	71130	106119	7040	16375	704	15059
OZULUANA	22424	235739	397	5036	4254	7044
TAMICOALTO	10524	102135	2725	2466	2074	5160
INTEBLOJEO	22039	21624	2132	5271	1315	3669
CIDADAD MADERO	91239	6216	5371	22166	1021	565
ALTAMIRA	29316	136173	3220	7107	4651	41311
ALDAMA	15215	365573	2611	3611	3104	790
COZALEZ	24451	339910	2493	5711	4026	143459
TAMICUA MEAB	7651	42570	2206	1120	167	1957
TAMICUA SCOBEDO	7309	20420	2571	1603	1150	4191
ILATONSAICIEZ	12677	22714	2420	3191	2640	29173
CIALMA	10103	19905	654	2562	2353	23991
TAMUICO	11509	6110	10757	51214	3030	2124
EBAYO	20144	37500	3423	5013	1520	1721
TAMUCO	51166	32771	4613	11531	6910	2914

)ERASE AUMUN 1

CREAR DOMINIO ALFABETICO

YOMBRE DOMINIO ALFABETICO

DCLINAS

YUMERO DE ESTADOS Y MAXIMO YUMERO DE CARACTERES POR ESTADO

□:

21.4

YOMBRE DE ESTADO

K301

YOMBRE DE ESTADO

CUADRO (2.2) RECUPERACION DE LA RELACION CREADA

DIBUJA TRA

R TRANSPARENTE MUNICIPIOS

VALUE ERROR

DIBUJR TRANSPARENTE MUNICIPIOS

DIBUJAR TRANSPARENTE MUNICIPIOS

PINTAR BEIGE MUNICIPIOS DONDE PEA MAYOR QUE PROM PEA
AREA TOTAL= 9456.345

.CAMBIE / PINTAR BEIGE / LISTAR /
SYNTAX ERROR

.CAMBIE/PINTAR BEIGE/LISTAR/

.CAMBIE /PINTAR BEIGE/LISTAR/
ENTRY ERROR

.CAMBIE /PINTAR BEIG

VALUE ERROR

.CAMBIE/PINTAR BEIG

LISTAR MUNICIPIOS DONDE PEA MAYOR QUE PROM PEA

MUNICIPIO	POBLAC	SUPERF	INGPER	PEA	PEAAGR	VPAGRI
NAJTE	32337	190643	5931	19256	8287	96094
TEMPOAL	41291	148715	4182	9175	7429	29009
HUEJUTLADEREYES	46306	37700	795	10389	9367	15589
TANTOYUCA	61218	12584	1872	14984	11556	10402
TEMAPACHE	63302	113757	3462	13419	11517	6103
TUXPAN	71130	16189	704	16375	7504	15059
CIUDAD MADERO	91239	6286	5371	22866	1028	565
TAMPICO	185059	6310	10257	51214	3030	2824
PANUCO	51866	327781	4683	11533	6980	2984

GRADUAR ANTERIOR 2

LISTAR LOS MUNICIPIOS DONDE VPAGR MENOR QUE VPIND

IDM	MUNICIPIO	POBLAC	AREA	PEAAGR	PEA	VPAGR	VPIND	AREAAG
103	ALVARADO	32857	940.63	4299	8708	9471	25022	2751
107	COATZACOALCOS	109588	730.41	2930	32095	24883	415224	5016
109	COSALECAQUE	20531	234.42	2206	4844	28095	362617	7533
115	ISLA	15790	714.80	2548	4103	11362	20616	3436
118	JALTIPANDEHOR	19885	331.48	1678	5158	12081	364047	4354
121	LEPRODETEJADA	13324	135.72	677	2978	11203	205729	2617
123	MINATITLAN	94621	4123.91	5476	24281	30046	115623	14295

LISTAR (MUNICIPIOS PARA POBLACION CLASIFICADA DESCENDENTE) SOBRE MUNICIPIO EN POBLACION

MUNICIPIO	POBLAC
COATZACOALCOS	109588
MINATITLAN	94621
SAN ANDRES TUXTLA	77750
COSAMALOAPAN	72653
IXHUATLAN DE LASE	40708
CHOLPA	39466
PLAYAVICENTE	34873
ATAYUCAN	34843
ALVARADO	32857
SANTIAGO PIXTLA	30328
BUENAPARTE OSCAY	24638
SAN JUAN YARJEL	24514
CATMAGO	23905
COSALECAQUE	20531
JALTIPAN DE HOR	19885
ANGULRUCARADA	19562
JPORRIGUETCLAR	17522
TESECNOACAN	17495
JESUSCARANZA	16565
SIYULA	16443
ISLA	15790
TLAQUEALPAN	13528
LEPRODETEJADA	13324
SOTEAPAN	12427
IXISTEPEC	11168
HUALGOTITLAN	10582
MECALAPAN	10112
CHACALTIANGUIS	9544

ACULCAN	4479
SALTILLO	4312
TLCOJALPAN	4119
OTZAPAM	3961
SOCOMUSCO	3809
ZARAGOZA	3128
TUXTEPEC	2266

001 15.35.30 05/16/80 PEP
CONNECTED 1.06.51 TO DATE 3.04.54
CPU TIME 0.00.22 TO DATE 0.01.21

CUADRO (2.3) CONTINUACION....

cidad de algunas recuperaciones correspondientes a la relación mostrada en el Cuadro (2.2), asimismo se muestran los resultados obtenidos.

Es importante destacar una vez más que en el Enfoque Relacional, el modo de acceso y recuperación de información permanece "Transparente" para el usuario, esto es, cualquier usuario puede estructurar un trabajo aún cuando no sea un experto en sistemas.

2.3 Características de la Base de Datos empleada.

En la realización de los diferentes análisis que en el Capítulo 1 se mencionaron, se ha empleado dos sistemas, uno desarrollado en el Centro Científico para América Latina (I.B.M.), con quien se suscribió un convenio de cooperación y el segundo implantado más recientemente en la CPNH. Dado que el primero se encuentra más avanzado, nos referiremos a él.

La estructura ha sido desarrollada por el Dr. José Aste Tonsman del Centro Científico I.B.M., dicho sistema se ajusta al marco de referencia del enfoque Relacional. Su implantación se realizó en lenguaje APL para computadoras y actualmente se tiene la posibilidad de manejarlo tanto en inglés como en español. A continuación se enumeran algunas de las características con las que cuenta esta Base de Datos.

- 1.- Se tiene la posibilidad de trabajar con información posicional y no posicional. El aspecto posicional corresponde a características geográficas relacionadas mediante sus coordenadas cartesianas tales como contornos de municipios, delimitación de unidades de suelo,

configuración de mapas de clima, etc. El aspecto no posicional corresponde a estadísticas que pueden o no estar relacionadas con la información posicional.

- 2.- La captura de información se puede hacer de diferentes fuentes, por ejemplo de estadísticas censales, hidrométricas, etc., y la alimentación de la misma se puede hacer interactivamente o bien mediante un archivo de entrada que la transfiera en forma directa.
- 3.- El sistema cuenta con un editor que permite modificar la información de manera sencilla facilitando así los procesos de introducción, actualización o remoción.
- 4.- La información geográfica es susceptible de ser restituida en pantalla de televisión y de ser extraída a cualquier escala por medio de listados de computadora, por graficador o a base de impresión en emulsiones fotográficas. La limitante principal en cuanto a la resolución de los mapas obtenidos, es que su precisión no será mayor que la del plano de entrada.
- 5.- Es sumamente sencillo obtener una subregión mediante la proposición en pantalla de una poligonal que inscriba al área de interés.
- 6.- Se pueden efectuar diversas operaciones en forma inmediata, por ejemplo con los elementos numéricos de las relaciones se ejecutan correlaciones, regresiones, etc. Con los mapas almacenados se puede efectuar operaciones gráficas como uniones, diferencias, clasificaciones, intersecciones, etc.

- 7.- Se cuenta con un algoritmo que en cada operación gráfica calcula y reporta el área involucrada en dicha operación.
- 8.- Se cuenta con programas de corrección de distorsión gráfica, los cuales resultan de suma utilidad para desarrollar la superposición precisa de mapas de diferentes tópicos pero relativos a una misma región.
- 9.- Se dispone de paquetes de propósitos generales que permiten la obtención de estadísticas sobre la información almacenada en las relaciones, hacer selecciones con base en cualquier columna, copiar de una relación a otra, recompartar archivos, etc.
- 10.- Finalmente se tiene la posibilidad de incluir información de imágenes de satélite. Este aspecto es de fundamental importancia porque permite añadir a la Base de Datos, mapas más veraces que incrementan el nivel de confianza en las decisiones por tomar.

CAPITULO 3

PROCESAMIENTO DE IMAGENES

Uno de los campos más interesantes del procesamiento de información lo constituye el manejo de imágenes por medio de computadora. No obstante que este es un campo relativamente nuevo, son ya considerables los logros obtenidos en el diseño de artes gráficas, análisis de imágenes de satélite, diseño de circuitos, planificación, etc.

El estudio de la amplia gama de aplicaciones del procesamiento de imágenes sería motivo de otro trabajo con diferentes objetivos de los aquí planteados, por esa razón y para estar acordes con lo propuesto, en lo sucesivo nos avocaremos al estudio de algunas cuestiones aplicables en el desarrollo regional. En la ejecución de ésta tarea las diversas instituciones del ramo realizan numerosos proyectos en los que se emplea gran cantidad de mapas, ello propicia las condiciones para desarrollar y promover el procesamiento de mapas empleando medios electrónicos. El primer paso para lograr esto es convertir la imagen en información numérica, ya que en realidad son los números lo único que puede ser almacenado y procesado en tales sistemas.

3.1 Digitalización

Se acepta el término "Digitalizar" para denominar al conjunto de pro-

cesos por medio de los cuales una información visual o gráfica se traduce a información numérica y a partir de la cual, en un momento dado, se puede restituir dicha imagen.

Como antecedentes mencionaremos que los mapas se pueden digitalizar considerando unicamente los vértices de sus contornos, o bien, subdividiendo su imagen en áreas elementales denominadas PIXEL (del inglés PICTURE ELEMENT). De este mismo modo mencionamos que la información se almacena en distintos medios computacionales, constituyendo "paquetes" denominados archivos. Así se denominan Archivos de Contorno a los que contienen la información de los puntos que mejor definen los diferentes contornos de un mapa, y se denominan Archivos de Superficie a los que almacenan los datos de todos y cada uno de los pixels que integran una imagen.

En cuanto a la conveniencia de elegir uno u otro tipo de archivo, ello depende de la disponibilidad de equipo según se podrá observar en la siguiente sección y en el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

3.2 Métodos de Digitalización

Las diferencias en el procedimiento de imágenes han obligado el desarrollo de diversos métodos de digitalización, sin embargo podemos distinguir dos tipos generales (los de contorno y los de superficie) y tres métodos para obtener su información.

- a) Método Manual: El procedimiento a seguir consiste en superponer una retícula tan fina como se desee sobre los mapas en cuestión, fijar un

sistema de referencia y de acuerdo a éste recabar, para formar archivos de contorno, las coordenadas de los puntos que mejor definen los contornos del mapa. La toma de puntos y la secuencia en la captura debe hacerse siguiendo rigurosamente un orden preestablecido. Para la formación de archivos de superficie se puede definir con base en la retícula, un sistema de coordenadas pixel-línea y asignar de acuerdo a él una clave para cada pixel en función de la clase que contenga (reportada por el mapa), y registrar posteriormente línea por línea las claves que corresponden a cada pixel. Otra forma es recabar, por línea, una clave de clase y la coordenada pixel donde inicia dicha clase; si ésto se hace con el debido cuidado, la información resultante tendrá secuencia lógica y permitirá restituir cabalmente la imágen.

- b) Digitalización Electro-Magnética: Es un proceso semiautomático que se restringe en su aplicación a mapas de configuración como los de isoyetas, de división política, y en general a todo tipo de contornos. Para su desarrollo se requiere de un digitalizador de mesa (TABLET), formado por un bastidor con una red muy fina de sensores de cable (con separaciones de hasta 10 micras en el entramado). Dicho sistema registra el estímulo eléctrico hecho sobre la mesa mediante un cursor y lo ubica de acuerdo con los sensores estimulados, de este modo, para hacer una digitalización se coloca el mapa sobre la mesa, se fija un sistema de referencia y con el cursor, se marcan los puntos que mejor representen los diversos contornos. Con respecto a ésto, se tiene la posibilidad de elegir los puntos que se desean marcar o se programa un período de inducción automática del estímulo y se capturan los contornos uno a uno recorriéndolos con el cursor de manera uniforme. Por otro lado,

el sistema graba en cinta los datos de los puntos marcados.

- c) Digitalización Foto-Eléctrica: El equipo y la técnica empleados en éste método permiten la digitalización automática de cualquier tipo de mapas y aún de imágenes directas de cuerpos reales, como en el caso de los rastreadores de percepción remota instalados en avión y en satélite. El instrumento que se emplea, el microdensitometro, es capaz de registrar variaciones mínimas en la calidad de la luz que percibe, ya por emisión de una fuente o por reflexión en la superficie a digitalizar.

En lo que al manejo de mapas se refiere generalmente se digitalizan fotografías y no los mapas mismos, para ello se emplea equipo operado por emisión de luz. Los elementos que componen al sistema son: una fuente emisora de luz, un fotosensor (con capacidad de resolución, hasta de 5 micras), un sistema de barrido de imagen y una unidad que almacena la información digitalizada. Para operarlo se calibran el emisor y el receptor para efectuar un análisis uniforme, por su parte el receptor es capaz de diferenciar cualquier variación en la intensidad, de tal modo que si se les interpone un cuerpo translúcido, por ejemplo un negativo o una diapositiva, el sensor registra la energía que pasa a través de un área elemental de este cuerpo (denominada pixel) y la cuantifica. Simultáneamente a la calificación del pixel el sistema se desplaza para repetir el proceso con el pixel adyacente y envía cada calificación a la unidad de almacenamiento en donde es grabada en cinta. Este proceso se repite así sucesivamente línea por línea hasta digitalizar toda la imagen. De este modo se obtiene un resultado similar al descrito para el método manual, pero con la ventaja de que las claves de cada pixel se asignan de manera automática.

3.3 Almacenamiento

Como se indicó anteriormente, los datos obtenidos en la digitalización electro-magnética y de la foto-eléctrica son grabados en cinta al mismo tiempo que se efectúa la digitalización, posteriormente dichos datos se almacenan en disco de donde pueden ser solicitados para su procesamiento. En el caso de la digitalización manual es necesario crear el archivo mediante la lectura de tarjetas o tecleando los diferentes registros en una terminal interactiva y así almacenarlos directamente. Cuando los archivos se encuentran en el disco se puede reformatear sus datos, modificarlos, depurarlos, o bien, se integran al conjunto regional correspondiente de planos almacenados en la Base de Datos. Por otro lado, cabe señalar que la estructura de los archivos, dependiendo de su tipo, presentan las siguientes diferencias:

- a) En los archivos de contorno, el primer registro contiene la información general de la imagen esto es: número de contornos, la magnitud, identificación del mapa, etc., a partir del segundo registro se presenta la clave de una clase y los datos del contorno que circunda la superficie identificada por dicha clase. Análogamente, en los registros subsiguientes se almacena cada uno de los contornos que conforman el mapa.
- b) En los archivos de superficie, el primer registro contiene también información general de la imagen, contiene el número de líneas y de pixels, identificación, etc., el registro siguiente contiene la clasificación o clave de clase de cada una de las áreas elementales de la primer línea digitalizada. De manera semejante, los registros posteriores almacenan

la información de la digitalización de las siguientes líneas. Debemos aclarar que el número y magnitud de los registros depende del tamaño de la imagen y de la resolución con que se registra el área elemental, por ejemplo si se digitaliza una imagen de 25 x 30 mm con resolución de 50 micras por pixel, la imagen se cubre en su totalidad con 500 líneas y 600 pixels por línea, ésto implica que la magnitud del archivo sea de 500 registros con 600 valores cada uno.

3.4 Restitución de imágenes

La principal aplicación de la digitalización de imágenes en los trabajos de planeación, es el procesamiento de las mismas con el fin de clasificar y cuantificar los diferentes elementos o clases que contiene, sin embargo, en general además de la magnitud, interesa conocer la localización de dichos elementos, en éste sentido de restitución de imágenes es tan importante como la digitalización.

En la actualidad se emplean diferentes medios para la restitución, tales como los listados de computadora, los graficadores de línea continua, la impresión en emulsiones fotográficas, o bien, desplegando la imagen a través de pantallas de televisión. En cualquiera de los casos las diferencias más importantes para adoptar cualquiera de estas técnicas depende del tipo de archivos que se maneje, por ejemplo, para archivos de contorno se prefiere emplear graficadores de línea continua, y para archivos de superficie los métodos de impresión resultan apropiados. Sin embargo, es posible implementar algoritmos que permiten desarrollar la restitución con cualquiera de estos medios.

La restitución por medio de impresiones se realiza de manera inversa a la digitalización fotoeléctrica, imprimiendo un carácter pixel por pixel, como si se tratara de una imagen formada a base de pequeños mosaicos. Al referirnos aquí a impresiones, se abarca listados de computadora, fotografías y desplegados en pantalla; al mencionar "carácter de impresión" nos referimos a una letra u otro signo de impresora y también a un "mosaico elemental" de color para el caso de la fotografía y de la pantalla de televisión.

Los graficadores de línea continua prácticamente obligan a trabajar con archivos de contorno, debido a que el trazo de dibujos se realiza mediante la combinación de desplazamientos perpendiculares entre sí de una plumilla y del papel mismo de acuerdo con las coordenadas que analiza el procesador. Durante la restitución además de la generación de contornos, se tiene la posibilidad de sombrear las superficies contenidas por ellos, lo cual puede ser aprovechado como apoyo en la ejecución de operaciones gráficas. Para poder generar contornos perfectamente cerrados, es necesario que la serie de coordenadas se inicie y concluya con las de un mismo punto.

3.5 Operaciones Gráficas

En planeación regional frecuentemente se definen nuevos planos superponiendo para ello, diversos mapas temáticos de una misma región, y seleccionando sobre un mapa principal las zonas que, además de presentar las clases requeridas cumplen con los requisitos deseados respecto de los mapas restantes, es decir, se realiza una nueva configuración con base

en la discriminación de las características deseadas de la región. Es por ello que la implementación de algoritmos que ejecutan composiciones u operaciones gráficas resultan de gran valía y hacen aún más poderosas las Bases de Datos.

Para hacer una composición con los mapas almacenados en estos sistemas es necesario que los mismos sean compatibles, esto es: deben corresponder a una misma localidad; no presentar distorsiones, ni translaciones, ni rotaciones entre ellos. Finalmente, los archivos por emplear deben ser de un solo tipo (de contornos, o de superficie).

Con objeto de salvar estos obstáculos se han empleado funciones de correlación de varias variables, con las cuales se ajustan las figuras entre sí, en tanto que los archivos se pueden transformar de uno a otro tipo.

A continuación se presenta el desarrollo de las operaciones gráficas a partir de mapas almacenadas en los distintos tipos de archivos.

- a) Operaciones con Archivos de Contorno: Como se ha mencionado con anterioridad, los sistemas de las Bases de Datos continúan en desarrollo recibiendo adiciones y modificaciones, muchas de ellas son aparentemente poco importantes, pero de hecho, resultan absolutamente necesarias. En esta sección se presenta a manera de ejemplo, la simplificación de las hipótesis que se aplicaron en un principio al ejecutar operaciones o composiciones, así como las modificaciones que esencialmente han mejorado tales procesos.

Sean las fronteras "A" y "B" de dos cuerpos o clases que se desean procesar, Figs. (3.1.a) y (3.1.b), lo primero que hace el sistema es definir los puntos que se resultan comunes y localiza un punto en "A" que sea externo a "B". En el caso de la intersección, Fig. (3.2.a), empieza a "recorrer" el contorno "A" hasta encontrar el Punto P_1 , a partir de dicho punto empieza a copiar a un nuevo archivo, las coordenadas de los puntos que definen a "A". Continúa así hasta alcanzar el punto P_2 desde donde, las coordenadas que graba son las correspondientes al lindero "B". La operación concluye cuando nuevamente es alcanzado P_1 , y el archivo de resultados se puede accesar posteriormente para ejecutar una restitución o una nueva composición.

En el desarrollo de la unión, Fig. (3.2.b) y de la diferencia, (Fig. 3.2.c), se siguen procesos análogos, sin embargo, en estas operaciones el cambio de contorno se produce de inmediato sobre P_1 , y de este modo se almacena primero las coordenadas del lindero "B". Cuando en el recorrido se alcanza P_2 , se retoma y se copian los valores del contorno "A". En la diferencia se presenta además otra salvedad; el recorrido se hace con sentido contrario al de las manecillas del reloj.

En la práctica se encontraron casos particulares en los que tales procedimientos producen resultados erróneos; cuando ambos contornos tienen un lado en común o cuando existe tangencia entre ellos.

Otra técnica que ha mostrado mejores resultados es la desarrollada por el Dr. Juan Francisco Corona B. del Centro Científico I.B.M., quien hace las consideraciones siguientes:

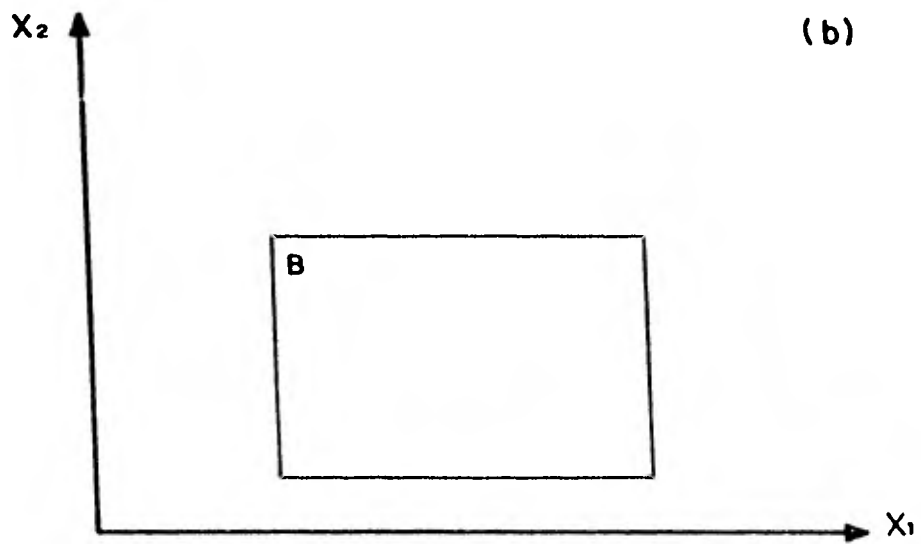
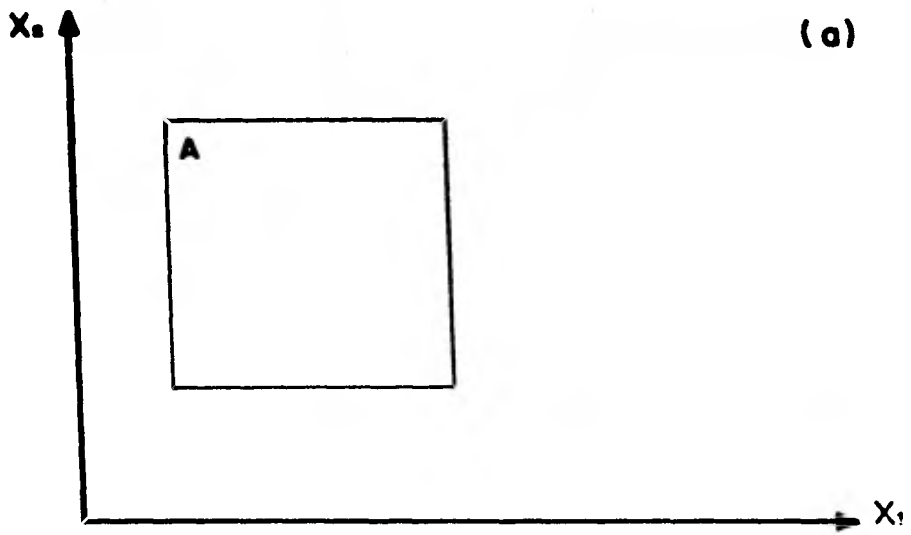


Fig. (3.1) CONTORNOS

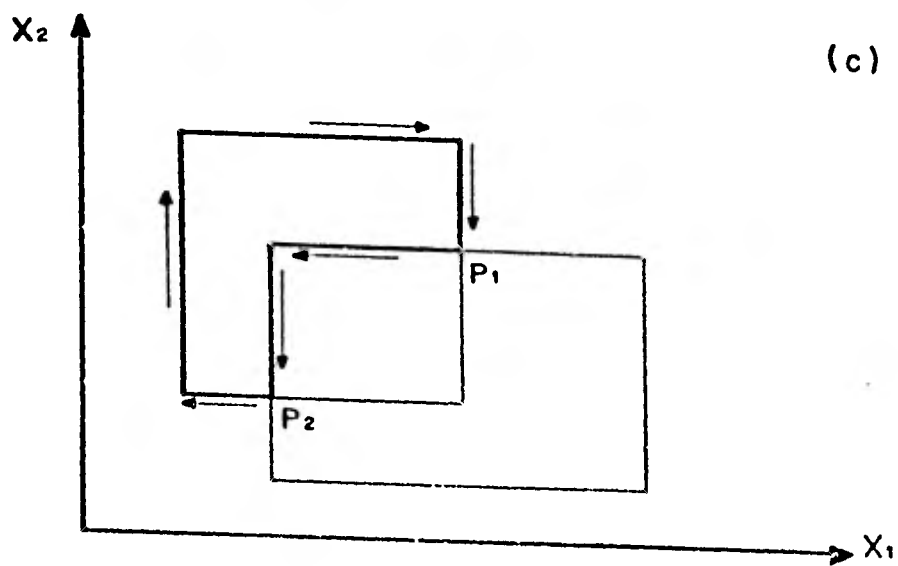
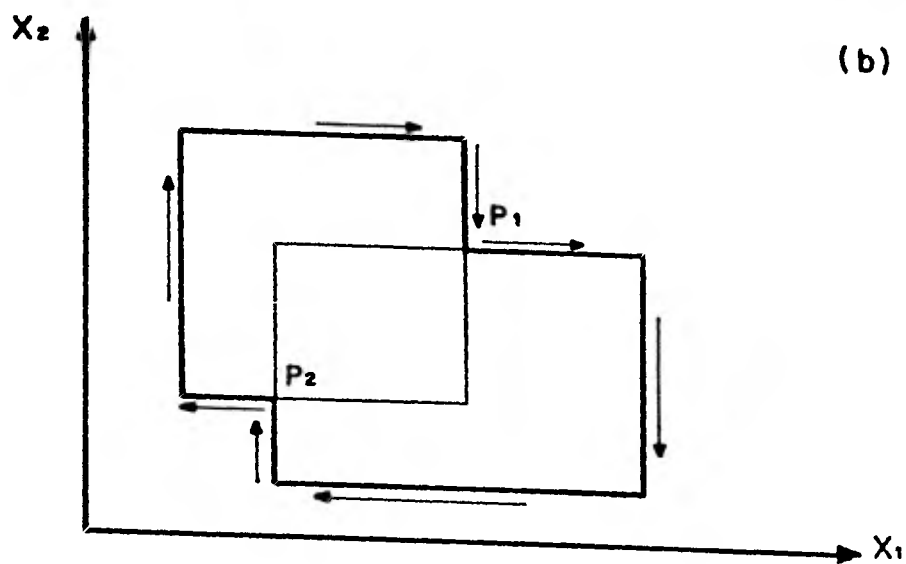
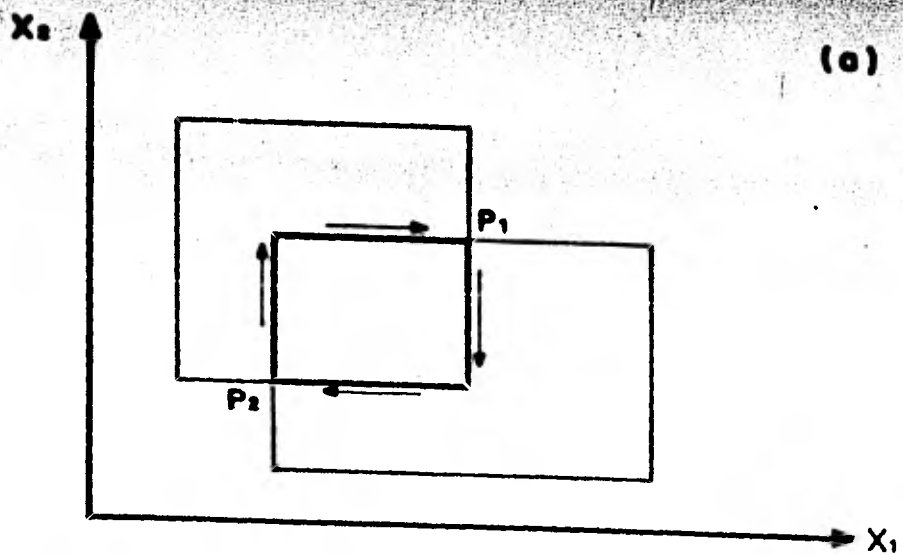


Fig. (3.2) OPERACIONES GRAFICAS
 (a) Intersección , (b) Unión , (c) Diferencia

- "Se denominan recorridos positivos a aquellos que muestran el interior de un contorno a la izquierda del recorrido"
- "El recorrido del primer contorno ("A"), se debe hacer a partir de un punto que resulte interno al segundo lindero"
- "La intersección se obtiene siguiendo recorridos positivos por los lados que definen los máximos ángulos externos" (Fig. 3.3.a).

Por extensión, la unión se puede obtener siguiendo recorridos positivos por aquellos lados que forman los mínimos ángulos externos, (Fig.3.3.b). En la ejecución de la diferencia, es preciso iniciar el recorrido en un punto externo al segundo contorno (Fig. 3.3.c), y considerar nuevamente la formación de ángulos externos máximos.

Operación con Archivos de Superficie

Antes de procesar este tipo de archivos, es necesario escalarlos y depurarlos, es decir, si en su digitalización los pixels se tomaron con distintas resoluciones, entonces la magnitud y el número de sus registros es diferente, por ello deben adecuarse antes de operarlos. Esto se puede hacer insertando pixels adicionales sobre la imagen de menor resolución, o por compactación del archivo mayor. En ambos procesos se emplean técnicas estadísticas que consideran la moda o clase que predomina en el entorno del pixel que se redefine.

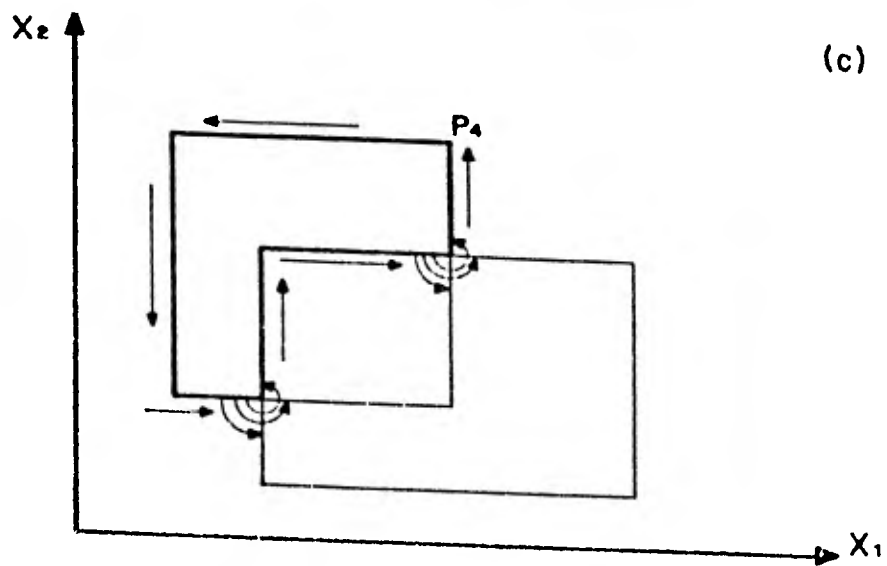
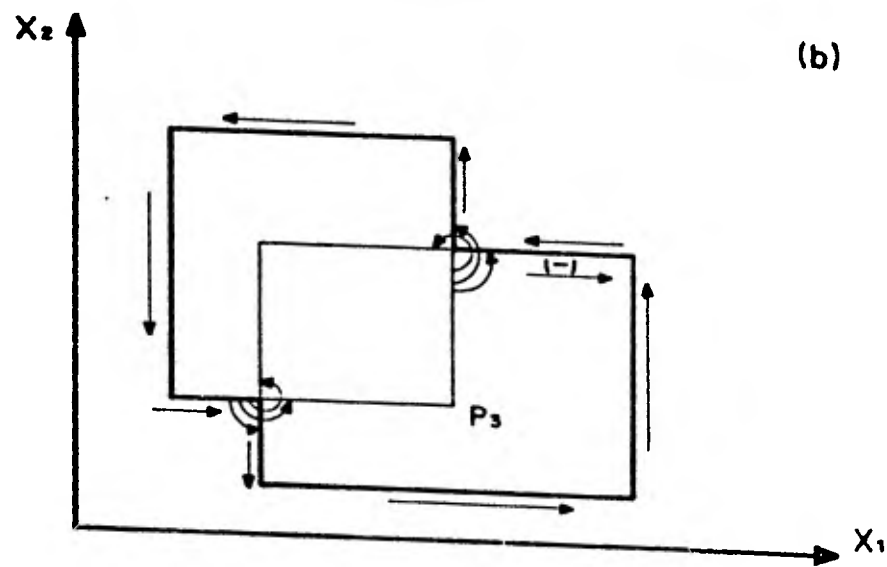
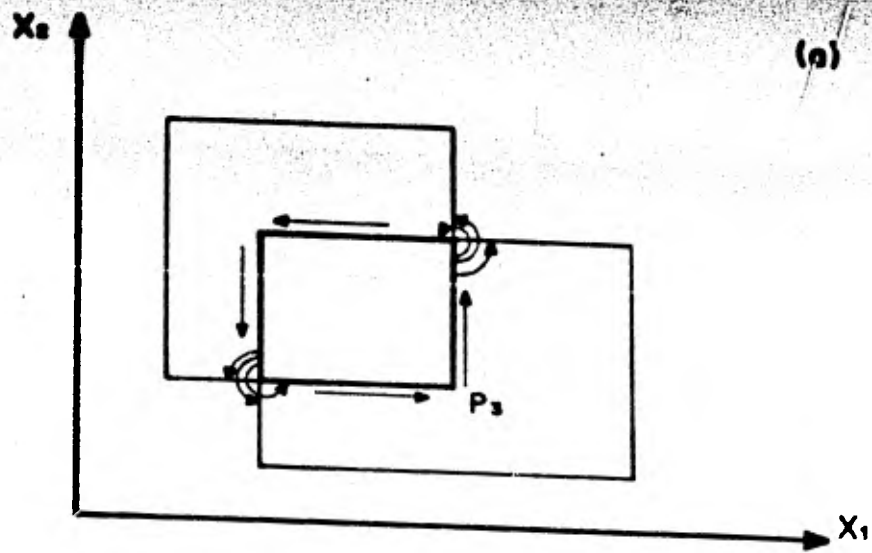


Fig. (3.3) OPERACIONES GRAFICAS, APLICACION DEL ANGULO EXTERNO

Posteriormente a su homogenización los archivos se almacenan en forma definitiva e integran en el sistema un conjunto regional de imágenes.

Para una mejor explicación tomemos una vez más como ejemplo las figuras (3.1.a) y (3.1.b), empleando la técnica de los archivos de superficie una digitalización sencilla corresponde a la asignación de "unos" para los pixels internos a los contornos, y de "ceros" (o "blanco") para los externos, tal y como se muestra en las figuras (3.4.a) y (3.4.b). De acuerdo con esas figuras, ambos archivos tendrán registros con valores o claves. Cuando se solicita la composición de éstos archivos, el sistema lee de ambos, registro a registro, las claves almacenadas y las compara; y en un nuevo archivo graba las claves que de acuerdo con la operación solicitada resulten convenientes.

De este modo, para ejecutar una intersección, se almacenará "cero" en el nuevo archivo, si a lo menos existe cero en una localidad correspondiente de un original, y se graba "uno" cuando ambos contienen "unos", Figura (3.5.a).

En la unión, se almacenan "unos" cuando en los originales al menos una clave es igual a "uno", Fig. (3.5.b). Y para la diferencia se almacenan, cuando unicamente en el primer archivo aparecen "unos", Figura (3.5.c).

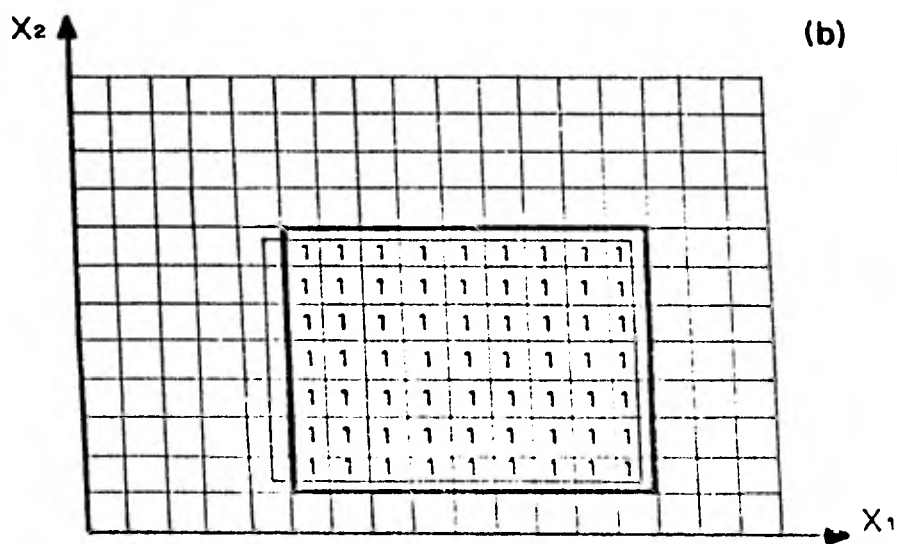
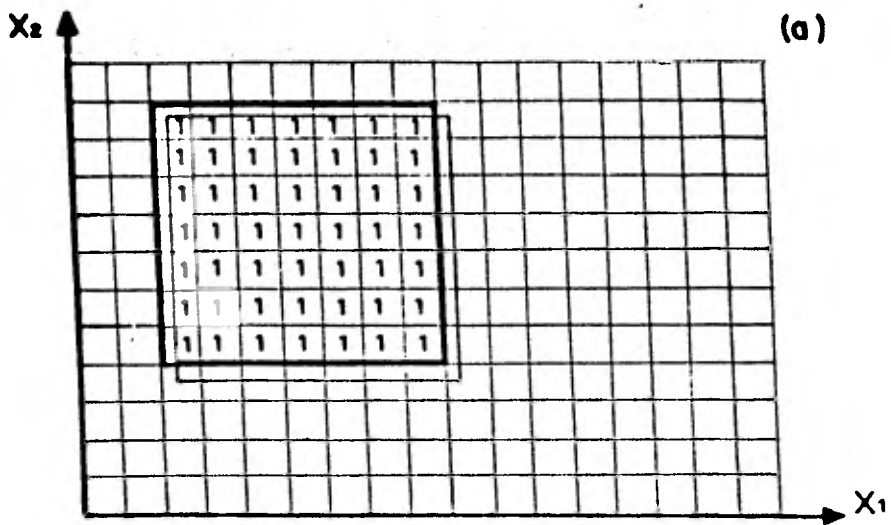


Fig. (3.4) DIGITALIZACION POR CLASIFICACION DE PIXELS

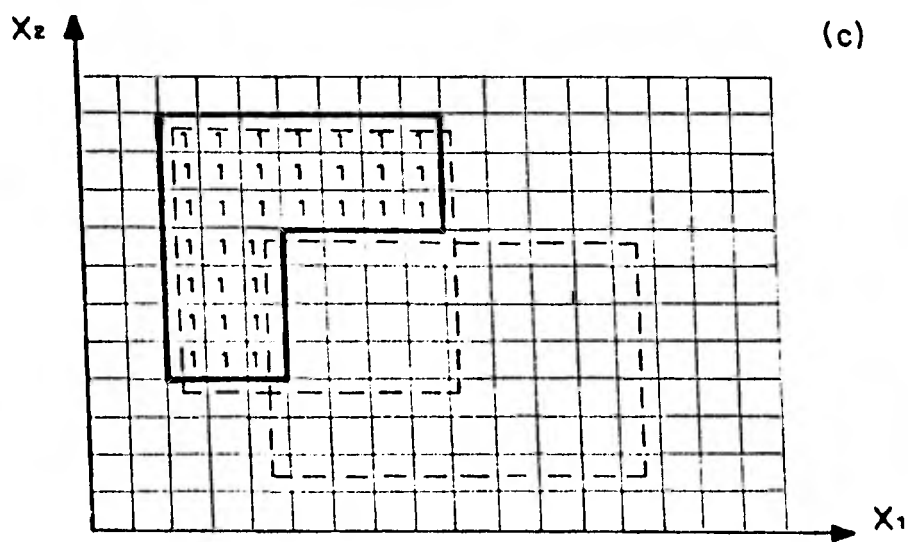
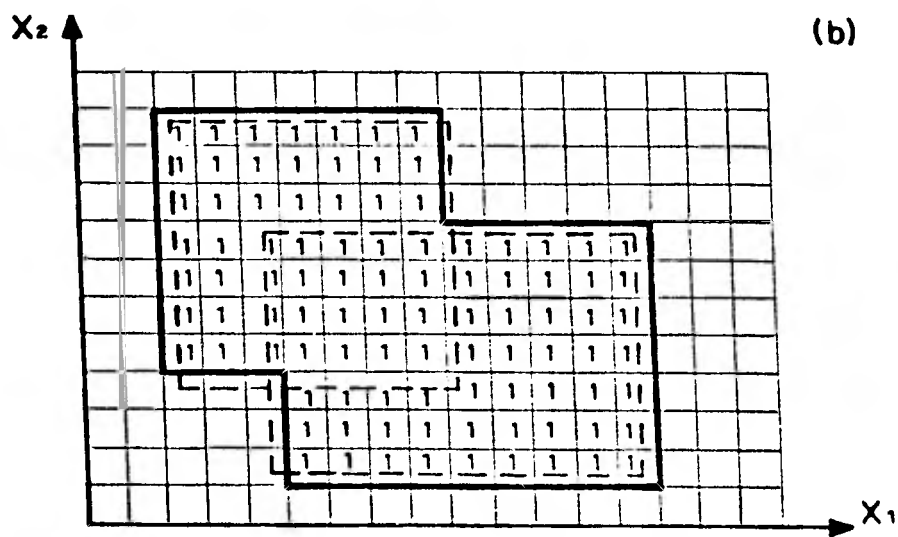
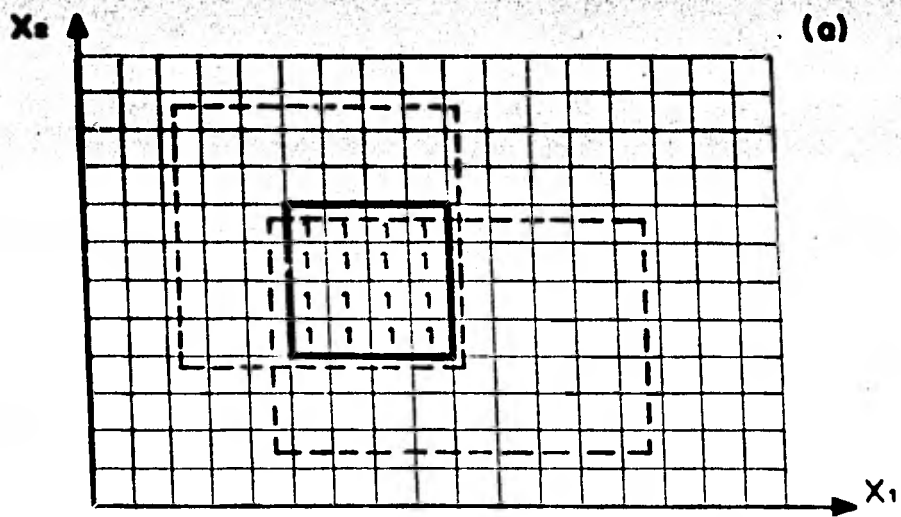


Fig. (3.5) COMPOSICION DE ARCHIVOS DE SUPERFICIE

CAPITULO 4

DEFINICION DE LA VOCACION DEL SUELO

Con el propósito de establecer un marco de referencia que sirva para presentar un ejemplo de aplicación, en este capítulo se muestra de manera resumida, la metodología empleada por la CPNH para determinar la vocación del suelo según su uso más productivo.

El procedimiento general se ilustra en la Figura 4.1, en donde se tiene que, por un lado, de los estudios de uso potencial del suelo se obtiene la superficie que cuenta con potencial agrícola, la cual se compara con la infraestructura hidroagrícola actual, logrando con ello identificar el área con buen potencial agrícola fuera de las zonas de riego, a partir de ese resultado y de la información climática se elabora un estudio agroclimatológico.

El estudio agroclimatológico tiene por objeto precisar cuales de las superficies aptas para el cultivo podrían prosperar de temporal y en que superficies sería necesario el riego. El procedimiento que se sigue en este estudio, parte de una regionalización del Estado por analizar, realizada con base en las condiciones climáticas y el patrón de ocurrencia de la lluvia. A continuación se efectúa un balance de la humedad del suelo a nivel mensual que toma en cuenta el comportamiento de la lluvia, las características de los cultivos establecidos en las distin

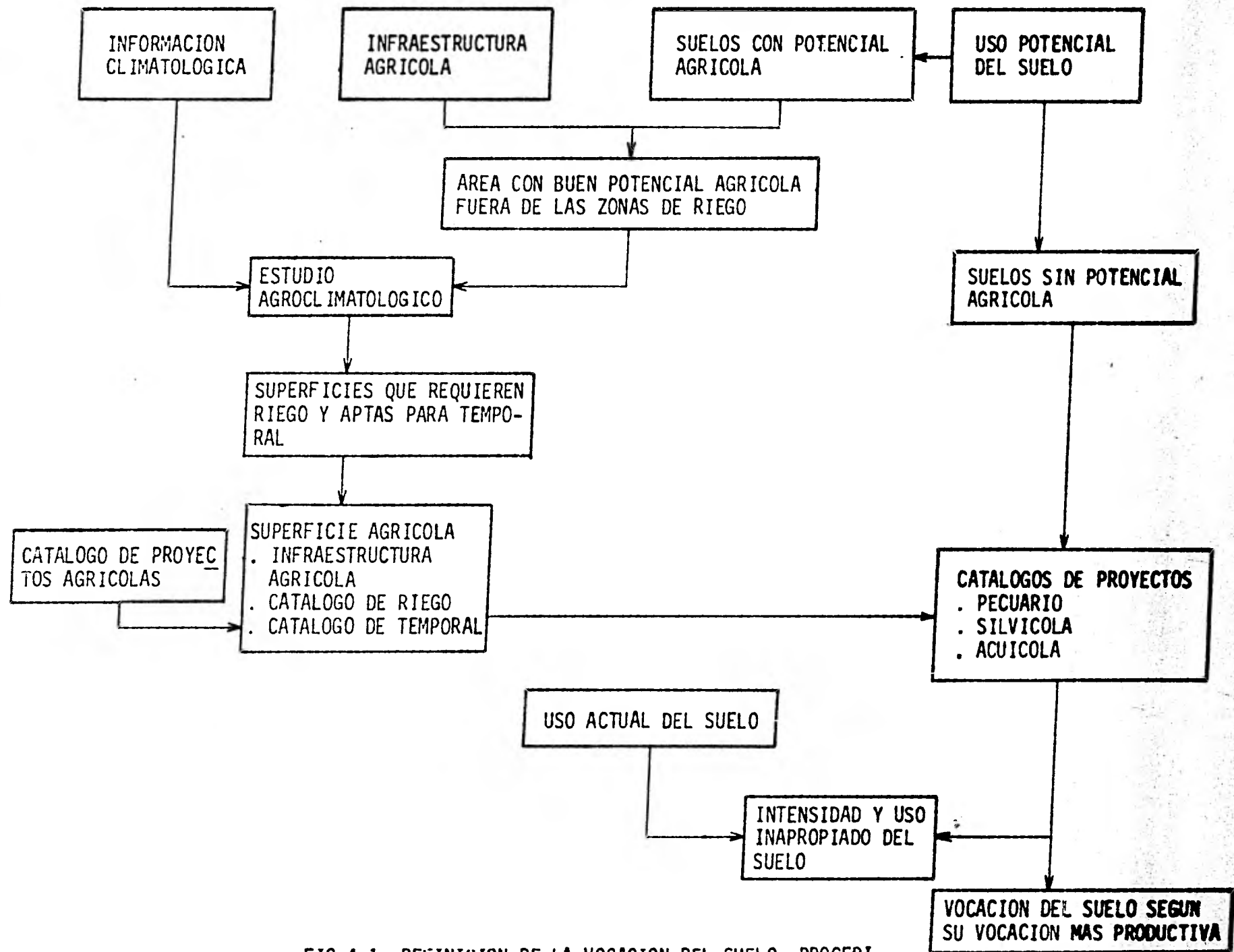


FIG.4.1 DEFINICION DE LA VOCACION DEL SUELO. PROCEDIMIENTO GENERAL.

tintas regiones, así como la cantidad de humedad aprovechable por las plantas que las unidades de suelos identificadas pueden retener y proporcionar a las mismas.

Como hipótesis se acepta que cada estación climatológica donde se establece el balance, es representativa de un área de influencia obtenida según los polígonos de Thiessen. Como resultado de recorridos de campo, se identifican las áreas que actualmente tienen mejores condiciones de producción y productividad; ligando esta última información con los balances de la humedad del suelo, se eligen las estaciones climatológicas que, en cada región, representan las condiciones de buen temporal. Estos balances sirven de base para compararlos con los obtenidos en las otras estaciones, suponiendo que aquellas estaciones donde el balance es mejor o igual que el de la estación base, tendrán buenas condiciones de temporal. Por el contrario, las estaciones que resulten con un balance inferior que el de la estación base, tendrán menores posibilidades de buen temporal, llegando incluso a requerir de auxilio o riego total a efecto de que prospere una agricultura económicamente productiva.

El resultado del estudio agroclimatológico permite definir la superficie potencial agrícola del Estado, identificando las áreas que requieren riego y aquellas donde es posible la agricultura de temporal.

La comparación del resultado anterior con la información contenida en los catálogos de proyectos agrícolas, hidroagrícolas y de temporal, permite conocer en que parte de la superficie apta para el cultivo existen proyectos y plantear nuevos en el área restante, con lo cual se

retroalimenta a los catálogos de proyectos agrícolas. Otro resultado que se obtiene es la identificación de áreas con buen potencial agrícola y malas condiciones de temporal sin posibilidad de riego, mismas que de acuerdo con este procedimiento se contabilizan como áreas con mejores posibilidades para la ganadería.

Por otra parte, en las superficies con suelos sin potencial agrícola se delimitan primero las que tienen potencial pecuario y con ellas se integra un nuevo catálogo de proyectos ganaderos, con una concepción similar a las carteras de proyectos hidroagrícolas. Después con el área sin potencial agropecuario también se integra un nuevo catálogo de proyectos silvícolas. Por último en los cuerpos de agua se propone proyectos de acuacultura que en forma similar se agrupan en otro catálogo nuevo.

El estudio de uso actual del suelo se compara con la propuesta de proyectos agropecuarios, silvícolas y acuícolas con el fin de obtener la intensidad con que se usa el suelo en estas actividades en el Estado y a la vez detectar los casos en que se haga un uso inapropiado del suelo, por no corresponder el aprovechamiento actual con su uso potencial.

Finalmente se integran la infraestructura agrícola, y los catálogos agropecuarios, silvícolas y de acuacultura para obtener una ordenación del suelo según su vocación más productiva.

El marco socioeconómico del Estado se establece mediante el estudio de tipología de productores con base en la información del censo de población de 1970.

Con el fin de uniformizar los resultados de distintos estudios se selecciona como escala única de presentación, la de 1:500 000, aunque durante el desarrollo de los trabajos se usan escalas menores, normalmente 1:250 000. Con relación al uso actual se hace una verificación aérea y terrestre del plano elaborado por esta Secretaría. Para el uso potencial del suelo se integra a escala 1:500 000, los planos que ha elaborado la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, de la Secretaría de Programación y Presupuesto; así como los realizados por esta Comisión, en 1976, a escala 1:1 000 000 y los elaborados en 1979 a escala 1:250 000.

CAPITULO 5

EJEMPLO DE APLICACION

En este capítulo se refieren experiencias, se describen procedimientos seguidos y se muestran algunos de los resultados obtenidos de la aplicación de la Base de Datos a un proyecto de agricultura de temporal. Dicho proyecto se estructuró siguiendo la metodología mostrada en el capítulo IV y con base en la información obtenida en el Catálogo de Proyectos de Temporal de la C.P.N.H.¹.

El documento citado reporta las condiciones que prevalecen a nivel nacional para la agricultura de temporal, así como las características generales de los cultivos, clima y suelo; además integra los conceptos vertidos en otros documentos^{2,3,4} e identifica diversas zonas del país como prioritarias para desarrollar estudios más detallados y, si así lo conviene, orientarlas hacia la explotación agrícola mediante prácticas de temporal tecnificado. Fig.(5.1).

-
- 1/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Catálogo de Proyectos de Temporal". (Documento Interno, Zona Golfo y Sureste).
 - 2/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Funciones de Producción de los Cultivos". (Documento Interno, Zona Golfo y Sureste).
 - 3/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Disponibilidad de Agua Superficial". (Documento # 2 de Publicaciones CPNH).
 - 4/ Varios Autores. Diversos Estudios de Uso Potencial del Suelo en México.

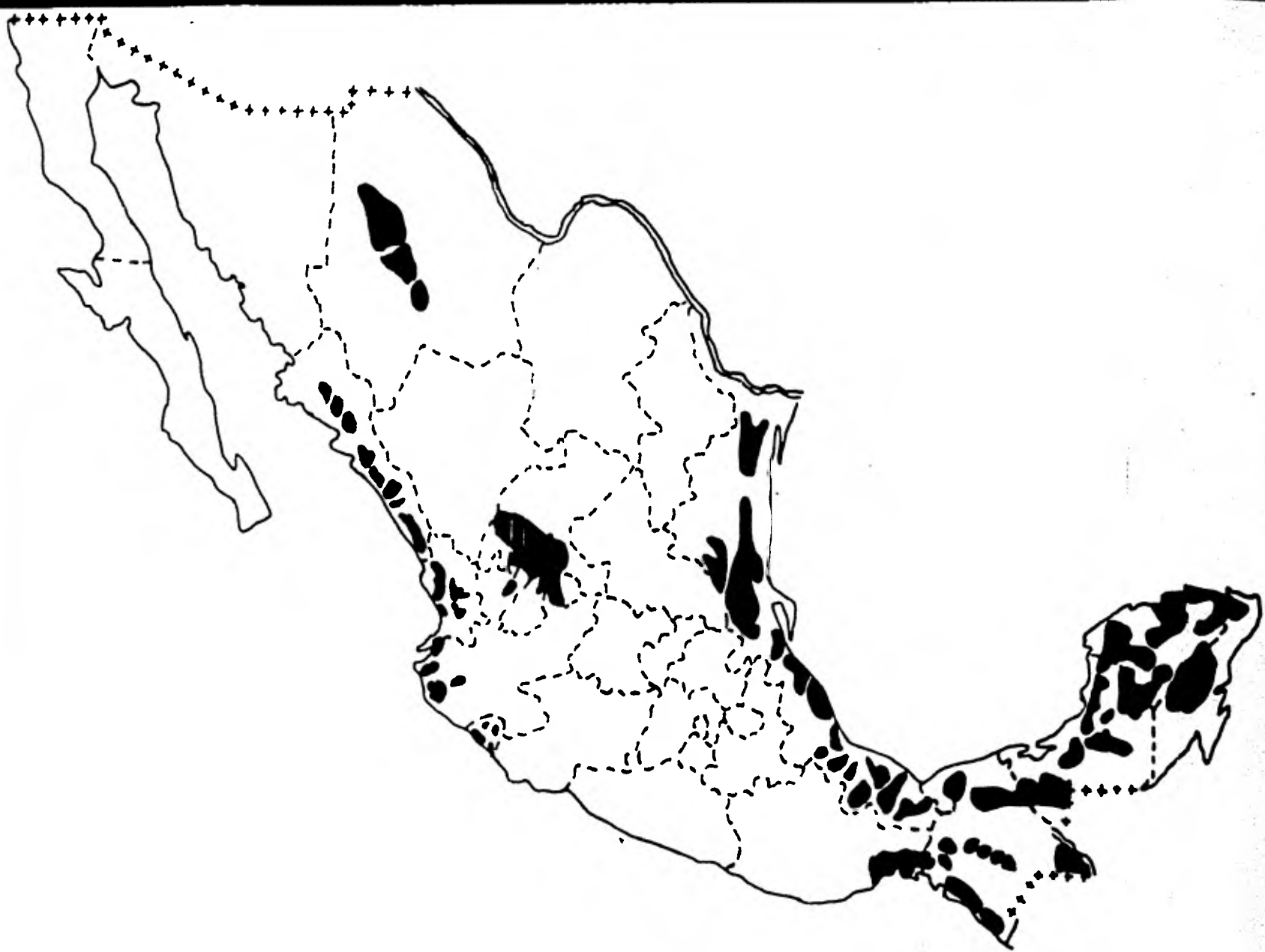


FIGURA (5.1) REGIONES FACTIBLES DE DESARROLLAR AGRICULTURA DE TEMPORAL

Aquí cabe mencionar como antecedente que de las zonas mostradas se eligieron dos para desarrollar estudios piloto y determinar la metodología con que habrán de ser analizadas las zonas restantes. De este modo se seleccionó la región de Tamaulipas y el sur de Veracruz como prototipos de zonas semiáridas y tropicales húmedas, respectivamente.

El estudio de Tamaulipas se desarrolló en varios niveles de detalle y superficie, mismos que fueron procesados manualmente obteniéndose resultados exitosos^{5,6,7}, ante los cuales se decidió a emprender por partida doble el estudio del sur de Veracruz. Dicho estudio se siguió por un lado con el procesamiento manual y por otro, se aplicó la Base de Datos a las mismas tareas con el propósito de establecer un procedimiento dinámico.

Así se crearon y almacenaron relaciones con datos socioeconómicos y se digitalizaron varios mapas (tarea que en ese momento se encontraba aún en experimentación). El objetivo trazado inicialmente fué la definición del mapa de Uso Potencial del Suelo de la zona en estudio, con este fin se digitalizó, clasificó y almacenó, los mapas de: unidades del suelo, rangos de pendiente y riesgo de erosión, y adicionalmente los de municipios y de isoyetas medias anuales.

5/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Estudio de la Cuenca del San Fernando, Tamaulipas". (Documento Interno Zona Golfo y Sureste).

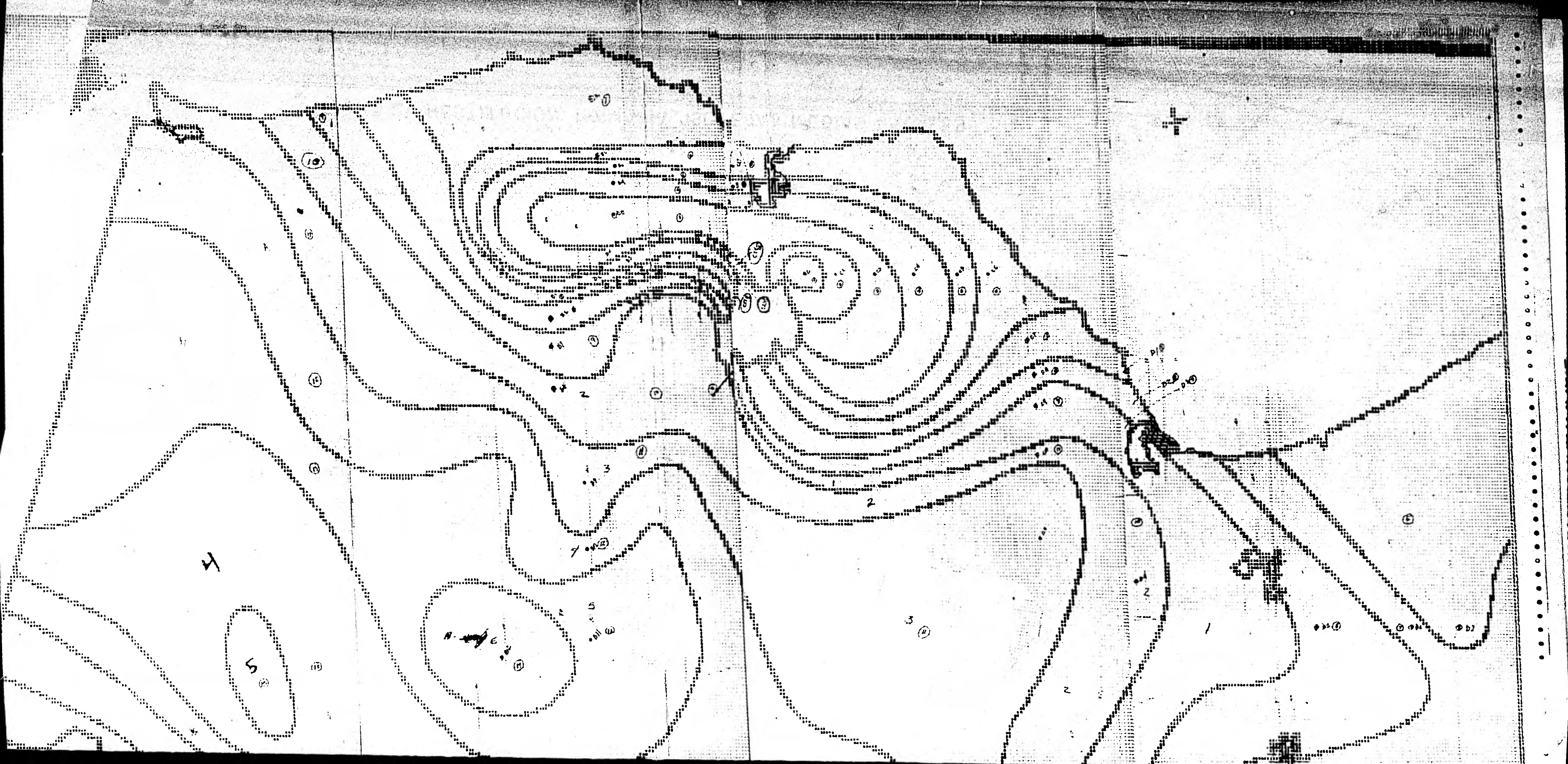
6/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Estudio de Tamaulipas Norte". (Documento Interno Zona Golfo y Sureste).

7/ Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. "Integración de Catálogos de Proyectos para el Estado de Tamaulipas". (Documento Interno Zona Golfo y Sureste).

Para procesar estas imágenes se fotografiaron los correspondientes mapas a escala 1:500 000, empleando película en blanco y negro, aquí se trató de obtener imágenes binarias, es decir sin matices de gris. Los negativos obtenidos, de 25x30 mm, se digitalizaron a razón de 50 micras por pixel, lo que equivale a una resolución real aproximada de 0.8 Km² por pixel. Como paso previo a la clasificación de una imagen, es necesario efectuar una restitución primaria a base de contornos con el fin de depurarlos, Fig. (5.2), a continuación se clasifica el área circunscrita por cada contorno, se alimenta el sistema con estos datos y se efectúa el rellamamiento de los contornos con sus clases correspondientes, y finalmente, después de verificar la clasificación mediante una restitución de clases, se calcula un factor de conversión pixel-área y éste conjuntamente con la imagen clasificada son integrados a la Base de Datos. Fig. (5.3).

Sin embargo dado el volumen de trabajo, la premura del proyecto y el avance logrado mediante el procedimiento manual, se decidió cancelar el primer objetivo y partir de la integración de mapas de uso potencial definidos manualmente. Fig. (5.4).

Dado que la siguiente etapa de análisis requiere de la intersección de los mapas de uso potencial del suelo con los de uso actual, se procedió a digitalizar éste último siguiendo el método empleado con anterioridad, sin embargo, tras de realizar varios intentos se concluyó que prácticamente era imposible depurar y clasificar adecuadamente dicho mapa, esto, debido a que no obstante presentar tan solo cuatro clases diferentes, está integrado por innumerables cuerpos pequeños que sobresaturan la restitución primaria.



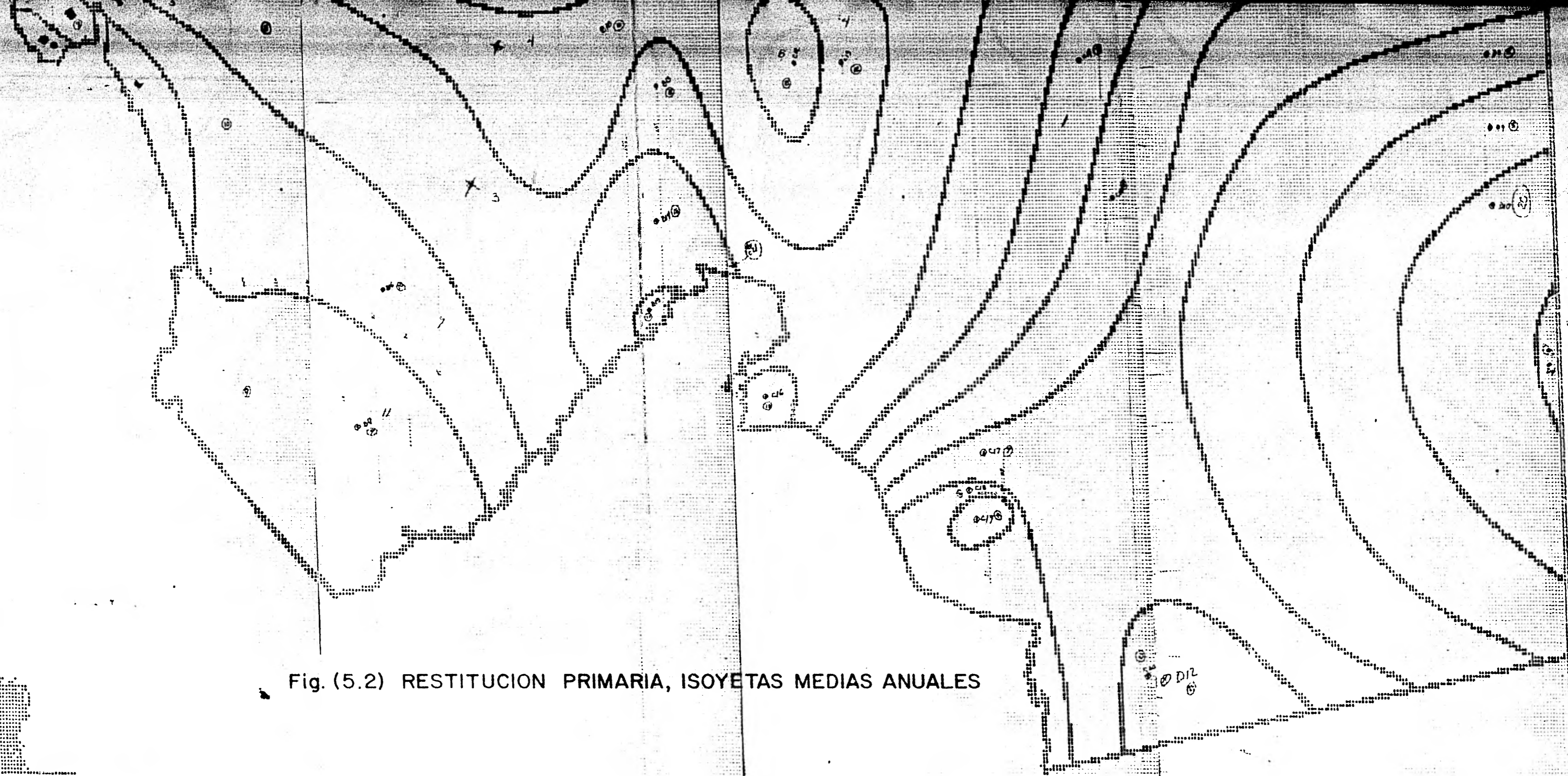


Fig. (5.2) RESTITUCION PRIMARIA, ISOYETAS MEDIAS ANUALES

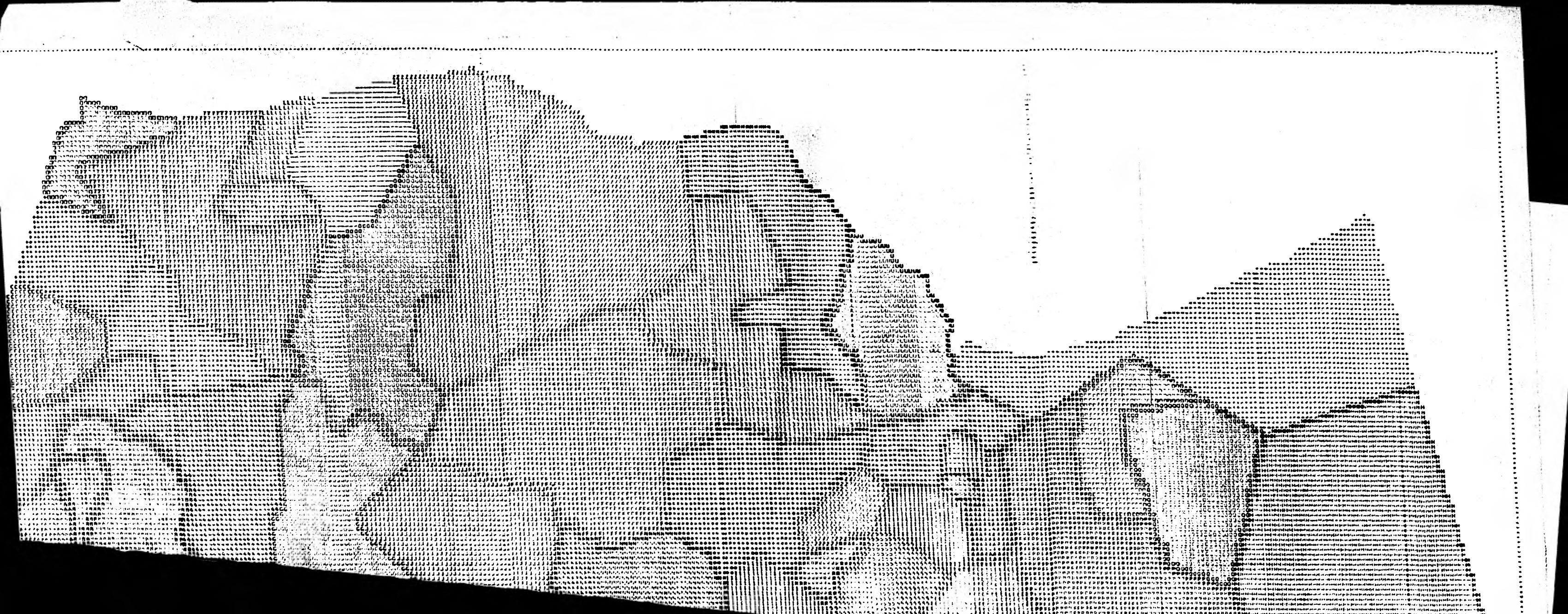
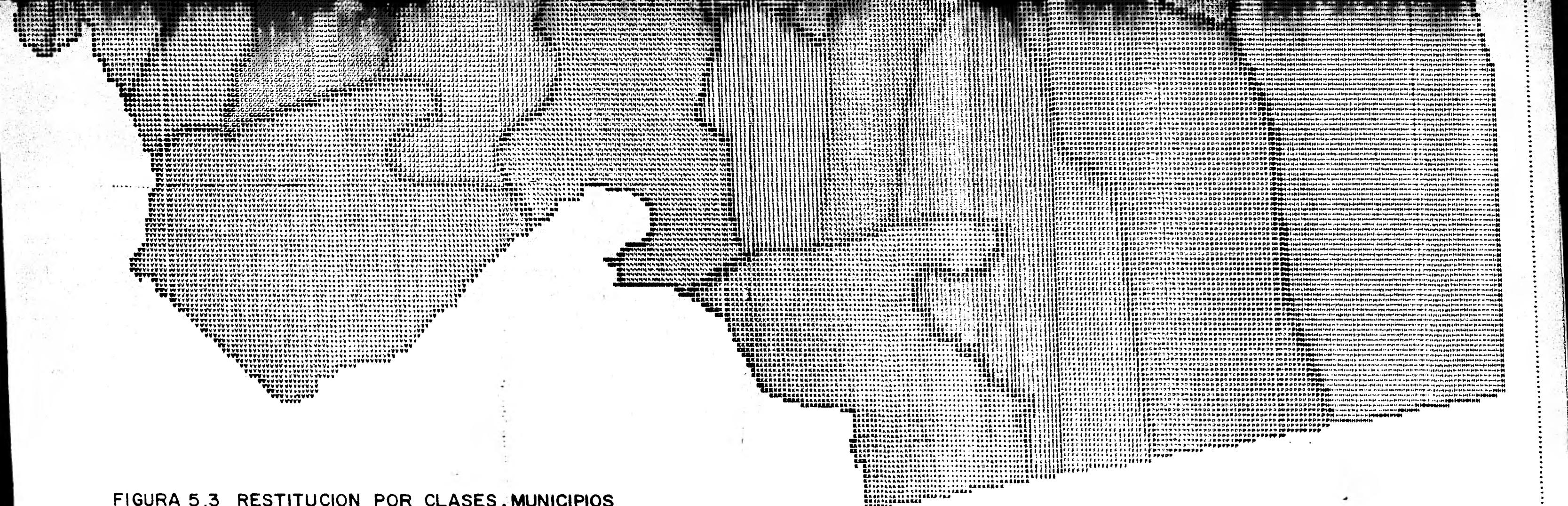


FIGURA 5.3 RESTITUCION POR CLASES, MUNICIPIOS



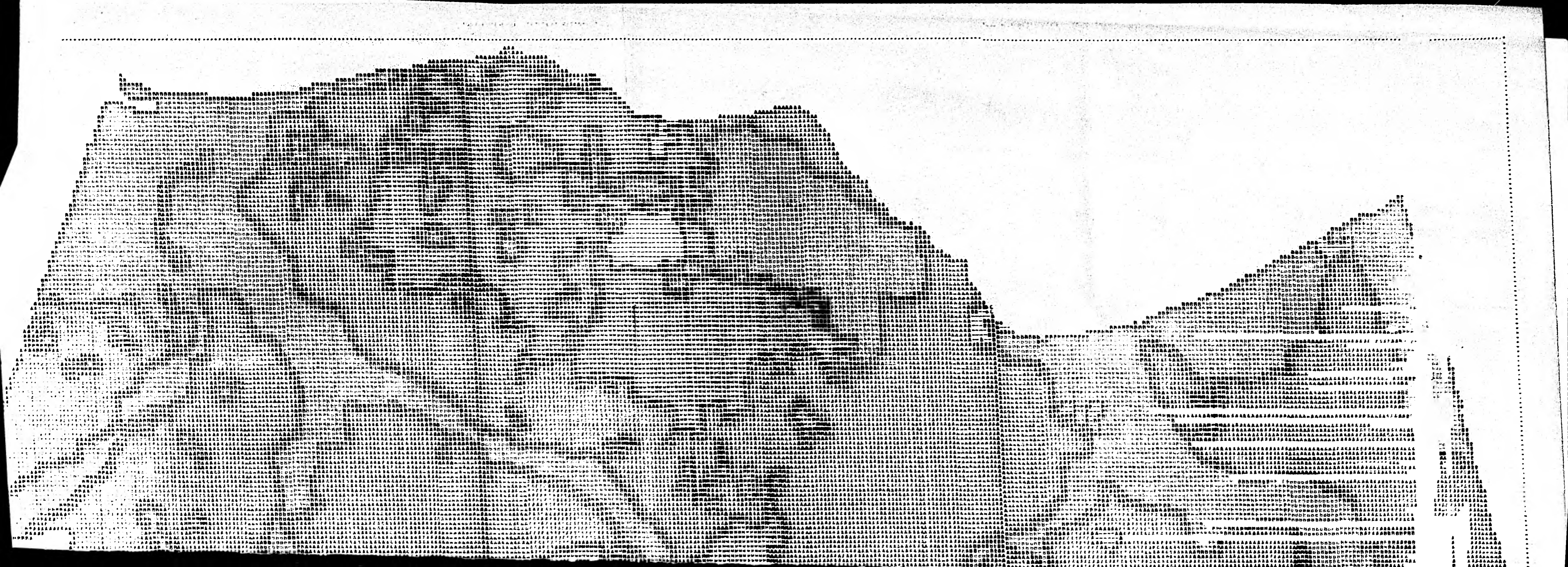




Fig. (5.4) USO POTENCIAL DEL SUELO

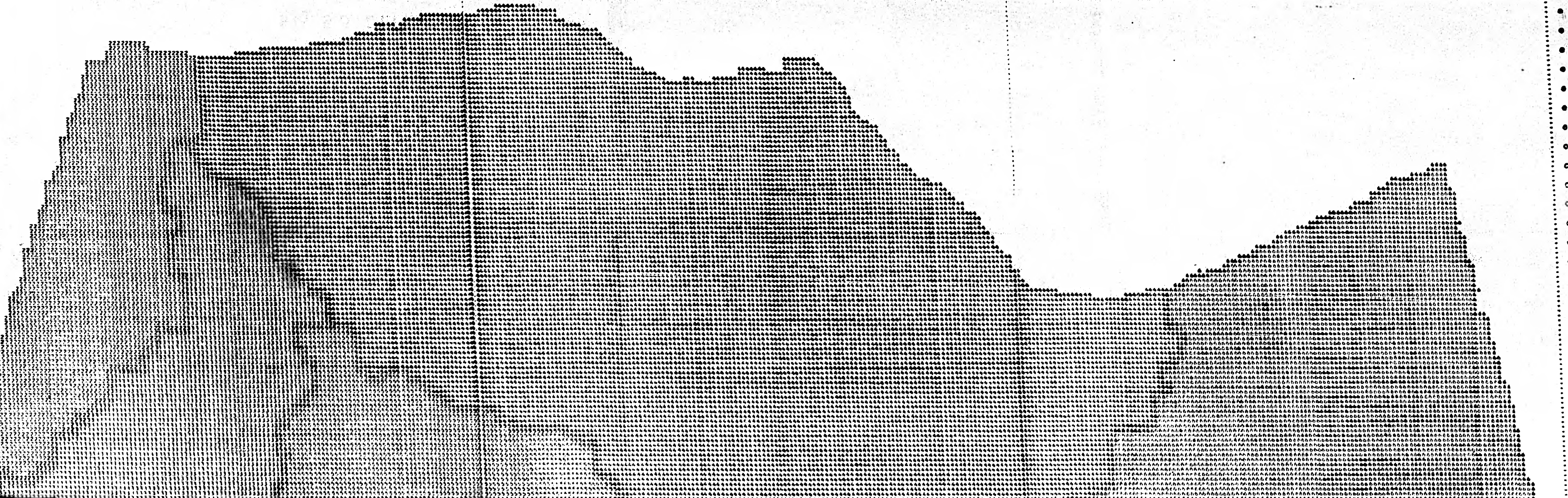




Fig. 5.5 DEFINICION DE ZONAS O PROYECTOS

This block contains a series of lines of text, which appear to be a continuation of the data or a legend for the figure. The text is dense and consists of many lines of small characters, possibly representing a binary or categorical data set. The lines are arranged in a roughly rectangular block on the right side of the page.

La certeza de encontrar otros mapas igualmente complicados obligó a postergar una vez más el proyecto y se optó por abordar nuevas técnicas de procesamiento de imágenes y para aplicaciones más generales.

Un método consistió en dividir la gran zona en cinco partes, las cuales se procesarían por separado y al final se les uniría para reintegrar la zona de estudio. Fig. (5.5). De las subzonas mostradas se seleccionó primeramente la que está sombreada con el signo " ", denominada "Rodríguez Clara", ya sobre ésta se hizo una simplificación adicional, se dividió el mapa de uso actual en tres mapas, cada uno contendría una clase y el complemento de la misma. Con este tipo de mapas se persiguió clasificar únicamente los complementos y se buscó que las clases de interés se resolvieran automáticamente por circunscripción de su complemento. Fig. (5.6). Posteriormente se unirían las tres clases así definidas y quedaría aún un complemento restante el cual define a la cuarta clase.

En combinación con el procedimiento referido anteriormente se modificó la digitalización, así, con el fin de amplificar detalles se efectuaron digitalizaciones con resoluciones de 25, 10 y hasta 5 micras por pixel. Otra técnica consistió en digitalizar los mapas a partir de copias electrostáticas en acetato con dimensiones de 9x9 cms. Aún y cuando ambos métodos obligaron a modificar programas originales debido a la necesidad de soportar un mayor volumen de información, y a generar otros que compatibilizaran resoluciones diferentes, el método de copiado electrostático requirió un algoritmo adicional cuya función es compensar la distorsión inducida por el copiado. Fig. (5.7).

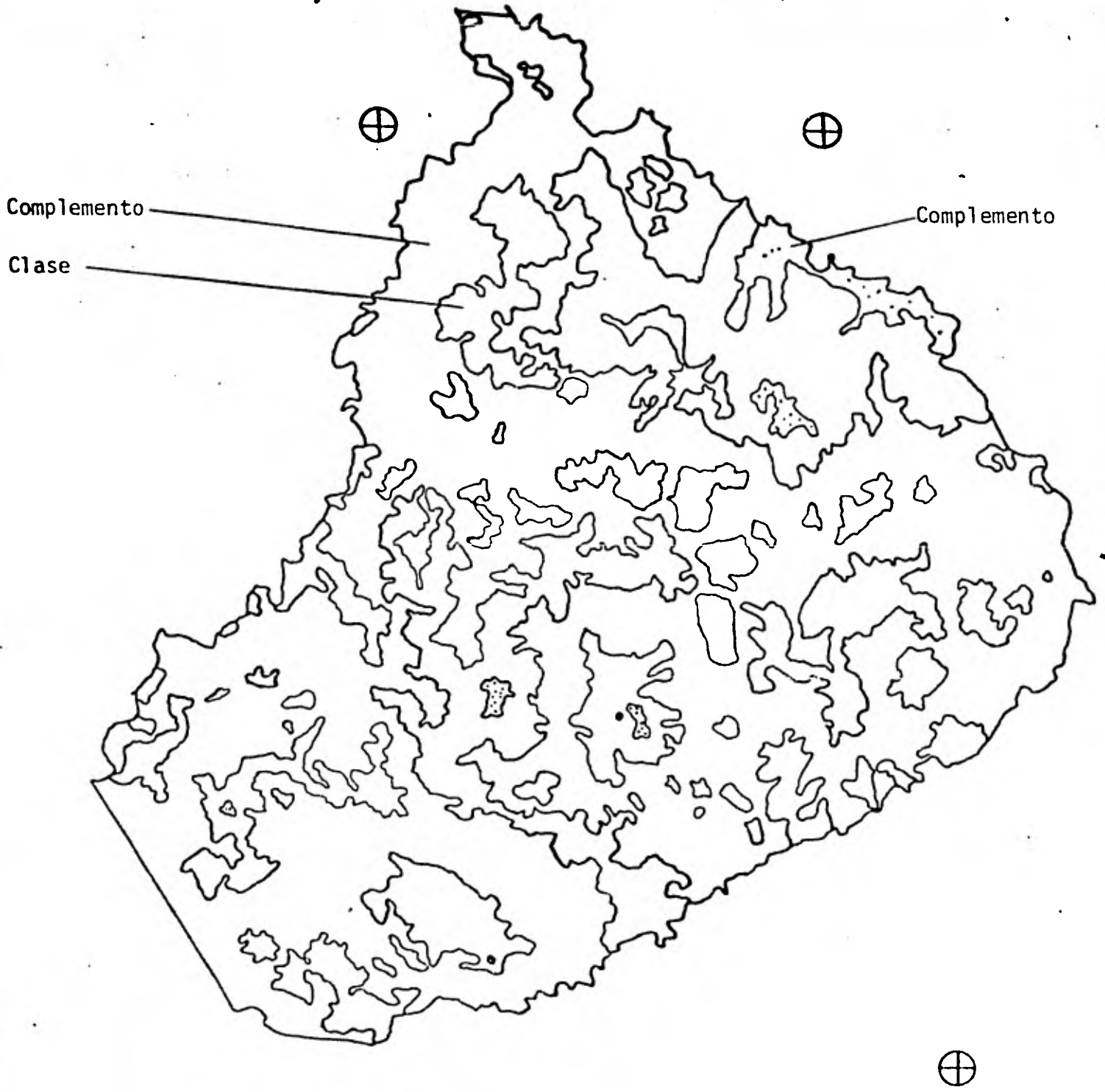


FIGURA 5.6 TEMPORAL Y SU COMPLEMENTO

Se desarrollaron más procedimientos, tales como los que permiten llevar a cabo depuraciones y clasificaciones interactivas, con despliegue de imágenes en monitores de televisión, y que resultan bastante ventajosas. Sin embargo, el último método que se ha ensayado, y que describiremos a continuación, ha resultado más poderoso aún por efectuar clasificaciones directas en forma semiautomática y a nivel de pixel.

Para este procedimiento se requiere una diapositiva en color del mapa en estudio, para su digitalización se aplican filtros de color y diferencia de los otros métodos en que se obtiene un archivo único, aquí se obtienen varios, correspondiendo cada archivo de datos a un filtro aplicado.

La tarea de los filtros es descomponer el color que presenta cada pixel, en colores básicos (verde, azul y rojo) y registrar la cantidad de luz captada en la longitud de onda del color analizado.

Los archivos múltiples se procesan simultáneamente siguiendo una rutina semejante a la empleada para el análisis de imágenes de satélite, con la única diferencia entre éstas, que mientras las imágenes de satélite abarcan longitudes de onda que van del infrarrojo lejano o térmico, al ultravioleta, nuestros registros se restringen únicamente al rango visual del espectro, de hecho en un principio se emplearon los mismos programas para su procesamiento.

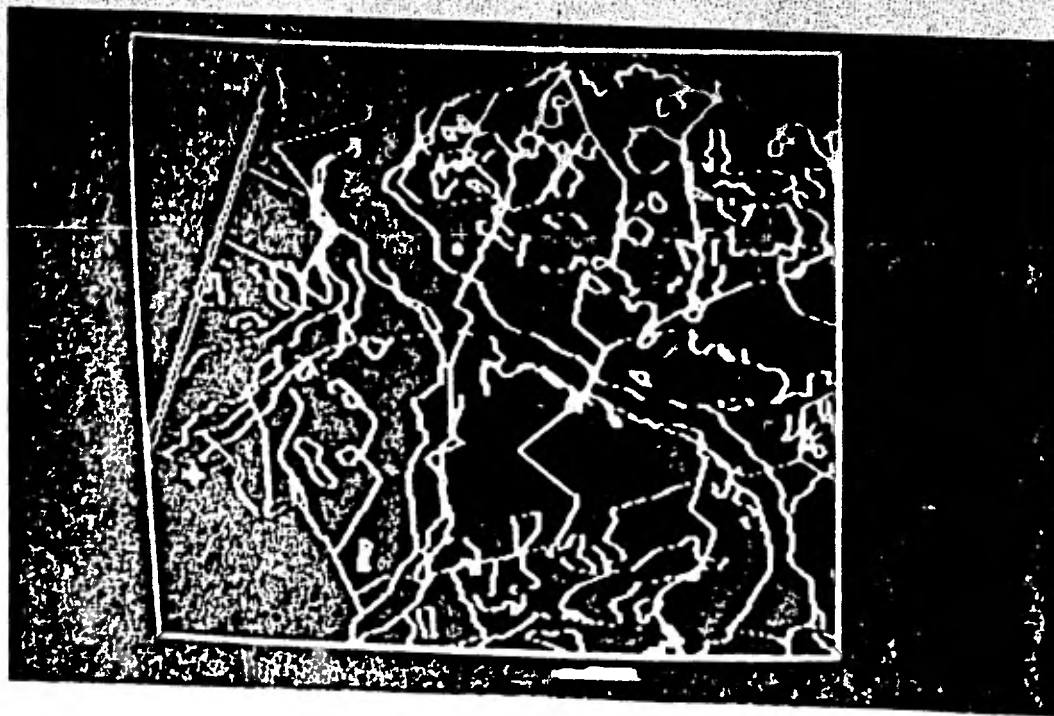


FIG.5.7.a SE PUEDE APRECIAR LA DISTORCION GEOMETRICA ENTRE DOS MAPAS SUPERPUESTOS: MUNICIPIOS Y USO POTENCIAL.

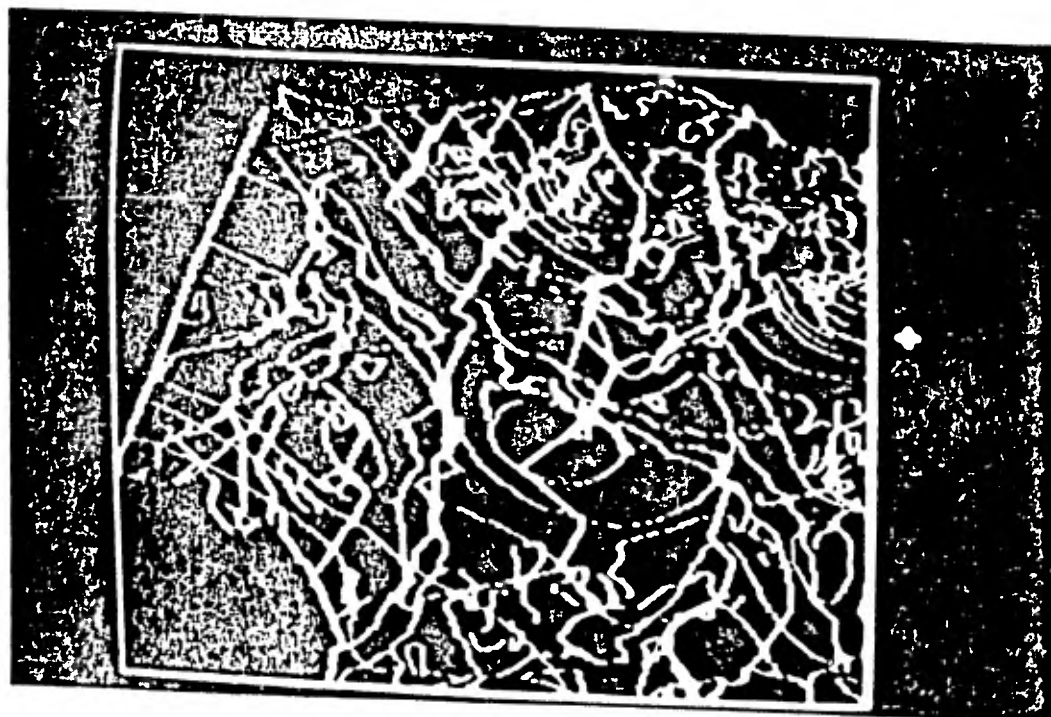


FIG. 5.7.b TRES MAPAS CORREGIDOS PERFECTAMENTE SUPERPUESTOS, ISOYETAS, MUNICIPIOS Y USO POTENCIAL.

Estos programas ejecutan la clasificación del mapa mediante un procedimiento denominado "clasificación supervisada". El resultado es nuestro mapa clasificado, ya listo para ser integrado al Banco de Datos. Fig. (5.8).

La clasificación supervisada se lleva a cabo de la siguiente manera: se despliega una de las imágenes en el monitor y mediante un proceso interactivo se delimita sobre esta imagen aquellas secciones en las que predomina un atributo o clase como por ejemplo un cuerpo de agua, un bosque, una zona de cultivos, etc. Estas secciones se analizan estadísticamente una a una para recabar las diferentes firmas espectrales, y con el conjunto de éstas se extrapola la clasificación al resto de la imagen, durante ésta, un pixel se clasifica como perteneciente a una clase si los valores que presenta en cada archivo, son con cierta tolerancia, similares a los que conforman la firma espectral de dicha clase. Finalmente, para nuestros propósitos podemos simplificar el concepto de firma espectral de la siguiente manera: La firma espectral de una clase o atributo es la tendencia de los valores presentes en cada uno de los diferentes archivos que se crean mediante el análisis de la imagen en diferentes longitudes de onda.

En lo que respecta a la Figura (5.8) debemos aclarar que debido a diversas razones no se ha logrado su consecución definitiva (no fué posible presentarla aquí) y por lo tanto no es factible hacer las operaciones gráficas necesarias para definir la vocación del suelo, según se había propuesto. Sin embargo, en las Figuras subsiguientes se muestran a manera de

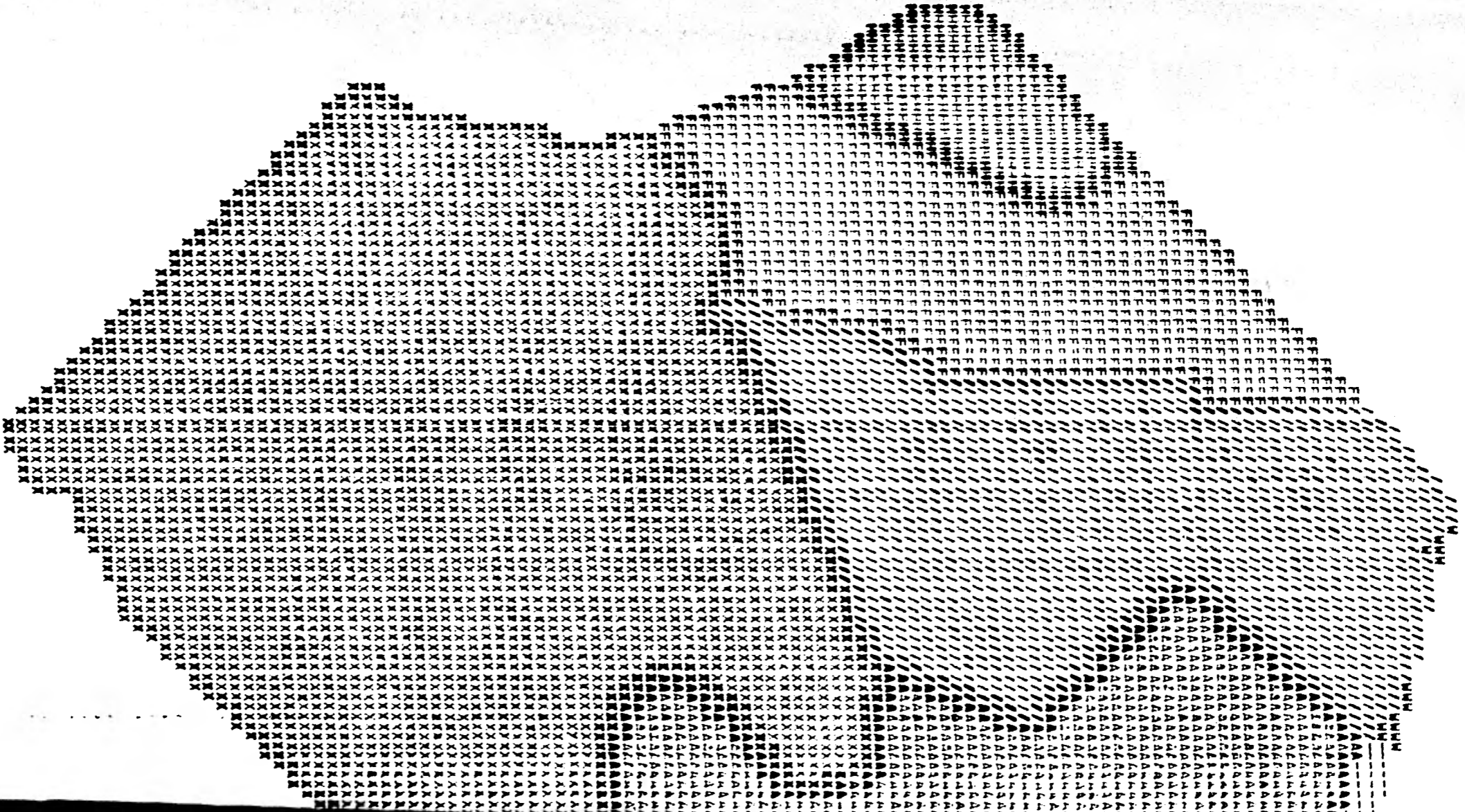


FIGURA 5.9 OPERACIONES GRAFICO
"RODRIGUEZ CLARA CON MUNICI

RWHFJCJCKJL W PQRSTUVY ZH0123456 789011
1111111112222223333333344444455
112345678901234567890123456789012345





**SIMBOLOGIA
CONCEPTO**

- BOLO**
- Suelos con alta potencialidad agrícola y con precipitaciones mayores de 2500 mm/año.
 - Suelos con alta potencialidad agrícola y con precipitaciones menores de 2500 mm/año.
 - Suelos con media potencialidad agrícola y con precipitaciones mayores de 2500 mm/año.
 - Suelos con media potencialidad agrícola y con precipitaciones menores de 2500 mm/año.

**FIGURA 5.10 OPERACIONES GRAFICAS, INTERSECCION DE
USO POTENCIAL DEL SUELO CON ISOYETAS MEDIAS ANUALES**

ejemplo, las intersecciones de: municipios con la zona de Rodríguez Clara; Figura (5.9) y el uso potencial del suelo con precipitaciones; Figura (5.10), que en cierta forma demuestran la capacidad del sistema. Por otro lado debemos destacar que si bien aún no se han obtenido los resultados deseados, se ha logrado ya establecer una metodología dinámica y de uso práctico para este tipo de proyectos.

Para concluir este capítulo debemos indicar que las fuentes de información citadas al principio, salvo la tercera, se encuentran a nivel de informe preliminar por lo que aún son del dominio exclusivo del personal de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debemos mencionar que con el fin de establecer una comparación adecuada, el proyecto presentado fué desarrollado simultáneamente con el método tradicional (de discriminación manual de áreas en mapas superpuestos), y con el sistema de Base de Datos. Mientras que el proyecto con el sistema prosigue, actualmente dicha tarea ya se concluyó con el método manual. Tal desventaja obedece a que fué necesario probar diferentes métodos de almacenamiento y procesamiento de mapas, además, otro obstáculo lo ha constituido el manejo de mapas altamente saturados por pequeños contornos, los cuales aún todavía deben ser depurados y clasificados individualmente. Todo ésto ha significado un importante retraso en el proyecto y se estima que será necesario emplear del orden de 3 ó 4 veces más tiempo que con el método manual. Sin embargo en la etapa actual se han planteado algunas modificaciones con las que se espera obtener resultados más favorables.

La primer modificación consiste en crear algoritmos que desplieguen los mapas en un monitor interactivo, realizando el despliegue pixel por pixel y con un caracter alfanumérico para cada clase, y que por cada modificación que se proponga en el monitor, se establezca la modificación correspondiente en el archivo. Con ello se aceleraría los pro-

cesos de depuración y clasificación de contornos.

La segunda modificación contempla la digitalización múltiple de imágenes en color y con aplicación de filtros, de este modo se obtienen varios archivos diferentes para una misma exposición, las que se pueden procesar en conjunto con sistemas de análisis de imágenes de satélite los cuales producen archivos de imágenes clasificadas, logrando con ello suprimir totalmente los procesos de depuración y clasificación manual.

6.1 Conclusiones

En cuanto al tipo de Base de Datos que más conviene implantar ello depende de sus posibles aplicaciones, de la disponibilidad de equipo y de los requerimientos de entrada y salida de información. Desde otro punto de vista, cada uno de los enfoques referidos, no necesariamente debe trabajar en forma independiente sino que puede diseñarse un sistema que para su caso contenga lo mejor de cada enfoque.

Se puede mencionar las siguientes ventajas que se desprenden del empleo de la Base de Datos en la ejecución de proyectos de planeación regional:

- Constituyen un considerable apoyo en el análisis de cuestiones socioeconómicas. Además de las diversas operaciones estadísticas que se pueden ejecutar con los indicadores socioeconómicos, resulta fácil establecer correlación entre éstos y las características de la región.
- En la etapa de producción, en tan solo una sesión se puede configurar

varios mapas y obtener sus áreas involucradas aventajando al procedimiento tradicional ya que dependiendo de la complejidad de los mapas, al realizar manualmente esta tarea se llega a invertir incluso hasta algunos meses.

- La modificación de mapas debido a la reconsideración de criterios no tiene mayor problema. Por ejemplo considerese lo que implicaría modificar una serie de mapas debido a una reconsideración de un plano base.
- Resulta bastante útil combinar sistemas de análisis de imágenes de satélite con las Bases de Datos. De este modo se obtiene un poderoso instrumento de análisis, entre sus posibles aplicaciones podemos considerar la prospección de minerales y fuentes geotérmicas, evaluación y pronóstico de erosión y otros impactos ambientales, etc.
- Se puede disponer de múltiples salidas para restituir mapas de resultados. Es posible generar mapas a cualquier escala a base de listados de computadora o con graficador de línea continua, además si se prefiere, se puede obtener impresiones fotográficas en color para representaciones de mayor calidad.

6.2 Recomendaciones.

- Dotar al sistema con el más variado equipo de digitalización y de restitución de imágenes.

- **Orientar la implementación del sistema hacia procesos de automatización.**
- **Implementar un sistema flexible capaz de procesar conjuntamente archivos de contorno y de superficie.**
- **Aún cuando la dotación de equipo y la implantación de los diferentes algoritmos representa una fuerte inversión inicial se recomienda su adquisición ya que los costos se amortizan en la medida en que se ejecute su aplicación al mayor número de usos posibles.**

