



SYMAP

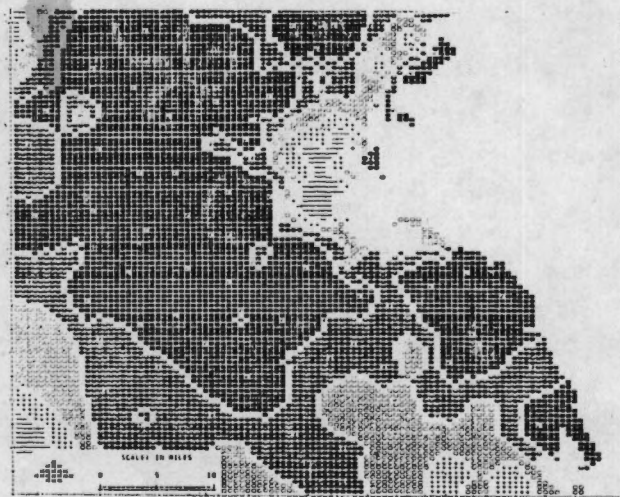
Manual del Usuario

José Alejandro Villanueva Egan

Abril 1983
(primera edición)

D-35

SYMAP
Versión 5.17/DEPFI/B-7800
MANUAL DEL USUARIO



M. en I.O. JOSE ALEJANDRO VILLANUEVA EGAN.

Profesor de Tiempo Completo

enero de 1983.

P R E S E N T A C I O N

La producción de mapas por computadora es, hoy en día una tecnología con un rápido y explosivo desarrollo, con múltiples aplicaciones en el campo profesional y de investigación y docencia.

El programa SYMAP es uno de los mas usados debido a su facilidad de manejo y su bajo costo económico.

El sistema fué implementado en la computadora B-7800 por el Dr. Armando Flores Victoria, Ing. Carlos Strassburger y Mario Rodríguez Green, bajo la coordinación del Arq. Alejandro Villanueva con el material proporcionado por el profesor Eric Teicholz del Laboratorio de computación, Gráfica y Análisis Espacial de la Universidad de Harvard.

Dr. José de Jesús Acosta Flores
Subjefe de Ingeniería de Sistemas
División de Estudios de Posgrado de la Facultad
de Ingeniería en la U.N.A.M.

CONTENIDO

Presentación

I. INTRODUCCION

I.1	Descripción del programa.	1
I.2	Tipo de mapas que se producen con SYMAP.	2
I.2.1	Superficies estadísticas.	6
I.2.2	Formas de representar una superficie estadística.	10
I.3	Paquetes de SYMAP.	16
I.4	Elaboración de mapas.	18
I.4.1	El sistema de coordenadas de SYMAP.	19
I.4.2	Preparación del mapa base.	21

II. PREPARACION DE PAQUETES DE DATOS

II.1	A-CONTORNOS	25
II.2	A-DELINEAMIENTO	27
II.3	B-PUNTOS DATO	29
II.4	C-OTOLETREROS	31
4.1	Letreros de área.	33
4.2	Letreros de línea.	34
4.3	Letreros de punto.	35
4.4	Letreros de hilera de caracteres	37
II.5	D-BARRERAS	39
5.1	Barreras impermeables.	39
5.2	Barreras permeables.	39
5.3	Efectos de las barreras sobre la interpolación.	41
5.4	Especificación de las <u>resisten</u> cias en las barreras.	42
5.5	Cruce de barreras	42

II.6	E-VALORES	45
II.7	E-INDICE	47
II.8	F-MAPA	49
III.	OPCIONES DEL PAQUETE F-MAPA	51
1.	Dimensiones del mapa.	52
2.	Ventana del mapa.	52
3.	Número de niveles ó intervalos de clase.	53
4.	Valor mínimo de rango.	53
5.	Valor máximo del rango.	54
6.	Tamaño de los intervalos de clase ó niveles.	54
7.	Simbolismo.	56
8.	Eliminación de líneas de contornos e isolíneas.	59
9.	Eliminación del histograma.	59
10.	Texto explicativo.	60
11.	Impresión del valor de los datos en el mapa.	60
12.	Repetición múltiple de opciones.	61
13.	Escla del mapa.	61
14.	Márgenes del mapa.	61
15.	Número de caracteres por pulgada.	62
16.	Mapas grandes.	62
17.	Eliminación de los resultados tabulares.	63
18.	Invalidación de valores faltantes	63
19.	Valor mínimo para datos inválidos.	63
20.	Valor máximo para datos inválidos.	64
21.	Grabación del mapa en cinta.	64
22.	Contornos continuos.	64
23.	Eliminación del simbolismo de los puntos inválidos.	64
24.	Eliminación de la interpretación numérica.	65

Lista de figuras.

Fig. 1	Mapa coropleta.	3
Fig. 2	Mapa isopleta.	4
Fig. 3	Mapa de proximidad	5
Fig. 4	Mapa base.	7
Fig. 5a.	Valores en un área geográfica.	8
Fig. 5b.	Alturas relativas a los valores.	8
Fig. 6	Superficie estadística.	9
Fig. 7	Proyección ortogonal de una superficie estadística.	11
Fig. 8a.	Valores distribuidos en un sistema zonal.	13
Fig. 8b.	Superficie estadística como nistograma tridimensional.	
Fig. 9	Representación tridimensional de una superficie estadística.	14
Fig. 10	Representación perspectiva de una superficie estadística.	15
Fig. 11	Sistema de coordenadas ortonormales (cartesianas)	20
Fig. 12	Sistema de coordenadas ortogonales (renglón y columna).	20
Fig. 13	Numeración de vértices y puntos dato en mapas isopleas y de proximidad.	22
Fig. 14	Numeración de polígonos y vértices en mapas coropleas.	24

...

25	Eliminación de los símbolos de los puntos dato.	65
26	Alineamiento de sobreimpresión.	65
27	Tipo de mapa.	66
31	Extrapolación fraccional relativa.	66
32	Mínimo absoluto en la extrapolación.	66
33	Máximo absoluto en la extrapolación.	67
34	Radio inicial de búsqueda.	67
35	Radio máximo de búsqueda.	68
36	Número de puntos dato para la <u>inter</u> polación.	68
37	Independencia	68
IV. EL ALGORITMO DE INTERPOLACION DE SYMAP		70
IV.1	Introducción	70
IV.2	Modelo básico	71
IV.3	Modificaciones	72
IV.4	Ejemplo de interpolación	76

I. INTRODUCCION

I.1 Descripción del programa

SYMAP es un programa para la producción de mapas que fué desarrollado por el Laboratorio de Computación Gráfica y Análisis Espacial de la Universidad de Harvard. En la actualidad existen numerosos usuarios de este programa en todo el mundo. Su popularidad se basa en el hecho de que todos los centros de computación tienen los dos ingredientes que necesita para elaborar mapas: una computadora y una impresora de línea estándar. Las impresoras de línea produce dibujos tomando ventaja de los diferentes tonos de gris logrados mediante la sobreimpresión de diferentes caracteres alfanuméricos, utilizando generalmente 132 símbolos por línea. Esto no es una restricción al tamaño del mapa, ya que se puede producir un mapa en franjas que pueden ser ensambladas posteriormente.

La forma más común de alimentar con datos al programa es mediante tarjetas perforadas, pero la información también puede ser leída a partir de cintas o discos magnéticos. Este proceso normalmente es resultado de alguna computación previa, tal como la utilización de datos estandarizadas, análisis de regresión, análisis factorial y otros métodos similares. Hay un formato estándar para las tarjetas de datos, pero puede cambiarse bajo el control del usuario.

El programa está escrito en FORTRAN IV nivel G; necesita 128 k bytes de memoria y consta aproximadamente de 6000 instrucciones contenidas en un programa principal y 49 subrutinas. Para producir un mapa deben conjuntarse los diversos paquetes y opciones que se describen en los capítulos siguientes.

I.2 TIPOS DE MAPAS QUE SE PRODUCEN CON SYMAP

MAPAS COROPLETAS:

Representan información cuantitativa o cualitativa referida a zonas o regiones con fronteras definidas en las que se divide el área de estudio (países en el mundo, estados o regiones en un país, municipios en un trabajo, etc.). El valor de cada variable es uniforme en cada una de las zonas o regiones. Se presentan discontinuidades en los límites o fronteras. (ver figura 1).

MAPAS ISOPLETAS:

Representan líneas que conectan todos los puntos con la misma altura o valor numérico, esto es, se mantiene un valor uniforme en toda su longitud. Estas líneas aparecen cuando la superficie creada a partir del algoritmo de interpolación es intersectada por planos horizontales a diferentes niveles que son determinados por la escala del mapa y el rango de los datos. Sirven para mapear información espacialmente continua. Deben definirse los límites del área de estudio y los puntos donde se realizarán las observaciones. El programa utiliza los valores datos en los puntos de observación para interpolar basándose en los valores y las distancias a los puntos. Pueden utilizarse diferentes opciones del programa para modificar el algoritmo de interpolación creando modelos espaciales más precisos. (ver figura 2).

Mapas de proximidad

A cada localización de impresión en el mapa se le asigna el valor correspondiente al punto dato más cercano. Es útil para representar valores cualitativos en los que una superficie continua (isopleta) sería inadecuada. Ejemplos: áreas de mercado, tipos de suelo, etc. (ver figura 3).

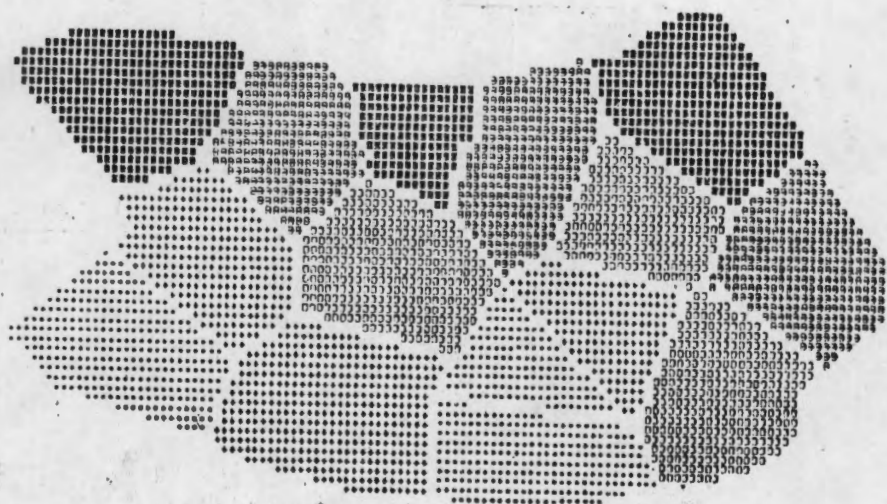
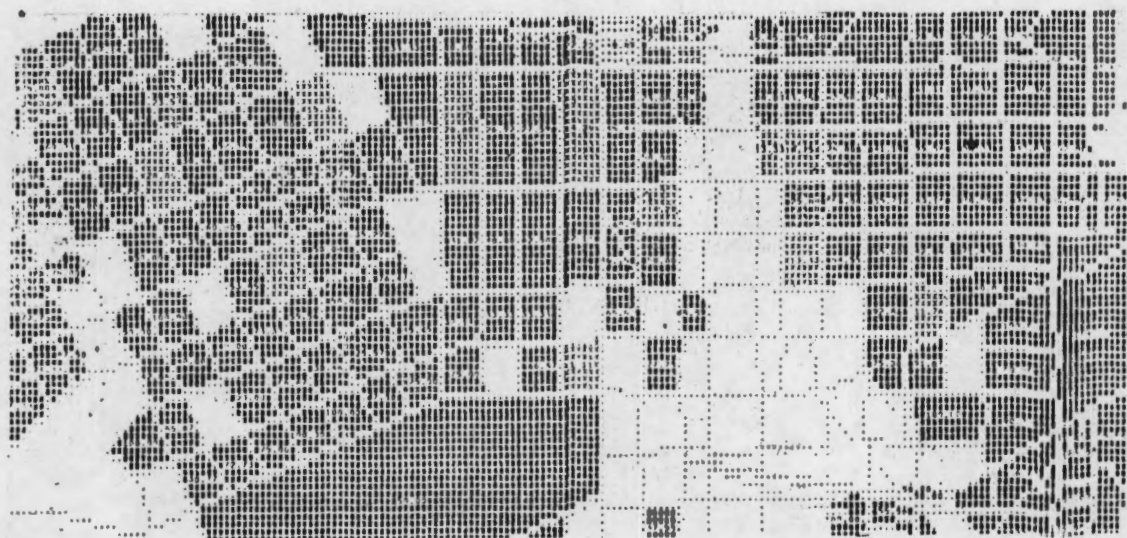


Fig. 1 Mapas coropletas

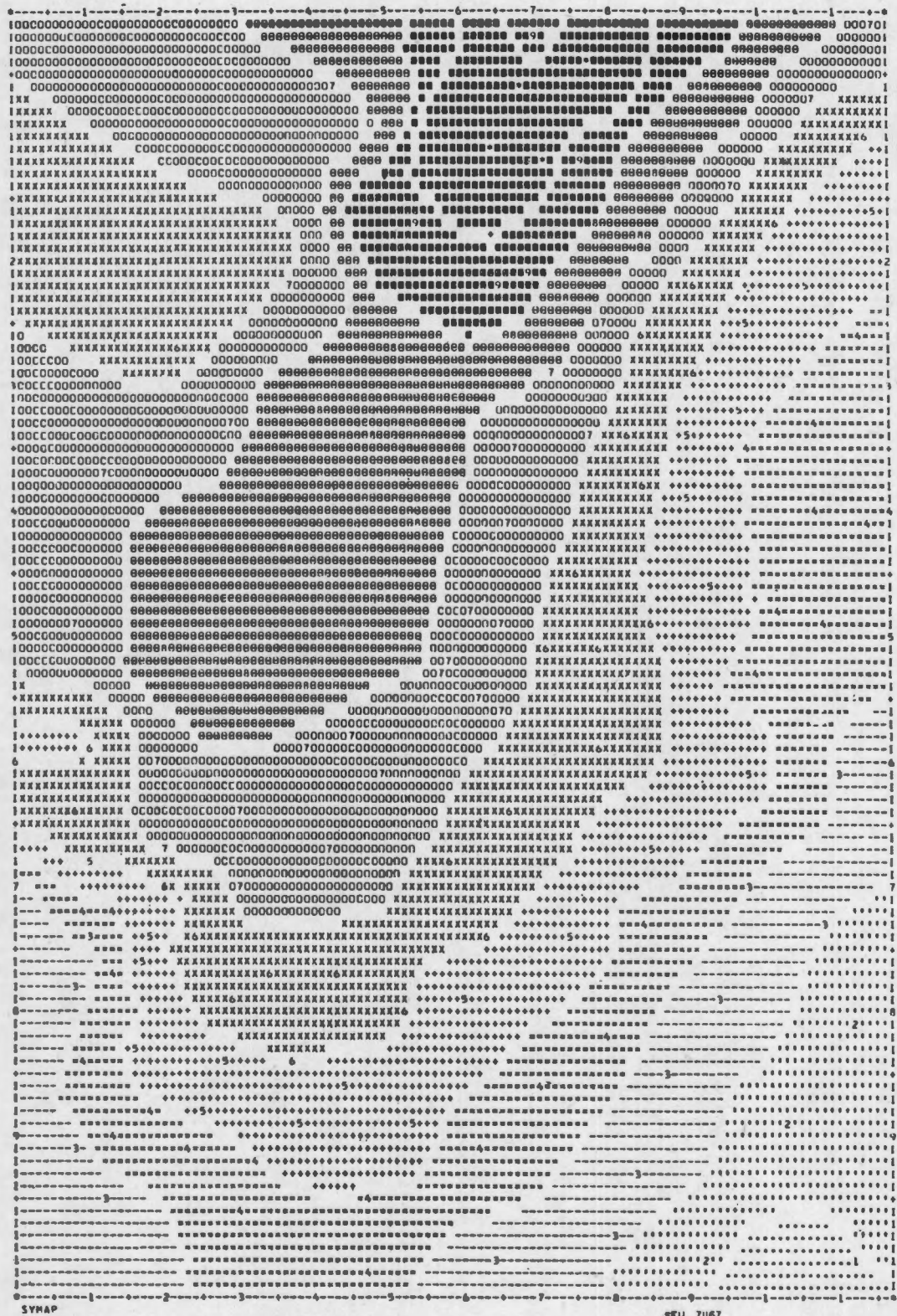


Fig. 2. Mapa isopleta.

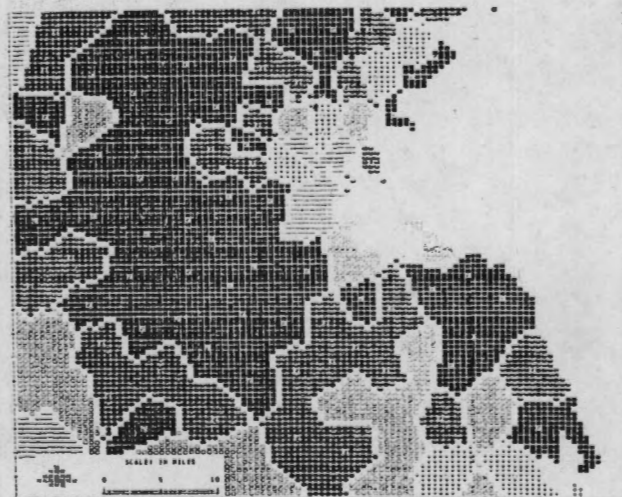
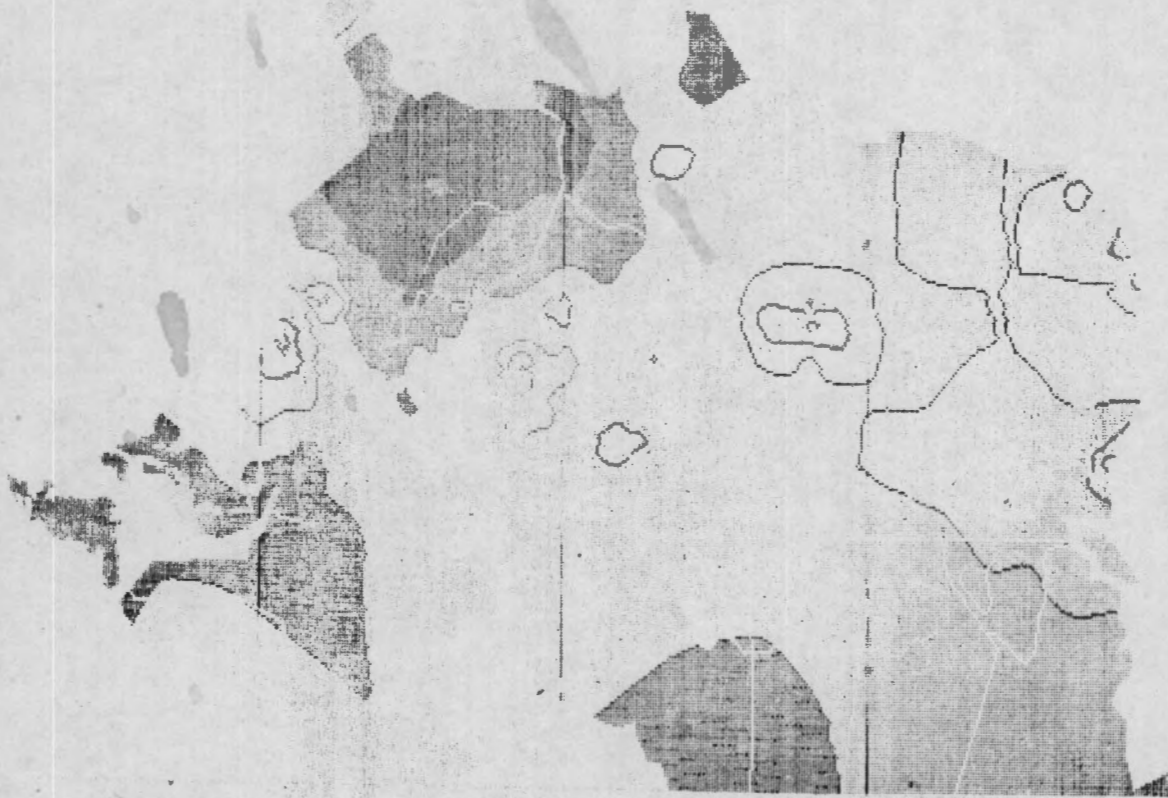


Fig. 3 Mapas de proximidad.

Mapas base

Se representan zonas, contornos, puntos-dato y leyendas sin - que se grafique ningún valor. Se realizan antes de la producción de mapas temáticos con el objeto de corregir errores en la geo-codificación. Son menos costosos, y significan ahorro. Pueden ser de cualquiera de los 3 tipos mencionados. (ver figura 4.).

Para poder interpretar adecuadamente la información contenida en los mapas producidos mediante SYMAP, es necesario com--- prender el concepto de superficie estadística.

I.2.1 SUPERFICIE ESTADISTICA

Si se tiene un conjunto de valores (digamos población, índice de natalidad, etc.) repartidos sobre un área geográfica cualquiera, se podría obtener una visualización del fenómeno bajo estudio asignado a cada punto (definido por sus coordenadas - cartesianas) una altura relativa al valor de la variable -- (ver figuras 5a. y 5b).

Si se hace pasar por cada uno de los puntos una superficie -- continua se obtiene lo que algunos autores llaman una superficie estadística. (ver figura 6).

Matemáticamente la superficie puede venir representada por -- una función $z = f(X,Y)$ o por un arreglo bidimensional de números.

En el proceso anterior se distinguen dos tipos de puntos. -- Primero aquellos que tienen información recolectada de alguna forma (PUNTOS DATO) y segundo los puntos sin información - (PUNTOS DE RETICULA). Es precisamente el proceso de interpo- lar los valores de la segunda clase de puntos a partir de los primeros lo que produce la superficie estadística. La manera

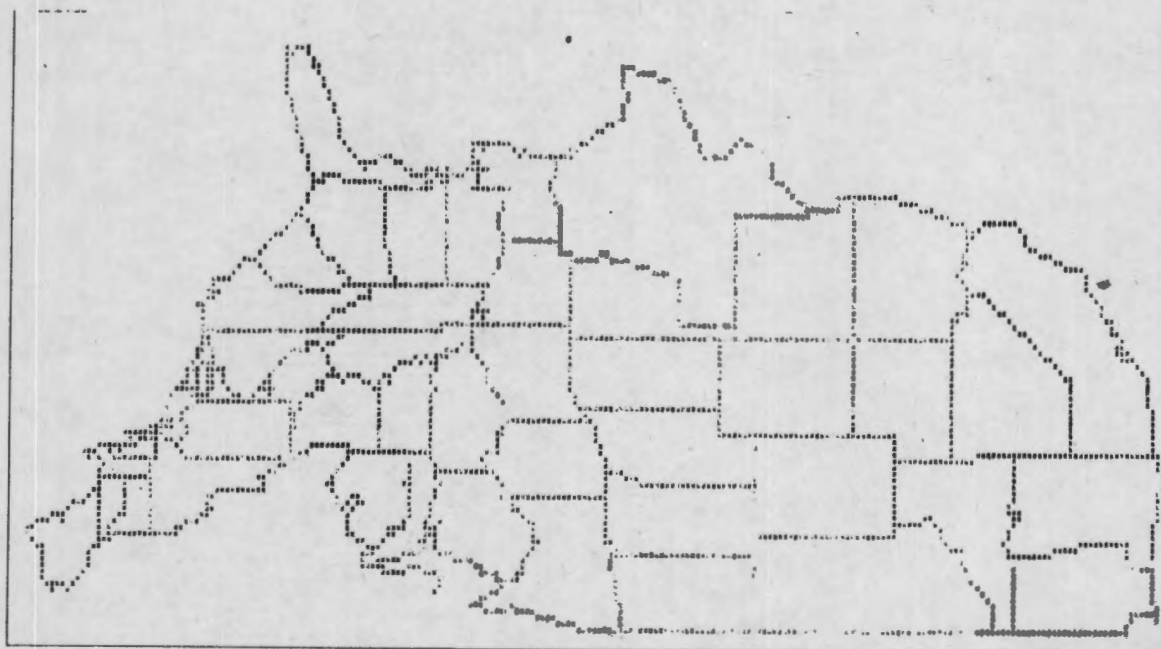
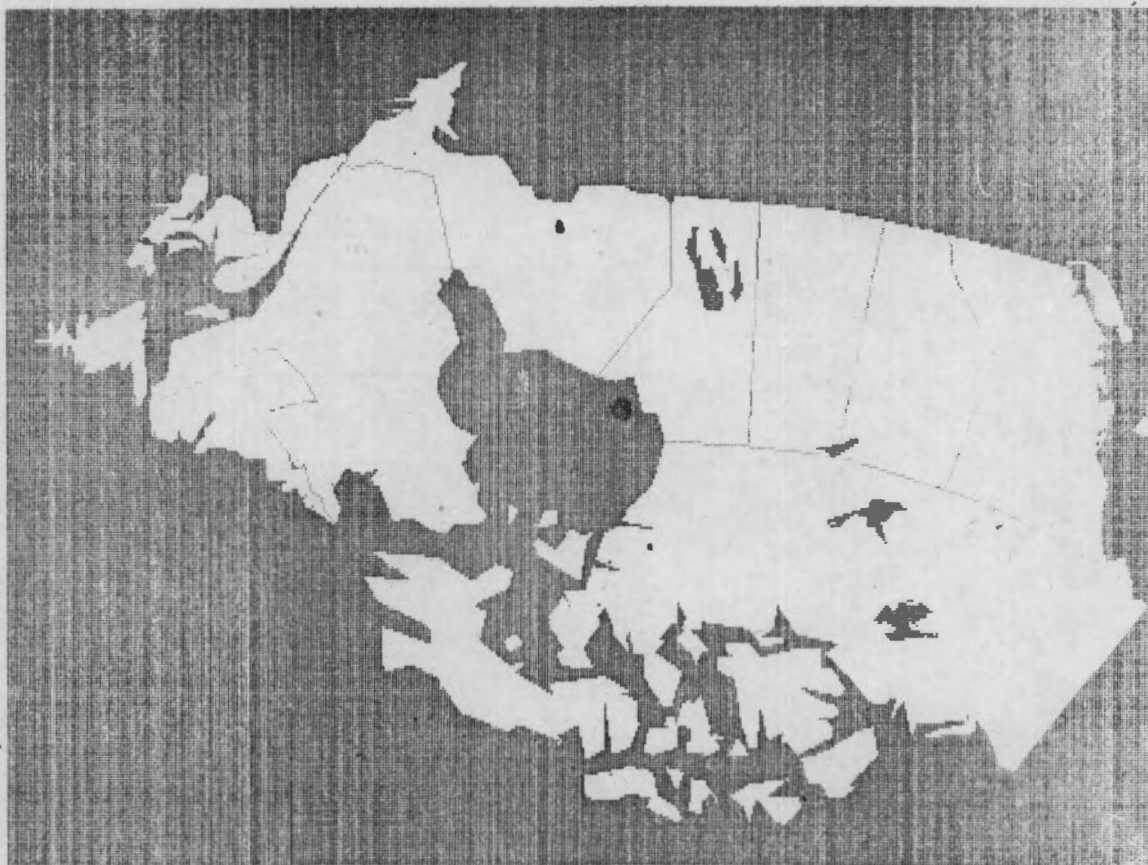


Fig. 4. Mapas base.

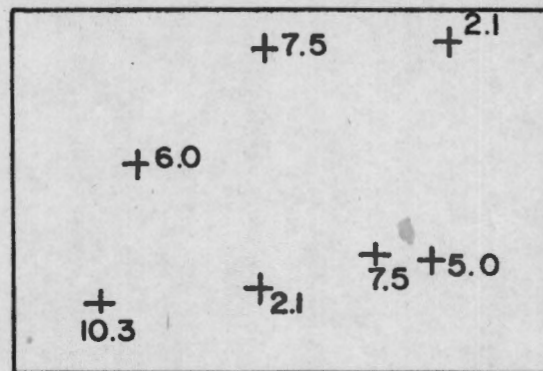


Fig. 5a. Valores en un área geográfica.

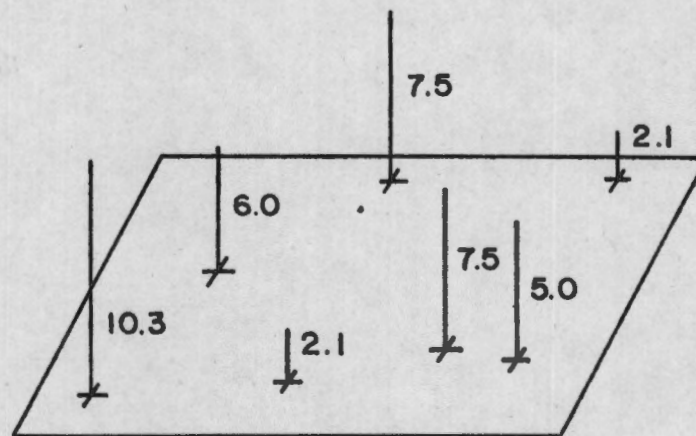


Fig. 5b. Alturas relativas a los valores.

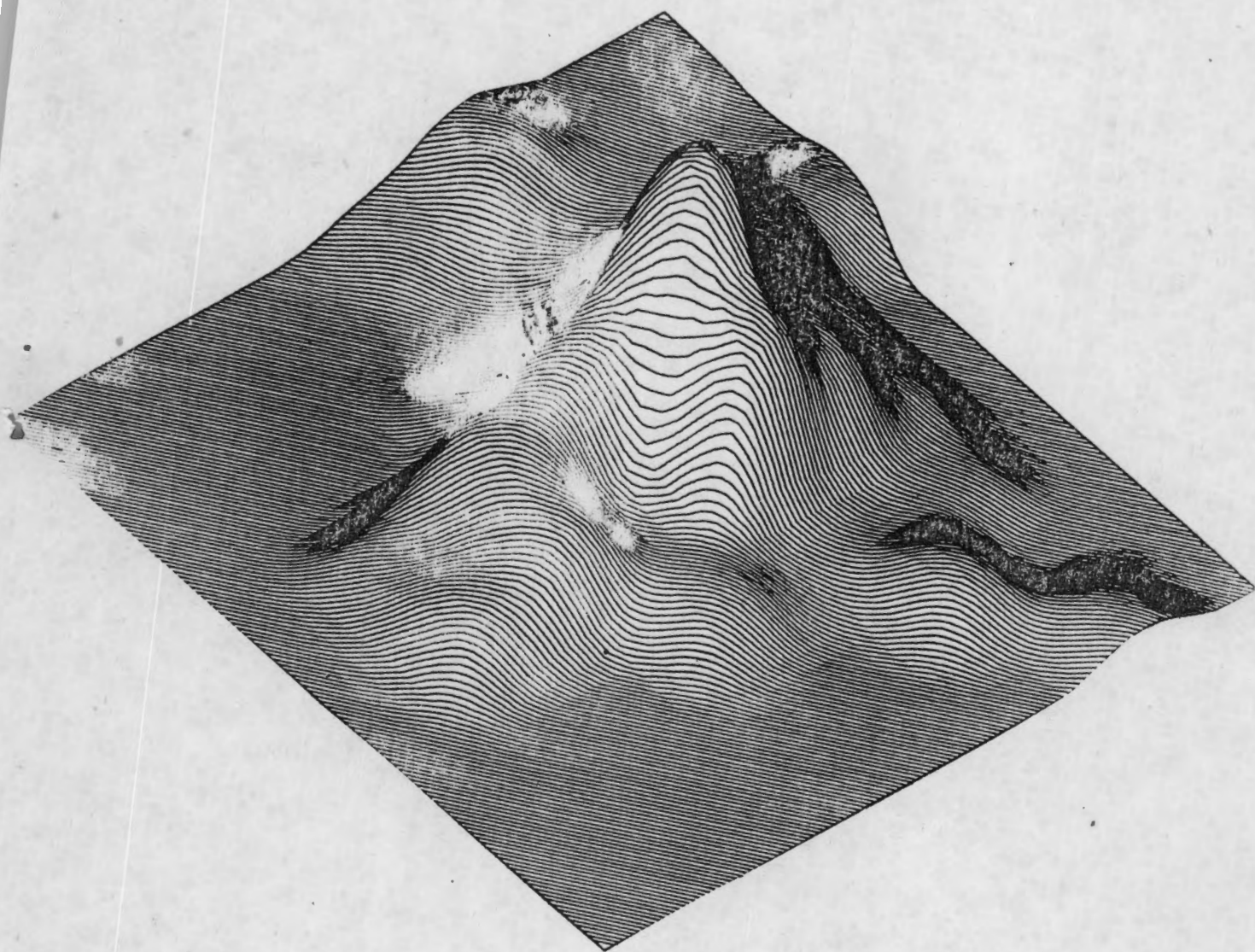


Fig. 6. Superficie estadística.

en que se realiza la interpolación es referida en el capítulo V.

La forma especial que se elija para representar la superficie estadística sobre un plano, determina el tipo de mapa que se va a producir. Si combinamos lo anterior con el hecho de que la superficie estadística puede adoptar formas distintas en función de que la información recolectada se refiera a puntos geográficos precisos, sub-regiones políticas o arbitrariamente delimitadas (Distritos, Municipios, etc.), se comprende que existan diversos tipos de representación.

I.2.2 FORMAS DE REPRESENTAR UNA SUPERFICIE ESTADISTICA

a. Proyecciones ortogonales

Si una superficie estadística es cortada por planos equidistantes paralelos a la base, se obtienen una serie de curvas de intersección. La proyección sobre el plano base de estas intersecciones son las ampliamente conocidas "Curvas de nivel" ver figura 7.

A nivel mundial se han desarrollado gran cantidad de algoritmos para generar automáticamente los mapas isopletras correspondientes.

Si la información recogida sobre el terreno no tiene un carácter puntual sino está repartida sobre un área políticamente delimitada, la superficie estadística adopta físicamente el aspecto de un conjunto de columnas cuyas bases están constituidas por las fronteras de una subregión y la altura es proporcional a la magnitud del fenómeno bajo estudio. Si por ejemplo se tiene un conjunto de Distritos o Municipios, en los cuales se ha contado la densidad de población (hab/km^2) - se podría tener el diagrama de la figura 8.

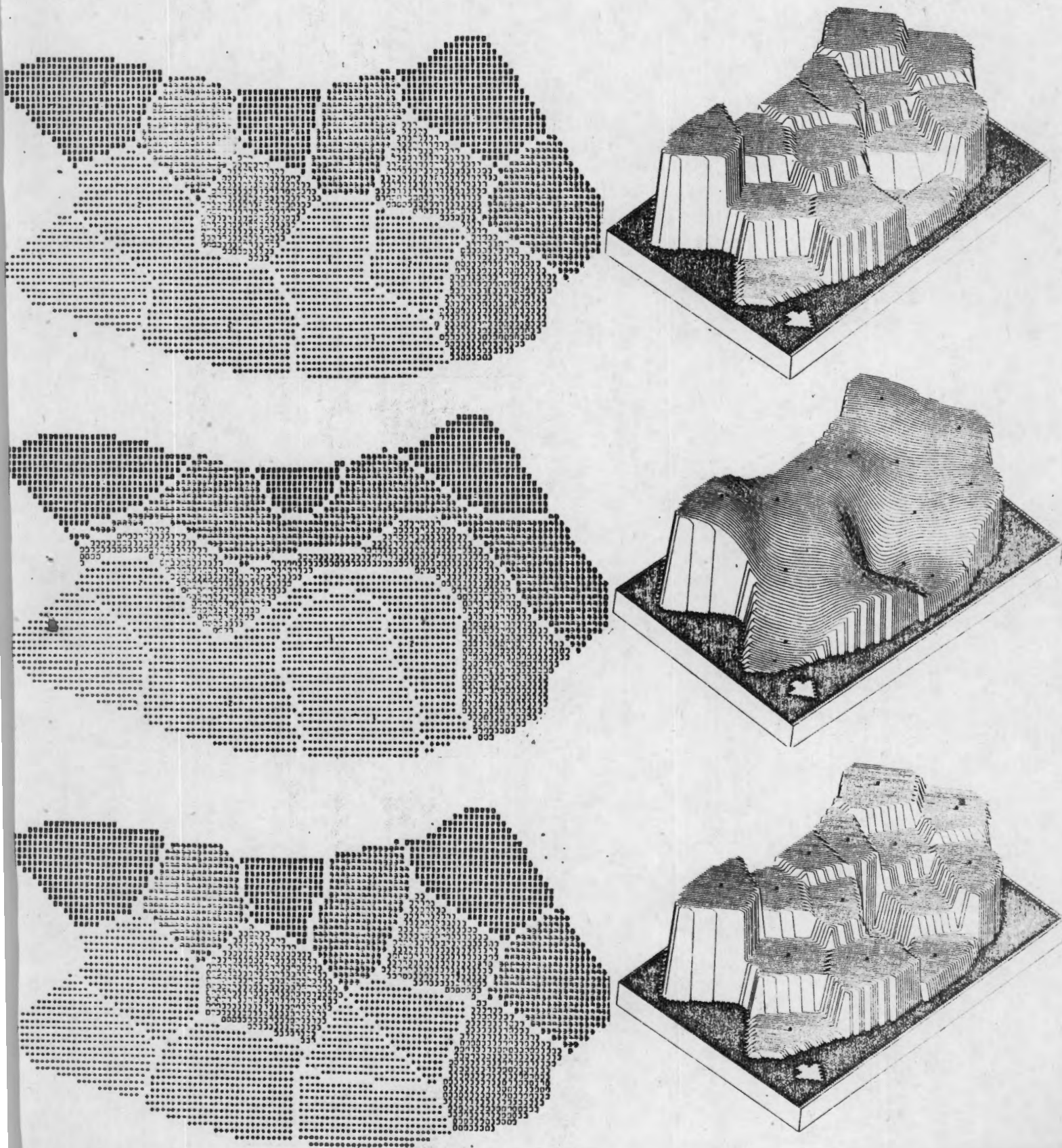


Fig. 7. Proyecciones ortogonales de superficies estadísticas.

Realizando el procedimiento anterior de construir columnas -- proporcionales al fenómeno medido obtendríamos algo parecido a la figura 8b.

En este caso la superficie estadística adopta la forma de un histograma tridimensional.

Para visualizar este tipo de representación mediante una proyección ortogonal, se adopta el convenio de asignar una gradación de color a cada sub-frontera de la región. El mapa así obtenido se denomina coropleta.

Una de las formas más inmediatas y elementales que puede adoptar una superficie estadística partiendo de información de tipo puntual, consiste en asignar a cada punto de la región el valor del punto de información más cercano. El algoritmo consiste en analizar cada elemento de la matriz calculando las distancias a cada punto de información. De todos los segmentos obtenidos se elige el menor, y el valor del elemento correspondiente se coloca en el elemento bajo análisis. Este proceso es llevado a cabo en un solo barrido de la matriz, -- siendo por lo tanto muy rápido. Los mapas así obtenidos se denominan de proximidad.

Tal y como se cumple para el caso anterior de mapas corople--tas, para visualizar la superficie estadística en proyección ortogonal se sombrea con una intensidad proporcional a la magnitud del fenómeno estudiado.

b. Modelos tridimensionales

A partir de la matriz numérica pueden obtenerse los perfiles presentados por cada columna del arreglo. Esto se consigue imprimiendo un vector alfa-numérico cuya longitud sea proporcional a la magnitud del valor de cada elemento del vector columna de la matriz. Una vez procesadas todas las columnas se

8.1		9.3	10.3
4.3			7.5
		5.1	6.0
2.1	1.0	0.9	
			1.0

Fig. 8a. Valores distribuidos en un sistema zonal.

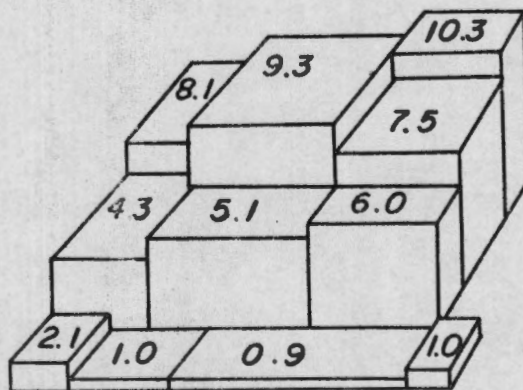


Fig. 8b. Superficie estadística como histograma tridimensional.

Obtienen un conjunto de perfiles que ordenados adecuadamente producen el modelo en tres dimensiones. Este método, por lo complicado y lento se utiliza solo en contadísimas ocasiones. (ver figura 9)

c. Dibujos en Perspectiva

En este caso se trata de obtener una representación bidimensional de un objeto tridimensional. Para ello deben desarrollarse algoritmos que permitan resolver problemas planteados por la descripción de los distintos tipos de proyección, rotación de objetos, recta tapada, ventana, etc. Ver figura 10.

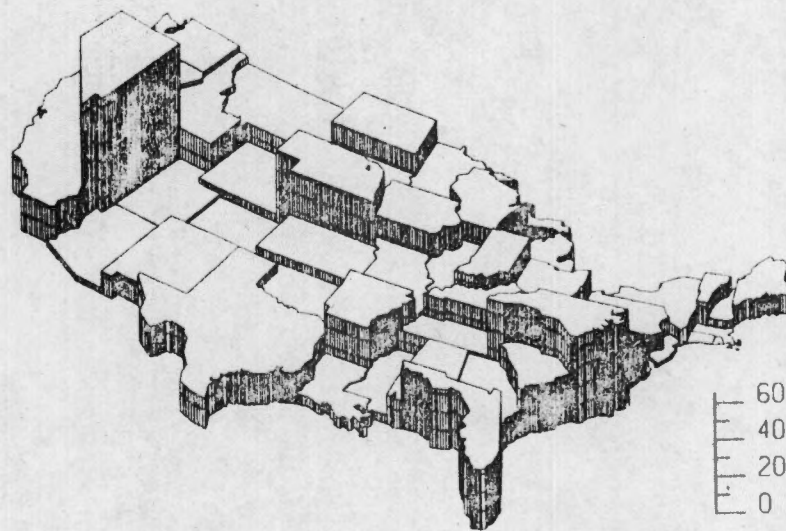


Fig. 9. Representación tridimensional de una superficie estadística.

I.3 PAQUETES DE SYMAP:

Cada uno de los siguientes paquetes permite al usuario dar al programa un conjunto modular de datos e instrucciones.

A-CONTORNOS

Especifica los límites de cada una de las zonas (áreas, puntos o líneas) en las que está dividida el área de estudio. Se utiliza en mapas coropletas.

A-DELINEAMIENTO

Especifica el contorno exterior del área de estudio, se utiliza en mapas isopletas y de proximidad.

B-PUNTOS DATO

Especifica las localización de los puntos en donde se realizaron las observaciones. Se utiliza en mapas isopletas y de proximidad.

C-OTOLETREROS

Especifica el simbolismo y la localización de cualquier información complementaria que se desea en el mapa (lagos, ríos, carreteras, orientaciones, nombres, etc.). La localización relativa de los letreros es ajustada automáticamente al variar la escala y/o el tamaño del mapa.

D-BARRERAS

Especifica la localización y resistencia de las barreras a la interpolación en vértices determinados. Las barreras pueden ser impermeables y no permitir la interpolación ó barreras con diferentes grados de permeabilidad y que permiten la interpolación dependiendo de la resistencia especificada.

E-VALORES

Define los valores que se van a mapear. Estos deben estar en el mismo orden que los puntos-dato o las zonas correspondientes. Es necesario para todos los mapas excepto los mapas base.

E-INDICE

Asigna un nuevo orden a los valores cuando éstos no están dados en la misma secuencia que los puntos-dato o las zonas correspondientes.

F-MAPA

Se requiere en todos los mapas. Su inclusión hace que se produzca un mapa con la información contenida en paquetes precedentes. Especifica el título y define prácticamente todo el aspecto que debe tener el mapa. También se utiliza para ejercer control sobre el proceso de interpolación.

I.4 ELABORACION DE MAPAS

Para elaborar cada uno de los tipos de mapas que se producen mediante SYMAP es necesario ensamblar los paquetes que se especifican a continuación:

Mapas coropletas:

Paquetes obligatorios: A-CONTORNOS, E-VALORES, F-MAPA.

Paquetes opcionales: C-OTOLETREROS, E-INDICE.

Mapas isopletas:

Paquetes obligatorios: A-DELINEAMIENTO, B-PUNTOS DATO, ---
F-MAPA.

Paquetes opcionales C-OTOLETREROS, D-BARRERAS, E-INDICE.

Mapas de proximidad:

Igual que los mapas isopletas pero con las opciones 31, 36 y 37 del paquete F-MAPA en forma obligatoria.

Mapas base:

Paquetes obligatorios: A-CONTORNOS o A-DELINEAMIENTO,
F-MAPA.

Paquetes opcionales: C-OTOLETREROS.

I.4.1 EL SISTEMA DE COORDENADAS DE SYMAP

La localización de los delineamientos, contornos, puntos dato y letreros se especifica mediante un sistema de coordenadas - que tiene el origen en la orilla superior izquierda. El límite derecho del mapa es el eje vertical y el límite superior - es el eje horizontal. Las coordenadas de cada punto deben -- ser medidas a partir de los ejes definidos. Para las unidades de medición se tienen dos opciones:

a. Ortonormal o cartesiano.

Utiliza cualquier unidad de medida (centímetros, pulgadas, - etc.) para medir tanto las coordenadas verticales como las - horizontales. Ver figura 11.

b. Ortogonal (renglón y columna):

Las coordenadas verticales son medidas en octavos de pulgada - y las horizontales en décimos de pulgada, ya que éstas son -- las distancias entre caracteres al graficarse en la impresora de la computadora.

Si los puntos no están exactamente en algún renglón o columna, debe ajustarse su posición ligeramente para hacerlo coincidir con la retícula. Ver figura 12.

Todos los paquetes de un mapa deben utilizar el mismo sistema de coordenadas.

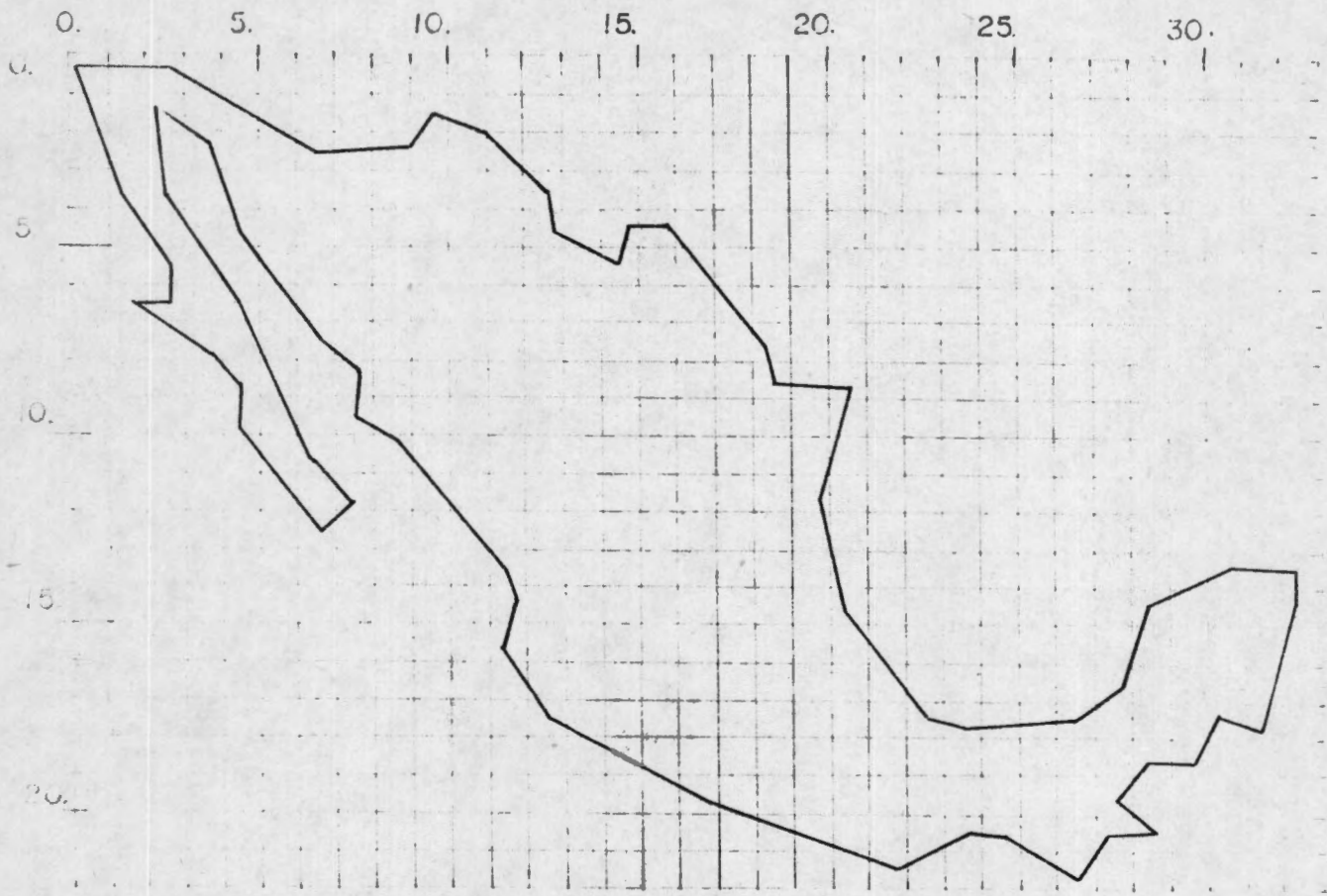


Fig. 11 Sistema de coordenadas ortonormal (cartesiano)

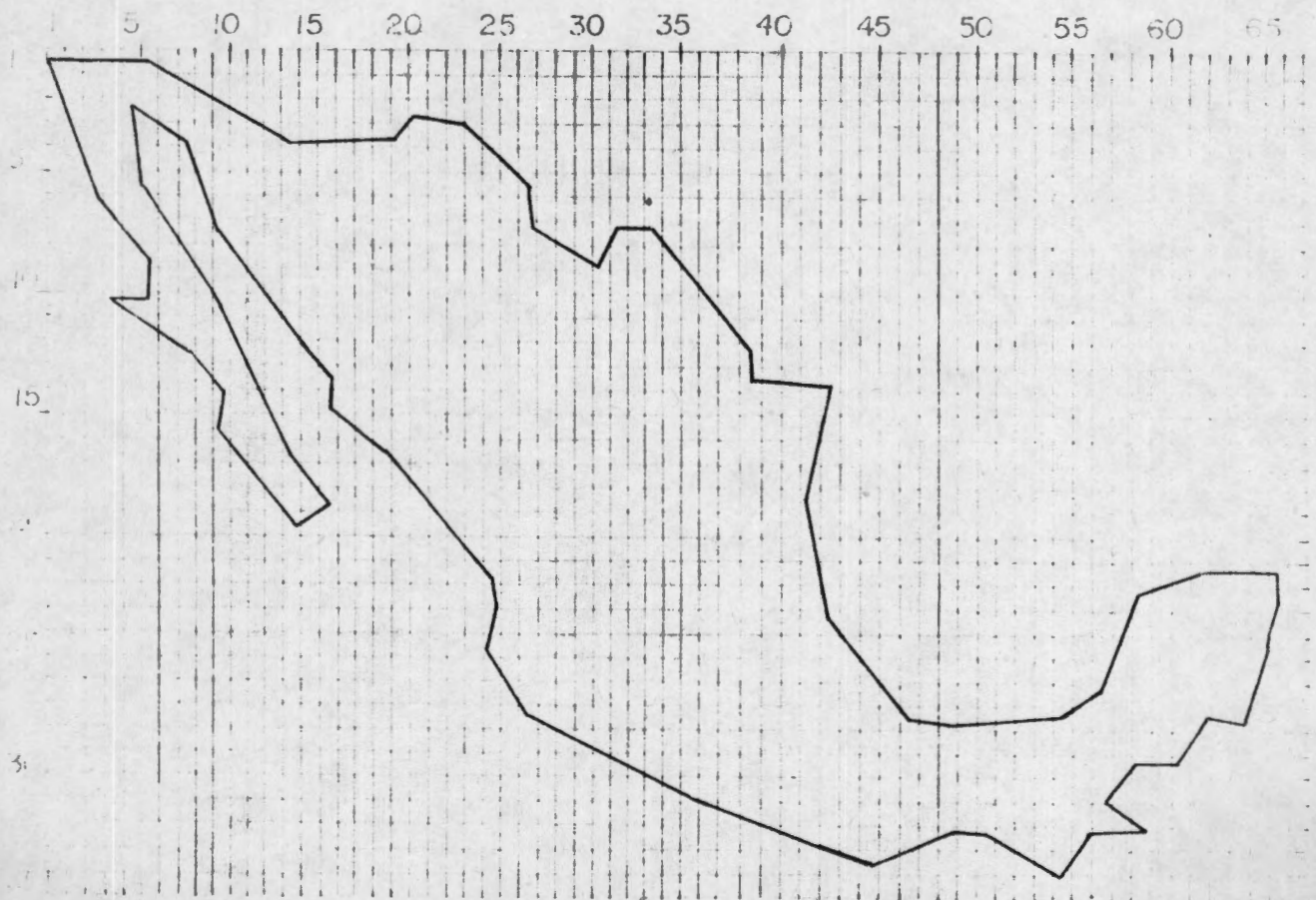


Fig. 12 Sistema de coordenadas ortogonal (renglón y columna)

I.4.2 PREPARACION DEL MAPA BASE

1. Trazar la poligonal.

Los contornos de las zonas que conforman el área de estudio ó su delineamiento (en mapas isopletas y de proximidad) deben ser aproximados por polígonos.

El número de vértices o lados de cada polígono depende del de talle o nivel de generalización deseado; tomando en cuenta la precisión de octavos y décimos de pulgada que se logra con la impresora de línea.

2. Numeración de vértices y polígonos.

En los contornos zonales y delineamientos, cada vértice debe tener un número para identificarlo.

Estos deben ser asignados en sentido de las manecillas del re loj, siendo el primer vértice el que esté más arriba y si hay dos a la misma altura, se considera el que esté más a la iz-- quierda. Ver figura 13.

La estructura de datos cartográficos de SYMAP es llamada de "localización independiente" ya que almacena por separado -- las coordenadas de cada polígono por separado sin considerar su posición relativa y contiguidades con los otros. Esto requiere almacenar repetidamente los vértices que son comunes a varios polígonos; y con frecuencia se presentan superposicione s o aberturas entre polígonos debido a discrepancias entre diferentes mediciones de un mismo vértice.

Lo anterior puede evitarse utilizando un sistema de "directori o de vértices" en el que cada punto en el mapa tiene un so lo número de identificación. Una vez realizado esto, se elabora una lista con los números de los vértices que conforman-

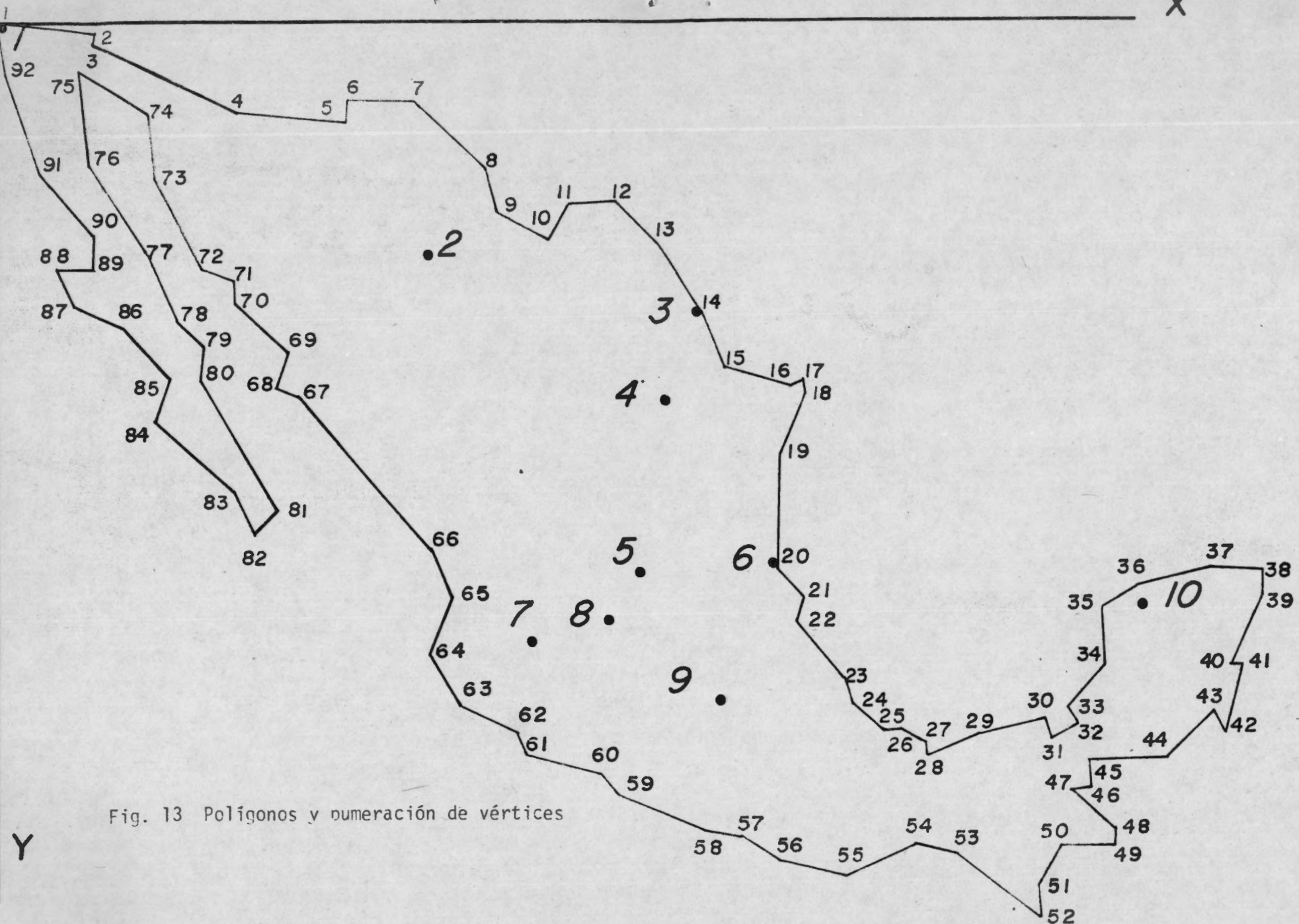
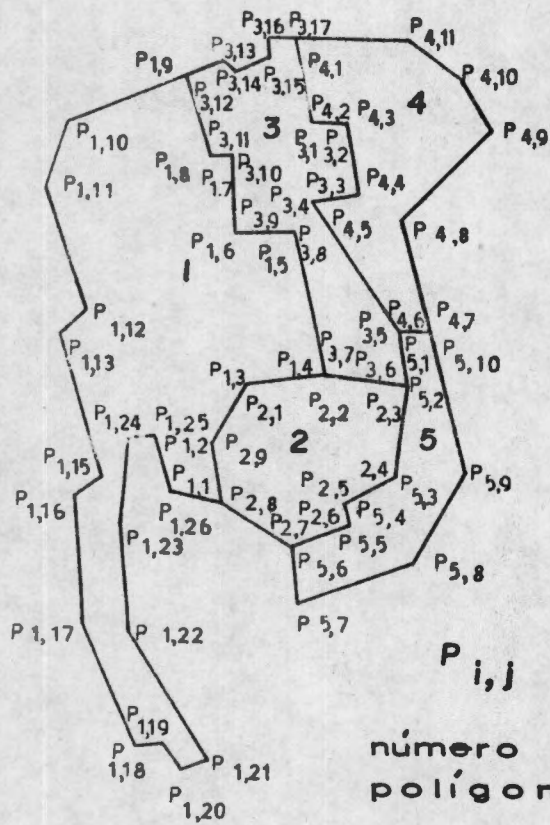


Fig. 13 Polígonos y numeración de vértices

Y

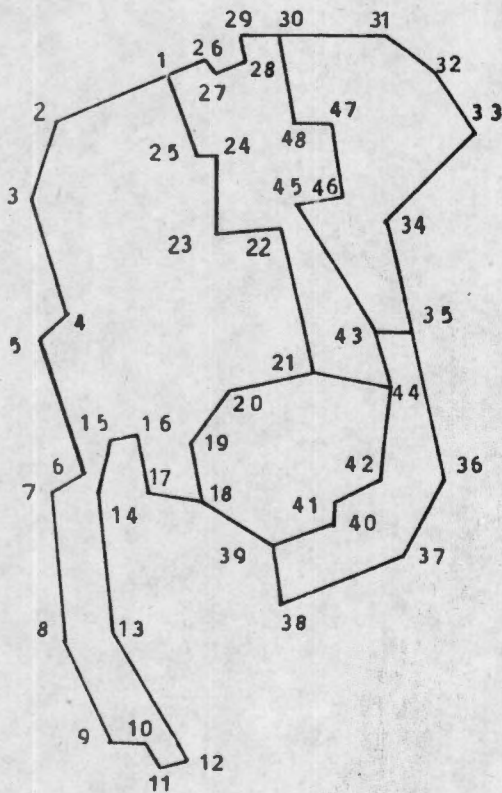
cada polígono. Ver figura 14.

A partir de este sistema, es fácil pasar manualmente o en forma automatizada esta información a la forma requerida por -- SYMAP.



número de
polígonos

A $X_{P_{1,1}}$ $Y_{P_{1,1}}$
 $X_{P_{1,2}}$ $Y_{P_{1,2}}$
 $\vdots$ $\vdots$
 $X_{P_{1,n_1}}$ $Y_{P_{1,n_1}}$
A $X_{P_{2,1}}$ $Y_{P_{2,1}}$
 $X_{P_{2,2}}$ $Y_{P_{2,2}}$
 $\vdots$ $\vdots$
 $X_{P_{2,n_2}}$ $Y_{P_{2,n_2}}$
 $\vdots$



puntos

1 X Y
2 X Y
3 X Y
 $\vdots$
48 X Y

polígonos

1 25 24 23 22 21 44
tepeapa 43 45 46 47 48 30 29
28 27 26 1

Fig. 14 Estructuras de datos cartográficos.

II. PREPARACION DE PAQUETES DE DATOS

11.1 A-CONTORNOS

Este paquete sirve para especificar el contorno de cada una de las zonas que pertenecen al área de estudio en los mapas coropletras. Los contornos deben ordenarse secuencialmente de acuerdo a su número correspondiente en el mapa fuente. En caso necesario, una zona puede estar compuesta de varios contornos (islas). Se prepara de la manera siguiente:

1a. tarjeta:

Col. 1-11	A-CONTORNOS
Col. 23	X Si no desea la impresión tabular de las coordenadas
Col. 29-30	PR Si se desea que los centroides de las zonas ó sus valores se impriman en el mapa.
Col. 31-32	8. Si las coordenadas verticales fueron medidas en octavos de pulgada.
Col. 41-43	10. Si las coordenadas horizontales fueron medidas en décimos de pulgada.
Col. 63	X Si los datos están en cinta.

Tarjetas intermedias:

Perforar las coordenadas de los vértices de los contornos zonales. Para cada contorno deben perforarse las siguientes tarjetas:

1a. Tarjeta:
de un contorno

Col. 1-5	Número de la zona, perforado como número entero y justificado a la derecha.
Col. 10	A, L o P para indicar que el <u>con</u> torno de la zona va a representar <u>se</u> como un área, una línea o un <u>p</u> unto.
Col. 11-20	Coordenada vertical del primer <u>v</u> értice, perforada como número de <u>c</u> imal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal del primer <u>v</u> értice, perforada como número de <u>c</u> imal.

Las coordenadas de los vértices restantes deben ser -- perforada en los campos 11-20 y 21-30 de manera simi-- lar a la tarjeta anterior, utilizando una tarjeta por-- cada vértice. En cada uno de los contornos zonales de-- be repetirse al final el primer vértice para indicar -- que ha terminado un contorno y poder pasar al siguien-- te o cerrar el paquete.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5	99999 para terminar el paquete.
----------	---------------------------------

II.2 A-DELINEAMIENTO

Este paquete sirve para especificar el contorno del --
área de estudio en los mapas isopletas y de proximidad.
Se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-15	A-DELINEAMIENTO
Col. 23	X Si se desea suprimir la impresión de las coordenadas.
Col. 29-30	PR Si se desea que los puntos <u>da</u> to o sus valores se impriman en - el mapa.
Col. 31-32	8. Si las coordenadas en sentido vertical fueron medidas en octa-- vos de pulgada.
Col. 41-43	10. Si las coordenadas en senti- do horizontal fueron medidas en - décimos de pulgada.
Col. 63	X Si los datos están en cinta.

Tarjetas intermedias:

Las tarjetas que se colocan entre la primera y la últi-
ma registran las coordenadas de los vértices del lími-
te del área de estudio; utilizando una tarjeta por vér-
tice. El primer vértice que se perfora es el que está
por arriba de todos, en caso de que existan dos vérti-
ces a la misma altura, se toma el que este más a la iz-
quierda. Se procede en seguida en sentido de las mane-
cillas del reloj hasta incluir de nuevo el vértice ini-

cial. Muchas veces el área de estudio no está definida en un solo contorno, por ejemplo el mapa de Italia-requerirá tres contornos, uno para la Península principal, otro para Sicilia y otro para Cerdeña. En tal caso deben usarse uno o más contornos, presentados en --cualquier secuencia. Ningún delineamiento debe tener-- menos de tres vértices ni más de 100, si requiriese --más debe ser subdividido.

Las tarjetas con las coordenadas de cada vértice deben perforarse de la siguiente manera:

Col. 11-20	Coordenada vertical, perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal, perforada como número decimal.
Col. 73-80	Cualquier información que desee el usuario. Se sugiere que los vértices sean numerados o tengan alguna referencia.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5	99999 para terminar el paquete.
----------	---------------------------------

II.3 B-PUNTOS DATO

perforada como número decimal.

Ultima tarjeta Este paquete sirve para especificar las coordenadas de los puntos donde se realizaron las observaciones en -- los mapas isopletras y de proximidad. Se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-13	B-PUNTOS DATO
Col. 23	X Si se desea suprimir la impresión de las coordenadas.
Col. 31-32	8. Si las coordenadas en sentido vertical fueran medidas en octavos de pulgada.
Col. 41-43	10. Si las coordenadas en sentido horizontal fueron medidas en décimos de pulgada.
Col. 63	X Si los datos están en cinta.

Tarjetas intermedias:

Llevar las coordenadas de los puntos dato, cada uno en una tarjeta por separado. Las tarjetas deben ser ordenadas en forma creciente de acuerdo al número de referencia de cada punto dato en el mapa fuente. No deben utilizarse más de 1000 puntos en un mapa. Cada tarjeta debe perforarse con el formato siguiente:

Col. 11-20	Coordenada en sentido vertical, - perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada en sentido horizontal,

perforada como número decimal.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5

99999 para indicar que termina -
el paquete.

II.4 C-OTOLETREROS

Este paquete sirve para especificar la posición y contenido de letreros, numeraciones y simbolismos dentro del rectángulo en el que está dibujado el mapa, así como la información que deben contener por igual todos los mapas de una serie, (título general, nombre del área de estudio, orientación, escala, zonas de importancia, ríos, vías de comunicación, etc.). El programa permite cuatro tipos de letreros:

DE AREA:

Se determina un área o región la cual es llenada con un símbolo que especifica el usuario. El contorno es determinado con el método del paquete A-DELINEAMIENTO.

DE LINEA:

Imprime un símbolo especificado por el usuario a lo largo de una línea determinada.

DE PUNTO:

Imprime un símbolo especificado por el usuario en una localización determinada.

DE HILERA DE CARACTERES:

Imprime una hilera de caracteres horizontal o verticalmente con relación a un punto determinado.

El paquete se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-13	C--OTOLETREROS
Col. 23	X Si se desea suprimir la impre- sión de las coordenadas.
Col. 31-32	8. Si las coordenadas vertica-- les fueron medidas en octavos de pulgada.
Col. 41-43	10. Si las coordenadas horizon- tales fueron medidas en décimos- de pulgada.

Tarjetas intermedias:

De acuerdo con los letreros deseados.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5	99999 para terminar el paquete.
----------	---------------------------------

II.4.1 OTOLETREROS DE AREA

Se preparan como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 6-9	Caracteres que se van a sobre-imprimir para formar el símbolo deseado; algunos pueden ser blancos.
Co. 10	A Para indicar que es letrero de área.
Col. 11-20	Coordenada vertical del primer -- vértice del contorno, perforada - como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal del primer -- vértice del contorno, perforada - como número decimal.

Tarjetas siguientes:

Coordenadas de los vértices del contorno. En la última tarjeta se repiten las coordenadas del primer punto para indicar que ha terminado el contorno. Debe tenerse una tarjeta por cada vértice. El orden en que se dan los vértices es de acuerdo a las manecillas del reloj. El primer vértice es el que esté mas arriba y en caso de que existan dos vértices a la misma altura, debe tomarse el que esté mas a la izquierda.

Col. 11-20	Coordenada vertical, perforada - como número decimal
Col. 21-30	Coordenada horizontal, perforada - como número decimal.

II.4.2 OTOLETREROS DE LINEA

Se preparan como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 6-9	Caracteres que se van a sobre-imprimir para formar el símbolo deseado; algunos pueden ser blancos.
Col. 10	L Para indicar que es letrero de línea.
Col. 11-20	Coordenada vertical del primer vértice de la línea, perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal del primer vértice de la línea, perforada como número decimal.

Tarjetas siguientes:

Coordenada de los vértices de la línea, dados secuencialmente. Debe tenerse una tarjeta para cada vértice.

Col. 11-20	Coordenada vertical, perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal, perforada como número decimal.

II.4.3 OTOLETREROS DE PUNTO

Se preparan con una sola tarjeta perforada con el siguiente formato:

Col. 6-9	Caracteres que se van a sobre-imprimir para formar el símbolo deseado; algunos pueden ser blancos.
Col. 10	P Para indicar que es letrero de punto.
Col. 11-20	Coordenada vertical del punto donde se desea localizar el símbolo, perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal del punto donde se desea localizar el símbolo, perforada como número decimal.
Col. 31-40	Si se desea desplazar verticalmente el símbolo con respecto al punto dado, debe perforarse el número de renglones que se desee recorrer, dado como número decimal. - Si el desplazamiento es hacia arriba del punto, el número de renglones debe ir precedido por el signo menos.
Col. 41-50	Desplazamiento horizontal, expresado como el número de columnas recorridas, perforado como número decimal. Si el desplazamiento es a la izquierda, debe ir precedido por el signo menos.

Si las columnas 31-50 son dejadas
en blanco el símbolo aparecerá --
exactamente en el punto especifi-
cado.

II.4.4 OTOLETREROS DE HILERA DE CARACTERES

Se preparan como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1

En blanco si la hilera de caracteres es horizontal; si la hilera de caracteres es vertical, perforar el signo menos.

Col. 4-5

Número de caracteres de que se compone el letrero (incluyendo los blancos). Este número no debe exceder de 50 y debe perforarse como número entero y justificado a la derecha.

Col. 10

P Para indicar que la hilera de caracteres está localizada con respecto a un punto.

Col. 11-20

Coordenada vertical del punto de referencia, perforada como número decimal.

Col. 21-30

Coordenada horizontal del punto de referencia, perforada como número decimal.

Col. 31-40

Desplazamiento del letrero con respecto al punto de referencia. Número de renglones o columnas que se desean recorrer, perforado como número decimal. Si el desplazamiento es hacia arriba o hacia la izquierda, debe ir precedido por -

el signo menos. Si estas columnas son dejadas en blanco, el letrero-comenzará a imprimirse exactamente en el punto de referencia.

• 2a. tarjeta:

Col. 1-50

Perforar el letrero deseado. Debe ocuparse solamente el mismo número de columnas que fue especificado - en la 1a. tarjeta en las columnas-4-5.

II.5 D-BARRERAS

Este paquete sirve para especificar la localización y las características de barreras que modifican el procedimiento de interpolación entre los puntos dato, con el objeto de representar el efecto probable de obstáculos, tales como ríos, carreteras, montañas, límites políticos, etc., en la distribución espacial de un cierto fenómeno. El programa permite la utilización de barreras "impermeables" que impiden la interpolación y barreras "permeables" que la restringen pero no la detienen, dependiendo de la resistencia que tengan a lo largo de su camino.

II.5.1 BARRERAS IMPERMEABLES

Estas barreras dividen el área de estudio en regiones completamente separadas, ya que no permiten la interpolación. Las hay de dos tipos:

a. Línea divisoria:

Se inicia en un borde del mapa y termina en otro borde o en el mismo, pudiendo tener cambios de dirección a lo largo de su camino.

b. Circuito:

Cuanto se requiere que una región esté completamente separada de otra que la rodea, se le debe colocar una barrera de circuito alrededor.

II.5.2 BARRERAS PERMEABLES

Las barreras permeables se usan para representar la influencia aniquiladora del fenómeno en estudio, de bahías, puertos, lagos u otros obstáculos, debido a que restringen la interpo-

lación pero no la detienen. Las hay de diversos tipos:

a. Línea divisoria:

Se sigue el mismo procedimiento de las barreras impermeables, pero las resistencias son expresadas en las mismas unidades - con las que fueron medidas las coordenadas de los puntos dato. Por regla general, la resistencia no debe ser mayor que el es paciamiento promedio entre los puntos dato. La gran ventaja de estas barreras consiste en tener resistencias variables a lo largo de su camino.

b. Efectos de "relieve":

Una bahía, boca de río o un golfo pueden considerarse como un "relieve" en el área de estudio. La barrera debe comenzar en la playa o costa, continuar dentro del golfo o bahía y terminar en algún borde del mapa. Cada vértice de esta barrera de be tener una resistencia diferente, comenzando con una resistencia de 0.0 en la playa o costa. La resistencia en el se gundo vértice debe ser el doble de la longitud del segmento - entre el primero y segundo vértice. Debe continuarse de la - misma forma para todos los vértices, de tal manera que el vér tice final en el borde del mapa tenga una resistencia igual - al doble de la longitud total de la barrera. Es decir, la re sistencia en cada vértice es igual al doble de su distancia - al primer vértice.

c. Otras configuraciones.

En general, la resistencia en cualquier vértice terminal en - el área de estudio debe ser cero. Un lago de gran extensión - necesitará una barrera que se extienda a lo largo de su eje - mayor, con cero en ambos extremos y con un incremento en la - resistencia hacia el centro, donde debe colocarse un vértice - adicional. La resistencia en este vértice deberá ser igual a

la longitud del lago.

II.5.3 EFECTO DE LAS BARRERAS SOBRE LA INTERPOLACION

Mediante el paquete D-BARRERAS se determina durante el proceso de interpolación, el número de barreras que atraviesa la línea que conecta un punto dato con una localización de impresión en el mapa. Si se atraviesa una barrera, se calcula el punto de interacción y la resistencia de la barrera en ese punto. Esta resistencia es sumada a la distancia real entre el punto dato y la localización de impresión donde se desea interpolarse. Si la distancia total está dentro del radio de búsqueda permitido, el algoritmo de interpolación utiliza la distancia incrementada para calcular la proporción de los valores asociados a los puntos dato que recibe la localización de impresión para tomar su valor. Esta proporción es inversamente proporcional al cuadro de la distancia modificada entre los puntos dato y la localización de impresión en el mapa. En el caso de que la distancia total exceda el radio de búsqueda, no se lleva a cabo la interpolación. En síntesis el efecto de una barrera es añadir una cierta distancia igual a la resistencia local de la barrera, a cada vector de búsqueda que la atraviere un número no de veces.

II.5.4 ESPECIFICACION DE LAS RESISTENCIAS EN LAS BARRERAS

En las barreras permeables, las resistencias deben especificarse en las mismas unidades en que se midieron las coordenadas del mapa base. La resistencia en los vértices terminales debe ser 0.0; la resistencia en cada vértice de una barrera de "relieves" es el doble de su distancia al primer vértice. En otras configuraciones, se pueden tener ceros en los extremos e ir aumentando la resistencia al acercarse al centro. En las barreras impermeables, la resistencia en todos los vértices debe ser codificada como -1.0. Se recomienda usar la opción 37 del paquete F-MAPA que instruye al programa para in

terpolar en cada una de las localizaciones de impresión y evitar así el procedimiento estándar de interpolar a cada dos localizaciones horizontalmente y a cada tres verticalmente, produciendo así una superficie con menos discontinuidades.

II.5.5 CRUCE DE BARRERAS.

El atravesar una barrera tiene un significado matemático literal: si la línea imaginaria que va a partir de una localización de impresión a un punto dato atraviesa la barrera un número non de veces, entonces se dice que ese punto está detrás de la barrera. Si la línea atraviesa la barrera un número --par de veces, entonces ésta no tiene efecto sobre la interpolación entre el punto dato y la localización de impresión considerada.

El paquete se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-10	D-BARRERAS
Col. 23	X Si se desea suprimir la impresión de las coordenadas de los vértices de las barreras.
Col. 31-32	8. Si las coordenadas verticales fueron medidas en octavos de pulgada.
Col. 41-43	10. Si las coordenadas horizontales fueron medidas en décimos de pulgada.
Col. 73-80	Cualquier información que desee el usuario.

2a. tarjeta:

Col. 11-20	Coordenada vertical del primer vértice de la barrera, perforada como número decimal.
Col. 21-30	Coordenada horizontal del primer vértice de la barrera, perforada como número decimal.
Col. 31-40	Resistencia de la barrera en ese vértice. Para barreras impermeables siempre debe perforarse -1.0; para barreras permeables cualquier número mayor que cero, perforado como número decimal.
Col. 73-80	Cualquier información que desee el usuario.

Tarjetas siguientes:

Todos los vértices sucesivos de la barrera deben ser perforados de la misma manera que la tarjeta 2. Si una barrera tiene un extremo en el mapa y el otro en

el borde, el primer vértice debe ser el que esté en el mapa. Para otro tipo de barreras, se debe comenzar -- con el vértice extremo que esté más arriba y si los -- dos están a la misma altura, el vértice inicial será -- el que esté situado más a la izquierda. Los vértices -- restantes deben ser perforados en orden de aparición. -- Si la barrera es cerrada debe procederse en el sentido de las manecillas del reloj. Para indicar la terminación de una barrera se debe repetir el último vértice. Se pueden especificar hasta 20 barreras diferentes pero el número total de vértices no debe ser mayor que -- 50 Estos no incluyen la repetición de los últimos -- vértices pero sí, aquellos que forman parte de dos o -- más barreras distintas.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5 99999 para indicar que termina el paquete.

II.6 E-VALORES

Este paquete sirve para especificar los valores asociados a cada uno de los puntos dato contenidos en el paquete B-PUNTOS DATO o a cada una de las zonas contenidas en el paquete A-CONTORNOS. Debe darse una lista de valores, uno para cada punto o zona, perforando un valor por tarjeta. Los valores deben estar en el mismo orden en que están dados los puntos dato o las zonas, de otra forma hay que usar el paquete E-INDICE para reordenarlos. Si hay mas valores que zonas o puntos, los valores sobrantes son ignorados. Si hay mas zonas o puntos que valores, se asigna un valor de 0.0 a las zonas o puntos extra. El paquete se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-9	E-VALORES
Col. 23	X Si se desea suprimir la impresión de la lista de valores.
Col. 73-80	Cualquier información que desee el usuario.

2a. Tarjeta:

Col. 11-20	Valor asociado al primer punto o zona, perforado como número decimal.
Col. 73-80	Cualquier información que desee el usuario.

Tarjetas siguientes:

Igual que la 2a. tarjeta. Deben tenerse tantas tarjetas como valores haya en la lista.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5

99999 para indicar que termina =
el paquete.

II.7 E-INDICE

Este paquete sirve para cambiar el orden de referencia en el paquete E-VALORES cuando los valores no están dados en la misma secuencia que los puntos dato en el paquete B-PUNTOS DATO o las zonas en el paquete A-CONTORNOS. El paquete se prepara como sigue:

1a. tarjeta:

Col. 1-8

E-INDICE

Col. 23

X Si se desea suprimir la impresión de los valores.

Col. 73-80

Cualquier información que desee el usuario.

2a. tarjeta:

Col. 1-5

1 indicando que se trata de la primera zona o punto dato, perforado como entero justificado a la derecha.

Col. 6-10

Número de referencia del valor -- que va a ser asignado al primer punto dato o zona, perforado como número entero justificado a la derecha.

Tarjetas siguientes:

Para cada punto dato o zona a la que se desea asignar un valor con un número de referencia distinto, debe perforarse una tarjeta similar a la segunda. Si las columnas 6-10 son dejadas en blanco, se asigna el número siguiente al especificado en la tarjeta anterior.

Ultima tarjeta:

Col. 1-5

99999 para indicar que termina -
el paquete.

II.8 F-MAPA

Para cada mapa que se desee producir, es necesario tener un paquete F-MAPA después de los paquetes donde se tiene la información que se desea mapear. Este paquete especifica la forma precisa del mapa mediante la utiliza
ción de opciones del programa que controlan aspectos tales como el tamaño, escala, simbolismo, análisis de frecuencias, interpolación, etc.. No es obligatorio usar estas opciones ya que se tienen valores estándar para cada una, que se utilizan cuando no se especifica una opción. El paquete se prepara de la manera siguiente:

1a. tarjeta:

Col. 1-6

F-MAPA

Col. 23

X Si se desea suprimir la impre
sión del contenido del paquete.

Tarjetas 2, 3 y 4:

Col. 1-72

Perforar la información que se desea aparezca al pie del mapa, pudién
dose dejar en blanco. No obstante deben ser incluidas las tres tarjetas obliga
toriamente.

Tarjetas siguientes:

Opciones deseadas. (Ver capítulo III).

Ultima tarjeta:

Col. 1-5 99999 para indicar que termina el
paquete.

Para obtener mapas diferentes de la misma información
pero variando las opciones, basta con colocar paquetes
F-MAPA, en forma sucesiva.

III. OPCIONES DEL PAQUETE F-MAPA

1. Dimensiones del mapa.
2. Ventana del mapa.
3. Número de niveles o intervalos de clase.
4. Valor mínimo de rango.
5. Valor máximo del rango.
6. Tamaño de los intervalos de clase o niveles.
7. Simbolismo.
8. Eliminación de líneas de contorno e isolíneas.
9. Eliminación del histograma.
10. Texto explicativo.
11. Impresión del valor de los datos en el mapa.
12. Repetición múltiple de opciones.
13. Escala del mapa.
14. Márgenes del mapa.
15. Número de caracteres por pulgada.
16. Mapas grandes.
17. Eliminación de los resultados tabulares.
18. Invalidación de valores faltantes.
19. Valor mínimo para datos inválidos.
20. Valor máximo para datos inválidos.
21. Grabación del mapa en cinta.
22. Contornos continuos.
23. Eliminación del simbolismo de los puntos inválidos.
24. Eliminación de la interpretación numérica.
25. Eliminación de los símbolos de los puntos dato.
26. Alineamiento de sobreimpresión.
27. Tipo de mapa.
31. Extrapolación fraccional relativa.
32. Mínimo absoluto en la extrapolación.
33. Máximo absoluto en la extrapolación.
34. Radio inicial de búsqueda.
35. Radio máximo de búsqueda.
36. Número de puntos dato para la interpolación.
37. Independencia.

Opción 1.- DIMENSIONES DEL MAPA (1 tarjeta)

Col. 5	1 Para identificar la opción
Col. 11-20	Dimensión vertical del mapa, dada en pulgadas y como número decimal.
Col. 21-30	Dimensión horizontal del mapa dada en pulgadas y como número decimal.

Si no se incluye esta opción, el programa determina -- las dimensiones del mapa asignado 13 pulgadas a la dimensión mayor, siempre y cuando no se utilice la opción 13, sola o en combinación con las opciones 2 y 14. Si la dimensión horizontal excede las 13 pulgadas (ancho del papel de la computadora), el mapa es impreso en secciones que deberán ensamblarse. El tamaño del mapa está limitado a 72 pulgadas en cualquier dirección, para mapas mayores, debe especificarse la opción 16.

Opción 2.- VENTANA DEL MAPA (1 tarjeta)

Col. 5	2 Para identificar la opción.
Col. 11-20 y 21-30	Coordenadas vertical y horizontal del punto superior izquierdo de la ventana, en pulgadas
Col. 31-40 y 41-50	Coordenadas vertical y horizontal del punto inferior derecho de la ventana, en pulgadas

La ventana es una región rectangular que el usuario de sea observar dentro del área de estudio. Se especifi-

ca mediante los puntos extremos del rectángulo, el ---
cual deberá tener sus lados paralelos a los márgenes -
del mapa dadas en pulgadas. Si no se especifica esta
opción, se logra el mismo efecto mediante la opción 14.

Opción 3. NUMERO DE NIVELES O INTERVALOS DE CLASE (1 tarjeta)

Col. 5	3 Para identificar la opción.
Col. 11-20	Número deseado de niveles, desde - 1 hasta 10, perforado como número decimal.

Esta opción sirve para especificar el número de nive--
les o intervalos de clase en que se desea dividir el -
rango total de los valores contenidos en los datos, --
con el propósito de asignar un simbolismo particular a
todos los datos contenidos en el mismo intervalo. Si no
se especifica esta opción, el programa divide el rango
total de valores en cinco intervalos iguales. Puede
usarse en combinación con las opciones 4, 5 y 6.

Opción 4. VALOR MÍNIMO DEL RANGO (1 tarjeta)

Col. 5	4 Para identificar la opción.
Col. 11-20	El valor mínimo deseado, perfora- do como número decimal.

Todos los valores menores de éste, aparecerán con un -
simbolismo de 'L', que puede ser modificado mediante -
la opción 7. Si no se especifica esta opción, el pro-
grama toma como valor mínimo al menor de los valores -
contenidos en el paquete E-VALORES y que no esté de-
clarado inválido por las opciones 18, 19 y/o 20.

Opción 5.- VALOR MAXIMO DEL RANGO (1 tarjeta)

Col. 5	5 Para identificar la opción.
Col. 11-20	El valor máximo deseado, perforado como un número decimal.

Todos los valores mayores de este, aparecerán con un simbolismo especial de 'H', que puede modificarse mediante la opción 7. Si no se especifica esta opción, el programa toma como valor máximo al mayor de los valores contenidos en el paquete E-VALORES y que no está declarado inválido por las opciones 18, 19 y/ó 20.

Opción 6. TAMAÑO DE LOS INTERVALOS DE CLASE O NIVELES (1 tarjeta).

Col. 5	6 Para identificar la opción.
--------	-------------------------------

Especificando sólo este número, el programa distribuirá equitativamente los valores de manera que haya aproximadamente la misma frecuencia en cada uno de los niveles. En caso de que se deseen intervalos diferentes, el tamaño de éstos, deberá estar indicado en la misma tarjeta de la siguiente manera:

Col. 11-20	Tamaño del primer intervalo, perforado como un número decimal.
Col. 21-30	Tamaño del segundo intervalo, perforado como un número decimal.

Así se continúa en campos de 10 columnas hasta la columna 70. En caso de más de 6 niveles, se usa otra --

tarjeta. Esta opción puede usarse en combinación con las opciones 3, 4 y 5. Si no se especifica, el programa calcula 5 intervalos de igual tamaño o intervalos iguales de acuerdo al mismo número especificado en la opción 3.

El tamaño de los intervalos puede especificarse de diferentes maneras:

Ejemplo 1: Si existen 5 niveles y el tamaño de cada nivel es el doble del tamaño del nivel previo, se deben perforar los siguientes números:

Columna	<u>5</u>	<u>11 - 20</u>	<u>21 - 30</u>	<u>31 - 40</u>	<u>41 - 50</u>	<u>51 - 60</u>
	6	1.	2.	4.	8.	16 .

Ejemplo 2: Si se desea dividir los datos en cuatro grupos el menor 10%, el siguiente 25%, el siguiente 35% y 30% el restante, se deben perforar los siguientes números:

Columna	<u>5</u>	<u>11 - 20</u>	<u>21 - 30</u>	<u>31 - 40</u>	<u>41 - 50</u>
	6	10.	25.	35.	30.

Ejemplo 3. Para especificar los siguientes intervalos

<u>0</u>	<u>150</u>	<u>200</u>	<u>271.5</u>	<u>500</u>	<u>750</u>	<u>889</u>	<u>1000</u>
----------	------------	------------	--------------	------------	------------	------------	-------------

Se deben perforar los números siguientes:

Columna	5	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70
Tarjeta 1	6	150.	50.	71.5	228.5	250.	139.
Tarjeta 2		111.					

Cualquier valor que cae en el límite entre dos intervalos, es asignado al nivel mayor, con la excepción de valores que caigan en el límite del último intervalo.

Opción 7, SIMBOLISMOS (5 tarjetas)

En esta opción se especifican los caracteres que se de sean imprimir y sobre-imprimir para formar los símbolos representativos de cada uno de los niveles. Cada símbolo puede estar compuesto por un máximo de cuatro caracteres, perforados en la columna correspondiente al nivel, en estas tarjetas:

Tarjeta 1

Col. 5 7 para identificar la opción.

Tarjetas 2, 3, 4 y 5

Col. 1-10 Símbolo para cada uno de los intervalos -
dados en orden ascendente. Se debe utili
zar solo las columnas necesarias para los
niveles especificados.

Col. 11-20 Simbolismo para los puntos señal de los -
intervalos 1-10 en ese orden. Sólo deben
usarse las columnas necesarias para el nú
mero de intervalos especificado, dejando
las demás en blanco.

Col. 21 Símbolo para aquellas áreas del mapa cuyo

- valor interpolado es menor que el especificado en la opción 4.
- Col. 22 Símbolo para las posiciones de los puntos dato cuyos valores son menores que el mínimo establecido en la opción 4.
- Col. 23 Símbolo para aquellas áreas del mapa cuyo valor interpolado es mayor que el especificado en la opción 5.
- Col. 24 Símbolo para las posiciones de los puntos dato cuyos valores son mayores que el máximo establecido en la opción 5.
- Col. 25 Símbolo para el fondo que aparece entre - el área de estudio y los bordes del mapa, así como en las zonas declaradas inválidas por las opciones 18, 19 y/ó 20.
- Col. 26 Símbolo para las isolíneas y contornos de las zonas.
- Col. 27 Símbolo para aquellas áreas del mapa donde no hay interpolación, debido al uso de la opción 35 y/ó barreras impermeables.
- Col. 28 Símbolo para indicar la presencia de dos o más puntos dato en la misma localización de la impresora.
- Col. 29 Símbolo para indicar las posiciones de -- los puntos dato declarados inválidos en -- las opciones 18, 19 y/ó 20.

Cuando no se especifica esta opción el programa tiene un conjunto de simbolismos estándar que se muestran a continuación:

		Simbolismo general										Simbolismo de los puntos dato									
Columna:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Niveles																					
1	.											1									
2	.	X										1	2								
3	.	0	X									1	2	3							
4	.	+	0	X								1	2	3	4						
5	.	+	0	0	X							1	2	3	4	5					
6	.	+	X	0	X	X						1	2	3	4	5	6				
7	.	'	+	X	0	X	X					1	2	3	4	5	6	7			
8	.	'	+	X	0	0	X	X				1	2	3	4	5	6	7	8		
9	.	'	=	+	X	0	0	X	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	.	'	-	=	+	X	0	0	X	X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	*

A continuación se muestran ejemplos de simbolismos:

Ejemplo 1.

Se tienen 6 niveles y se desea invertir el orden del simbolismo estándar:

												1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
Tarjeta 1					7																					
Tarjeta 2	0	0	0	X	+	.					1	2	3	4	5	6										
Tarjeta 3	X	X	-																							
Tarjeta 4	A																									
Tarjeta 5	V																									

Ejemplo 2:

Se desea suprimir todo el simbolismo dejando las isolíneas 6 - los contornos de las zonas en negro y con un fondo de guiones:

Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Tarjeta 1					7																					
Tarjeta 2											1	2	3	4	5											- 0
Tarjeta 3																										X
Tarjeta 4																										A
Tarjeta 5																										V

Ejemplo 3:

Se desea usar los símbolos A, B, C, D y E para las clases de datos en un mapa de proximidad

Columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Tarjeta 1					7																					
Tarjeta 2	A	B	C	D	E						A	B	C	D	E											
Tarjeta 3											/	/	/	/	/											
Tarjeta 4																										
Tarjeta 5																										

Opción 8. ELIMINACION DE LAS LINEAS DE LOS CONTORNOS Y LAS - ISOLINEAS (1 tarjeta)

Col. 5 8. Para identificar la opción.

Estas líneas generalmente aparecen como blancas, a menos que sea especificado otro simbolismo para ellas en la opción 7. Si no se especifica esta opción, estas - líneas aparecerán en el mapa.

Opción 9. ELIMINACION DEL HISTOGRAMA (1 tarjeta)

Col. 5 9 Para identificar la opción.

Si no se especifica esta opción, aparecerá impreso debajo del mapa un histograma que muestra la distribución de frecuencias de los datos en los intervalos de clase.

Opción 10. TEXTO EXPLICATIVO (32 tarjetas máximo)

El usuario dispone de esta opción para agregar a sus mapas información complementaria de cualquier tipo. El texto aparecerá inmediatamente debajo del mapa.

Primer tarjeta:

Col. 4-5 10 Para identificar la opción.

Tarjetas intermedias:

Col. 1-72 El texto explicativo deseado; pueden incluirse hasta 30 tarjetas.

Ultima tarjeta:

Col. 1-4 9999 para terminar el texto.

Opción 11. IMPRESION DEL VALOR DE LOS DATOS EN SUS LOCALIZACIONES CORRESPONDIENTES. (1 tarjeta)

Col. 4-5 11 para identificar la opción.

Si no se especifica esta opción aparecerá impreso el número del nivel o intervalo en el que se encuentre el valor del punto dato.

Opción 12. REPETICION MULTIPLE DE OPCIONES (1 tarjeta).

Esta opción permite repetir todas las opciones usadas en el mapa previo.

Col. 4-5 12 Para identificar la opción.

Opción 13. ESCALA DEL MAPA (1 tarjeta)

Col. 4-5 13 Para identificar la opción.

Col. 11-20 La escala deseada, perforada como número decimal.

Si el mapa está medido en un sistema coordinado cualquiera, la escala especifica el número de pulgadas -- que representará a cada unidad de medida del mapa base. Por ejemplo, 2.0 producirá un mapa en el que cada unidad del mapa base está representada por 2 pulgadas. Si el mapa está medido en octavos y décimos de pulgada, la escala especifica que tantas veces se desea aumentar o disminuir el mapa. Por ejemplo, 1.0 - producirá un mapa a la misma escala del mapa base, 2.0 uno al doble, etc.. Si no se especifica esta opción, la escala quedará determinada por las opciones 1, 2 - y/6 14.

Opción 14. MARGENES DEL MAPA (1 tarjeta)

Col. 4-5 14 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Número de pulgadas deseadas como margen - a partir del borde superior del mapa.

Col. 21-30 Número de pulgadas deseadas como margen - a partir del borde izquierdo del mapa.

- Col. 31-40 Número de pulgadas deseadas como márgen a partir del límite inferior del mapa.
- Col. 41-50 Número de pulgadas deseadas como márgen a partir del límite derecho del mapa. Todos los márgenes deben perforarse como números decimales.

Se pueden especificar valores positivos y negativos para los márgenes. Los valores positivos añaden área a la ventana del mapa, mientras que los negativos le restan.

Opción 15. NUMERO DE CARACTERES POR PULGADA (1 tarjeta)

- Col. 4-5 15 Para identificar la opción.
- Col. 11-20 Número de renglones por pulgada en los -- que la computadora ha sido ajustada para imprimir, dado como número decimal.
- Col. 21-30 Número de columnas por pulgada.

En muchas computadoras la impresora de línea ha sido -- ajustada para imprimir 6 renglones y 10 columnas de ca racteres por pulgada. SYMAP supone que los resultados estarán dados en 8 renglones y 10 columnas de caracteres por pulgada y así es como produce mejores resultados. Si la impresora no está ajustada de esta manera, se deberá usar esta opción para evitar deformaciones -- en el mapa.

Opción 16. MAPAS GRANDES (1 tarjeta)

- Col. 4-5 16 Para identificar la opción.

Esta opción permite al usuario producir mapas mayores de 72 pulgadas (183 cm) en cualquier sentido. Si el mapa pasa de esta medida y esta opción no es usada, - el programa reducirá la dimensión mayor a 13 pulgadas.

Opción 17. ELIMINACION DE LOS RESULTADOS TABULARES (1 tarjeta)

Col. 4-5 17 Para identificar la opción.

Mediante esta opción se eliminan los resultados tabulares que aparecen antes del mapa y que contienen información sobre la localización, valor y nivel asignado a cada zona o punto dato.

Opción 18. INVALIDACION DE VALORES FALTANTES (1 tarjeta)

Col. 4-5 18 Para identificar la opción.

Con esta opción se hacen inválidos los valores de --- - 0.0 y en blanco. El símbolo 'M' aparecerá en su localización. Si no se especifica, todos los valores serán considerados válidos.

Opción 19. VALOR MINIMO PARA DATOS INVALIDOS (1 tarjeta)

Col. 4-5 19 Para identificar la opción.

Col. 11-20 El valor que se declara inválido, perforado como número decimal. Este, y todos los valores mayores serán declarados inválidos.

Puede usarse en combinación con la opción 20.

Opción 20. VALOR MAXIMO PARA DATOS INVALIDOS (1 tarjeta)

Col. 4-5	20	Para identificar la opción.
Col. 11-20		El valor que se declara inválido, perforado como número decimal. Este y todos los valores menores quedarán declarados inválidos.

Opción 21. GRABACION DEL MAPA EN CINTA (1 tarjeta)

Col. 4-5	21	Para identificar la opción.
Col. 19-21	1.0	Para obtener un listado de estos valores.

Al producirse un mapa, el programa calcula un valor para cada localización impresa en el mapa; en el caso de mapas isopletas y de proximidad lo hace mediante interpolación. Esta opción almacena estos valores en cinta para su utilización posterior por otros programas (SYMVU, por ejemplo).

Opción 22. CONTORNOS CONTINUOS (1 tarjeta)

Col. 4-5	22	Para identificar la opción.
----------	----	-----------------------------

Esta opción asegura la aparición de líneas de contorno que podrían ser suprimidas para permitir la representación de simbolismo descriptivo cuando el espacio entre puntos dato o zonas es inadecuado para representar simbolismo y líneas de contorno a la vez.

Opción 23. ELIMINACION DEL SIMBOLISMO DE LOS PUNTOS INVALIDOS (1 tarjeta).

Col. 4-5 23 Para identificar la opción.

Opción 23. Elimina el simbolismo que aparece en cualquier punto - dato cuyo valor asociado está declarado inválido por - las opciones 18, 19 y/o 20.

Opción 24. ELIMINACION DE LA INTERPRETACION NUMERICA (1 tarjeta).

Col. 4-5 24 para identificar la opción.

Opción 25. EXTRAPOLACION FRACCIONAL RELATIVA.

Después del mapa y el texto explicativo, el programa - imprime información sobre los valores extremos, valores inválidos, los límites de los intervalos de clase y el porcentaje que estos representan en el rango, de la variable. Si no se desea esta información, debe especificarse esta opción.

Opción 25. ELIMINACION DE LOS SIMBOLOS DE LOS PUNTOS DATO.

(1 tarjeta)

Col. 4-5 25 Para identificar la opción.

Elimina la aparición del simbolismo de los puntos dato poniendo en su lugar el simbolismo del valor interpolado en esa localización.

Opción 26. ALINEAMIENTO DE SOBREIMPRESION (1 tarjeta)

Col. 4-5 26 Para identificar la opción.

La sobreimpresión es realizada con sistemas diferentes en diversas computadoras, que no siempre coinciden con

de SYMAP. Esta opción sustituye este método en el caso de que el alineamiento sea incorrecto.

Opción 27. TIPO DE MAPA (1 tarjeta)

Col. 4-5 27 Para identificar la opción.

Esta opción permite al programa identificar el mapa - como isopleta cuando se incluyen mapas coropletas en la misma corrida.

Opción 31. EXTRAPOLACION FRACCIONAL RELATIVA.

(Necesaria para mapas de proximidad (1 tarjeta)

Col. 4-5 31 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Límite deseado para la extrapolación expresada como una fracción del rango de la variable, perforado como número decimal.

El programa extrapola esta fracción del rango total - de valores arriba o abajo de un extremo local. Si no se especifica esta opción, el programa supone una extrapolación fracción de 0.1; en los mapas de proximidad dejar en blanco las columnas 11-20.

Opción 32 MINIMO ABSOLUTO EN LA EXTRAPOLACION (1 tarjeta)

Col. 4-5 32 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Mínimo deseado, perforado como número decimal.

Esta opción fija un valor mínimo, abajo del cuál la -

computadora no extrapolará.

Se recomienda su empleo cuando el usuario conoce un mínimo lógico para sus datos (0.0 para densidades de población, por ejemplo).

Si no se especifica, el programa tendrá un mínimo de interpolación igual al valor mínimo de los datos válidos.

Opción 33. MAXIMO ABSOLUTO EN LA EXTRAPOLACION
(1 tarjeta)

Col. 4-5 33 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Máximo deseado, perforado como número decimal.

Esta opción fija un valor máximo, arriba del cual la computadora no extrapolará. Se recomienda su empleo cuando el usuario conoce un máximo lógico para sus datos (100.0 para datos porcentuales, por ejemplo). Si no se especifica, el programa tendrá un máximo de extrapolación igual al valor máximo de los datos válidos.

Opción 34. RADIO INICIAL DE BUSQUEDA (1 tarjeta)

Col. 4-5 34 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Radio inicial de búsqueda deseado, perforado como un número decimal.

El radio de búsqueda es la distancia sobre la cual el programa busca puntos dato para usarlos como base en-

la interpolación. Si no se especifica, el radio de búsqueda está basado en el número y dispersión de los puntos dato, utilizando en promedio 7 puntos.

Opción 35. RADIO MAXIMO DE BUSQUEDA. (1 tarjeta)

Col. 4-5 35 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Radio máximo de búsqueda perforado como número decimal.

La computadora buscará puntos dato con los cuales interpolará a una distancia no mayor de este radio, que no deberá ser menor que el inicial.

Opción 36. NUMERO DE PUNTOS DATO PARA LA INTERPOLACION.
(Necesaria para mapas de proximidad) (1 tarjeta).

Col. 4-5 36 Para identificar la opción.

Col. 11-20 Número deseado de puntos (no más de 10), perforado como número decimal.

Si no se especifica esta opción, se tiene un mínimo de 4 y un máximo de 10, teniendo como promedio 7 puntos para la interpolación. Para mapas de proximidad-dejar en blanco las columnas 11-20.

Opción 37. INDEPENDENCIA (Necesaria para mapas de proximidad)
(1 tarjeta)

Col. 4-5 37 Para identificar la opción.

Esta opción previene el suavizamiento de las líneas creadas por las barreras o mediante la utilización de



las opciones 35 y 36. Si no se especifica esta opción, el programa calcula valores a cada 2 caracteres en sentido vertical y a cada 3 en sentido horizontal.

IV. EL ALGORITMO DE INTERPOLACION DE SYMAP

IV.1 Introducción

Su objetivo es crear una superficie que cumpla ciertas propiedades para poder representar espacialmente un fenómeno a partir de la información proporcionada en un cierto número de puntos dato. Puede aplicarse a diferentes campos tales como demografía, meteorología, planeación urbana, contaminación ambiental, etc.

El programa toma las coordenadas de los puntos dato y sus valores asociados para construir una superficie diferenciable en forma continua, que pasa por los puntos dato y representa las tendencias que éstos muestran.

El método consiste en obtener para cada localización de impresión en el mapa un promedio ponderado de las pendientes y los valores de los puntos dato cercanos, calculándolo mediante un modelo de tipo gravitacional.

El valor para cada localización se estima a partir de la fórmula:

$$z_p = \frac{\sum_i w_i z_i'}{\sum_i w_i} \quad (1)$$

donde:

w_i = la ponderación del punto dato i .

z_i' = el valor en el punto dato i , modificado por la pendiente en i y su desplazamiento con respecto al punto p .

IV.2 MODELO BASICO

De acuerdo al modelo básico, el valor en el punto P debe ser el promedio ponderado de los valores en los puntos dato 1, 2, ..., n, considerando la ponderación como el inverso de la distancia al cuadrado.

Sea: $\overline{P1}$ = distancia del punto P al punto dato 1
 $\overline{P2}$ = distancia del punto P al punto dato 2
 Z_1 = valor en el punto dato 1
 Z_2 = valor en el punto dato 2
 Z_p = valor que se va a calcular para el punto P.

$$Z_p = \frac{\frac{1}{(\overline{P1})^2} Z_1 + \frac{1}{(\overline{P2})^2} Z_2 + \frac{1}{(\overline{P3})^2} Z_3 + \dots + \frac{1}{(\overline{Pn})^2} Z_n}{\frac{1}{(\overline{P1})^2} + \frac{1}{(\overline{P2})^2} + \frac{1}{(\overline{P3})^2} + \dots + \frac{1}{(\overline{Pn})^2}}$$

O bien:

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(\overline{P_i})^2} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(\overline{P_i})^2}}$$

Si el punto P está muy cerca del punto 1, por ejemplo, entonces $\overline{P1}$ es pequeña comparada con $\overline{P2}$ y $\overline{P3}$, etc., por lo tanto el peso $\frac{1}{(\overline{P1})^2}$ es grande comparada con $\frac{1}{(\overline{P2})^2}$ y $\frac{1}{(\overline{P3})^2}$ etc.

IV.3 MODIFICACIONES

Se deben hacer las siguientes modificaciones al método para hacerlo más eficiente:

a. Radio de búsqueda.

Por razones prácticas, tiene que limitarse el número de puntos dato que se consideren para interpolar el valor en una localización dada. Tomando en cuenta el número de puntos dato y el área sobre la que se extienden, el algoritmo determina un radio inicial de búsqueda R , en tal forma que un círculo con ese radio generalmente tendrá el número promedio de puntos en los que se basará la interpolación.

Para cualquier localización P , se eligen aquellos puntos dato cuya distancia efectiva a P , sea menor que R . Si dentro del círculo hay mas puntos que el número máximo especificado, se contrae el radio de búsqueda hasta que queden exactamente el número de puntos dato permitidos. Si dentro del radio inicial quedan menos puntos que el número mínimo permitido, el radio es expandido hasta que se encuentren todos los puntos especificado por el usuario o hasta que sean usados todos los puntos que no estén bloqueados por una barrera impermeable.

Las ponderaciones consistentes en la inversa de la distancia al cuadrado, se usan para puntos dato cercanos a P . Cuando la distancia a un punto dato se aproxima al radio final de búsqueda R' , la ponderación en ese punto tiende a cero.

b. Dirección

Para que las localizaciones relativas de los puntos-dato entren en el cálculo, debe encontrarse el "aislamiento direccional" del punto dato i mediante la fórmula:

$$Q_i = \frac{1}{P_1} \left[1 - \cos(i P_1) \right] + \frac{1}{P_2} \left[1 - \cos(i P_2) \right] + \dots + \frac{1}{P_n} \left[1 - \cos(i P_n) \right]$$

Si los otros puntos dato $1, 2, 3, \dots$ están en la misma dirección que i con respecto a P , entonces los ángulos $i P_1, i P_2, i P_3$, son pequeños, las cantidades $-\cos(i P_1)$ son también pequeñas y la suma Q_i es cercana a cero. Dado que i no es el único punto en una dirección particular, se le da una ponderación reducida definida de la siguiente manera:

Si $\overline{P_j}$ es la distancia de P al punto dato j , la distancia ponderada es

$$\frac{1}{(\overline{P_j})} \text{ para } 0 < \overline{P_j} \leq R'/3$$

$$S_j =$$

$$f(\overline{P_j}) \text{ para } R'/3 < \overline{P_j} \leq R'$$

Sea $H = \sum_j S_j$ y sea

$$T_i = \sum_{j \neq i} S_j \times \left[1 - \cos(i P_j) \right]$$

los puntos j , son puntos dato vecinos dentro del radio de búsqueda R' . La ponderación total en el punto dato i para la localización P es:

$$w_i = (S_i)^2 \times (H+T_i)$$

Entre mayor sea el aislamiento direccional de un punto dato y menor su distancia al punto considerado, mayor es su ponderación y por tanto su influencia en la determinación del valor interpolado.

c. Pendientes

Para evitar que la superficie presente niveles en los puntos dato, se calcula un gradiente bi-dimensional (pendiente) $\frac{\partial Z}{\partial X} \hat{i} + \frac{\partial Z}{\partial Y} \hat{j}$ en cada punto dato, tomando un promedio ponderado de las pendientes de varios planos secantes. Cada plano contiene al punto P y a uno de sus puntos dato vecinos i ; el plano es tan horizontal como sea posible; la línea que va de P al punto dato debe ser la línea de pendiente más pronunciada en ese plano. El valor de la superficie en el punto P se aproxima a:

$$Z'_i = Z_i + \Delta Z_i$$

donde:

$$\Delta Z_i = \left\{ \frac{\partial Z}{\partial x} \Big|_i \Delta x + \frac{\partial Z}{\partial y} \Big|_y \Delta y \right\} \times k_i$$

Δ_x y Δ_y son las diferencias x y y tomadas a partir de i .

El factor $k_i = \frac{a}{a + p_i}$ se introduce en tal forma, -- que el efecto de considerar la pendiente es pequeño a grandes distancias. El parámetro a se escoge en tal forma que aunque i fuera el punto dato con la pendiente mas pronunciada, ΔZ pueda ser menor en magnitud que una fracción especificada del rango total de Z .

Si el valor en un punto dato i es mayor que los valores de los puntos dato circundantes, la pendiente en ese punto no será cero a menos que las pendientes ponderadas de los planos secantes se cancelen a sí mismas. Así, la superficie continuará creciendo en alguna dirección y por tanto los máximos y mínimos relativos no ocurren con frecuencia en los puntos dato.

d. Barreras

El algoritmo se modifica si se incluyen barreras a la interpolación. Las distancias usadas en los cálculos son "distancias efectivas". El cuadrado de la distancia efectiva es igual al cuadrado de la distancia real más la suma de los cuadrados de las resistencias de todas las barreras atravesadas un número n de veces. A las barreras impermeables se les -- asigna una resistencia tan grande que la distancia efectiva resultante hace que no sea considerado un punto como punto dato cercano, y por tanto se elimine del proceso de interpolación.

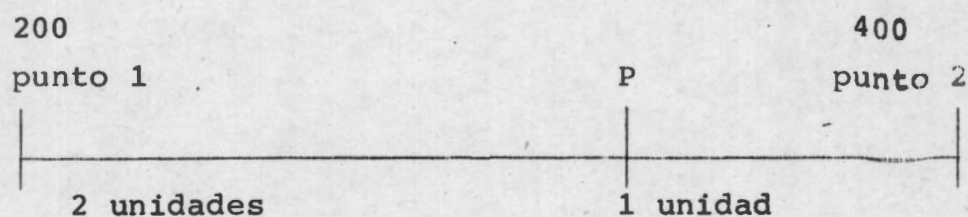
IV.4

EJEMPLO DE INTERPOLACION USANDO EL ALGORITMO DE SYMAP.

punto 1 = 200 hab/km²

Densidad de población

punto 2 = 400 hab/km²



1	S_i	H	T_i	W_i
1	.5	1.5	2.0	.875
2	1.0	1.5	1.0	2.5

1	z_i	$\frac{\partial z}{\partial x} _i$	K_i	Δz_i	z'_i
1	200	66.7	.261	17.4	217.4
2	400	66.7	-.231	-15.4	384.6

$$\Sigma W_i = 3.375$$

El valor en el punto P, es:

$$z_p = \frac{z'_1 W_1 + z'_2 W_2}{\Sigma W_i}$$

sustituyendo:

$$z_p = \frac{(217.4) (.875) + (384.6) (2.5)}{3.375} = 341$$

Densidad de población en el punto P = 341 hab/km²

F/DEPFI/D35/1983/EJ.3



702297