

0105

APLICACIONES DEL ANALISIS NORMAL

EDMUNDO RIVERA RAMIREZ

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNAM

Jug. Rivera

==== 1 9 8 0 ====

R E S U M E N

El análisis normal es una nueva herramienta que se emplea para obtener una distribución areal de alguna propiedad del yacimiento que presente una distribución aleatoria natural. Esta técnica permite expresar las distribuciones aleatorias como una combinación lineal de funciones de densidad normal siendo esta la principal suposición del método.

Para la aplicación del método se requiere conocer valores discretos en algunos puntos de la variable a distribuir arealmente. En el presente trabajo las variables a distribuir son; el índice de hidrocarburos, con el fin de obtener el volumen original, y la temperatura estabilizada de un yacimiento geotérmico.

I N T R O D U C C I O N

Debido a las nuevas técnicas de simulación numérica de yacimientos, es necesario conocer la distribución areal de algunas propiedades del yacimiento como espesor poroso, porosidad, permeabilidad, temperatura, etc. * El análisis normal¹ es una nueva técnica que permite obtener este tipo de distribuciones. Problemas de esta naturaleza han sido estudiados normalmente en otros campos, como la Geología y la Topografía, donde se requiere la construcción de mapas de contornos.

La aplicación del análisis normal se presenta en dos dimensiones, aunque es posible introducir la tercera dimensión, o sea tomando en cuenta la variación vertical, como en el caso de tener un yacimiento anisotrópico y heterogéneo.

* Referencias al final del trabajo.

El análisis normal conserva los valores exactos en los puntos dato, y en los interpolados, calculados con la ecuación de densidad normal, el valor pronosticado se aproxima más al valor real entre mayor sea la cantidad de puntos dato.

En el cálculo del índice de hidrocarburos no se tomaron variaciones verticales en las propiedades del yacimiento y fluidos, y sólo se tienen variaciones arealmente.

EL ANALISIS NORMAL¹

Debido a que el yacimiento es un sistema que resulta de un proceso estocástico, sus propiedades (permeabilidad, porosidad, temperatura, etc.) presentan una distribución aleatoria, y por lo tanto, son caracterizables por medio del análisis normal, cuyo propósito específico es obtener una distribución espacial de un grupo de valores discretos.

La hipótesis en que se basa el análisis normal establece que la distribución de una variable aleatoria Z, la cual es una función de la posición (x, y), puede ser expresada como una combinación lineal de funciones de la forma

$$Z = C \exp \left[- \frac{(x-x_1)^2}{D^2} - \frac{(y-y_1)^2}{E^2} \right] \dots \dots (1)^+$$

donde:

Z = variable aleatoria que es función de la posición

C = constante que representa el máximo valor de la función densidad

x₁ e y₁ = coordenadas del punto dato

+En el Apéndice A se habla de la ecuación de la distribución normal

D = parámetro que depende del grado de dispersión en dirección x

E = parámetro que depende del grado de dispersión en dirección y

x e y = coordenadas de los puntos interpolados.

Esta función conocida en la teoría de la Probabilidad y Estadística como distribución normal o función densidad normal.^{2, 3, 4}

De acuerdo al grado de complejidad de las distribuciones, éstas pueden clasificarse en básicas y compuestas. Las distribuciones compuestas resultan de superponer dos o más distribuciones básicas, las cuales son distribuciones elementales que ocurren espontáneamente en la naturaleza, y están asociadas a procesos estocásticos que tienen una fuente única de generación.

La ecuación (1) representa el modelo matemático de las distribuciones básicas, y es la función más importante en la Probabilidad y Estadística .

En general las distribuciones que ocurren en la naturaleza no son tan simples como las distribuciones básicas, sino que presentan características más complejas, por lo que hay que tratarlas como distribuciones compuestas (suma de dos o más distribuciones básicas).

Para aclarar lo anterior, a continuación se presenta un ejemplo. Supongase que se tienen tres acumulaciones básicas cuyas ecuaciones son:

$$Z_1 = C_1 \exp \left[-\frac{(x-x_1)^2}{D_1^2} \right] \dots \dots (2)$$

$$Z_2 = C_2 \exp \left[-\frac{(x-x_2)^2}{D_2^2} \right] \dots \dots (3)$$

$$Z_3 = C_3 \exp \left[-\frac{(x - x_3)^2}{D_3^2} \right] \dots \dots (4)$$

Entonces una acumulación compuesta será:

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i \exp \left[-\frac{(x - x_i)^2}{D_i^2} \right] \dots \dots (5)$$

Donde Z es la variable aleatoria de la distribución compuesta. La Figura (1)[#] muestra la gráfica de las funciones (2), (3), (4) y (5), donde las curvas punteadas representan las distribuciones básicas y la curva sólida la suma de esas tres distribuciones que representa la distribución compuesta.

El proceso de encontrar la función de distribución compuesta es una operación sencilla y directa, pero el proceso inverso o sea el de descomponer una distribución compuesta en sus componentes básicos es un problema que presenta dificultades teóricas no resueltas aún.

APLICACIONES DEL ANALISIS NORMAL

Distribución de Isoíndices de Hidrocarburos (IH)⁺

Para el cálculo del volumen original de hidrocarburos es necesario tener la distribución areal de los índices de hidrocarburos en todo el yacimiento, por lo cual el análisis normal fue empleado para obtener la distribución de los IH's del campo Bacal, que es productor en la arena Filisola.

Figuras y tablas al final del trabajo.

+ En el Apéndice B se define el Índice de Hidrocarburos.

El conjunto de valores discretos (puntos dato) fueron obtenidos a partir del análisis de los registros geofísicos de los pozos del yacimiento; estos puntos dato están asociados a un sistema coordenado para su localización y son presentados en la Figura 2.

Los valores obtenidos de IH y las coordenadas de cada pozo son presentados en la Tabla 1, donde los valores de "x" e "y" son de un sistema coordenado arbitrario, seleccionado para simplificar los cálculos.

Para limitar la zona de interés se usaron pozos hipotéticos, sobre el contacto agua-aceite y en las fallas, para los cuales el valor de índice de Hidrocarburos es cero.

Substituyendo los datos de la tabla 1 en la ecuación general de distribución compuesta se tiene que:

$$IH = \sum_{i=1}^{22} C_i \exp \left[-\frac{(x-x_i)^2}{D_i^2} - \frac{(y-y_i)^2}{E_i^2} \right] \dots (6)$$

en donde las incógnitas son las Ci's, Di's y Ei's.

Debido a los problemas teóricos que se tienen en el cálculo de las Di's y Ei's se ha recurrido a valores empíricos, y se ha encontrado que si se toma como Di's a la distancia que hay proyectada sobre el eje "x", de los puntos dato, y como Ei's a la proyectada sobre el eje "y", es posible obtener buenos resultados. En el presente caso $Di's = Ei's = \sqrt{5}$.

Por lo cual la ecuación (6) se convierte en:

$$IH = \sum_{i=1}^{22} C_i \exp \left[-\frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{5} \right] \dots (7)$$

Donde las C_i 's son ahora las únicas incógnitas, que se evalúan al resolver el sistema de 22 ecuaciones con 22 incógnitas (C_i 's) que resultan de substituir los valores de x , y e IH de la Tabla 1, en los x , y e IH de la ecuación (7), de donde resulta:

$$IH_j = \sum_{i=1}^{22} C_i \exp \left[- \frac{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}{5} \right] \quad \dots \quad (8)$$

$j = 1, 2, \dots, 22$

Los valores de los C_i 's obtenidos se muestran en la Tabla 2; y éstos al ser substituidos en la ecuación (7), se tiene la ecuación para calcular el IH en un punto de coordenadas x e y .

La ecuación (7) se usó para obtener el mapa de contornos de IH 's que se muestra en la Figura 3, con un intervalo de contorno seleccionado de 2.5 .

Unas presentaciones tridimensionales de la distribución de IH 's en el yacimiento son las presentadas en las Figuras 4 y 5, en donde las partes de mayor altitud representan valores altos de IH .

Una vez obtenidos los valores de los IH 's en un número de celdas (de igual tamaño) en las que se dividió el yacimiento, se procede a encontrar el volumen original de hidrocarburos medido a condiciones de yacimiento. Este volumen se obtiene al sumar los valores de los IH 's en todas las celdas y a la suma total multiplicarla por el área de la celda .

En forma de ecuación se tiene :

$$V_{oh} = A_c \times \sum_{i=1}^M IH_i \quad \dots \quad (9)$$

donde :

Voh = Volumen original de hidrocarburos medido a condiciones de yacimiento. $[m_o^3 @ c.y.]$

Ac = Area de una celda m^2 roca $[m_o^3 @ c.y.]$

IH_i = Valor del IH en cada celda $[m_o^3 @ c.y.]$

M = Número de celdas en que se dividió el yacimiento.

Los valores de Ac y M son fijados al seleccionar las dimensiones del mapa de contornos (Figura 3). En el presente trabajo los valores de Ac y M son 2666.67 m^2 y 4500 respectivamente.

Substituyendo los valores de Ac y M en la ecuación (9) se obtiene un valor de Voh = 49,756,368 $m^3 @ c.y.$

Distribución de Temperaturas Estabilizadas.

Otra aplicación del análisis normal fue obtener la distribución de temperaturas estabilizadas en el yacimiento geotérmico Los Azufres. En el Apéndice C se habla de algunas generalidades de los sistemas geotérmicos, con el objeto de introducir al lector que no ha tenido contacto con esta área de estudio. La tabla 3 muestra la información de 8 pozos cuyas localizaciones estan referidas a un sistema coordinado arbitrario (Figura 6), cuyo origen coincide con las coordenadas (320 , 2185) del sistema real.

Las temperaturas se distribuyeron a una profundidad en la cual se contaba con el mayor número de datos y esta fue a 1000 metros bajo nivel topográfico (m.b.n.t.). Debido a la escasa información de que se disponía, hubo necesidad de recurrir a otra fuente de información; la información adicional fue obtenida a partir de la curva de iso-resistividad aparente (ρ_a) de 20 Ω -m, la cual resultó de la interpretación de son-

deos eléctricos realizados en el yacimiento a la profundidad de 1000 m.b.n.t. , la cual se ha observado empíricamente que existe una relación directa a la isoterma de 150°C, es decir que a un punto cuya ρ_a medida es 20 Ω -m tiene aproximadamente 150°C de temperatura estabilizada. Por lo últimamente dicho y debido a la gran dispersión de los datos, se colocaron pozos hipotéticos sobre la curva de ρ_a de 20 Ω -m y entre valores de temperatura conocidos, para que la distribución de temperaturas fuera lo más confiable posible; a los pozos hipotéticos colocados sobre la curva de ρ_a de 20 Ω -m se les asignó una temperatura estabilizada de 150°C, a los demás la correspondiente a la interpolación lineal entre los valores conocidos.

Otra consideración hecha fue la de tomar la temperatura de 90°C, a la profundidad seleccionada de 1000 m.b.n.t., como límite inferior; esto fue concluido tomando en consideración la temperatura del pozo A-10 que es 91.8°C a 1000 m.b.n.t., que se considera estar ubicado en la parte externa del yacimiento, en donde la producción del pozo es nula o no económicamente explotable.

Con los valores de la Tabla 3, substituidos en la ecuación de la distribución normal, se obtuvo la distribución compuesta siguiente:

$$T = \sum_{i=1}^8 C_i \exp \left[-\frac{(x - x_i)^2}{D_i^2} - \frac{(y - y_i)^2}{E_i^2} \right] \dots \dots (10)$$

Los valores de las C_i 's se obtuvieron al resolver el sistema de 8 ecuaciones con 8 incógnitas dado por:

$$T_j = \sum_{i=1}^8 C_i \exp \left[-\frac{(x_j - x_i)^2}{D_i^2} - \frac{(y_j - y_i)^2}{E_i^2} \right] \dots \dots (11)$$

$j=1, 2, \dots, 8$

asignandoles diferentes valores a las Di's y Ei's. Los valores de las Di's y Ei's que dieron resultados aceptables fueron $Di's = Ei's = 4$.

Una vez conocidos los valores de las Ci's , Di's y Ei's son substituidas en la ecuación (10), para calcular cualquier temperatura a unas coordenadas x e y dadas. La ecuación (10) fue el modelo usado en el cálculo de las temperaturas estabilizadas en el yacimiento, mostradas en la Figura 6. Presentaciones tridimensionales de esta distribución se muestran en las Figuras 7 y 8.

Para leer una temperatura a unas coordenadas dadas en la Figura 7 debe de tomarse en cuenta el valor de la temperatura mínima a la que se le suma el producto del número del contorno por el valor del intervalo seleccionado que en el presente trabajo fue de 15. Lo anterior en forma de ecuación se tiene:

$$T(x, y) ^\circ C = C0 + \text{No. Contorno} * \text{Valor de Intervalo.}$$



APENDICE A

2, 3, 4

La Distribución Normal

Una de las más importantes distribuciones de frecuencias en la Estadística es la distribución normal o Gaussiana, por ser la base de casi todas las medidas estadísticas de Probabilidad y error, y además de gran parte de la teoría de muestreo. Su gráfica es la de una curva simétrica acampanada extendiéndose infinitamente en ambas direcciones del eje horizontal. Debe tenerse presente que no todas las distribuciones acampanadas simétricas son distribuciones normales. El área total entre esta curva y el eje de las "x" es una unidad cuadrada, así el área entre dos puntos $x=a$ y $x=b$ es igual a la proporción de casos que hay entre esos puntos.

La ecuación de la curva normal es:

$$f(x) = (1/s \sqrt{2\pi}) \exp \left[-1/2 \left[\frac{x-\bar{x}}{s} \right]^2 \right] \dots \dots (A-1)$$

Donde:

$f(x)$ = ordenada, altura de la curva correspondiente a un valor de x

s = desviación típica (standard) de la distribución

\bar{x} = media de la distribución

x = abcisa, valor de la variable medible

La ecuación (A1) se puede transformar en:

$$f(x) = C_a \exp \left[- \left[\frac{x-x_a}{D_a} \right]^2 \right] \dots \dots (A-2)$$

Donde:

$$C_a = 1/(s \sqrt{2\pi})$$

$$x_a = \bar{x}$$

$$D_a = s^* \sqrt{2}$$

Esta ecuación (A2) es la obtenida en la referencia 1 para una dimensión.

Para el caso de dos¹ y tres dimensiones se tienen las siguientes ecuaciones por analogía con la (A2) :

$$f(x,y) = C_b \exp \left[- \frac{(x-x_b)^2}{D_b^2} - \frac{(y-y_b)^2}{E_b^2} \right] \dots \dots (A-3)$$

$$f(x,y,z) = C_c \exp \left[- \frac{(x-x_c)^2}{D_c^2} - \frac{(y-y_c)^2}{E_c^2} - \frac{(z-z_c)^2}{F_c^2} \right] \dots \dots (A-4)$$

APENDICE B

El Índice de Hidrocarburos⁵

Uno de los métodos volumétricos para el cálculo del volumen original de hidrocarburos es el llamado de isoíndices de hidrocarburos. El IH de un pozo es el producto del espesor poroso de la formación por su porosidad y por la saturación de hidrocarburos, medidos en un mismo intervalo.

En forma de ecuación se tiene;

$$IH = h \phi (1 - s_w) \left[\frac{m^3 \text{ hc@c y}}{m^2 \text{ roca}} \right] \dots \dots (B-1)$$

Donde:

h = espesor poroso de la formación (m)

ϕ = porosidad de la formación (fracción)

S_w = saturación de agua (fracción)

Este índice es obtenido a partir de análisis de registros geofísicos, y físicamente representa el volumen de hidrocarburos medido a condiciones de yacimiento que existe en la roca proyectada sobre una área de un metro cuadrado de yacimiento.

∴ Las principales ventajas al usar el IH son:

1. Toma en cuenta la heterogeneidad del yacimiento.
2. Se visualizan de inmediato las áreas a desarrollar.
3. El yacimiento queda limitado por cualquiera de las siguientes causas:
 - a) el espesor poroso tiende a cero
 - b) la porosidad tiende a cero
 - c) la saturación de agua tiende a uno.

4.No es necesario tomar valores medios de espesor, porosidad y saturación de agua.

APENDICE C

Generalidades de los Sistema Geotérmicos. ⁶

El término geotérmico se refiere en sentido amplio al calor existente en el interior de la tierra, por lo tanto la energía geotérmica es la producida debido a este calor natural.

La mayoría de los sistemas geotérmicos en el mundo están asociados con límites de placas tectónicas o con actividad volcánica reciente.

Las temperaturas bajo la superficie de la tierra son controladas principalmente por tres formas de flujo de calor:

- a) Por conducción
- b) Por convección hidrotermal
- c) Por transferencia de masa en el magma.

El flujo de calor por conducción se realiza a través de las rocas secas, siendo este el modo de flujo dominante en la capa más externa de la tierra. Donde la conducción es dominante la temperatura se incrementa continuamente con la profundidad, pero no a gradiente constante,

La ley de Fourier modela este tipo de flujo al interrelacionar el el gradiente térmico, el flujo de calor y la conductividad térmica de las rocas.

La relación entre estos parámetros es:

$$q = k \nabla T \quad \dots (C-1)$$

Donde:

$$q = \text{flujo de calor} \left[\frac{\text{M cal}}{\text{cm}^2 \text{ seg}} \right]$$

$$k = \text{conductividad térmica de las rocas} \left[\frac{\text{M cal}}{\text{cm seg } ^\circ\text{C}} \right]$$

$$\nabla T = \text{gradiente térmico} \left[\frac{^\circ\text{C}}{\text{Km}} \right]$$

El transporte de calor por convección hidrotermal ocurre debido al calentamiento y consecuente expansión térmica de los fluidos en un campo gravitacional, es decir que el fluido calentado de baja densidad tiende a subir y a ser reemplazado por fluido frío de mayor densidad. La convección por su naturaleza tiende a incrementar las temperaturas en la parte superior del sistema, y a disminuirlo en la inferior, modificando su gradiente térmico, y en ocasiones a tal grado de disminuir la temperatura con la profundidad.

La transferencia de calor por magma es considerada solamente a través de sus efectos en la conducción y la convección.

Para su estudio los sistemas geotérmicos son clasificados en:

1. Sistemas de convección hidrotermal
2. Sistemas geopresurizados
3. Sistemas de roca seca

Dos tipos de sistemas de convección hidrotermal son reconocidos; los relativamente raros sistemas dominados por vapor, y los más abundantes, que son los dominados por líquido. Estos sistemas se diferencian por el estado físico de la fase dominante.

Los sistemas geopresurizados ocurren en zonas limitados por fallas generalmente paralelas a la costa del golfo; de este tipo de sistemas se puede extraer tres tipos de energía: la energía térmica, la energía mecánica debida a la alta presión y la energía del gas metano contenido en el fluido producido.

En los sistemas de roca seca no se tienen antecedentes para decir que el calor de dichas rocas sea aprovechable en la superficie. Conceptos presentes involucran la creación de los sistemas artificiales de circulación de agua con dos pozos (inyector-productor) en una matriz previamente fracturada.

CONCLUSIONES

El análisis normal mejora una limitación de los métodos existentes para las distribuciones espaciales de variables aleatorias y dicha mejora es la de tomar en cuenta la estructura básica de dichas distribuciones.

La manera sencilla en que se aplica el análisis normal permite que las modificaciones hechas al ir teniendo mayor cantidad de puntos dato, se tengan en corto tiempo.

La forma de presentación areal de las propiedades del yacimiento (porosidad, permeabilidad espesor poroso, temperatura, etc.) permite tener una visión amplia de las zonas a desarrollar, así como, para planificar las operaciones de recuperación secundaria.

El análisis normal es aplicable en todas aquellas disciplinas en las que se requiere una distribución espacial de algún parámetro cuya distribución sea el resultado de un proceso estocástico.

B I B L I O G R A F I A

1. Pérez, R.C.: "Use of Normal Analysis in the Description of Heterogeneous Reservoir," Paper SPE 8431, presentado en la reunión del SPE de 1979 en las Vegas.

2. Davis, J.C.: Statistics and data analysis in Geology.- John Wiley and Sons, Inc. , New York City (1973) .

3. Dixon, O.L. and Nassey, F.J.: Introduction to Statistical Analysis. Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York City (1957).

4. Stanley, L.T.: Practical Statistics for Petroleum Engineers. Petroleum PublishingCo. , Tulsa City (1973).

5. Hefferan, J. y Gómez ,S.J.: "Determinación del volumen original de Hidrocarburos en un Yacimiento Usando los Métodos de Isopacas e Isohidrocarburos," Ingeniería Petrolera, AIPM, Nov-Dic, (1958).

6. Kruger, P. Otte C.: Geothermal Energy. Stanford University Press, Stanford California (1973).

Agradecimiento:

Deseo hacer patente mi agradecimiento al Fis. Candelario Pérez R. , por trasmitirme sus experiencias en el uso del Análisis Normal, al Dr. Jesús Rivera R. por sus valiosos consejos para llevar a cabo estas aplicaciones, y al Ing. José Luis Guerrero G. por su acertada información que me permitio realizar la segunda aplicación.

T A B L A 1.

COORDENADAS DE LOS POZOS Y VALORES DE IH.

<u>POZO</u>	<u>X</u> <u>(u.a.)</u>	<u>Y</u> <u>(u.a.)</u>	<u>IH</u> <u>(m)</u>
B-1	5.20	11.20	8.53
B-2	3.45	10.20	12.82
B-3	6.95	12.20	13.59
B-5	8.65	13.20	9.66
B-21	5.20	9.30	13.68
B-22	3.90	8.50	15.45
B-23	6.95	10.60	13.85
B-25	8.65	11.20	7.21
B-27	10.40	12.20	3.53
B-41	5.25	6.75	18.32
B-42	3.45	6.20	19.44
B-44	1.80	5.20	8.39
B-45	8.70	9.20	12.15
B-47	10.40	11.20	7.40
B-61	5.20	5.20	17.84
B-62	3.45	4.20	14.69
B=63	6.95	5.50	22.57
B-65	8.65	7.20	14.68
B-67	10.90	8.00	6.54
B-81	5.20	3.20	20.39
B-85	8.65	5.25	16.54
B-87	10.40	6.20	5.48

T A B L A 2

VALORES CALCULADOS *DE LOS COEFICIENTES C_i

<u>C_i</u>	<u>VALOR</u>
1	-12.8995
2	24.2040
3	13.5166
4	7.5786
5	3.1733
6	-15.3757
7	12.1026
8	-15.2607
9	1.6234
10	31.6933
11	32.8485
12	22.6345
13	9.3377
14	5.9409
15	-69.7365
16	-37.9686
17	17.4765
18	- 4.2609
19	4.6632
20	255.1913
21	20.2820
22	- 3.6606

TABLA - 3

COORDENDAS DE LOS POZOS Y VALORES DE TEMPERATURA

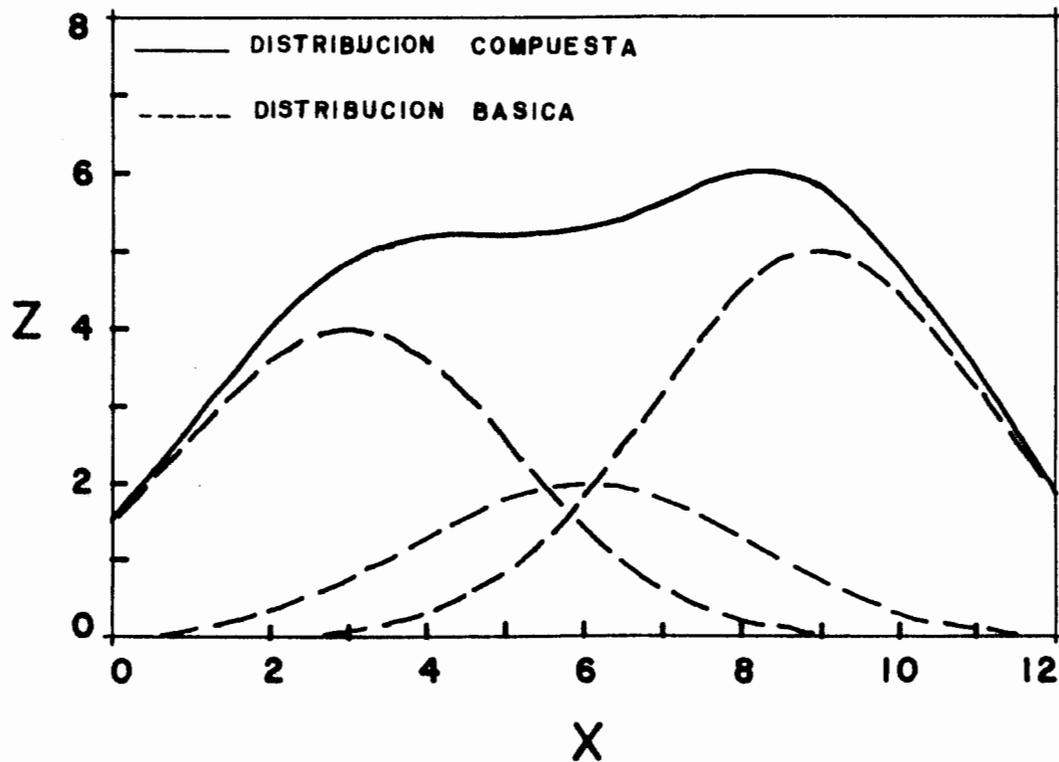
<u>POZO</u>	<u>X</u> <u>(u.a.)</u>	<u>Y</u> <u>(u.a.)</u>	<u>TE*</u> <u>(°C)</u>
A-2	9.80	6.56	239.00
A-4	9.10	14.08	228.50
A-5	12.15	15.65	216.20
A-6	10.85	5.71	309.00
A-7	8.39	5.88	187.00
A-8	8.11	6.62	180.60
A-10	4.30	3.60	91.80
A-13	12.55	14.10	214.70

* Información actualizada hasta enero 1980,
medida a 1000 m.b.n.t.

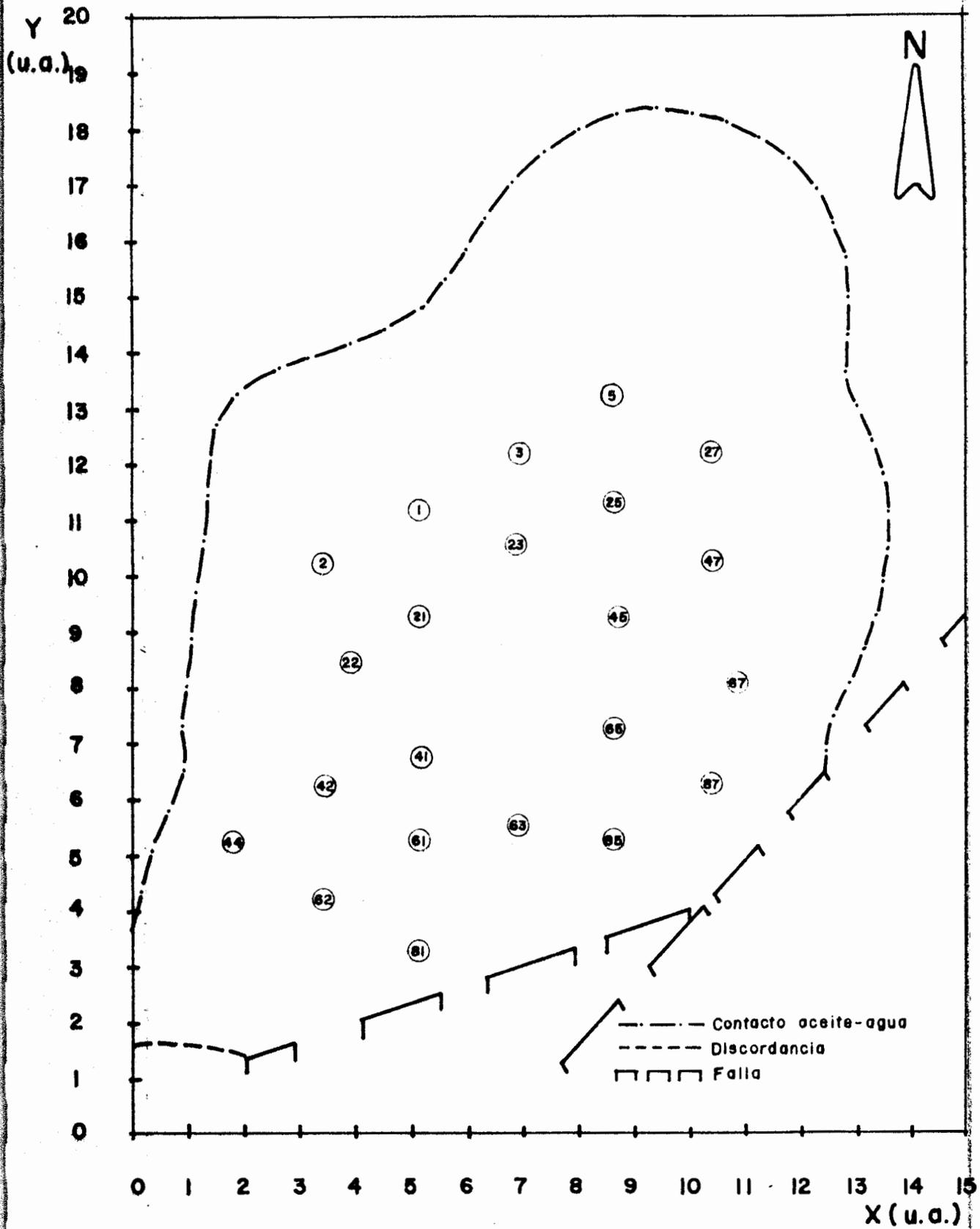
TABLA - 4

VALORES CALCULADOS DE LOS COEFICIENTES C_i

C_i	VALOR
1	- 38213.12
2	195399.22
3	-136983.41
4	56033.57
5	-421352.21
6	761687.99
7	- 21158.57
8	650739.38



**Fig. 1 .- SUPERPOSICION DE TRES
DISTRIBUCIONES BASICAS**

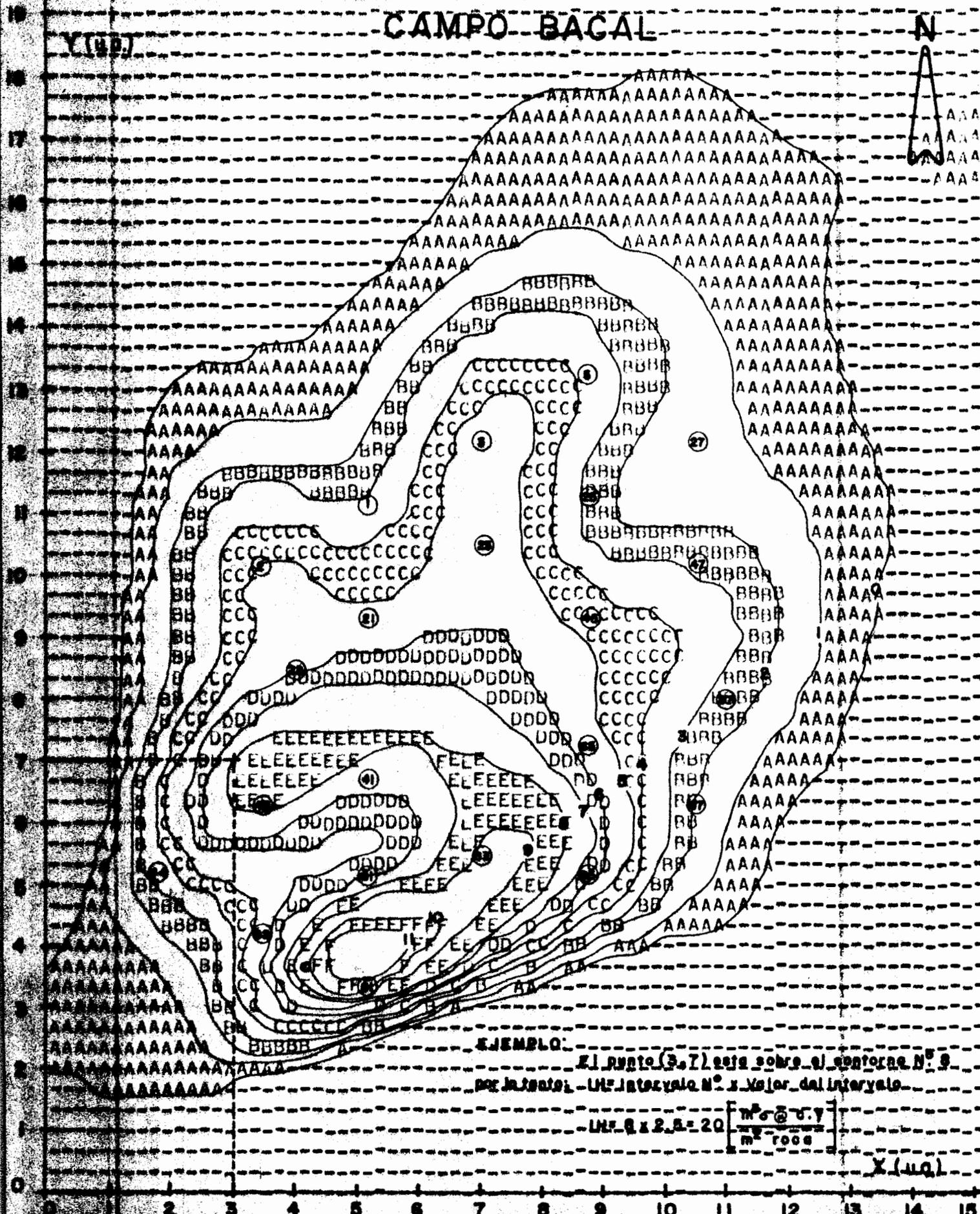


**Fig. 2.- LOCALIZACION DE 22 POZOS
CAMPO BACAL**

Fig.3.- MAPA DE CONTORNOS

INDICE DE HIDROCARBUROS

CAMPO BAGAL



EJEMPLO:

El punto (3,7) está sobre el contorno N.º 9

por lo tanto: $LM = \text{Intervalo } N.º \times \text{Valor del Intervalo}$

$$LM = 9 \times 2,5 = 20 \left[\frac{m^2 \cdot d \cdot y}{m^2 \cdot 1000} \right]$$

X (m.)

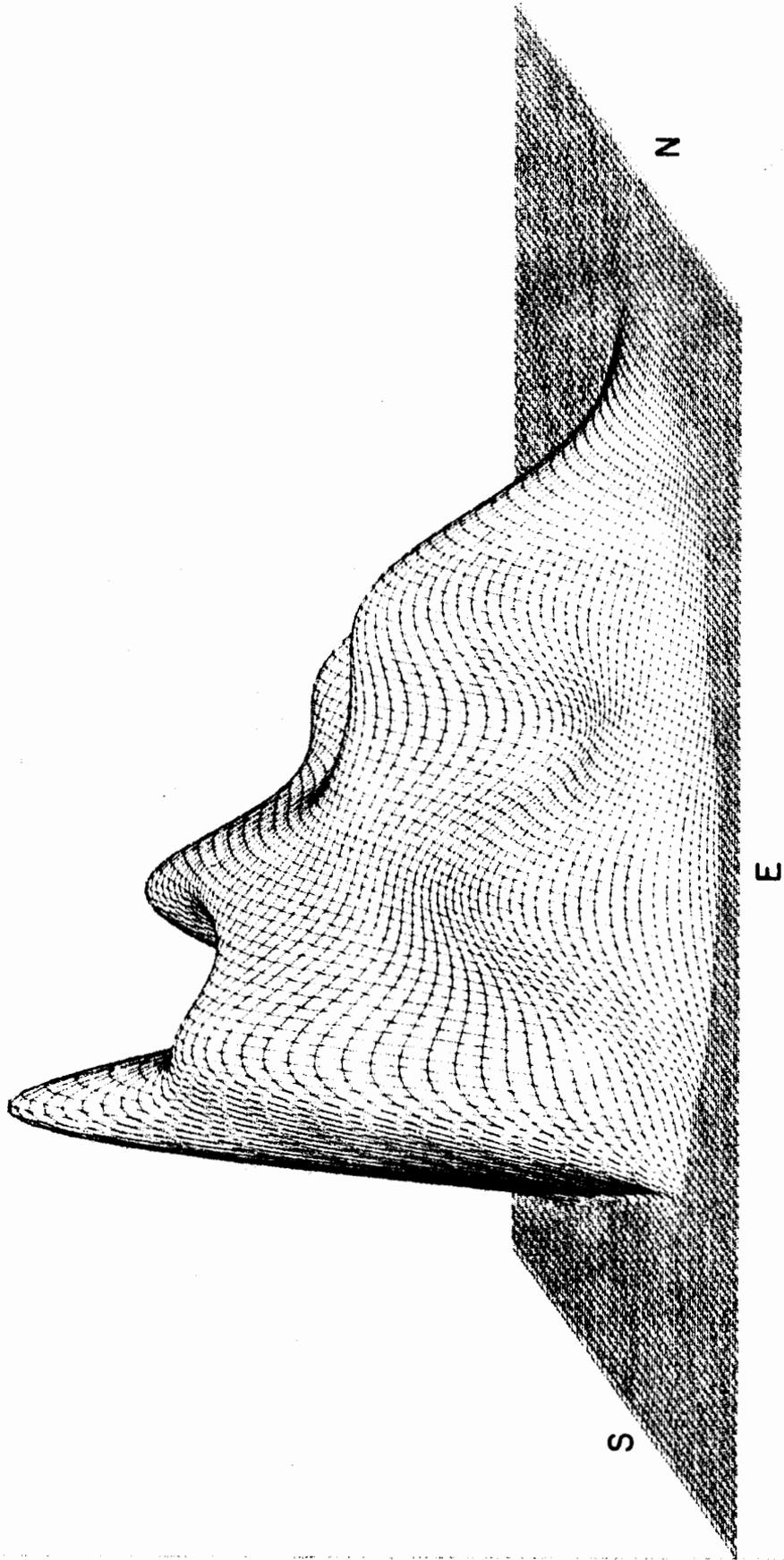


FIG.4 CAMPO SACRAL DISTRIBUCION DE IH. VICTA E-K.

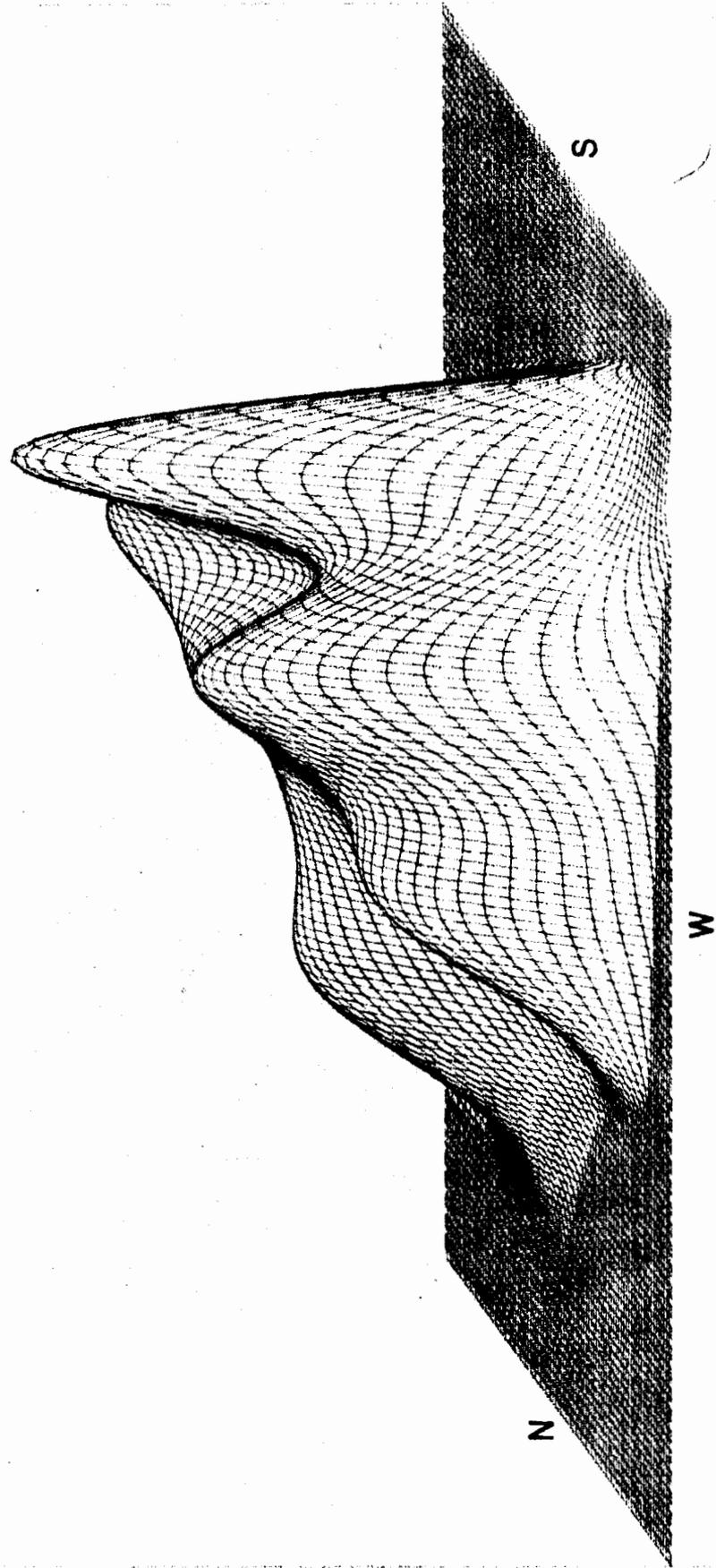
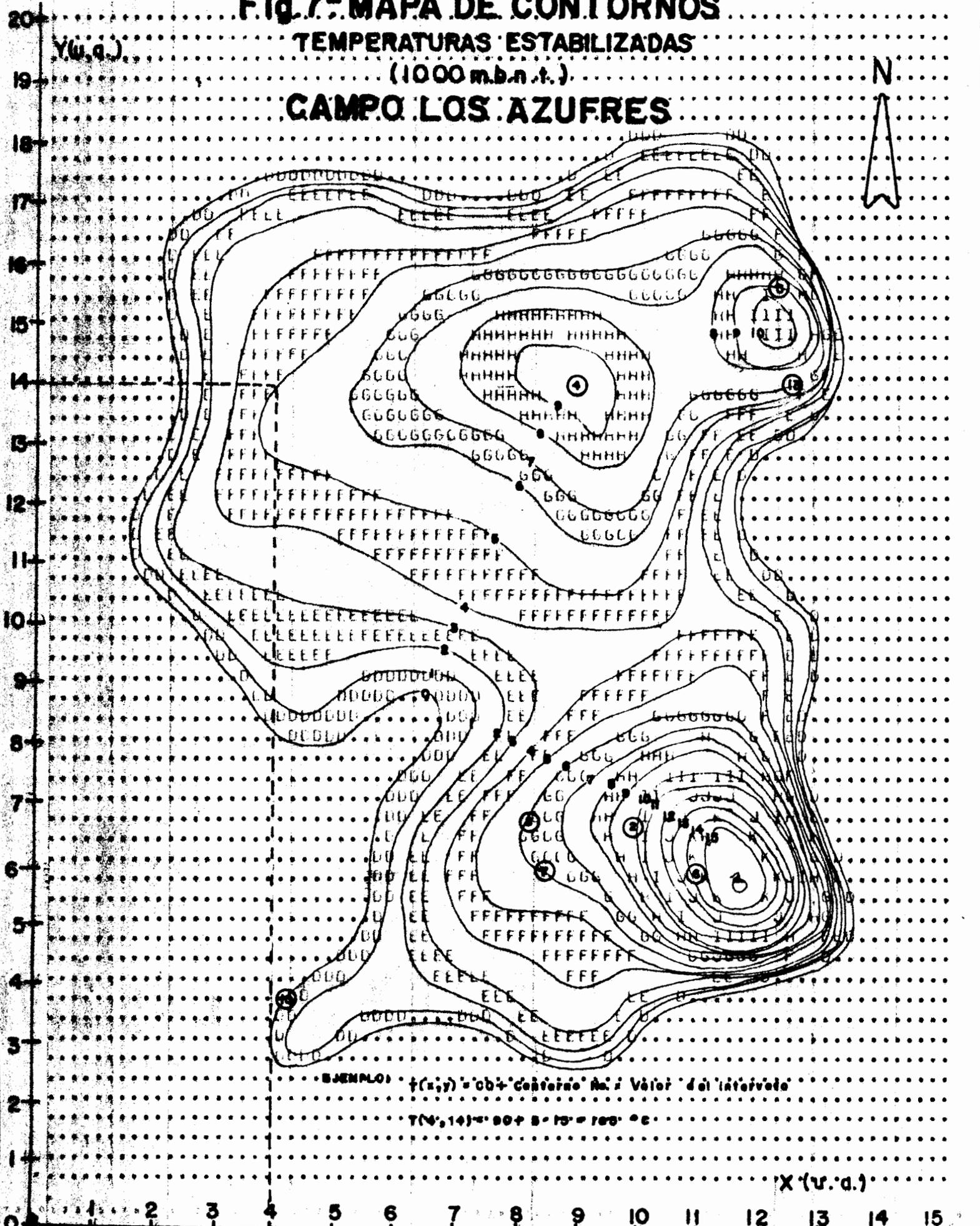


FIG 5 CAMPO BACAL DISTRIBUCION DE IH. VISTA W-E.

Fig. 7: MAPA DE CONTORNOS TEMPERATURAS ESTABILIZADAS (1000 m.b.n.t.) CAMPO LOS AZUFRES



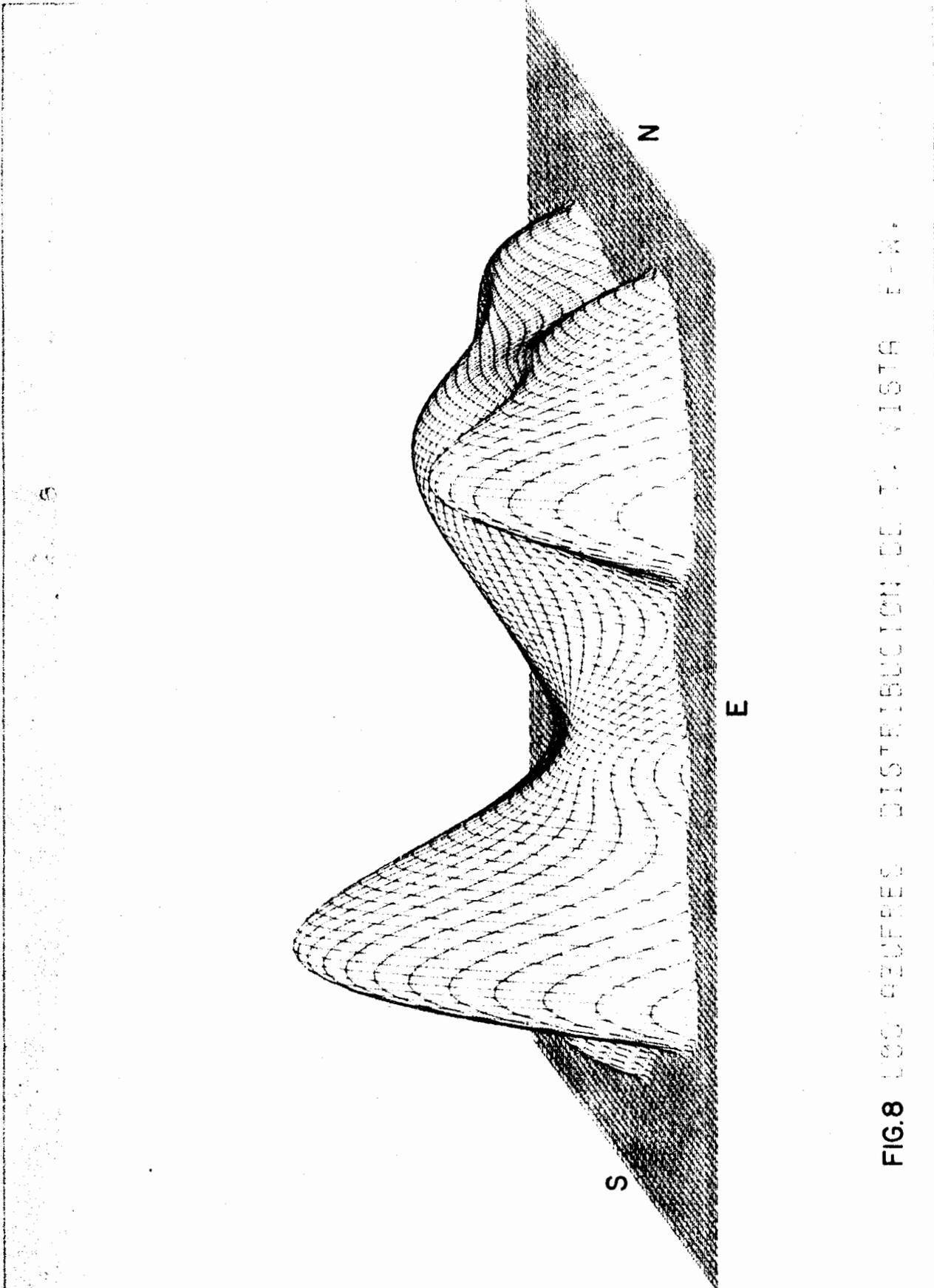


FIG.8 LOG PEUFRES DISTRIBUTION DE T. VISTA E-W.

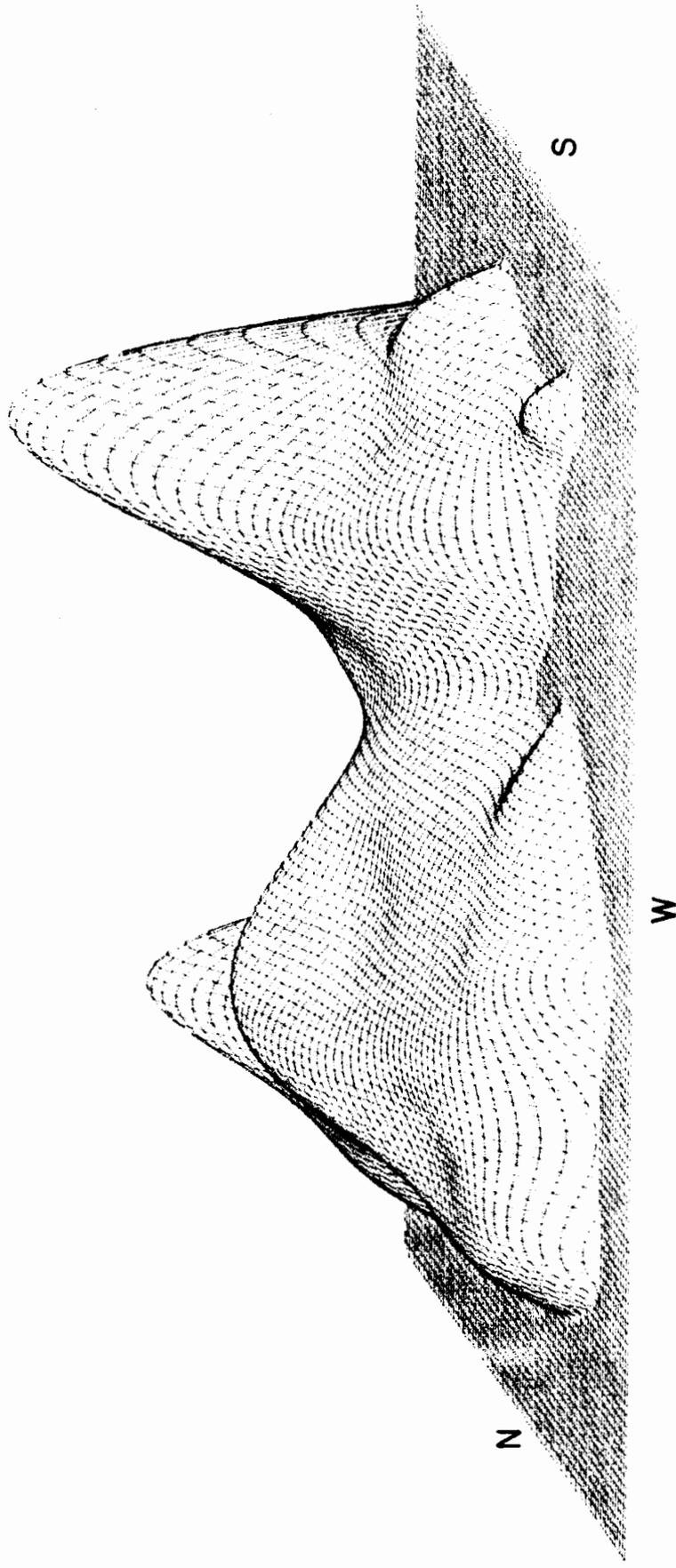


FIG. 9 - LOS GEORGES - DISTRIBUTION DE LA VITESSE

F-DEPFI/Trabajo/[0000]



722094