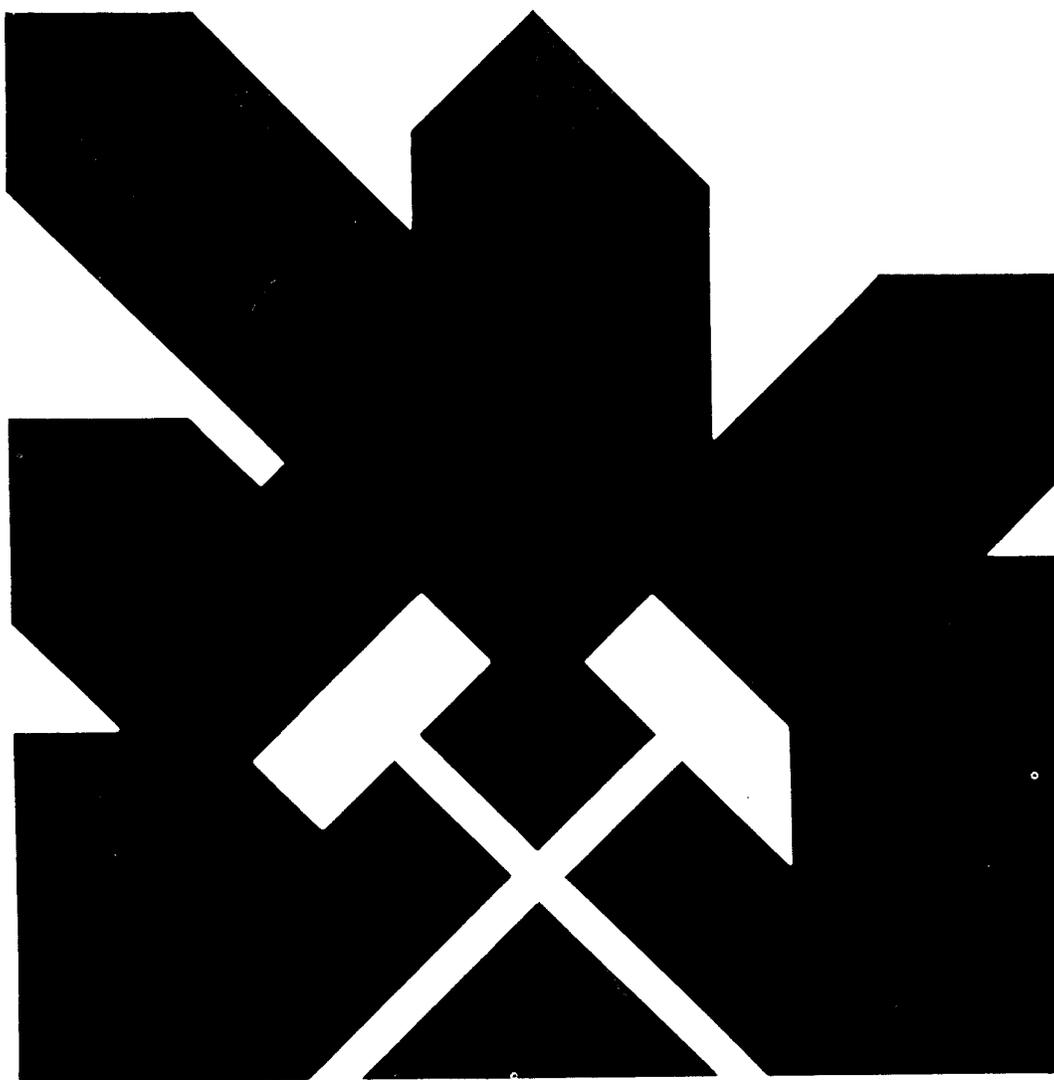


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

TRABAJOS DE INVESTIGACION GEOTERMICA DENTRO
DEL PROGRAMA 234. OTRAS FUENTES DE ENERGIA.
AÑO - 1984.

GEOQUIMICA ISLA DE GRAN CANARIA

MEMORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00885

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
1.- <u>INDTRODUCCION</u>	1
2.- <u>ANTECEDENTES</u>	4
3.- <u>OBJETIVOS</u>	7
4.- <u>TRABAJO REALIZADO Y RESULTADOS OBTENIDOS</u>	10
4.1.- CAMPAÑA DE CAMPO	11
4.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO	13
4.3.- TRATAMIENTO DE DATOS	14
4.3.1.- Determinación de facies hidroquímica	14
4.3.2.- Distribución de SiO ₂ , B, NH ₄ ⁺ y F	21
4.3.3.- Cálculos geotermométricos	39
4.3.4.- Cálculos de PCO ₂	39
5.- <u>RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS</u>	43
6.- <u>INTERPRETACION DE RESULTADOS</u>	53
6.1.- FACIES HIDROQUIMICA	54
6.1.1.- Clorurada sódica	54
6.1.2.- Bicarbonatada cálcico-magnésica	55
6.1.3.- Bicarbonatada sódica	57
6.1.4.- Clorurado cálcico-magnésicas	57

	<u>Págs.</u>
6.1.5.- Mixta	59
6.2.- ESTUDIO DE ANOMALIAS	60
6.2.1.- Aguas clorurado sódicas	60
6.2.2.- Aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas	61
6.2.3.- Aguas bicarbonatado sódicas	62
6.2.4.- Aguas clorurado cálcico-magnésicas	63
6.2.5.- Aguas mixtas	64
6.2.6.- Resumen del estudio de anomalías	65
6.3.- ESTUDIO DE TEMPERATURAS TEORICAS EN EL ALMACEN ..	67
6.3.1.- Aguas clorurado sódicas	68
6.3.2.- Aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas	69
6.3.4.- Aguas clorurado cálcico-magnésicas	70
6.3.5.- Aguas mixtas	71
6.3.6.- Resumen de cálculos geotermométricos	72
6.4.- ESTUDIO DE LA PRESION PARCIAL DE CO ₂	73
7.- <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	77
8.- RECOMENDACIONES	81

F I G U R A S

- FIG. 1 - Diagrama de Langelier de sulfatos
- FIG. 2 - Diagrama de Langelier de bicarbonatos
- FIG. 3 - Diagrama de Langelier de cloruros
- FIG. 4 - Mapa de facies hidroquímicas
- FIG. 5 - Histograma según intervalos logarítmicos. Sílice
- FIG. 6 - Histograma acumulado. Sílice
- FIG. 7 - Histograma según intervalos logarítmicos. Boro.
- FIG. 8 - Histograma acumulado. Fluor.
- FIG. 9 - Histograma según intervalos logarítmicos. Boro
- FIG. 10 - Histograma acumulado. Boro.

- FIG. 11 - Histograma según intervalos logarítmicos. Amoníaco.
FIG. 12 - Histograma acumulado. Amoníaco.
FIG. 13 - Mapa de los contenidos. Sílice
FIG. 14 - Mapa de los contenidos. Flúor
FIG. 15 - Mapa de los contenidos. Boro
FIG. 16 - Mapa de los contenidos. Amoníaco
FIG. 17 - Diagrama de dispersión Cl:B.
FIG. 18 - Mapa de iso-PCO₂

TABLAS RESUMEN

- TABLA 1 - Facies clorurada sódica.
TABLA 2 - Facies bicarbonatada cálcico-magnésica.
TABLA 3 - Facies bicarbonatada sódica.
TABLA 4 - Facies clorurado cálcico-magnésica.
TABLA 5 - Facies mixta.

1.- INTRODUCCION

Las Islas Canarias mantienen en la actualidad una dependencia prácticamente total de productos derivados del petróleo, como fuente para cubrir la demanda de energía en el archipiélago.

Esta situación supone una gran vulnerabilidad ante las variaciones económicas del mercado, así como riesgos en la garantía del suministro.

El conocimiento de la existencia de otros frentes potenciales de energía primaria en el archipiélago, aconsejan su investigación exhaustiva, dado que en el futuro su explotación podría ayudar a modificar la situación descrita.

En este contexto, quedan ampliamente justificadas las actividades de exploración de energía geotérmica en Gran Canaria, donde la existencia de erupciones volcánicas históricas y recientes, así como la presencia de abundantes manifestaciones de agua caliente, hacen de esta isla, junto a las restantes del archipiélago, un área de investigación preferente dentro de la exploración de energía geotérmica en España.

Es sabido que, en las Islas Canarias, el problema de agua se traduce directamente en un problema energético ya que su obtención, ya sea subterránea o bien mediante plantas potabilizadoras de agua de mar, requiere un consumo de energía.

La desalinización del agua de mar, resultaría, en principio, particularmente idónea como aplicación de los posibles yacimientos geotérmicos.

2.- ANTECEDENTES

A partir de la elaboración del "Inventario de Manifestaciones Geotérmicas en el Territorio Nacional" realizado en 1.975 por el IGME, con la E.N. Adaro como contratista, se han llevado a cabo en la isla de Gran Canaria, los siguientes trabajos, enfocados a la prospección de energía geotérmica.

- "Estudio sobre aprovechamiento de agua caliente en Gran Canaria" (1.976) realizado por el I.N.I. a través de ENADIMSA. - Este estudio se basó en el muestreo de 87 puntos de agua (85 pozos y 2 manantiales captados) la mayoría con temperatura superior a 25°C, y localizados preferentemente en la periferia de la isla.

De los datos facilitados por el análisis de las muestras de agua se obtuvo información sobre la distribución de las diferentes facies hidroquímicas y temperaturas teóricas en los potenciales acuíferos.

- "Estudio hidrogeotérmico preliminar de la isla de Gran Canaria" (1.979-80) realizado por el IGME. El estudio se llevó a cabo sobre 83 de los 87 puntos muestreados con anterioridad (no se muestrearon 4 localizados en la Aldea de San Nicolás).

Además de la actualización de los datos del estudio anterior, esta segunda campaña incluyó análisis mineralógico de componentes, mediante difracción de rayos X, en el residuo

de evaporación de aguas. El estudio se realizó sobre el 48% de los puntos desmuestreados.

3.- OBJETIVOS

En la misma línea que los estudios anteriores, este trabajo tiene por objetivo fundamental delimitar zonas favorables a la existencia de acuíferos calientes en profundidad.

Este objetivo se pretende cubrir a través de una serie de estudios específicos, realizados sobre 100 puntos de agua desmuestrados en la isla de Gran Canaria, y que incluyen:

- . Estudio de facies hidroquímica; clasificación de aguas según familias.
- . Estudio de modelos de distribución y anomalías de elementos analizados como indicadores geotérmicos: sílice, amoníaco, boro, fluor y litio.
- . Cálculo de temperaturas en profundidad en el potencial almacén, mediante la aplicación de geotermómetros de fase líquida.
- . Estudio de la distribución y anomalías de la presión parcial de CO_2 (PCO_2), a partir de una campaña de campo realizada con este fin.

La ampliación de métodos geoquímicos empleados respecto a los aplicados en estudios anteriores (análisis de indicadores geotérmicos y cálculo de PCO_2), se ha realizado con vistas a - disponer de un mayor número de criterios en la consecución del objetivo señalado.

4.- TRABAJO REALIZADO Y RESULTADOS OBTENIDOS

El desarrollo del presente trabajo ha integrado las siguientes etapas:

a) Fase de documentación

En esta etapa se ha recopilado la siguiente documentación:

- . Estudios hidrogeoquímicos realizados hasta la fecha en la isla.
- . Cartografía física (1:50.000 y 1:25.000) y geológica (1:50.000) de la isla.
- . Inventario de puntos de agua del SPA-15.

b) Campaña de campo

La campaña de campo ha incluido la recogida de agua en 100 puntos (98 pozos y 2 galerías), cuyas temperaturas oscilan entre 16° - 36°, y se encuentran localizados cubriendo una amplia zona de la isla, y el análisis, en laboratorio de campo, el mismo día de su recogida, de carbonatos, bicarbonatos, calcio y magnesio

c) Trabajos de laboratorio

Análisis en los laboratorios de la E.N. Adaro de parámetros físico-químicos, componentes mayoritarios, volátiles (NH_4^+ , -B, F), sílice y litio, en las aguas.

d) Tratamiento de datos

El tratamiento de datos ha incluido la realización de:

- . Diagramas de Langelier con vistas a la determinación de facies hidroquímica en cada punto de agua.
- . Análisis estadístico univariante, para el establecimiento de la distribución de indicadores geotérmicos, y estudio de anomalías.
- . Análisis estadístico bivariante -cálculo de coeficientes de correlación y elaboración de diagramas de dispersión-. Se aplica con el fin de discernir mejor el origen de anomalías.
- . Cálculos, mediante geotermómetros, de temperaturas teóricas en el potencial almacén.
- . Cálculos de la PCO_2 , con vistas a conocer su distribución y anomalías en el ámbito de la isla.

e) Interpretación de resultados y elaboración de conclusiones

Se analizan con más detalle las distintas etapas enumeradas y se ofrecen los resultados obtenidos a través del tratamiento de datos.

4.1.- CAMPAÑA DE CAMPO

La recogida de muestras de agua se ha realizado en 100 puntos (98 pozos y 2 galerías), cuya localización queda reflejada en el plano nº 1.

Su distribución viene determinada por el interés de cubrir una amplia zona de la isla, y disponer de datos de análisis de puntos de agua con distintas temperaturas de surgencia. Por otra parte, la malla de desmuestra se ha densificado en áreas donde se localizan los puntos con mayor temperatura de surgencia.

Aunque estaba prevista la recogida de muestra en pozos localizados en la zona Centro-Sur (por encima de la cota en la que se sitúan los pozos n^{os} 6, 56, 88 y 84) este no pudo llevarse a cabo por encontrarse los mismos parados o secos.

La campaña de campo, con una media de recogida y análisis de 5 puntos/día, se realizó entre la segunda quincena de julio y primera de agosto de 1.984.

Durante la campaña de desmuestra, se llevó a cabo la medición "in situ" de distintos parámetros físico-químicos: temperatura, Eh, pH, conductividad. Asimismo se anotaron en fichas diseñadas al efecto diversos datos que pudieran resultar de interés a la hora de interpretar los resultados obtenidos, tales como: profundidad del pozo, caudal y horas de bombeo al día, presencia de gas, posible existencia de contaminación, de pósitos, etc.

La recogida de agua en botellas de polietileno, se realizó por duplicado: una para su envío a los laboratorios de la E.N. Adaro en Madrid, y la segunda para el análisis, el mismo día de su recogida, del contenido en carbonatos, bicarbonatos, calcio y magnesio en laboratorio de campo.

Previo a la recogida de la muestra se aseguraba que el pozo llevaba un tiempo de bombeo suficiente, para evitar un estancamiento del agua que pudiese alterar los resultados obtenidos.

El análisis en las aguas, de los cationes calcio y magnesio se realizó por valoración complexométrica con EDTA, mientras que la determinación de $\text{CO}_3^{=}$ y CO_3H^- se llevó a cabo por valoración ácido-base. Los análisis se realizaban en el mismo día del desmuestre.

4.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO

El análisis físico-químico de las muestras de agua enviadas a los laboratorios de la E.N. Adaro ha incluido las siguientes determinaciones.

- pH y conductividad a 20°
- Aniones y cationes mayoritarios: carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio, sodio, potasio.
- Sílice, amoniaco, boro, fluor y litio.

Las técnicas analíticas empleadas, se resumen en el siguiente cuadro.

	TECNICAS DE ANALISIS
Calcio Magnesio Litio Sodio Potasio Sílice	Absorción atómica (llama)
Cloruros Carbonatos Bicarbonatos	Valoración
Sulfatos	Turbimetría/Gravimetría

	TECNICAS DE ANALISIS
Nitratos Amoniaco Boro	Espectrofotometría
Fluor	Electrodo de ión selectivo

El listado por ordenador de los resultados analíticos de los 100 puntos, junto con los datos de temperatura de surgencia, conductividad y pH-campo se adjuntan en el Anexo.

4.3.- TRATAMIENTO DE DATOS

Ya definidos los objetivos de esta fase de trabajo, a continuación se hace una breve referencia a la metodología aplicada y se recogen los resultados obtenidos tras el tratamiento. La interpretación será objeto de un capítulo posterior.

4.3.1.- Determinación de facies hidroquímica

El estudio de facies se realiza fundamentalmente en base a los diagramas Langelier de sulfatos, cloruros y bicarbonatos (Fig. 1, 2, 3), donde queda reflejado el porcentaje relativo de los principales constituyentes iónicos para cada punto. Estos puntos quedan identificados mediante el listado adjunto correspondiente.

Este tipo de diagramas permiten, además, el estudio de posibles relaciones entre facies.

El 94% de los puntos de Gran Canaria desmuestreados en el

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

DIAGRAMA LANGEЛИER

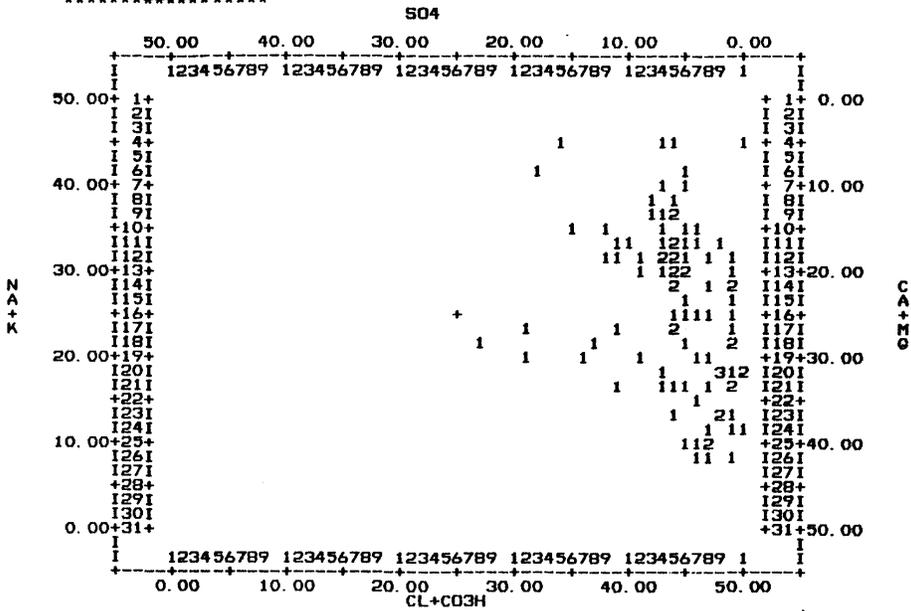


FIG. 1. DIAGRAMA LANGEЛИER DE SULFATOS

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS REPRESENTADAS EN EL GRAFICO

(LANGELIER DE SULFATOS)

FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.	FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.
4	44	42431	8 (56)	28.	1750.	4	51	42423	1 (36)	21.	360.
4	45	42423	5 (40)	24.	200.	4	35	42424	2 (41)	31.	3200.
6	33	42422	5 (33)	29.	5800.	6	46	42424	6 (44)	25.	1250.
7	46	42433	7 (88)	34.	1500.	7	44	41434	3 (11)	30.	2200.
8	45	42422	2 (31)	27.	1250.	8	43	42421	4 (22)	26.	1000.
9	44	42433	10 (90)	31.	2320.	9	43	42433	14 (93)	32.	2900.
9	45	42431	3 (53)	35.	2250.	9	45	41434	4 (12)	31.	2000.
10	36	42431	9 (57)	19.	600.	10	39	42422	7 (35)	21.	1450.
10	47	42433	3 (85)	33.	1300.	10	46	42433	2 (84)	30.	1700.
10	44	42422	4 (32)	26.	3500.	11	45	42433	8 (89)	30.	1900.
11	41	41434	1 (9)	32.	3050.	11	40	42413	2 (14)	25.	1350.
11	47	42433	5 (86)	30.	1200.	11	49	42424	11 (49)	21.	250.
11	44	42431	7 (55)	29.	800.	11	45	42433	13 (92)	29.	2300.
11	46	41434	5 (13)	27.	1350.	12	40	42422	1 (30)	22.	2650.
12	39	42413	7 (18)	22.	2350.	12	45	42433	16 (95)	33.	1700.
12	46	42423	4 (39)	26.	2400.	12	44	42432	21 (72)	34.	2100.
12	50	42421	8 (26)	20.	1100.	12	45	42431	10 (58)	25.	1050.
12	48	42432	15 (68)	32.	810.	12	42	42433	15 (94)	29.	3680.
12	44	42431	4 (54)	28.	910.	13	45	42433	6 (87)	27.	1450.
13	45	41434	2 (10)	32.	1600.	13	50	42433	1 (83)	31.	1200.
13	46	42424	4 (43)	22.	1050.	13	42	42433	12 (91)	28.	2550.
13	46	42434	2 (99)	31.	1700.	13	44	42433	17 (96)	26.	1100.
14	45	42433	18 (97)	29.	1500.	14	50	42413	9 (20)	24.	1750.
14	48	42431	11 (59)	25.	1400.	14	45	42431	1 (51)	35.	680.
14	50	42432	31 (79)	35.	1500.	15	46	42434	3 (100)	31.	1520.
15	50	42432	9 (64)	35.	980.	16	47	42431	2 (52)	32.	500.
16	48	42413	6 (17)	26.	1450.	16	46	42421	11 (29)	24.	1900.
16	50	42432	28 (77)	36.	2700.	16	45	42432	22 (73)	29.	800.
17	40	41424	1 (2)	21.	1600.	17	45	41432	2 (7)	29.	810.
17	45	42414	1 (21)	25.	2300.	17	32	41424	3 (4)	23.	4600.
17	50	42424	12 (50)	18.	180.	18	46	42432	23 (74)	22.	3300.
18	28	41424	2 (3)	27.	3700.	18	50	42421	7 (25)	16.	130.
18	50	42424	10 (48)	25.	260.	18	38	41432	3 (8)	25.	1000.
19	48	42432	7 (63)	25.	1300.	19	42	41424	4 (5)	23.	1320.
19	37	41432	1 (6)	26.	1600.	19	47	42421	5 (23)	22.	710.
19	42	42422	6 (34)	19.	1000.	20	51	42424	3 (42)	25.	1150.
20	49	42433	11 (65)	32.	1600.	20	51	42424	8 (46)	36.	2200.
20	49	42433	2 (37)	20.	330.	20	50	42421	9 (27)	18.	170.
20	49	42424	9 (47)	27.	460.	20	44	42432	4 (62)	20.	1400.
21	44	42413	5 (16)	25.	1400.	21	40	41414	1 (1)	22.	1200.
21	50	42423	3 (38)	16.	100.	21	50	42421	10 (28)	16.	140.
21	48	42432	2 (61)	30.	2380.	21	46	42432	26 (75)	32.	900.
21	45	42424	7 (45)	24.	8000.	22	47	42432	19 (70)	31.	2800.
23	49	42432	33 (81)	31.	2480.	23	50	42432	20 (71)	28.	4780.
23	49	42432	32 (80)	26.	6300.	23	49	42421	6 (24)	23.	650.
24	51	42434	1 (95)	27.	10430.	24	50	42413	18 (19)	30.	640.
24	48	42432	10 (65)	29.	5800.	24	48	42432	13 (67)	30.	10500.
25	48	42432	27 (76)	30.	1300.	25	47	42432	29 (78)	31.	5800.
25	46	42432	34 (82)	36.	1350.	26	50	42413	3 (15)	30.	1150.
26	48	42432	1 (60)	29.	8300.	26	47	42432	16 (69)	31.	15000.

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

DIAGRAMA LANGELIER

CL + SO4

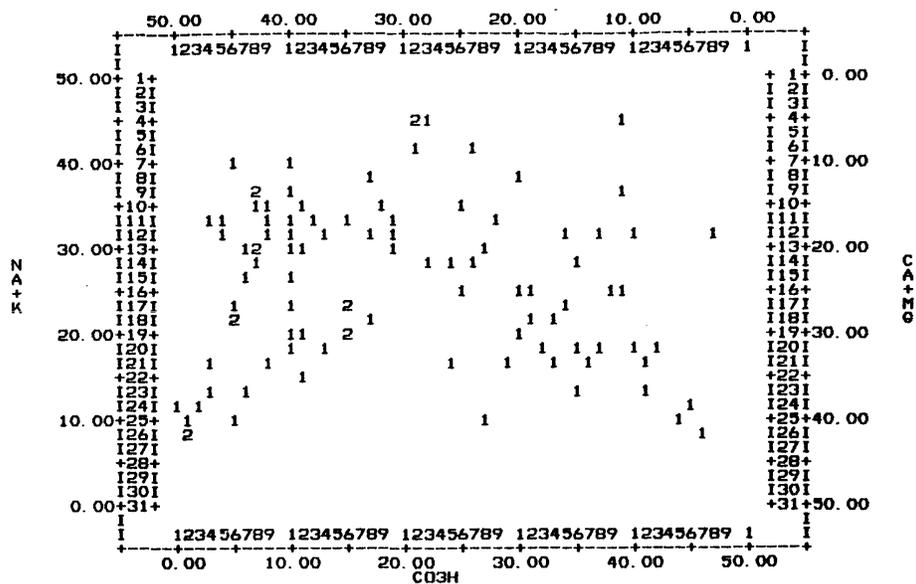


FIG. 2. DIAGRAMA LANGELIER DE BICARBONATOS

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS REPRESENTADAS EN EL GRAFICO (LANGELIER DE BICARBONATOS)

FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.	FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.
4	22	42431	8 (56)	28.	1750.	4	40	42423	1 (36)	21.	360.
4	22	42423	5 (40)	24.	200.	4	23	42424	2 (41)	31.	3200.
6	22	42422	5 (33)	29.	5800.	6	27	42424	6 (44)	25.	1250.
7	11	42433	7 (88)	34.	1500.	7	6	41434	3 (11)	30.	2200.
8	18	42422	2 (31)	27.	1250.	8	31	42421	4 (22)	26.	1000.
9	11	42433	10 (70)	31.	2320.	8	8	42433	14 (93)	32.	2700.
9	40	42431	3 (53)	35.	2250.	8	8	41434	4 (12)	31.	2000.
10	19	42431	9 (57)	19.	600.	10	28	42422	7 (35)	21.	1450.
10	7	42433	3 (85)	33.	1300.	10	8	42433	2 (84)	30.	1700.
10	12	42422	4 (32)	26.	3500.	11	9	42433	8 (89)	30.	1900.
11	5	41434	1 (9)	32.	3050.	11	20	42413	2 (14)	25.	1350.
11	13	42433	5 (86)	30.	1200.	11	29	42424	11 (49)	21.	250.
11	16	42431	7 (55)	29.	800.	11	4	42433	13 (92)	29.	2300.
11	11	41434	3 (13)	27.	1350.	12	11	42422	1 (30)	22.	2650.
12	14	42413	7 (18)	22.	2350.	12	9	42433	16 (95)	33.	1700.
12	41	42423	4 (39)	26.	2400.	12	38	42432	21 (72)	34.	2100.
12	48	42421	8 (24)	20.	1100.	12	18	42431	10 (58)	25.	1050.
12	20	42432	15 (68)	32.	810.	12	5	42433	15 (94)	29.	3680.
12	35	42431	4 (54)	28.	510.	13	8	42433	6 (87)	27.	1450.
13	8	41434	2 (10)	32.	1600.	13	28	42433	1 (83)	31.	1200.
13	20	42424	4 (43)	22.	1050.	13	7	42433	12 (91)	28.	2550.
13	11	42434	2 (99)	31.	1700.	13	12	42433	17 (96)	26.	1100.
14	8	42433	18 (97)	29.	1500.	13	36	42413	9 (20)	24.	1750.
14	27	42431	11 (59)	25.	1400.	14	25	42431	1 (51)	35.	680.
14	23	42432	31 (79)	35.	1500.	15	11	42434	3 (100)	31.	1520.
15	7	42432	9 (64)	35.	980.	16	31	42431	2 (52)	32.	500.
16	39	42413	6 (17)	26.	1450.	16	40	42421	11 (29)	24.	1900.
16	32	42432	28 (77)	36.	2700.	16	26	42432	22 (73)	29.	800.
17	11	41424	1 (2)	21.	1600.	17	16	41432	2 (7)	29.	810.
17	16	42414	1 (21)	25.	2300.	17	6	41424	3 (4)	23.	4600.
17	35	42424	12 (50)	18.	180.	18	6	42432	23 (74)	22.	3300.
18	6	41424	2 (3)	27.	3700.	18	32	42421	7 (25)	16.	130.
18	34	42424	10 (48)	25.	260.	18	18	41432	3 (8)	25.	1000.
18	16	42432	7 (63)	25.	1300.	18	16	41424	4 (5)	23.	1320.
19	11	41432	1 (6)	26.	1600.	19	31	42421	3 (23)	22.	710.
19	12	42422	6 (34)	19.	1000.	20	43	42424	3 (42)	22.	1150.
20	14	42432	11 (66)	32.	1600.	20	41	42424	8 (46)	36.	2200.
20	38	42423	2 (37)	20.	330.	20	36	42421	9 (27)	18.	170.
20	33	42424	9 (47)	27.	460.	20	11	42432	4 (62)	20.	1400.
21	25	42413	5 (16)	25.	1400.	21	30	41414	1 (1)	22.	1200.
21	42	42423	3 (38)	16.	100.	21	34	42421	10 (28)	16.	140.
21	9	42432	2 (61)	30.	2380.	21	37	42432	26 (75)	32.	900.
21	4	42434	7 (45)	24.	8000.	22	12	42432	19 (70)	31.	2800.
23	36	42432	33 (81)	31.	2480.	23	4	42432	20 (71)	28.	4780.
23	7	42432	32 (80)	26.	6300.	23	42	42421	6 (24)	23.	650.
24	1	42434	1 (98)	27.	10430.	24	46	42413	8 (19)	22.	640.
24	3	42432	10 (65)	29.	5800.	25	2	42432	13 (67)	30.	10500.
25	45	42432	27 (76)	30.	1300.	25	6	42432	29 (78)	31.	5800.
25	28	42432	34 (82)	36.	1350.	26	47	42413	3 (15)	30.	1150.
26	2	42432	1 (60)	29.	8300.	26	2	42432	16 (69)	31.	15000.

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

DIAGRAMA LANGEЛИER

CL

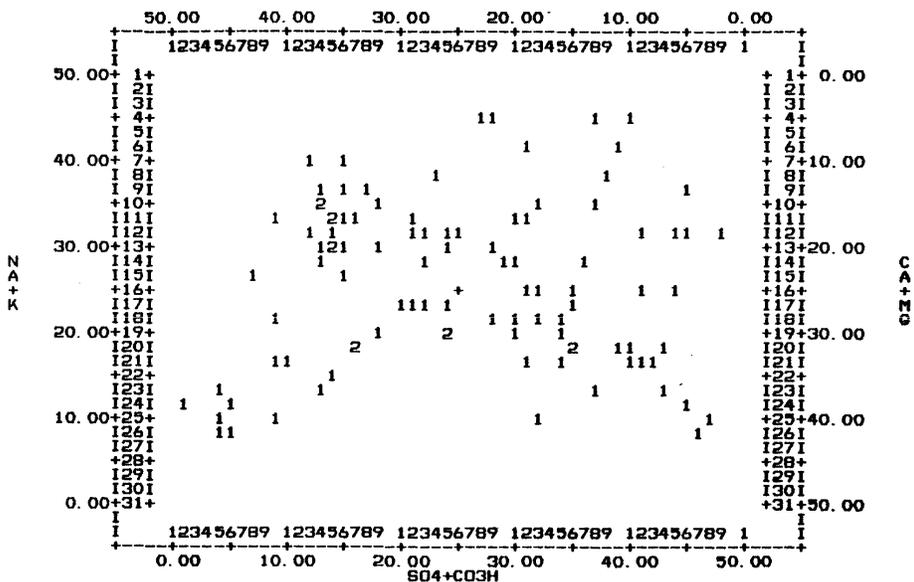


FIG. 3. DIAGRAMA LANGEЛИER DE CLORUROS

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

PAG. 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS REPRESENTADAS EN EL GRAFICO (LANGELIER DE CLORUROS)

FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.	FILA	COL.	MUESTRA	NUM.	TEMP.	COND.
4	29	42431	8 (56)	28.	1750.	4	41	42423	1 (36)	21.	360.
4	28	42423	5 (40)	24.	200.	4	38	42424	2 (41)	31.	3200.
6	40	42422	9 (33)	29.	5800.	6	32	42424	6 (44)	25.	1250.
7	16	42433	7 (88)	34.	1500.	7	13	41434	3 (11)	30.	2200.
8	24	42425	2 (31)	27.	1250.	8	39	42421	4 (22)	26.	1000.
9	18	42433	10 (90)	31.	2320.	9	16	42433	14 (93)	32.	2700.
9	46	42431	3 (53)	35.	2250.	9	14	41434	4 (12)	31.	2000.
10	33	42431	9 (57)	19.	600.	10	38	42422	7 (35)	21.	1450.
10	14	42433	3 (85)	33.	1300.	10	14	42433	2 (84)	30.	1700.
10	19	42422	4 (32)	26.	3500.	11	15	42433	8 (89)	30.	1900.
11	15	41434	1 (9)	32.	3050.	11	32	42413	2 (14)	25.	1350.
11	17	42433	5 (86)	30.	1200.	11	31	42424	11 (49)	21.	250.
11	22	42431	7 (95)	29.	800.	11	10	42433	13 (92)	29.	2300.
11	16	41434	5 (13)	27.	1350.	12	22	42422	1 (30)	22.	2650.
12	26	42413	7 (18)	22.	2350.	12	15	42433	16 (95)	33.	1700.
12	46	42423	4 (39)	26.	2400.	12	45	42432	21 (72)	34.	2100.
12	49	42421	8 (26)	20.	1100.	12	25	42431	10 (58)	25.	1050.
12	23	42432	15 (68)	32.	810.	12	13	42433	15 (94)	29.	3680.
12	42	42431	4 (54)	28.	510.	13	15	42433	6 (87)	27.	1450.
13	14	41434	2 (10)	32.	1600.	13	29	42433	1 (83)	31.	1200.
13	25	42424	4 (43)	22.	1050.	13	16	42433	12 (91)	28.	2550.
13	15	42434	2 (99)	31.	1700.	13	19	42433	17 (96)	26.	1100.
14	14	42433	18 (97)	29.	1500.	14	37	42413	9 (20)	24.	1750.
14	30	42431	11 (59)	25.	1400.	14	31	42431	1 (51)	35.	680.
14	23	42432	31 (79)	35.	1500.	15	16	42434	3 (100)	31.	1520.
15	8	42432	9 (64)	35.	980.	15	36	42431	2 (52)	32.	500.
16	42	42413	6 (17)	26.	1450.	16	45	42421	11 (29)	24.	1900.
16	33	42432	28 (77)	36.	2700.	16	32	42432	22 (73)	29.	800.
17	23	41424	1 (2)	21.	1600.	17	21	41432	2 (7)	29.	810.
17	22	42414	1 (21)	25.	2300.	17	25	41424	3 (4)	23.	4600.
17	36	42424	12 (50)	18.	180.	18	10	42432	23 (74)	22.	3300.
18	29	41424	2 (3)	27.	3700.	18	33	42421	7 (25)	16.	130.
18	35	42424	10 (48)	25.	260.	18	31	41432	3 (8)	25.	1000.
18	19	42432	7 (63)	25.	1300.	19	25	41434	3 (9)	25.	1320.
19	25	41432	1 (6)	26.	1600.	19	35	42421	5 (23)	22.	710.
19	31	42422	6 (34)	19.	1000.	20	44	42424	3 (42)	25.	1150.
20	17	42432	11 (66)	32.	1600.	20	41	42424	8 (46)	36.	2200.
20	40	42423	2 (37)	20.	330.	20	36	42421	9 (27)	18.	170.
20	36	42424	9 (47)	27.	460.	20	17	42432	4 (62)	20.	1400.
21	32	42413	5 (16)	25.	1400.	21	41	41414	1 (1)	22.	1200.
21	43	42423	3 (38)	16.	100.	21	35	42421	10 (28)	16.	140.
21	11	42432	2 (61)	26.	2380.	21	42	42432	26 (75)	32.	900.
21	10	42424	7 (45)	24.	8000.	22	15	42432	19 (70)	31.	2800.
23	38	42432	33 (81)	31.	2480.	23	5	42432	20 (71)	28.	4780.
23	14	42432	32 (80)	26.	6300.	23	44	42421	6 (24)	23.	650.
24	2	42434	1 (98)	27.	10430.	24	46	42413	8 (19)	22.	640.
24	6	42432	10 (65)	29.	5800.	25	5	42432	13 (67)	30.	10500.
25	48	42432	27 (76)	30.	1300.	25	10	42432	29 (78)	31.	5800.
25	33	42432	34 (82)	36.	1350.	26	47	42413	3 (15)	30.	1150.
26	5	42432	1 (60)	29.	8300.	26	6	42432	16 (69)	31.	15000.

presente estudio, se agrupa en alguna de las siguientes familias hidroquímicas:

- Clorurada sódica.
- Clorurada cálcico-magnésica.
- Bicarbonatada sódica.
- Bicarbonatada cálcico-magnésica.
- Clorurada-bicarbonatada sódica.

Su distribución queda reflejada en la figura 4.

4.3.2.- Distribución de SiO_2 , B, NH_4^+ y F

Para el establecimiento de la distribución de elementos analizados como potenciales indicadores geotérmicos (sílice, boro, amoníaco, fluor) se utiliza, fundamentalmente, el análisis estadístico univariante. El contenido de litio, también analizado, se encuentra en el 96% de las muestras por debajo del límite de detección, y por tanto no es susceptible de ningún tratamiento estadístico.

En primer lugar, se obtienen los parámetros estadísticos media, rango y desviación típica para cada uno de los elementos indicadores analizados. Estos datos, junto con los también calculados para temperatura y conductividad, se recogen en la siguiente tabla:

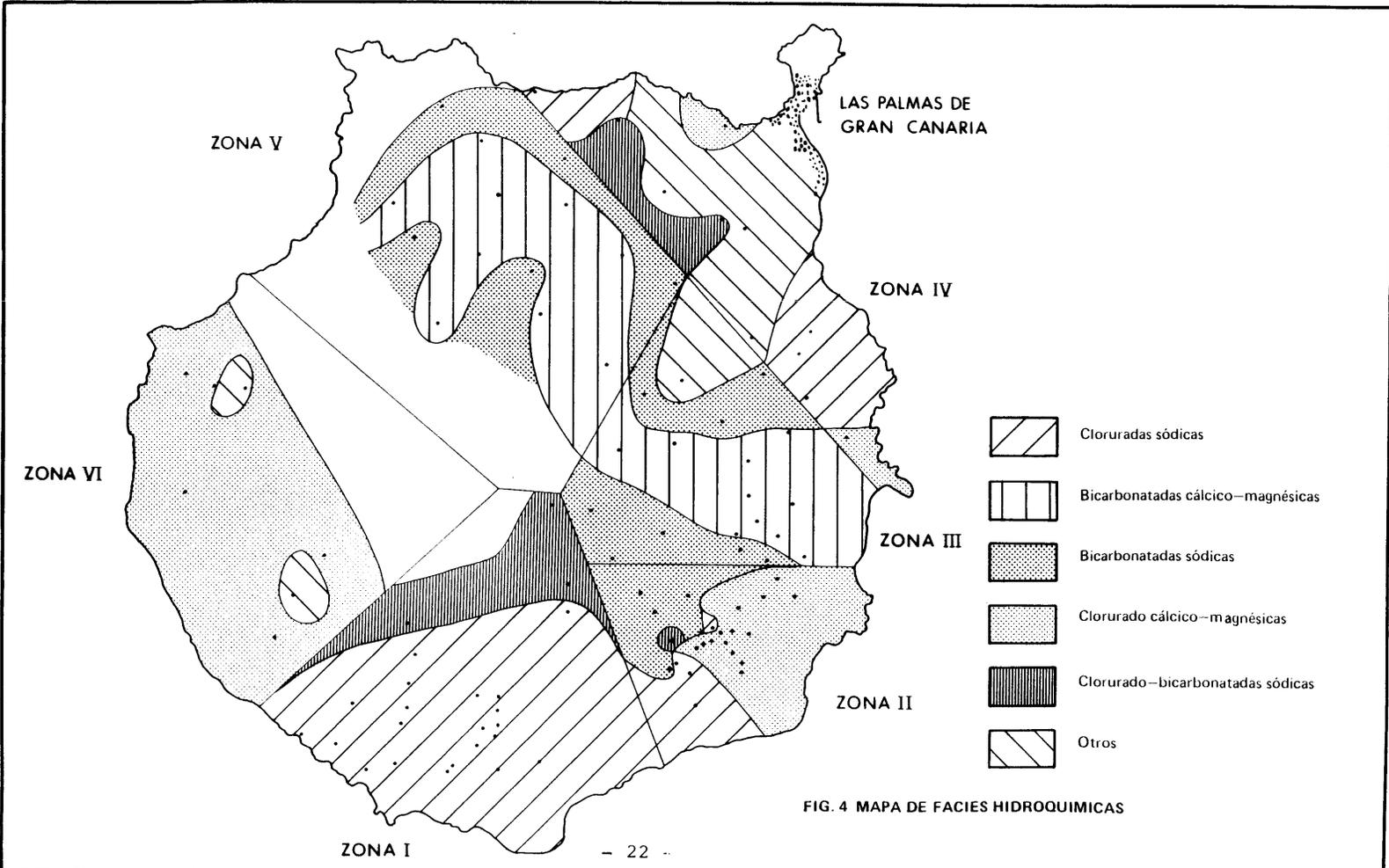


FIG. 4 MAPA DE FACIES HIDROQUIMICAS

PARAMETRO	Nº de muestras	\bar{X}	σ	RANGO
SILICE (mg/l)	99	77	28	158 - 34
BORO (mg/l)	100	0,50	0,70	4,4 - 0,1
AMONIACO (mg/l)	100	0,80	0,23	2,24 - <0,1
FLUOR (mg/l)	100	0,72	0,75	4,3 - 0,1
TEMPERATURA	100	27	5	16 - 36
CONDUCTIVIDAD ($\mu\Omega \text{ cm}^{-1}$)	100	2.170	2.350	100 - 15.000

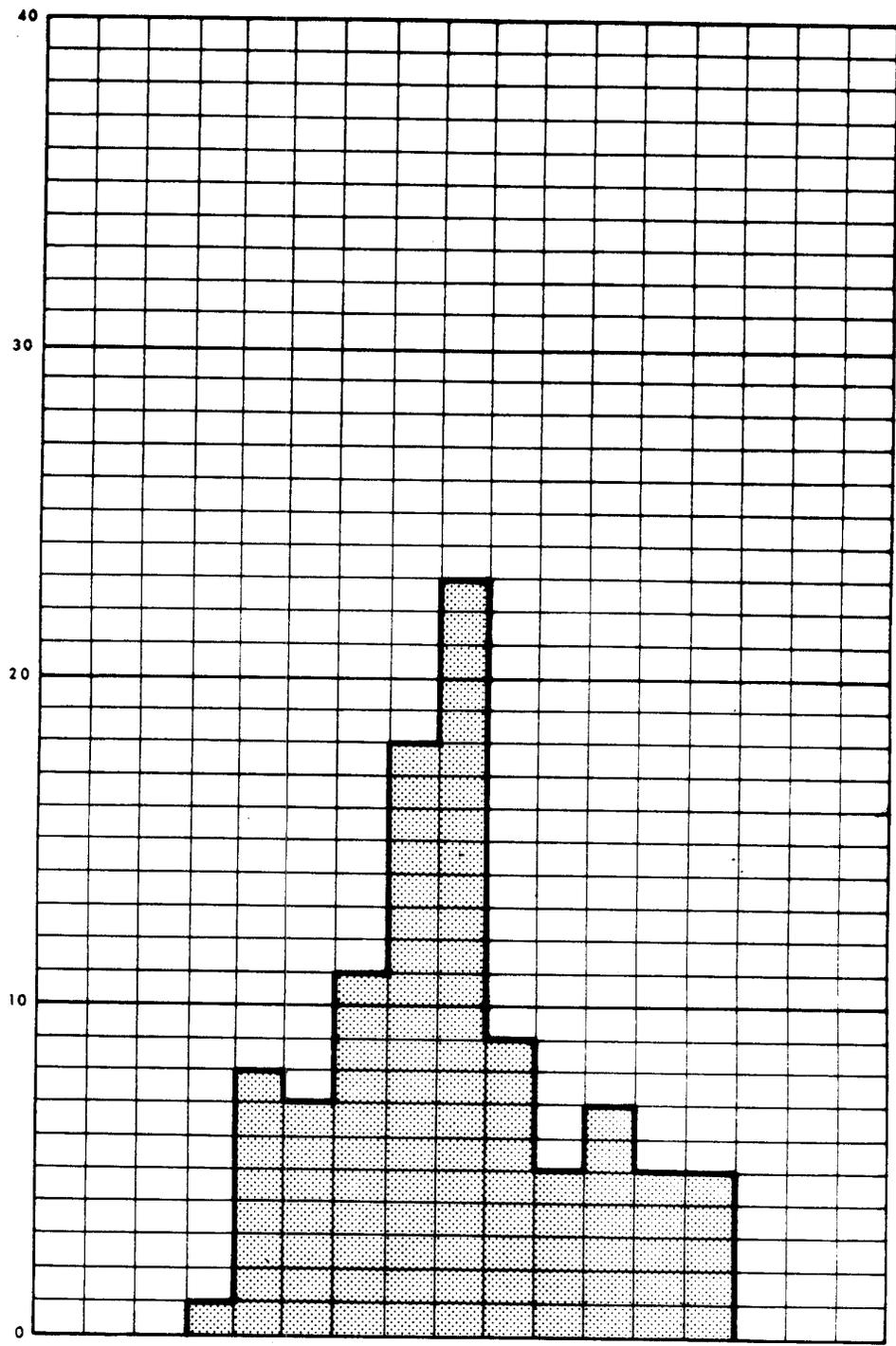
A continuación se construyen los histogramas de distribución de frecuencia para los elementos indicadores, según intervalos normales constantes (Fig.1.1,1.2,1.3,1.4 del Anexo) cuyo objetivo es establecer su mayor o menor aproximación del tipo de distribución lognormal.

La asimetría positiva que muestran estos histogramas es indicativa de que los elementos tienden a ajustarse a una distribución de tipo lognormal.

Así pues, a partir de los correspondientes histogramas, según intervalos logarítmicos constantes (Fig. 5, 7, 9, 11) se elabora la recta de Henry para SiO₂, Fluor, Boro y Amoniaco - (Fig. 6, 8, 10, 12), sobre la que se establecerán los umbrales de anomalía.

Los intervalos considerados para el estudio de distribución de contenidos y localización de anomalías se recogen en el siguiente cuadro:

FREC. ABSOLUTA				1	8	7	11	18	23	9	5	7	5	5			
FREC. ACUMULADA				99	98	90	83	72	64	31	22	17	10	5			
% FREC. ACUMULADA				100	99,0	91,0	83,8	72,7	64,8	31,3	22,2	17,2	10	5,1			



LIMITE SUPERIOR DEL INTERVALO				1,6	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,96	2,02	2,08	2,14	2,20			
-------------------------------	--	--	--	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--

HISTOGRAMA SEGUN INTERVALOS LOGARITMICOS

FIG. 5 - SILICE (ppm) N: 99

10.157 / 10

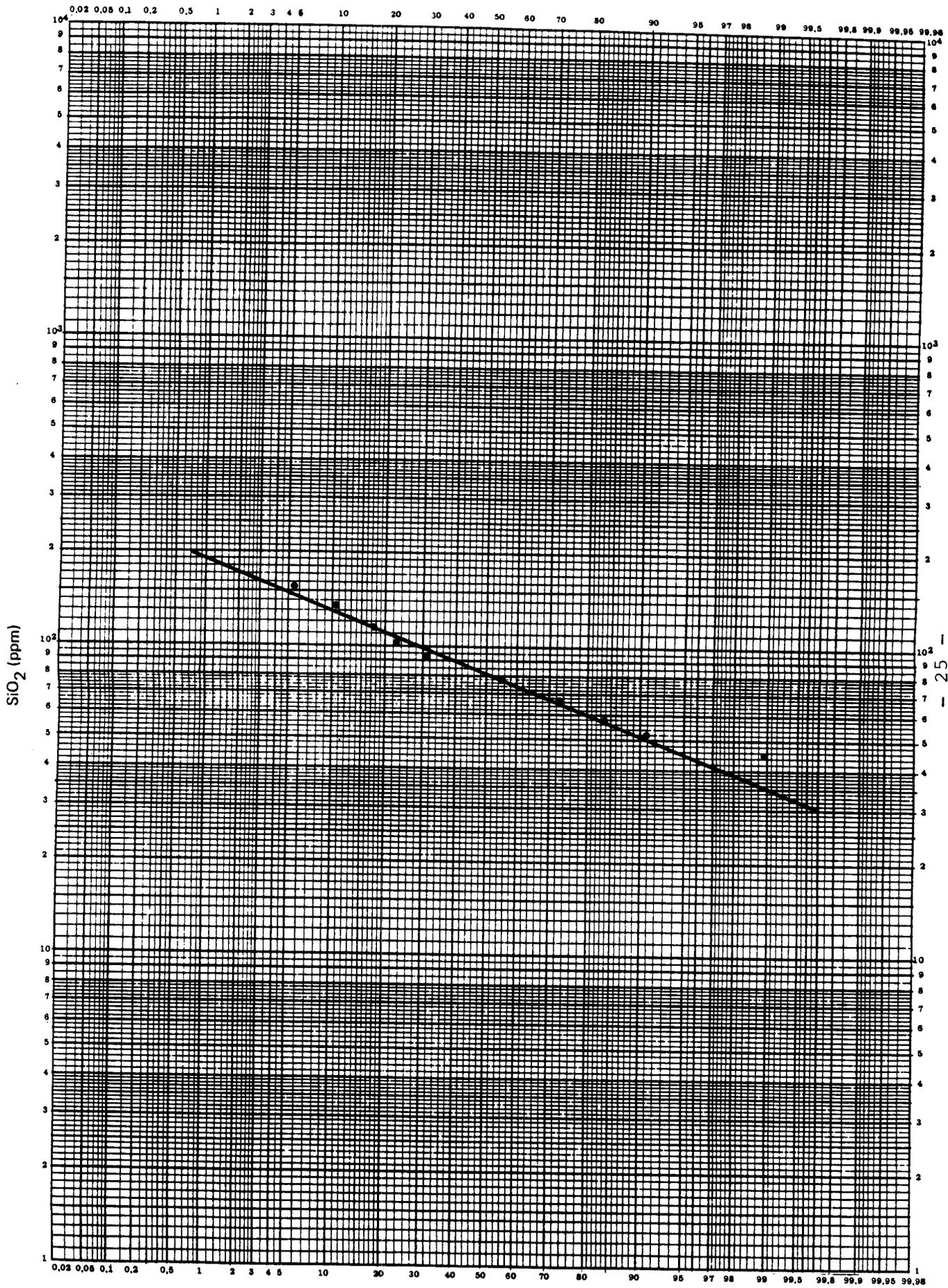
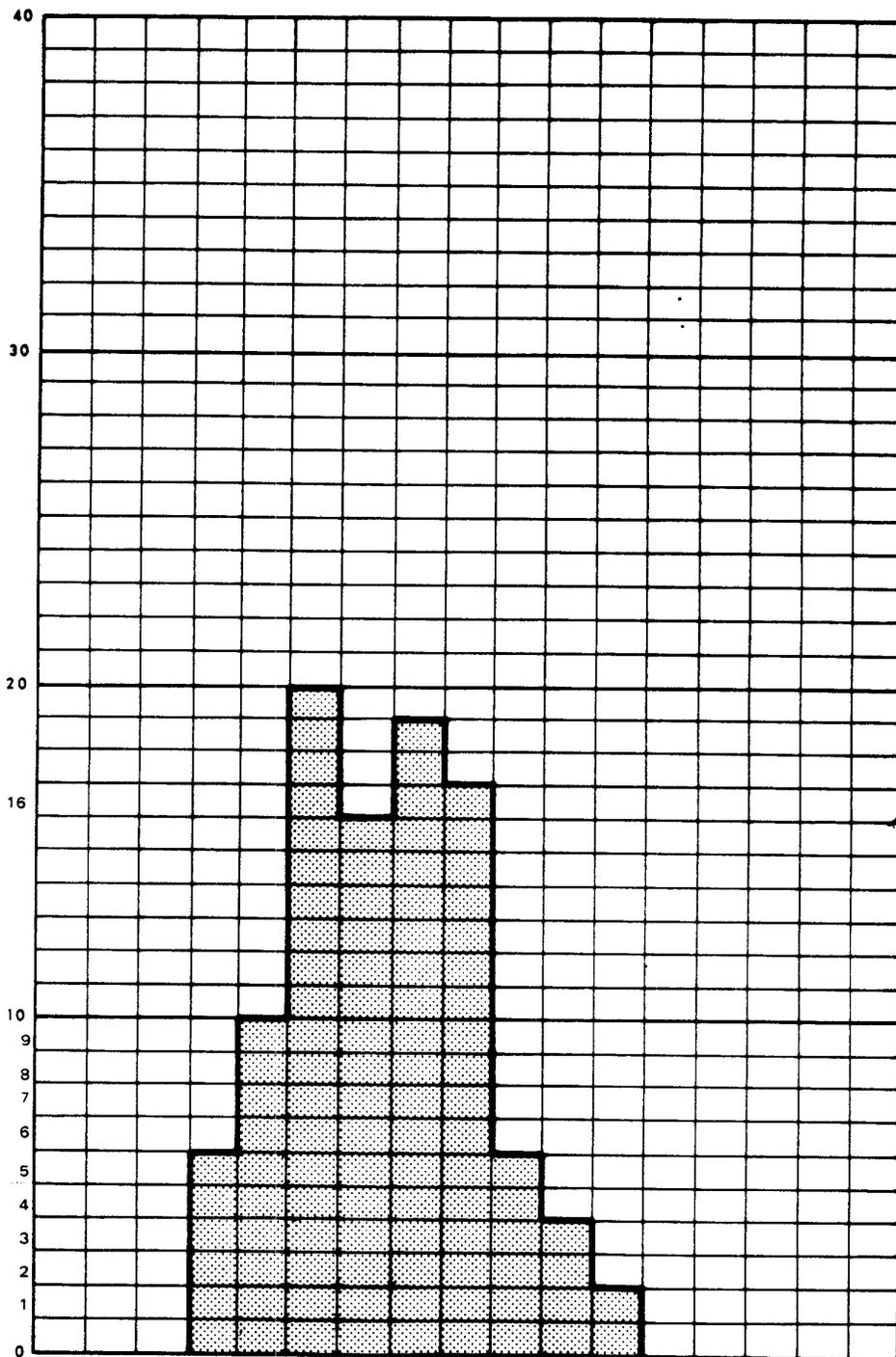


FIG. 6 - SILICE

% probabilidad

FREC. ABSOLUTA				6	10	20	16	19	17	6	4	2					
FREC. ACUMULADA				100	94	84	64	48	29	12	6	2					
% FREC. ACUMULADA				100	94	84	64	48	29	12	6	2					



LIMITE SUPERIOR DEL INTERVALO				0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70				
--------------------------------------	--	--	--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--	--

HISTOGRAMA SEGUN INTERVALOS LOGARITMICOS

FIG. 7 - FLUOR (ppm x 10)**

** Según datos en ficha de laboratorio, con una sensibilidad de dos cifras decimales

10.157/7

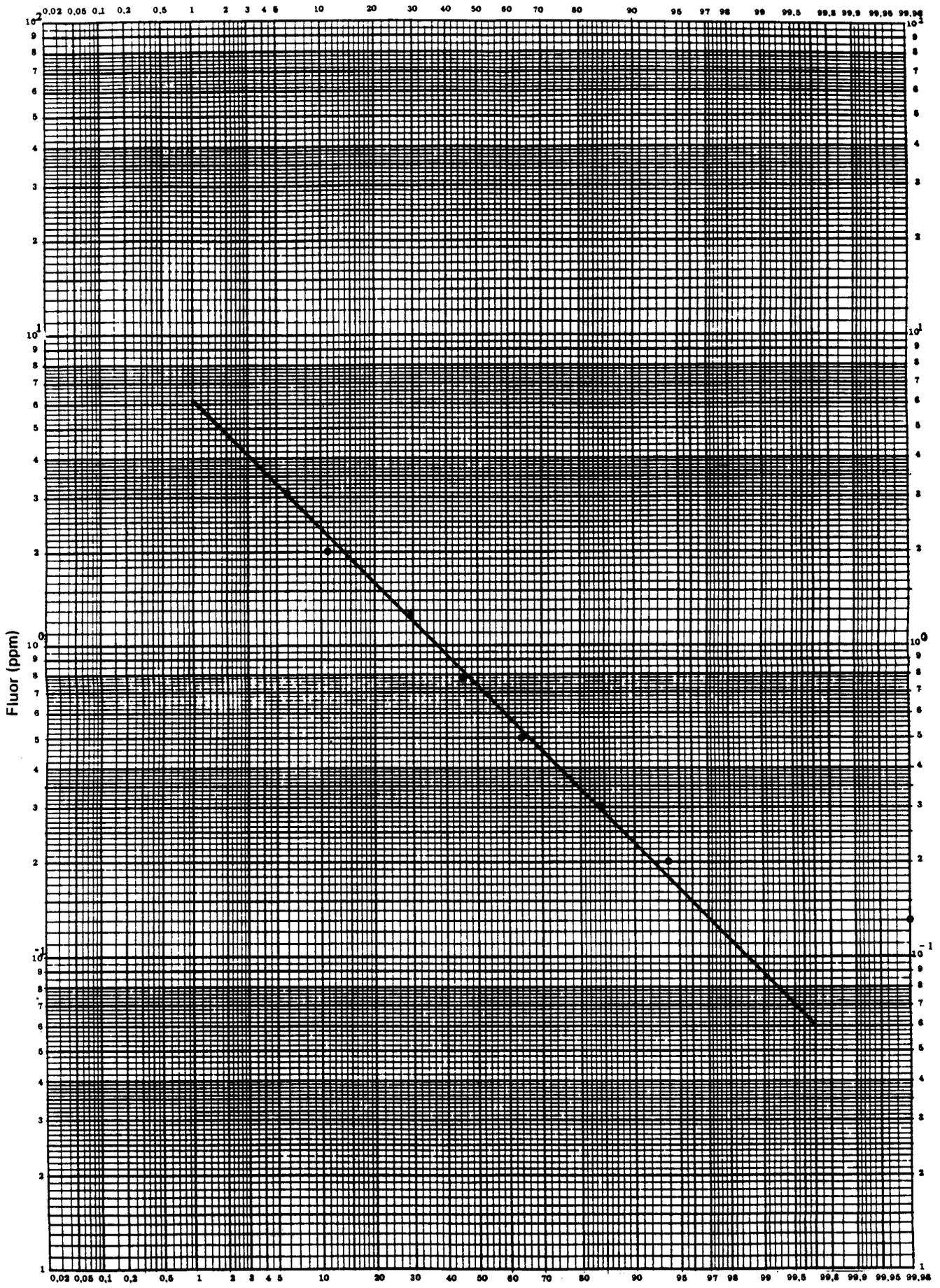
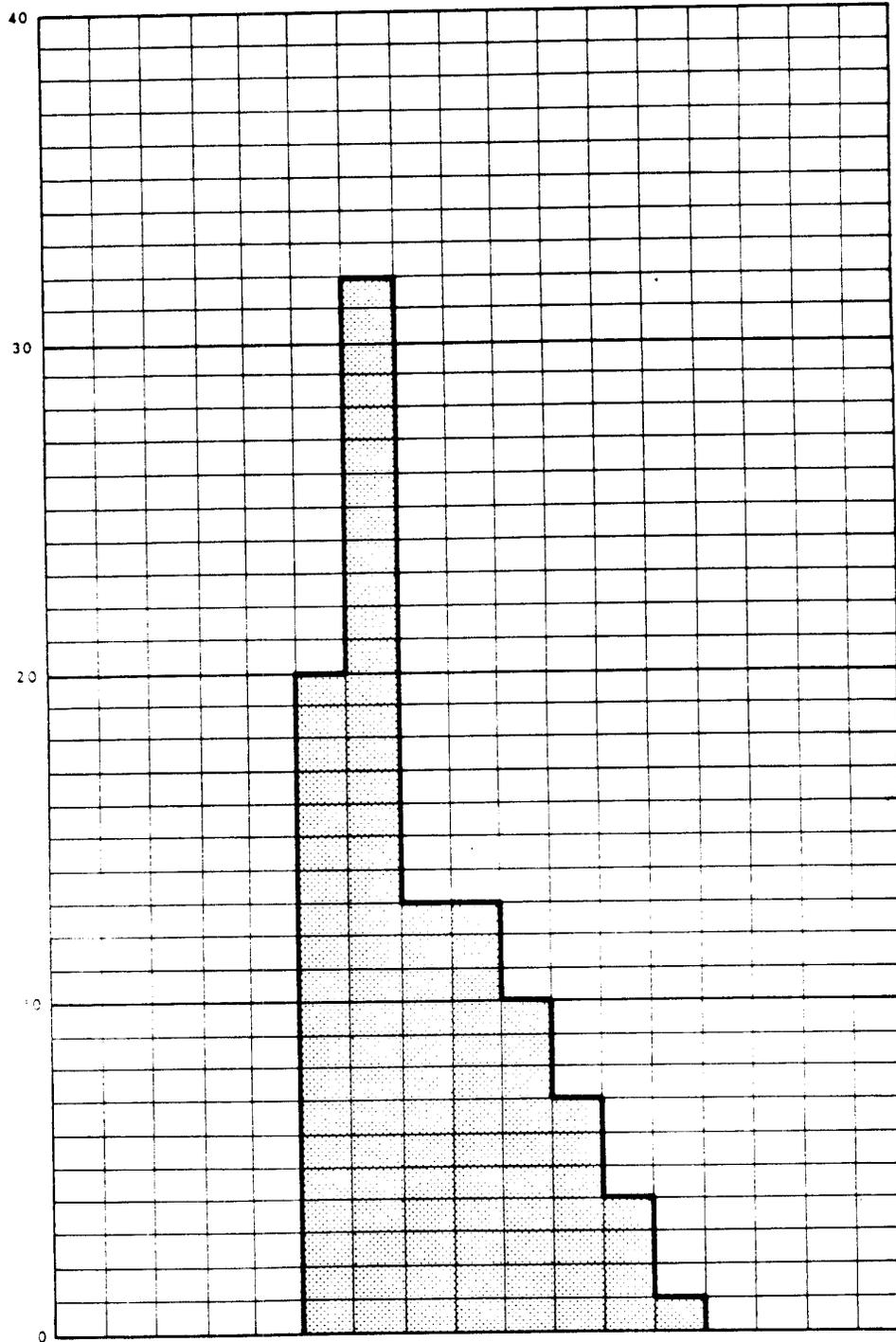


FIG. 8 - FLUOR

% probabilidad

FREC ABSOLUTA					20	32	13	13	10	7	4	1					
FREC ACUMULADA					100	80	48	35	22	12	5	1					
% FREC ACUMULADA					100	80	48	35	22	12	5	1					



LIMITE SUPERIOR DEL INTERVALO					1	1,25	1,50	1,75	2,0	2,25	2,50	>2,5				
-------------------------------	--	--	--	--	---	------	------	------	-----	------	------	------	--	--	--	--

HISTOGRAMA SEGUN INTERVALOS LOGARITMICOS

FIG. 9 BORO (ppm x 100)

10 157 / 8

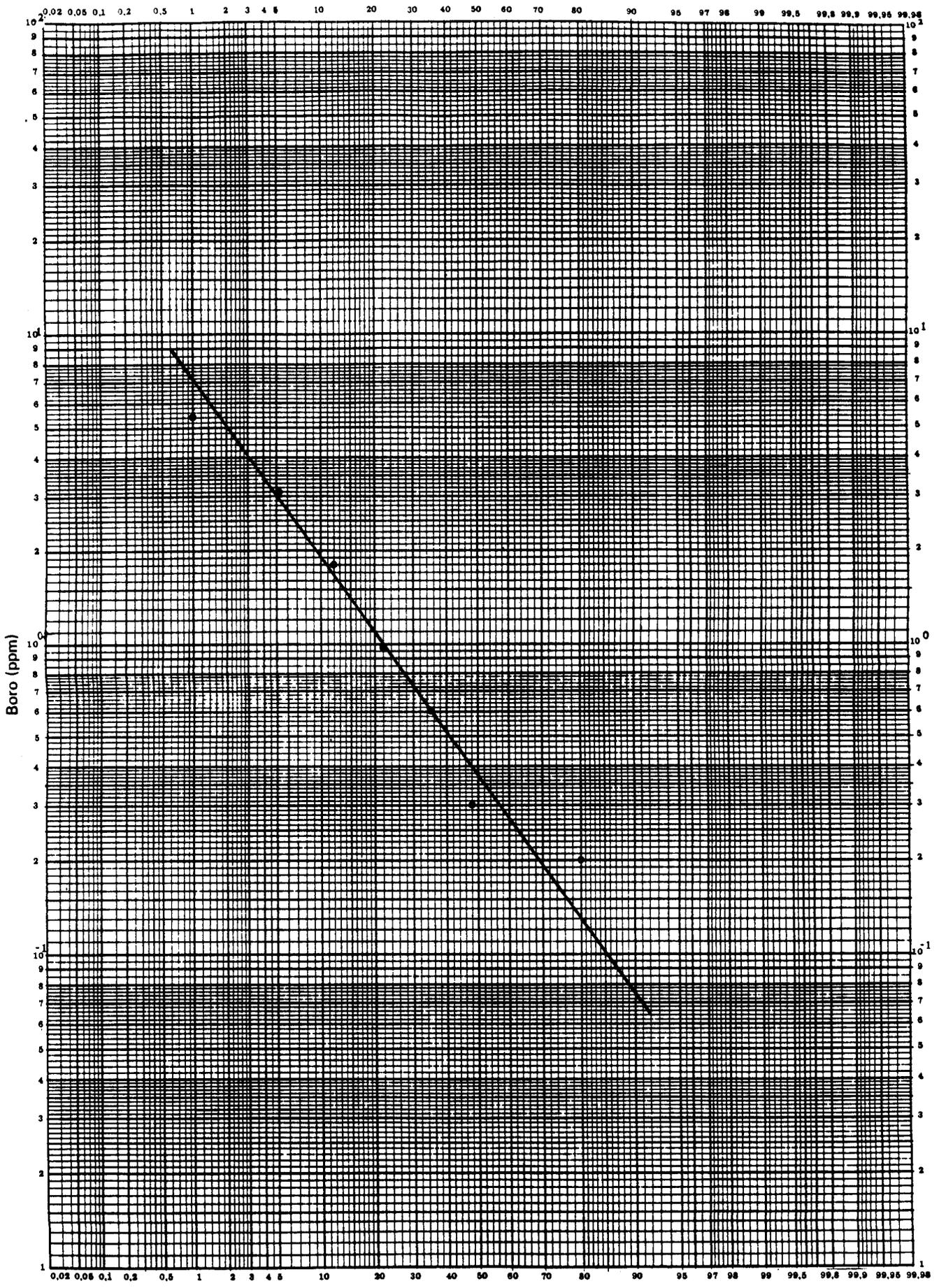
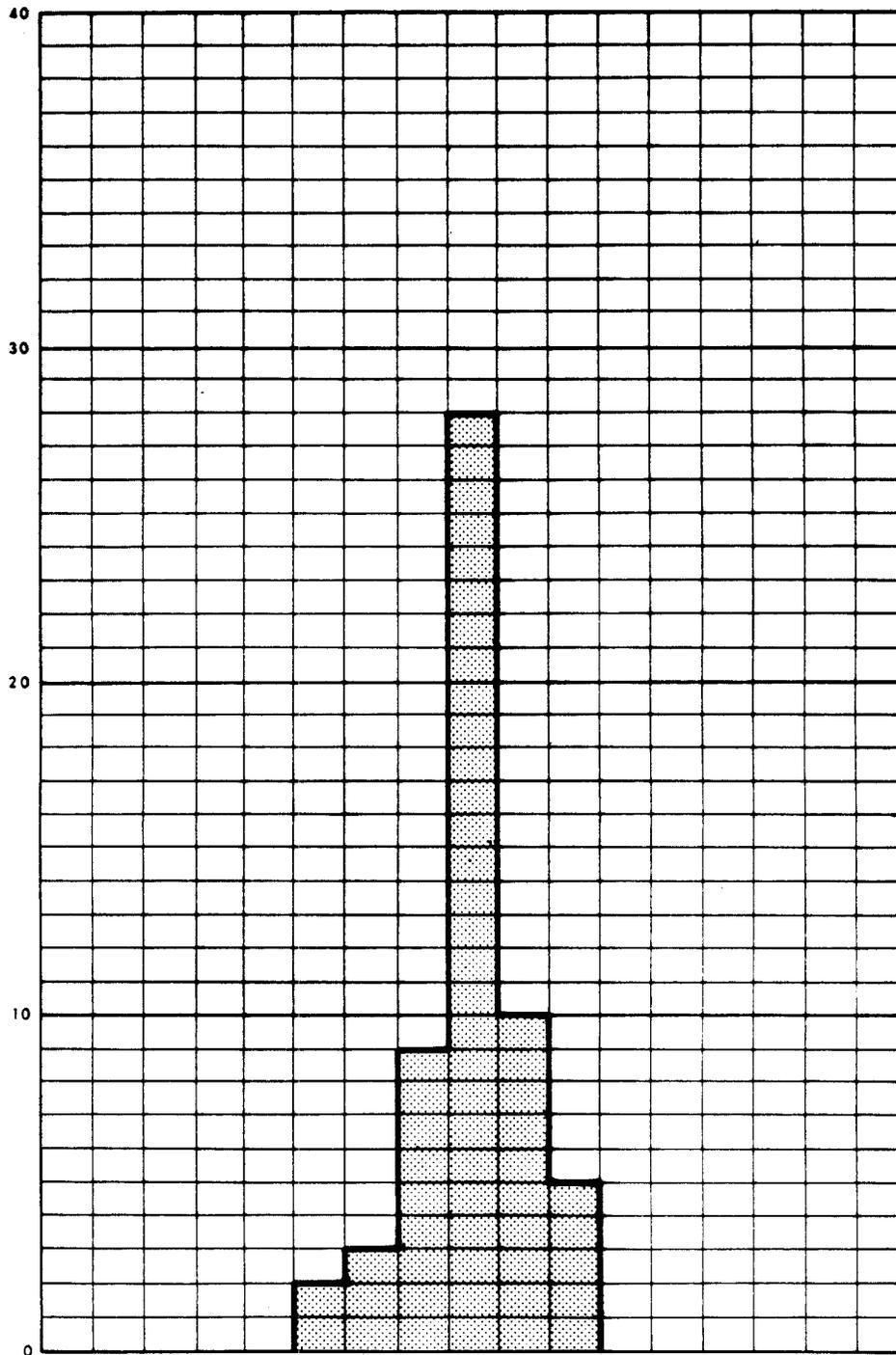


FIG. 10 - BORO

%o probabilidad

FREC. ABSOLUTA				2	3	9	28	10	5				
FREC. ACUMULADA				57	58	57	43	18	5				
%FREC. ACUMULADA				100	98,4	91,2	78,4	28,3	8,8				



LIMITE SUPERIOR DEL INTERVALO				0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	>1,5				
-------------------------------	--	--	--	------	------	------	------	------	------	--	--	--	--

HISTOGRAMA SEGUN INTERVALOS LOGARITMICOS

FIG. 11 - AMONIACO (ppm x 100) N: 57

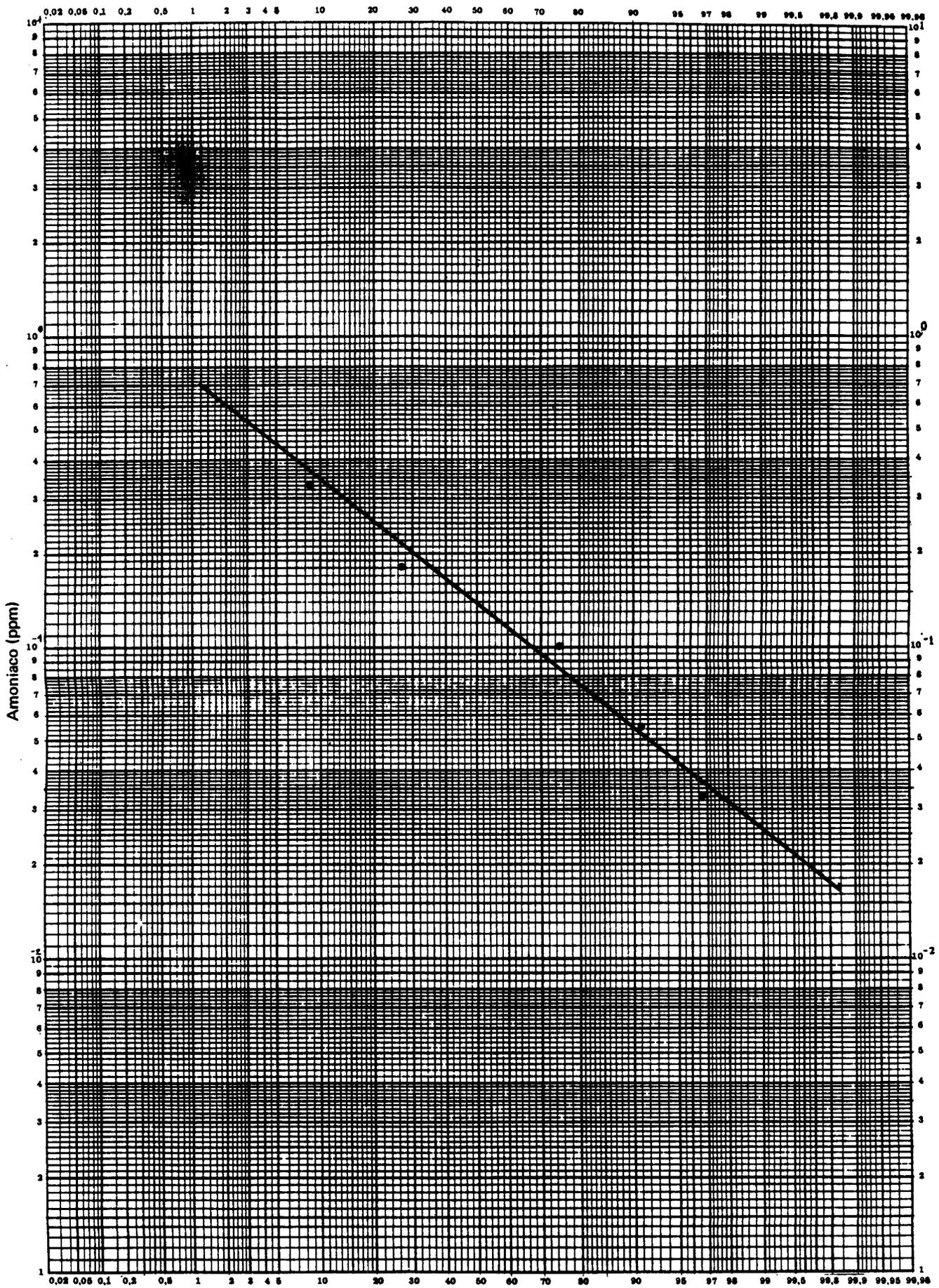


FIG. 12 - AMONIACO

% probabilidad

	G - , (G + S)	G + S $\bar{}$ (G + 2S)	(G + 2S)	N
SiO ₂ (ppm)	80 - 119	120 - 174	175	99
F (ppm)	0,70- 1,79	1,80 - 4,29	4,30	100
B (ppm)	0,35 - 1,29	1,30 - 4,39	4,40	100
NH ₄ ⁺ (ppm)	0,13- 0,25	0,26 - 0,55	0,56	57

En las figuras nos 13, 14, 15 y 16 se refleja gráficamente la distribución de contenidos de los elementos según los intervalos considerados.

En el gráfico de distribución de amoniaco, se representan asimismo los valores pertenecientes al intervalo (G-S,G), y con ello la totalidad del fondo de la población anómala, respecto a la que integran los 43 puntos con contenidos inferiores al límite de detección (0,01 ppm).

En el pozo nº 42, la concentración de SiO₂ (285 ppm) parece corresponder a un error analítico, por lo que se prescindió de esta muestra en el tratamiento estadístico.

Tras el tratamiento estadístico univariante, el estudio de correlación, y la elaboración de diagramas de dispersión, tiene por objeto poner de manifiesto la existencia o no de ciertas asociaciones que pudieran resultar de interés a la hora de interpretar los resultados obtenidos. En este sentido, el estudio de algunos diagramas de dispersión puede aportar criterios discriminantes a la hora de establecer el origen de anomalías (ej.: diagrama de dispersión NO₃⁻ : NH₄⁺ ó Cl:B).

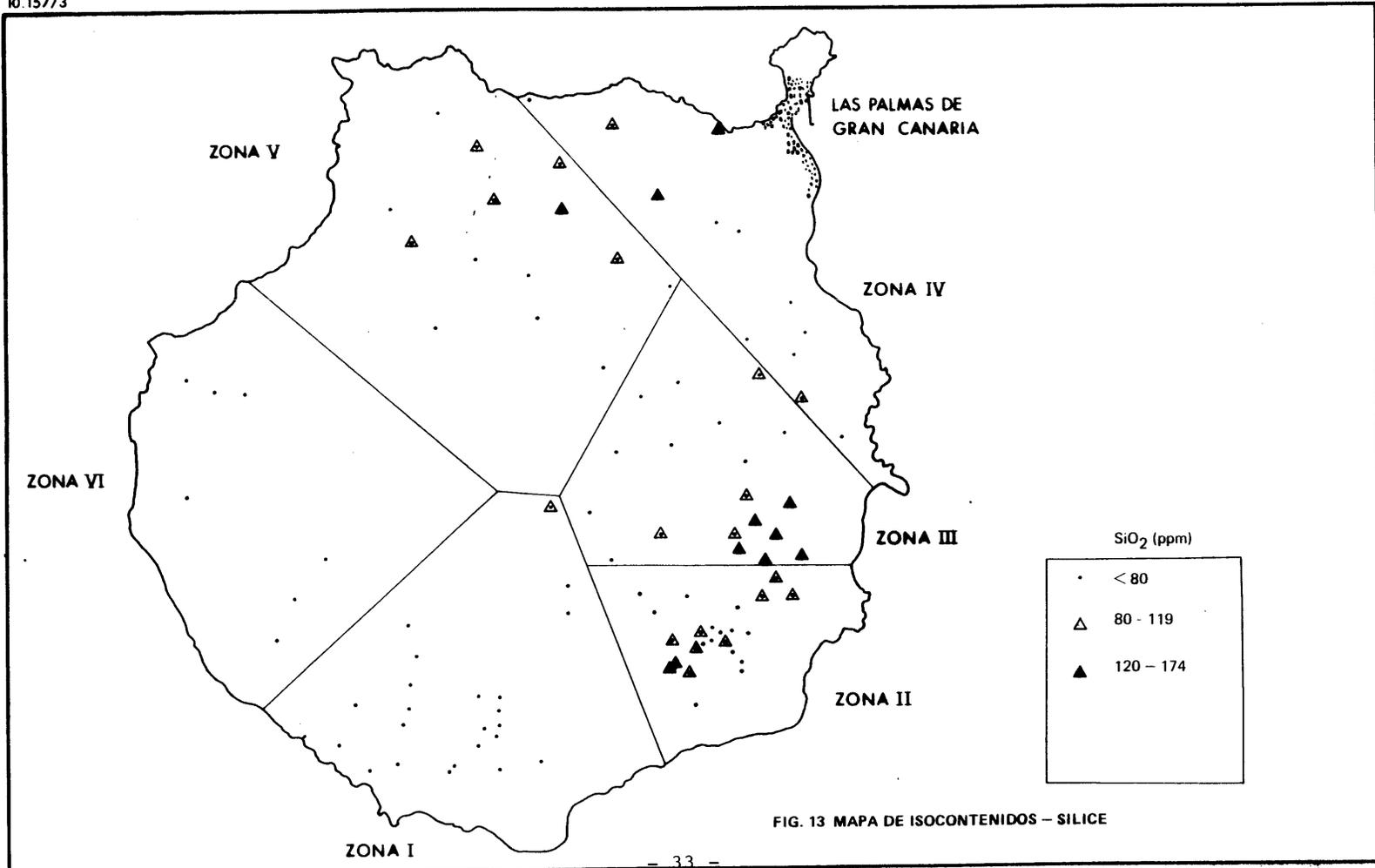


FIG. 13 MAPA DE ISOCONTENIDOS – SILICE

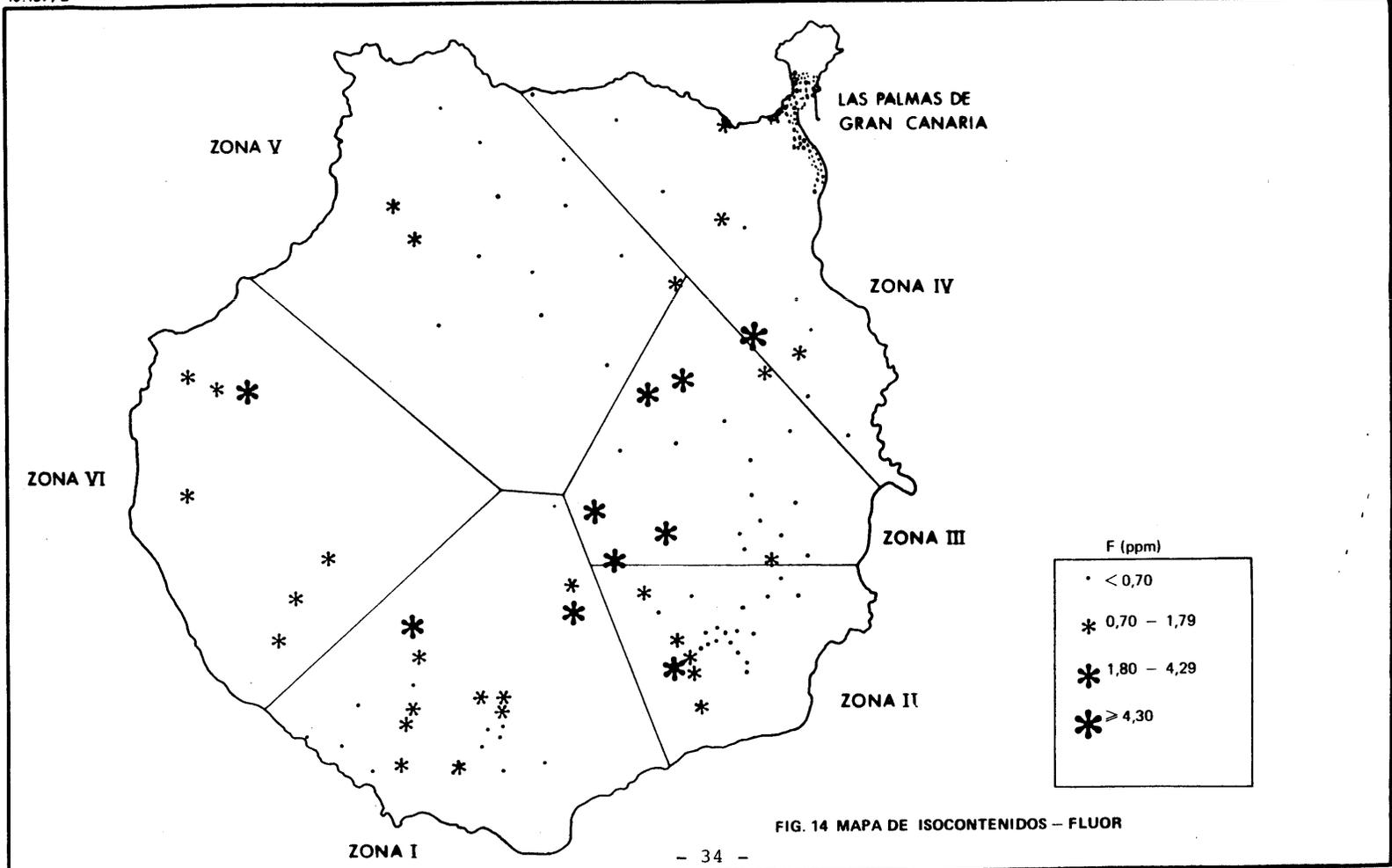
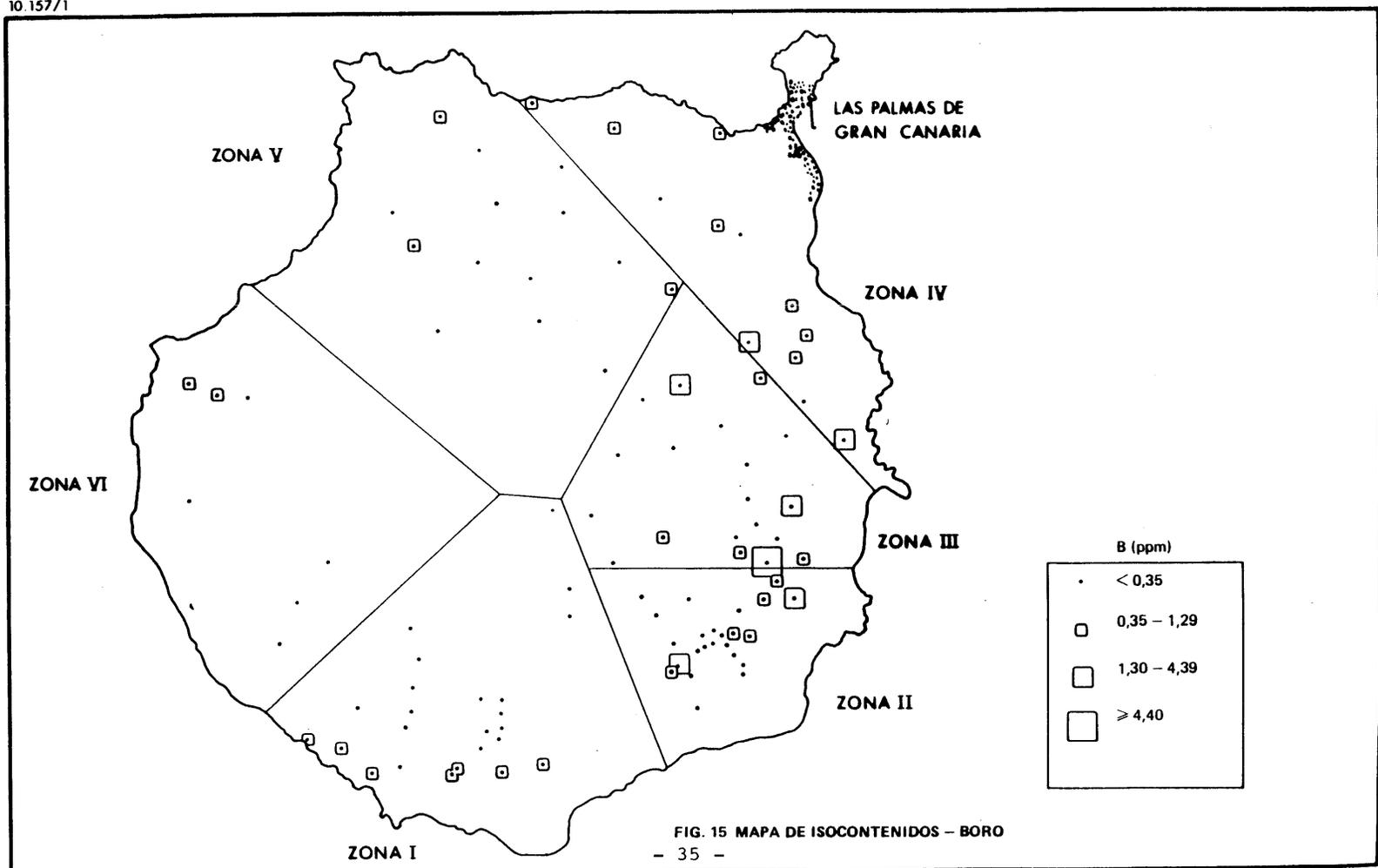


FIG. 14 MAPA DE ISOCONTENIDOS - FLUOR



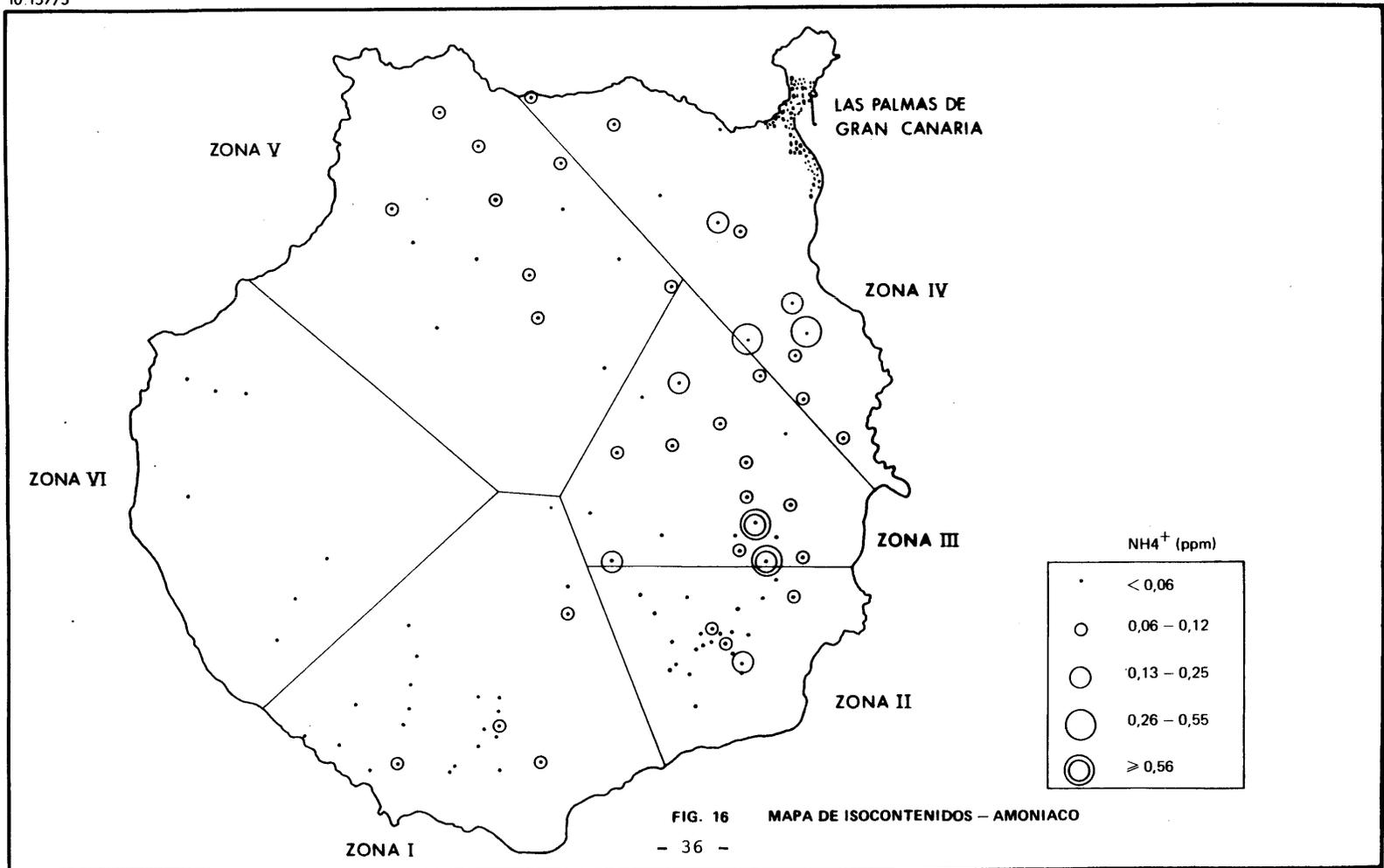


FIG. 16 MAPA DE ISOCONTENIDOS - AMONIACO

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

DIAGRAMA DE DISPERSION

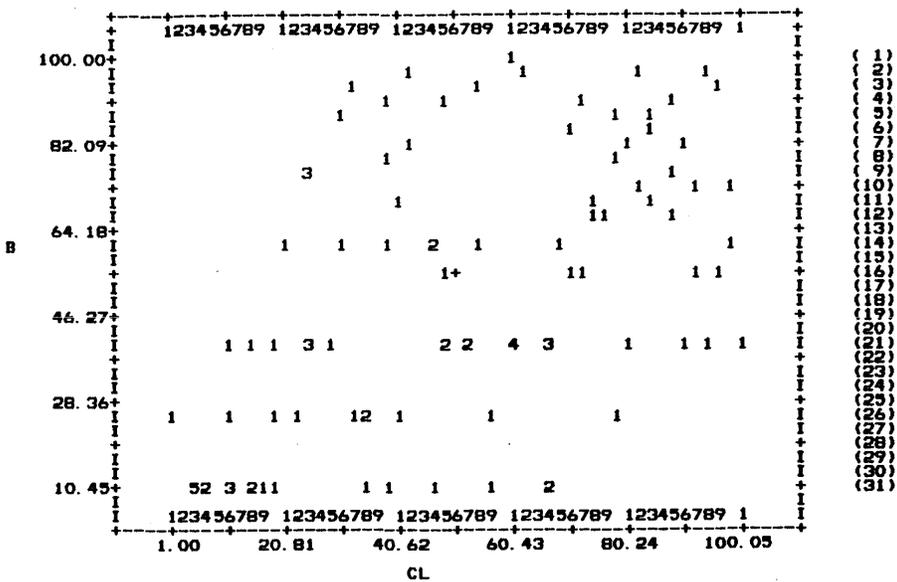


GRAFICO DE CORRELACION (SPEARMAN) CON 100 DATOS
R = 0.544

FIG. 17. DIAGRAMA DE DISPERSION CL : B

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

PAG. 1

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS REPRESENTADAS EN EL GRAFICO (DIAGRAMA CL D)

FILA	COL.	MUESTRA	NUM.												
1	31	42432	28 (77)	2	42	42422	5 (33)	2	32	42432	31 (79)	2	48	42432	32 (80)
2	22	42424	9 (46)	3	49	42424	7 (45)	3	28	42424	2 (41)	3	17	42422	7 (35)
4	37	42413	7 (18)	4	45	41424	3 (4)	4	20	42413	2 (14)	4	25	42432	33 (81)
5	40	42422	1 (30)	5	43	42414	1 (21)	5	16	42433	21 (72)	6	36	42422	2 (31)
6	43	41434	1 (9)	7	46	42422	4 (32)	7	41	42433	14 (93)	7	22	42413	9 (20)
8	20	42433	1 (83)	8	40	41424	2 (3)	9	13	42421	4 (22)	9	45	42432	23 (74)
9	13	42421	11 (29)	9	13	42431	3 (53)	10	47	42432	29 (78)	10	50	42432	13 (67)
10	42	42433	12 (91)	11	38	42433	10 (90)	11	21	42424	6 (44)	11	43	42432	19 (70)
12	39	41434	3 (11)	12	38	41434	4 (12)	12	45	42433	15 (94)	14	50	42432	16 (69)
14	20	42432	15 (68)	14	28	41424	1 (2)	14	24	42424	4 (43)	14	11	42424	3 (42)
14	35	41434	5 (13)	14	16	42413	6 (17)	14	24	42413	5 (16)	16	49	42432	1 (60)
16	37	42433	8 (89)	16	36	42433	2 (84)	16	25	41424	4 (5)	16	47	42432	20 (71)
21	34	42434	3 (100)	21	15	42431	1 (51)	21	51	42434	1 (98)	21	31	42433	18 (97)
21	33	42433	17 (96)	21	34	42433	16 (95)	21	13	41414	1 (1)	21	31	42433	7 (88)
21	31	42433	6 (87)	21	27	42433	5 (86)	21	8	42424	11 (49)	21	13	42433	4 (39)
21	6	42431	4 (54)	21	10	42432	26 (75)	21	13	42432	22 (73)	21	34	41434	2 (10)
21	48	42432	10 (65)	21	46	42432	9 (64)	21	27	42432	7 (63)	21	31	42432	4 (62)
21	41	42432	2 (61)	21	25	42431	11 (59)	26	10	42431	2 (52)	26	40	42433	13 (92)
26	29	41432	1 (6)	26	17	42432	34 (82)	26	6	42432	27 (76)	26	12	42421	5 (23)
26	21	42431	10 (58)	26	18	42422	6 (34)	26	18	41432	3 (8)	26	1	42423	3 (38)
31	34	42434	2 (99)	31	29	42433	3 (85)	31	34	42432	11 (66)	31	10	42431	9 (57)
31	24	42431	8 (56)	31	18	42431	7 (55)	31	3	42424	12 (50)	31	6	42424	10 (48)
31	9	42424	9 (47)	31	4	42423	5 (40)	31	6	42423	2 (37)	31	4	42423	1 (36)
31	3	42421	10 (28)	31	3	42421	9 (27)	31	3	42421	8 (26)	31	3	42421	7 (25)
31	8	42421	6 (24)	31	6	42413	8 (19)	31	8	42413	3 (15)	31	20	41432	2 (7)

En la página siguiente se recoge la matriz de correlación múltiple (Pearson-Spearman), para gran parte de los datos analizados. Solamente se incluirán en este capítulo los diagramas de dispersión para pares de elementos cuyo coeficiente de correlación sea significativo, y que puedan resultar de utilidad en la fase de interpretación. Los restantes diagramas de dispersión se adjuntan en el anexo.

4.3.3.- Cálculos geotermométricos

Para el cálculo de temperatura teórica del almacén se han empleado geotermómetros de fase líquida basados en:

- a) Contenido en sílice, considerando las distintas fases.
- b) Relaciones catiónicas: Na - K, Ca - Na, Ca - K, Na - K - Ca.
- c) Equilibrio entre plagioclasas (albita-anortita).

El listado por ordenador de los resultados obtenidos se adjunta en el anexo.

En caso del geotermómetro albita-anortita el cálculo de temperatura teórica del almacén ha sido gráfico, y su resultado se ofrece en las tablas resumen elaboradas.

4.3.4.- Cálculos de PCO_2

Los resultados de PCO_2 (atm.) obtenidos a partir de los

ESTUDIO GEOTERMICO EN LA ISLA DE 'GRAN CANARIA'. CAMPAÑA 1984

	MEDIA	D. TIP.
CO3H	6.83	6.631
SO4	3.23	4.718
CL	17.04	28.439
NO3	0.31	0.679
NA	11.55	10.062
K	0.43	0.374
CA	6.46	10.334
MG	8.76	14.915
B	0.14	0.179
NH4	0.00	0.013
F	0.04	0.040
TEMP	27.08	4.864
COND	2169.30	2348.202
PH-C	7.19	0.717

COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

	CO3H	SO4	CL	NO3	NA	K	CA	MG	B	NH4	F	TEMP	COND	PH-C
CO3H	1.0000													
SO4	0.3048	1.0000												
CL	-0.1402	0.3793	1.0000											
NO3	-0.0156	0.3796	-0.0539	1.0000										
NA	0.4230	0.8083	0.5499	0.1341	1.0000									
K	0.4131	0.3547	0.6439	-0.0404	0.8334	1.0000								
CA	-0.0199	0.3576	0.9389	-0.0517	0.4798	0.6406	1.0000							
MG	-0.0231	0.3997	0.9388	-0.0184	0.4856	0.5871	0.9753	1.0000						
B	0.5412	0.4413	0.1181	0.1697	0.5402	0.4742	0.1057	0.1561	1.0000					
NH4	0.2797	0.0146	-0.0605	-0.0034	0.0909	0.1958	-0.0289	-0.0188	0.6384	1.0000				
F	0.3848	0.3203	-0.1959	-0.0280	0.3419	0.1905	-0.1930	-0.2189	0.1923	0.0670	1.0000			
TEMP	0.2033	0.0404	0.1497	-0.2896	0.2206	0.2347	0.1356	0.1190	0.2329	0.1634	0.0590	1.0000		
COND	0.0642	0.5692	0.9359	0.0234	0.6902	0.7132	0.9313	0.9414	0.2545	0.0009	-0.0528	0.2145	1.0000	
PH-C	-0.5543	-0.1836	-0.0877	0.0796	-0.2238	-0.3020	-0.1915	-0.1974	-0.3332	-0.2165	0.0768	-0.0754	-0.1784	1.0000

COEFICIENTE DE CORRELACION DE SPEARMAN

	CO3H	SO4	CL	NO3	NA	K	CA	MG	B	NH4	F	TEMP	COND	PH-C
CO3H	1.0000													
SO4	0.1507	1.0000												
CL	-0.0489	0.6901	1.0000											
NO3	-0.0269	0.2131	-0.0128	1.0000										
NA	0.2642	0.7811	0.7838	-0.0372	1.0000									
K	0.3376	0.5684	0.6212	-0.2619	0.7715	1.0000								
CA	0.3686	0.5532	0.6166	-0.1303	0.5718	0.7024	1.0000							
MG	0.4236	0.5382	0.6217	-0.0481	0.5801	0.6831	0.9469	1.0000						
B	0.4870	0.5805	0.5441	0.1594	-0.7386	0.4571	0.5287	0.3287	1.0000					
NH4	0.3857	-0.1257	-0.2402	0.0145	-0.1080	-0.0381	-0.0097	0.1814	0.1814	1.0000				
F	0.1403	0.1846	0.0117	-0.0286	0.1297	-0.1048	-0.2223	-0.2442	0.0642	-0.1279	1.0000			
TEMP	0.1364	0.1086	0.3697	-0.4082	0.2916	0.3512	0.1971	0.2062	0.2322	-0.2207	0.1343	1.0000		
COND	0.2360	0.7557	0.8498	-0.1179	0.9059	0.8067	0.7849	0.7787	0.6436	-0.1399	0.0110	0.3636	1.0000	
PH-C	-0.5981	-0.1762	-0.0598	0.0541	-0.2357	-0.4177	-0.5355	-0.5056	-0.3444	-0.3042	0.2373	-0.0475	-0.2946	1.0000

datos de la campaña de campo y análisis de laboratorio, se recogen en el anexo.

En la misma tabla se reflejan también los valores de Eh medidos en campo.

En la fig. 18 se representa gráficamente la distribución de PCO_2 (atm.), y se señalan los puntos donde según los datos obtenidos durante la campaña de desmuestre, la presencia de gas resulta manifiesta.

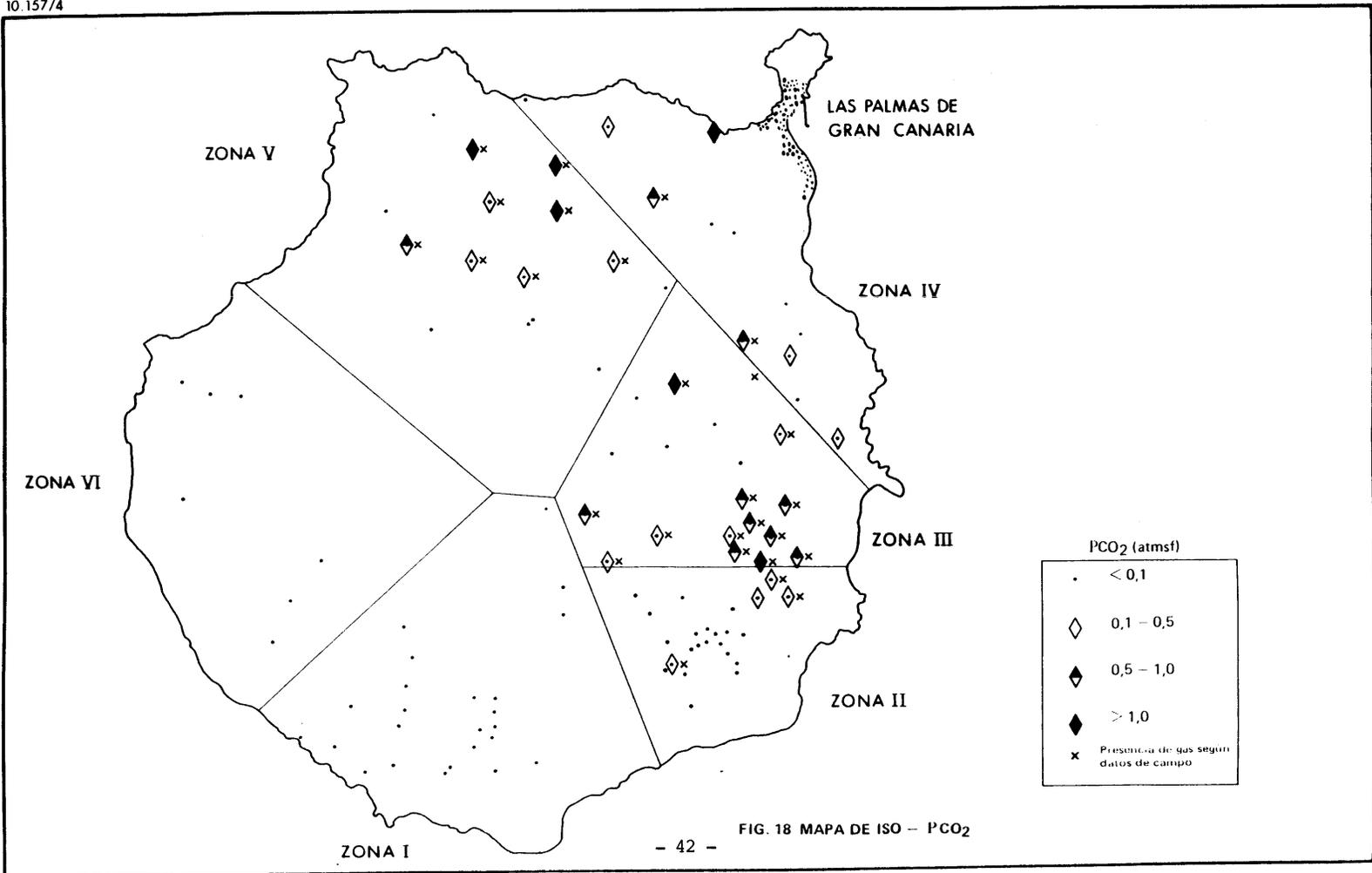


FIG. 18 MAPA DE ISO - PCO₂

5.- RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Con vistas a unificar los datos de mayor interés disponibles para cada punto, se han elaborado una serie de cuadros resumen (nos 1, 2, 3, 4, 5, 6), agrupando los puntos de agua según facies química, y localización geográfica en las seis zonas en que se ha subdividido la isla (plano 1).

Las concentraciones de SiO_2 , B, F, Li, que se recogen en estas tablas, corresponden a valores iguales o mayores que la media de fondo (G), establecido para cada uno de ellos. En el caso del NH_4^+ , se reflejan también los valores de fondo geológico inferiores a G, de la población constituida por las 57 muestras con contenidos superiores al límite de detección (0,01 ppm).

Sólo se reflejan las temperaturas teóricas del almacén deducidas de cálculos geotermométricos que resultan, en principio, coherentes entre si o de posible interés en la etapa de interpretación.

La numeración asignada a las distintas relaciones catiónicas presenta la siguiente correspondencia: (1) Ca-K, (2) Ca-Na, (3) Na-K, (4) Na-K-Ca, y para el geotermómetro de sílice (A) -Q - Siever (B) Calcedonia, (C) Cristobalita.

Se señala mediante un asterisco (*) los puntos con un manifiesto aporte de gas endógeno, observado durante la campaña de desmuestra, y se reflejan los valores de PCO_2 superiores a 0,1 atmósferas.

TABLA 1.- FACIES CLORURADO SODICA

Zona I: Maspalomas - San Bartolomé de Tirajana

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (ppm)	F	Li.	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
9	32	3.050	7,1		0,90				100			112	105			90	
10	32	1.600	7,8						108	91		111	76			90	
11	30	2.200	7,2		0,45				92			105		89		90	
12	31	2.000	7,5		0,40				100			111	100			95	
13	27	1.350	6,8			0,08	0,70		87			84	84	84		80	
55	29	800	7,9				0,80		104	87		95			81	80	
58	25	1.050	8,0			0,10	2,30		85			89	72		76	70	
84	30	1.700	7,7				0,70		108	91		107	91			90	
85	33	1.300	8,2				0,80		108	91		111	89			100	
86	30	1.200	8,0			0,08			98			106	87		98	80	
87	27	1.450	7,8						102	85		104			93	90	
88	34	1.500	8,1				0,80		104			111	107			95	
89	30	1.900	8,2						108	91		112	94			95	
90	31	2.320	7,3		0,50		0,70		96			119	112			90	
91	28	2.550	6,7		0,55	0,06			85			93	93	94	85	90	
92	29	2.300	7,8						87			97	89		89	80	
93	32	2.900	7,4		0,80				92			120	118	123		90	
94	29	3.680	7,2		0,40				104	87			87			90	
95	33	1.700	7,8						108	91		111	88			95	
96	26	1.100	7,3				0,80		100	84		96			82	85	
97	29	1.500	7,6				0,70		108	91		97			84	90	

TABLA 1 (Cont.).- FACIES CLORURADA SODICA

Zona IV: Arucas - Las Palmas

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
18	22	2.350	6,9		1,15	0,08			96			99	110		95	90	0,11
30	22	2.650	7,4		1,00	0,18			83				104			90	
31	27	1.250	7,6		0,90	0,36			104			112	125	97		105	
32	26	3.500	6,8		0,85	0,12	0,80		109			121	125	116		110	
43	22	1.050	6,9	96		0,08			124	108		107			95	90	

Zona II: Arinaga - Bco. de Tirajana

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
68	32	810	8,0			0,10			113	96	71	84	76	96	72	95	0,12
79 (*)	35	1.500	6,8	137	2,80		1,20		147	131	115	113		170	164	110	
99	31	1.700	7,4				1,10		100	84	56	94	77		82	90	
100	31	1.520	7,7	81			0,80		114	98	73	90	70		77	90	

TABLA 2. – FACIES BICARBONATADA CALCICO–MAGNESICA

Zona V: Agaete – Valleseco – San Mateo

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)						PCO ₂ (atm)		
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3			4
1	22	1.200	7,0			0,12	0,80			78	48				75	70	
15 (*)	30	1.150	6,1	113		0,10					99	90				80	1,00
19 (*)	22	640	6,5	92		0,06					82	87				70	0,18
23 (*)	22	710	6,6	90							81	96				90	0,36
24 (*)	23	650	5,7	120							104	81				90	1,02
25	16	130	7,7			0,08					43					50	
27 (*)	18	170	5,8								59				57	60	0,19
28	16	140	8,2								30				53	40	
37	20	330	7,3								61				68	60	

Zona III: Agüimes – Valsequillo

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)						PCO ₂ (atm)		
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3			4
38	16	100	7,9			0,10					30				51	40	
42 (*)	25	1.150	6,4	(285)							–	101			84	–	0,35
46 (*)	36	2.200	6,5	145	1,90	0,10		1,00			121	111			97	110	0,63
47 (*)	27	460	5,8	105		0,10					93	84				80	0,66
48	25	260	8,0			0,08					66	89			63	70	
50	18	180	8,1			0,08					32				72	50	
75 (*)	32	900	5,9	137							115	90				100	0,68
76 (*)	30	1.300	6,6	90							81	89				80	0,25
81 (*)	31	2.480	6,3	146	1,10	0,12					121	91				100	0,78
82 (*)	36	1.350	6,2	142		0,66					119	87				95	0,73

TABLA 3.— FACIES BICARBONATADA SODICA

Zona V: Agaete – Valleseco – San Mateo

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
17 (*)	26	1.450	6,0	109		0,08				116	96	114	68			100	1,08
20	24	1.750	7,1		0,80	0,10			110	93	99	98	100	92	100		
22	26	1.000	6,8		0,60	0,12	1,70		105	88	100	88		91	95		
26 (*)	20	1.100	6,6						103	86	98	80			90		
29 (*)	24	1.900	6,2	90	0,60	0,10	1,70		121	104	111	74			100		

Zona III: Agüimes – Valsequillo

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
36	21	360	8,4				3,00		79	62	106	85		98	80	0,70	
39 (*)	26	2.400	6,4				3,60		92	76	110	92			85		
44 (*)	25	1.250	7,1	86	0,50	0,12	1,00			101	109	119	97		110		
49	21	250	7,7			0,12			87	71	99			83	80		
53 (*)	35	2.250	7,0	106	0,60		1,90	0,20	114	94	113				120		
59 (*)	25	1.400	6,3			0,16	1,80		84	64	111	76			80	0,35	
64	35	980	7,7	90						104	81	87		70	95	0,56	
72 (*)	34	2.100	6,5	143	1,00	0,10			134	119	119	105			120		
77 (*)	36	2.700	6,2	158	4,40	2,24	1,00	1,70	141	129	129				120		

Zona II: Bco. de Tirajana – Arinaga

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
52	32	500	8,1							91	65		98		78	80	
54	28	510	8,1				0,70			95	69	96	57		80	80	
73	29	800	7,7							88	61	74			54	80	
83	31	1.200	7,5	135	0,70		2,00			130	114	108			97	120	

(*) La muestra n° 64 está localizada en la Zona II.

TABLA 4.— FACIES CLORURADO CALCICO—MAGNESICA

GRUPO A

Zona II: Barranco de Tirajana — Arinaga

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)		
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3	4			
60	29	8.300	7,1							91	65	94				76	90	
61	30	2.380	7,5							94	68	95				76	80	
65	29	5.800	7,2			0,14				81	53	97				81	90	
67	30	10.500	7,0		0,55					93	67	94				79	90	
69	31	15.000	7,1							91	65	95				79	90	
71	28	4.780	7,5							85	60	87				71	90	
78 (*)	31	5.800	6,3	112	0,55					118	98	92				74	100	0,25
80 (*)	26	6.300	6,2	92	2,00	0,10				105	82	90				76	100	0,43
98	27	10.430	7,2						94	78	48	119	70				90	

Zona IV: Arucas — Las Palmas

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)		
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3	4			
45	24	8.000	6,5		1,70	0,08			103	86	59	110	92				100	0,10

GRUPO B

Zona II: Barranco de Tirajana — Arinaga

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)		
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3	4			
62	20	1.400	7,5			0,10				74	44	94				74	70	
63	25	1.300	8,4	90						104	81	94				75	90	
66	32	1.600	7,1	99						110	88	97				78	90	
70 (*)	31	2.800	6,6	117	0,50					120	102	88				70	100	0,12
74	22	3.300	7,7		0,60					81	52	101				90	90	

TABLA 4 (Cont. GRUPO B)

Zona VI: Mogan – San Nicolás de Tolentino

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
2	21	1.600	7,6				2,00		79	82	30	86	62		70	70	
4	23	4.600	7,3		1,10		1,10		108	91	65	82	94	63	73	100	
5	23	1.320	7,9				0,70			88	61	62	53			80	
6	26	1.600	7,4				1,10			94	68	54	52	55		90	
7	29	810	7,6				1,00			91	65	73	53		54	90	

Zona IV: Arucas – Las Palmas

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (p p m)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)							PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS					ALBITA-ANORTITA
									A	B	C	1	2	3	4		
21 (*)	25	2.300	5,9	124	1,00		0,50			124	107	101	88	120	93	115	1,01

TABLA 5.- FACIES MIXTA

A) CLORURADO-BICARBONATADAS SODICAS

Zona I: Maspalomas - San Bartolomé de Tirajana

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (ppm)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)								PCO ₂ (atm)
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3	4		
40	24	200	7,4	83						99	75	120	54			90	
56	28	1.750	8,5				3,00			94	78	48	102			100	
57	19	600	7,9				0,80				84	56	95	65	81	80	

Zona II: Bco. de Tirajana - Arinaga

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (ppm)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)								PCO ₂ (atm)
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA-ANORTITA	
									A	B	C	1	2	3	4		
51	35	680	8,1	110			0,70				116	96	99		83	100	

Zona IV: Arucas - Las Palmas

NUMERO IDENTIF.	T(°)	COND. ($\mu\Omega\text{cm}^{-1}$)	pH	SiO ₂	B	NH ₄ (ppm)	F	Li	GEOTERMOMETROS (T°)								PCO ₂ (atm)	
									SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA-ANORTITA		
									A	B	C	1	2	3	4			
14 (*)	25	1.350	6,4	88	1,10	0,10					103	79	106	93		100	100	0,17
35	21	1.450	8,3		1,25	0,20	0,70			70	54		105	97		99	80	

B) OTRAS

NUMERO IDENTIF.	ZONA	FACIES	T(°)	COND.	pH	SiO ₂	B	NH ₄ en ppm	F	Li	GEOTERMOMETROS							
											SiO ₂			RELACIONES CATIONICAS				ALBITA ANORTITA
											A	B	C	1	2	3	4	
3	VI	SO ₄ -Cl-Ca-Mg	27	3.700	7,3		0,85		1,00		106	90	63	75	84	63	63	90
8	VI	SO ₄ -Cl-Ca-Mg	25	1.000	7,5						109	93	67	67	47	97	47	80
16 (*)	IV	CO ₃ H-Cl-Ca-Mg	25	1.400	5,9	126					142	125	108	87			68	100
33 (*)	IV	CO ₃ H-SO ₄ -Na	29	5.800	6,4		2,80	0,32	4,30	6	107	90	64	155	173	133	166	120
34	IV	SO ₄ -Cl-Ca-Mg	19	1.000	7,5			0,10			81	64	33		39			60
41 (*)	III	CO ₃ H-SO ₄ -Na	31	3.200	6,1		1,40	0,16	2,20		110	93	68	162	159	166	183	115

NUMERO IDENTIF.	PCO ₂ (atm.)
16 (*)	0,78
33 (*)	0,90
41 (*)	1,02

6.- INTERPRETACION DE RESULTADOS

6.1.- FACIES HIDROQUIMICA

La clasificación en familias es usual en los estudios hidrogeoquímicos como medio de establecer el origen y evolución de las aguas, y, en definitiva, el marco hidrogeoquímico general de la zona de estudio.

En los trabajos de prospección geotérmica, resulta así mismo de gran interés determinar la posible existencia de una asociación entre tipo de agua y presencia de acuíferos calientes en profundidad. Por este motivo, las distintas facies que presentan las aguas de los 100 puntos muestreados constituirán la unidad de trabajo en el estudio de anomalías de indicadores geoquímicos, temperaturas probables en profundidades y PCO_2 .

Se detallan a continuación una serie de consideraciones de carácter general acerca de las distintas familias que están representadas en los 100 puntos de agua objeto de estudio.

6.1.1.- Clorurada sódica

- Pertenecen a esta familia el 30% de las aguas muestreadas, siendo la facies más representada.
- El 70% de los puntos con facies ClNa se localizan en la zona I (Maspalomas - S.Bartolomé de Tirajana), donde además constituye la facies mayoritaria.

El 30% restante se localiza en la periferia entre la zona II (nº 68, 79, 99, 100) y zona IV (nº 30, 31, 32, 43 en los alrededores de Telde y nº 18 en el norte de la isla, muy próximo a la costa). (Fig. 4).

- La temperatura media de captación para este tipo de agua es de 29° ($\sigma = 3$), variando entre $22-35^{\circ}$. La conductividad es media-alta ($800 - 3.680 \Omega \text{ cm}^{-1}$). El pH varía entre 6,8 - 8,2, con predominio de los pH ligeramente básicos. (Tabla 1).
- La relación $r(\text{Ca} + \text{Mg})/r(\text{Na} + \text{K})$ presenta para todos los puntos de agua valores inferiores a 1 (entre 0,2 - 0,8), típicos de circulación por materiales fonolíticos, o rocas similares y basaltos modernos. Las fonolitas son materiales predominantes en una amplia zona sur de Gran Canaria.
- Tanto para las aguas de tipo ClNa, como en general, para las pertenecientes al resto de las familias representadas en el estudio, se observa una tendencia al aumento de cloruros desde el área de cumbres hacia la costa. Este fenómeno puede ser atribuido, tanto al progresivo lavado del terreno al aumentar el recorrido, tiempo de contacto, y en general temperatura del agua, como a los fenómenos de recarga local en aguas cada vez más salinas, por la mayor aridez climática en las zonas más bajas. La influencia de este último factor sería más acusada en las vertientes sur, protegidas de los vientos aliseos húmedos.

6.1.2.- Bicarbonatada cálcica-magnésica

- Manifiestan estas facies un 19% de los puntos muestreados, distribuidos entre la zona III (Agüimes - Valsequillo) y la zona IV (Agaete -Valleseco - San Mateo), según una franja de dirección aproximada N 30° W.

- La temperatura de las aguas que integran esta familia, varía entre 16° - 36° , siendo el mayor rango de variación entre los distintos tipos de agua representados.
- Todos los puntos con temperatura de surgencia inferior a 19° (nos 25, 27, 28, 38), pertenecen a esta familia hidroquímica, y son asimismo los que presentan los valores más bajos de conductividad ($<200 \mu \Omega \text{ cm}^{-1}$). Se trata de aguas frías y poco mineralizadas, características de las zonas de recarga. Ello estaría de acuerdo con su situación en zonas altas de la isla, donde la pluviosidad es mayor y las condiciones de infiltración pueden ser más favorables.
- Los pozos con temperatura igual o superior a 30° , se localizan en los alrededores de Agüimes (nos 46, 75, 76, 81 y 82) y de Guia (no 15). Su conductividad varía entre $1.150 - 2.480 \mu \Omega \text{ cm}^{-1}$.
- El pH ligeramente ácido que manifiestan el 63% de las aguas de este tipo guardaría, en principio, relación con la existencia en los mismos de CO_2 libre no equilibrado. La procedencia mayoritaria del CO_2 en estos puntos correspondería a aportes profundos de gases, asociados a la existencia de un magmatismo residual. De hecho, se observa (tabla 2) que en este mismo grupo de puntos se constató la presencia de gases en el agua, durante el desmuestre, y todos ellos presentan valores de PCO_2 campo superiores a 0,1 atmósferas.

En las zonas de recarga, y en ausencia de aportes endógenos, el CO_2 disuelto procede en una pequeña proporción del contenido en el aire, pero en su mayor parte provendría del que existe en los poros del terreno, como el resultado de la ac

tividad biológica. El CO_2 una vez perdido su carácter agresivo, pasa a constituir los iones carbonato y bicarbonato del agua, incrementándose paralelamente el pH.

Se observa en general (excepto en el punto nº 27) una ausencia de aportes gaseosos de origen profundo en las aguas más frías ($T < 20^\circ$), mientras que están presentes en todas las aguas con temperaturas superiores a 30° .

6.1.3.- Bicarbonatada sódica

- Pertenecen a este tipo de aguas el 18% de los puntos muestreados, localizados en la zona III (Agüimes-Valsequillo), zona IV (Agaete-Valleseco-San Mateo) y zona II (Arinaga-Bco. de Tirajana). Estos puntos se sitúan bordeando la franja que delimitan las aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas. (Fig.4).
- Las mayores temperaturas de captación (superiores a 30°), corresponden a los pozos localizados en la zona III (nº 77, 72 y 53) y zona II (nº 83 y 64), al igual que en las aguas de tipo $\text{CO}_3\text{H-Ca-Mg}$ y ClNa . El rango es de $20^\circ - 26^\circ$.
- Son aguas de conductividad media-alta ($250-2.500 \mu\Omega \text{ cm}^{-1}$). El pH oscila entre 6,2-8,1 y los valores de pH ligeramente ácido corresponden mayoritariamente a puntos con evidente aporte de gas endógeno y $\text{PCO}_2 > 0,1$ atmósferas. (Tabla 3).

6.1.4.- Clorurado magnésico-cálcica

- Las aguas de este tipo representan el 21% del total muestreado. Se localizan entre las zona II (Arinaga-Bco. de Tirajana) y zona VI (Mogan-Aldea de San Nicolás), constituyendo en ambas la facies mayoritaria. Además está representada por dos pozos (nº 21 y 45) en la zona IV (Arucas-Las Palmas). - (Fig. 4).

- Las temperaturas de surgencia en este tipo de aguas varían entre 20°-34°.
- Se ha subdividido esta familia en dos grupos (A y B). En el grupo A se integran los puntos cuyos contenidos de sodio representan menos de 35% del porcentaje de cationes, mientras que en B se integran los puntos con contenido entre 35 - 48%.

Al grupo A pertenecen ocho de los nueve puntos de agua que, sobre el total muestreado, presentan valores de conductividad superiores a 5.000 $\mu\Omega \text{ cm}^{-1}$ (tabla 4). Los datos de conductividad disponibles para algunos puntos muestreados en estudios anteriores, permiten constatar un notable aumento de la misma en algunos de ellos:

	<u>1.979</u>	<u>1.984</u>
<u>Nº</u>	<u>COND. ($\mu\Omega \text{ cm}^{-1}$)</u>	<u>COND. ($\mu\Omega \text{ cm}^{-1}$)</u>
60	6.240	8.300
69	7.770	15.000
78	1.630	5.800
98	8.930	10.430

Los valores tan elevados de conductividad pondrían de manifiesto, en principio, la existencia de fenómenos de intrusión marina, siendo la continua extracción de agua y sobreexplotación de pozos el factor determinante de los aumentos de salinidad observados.

La mayor proporción Ca + Mg/Na respecto a la que caracteriza las aguas oceánicas, puede deberse, en principio, a la liberación de alcalinoterreos de posiciones de cambio, que pasan a ser ocupados por el sodio aportado por el frente salino que

avanza.

- Tanto en el grupo A como B predominan los valores pH próximos a la neutralidad o ligeramente básicos, en relación también con el menor número de pozos que presentan aportes gaseosos de origen profundo, y $PCO_2 > 0,1$ atmósferas. (Tabla 4).

6.1.5.- Mixta

- Constituyen el 12% restante de los puntos de agua muestreados. Predomina la facies clorurada bicarbonatada sódica, que presentan 6 pozos localizados en las zona I, II y IV. Por su situación geográfica (Fig. 4) parecen corresponde a un grado intermedio de evolución entre bicarbonatadas sódicas y cloruradas sódicas, a medida que progresa el recorrido del agua hacia cotas inferiores. Tan sólo en el pozo nº 14 se manifiesta la existencia de un aporte de gas de origen profundo.

Las restantes facies representadas son:

- . Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica: (nº 3 y 8 en la zona IV, y 34 en la zona IV).
 - . Bicarbonatada-sulfatado-sódica: nº 33 en zona III y 41 en zona VI.
 - . Bicarbonatada-clorurada-cálcico-magnésica: nº 16 en la zona VI.
- En la zona de Arucas-Las Palmas (IV) se localiza la mayor agrupación de pozos cuyas aguas presentan facies de tipo mixto.

6.2.- ESTUDIO DE ANOMALIAS

6.2.1.- Aguas clorurado sódicas

- Del estudio de distribución de contenidos de elementos indicadores, se deriva como más característico en este tipo de aguas, las bajas concentraciones de silice que presentan, y que corresponden, en 27 de los 30 pozos que integran este grupo, a valores inferiores a G. Tan solo el pozo nº 79 (Bco. Las Palmas) en la zona II, presenta un contenido de SiO_2 superior a $G + 2S$ (137 ppm). Este pozo constituye asimismo el punto de mayor temperatura de surgencia (35°) de las aguas con esta facies, y el único de las aguas ClNa en el que durante la campaña de campo resultó más evidente la presencia de gas de origen profundo. Los contenidos de SiO_2 en los pozos nº 100 (próximo al 79) y 43 se sitúan en valores de fondo, pero superiores a G (tabla 1, fig. 13).
- En lo que se refiere a los contenidos de amoníaco, se presentan como más destacables los correspondientes a los pozos nº 30, 31 y 32 (0,18; 0,36 y 0,12 ppm). Estos pozos, junto al nº 33 de facies bicarbonatada-sulfatada-sódica y $\text{NH}_4^+ = 0,32$ ppm, se sitúan, relativamente próximos, al norte de Telde (fig. 16).
- La única anomalía destacable de boro corresponde, al igual que para la SiO_2 , al pozo nº 79 (Bco. Las Palmas). El diagrama de dispersión Cl: B (fig. 17) señala además para este punto un exceso de B respecto al contenido en cloruros. Presenta un valor de relación $B/\text{Cl} = 0,07$, mientras que para los restantes puntos de esta facies $B/\text{Cl} = 0,02$.

Los contenidos de boro en los pozos nº 9, 11, 12, 90, 91, 93 y 94, situados todos ellos en cotas inferiores a 200, dentro de la zona I (fig. 15), si presentan una clara correspondencia con el contenido de Cl^- , y, por otra parte, no manifiestan ningún otro tipo de anomalía.

- Los contenidos de flúor superiores a G, en pozos de la zona I, no coinciden en general, con ningún otro tipo de anomalía destacable. El contenido más alto de F (2,30 ppm) lo presenta el pozo nº 58, con la menor temperatura (25°) de las aguas ClNa representadas en esta zona (tabla 1). Las únicas coincidencias se producen en el pozo nº 79 (zona III) y 32 (zona IV), con contenidos en fluor situados en niveles de fondo.
- Los contenidos de litio se encuentran en todas las aguas de tipo ClNa por debajo de 0,1 ppm.

6.2.2.- Aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas

- Presentan concentraciones de sílice superiores a 38 ppm (G), todos los pozos donde coincide la presencia de gas de origen profundo ($\text{PCO}_2 > 0,1 \text{ atm.}$), pH ligeramente ácido y temperatura mayor o igual a 22° . (Tabla 2).

La mayor agrupación de anomalías de SiO_2 corresponden a los pozos localizados en los alrededores de Agüimes (nº 46, 81, 82, 75, 76 y 47).

- Los únicos contenidos destacables en boro corresponden a los pozos nº 46 y 81, con un exceso de boro respecto al contenido en Cl^- . (Fig. 17).

- Los contenidos de fluor en las aguas de este tipo corresponden en su práctica totalidad (excepto nº 1 con 0,80 ppm) a valores inferiores a la media de fondo (G).
- Como anomalía destacable en amoníaco sólo aparece el contenido (0,66 ppm) del pozo nº 82 (El Tabuco), coincidente con anomalía de sílice y $T = 36^{\circ}$.
- La mayor coincidencia de anomalía corresponde a los pozos nº 56 (Hoyeta de los Nieves) y nº 81 (Lomo Cumplido), ambos en las cercanías de Agüimes, correspondiendo al primero de ellos el único contenido de litio (1 ppm) superior al límite de detección.
- Cabe destacar, frente a la mencionada aparición de anomalías en los pozos de mayor temperatura, la ausencia total de las mismas (para SiO_2 , B, NH_4^+ , F, Li), en los pozos nº 25, 27, 28 y 37, todos ellos con temperatura inferior a 18° . (Tabla 2).

6.2.3.- Aguas bicarbonatado sódicas

- De forma similar en el caso de las aguas bicarbonatadas cálcico magnésicas los contenidos de sílice superiores a 80 ppm (G), corresponden a puntos de agua donde coinciden temperaturas superiores a 22° , presencia de gas de origen profundo, $PCO_2 > 0,1$ atm. y pH ligeramente ácido. La inversa no se cumple sólo en el caso de los pozos nº 39 y 59. La mayor agrupación de anomalías se localiza asimismo en los alrededores de Agüimes.
- Frente a los bajos contenidos de fluor en las aguas de tipo $CO_3H - Ca - Mg$, en este grupo aparece la mayor agrupación de anomalías de F, en puntos con muy diversa temperatura. Los

pozos con las mayores concentraciones de F (nº 36 y 39) no presentan ningún otro tipo de anomalías (tabla 3). El pozo nº 39 (Los Romeros) se localizan en una zona donde se produjo un corrimiento de cierta importancia hace unos 20 años. Este pozo tiene gas, ligero olor a sulfhídrico y depósitos de hierro.

- Destaca la anomalía de amoníaco que presenta el pozo nº 77 - (Lomo Mireles), y que corresponde al contenido más elevado (1,24 ppm) de los 100 puntos muestreados. En este pozo también aparecen anomalías importantes de boro (en exceso respecto a los cloruros), sílice y litio (1,70 ppm).

El contenido de litio también es superior a 0,1 ppm en el pozo nº 53.

- En general, en las aguas $\text{CO}_2\text{H-Na}$, los contenidos de boro superiores al valor de G (0,35 ppm), están en exceso respecto a los cloruros (fig. 7).
- La mayor coincidencia de anomalías se produce en los pozos nº 77, 72 y 53, en las cercanías de Agüimes (tabla 3).

6.2.4.- Aguas clorurado cálcico-magnésicas

El análisis de los datos reflejados en la tabla 4, permite hacer las siguientes observaciones:

GRUPO A

- Ausencia de anomalías de flúor, como en las aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas.

- Contenidos de boro en relación con los contenidos de cloruros para todos los pozos, con concentraciones de este elemento superiores a G.
- Sólo presentan contenidos altos de silice los pozos nº 70 (Piletas), nº 78 (La Goleta), y 80 (Cruce de Arinaga) donde coincide la existencia de aporte gaseoso, y pH ligeramente ácido. Estos pozos se localizan en la zona II, próximos a la anomalía de silice delimitada anteriormente en los alrededores de Agüimes. (Fig. 13).
- Sólo resulta destacable el contenido de amoníaco del pozo nº 65, que no presenta ningún otro tipo de anomalía.

GRUPO B

- Anomalía de fluor en pozo nº 2, y valores de fondo, superiores a G, en los restantes pozos localizados en la misma zona IV. No existe coincidencia con ningún otro tipo de anomalía.
- Coincidencia de valores altos de SiO_2 en los pozos con aporte gaseoso y pH ligeramente ácido (nº 21 y 70).

Del estudio de anomalías en este tipo de aguas, se obtiene como principal conclusión la ausencia generalizada de valores anómalos y/o asociaciones de los mismos, que pudieran señalar un interés geotérmico para los puntos que presentan esta facies.

6.2.5.- Aguas mixtas

A) Bicarbonatado-clorurado sódicas

Sólo existe una asociación de valores superiores al va

lor medio de fondo, en concentración de SiO_2 , B y NH_4^+ , para el pozo nº 14. Por otra parte este es el único punto del grupo que presenta aporte gaseoso y pH ligeramente ácido ($T = 25^\circ$). (Tabla 5A).

B) Otras

Destacan en este grupo la asociación de valores anómalos que presenta el pozo nº 33 (Higuera Blanca) y 41 (Charco del Chinche), ambos de facies sulfatado-clorurada sódica (Tabla 5B). El primero presenta contenidos altos de litio, amoniacal, fluor y boro (en exceso respecto a los cloruros). Su temperatura (29°) es, por otra parte, superior a la media de los puntos localizados en la zona más meridional de la isla.

6.2.6.- Resumen del estudio de anomalías

La distribución de elementos analizados como potenciales indicadores geotérmicos, permite, tras el estudio de detalle realizado, establecer una serie de conclusiones de carácter general:

- Las anomalías de sílice aparecen fundamentalmente en aguas donde coinciden un aporte manifiesto de gas de origen profundo ($\text{PCO}_2 > 0,1 \text{ atm.}$ y pH ligeramente ácido), y temperaturas superiores a 22° . Este fenómeno es común a los distintos tipos de aguas, y más frecuente en las de tipo bicarbonatado.

La inversa no se cumple en los pozos nº 33 y 41, únicos de facies bicarbonatada-sulfatada sódica, y nos 39 y 59.

- La distribución de contenidos de boro y la aparición de las anomalías más importantes (en exceso respecto a los cloruros)

en los puntos con anomalías también importantes de otro tipo y temperaturas elevadas (como nº 77, 46, 33 y 79), tiende a señalar el interés del análisis del contenido en boro de las aguas de Gran Canaria. El análisis de la relación B/Ω confirma asimismo las importantes anomalías en estos puntos.

Los valores de fondo (G y G + S) que presentan las aguas de tipo clorurado cálcico-magnésica, y los pozos cercanos a la costa de facies ClNa, estarían en correspondencia con el contenido de cloruros.

- El amoníaco presenta en el 37% de los puntos valores inferiores al límite de detección (0,01 ppm). En los resultados obtenidos ha podido influir el tiempo y transcurrido desde la recogida de muestra y su análisis en el laboratorio.

Las anomalías de mayor importancia aparecen en pozos del área de Agüimes (zona III) y Telde (zona IV).

Su distribución, contrastada con otros parámetros y la de los restantes elementos indicadores (en particular los contenidos más altos de NH_4^+) indican, en principio, el interés de su análisis como indicador geotérmico en la isla de Gran Canaria.

- El fluor manifiesta un comportamiento que no parece indicar una asociación de las anomalías correspondientes a este elemento con fenómenos geotérmicos, fundamentalmente cuando se trata de aguas que no presentan ningún otro tipo de anomalía.

Se ha constatado la práctica ausencia de contenidos de fluor superiores al valor medio de fondo en las aguas de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico.

- El litio presenta contenidos inferiores al límite de detección (0,1 ppm) en el 96% de los puntos muestreados. Este resultado está de acuerdo con el carácter básico dominante (basaltos) de los materiales de la isla. Sin embargo, su análisis ha resultado de interés por cuanto en los cuatro pozos (nº 33, 77, 46 y 53) que presentan esta facies, coincide la existencia de importantes anomalías de otro tipo (fundamentalmente en nº 33 y 77), y temperaturas de captación altas. La presencia de anomalías de litio apoya en principio, el interés geotérmico del acuífero captado por estos pozos.
- La prioridad en el establecimiento del interés geotérmico de un punto de agua viene determinada porque el mismo manifieste una asociación de valores anómalos, más que de contenidos altos aislados. Se ha constatado que, en general, la mayor asociación de anomalías se produce en aguas con temperaturas elevadas. El interés geotérmico del punto de agua se refuerza cuando los cercanos manifiestan características similares.

6.3.- ESTUDIO DE TEMPERATURAS TEORICAS EN EL ALMACEN

Se analizan los resultados obtenidos tras aplicar los distintos geotermómetros en fase líquida. A la vista de los resultados aportados por el geotermómetro de sílice, se reflejan los valores Q-Siever, SiO₂-calcedonia, SiO₂-cristobalita, que correspondan al rango de mayor coincidencia con los restantes geotermómetros de fase líquida.

Si bien en el estudio sobre composición mineralógica del residuo procedente de la evaporación de aguas en 40 muestras, resultó ser la cristobalita la única fase mineral detectada (y tan sólo en 10 de ellos), ello no permite una generalización para todos los tipos de aguas y en toda la extensión de

la isla, aunque puede resultar de cierto interés en la interpretación.

6.3.1.- Aguas Clorurado Sódicas

En este tipo de aguas se observa una cierta coincidencia entre los valores ofrecidos por los distintos geotermómetros. El basado en el equilibrio entre plagioclasas, parece, en principio, el que ofrece unas temperaturas teórico almacén más coherentes con las anomalías de indicadores, y temperaturas que presenta cada punto. Los valores de temperatura teórica del almacén basados en el contenido de SiO_2 , más cercanos al ofrecido por el anterior, corresponden en general al Q-siever o calcedonia, salvo en las aguas con anomalía de sílice (>120 ppm). El geotermómetro Ca-K ofrece en general, valores de temperatura ligeramente superiores al resto.

- . En la zona I (Maspalomas - S. Bartolomé de Tirajana), predominan las temperaturas teóricas del almacén entre $80 - 100^\circ$.

La coincidencia de resultados es notable en los pozos nº 13 ($80^\circ - 87^\circ$) y nº 91 ($85^\circ - 93^\circ$).

- . En la zona IV (Arucas-Las Palmas) destacan los valores de temperatura teórica del almacén correspondientes a los pozos nº 31 ($100^\circ - 110^\circ$) y nº 32 ($110^\circ - 120^\circ$). En ellas se manifiesta una cierta coincidencia de anomalías (tabla 3) y su temperatura son también superiores ($27^\circ - 26^\circ$) a la que manifiestan (22°) los restantes pozos de facies ClNa (nº 18, 30, 43) de la zona.
- . En la zona II (Ingenio - Bco. de Tirajana), cabe destacar, - por ofrecer los mayores valores conjuntos de temperatura teórico-almacén ($110^\circ - 115^\circ$) del pozo nº 79 (Bco. Las Palmas). Este pozo presenta la mayor temperatura (35°) y anomalías de

SiO₂ y Boro de todas la aguas clorurado sódicas.

6.3.2.- Aguas bicarbonatado cálcico-magnésicas

El comportamiento del geotermómetro albita-anortita es similar al ya comentado para las aguas de tipo ClNa, mientras que el geotermómetro basado en SiO₂-cristobalita, es el que presenta un mayor grado de coincidencia respecto a los valores ofrecidos por el primero.

Los geotermómetros basados en relaciones catiónicas ofrecen una alta disparidad de valores de temperatura probable en profundidad, que puede ser atribuida, en principio, a que se trata de aguas químicamente poco equilibradas.

Se desechan los geotermómetros Na-K y Ca-Na por ofrecer temperaturas excesivamente altas el primero (<200°) y bajas el segundo (<50°). Los valores ofrecidos por las temperaturas según Ca-K están más de acuerdo los calculados a partir del albita-anortita, en los pozos con temperaturas de captación superiores a 20°. En los restantes existe una mayor coincidencia de temperaturas de equilibrio en profundidad según Na-K-Ca.

- . Las temperaturas teórica almacén se sitúan entre 30°-60°, para los puntos con T <20° y ausencia de anomalías: nº 25, 27, 28, 37 en la zona V y nº 38, 50 en la zona III.
- . Los valores de temperatura teórica del almacén más uniformemente alto (110°- 120°) corresponden al pozo nº 46 (Hoyeta de La Nieves). Este punto manifiesta, como ya se ha señalado, contenidos altos de SiO₂, B, Li y NH₄⁺.

- . Los restantes puntos con temperatura ofrecida por geotermómetro albita-anortita entre 95° - 100° , y cristobalita entre 115° - 120° , corresponden a los pozos nº 81, 84 y 75, localizados próximos al nº 46 (Agüimes). En ellos se manifiesta también una interesante asociación y/o concentración de elementos indicadores (Tabla 2).

6.3.3.- Aguas bicarbonatado sódicas

El geotermómetro de sílice considerando la existencia de facies cristobalita en estas aguas ofrece valores en general inferiores a los del geotermómetro albita-anortita, excepto en las aguas con contenidos de sílice >120 ppm.

La temperatura teórica del almacén más elevada (120° - 130°) la presenta el pozo nº 77, al que asimismo corresponde la mayor agrupación de anomalías de los 100 puntos muestreados, y $t = 36^{\circ}$. Los pozos nº 72 y 53, también en la zona III, presentan valores de temperatura teórica del almacén entre 100° - 120° .

- . En la zona II cabe destacar la temperatura probable en profundidad del pozo nº 83 (110° - 120°). Este pozo junto al 79 próximo de facies clorurada sódica, y el mismo orden de temperatura teórica en profundidad, son los que manifiestan las anomalías más destacables en esta zona.
- . Los puntos de agua de la zona Agaete-Valleseco-San Mateo, ofrecen unos valores de temperatura probable en profundidad superiores a los de facies bicarbonatada cálcico-magnésica, de forma similar a la temperatura de captación, con predominio de valores entre 90° y 100° . (Tabla 3).

6.3.4.- Aguas clorurado cálcico-magnésicas

A pesar de las altas temperaturas mediadas por las aguas extraídas en la zona II (Bco. de Tirajana-Arinaga) tan solo los pozos

nº 78, 80 y 70, presentan temperaturas teóricas según el geotermómetro albita-anortita de 100° . Se localizan en un área próxima al área anómala localizada en la zona III y son junto al nº 21, los únicos del grupo en los que se han constatado la presencia de gas - ($\text{PCO}_2 < 0,1 \text{ atm}$).

Los valores homogéneamente más elevados suministrados por la totalidad de los geotermómetros de fase líquida, corresponden al pozo nº 21, en la zona IV (90° - 120°). En esta misma zona el geotermómetro albita-anortita también ofrece una temperatura probable en profundidad de 100° .

Las temperaturas según Q-cristobalita y Ca-K son de 80° - 110° , resultando algo inferiores, entre 70° - 90° , los aportados por el geotermómetro Na-K-Ca.

En general para las restantes manifestaciones de facies clorurada-sódica predominan los valores de temperatura teórica -almacén entre 80° - 90° .

6.3.5.- Aguas mixtas

A) Clorurado-bicarbonatado sódicas

En este tipo de aguas, a pesar de la disparidad de valores obtenidos de los distintos geotermómetros, se observa una cierta relación entre temperatura teórica en profundidad y temperatura de captación. Las temperaturas probables en profundidad no sobrepasan para ningún punto los 100° , según el geotermómetro albita-anortita, que es el que manifiesta más claramente la relación anteriormente señalada.

La mayor homogeneidad de valores obtenidos por los distintos geotermómetros (80° - 100°) corresponden al nº 14 (Buen Suceso), en la zona IV, y nº 51 (Samarin), en la zona II. En el pozo -

- Los resultados de temperatura en profundidad del geotermómetro basado en el contenido de sílice, coinciden en mayor o menor grado con los obtenidos a partir de los anteriores geotermómetros en función de la facies que se considere predominante. En general, el basado en Q-conductivo ofrece valores elevados.
- En las aguas de tipo ClNa la menor disparidad se obtiene mediante la aplicación de Q-SIEVER. En las de facies bicarbonatada cálcico-magnésica considerando el predominio de la facies cristobalita. En general predominan los valores de temperatura probable en profundidad entre 80° - 100° , salvo en aguas frías y sin anomalía de volátiles o sílice, que se sitúan en el rango 50° - 80° . Las de mayor contenido en volátiles, sílice y temperatura alta ofrecen temperaturas teórico-almacén entre 110 - 130° .

6.4.- ESTUDIO DE LA PRESION PARCIAL DE CO₂

A partir de los datos de PCO₂, obtenidos en base a los análisis y medida de pH realizados en la campaña de campo, se observa que, en general, los pozos donde los valores de PCO₂ son superiores a 0,1 atm. coinciden con aquellos en los que se había observado la existencia manifiesta de aportes de gas de origen profundo durante la campaña de desmuestra.

Las únicas excepciones corresponden a los pozos nº 32, 45 y 44. En los primeros no se había anotado la presencia de gas en las fichas de campo, si bien cabe destacar que los valores de PCO₂ que manifiestan (0,10-0,11 atm.), son los más próximos al límite inferior establecido. En el pozo nº 44 se había anotado la presencia de gas pero su valor de PCO₂ es menor de 0,1 atm.

Los valores de PCO_2 basados en datos de campo son superiores a los obtenidos a través de los resultados de análisis efectuados en el laboratorio. Ello es debido a las modificaciones experimentadas en la muestra de agua, como incremento sistemático de pH, por el tiempo transcurrido desde la recogida de la muestra y su análisis.

Se observa una ligera tendencia a que la diferencia absoluta entre datos de laboratorio y campo sea mayor, a medida que los valores de PCO_2 son más altos.

Existe una cierta coincidencia entre la distribución de anomalías de sílice (fig. 13) y la que manifiesta la PCO_2 (fig. 17).

Los pozos donde la PCO_2 es $>0,1$ atm. y temperatura superior a 22° , manifiestan, en general, contenidos de sílice superiores al valor medio de fondo, con independencia de la facies química que presentan. Como excepciones se encuentran los pozos nº 33 y 41, de facies bicarbonatada sulfatada sódica, y los pozos nº 39 y 59, de facies bicarbonatada sódica. Se observa que, todos los pozos con contenidos de SiO_2 superiores al umbral de anomalía establecido (120 ppm), presenta $PCO_2 >0,1$ atm. Por otra parte, existe una serie de pozos (nº 40, 43, 63, 66, 100 y 51) con contenidos de SiO_2 que se sitúan en niveles de fondo (80-110 ppm) y su PCO_2 es menor de 0,1 atm.

En los pozos de la zona de Agüimes (zona III) de facies bicarbonatada cálcico-magnésica o bicarbonatado sódica, se puede observar un cierto paralelismo entre la distribución de PCO_2 , anomalías y temperatura teórico-almacén.

Así, el pozo nº 77 ("Lomo Mireles") al que corresponde la mayor asociación de anomalías de la zona y también mayor tem

80 ppm (G), cuando $T < 22^{\circ}$ como en los puntos n^o 27 y 26). Sus temperaturas teóricas en profundidad oscilan entre 60° - 100° .

Tras este análisis de la distribución de PCO_2 , calculado a partir de las determinaciones realizadas en campo, se puede concluir que el mismo ha aportado un criterio más en la delimitación de zonas favorables a la existencia de acuíferos calientes en profundidad. Se observa una asociación entre temperaturas de captación, anomalías de elementos indicadores, temperaturas probables en profundidad y PCO_2 , fundamentalmente en los pozos localizados dentro de la zona III y IV. Existe una mayor coincidencia en señalar el interés geotérmico de un punto a medida que los valores son más anómalos en los tres aspectos estudiados: contenido de elementos indicadores, temperaturas probables en profundidad y PCO_2 , y cuando los puntos de agua próximos manifiestan características similares.

7.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los objetivos planteados al inicio de este trabajo se han cumplido. Del análisis de distribución de sílice, volátiles y litio, así como de la PCO_2 , se deduce la validez de estos métodos geoquímicos como ayuda a la definición de áreas geotérmicas favorables en la isla de Gran Canaria.

Se ha observado que existe en general una buena coincidencia, en relación directa, entre temperatura de captación, agrupación de anomalías observadas de elementos indicadores, y temperatura teórica del almacén, fundamentalmente según el geotermómetro albita-anortita. Las anomalías de PCO_2 coinciden mejor en señalar el interés geotérmico con los restantes métodos geoquímicos empleados, en las zonas II, III y parte de IV, no siendo así, en general, en los pozos situados en la zona más septentrional de la isla, donde la coincidencia fundamental es sólo con anomalías de sílice.

La mayor coincidencia obtenida a través de los distintos estudios realizados, en señalar el interés geotérmico de una zona, corresponde al área que delimitan una serie de pozos localizados en los alrededores de Agüimes e Ingenio (zona A, plano 1). Los datos de los puntos con mayor interés geotérmico dentro de esta zona se detallan a continuación.

Nº	TOPONIMIA	Fº	FACIES	INDICADORES en fase acuosa	TEMPERATURAS (°) probables en el almacén	PCO ₂ (atm)
77	"Lomo Mireles"	36	CO ₃ H-Na	.Sílice .Fluor .Amoniaco .Litio .Boro	120 - 130	1,08
46	"Hoyeta de las Nieves"	36	CO ₃ H-SO ₄ -Na	.Sílice .Litio .Boro .Amoniaco	110 - 120	0,63
72	"Bco. de las Vacas"	34	CO ₃ H-Na	.Sílice .Boro .Amoniaco	110 - 120	0,56
82	"El Trabuco"	36	CO ₃ H-CaMg	.Sílice .Amoniaco	95 - 120	0,73
53	"Temisas"	35	CO ₃ H-Na	.Sílice .Litio .Boro .Fluor	110 - 120	0,56

De los resultados obtenidos se deduce también el interés geotérmico de la zona delimitada por una serie de pozos situados en los alrededores de Telde y Valsequillo (zona B, plano 1).

Se detallan en el siguiente cuadro las características de los pozos que integran dicha zona.

Nº	TOPONIMIA	Fº	FACIES	INDICADORES en fase acuosa	TEMPERATURAS Probables en el almacén	PCO ₂ (atm)
33	"Higuera Blanca"	29	CO ₃ H-SO ₄ -Na	.Boro .Amoniaco .Fluor .Litio	100 - 120	0,90
41	"Charco del Chinche"	31	CO ₃ H-SO ₄ -Na	.Boro .Amoniaco .Fluor	100 - 110	1,02
44	"El Barraco"	25	CO ₃ H-Na	.Sílice .Boro .Amoniaco .Fluor	100 - 110	< 0,1
32	"Mayorazgo"	26	ClNa	.(Boro) .Amoniaco .Fluor	110 - 120	0,11
31	"Hoya Aguedita"	27	ClNa	.Boro .Amoniaco	100 - 110	-
30	"Hornos del Rey"	22	ClNa	.Amoniaco	> 100	-

También dentro de la zona II y más concretamente en los alrededores del Bco. de Las Palmas (zona C, plano 1), delimitada por los siguientes pozos:

Nº	TOPONIMIA	Fº	FACIES	INDICADORES	TEMPERATURA Teórico-Almacén	PCO ₂ (atm)
79	"Bco. de Las Palmas"(Bonny)	35	ClNa	.SiO ₂ .Fluor	110 - 120	0,12
83	"Las Culatillas"	31	CO ₃ H Na	.Sílice .Fluor	110 - 120	0,1
51	"El Samarín"	35	Cl-CO ₃ H Na	.Sílice .Fluor	100	0,1

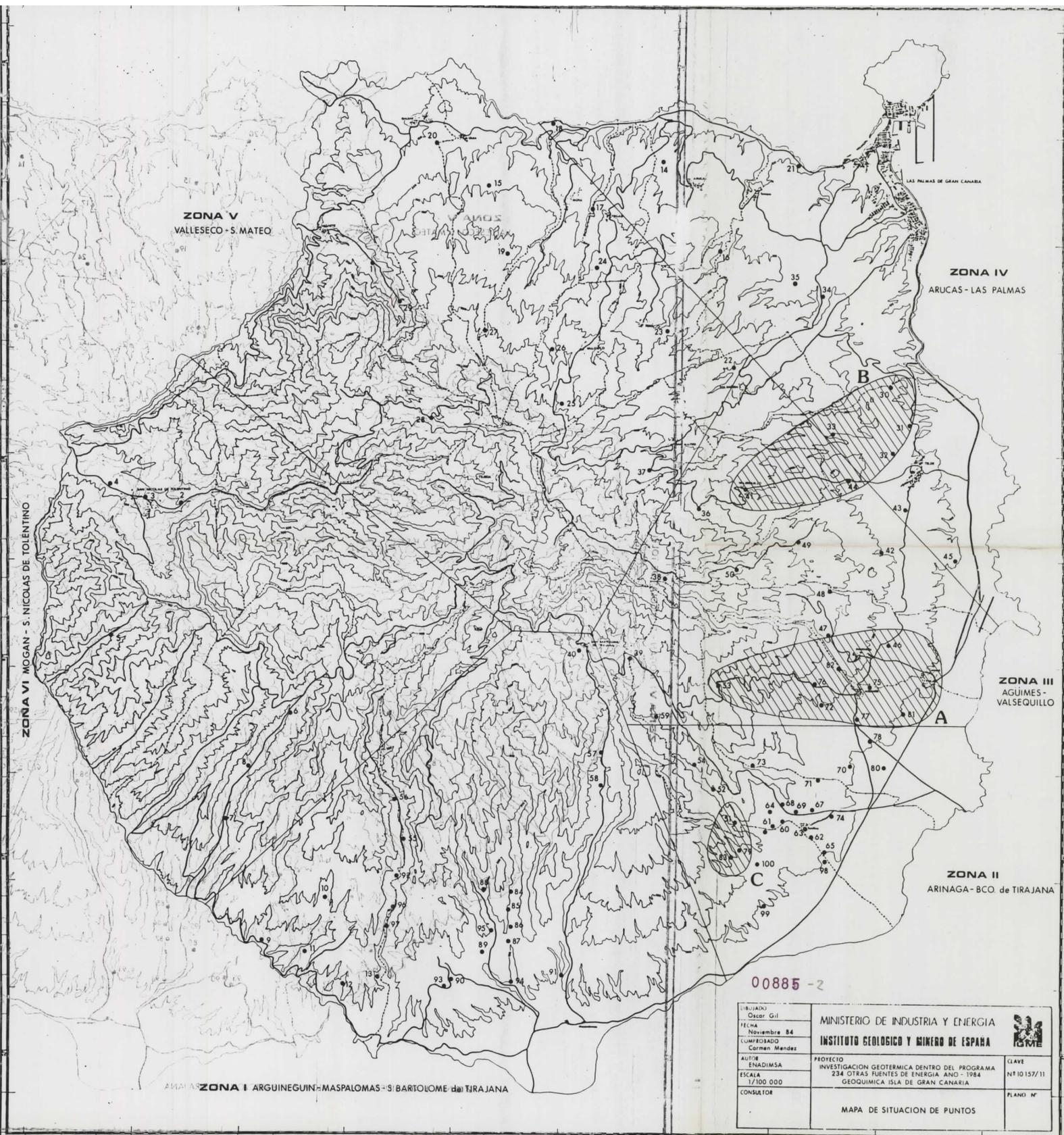
8.- RECOMENDACIONES

A la vista de los resultados obtenidos se recomienda pro seguir los trabajos de exploración de energía geotérmica en la isla de Gran Canaria a través de los estudios que se detallan a continuación:

- Estudio hidrogeoquímico detallado de la zona B (plano 1), den sificando la malla de desmuestra en pozos de la misma, con el objeto de delimitar y caracterizar mejor las anomalías encon tradas.
- Campaña de gases, con vistas a comparar los resultados de geo termometría gaseosa, con los obtenidos a partir de componen- tes en fase líquida, así como los resultados de composición gaseosa con los obtenidos para la PCO_2 .

En los puntos donde se lleva a cabo el análisis de gases, re sultaría asimismo interesante la realización de una campaña de medidas de Radón en agua, como un criterio más que puede aportar información en la definición del origen de anomalías y/o delimitación de puntos de interés geotérmico.

- Campaña de análisis de amoniaco en campo, con vistas a con firmar la delimitación de zonas anómalas que se derivan del presente estudio, así como establecer el grado de influencia en las concentraciones medidas, del tiempo transcurrido entre la recogida de la muestra y el análisis en el laboratorio.



ZONA V
VALLESECO - S. MATEO

ZONA IV
ARUCAS - LAS PALMAS

ZONA VI
MOGAN - S. NICOLAS DE TOLENTINO

ZONA III
AGUIMES -
VALSEQUILLO

ZONA II
ARINAGA - BCO de TIRAJANA

ZONA I
ARGUINEGUIN - MASPALOMAS - S. BARTOLOME de TIRAJANA

00885 - 2

ELABORADO Oscar Gil	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
FECHA Noviembre 84		
CUMPROBADO Carmen Mendez	AUTOR ENADIMSA	PROYECTO INVESTIGACION GEOTERMICA DENTRO DEL PROGRAMA 234 OTRAS FUENTES DE ENERGIA AÑO - 1984
ESCALA 1/100 000	CONSULTOR	CLAVE Nº 10157/11
MAPA DE SITUACION DE PUNTOS		PLANO Nº