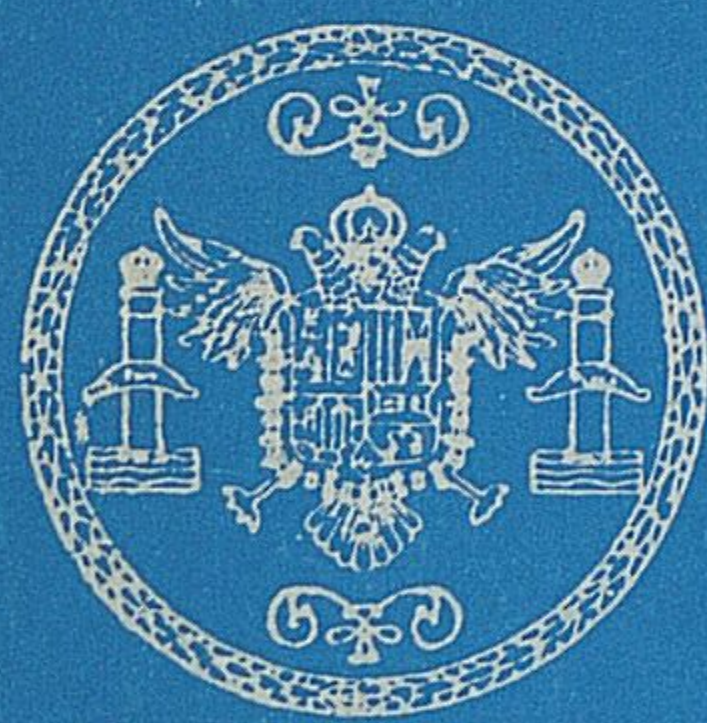


# Universidad de Granada

## Facultad de Ciencias



TESIS DOCTORAL

QUIMISMO DEL PROCESO DE  
BENTONITIZACION EN LA REGION  
VOLCANICA DE CABO DE GATA (ALMERIA)



Emilia Caballero Mesa



Granada, 1985



UNIVERSIDAD DE GRANADA  
FACULTAD DE CIENCIAS

Núm. 1258

Tengo el gusto de remitir 2 ejemplares de la Tesis Doctoral de D EMILIA CABALLERO MESA, para su archivo en la Biblioteca de esta Facultad.

Dios guarde a Vd. muchos años.

Granada, 3 de julio de 1.985

EL SECRETARIO,



*Triguero*

Sr. Director de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias.

BIBLIOTECA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
GRANADA

---

Estante 29  
Tabla 3  
Núm. 53

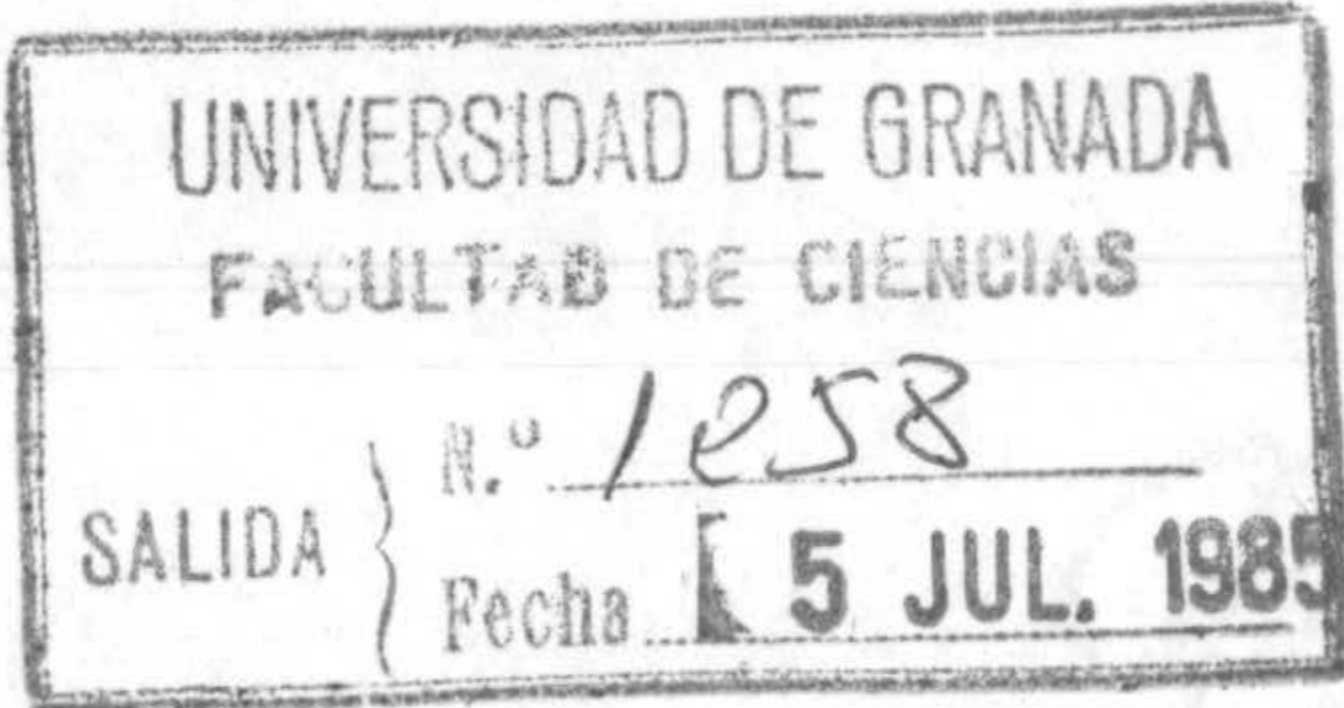
*Química*  
*de*  
*los*  
*metales*

R. 30.294

QUIMISMO DEL PROCESO DE BENTONITIZACION EN LA REGION VOLCANICA DE CABO DE GATA, ALMERIA (ESPAÑA)

T  
13  
36

Memoria presentada para optar al Grado de Doctor en Ciencias, Sección de Químicas, por D<sup>a</sup> Emilia Caballero Mesa.



Granada, 23 de Mayo de 1985

Visado en Granada a 23 de Mayo de 1985

LOS DIRECTORES

Fdo.: Dr. D. E. Reyes Camacho

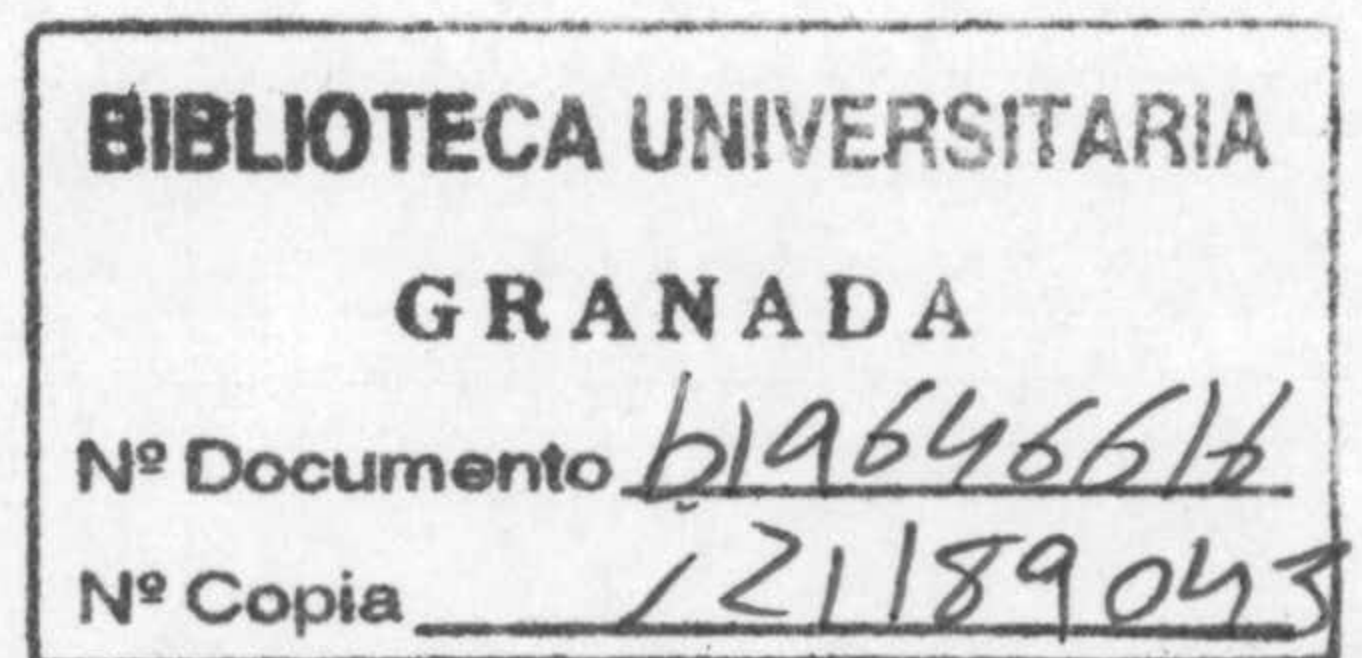
Fdo.: Dr. D. J. Linares González

Vº Bº EL CATEDRATICO PONENTE

Fdo.: Dr. D. M. Rodriguez Gallego

Catedrático de Cristalografía y Mineralogía

Universidad de Granada.



Quiero hacer constar mi agradecimiento a las personas que han hecho posible la realización de esta Memoria:

A los directores: D. Emilio Reyes Camacho, por sus orientaciones, consejos e incansable ayuda en cuantos problemas le planteé; y D. José Linares González, cuya acertada dirección ha sido básica en la realización de esta Tesis.

A D. Manuel Rodríguez Gallego, Catedrático de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Granada, por su colaboración en el trabajo de laboratorio y por su apoyo constante a lo largo del mismo.

A D. Enrique Parahona, por su asesoramiento estadístico de los datos.

A D. Juan Yañez, por la colaboración prestada en la realización de los análisis por Absorción Atómica.

A D. Juan Rodríguez Robledo, por la esmerada realización de los diagramas de R-X, así como por la ayuda prestada en la recogida de muestras.

A D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Teresa Martín-Vivaldi, por su desinteresada colaboración tanto en la labor mecanográfica como en el trabajo de laboratorio.

Asimismo quiero mostrar mi agradecimiento a la Estación Experimental del Zaidín, en especial a la U.E.I. de Físico Química y Geoquímica Mineral, donde se ha realizado la totalidad del trabajo.



Quiero hacer constar mi agradecimiento a las personas que han hecho posible la realización de esta Memoria:

A los directores: D. Emilio Reyes Camacho, por sus orientaciones, consejos e incansable ayuda en cuantos problemas le planteé; y D. José Linares González, cuya acertada dirección ha sido básica en la realización de esta Tesis.

A D. Manuel Rodriguez Gallego, Catedrático de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Granada, ponente de esta Memoria.

A D. Francisco Huertas García, por sus valiosos consejos en el trabajo de laboratorio y por su apoyo constante a lo largo del mismo.

A D. Enrique Barahona, por su asesoramiento en el tratamiento estadístico de los datos.

A D. Juan Yañez, por la colaboración prestada en la realización de los análisis por Absorción Atómica.

A D. Juan Rodriguez Robledo, por la esmerada realización de los diagramas de R-X, así como por la ayuda prestada en la recogida de muestras.

A D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Teresa Martin-Vivaldi, por su desinteresada colaboración tanto en la labor mecanográfica como en el trabajo de laboratorio.

Asimismo quiero mostrar mi agradecimiento a la Estación Experimental del Zaidín, en especial a la U.E.I. de Fisico Química y Geoquímica Mineral, donde se ha realizado la totalidad del trabajo.

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or page number, which is mostly illegible due to fading.

INDICE

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or page number, which is mostly illegible due to fading.

Abreviatura y Símbolos .....	1
OBJETO DEL TRABAJO .....	7
PRIMERA PARTE (ESTUDIO DE LAS MUESTRAS NATURALES) ...	11
1.- INTRODUCCION .....	13
1.1.- Encuadre geológico de la región de Cabo de Gata .....	15
1.2.- Las bentonitas de Cabo de Gata .....	19
2.- MATERIAL Y METODOS EXPERIMENTALES .....	23
2.1.- Materiales estudiados .....	25
Rambla Vieja .....	28
Mata Lobera .....	28
Rambla Méndez .....	28
Rambla de San Pedro .....	28
Rodalquilar .....	28
Los Albacetes .....	28
La Isleta del Moro .....	29
Cerro Amatista .....	29
Cortijo de la Loma .....	29
Morrón de Mateo .....	29
Los Escullos .....	32
La Capitana .....	33
Boca de los Frailes .....	33



3.1.2.- Composición Química de Fracción Fina (Esmectitas) .....	61
3.2.- Otras Determinaciones .....	71
3.2.1.- Determinación de Geles .....	71
3.2.2.- Capacidad de Cambio de Cationes ...	76
3.3.- Composición Mineralógica de bentonitas y esmetitas .....	79
3.3.1.- Composición Mineralógica de las bentonitas .....	79
3.3.2.- Composición Mineralógica de la Fracción Fina .....	89
3.4.- Fórmulas Estructurales de las esmetitas ..	99
4.- CONCLUSIONES .....	111
SEGUNDA PARTE (ALTERACION EXPERIMENTAL) .....	115
1.- INTRODUCCION .....	117
2.- MATERIAL Y METODOS EXPERIMENTALES .....	125
2.1.- Rocas Estudiadas .....	127
2.2.- Metodología .....	129

CONCLUSIONES GENERALES ..... 281

BIBLIOGRAFIA ..... 289

APENDICE-1 (DATOS NUMERICOS PROCEDENTES DE ESTUDIOS  
ANTERIORES Y EMPLEADOS EN ESTA MEMORIA) . 309

FE DE ERRATAS 339

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

A.A.	: Rambla de Agua Amarga.
Al <sup>IV</sup>	: Aluminio tetraédrico.
Al <sup>VI</sup>	: Aluminio octaédrico.
Anf.	: Anfíbol.
A.O.	: Agregado Orientado.
A.O. + E.G.	: Agregado Orientado solvatado con etilenglicol.
a <sub>o</sub>	: Ordenada en el origen de la regresión lineal.
A.Q.	: Análisis Químico.
B	: Coeficientes de regresión múltiple no estandarizados.
BETA	: Coeficientes de regresión múltiple estandarizados.
BF	: Boca de los Frailes.
b	: Pendiente de la recta de regresión lineal.
C	: Caliguera.
CA	: Collado del Aire.
CAE	: Cationes y Aniones Extraíbles.
Cal.	: Calcita.
CA <sub>m</sub>	: Cerro Amatista.
CC	: Cerro Colorado.
CCC	: Capacidad de Cambio de Cationes.
CE	: Cerro Estrada.
CG	: Cortijo del Gitano.

CL : Cortijo de la Loma.

CM : Cerro del Marchal.

CR<sup>2</sup> : Variación explicada para cada variable.

CT : Cerro Toscana.

DISG. : Disgregación.

D.R.X. : Difracción de Rayos X.

E : Escullos.

EC : El Corralete.

EH : Las Hortichuelas.

Fe<sup>VI</sup> : Hierro octaédrico.

Filip. : Filipisita.

Filos. : Filosilicatos.

F.K. : Feldespato potásico.

G-1 : Conjunto de afloramientos: E, MM-1, C, IM, RSP, ML, LC, CE, R, LA, VR, MA, MB, J, CA.

G-2 : Conjunto de afloramientos: T, LB, LM, CC.

G-3 : Conjunto de afloramientos: MM-2, CG, LH, LI, CL, RM, AA, PCM, EH.

G-4 : Conjunto de afloramientos: EC, VB, MM-3, BF, LPN, LT, PC, PM.

G-5 : Afloramiento RC.

G-6 : Conjunto de afloramientos: V, PU.

Horn. : Hornblenda.

I	: Ilita.
IM	: Isleta del Moro.
I/Mo	: Interestratificado ilita-montmorillonita.
J	: Jayón.
Jaros.	: Jarosita.
LA	: Los Albacetes.
LB	: La Barranquilla.
LC	: La Capitana.
LH	: Las Hermanicas.
LI	: La Isleta.
LM	: La Marranera.
LP	: Loma Pelada.
LPN	: Loma Pelada Norte.
LT	: Los Trancos.
M	: Mica.
MA	: La Valentina-A.
MB	: La Valentina-B.
Mg <sup>VI</sup>	: Magnesio octaédrico.
ML	: Mata Lobera.
MM	: Morrón de Mateo.
Mord.	: Mordenita.
n	: Número de datos.
n.s.	: No significativa.

PC	: Pecho de los Cristos.
PCM	: Plomo Cala Montoya.
Pirox.	: Piroxenos.
Plg.	: Plagioclasa.
PM	: Palma de Muerto.
PU	: Pozo Usero.
Q	: Cuarzo.
r	: Coeficiente de correlación.
R	: Rodalquilar.
RC	: Rincón de las Caleras.
REF.	: Referencia de las variables.
RM	: Rambla Méndez.
RSP	: Rambla de San Pedro.
Si <sup>IV</sup>	: Silicio tetraédrico.
Sign.	: Significación estadística.
Sm	: Esmectita.
STR	: Factor de estructura (correlación entre Y estimada y las variables predictoras).
T	: Toril.
T(Å)	: Tamaño.
TB	: Ensayo de T de student para comprobar si los coeficientes B difieren significativamente de cero.
Try	: Tridimita.
V	: Majada de las Vacas.

VB : Vela Blanca.

V/P : Indice de cristalinidad de Biscaye.

VR : Rambla Vieja.

X<sup>+</sup> : Carga Total.

Z : Zeolita.

Zona Sur : Conjunto de afloramientos estudiados en la primera parte de esta Memoria, correspondientes a la zona Sur de Sierra de Gata y a parte de la zona Norte (ML, VR, RM, RSP) con características similares a los de la zona Sur.



Handwritten text, possibly a name or address, located at the top left of the page.

Handwritten text, possibly a date or reference number, located in the upper middle section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

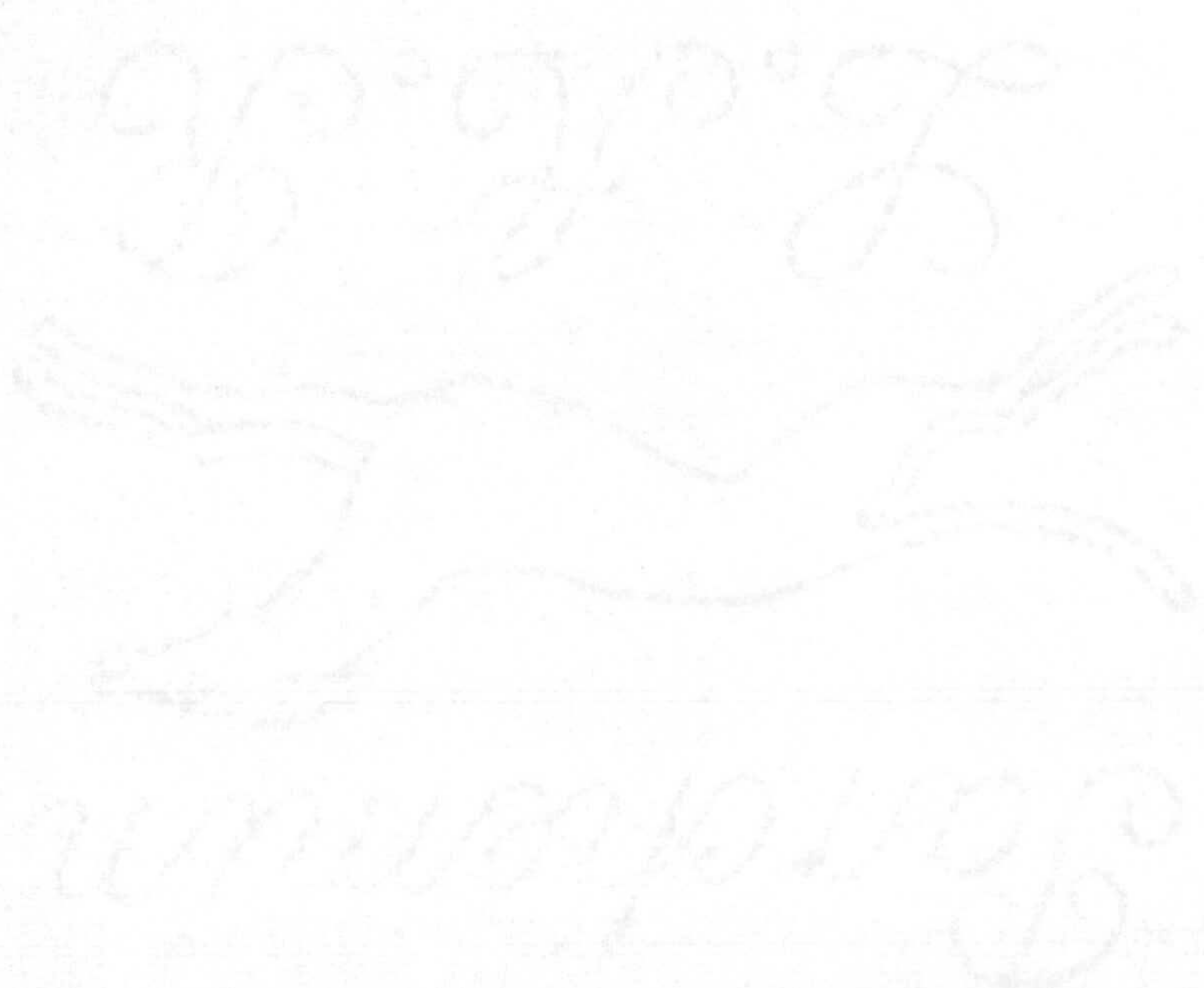
Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.

Handwritten text, possibly a name or title, located in the middle left section.







OBJETO DEL TRABAJO

ORRLEIO IRRP JHVPYIO

## OBJETO DEL TRABAJO.

Las alteraciones de rocas volcánicas a bentonita en la región de Cabo de Gata, vienen siendo objeto de estudio por investigadores de la Estación Experimental del Zaidín desde hace muchos años. A lo largo del tiempo se han ido estableciendo las características químicas y mineralógicas de los productos de alteración de zonas geográficas concretas. Con motivo del programa de investigación de la CAYCIT (1982-84): "Estudio integral de silicatos españoles de interés industrial y económico", se decidió completar el estudio de toda la zona de Cabo de Gata. Para ello, se muestrearon zonas inéditas, con alteraciones hidrotermales, aunque no correspondiesen a yacimientos potentes de bentonita.

En la presente Memoria se estudiarán en primer lugar, los productos de alteración del nuevo muestreo realizado, determinándose sus características químicas y mineralógicas. Los resultados obtenidos se compararán con el resto de datos de toda la región de Cabo de Gata, para establecer los límites de variabilidad composicional tanto de las bentonitas, como de sus esmectitas correspondientes.

A lo largo de todos los estudios químicos y mineralógicos de estas bentonitas, se ha podido comprobar la dificultad de encontrar muestras con grado de alteración bajos. Estas muestras concretas son de un gran interés para poder seguir el proceso de alteración desde su comienzo hasta el final, a través de pasos intermedios. En vista de esta dificultad, se ha intentado alterar, artificialmente en el laboratorio, diversas rocas, con objeto de obtener información de los estados de alteración. Este estudio se discutirá en la segunda parte de esta Memoria.

La parte final de esta Memoria, va a consistir en reunir toda la información sobre bentonitas y esmectitas de la región de Cabo de Gata, y elaborar una síntesis globalizada de todos los resultados existentes. La intención fundamental de este estudio, es conocer algunas respuestas que hasta el momento no se han podido obtener, con un cierto grado de precisión. La ocasión es muy favorable, ya que se tienen datos muy variados de materiales originales y productos finales y, al parecer, con soluciones hidrotermales ligeramente diferentes. Un estudio de síntesis puede ser útil, no solo para el conocimiento de la región en cuestión sino también, y dada su amplia gama de materiales, puede ser de un interés mucho mas universal. En concreto, se van a intentar conocer las relaciones entre la composición de las esmectitas y su roca madre original, estudiar la composición química de estas esmectitas a lo largo del proceso de alteración (ya que existen indicios para pensar que puede ser diferente el producto final del inicial), conocer la evolución de las soluciones hidrotermales, de origen meteórico, a través de su ciclo geotérmico, y establecer las relaciones entre composición y temperatura de formación de las esmectitas.

Todos estos interrogantes serán tratados en esta Memoria y se intentará dar una respuesta en forma cuantitativa.

PRIMERA PARTE

ESTUDIO DE LAS MUESTRAS NATURALES

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

BERNARD DUBOIS

1.- INTRODUCCION





### 1.1.- ENCUADRE GEOLOGICO DE LA REGION DE CABO DE GATA.

La región volcánica del SE de España se extiende a lo largo de una banda que, exceptuando algunos afloramientos aislados, abarca desde el Cabo de Gata al Mar Menor (Fig. 1.1). Se encuentra situada en la parte oriental de las Cordilleras Béticas y más concretamente dentro del dominio Bético s.s.

En esta región aparecen rocas volcánicas calco-alcalinas, calco-alcalinas potásicas, shoshoníticas, ultrapotásicas (lamprofíticas) y basaltos alcalinos.

El presente estudio se restringe a la región del Cabo de Gata, en la que se pueden distinguir dos formaciones eruptivas: Sierra de Gata y Serrata de Níjar. La primera es más importante en cuanto a extensión, ya que se prolonga a lo largo de la costa desde el Cabo de Gata a la Mesa de Roldán. La Serrata de Níjar está formada por una sucesión de pequeñas colinas situadas paralelamente a la anterior, con una extensión aproximada de 12 Km.

Respecto a las características generales del volcanismo en esta zona se puede decir que pertenece a un volcanismo calco-alcalino s.s. constituido por andesitas basálticas, andesitas y riolitas. De acuerdo con Coello y Castañón (1965), Fuster et al. (1965), Páez y Sánchez Soria (1965), León (1967) y Sánchez Cela (1968), este volcanismo se ha desarrollado a lo largo de cuatro ciclos fundamentales: preburdigaliense, burdigaliense-prehelveciense, helveciense y tortoniense, cada uno de los cuales comenzó con fases explosivas que dieron lugar a la formación de ignimbritas, tobas y aglomerados, y finalizó, de forma menos violenta, con la extrusión de coladas lávicas y formación de intrusiones subvol-

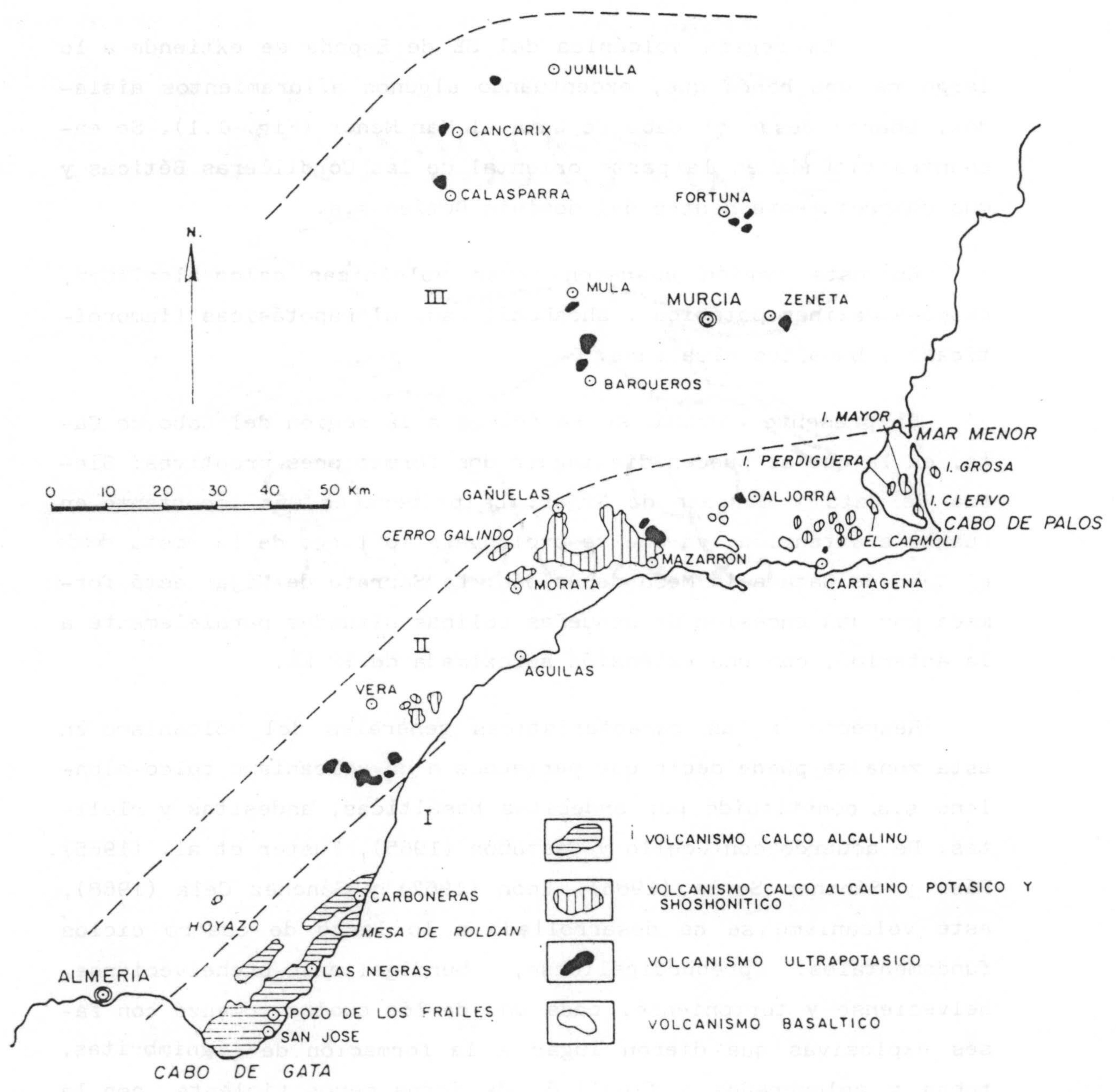


Fig. 1.1

cánicas, que en algunos casos tienen el carácter de domos. En general, los materiales originados en los primeros ciclos son de composición basáltico-andesítica y andesítica, mientras que los generados en el último son de composición dacíticas y riódacítica.

El estudio de la microfauna contenida en niveles sedimentarios, intercalados en las formaciones volcánicas, indica que el volcanismo calco-alcalino comenzó a finales del Oligoceno y terminó en el Tortoniense (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980). La edad de estos materiales parece decrecer hacia el norte del sector.

Las dataciones de edad absoluta (K-Ar), realizadas por Bellón y Brousse (1977) y Bellon y Letouzey (1977), asignan a este volcanismo edades comprendidas entre los 17 y 8 m.a. y no confirman la progresiva juventud del mismo hacia el norte puesto que se han datado rocas de 16 m.a. en Carboneras y de 8 m.a. en el Cabo de Gata.

A partir de los años 70, numerosos autores (Decourt, 1970; Smith, 1971; Dewey et al. 1973; Araña y Vegas, 1974; Torres Roldán, 1978; Diaz et al. 1979, etc.), han elaborado un cuerpo de doctrina sobre las relaciones existentes entre el tipo de magmatismo y el ambiente tectónico en el que se desarrolla. Si esto es aplicable a la región mediterránea, la naturaleza, polaridad magmática simétrica y edad de los volcanismos del SE de España y Norte de Africa, indican que a ambos lados del Mar de Alborán existieron a lo largo del Mioceno sendas zonas de subducción. Según esta hipótesis, el Mar de Alborán debe interpretarse como una cuenca marginal activa, que debió comenzar a abrirse en el Oligoceno (Le Pichon et al. 1972) al menos hace 25 m.a., puesto que esta es la edad de las rocas toleíticas más antiguas de la isla de Alborán

(Bellon y Brousse, 1977). La apertura de la cuenca de Alborán debió de continuar sin modificaciones importantes hasta el principio del Mioceno, en que comenzó a ambos lados de la misma el proceso de subducción. Esta fase compresiva debió durar hasta el Tortoniense (Bousquet, 1977) en que comienza una nueva fase distensiva que ha continuado hasta el principio del Cuaternario. Al comienzo de esta fase distensiva tuvo lugar la extrusión de gran parte de los magmas calco-alcalinos, shoshoníticos y ultrapotásicos originados durante la fase compresiva de principios del Mioceno y, en sus postrimerias, la de los basaltos alcalinos relacionados genéticamente con dicha fase distensiva.

En las zonas que presentan una fracturación intensa, las rocas volcánicas han sufrido una serie de procesos de transformación, que hace difícil, si no imposible, reconocer la naturaleza de la roca original, puesto que las paragénesis primarias han sido sustituidas parcial o totalmente por otras de más baja temperatura. Estos procesos de transformación han sido consecuencia de la circulación de dos tipos de fluidos hidrotermales, que han afectado más intensamente a materiales piroclásticos (ignimbritas, tobas, etc.) que a los masivos. Las soluciones hidrotermales claramente ácidas afectan, fundamentalmente, a materiales ignimbríticos, originando como productos de alteración: alunita, jarosita y caolinita (Lodder, 1966, Martin Vivaldi et al. 1971, Puy et al. 1974), mientras que las soluciones neutras o ligeramente ácidas, mucho más generalizadas que las anteriores, afectan a tobas y aglomerados provocando su bentonitización (Reyes, 1977).

## 1.2.- LAS BENTONITAS DE CABO DE GATA.

Una bentonita verde grisacea, encontrada en la Serrata de Níjar en el año 1949, dió lugar al primer estudio sobre bentonitas en la región volcánica de Cabo de Gata realizado por Gonzalez García y Martin Vivaldi (1949). A partir de este momento se suceden una serie de publicaciones (Aleixandre, 1949, Gonzalez García y Beutelspacher, 1956, Martin Vivaldi et al. 1956, Mackenzie, 1957, Linares, 1963, etc.), en las que se describen las características mineralógicas y técnicas de estos materiales, (para una revisión más completa ver Reyes, 1977). Según estos autores, estas bentonitas se habrían formado por la alteración hidrotermal de rocas volcánicas ácidas, dacitas y riolitas. El proceso involucraría la movilización de sílice, hierro, alcalinos y alcalinotérreos y el aporte de aluminio. En zonas concretas se observó, además, una adición relativamente importante de magnesio, cuya fuente era desconocida.

A partir de 1970, se inicia un estudio sistemático sobre la génesis y geoquímica de las bentonitas así como de sus materiales originales (Linares et al. 1972, Reyes et al. 1974, Augustin, 1974, Terrer, 1974, Reyes, 1977, Caballero et al. 1983). Estos autores encuentran que los materiales neoformados, durante el proceso de alteración hidrotermal, presentan características diversas en las distintas zonas, lo cual no puede achacarse tan solo a la naturaleza de las rocas originales, sino también al quimismo y origen de las soluciones hidrotermales, y a las temperaturas en que se produjeron las alteraciones.

Las bentonitas estudiadas están formadas esencialmente por esmectitas procedentes, en su mayor parte, de la alteración de las

plagioclasas de las rocas originales, que serían del tipo riodacita, dacita y andesita. La gran variabilidad encontrada en la composición química de las bentonitas, se debería al carácter piroclástico de los materiales originales. De cualquier forma, la sílice y el hierro parecen estar relacionados con la composición de la roca original, mientras que el sodio y magnesio se relacionarían con la naturaleza de la solución hidrotermal, que debió tener una composición clorurada-sulfatada-sódica y ser ligeramente ácida o neutra y debió enriquecerse en magnesio por su interacción con los materiales del zócalo, rico en dolomias y arcillas ilítico-cloríticas.

Durante los procesos de alteración, y de forma muy generalizada, se produciría una movilización de sílice, calcio, sodio y potasio. El magnesio y el hidrógeno se aportan, mientras que el hierro y el aluminio se movilizan, aportan o permanecen constantes, según el ambiente geoquímico que impere en la zona.

El estudio de la composición isotópica del oxígeno e hidrógeno de las esmectitas realizado por Leone et al. (1983), pone de manifiesto que las bentonitas de la Serrata de Níjar debieron formarse a temperaturas no superiores a los 40° C, mientras que las de Sierra de Gata oscilarían alrededor de los 70° C. Estas temperaturas debieron ser suficientes para provocar la hidrólisis de los feldespatos y de vidrios de composición feldespática de los productos piroclásticos, mientras que las rocas masivas no serían afectadas por la alteración.

Como indica Caballero et al. (1983), en la zona Sur de la región de Cabo de Gata se presentan yacimientos con características sedimentarias ausentes en las demás zonas, relacionadas con el de-

pósito de materiales piroclásticos en un mar muy somero, y prácticamente cerrado, donde no habría que excluir el aporte de materiales bentoníticos de las zonas costeras. Las bentonitas de estos yacimientos deben presentar por lo tanto características distintas a las del resto de la zona.

La coloración de estas bentonitas es extraordinariamente variable, ya que en la Serrata de Níjar predominan colores intensos (rojo, verde, amarillo, negro), mientras que en la zona Norte de Sierra de Gata, son fundamentalmente blancas o en caso más restringidos verdes o amarillos pálidos. En la zona Sur, las bentonitas presentan un aspecto terroso con tonalidades pardas, grisáceas, verdoso amarillentas, etc. Esta diversidad de coloración es debida a la concentración relativa de ciertos elementos tales como Cr, Ni, Co, etc., que se acumulan en ellas durante los procesos de alteración (Linares et al. 1972b).

La naturaleza, esencialmente calcomagnésica las hace prácticamente inutilizables, al estado natural, en fundición (salvo en algunos casos aislados en que son más sódicas), por tanto sus aplicaciones fundamentales son: fundición (previamente activadas), peletización, como tierras decolorantes y absorbentes y lodos de sondeo.







2.- MATERIAL Y METODOS EXPERIMENTALES.



## 2.1.- MATERIALES ESTUDIADOS.

En los trabajos citados anteriormente se han estudiado bentonitas procedentes, fundamentalmente, de los grandes yacimientos enclavados tanto en la zona Norte de Sierra de Gata, como en la Serrata de Níjar. Sin embargo, el proceso de bentonitización, aunque relacionado con las principales fracturas que afectan a esta zona, se encuentra muy difundido en toda la región de Cabo de Gata. De hecho, en la zona Sur de Sierra de Gata se encuentran numerosos afloramientos bentoníticos, aunque sin importancia económica, junto con algunos yacimientos que presentan características totalmente diferentes de los estudiados con anterioridad.

En la presente memoria se ha efectuado un amplio muestreo de estos afloramientos, junto con algunos de la zona Norte, con objeto de obtener mayor información genética sobre el proceso de bentonitización; así se han tomado 71 muestras procedentes de 24 áreas muestreadas (fig. 2.1) que se describen a continuación.

### Areas Bentoniticas Muestreadas

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1.- Mata Lobera. (ML).            | 13.- Boca de los Frailes. (BF). |
| 2.- Rambla Vieja. (VR).           | 14.- Cerro Estrada. (CE).       |
| 3.- Rambla Mendez. (RM).          | 15.- Cortijo del Gitano. (CG).  |
| 4.- Rambla de San Pedro. (RSP).   | 16.- Las Hermanicas. (LH).      |
| 5.- Rodalquilar. (R).             | 17.- La Barranquilla. (LB).     |
| 6.- Los Albacetes. (LA).          | 18.- Loma Pelada. (LP).         |
| 7.- La Isleta del Moro. (LI, IM). | 19.- El Toril. (T).             |
| 8.- Cerro de la Amatista. (CAm).  | 20.- La Marranera. (LM).        |
| 9.- Cortijo La Loma. (CL).        | 21.- Caliguera. (C).            |
| 10.- Morrón de Mateo. (MM).       | 22.- Cerro del Marchal. (CM).   |
| 11.- Los Escullos. (E).           | 23.- Vela Blanca. (VB).         |
| 12.- La Capitana. (LC).           | 24.- El Corralete. (EC).        |

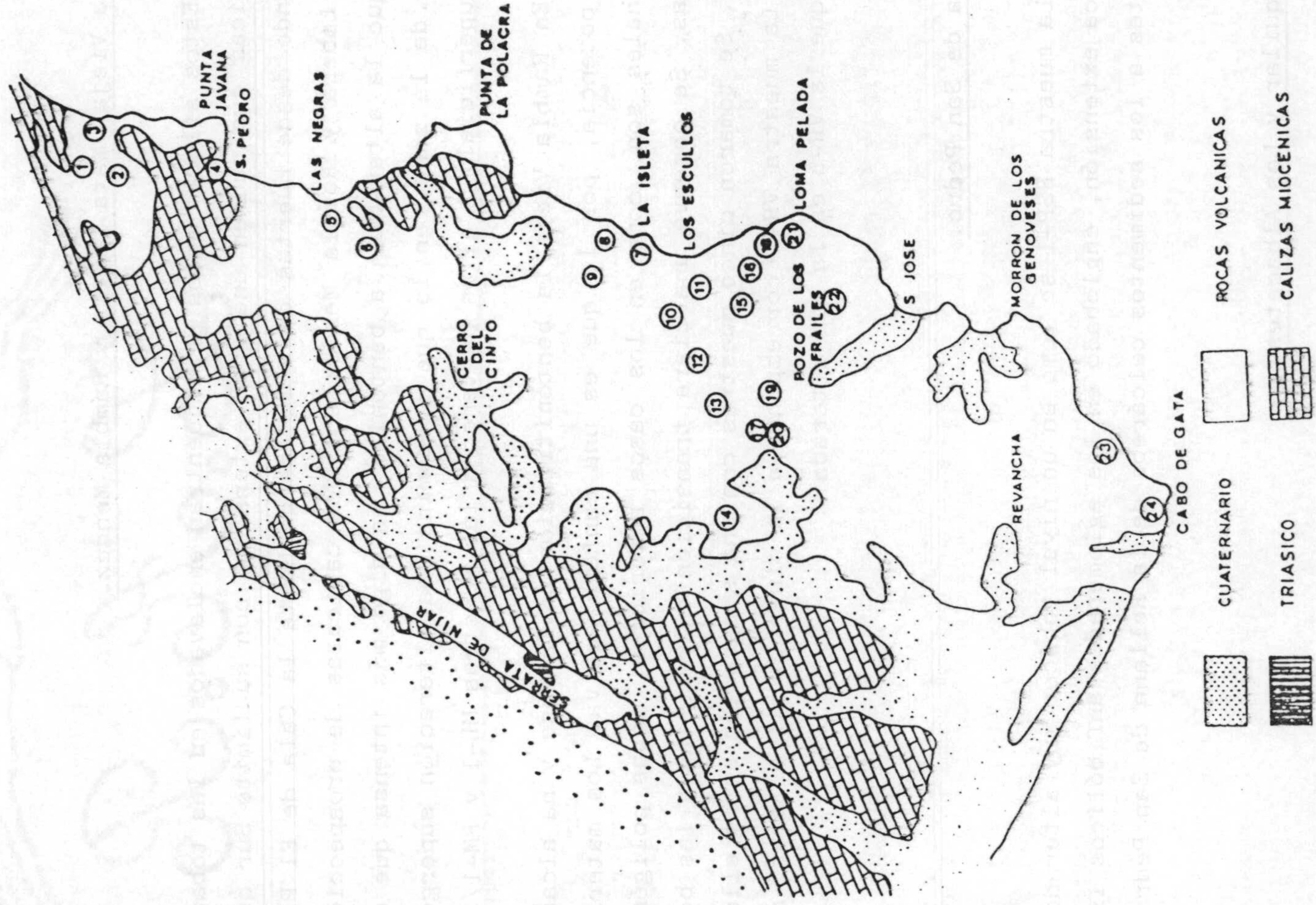


Fig. 2.1

### Rambla Vieja, Mata Lobera y Rambla Mendez.

Estos afloramientos se encuentran enclavados en las tobas poligénicas que cubren una gran extensión, con su límite Sur que se extiende desde Huertas de Agua Amarga hasta la Cala de El Plomo. Mata Lobera y Rambla Mendez son dos calicatas de prospección en las que la alteración a bentonita es algo más intensa que en el resto de la zona, en la que predomina una alteración supergénica muy superficial. A ellas pertenecen las muestras ML-1 y RM-1/3.

En Rambla Vieja la bentonitización es intensa y ha alcanzado gran potencia, por lo que es una cantera activa. Los materiales originales son, como en los casos anteriores, tobas poligénicas blancas. Se observa una clara transición entre estas y las bentonitas. Se tomaron cinco muestras con una separación entre ellas de 5 m. La muestra VR-1 corresponde a la cinerita sin alterar, mientras que la VR-5 es la más alterada.

### Rambla de San Pedro.

La muestra RSP-1 se tomó en un nivel tobáceo muy alterado y de poca extensión, englobado en los aglomerados anfibólicos infra-yacentes a los sedimentos calcáreos de la Rellana de San Pedro.

### Rodalquilar y Los Albacetes.

Los materiales muestreados pertenecen a un afloramiento de aglomerados dacíticos muy rodalquilarizados. Localmente aparecen

zonas más tobáceas algo bentonitizadas. El afloramiento se encuentra al SE del antiguo cementerio de las Negras. Los materiales alterados presentan nódulos de bentonita muy pura, R2/N, englobados en una masa más cinerítica y rica en jarosita, R2/M.

La muestra de los Albacetes corresponde a una calicata practicada en el cerro 80 al E del Cortijo de los Albacetes. Se trata de una toba dacítica intercalada en aglomerados dacíticos muy rodalquilarizados (LA-1).

#### La Isleta del Moro, Cerro de la Amatista y Cortijo de la Loma.

Los dos primeros son pequeños afloramientos de bentonita ocre pálido que aparecen intercalados en brechas y aglomerados andesítico piroxénicos. En la Isleta del Moro, la zona más bentonitizada aparece al SE del Cortijo de la Loma y, posiblemente, esté relacionada con una fractura de dirección N10E, aunque los abundantes derrubios que cubren estos terrenos impiden establecer si existe una relación directa entre ambas. Al SW del Cerro de la Amatista, la alteración de los aglomerados es mucho más difusa aunque parece identificarse bajo sedimentos pliocuaternarios. A estas zonas pertenecen las muestras LI-1, IM-1 y CAm-1 y CAm-2 respectivamente.

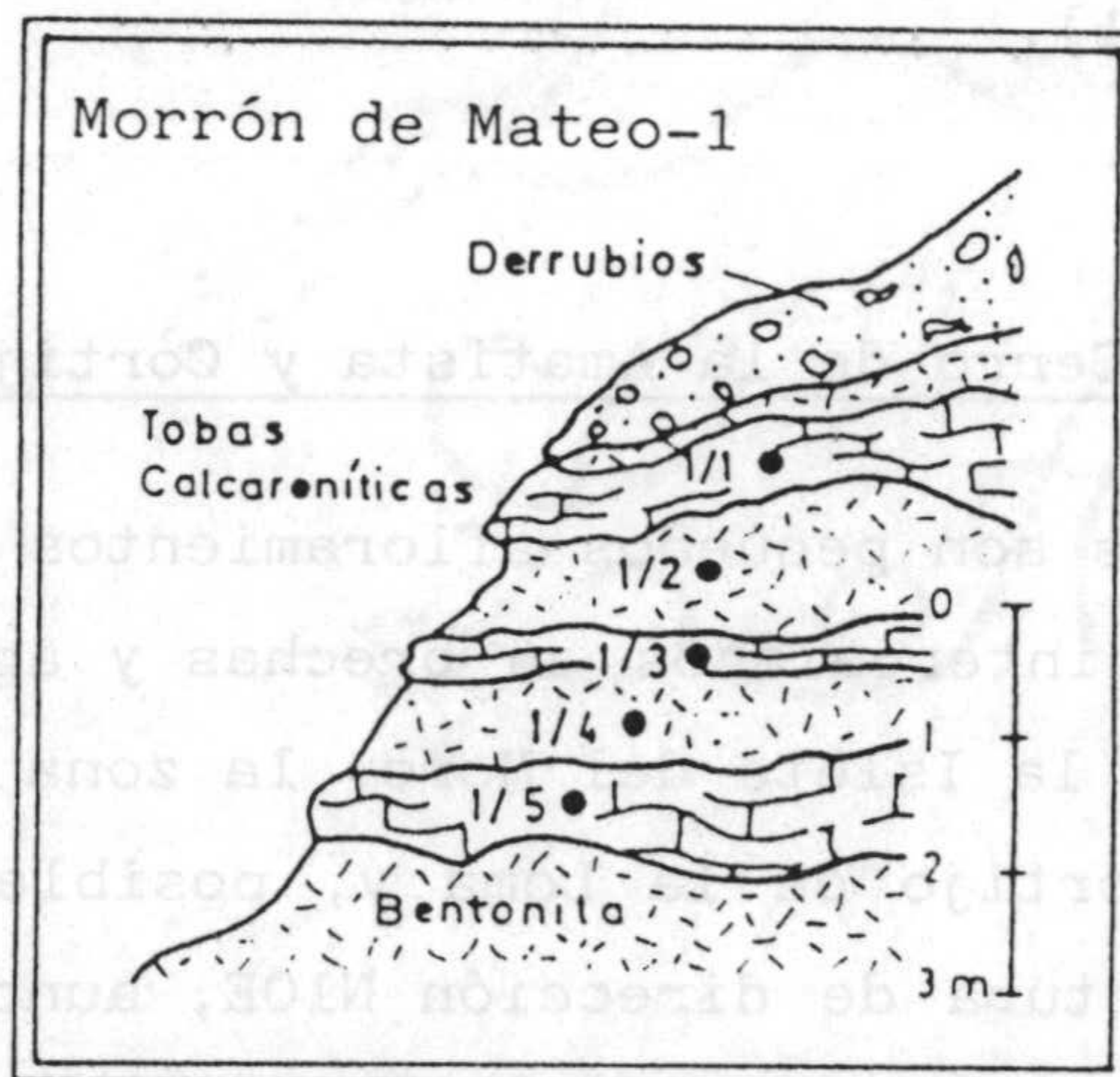
Al NE del Cortijo de la Loma aparecen materiales ignimbríticos alterados parcialmente a bentonita, a los que pertenecen las muestras CL-1 y CL-2.

#### Morrón de Mateo.

Es un yacimiento muy extenso y de morfología muy variada que circunda al cerro de Morrón de Mateo. Se han muestreado tres frentes distintos:

a) Morrón de Mateo-1.-

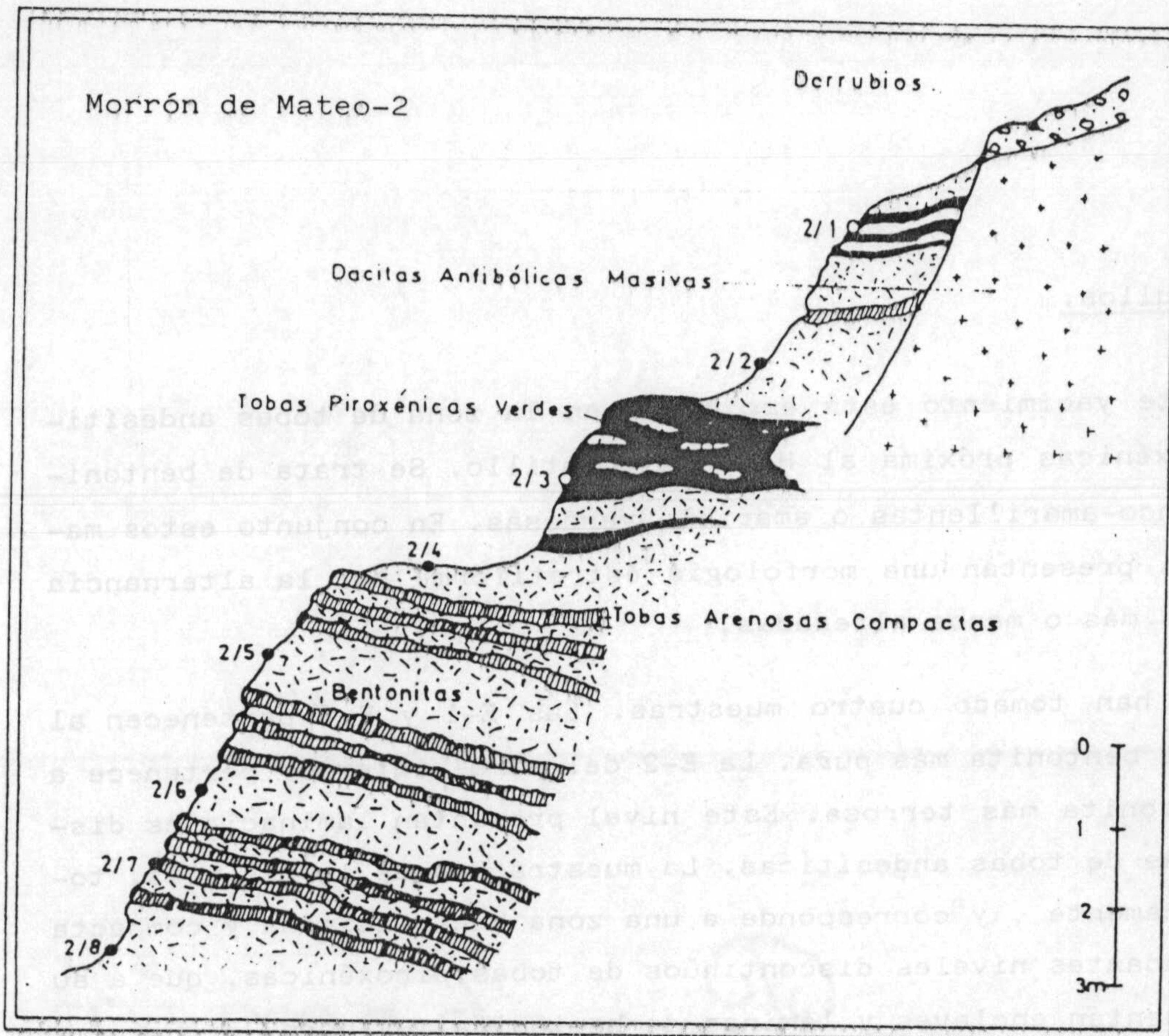
Está formado por niveles alternos de bentonitas y tobas calcareníticas con diferente grado de alteración. Las muestras MM1/1, MM1/3 y MM1/5 pertenecen a estos últimos niveles, mientras que las MM1/2 y MM1/4 son bentonitas blanco amarillentas.



b) Morrón de Mateo-2.-

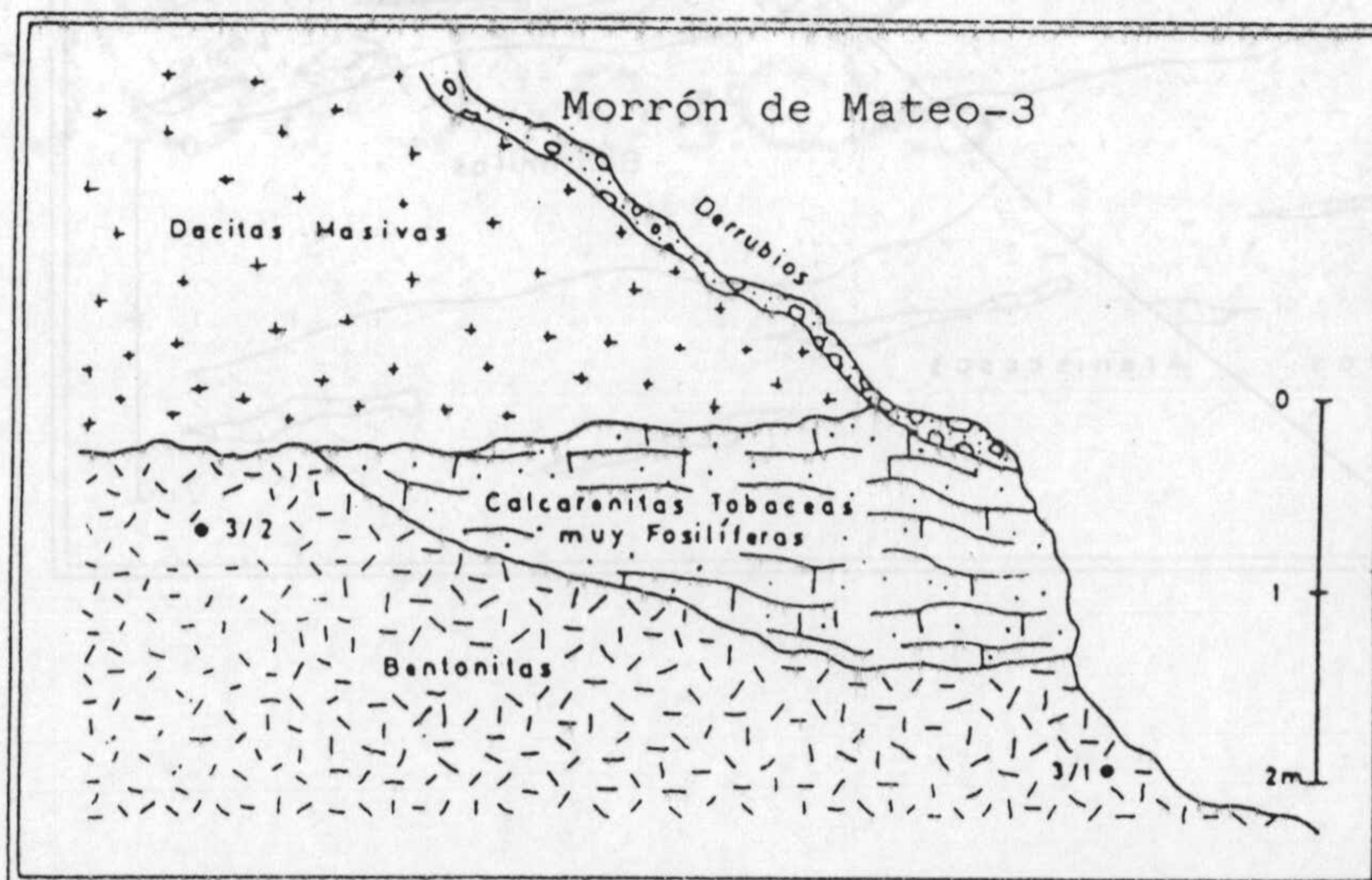
Es el más extenso, presenta aspecto estratiforme debido a la alternancia de niveles bentoníticos con otros de tobas piroxénicas verdes en la parte superior, y tobas más arenosas y compactas en la inferior, una gran fractura de dirección NS pone en contacto estos materiales con las dacitas anfibólicas masivas. La distribución del muestreo aparece en la siguiente figura.





c) Morrón de Mateo-3.-

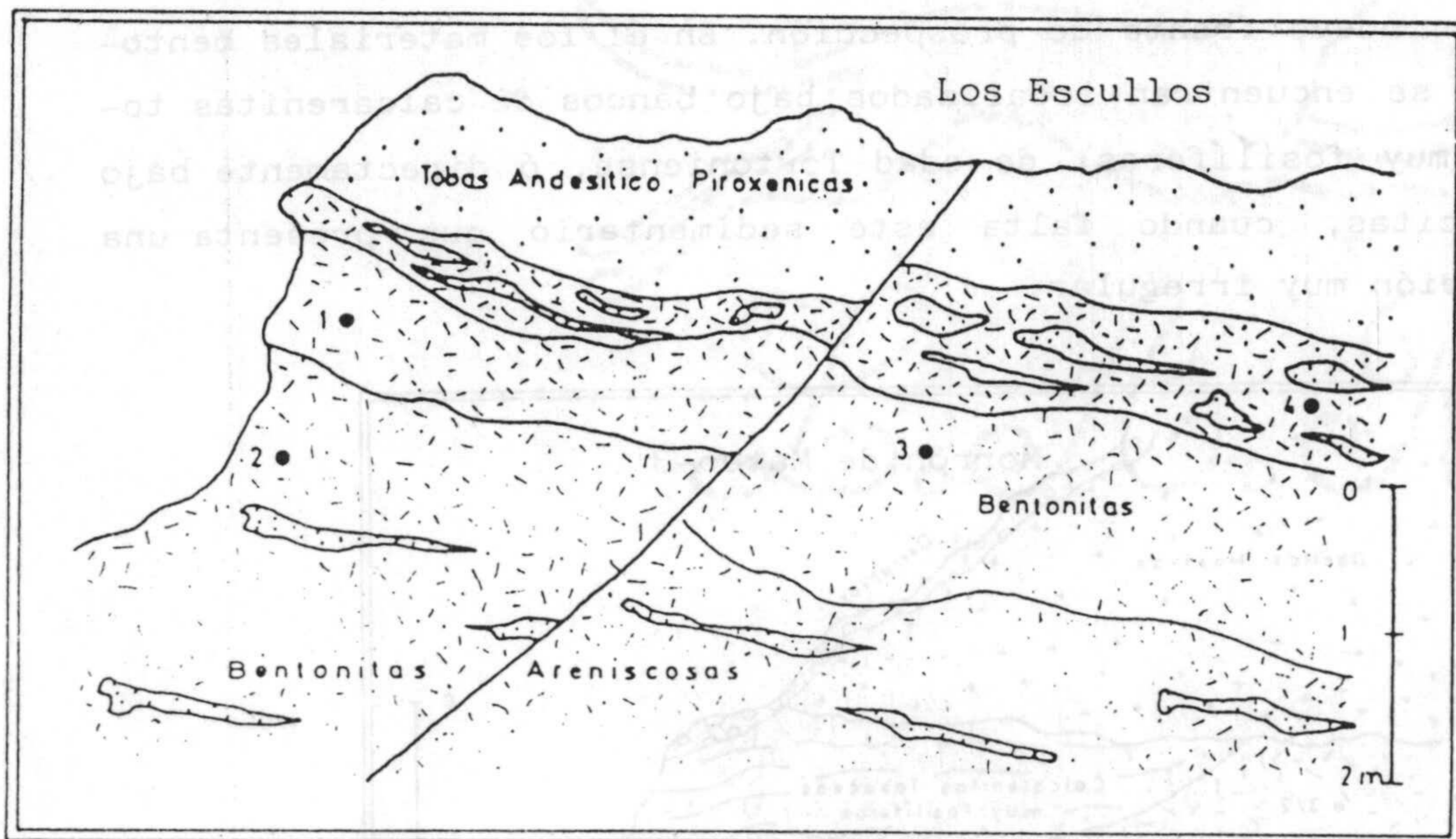
Es un nuevo frente de prospección. En él los materiales bentoníticos se encuentran localizados bajo bancos de calcarenitas tobáceas muy fosilíferas, de edad Tortonense, ó directamente bajo las dacitas, cuando falta este sedimentario que presenta una distribución muy irregular.



### Los Escullos.

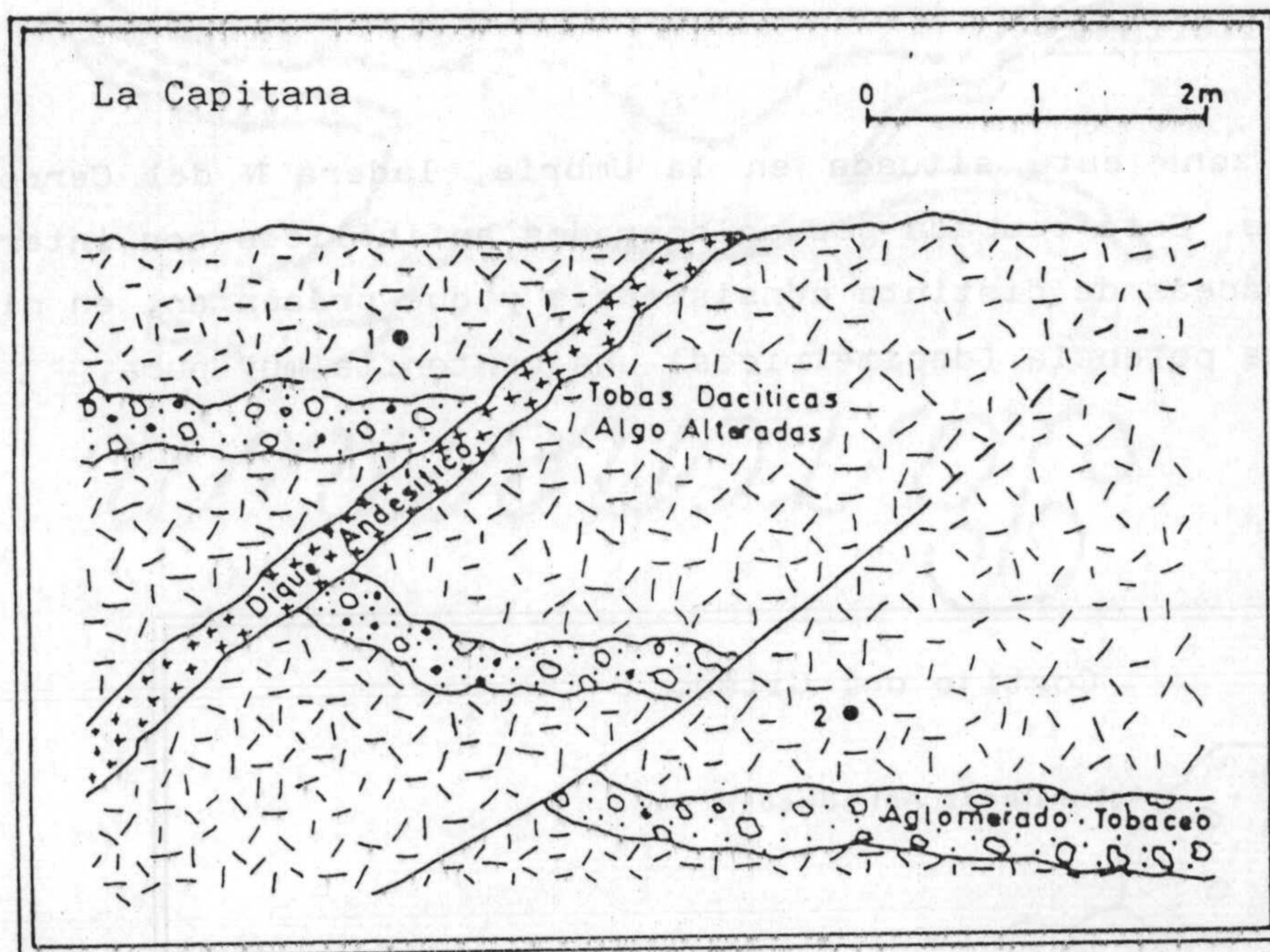
Este yacimiento está enclavado en la zona de tobas andesítico-piroxénicas próxima al Haza del Castillo. Se trata de bentonitas blanco-amarillentas o amarillo-verdosas. En conjunto estos materiales presentan una morfología estratiforme por la alternancia de capas más o menos alteradas.

Se han tomado cuatro muestras. Las E-1 y E-3 pertenecen al nivel de bentonita más pura. La E-2 del nivel inferior pertenece a una bentonita más terrosa. Este nivel presentan laminaciones discontinuas de tobas andesíticas. La muestra E-4 es la más alta, topográficamente, y corresponde a una zona bentonitizada y compacta con abundantes niveles discontinuos de tobas piroxénicas, que a su vez presentan enclaves y láminas de bentonita muy pura.



### La Capitana.

Es un afloramiento de tobas dacíticas situado en la ladera W del cerro 156, en las proximidades del Cortijo de la Capitana. Relacionadas con pequeñas fracturas N20E y con un pequeño dique andesítico, 1 m. de potencia, se encuentran zonas tobáceas algo más bentonitizadas, de color blanco y con pequeños cantos oscuros. En estas zonas se tomaron las muestras LC-1 y LC-2.



### Boca de los Frailes.

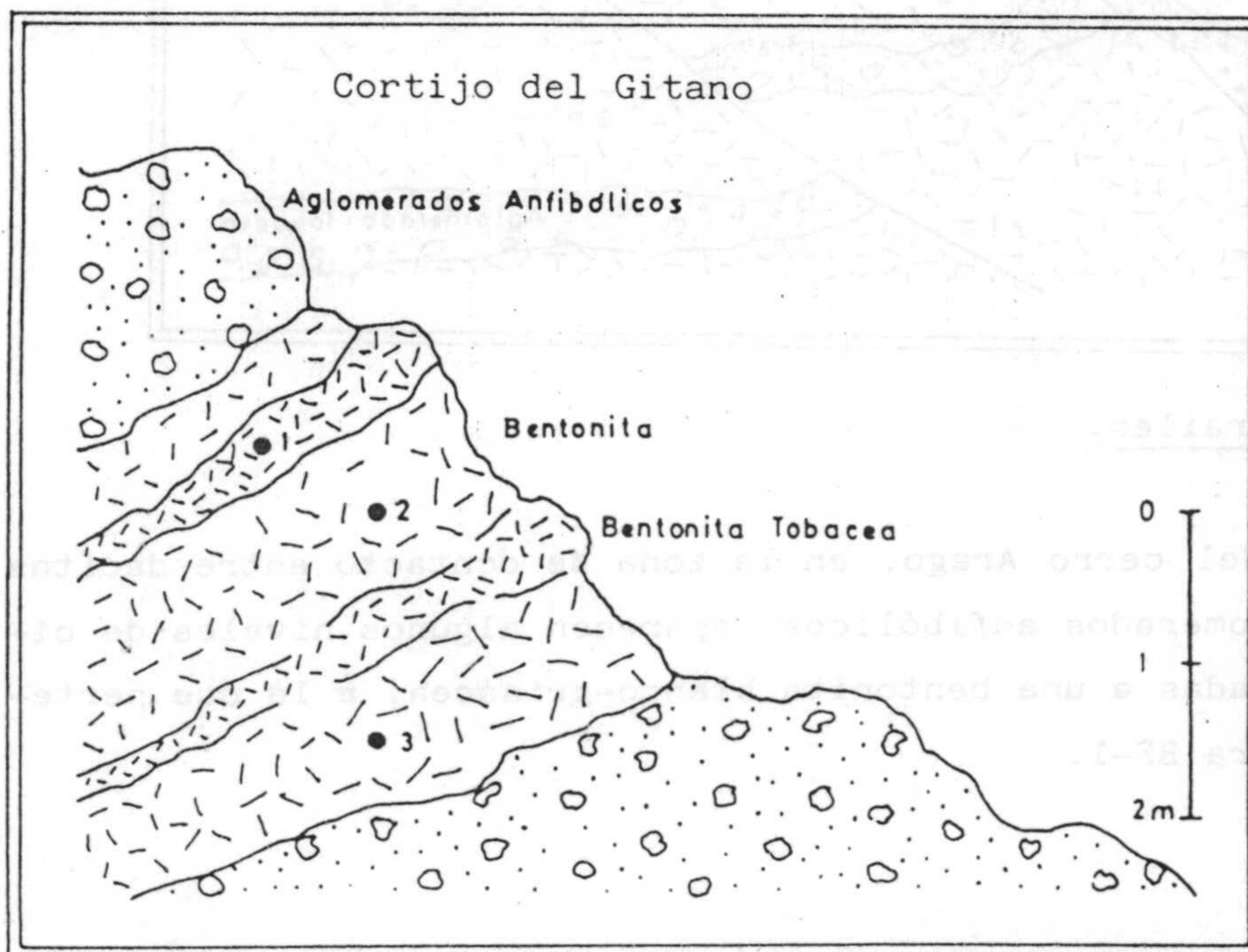
Al sur del cerro Arago, en la zona de contacto entre dacitas masivas y aglomerados anfibólicos, aparecen algunos niveles de cineritas alteradas a una bentonita blanco-grisácea, a la que pertenece la muestra BF-1.

Cerro de Estrada.

Se trata de un pequeño afloramiento de tobas muy alteradas, que se acuñan entre dacitas masivas y aglomerados tobáceos bastante frescos, que se encuentra situado en las laderas S y SE de Cerro Arago y Cerro de la Estrada. A él corresponden las muestras CE-1 y CE-2.

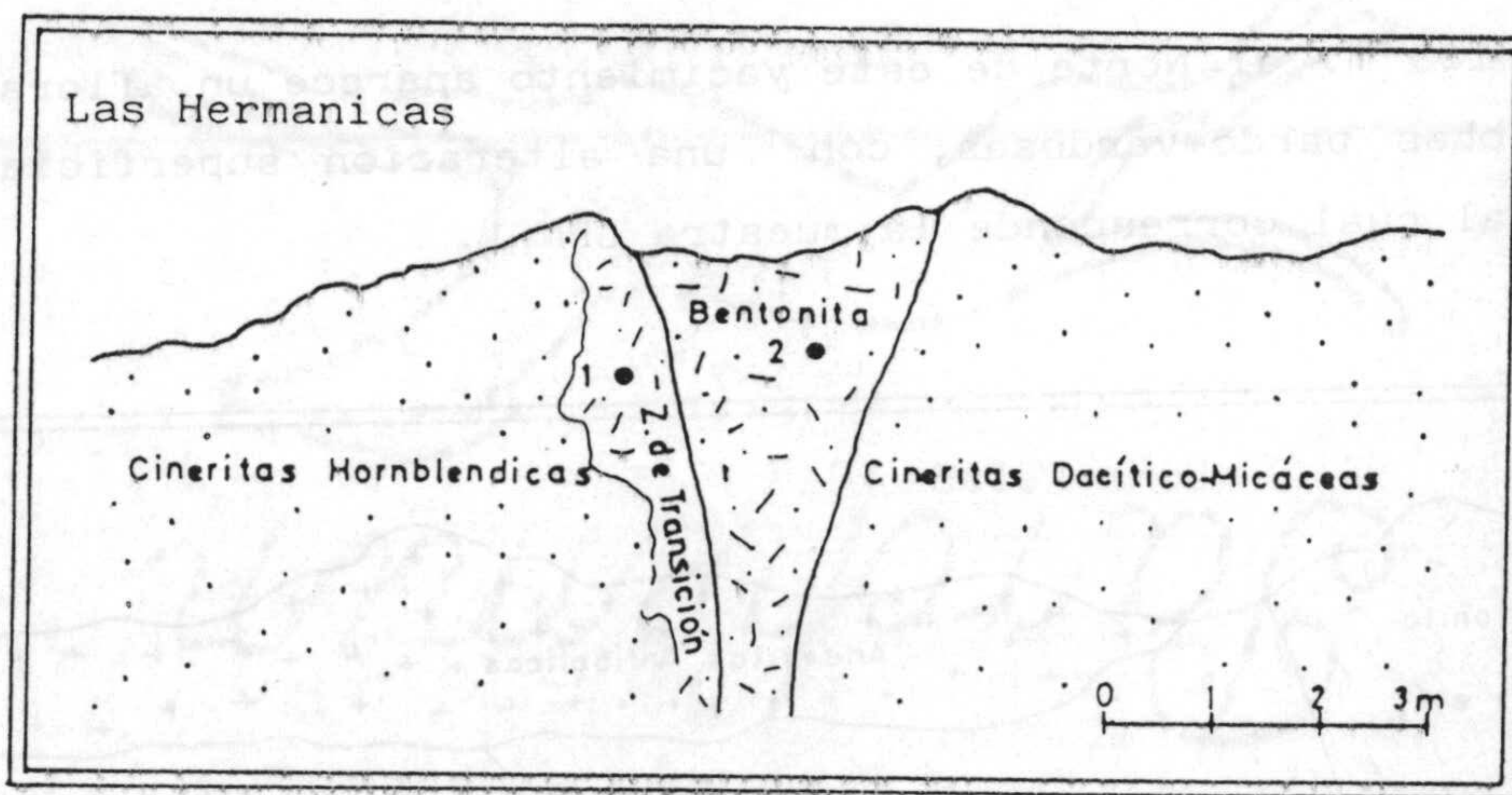
Cortijo del Gitano.

Esta zona está situada en la Umbría, ladera N del Cerro de Los Frailes. Está ocupada por aglomerados anfibólicos con intercalaciones tobáceas de distinta consistencia y que presentan, en niveles de poca potencia (decimétricos) una bentonita muy pura.



### Las Hermanicas.

Es una zona de fractura que separa cineritas hornbléndicas de cineritas dacítico micáceas. Las bentonitas son muy puras (LH-2) y presentan una estrecha zona de transición con las cineritas hornbléndicas (LH-1).



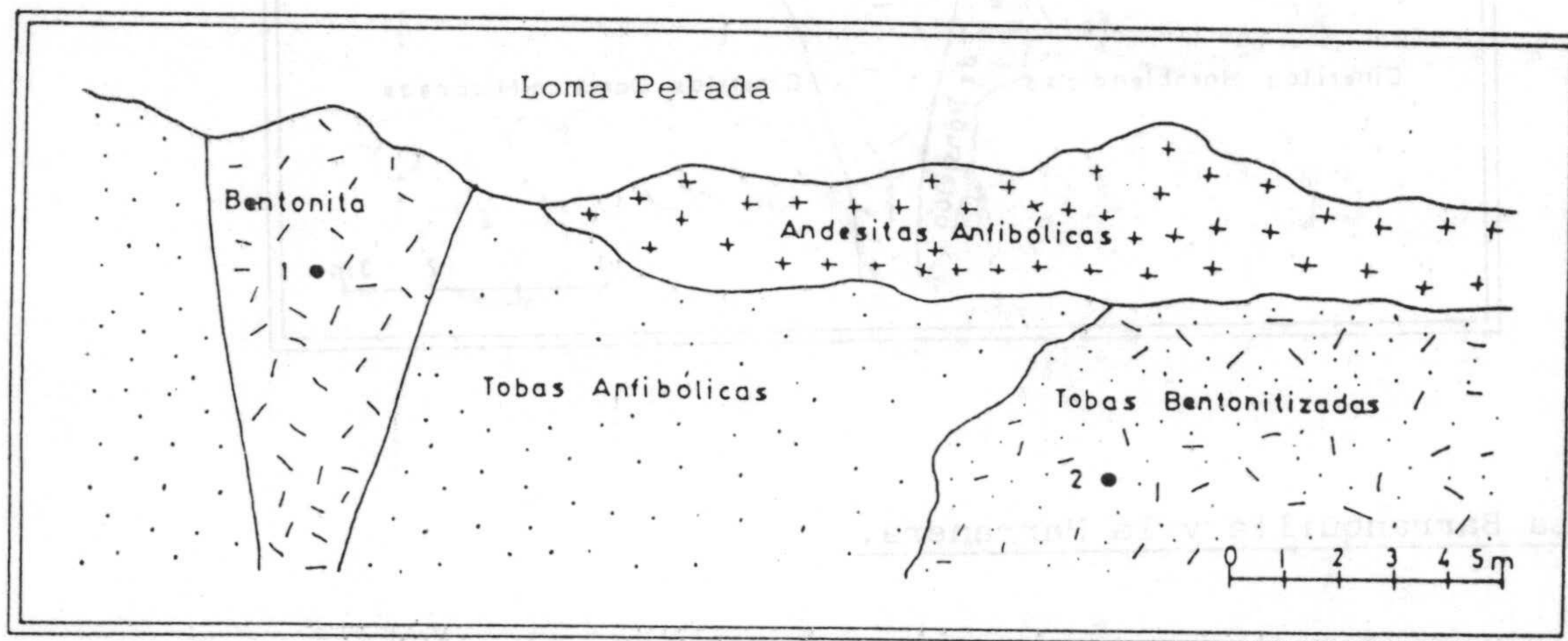
### La Barranquilla y la Marranera.

Se tomaron dos muestras en La Marranera y una en la Barranquilla. Ambas corresponden a niveles cineríticos enclavados en aglomerados dacíticos algo rodalquilarizados, como indica la presencia de jarosita en estos materiales.

### Loma Pelada.

Se trata de un pequeño afloramiento de bentonita, localizado en una zona de fractura enclavada en tobas anfibólicas, LP-1. La muestra LP-2 pertenece a tobas anfibólicas algo más bentonitizadas que las anteriores y situadas directamente debajo de andesitas anfibólicas masivas.

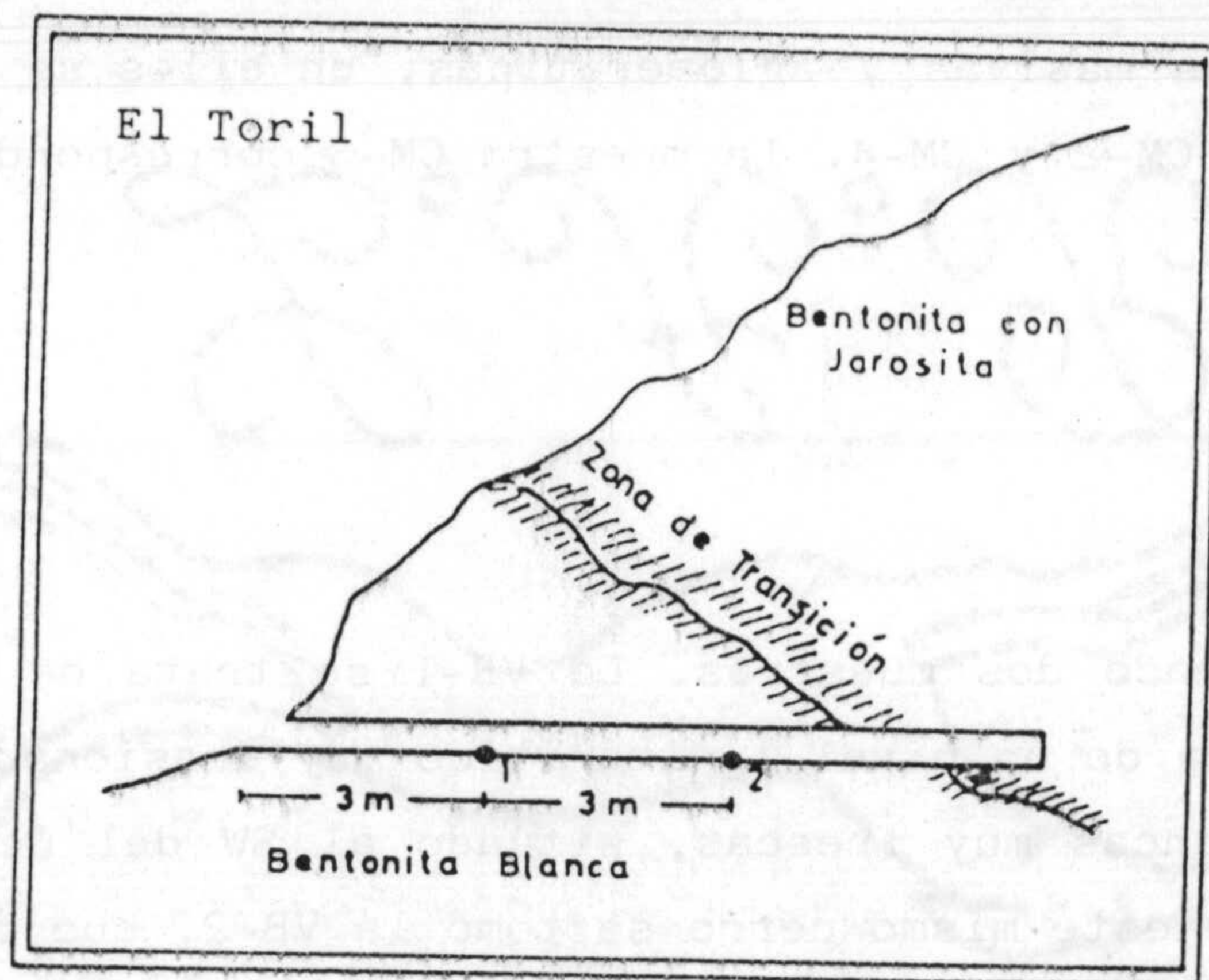
A unos 100 m. al Norte de este yacimiento aparece un afloramiento de tobas pardo-verdosas, con una alteración superficial importante, al cual corresponde la muestra LPN-1.



### El Toril.

Localizado a unos 50 m. al Norte del Cerro del Toril. La zona superior del yacimiento presenta bentonita con jarosita, por lo que tiene una coloración ocre amarillenta intensa. La zona inferior está formada por bentonita blanca o beig claro, muy pura. Se

ha muestreado una galería de prospección, de unos 10 m. de longitud, que se inicia en las bentonitas blancas para terminar en las jarosíticas.



### Caliguera.

Es una pequeña zona de alteración que se encuentra localizada en la rambla que se inicia en la Solana del Cerro de los Frailes y desemboca en las proximidades del cerro 63. Los materiales alterados son aglomerados tobáceos. Dicha alteración presenta estructura bandeada de bentonita verde de buena calidad, alternándose con otra amarilla más arenosa. Se tomaron cuatro muestras pertenecientes a cuatro de estos niveles alternantes.

### Cerro del Marchal.

Se trata de tres afloramientos de bentonitas separados unos 300-400 m. y enclavados en tobas relacionadas con andesitas anfibólicas micáceas masivas y aglomeráticas, en ellos se tomaron las muestras CM-1, CM-2 y CM-4. La muestra CM-3 corresponde a un pozo de prospección

### Vela Blanca.

Se han tomado dos muestras. La VB-1 se trata de una alteración supergénica de un nivel ignimbrítico muy erosionado y situado sobre tobas blancas muy frescas, situado al SW del Cerro de Vela Blanca. Al N de este mismo cerro se tomó la VB-2, que corresponde a bentonitas que aparecen en la zona de contacto entre cineritas y andesitas masivas.

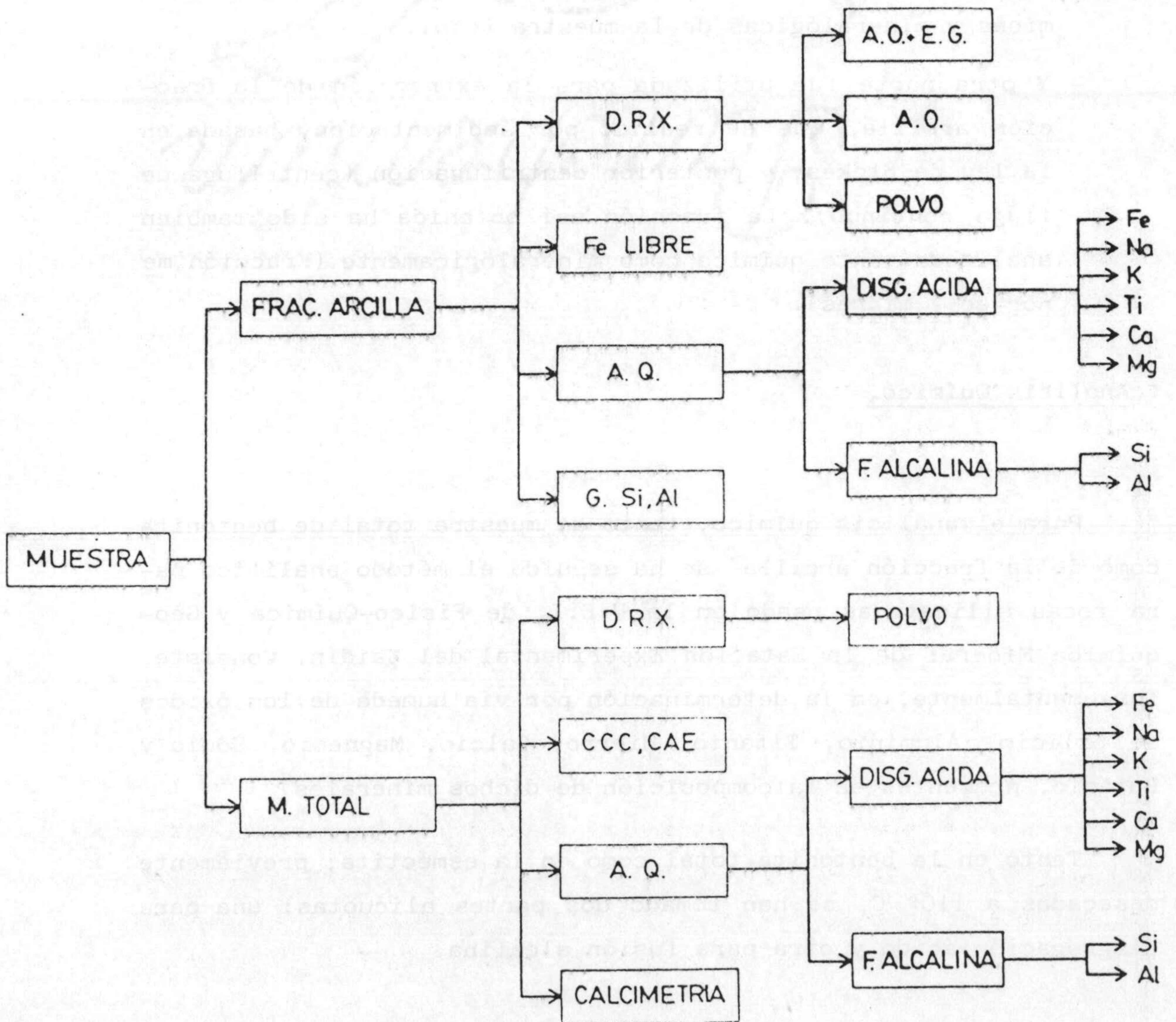
### El Corralete.

Situado frente al fondeadero de Cabo de Gata, al N del faro. Las bentonitas se sitúan bajo cineritas andesíticas blancas, localmente bentonitizadas. A estas últimas pertenecen las muestras EC-1, EC-2 y EC-3, esta última ya próxima a las bentonitas. Las bentonitas infrayacentes muestran una alternancia de niveles blandos (muestra EC-4, de color pardo con nódulos amarillos mucho más ricos que el resto) y niveles duros, con nódulos de bentonita parda y láminas de bentonita verde pálido (muestra EC-5).



2.2- METODOLOGIA.

Los métodos experimentales empleados se esquematizan en los cuadros siguientes, y se describen a continuación.



### Preparación de las muestras.

Las muestras seleccionadas, una vez secas y convenientemente molidas, se sometieron al siguiente proceso:

- Una parte se usó para las determinaciones analíticas, químicas y mineralógicas de la muestra total.
- Y otra parte fué utilizada para la extracción de la fracción arcilla, que se realizó por sedimentación, basada en la ley de Stokes, y posterior centrifugación (centrífuga de flujo continuo). La fracción así obtenida ha sido también analizada tanto química como mineralógicamente. (Fracción menor de 2 micras).

### Análisis Químico.

Para el análisis químico, tanto de muestra total de bentonita como de la fracción arcilla, se ha seguido el método analítico para rocas silicatadas usado en la U.E.I. de Fisico-Química y Geoquímica Mineral de la Estación Experimental del Zaidín. Consiste, fundamentalmente, en la determinación por vía húmeda de los óxidos de Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio, presentes en la composición de dichos minerales.

Tanto en la bentonita total como en la esmectita, previamente desecadas a 110° C, se han tomado dos partes alicuotas: una para disgregación ácida y otra para fusión alcalina.

La disgregación ácida, con solución de  $\text{HF}$ ,  $\text{SO}_4\text{H}_2$  y  $\text{NO}_3\text{H}$ , da lugar a la solubilización de todos los óxidos, excepto el  $\text{SiO}_2$  que se volatiliza como  $\text{F}_4\text{Si}$ . De esta forma se determina:

- Calcio y Magnesio por valoración complexométrica con EDTA. En esta complexometría las sales de Aluminio, Hierro y Titanio se enmascaran con ácido tartárico y trietanolamina. El punto final de la valoración se detecta usando calceína como indicador, en el caso de la valoración de Calcio, y de azul de metil timol en el caso del Magnesio.
- El Sodio y Potasio se han determinado por fotometría de llama, utilizando un fotómetro CORNING 400.
- La determinación del Hierro se ha hecho colorimétricamente, basada en el desarrollo de un color naranja con ortofenantrolina, después de haber reducido el hierro con hidroxilamina en medio tamponado con citrato sódico.
- El Titanio también se ha determinado colorimétricamente ya que este catión forma un complejo amarillo con el agua oxigenada. La interferencia que podría producir el hierro se evita adicionando ácido fosfórico.

La fusión alcalina se ha realizado con  $\text{NaOH}$ , así se solubilizan la sílice y la alúmina presentes en la muestra.

- El Silicio en medio ácido, con molibdato amónico, forma un complejo amarillo sílico-molíbico, que al tratarlo con una solución de sulfito sódico, ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico y bisulfito sódico, se reduce, dando un nuevo complejo de color azul que permite su determinación colorimétrica (Voinovich et al. 1966, Shapiro y Brannock, 1962, Jeffery, 1970).

- El Aluminio se determina midiendo la absorción de la luz a 475 nm de una solución en la que se ha convertido, el aluminio, en el complejo rojo-S de alizarina de aluminio y calcio (Parker y Goddard, 1950).

Todas las determinaciones colorimétricas se han realizado en un espectrofotómetro de luz visible g. k. TURNER, 950, con el que se consiguen una precisión y exactitud convenientes.

Las calcimetrías se han realizado según el método de Barahona et al. 1984. Consiste en medir el  $\text{CO}_2$  desprendido por la muestra, al ponerla en contacto con  $\text{ClH}$ , dentro de un recipiente herméticamente cerrado. Trás unas horas de espera, para que se alcance el equilibrio, se mide la presión del  $\text{CO}_2$  en un manómetro de mercurio o de agua, dependiendo de la cantidad de carbonatos que tenga la muestra.

#### Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos-X.

El análisis mineralógico se ha realizado en un difractómetro Philips PW 1730 equipado con contador de centelleo y sistema de discriminación de altura de impulsos. Las condiciones de trabajo han sido: tensión 35 Kv, intensidad 40 mA, anticátodo de Cu y filtro de Níquel, rendija de ventana  $1^\circ$  para los diagramas de polvo y  $0,5^\circ$  para los de A.O. + E.G., rendija de contador  $0,1^\circ$ , velocidad de exploración  $2^\circ/\text{min.}$ , sensibilidad  $2 \times 10^3$  y constante de tiempo 1.

El estudio de la muestra total se efectuó sobre portamuestras plano, obteniendo diagramas de polvo desde 2° a 65° de 2 $\theta$ . Las muestras fueron molidas previamente hasta pasar por tamiz de 270 ASTM.

En el estudio de la fracción menor de dos micras se utilizó, además del método del polvo cristalino, la técnica del agregado orientado (A.O.) por sedimentación sobre placa de vidrio, y agregado orientado solvatado con etilén glicol (A.O. + E.G.).

Sobre el diagrama de polvo se ha realizado el análisis semicuantitativo de los minerales presentes en las muestras. Para ello, se midieron las áreas de los picos diagnósticos de los minerales, se corrigieron por sus factores reflectantes correspondientes, y se calculó el análisis semicuantitativo de las muestras. Los valores de los factores reflectantes utilizados han sido tomados de Schultz (1964) y Barahona (1974). El factor reflectante de la mordenita se ha calculado, en la presente memoria, para una mordenita separada y purificada a partir de bentonitas procedentes del yacimiento de los Escullos.

En la tabla siguiente aparecen los picos diagnósticos y factores reflectantes utilizados.

<u>Mineral</u>	<u>Reflexión (Å)</u>	<u>Factor Reflectante</u>
Filosilicatos	4,45	0,125
Cuarzo	3,33	1,50
Plagioclasa	3,18	1,00
Zeolita (clinoptilolita- -heulandita).	9,10	0,73

Mordenita	3,47	0,90
Anfibol	8,45	1,00
Tridimita	4,30	0,60
Mica	10,00	0,80
Calcita	3,03	1,00
Feldespató K.	3,78	0,80

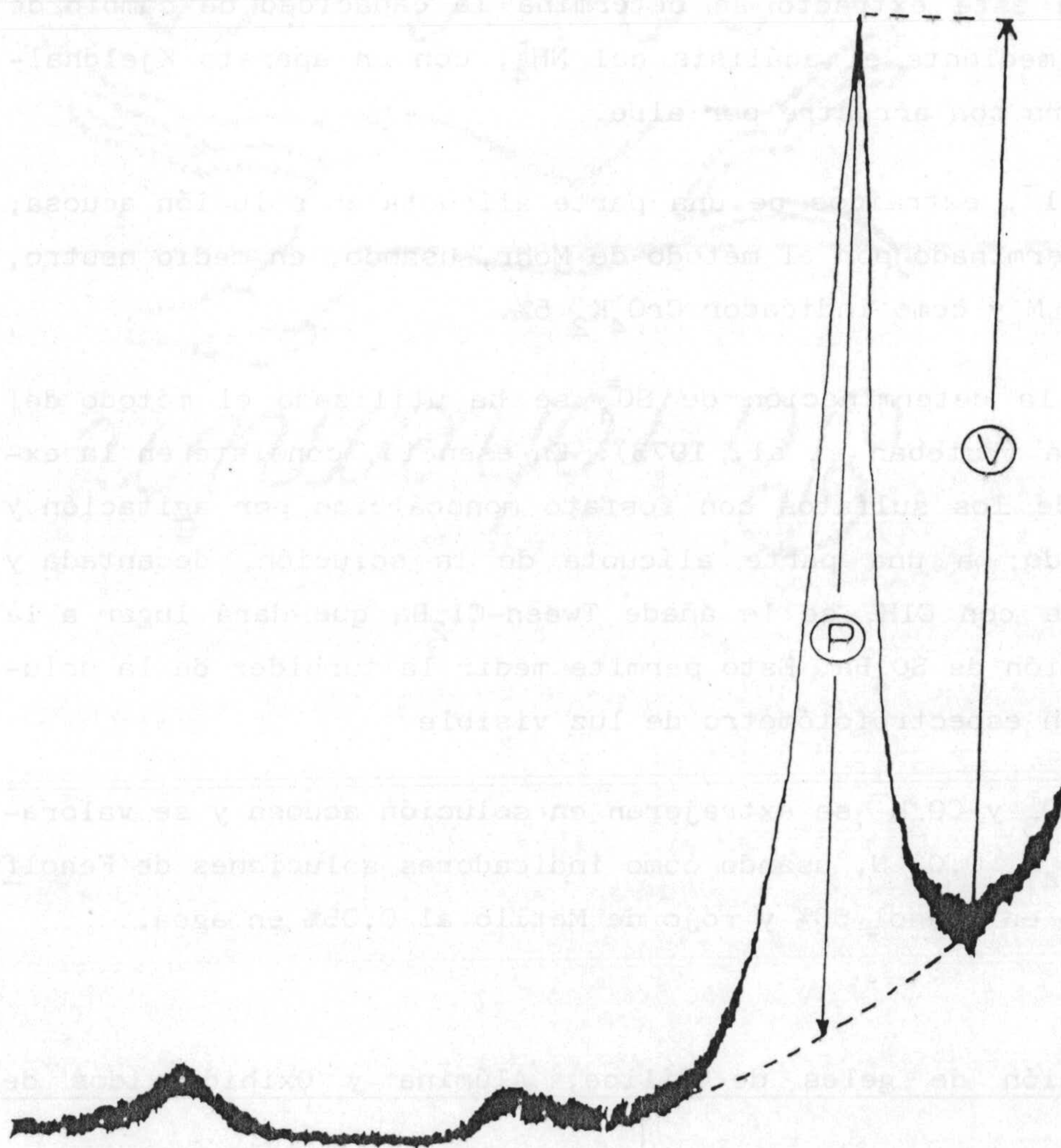
Dado que el pico  $3,33 \text{ \AA}$  del cuarzo y el  $3,31 \text{ \AA}$  de la mica se superponen, para la evaluación del cuarzo se realiza la siguiente corrección: al área del pico a  $3,33 \text{ \AA}$  se le resta el área del pico a  $10 \text{ \AA}$  de la mica, suponiéndose que ambos son de la misma intensidad.

Una corrección similar se realiza en el área de los laminares ya que la mica al ser un filosilicato aparece también en ese pico, por lo que hay que descontar su área.

En el diagrama de A.O. + E.G., se ha calculado el tamaño ( $\text{Å}$ ) de la esmectita a partir de la medida de la base a mitad de la altura del pico a  $17 \text{ \AA}$  (Klug y Alexandre, 1954). También sobre este diagrama se han medido los parámetros "v" y "p" (Fig. 2.2). A partir de ellos se ha calculado el índice de cristalinidad de Bisca-ye (1965) de las esmectitas: v/p.

#### Capacidad de Cambio de Cationes. Cationes y Aniones Extraíbles.

Sobre la muestra natural, molida y mezclada con "celite" (para facilitar el drenaje), se hace pasar una solución de Acetato Amónico 1N. a pH 7. En este extracto, llevado a volumen, se deter-



INDICE DE CRISTALINIDAD DE BISCAYE

Fig. 2.2

minan los cationes de cambio. El  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  se midieron en Absorción Atómica y el  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  por fotometria de llama.

A través de la muestra amónica se percola  $\text{ClNa}$  al 10% acidificado. En este extracto se determina la capacidad de cambio de cationes, mediante el análisis del  $\text{NH}_4^+$ , con un aparato Kjeldhal-Bouat-Afora con arrastre por aire.

Los  $\text{Cl}^-$ , extraídos de una parte alícuota en solución acuosa, se han determinado por el método de Mohr, usando, en medio neutro,  $\text{NO}_3\text{Ag}$  0,05 M y como indicador  $\text{CrO}_4\text{K}_2$  5%.

Para la determinación de  $\text{SO}_4^{=}$  se ha utilizado el método del Tween- $\text{Cl}_2\text{Ba}$  (Esteban et al. 1973). En esencia, consiste en la extracción de los sulfatos con fosfato monocálcico por agitación y centrifugado; a una parte alícuota de la solución, decantada y acidificada con  $\text{ClH}$ , se le añade Tween- $\text{Cl}_2\text{Ba}$  que dará lugar a la precipitación de  $\text{SO}_4\text{Ba}$ . Esto permite medir la turbidez de la solución con un espectrofotómetro de luz visible.

Los  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{CO}_3\text{H}^-$  se extrajeron en solución acuosa y se valoraron con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  0,02 N, usando como indicadores soluciones de Fenolfaleina 1% en etanol 50% y rojo de Metilo al 0,05% en agua.

#### Determinación de geles de Sílice, Alúmina y Oxihidróxidos de hierro.

Para la extracción de los Geles de Sílice y Alúmina se ha seguido el método de Ross y Hendricks (1945), utilizando como extractante una solución de carbonato sódico al 5%. En esta solución acidi



ficada a pH = 2,5 con ácido clorhídrico, se determinan, colorimétricamente, la Sílice y Alúmina libres por los procedimientos descritos anteriormente.

La extracción de los oxihidróxidos de hierro se ha hecho con ditionito sódico y citrato sódico, según el método de Holmgren (1967). Una vez extraído el Fe se determina colorimétricamente.

#### Tratamiento Estadístico de los Datos.

El análisis estadístico de los datos se efectuó en un microordenador HP-9816-S. Se utilizaron técnicas de regresión lineal simple y múltiple y análisis de factores en modo R.

Las ecuaciones de regresión múltiple se obtuvieron a partir de la matriz de correlación, utilizándose un algoritmo iterativo para refinar los coeficientes de regresión en los casos en que el sistema de ecuaciones era inestable. Las salidas del análisis de regresión múltiple incluyen, además de los coeficientes de regresión brutos y el coeficiente de correlación múltiple, los coeficientes de regresión de las variables estandarizadas, el error de los coeficientes de regresión y el aporte de cada variable a la variación explicada total. El programa MULT, fué implementado en lengua BASIC por el Dr. Barahona (Comunicación personal) a partir de algoritmos publicados por Draper y Smith (1981), Cooley y Lohnes (1971) y Ruckdeschel (1981).

El análisis de Factores en modo R se efectuó partiendo de los autovalores y autovectores de la matriz de correlación. La obtención de autovalores y autovectores se realizó mediante el algorit-

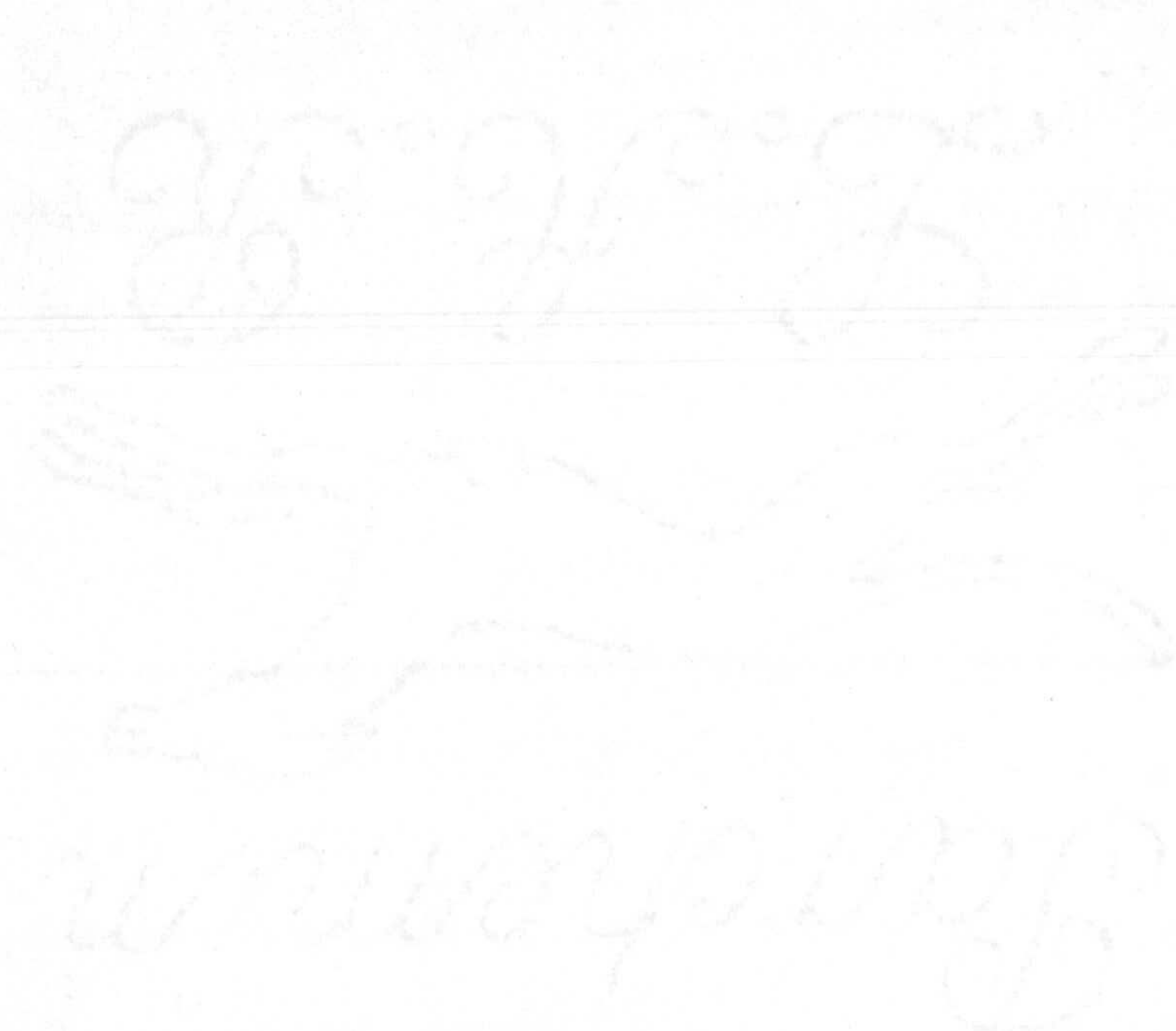
mo no iterativo de Hoscholder, Ortega y Wilkinson (HOW), (Cooley y Lohnes, 1971). Para obtener una estructura ortogonal simple de las cargas de las variables, se utilizó la rotación "Varimax" de Kaiser. El programa fué implementado por el Dr. Barahona (Comunicación personal) basándose en los algoritmos indicados por Jöreskog, Klovan y Reyment (1976) y Cooley y Lohnes (1971).

#### Tratamiento Estadístico de los Datos

El análisis estadístico de los datos se efectuó en un microordenador HP-9816-S. Se utilizaron técnicas de regresión lineal simple y múltiple y análisis de factores en modo E.

Las ecuaciones de regresión múltiple se obtuvieron a partir de la matriz de correlación, utilizándose un algoritmo iterativo para reducir los coeficientes de regresión en los casos en que el sistema de ecuaciones era inestable. Las salidas del análisis de regresión múltiple incluyen, además de los coeficientes de regresión simple y el coeficiente de correlación múltiple, los coeficientes de regresión de las variables estandarizadas, el error de los coeficientes de regresión y el análisis de cada variable a la vez explicada. El programa MULT, que implementa en lenguaje BASIC por el Dr. Barahona (Comunicación personal) a partir de algoritmos publicados por Draper y Smith (1981), Cooley y Lohnes (1971) y Rieckert (1981).

El análisis de factores en modo E se efectuó partiendo de los autovalores y autovectores de la matriz de correlación. La obtención de autovalores y autovectores se realizó mediante el algoritmo



3.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION.

17- НЕПРЯМЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ А. ДИДОНОВА

### 3.1.- COMPOSICION QUIMICA DE BENTONITAS Y ESMECTITAS.

#### 3.1.1.- Composición Química de las bentonitas.

En las tablas 3.1 se muestran los valores obtenidos para la composición química de las bentonitas estudiadas en esta memoria, correspondientes a la Zona Sur de la Sierra de Gata. Así mismo, en las fig. 3.1, se representan los histogramas de distribución de frecuencias relativas de los distintos óxidos para esta zona.

La Sílice presenta valores comprendidos entre 44,76% y 77% de  $\text{SiO}_2$  con un valor medio de 63,48%. El valor modal está comprendido entre 60% y 64% y comprende el 33,8% de las muestras.

Los valores superiores al 72% corresponden al afloramiento de El Corralete (EC) que, como se verá más adelante, presenta características muy particulares. Estos valores, junto con los obtenidos en Caliguera (C) y Rambla Méndez (RM), que son los más bajos encontrados, hacen que el margen de variación de la Sílice en esta zona abarque al resto de los valores obtenidos por diversos autores que han estudiado las bentonitas de la zona Norte de Sierra de Gata (Reyes et al. 1981) y de Serrata de Níjar (Caballero et al. 1983). Por otra parte el valor medio es el más alto encontrado en toda la región de Cabo de Gata (tabla 3.2).

La Alúmina presenta una distribución normal con un recorrido comprendido entre 12,97% y 23,96% y un valor medio de 18,52% que está comprendido en el intervalo modal (18-20%), al que corresponden el 33,8% de las muestras.

Como puede observarse en la tabla 3.2, el contenido en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de las bentonitas de la región de Cabo de Gata es relativamente homogéneo en los valores medios que son muy similares en las tres zonas que la componen.

El Oxido de Hierro presenta una distribución heterogénea con un intervalo modal entre 4% y 6%, que comprende al valor medio de 4,79% y al que pertenece el 40% de las bentonitas estudiadas.

Los valores superiores al 7% corresponden a la zona más septentrional, afloramientos VR, RSP y RM del área objeto de estudio. Por otra parte se observa un claro aumento de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de Norte a Sur de la región, como se puede ver en la tabla 3.2.

El Oxido de Titanio oscila entre 0% y 1,4%, si bien el 52% de las muestras están comprendidas entre 0,4% y 0,8%, siendo el valor medio de 0,53%, que es el más alto encontrado en toda la región, aunque los valores máximos de  $\text{TiO}_2$  se encuentran en la zona de Sierra de Gata Norte (2,80%), si bien en la inmensa mayoría de las muestras estudiadas por Reyes (1977) presentan valores inferiores a 0,2%.

El contenido en Oxido de Calcio es bajo, pues si bien el recorrido va de 0,28% a 18,89%, el 86% de las muestras presentan contenidos en este óxido inferiores al 4%. Esto justifica la distribución de frecuencias correspondiente a este óxido.

El Oxido de Magnesio presenta el intervalo más restringido de toda la región de Cabo de Gata, con un valor máximo de 3,40% y una media de 1,77%. Como se observa en la tabla 3.2, existe una fuerte disminución de este óxido hacia el Sur de la zona. Este comportamiento será justificado en el capítulo de Soluciones Hidrotermales de la tercera parte de esta memoria.

El contenido en Oxido de Sodio se encuentra comprendido entre el intervalo de 0,13% a 2,72%, con una media de 1,52%, próxima al intervalo modal, que contiene el 38% de las muestras.

El Oxido de Potasio presenta una distribución bimodal en la que la moda principal está comprendida entre 0,5% y 1% y contiene el 25% de las muestras. La moda secundaria, comprendida entre 3% y 3,5%, es debida a las bentonitas de El Corralete (EC) muy ricas en materiales ilíticos. Por lo que al contenido en Potasio se refiere, estas bentonitas son más parecidas a las de la zona Norte de Sierra de Gata que a las de la Serrata de Níjar.

El CO<sub>2</sub> presenta una distribución logarítmica en la que el 66% de las muestras presenta valores inferiores al 0,5%. El valor máximo de 14,15% de CO<sub>2</sub>, corresponde a una muestra aislada de Caliguera (C) próxima a un nivel carbonatado.

El Agua de Deshidroxilación presenta una distribución normal, comprendida entre 1,54% y 9,73%; si bien en el 58% de las muestras se encuentra comprendida entre 3% y 7%. El valor medio (4,95%) es el más bajo de las tres zonas discutidas.

A la vista de estos análisis puede concluirse, que las bentonitas estudiadas son las más silíceas y férricas de toda la región de Cabo de Gata. Asimismo tienen los menores contenidos en magnesio y sodio. Por otra parte, como indica su contenido en agua de deshidroxilación, el grado de alteración de estas bentonitas es inferior a las del resto de la zona.

Tabla 3.1

Composición Química de Bentonitas

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
E-1	63,39	18,40	5,33	0,48	0,93	2,88	1,09	0,48	0,14	6,14	99,26
E-2	66,54	17,61	4,19	0,49	1,17	1,42	1,36	0,62	0,07	6,16	100,23
E-3	63,83	19,15	5,10	0,61	1,57	2,34	1,28	0,41	0,00	5,84	100,13
E-4	62,32	20,10	5,85	0,56	1,35	2,39	2,31	0,75	0,00	4,57	100,20
E-5	64,26	16,06	9,63	1,36	2,04	1,76	1,36	0,52	0,01	3,12	100,12
MM-1/1	64,45	16,63	5,49	0,42	3,67	2,00	1,37	0,66	1,22	3,58	99,59
MM-1/2	67,96	15,53	4,66	0,54	1,69	1,66	2,28	0,67	0,71	4,48	100,18
MM-1/3	63,40	19,93	5,42	0,71	3,12	1,61	2,09	0,55	0,25	3,31	100,39
MM-1/4	65,91	19,07	4,10	0,65	2,02	1,41	2,16	0,70	0,26	4,36	100,64
MM-1/5	58,91	17,37	4,65	0,73	6,38	1,36	1,96	0,55	4,84	3,23	99,98
MM-2/1	64,93	20,41	4,13	0,49	2,13	0,92	1,55	1,03	0,07	5,00	100,66
MM-2/2	64,26	18,07	4,56	0,55	1,95	1,40	1,65	0,88	0,89	5,26	99,47
MM-2/3	60,38	20,71	6,85	0,63	3,26	1,46	1,66	0,97	0,48	3,17	99,57
MM-2/4	66,76	18,31	3,32	0,39	1,26	1,19	1,87	1,35	0,16	5,98	100,75
MM-2/5	65,20	19,92	5,33	0,38	1,35	1,46	1,49	0,46	0,12	4,27	99,98
MM-2/6	65,58	19,52	4,10	0,41	1,07	2,52	1,29	0,38	0,04	5,35	100,26
MM-2/7	61,98	20,66	6,42	0,68	2,71	1,39	2,16	0,75	0,30	2,88	99,93
MM-2/8	65,35	17,82	3,54	0,54	2,00	0,96	1,91	1,02	0,20	6,15	99,49
MM-3/1	59,88	17,74	4,91	0,42	5,47	2,34	1,11	0,33	2,13	6,39	100,72
MM-3/2	69,29	15,84	4,27	0,54	1,05	1,56	2,20	0,50	0,15	4,65	100,05
LP-1	65,85	16,18	4,23	0,13	0,82	3,20	1,74	0,31	0,28	7,18	99,92
LP-2	66,94	15,74	3,44	0,12	0,94	3,40	0,98	0,25	0,27	7,43	99,51
LPN-1	61,54	17,86	7,21	0,57	2,77	2,24	2,22	0,38	1,35	4,34	100,48



Tabla 3.1 (Continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
LH-1	69,53	16,36	4,02	0,36	1,71	1,55	2,55	0,77	0,24	3,37	100,46
LH-2	64,21	19,46	1,96	0,10	0,93	2,81	2,41	0,20	0,35	7,33	99,76
CG-1	60,66	21,53	6,39	0,69	2,28	2,30	2,48	0,29	0,00	6,21	101,07
CG-2	63,83	21,28	4,75	0,62	1,07	2,35	1,94	0,32	0,06	5,84	99,54
CG-3	60,29	20,79	6,86	0,78	2,39	1,99	2,06	0,28	0,04	4,05	99,53
CM-1	57,57	23,45	5,11	0,57	1,19	3,07	1,18	0,37	0,30	7,30	100,11
CM-2	59,52	19,84	6,40	0,54	2,23	2,94	1,41	0,47	0,79	6,23	100,37
CM-3	57,62	17,31	6,75	0,69	4,12	2,14	1,28	0,46	2,70	6,52	99,69
CM-4	64,00	18,00	8,05	0,83	1,01	2,66	1,40	0,61	0,19	6,32	100,31
C-1	67,10	17,32	5,37	0,54	0,92	1,06	2,08	1,39	0,00	5,26	101,04
C-2	44,66	12,97	2,56	0,32	18,89	1,56	1,28	0,70	14,15	3,43	100,52
C-3	62,08	17,74	5,48	0,52	1,46	2,12	1,64	1,58	0,52	7,45	100,59
C-4	59,61	22,11	6,36	0,68	2,20	2,28	2,18	0,23	0,40	4,57	100,62
EC-1	77,00	14,32	1,07	0,11	1,04	0,64	0,64	3,03	0,60	2,56	101,01
EC-2	76,77	13,87	0,84	0,10	1,22	0,66	0,31	2,78	0,73	2,61	99,89
EC-3	72,79	15,60	2,02	0,09	0,38	1,61	0,55	1,98	0,07	4,24	99,39
EC-4	69,77	17,94	1,45	0,10	0,75	0,58	1,40	4,04	0,38	3,07	99,48
EC-5	71,65	16,37	2,00	0,10	0,88	0,84	1,33	3,93	0,45	2,14	99,69
LC-1	62,03	19,74	4,57	0,41	1,92	2,46	2,72	0,54	0,00	4,62	99,01
LC-2	66,42	18,45	3,43	0,30	1,65	1,15	2,31	0,70	0,07	5,16	99,64

Tabla 3.1 (continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
VB-1	69,31	13,22	2,01	0,12	4,52	0,69	2,58	1,32	3,49	2,32	99,68
VB-2	64,61	21,47	2,77	0,12	0,28	2,29	1,01	1,07	0,05	6,06	99,73
LA-1	63,90	23,96	1,63	0,65	0,37	1,62	1,02	1,33	0,04	6,41	100,93
IM-1	69,26	17,32	3,12	0,42	0,92	1,19	1,45	1,11	0,07	5,71	100,57
LI-1	57,81	15,56	3,42	0,46	8,18	1,60	1,47	0,67	4,46	5,97	99,60
CAm-1	61,91	18,76	4,46	0,42	2,33	2,21	0,84	1,90	1,05	5,40	99,28
CAm-2	58,61	22,63	6,32	0,63	1,26	2,03	2,61	0,98	0,09	4,43	99,59
CL-1	61,11	19,77	5,53	0,70	1,66	1,95	2,04	1,08	0,43	5,38	99,65
CL-2	62,37	18,71	3,78	0,41	2,32	1,41	1,08	1,03	1,07	6,82	99,00
CE-1	64,58	18,59	5,42	0,58	2,56	1,72	1,65	0,65	0,62	4,59	100,34
CE-2	63,04	19,56	5,58	0,58	2,38	1,87	1,11	0,48	0,24	4,49	99,44
BF-1	62,79	18,46	5,58	0,53	3,07	1,73	1,34	0,60	1,61	5,19	99,29
T-1	69,31	19,80	1,00	0,73	0,41	0,99	0,44	3,01	0,04	3,78	99,51
T-2	69,18	19,57	0,89	0,87	0,31	0,80	0,50	3,35	0,06	4,35	99,88
R-2/M	63,73	23,17	3,40	0,74	0,47	1,01	0,85	1,28	0,03	6,11	100,79
R-2/N	63,54	23,29	2,79	0,69	0,33	0,67	0,75	1,25	0,06	6,85	100,22
LB-1	64,52	21,50	1,77	0,57	0,70	0,86	0,79	3,69	1,55	4,30	100,25
LM-1	65,48	17,86	6,48	0,63	0,36	0,94	0,70	1,35	0,10	6,26	100,16
LM-2	64,66	19,22	1,72	0,63	0,41	0,90	0,75	1,67	0,00	9,73	99,19

Tabla 3.1 (continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Total
VR-2	62,84	17,95	7,76	0,70	2,53	1,86	1,90	0,67	0,00	2,97	99,18
VR-3	61,97	18,29	8,12	0,66	2,39	2,54	1,23	0,24	0,04	3,97	99,45
VR-4	64,39	17,04	8,07	0,79	2,44	2,53	1,57	0,29	0,05	3,09	100,26
VR-5	60,06	17,16	9,94	0,83	2,74	2,30	1,92	0,31	0,00	3,74	99,00
R-SP	57,12	20,94	8,61	0,62	3,32	2,25	1,13	0,33	0,56	4,58	99,46
RM-1	49,78	15,15	8,27	0,77	9,26	2,35	1,16	0,90	6,90	5,76	100,30
RM-2	47,64	15,25	7,64	0,62	10,32	1,93	1,64	0,74	7,64	5,70	99,12
RM-3	56,56	19,58	6,55	0,68	4,13	1,84	1,34	0,90	2,74	5,07	99,39
ML-1	61,08	17,45	5,15	0,49	6,26	2,04	1,14	0,35	4,54	1,54	100,04

Tabla 3.2

Valores Medios de Bentonitas  
en las distintas zonas de Alteración

	Sierra de Gata*	Serrata de Nijar**	Zona Sur***	Total
SiO <sub>2</sub>	59,30	61,67	63,48	60,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,40	18,95	18,52	18,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,17	4,47	4,79	3,06
TiO <sub>2</sub>	0,23	0,31	0,53	0,31
CaO	3,05	1,80	2,48	2,77
MgO	5,33	3,27	1,77	4,23
Na <sub>2</sub> O	2,10	2,35	1,52	1,99
K <sub>2</sub> O	1,85	0,78	1,02	1,53
CO <sub>2</sub>	1,18	0,18	1,04	1,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6,79	6,22	4,95	6,27

\* Reyes, 1977.

\*\* Caballero, 1982.

\*\*\* Esta Memoria.

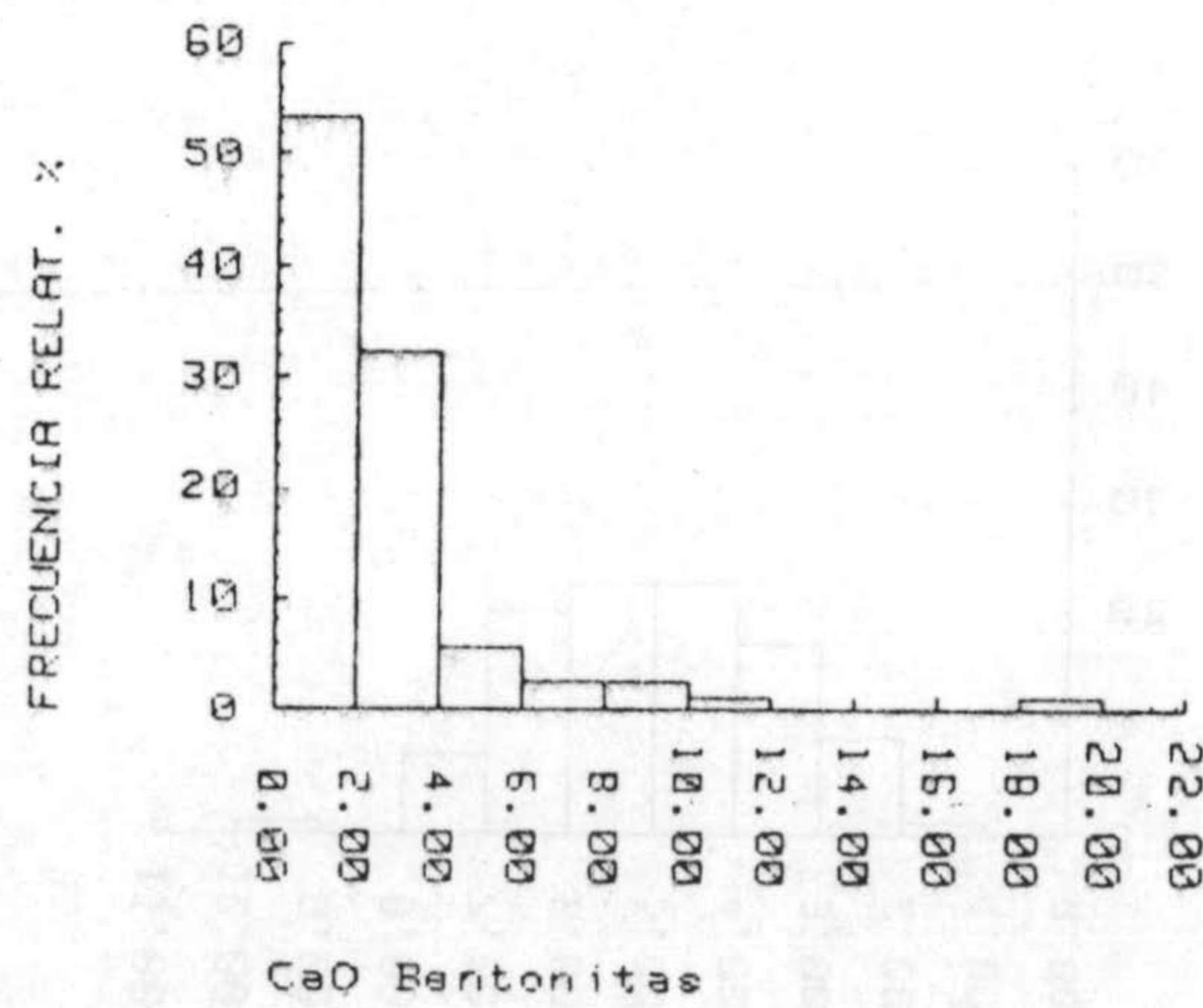
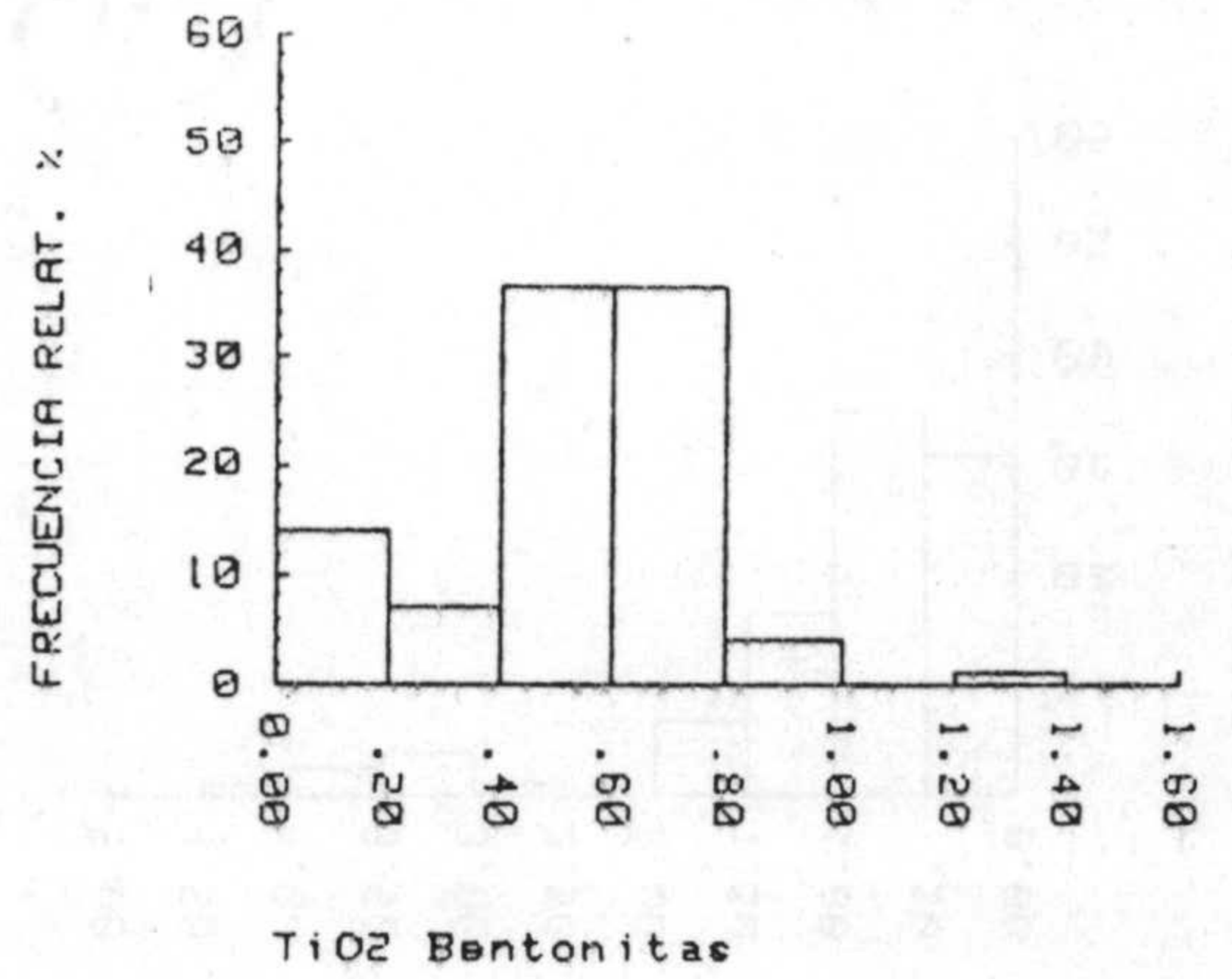
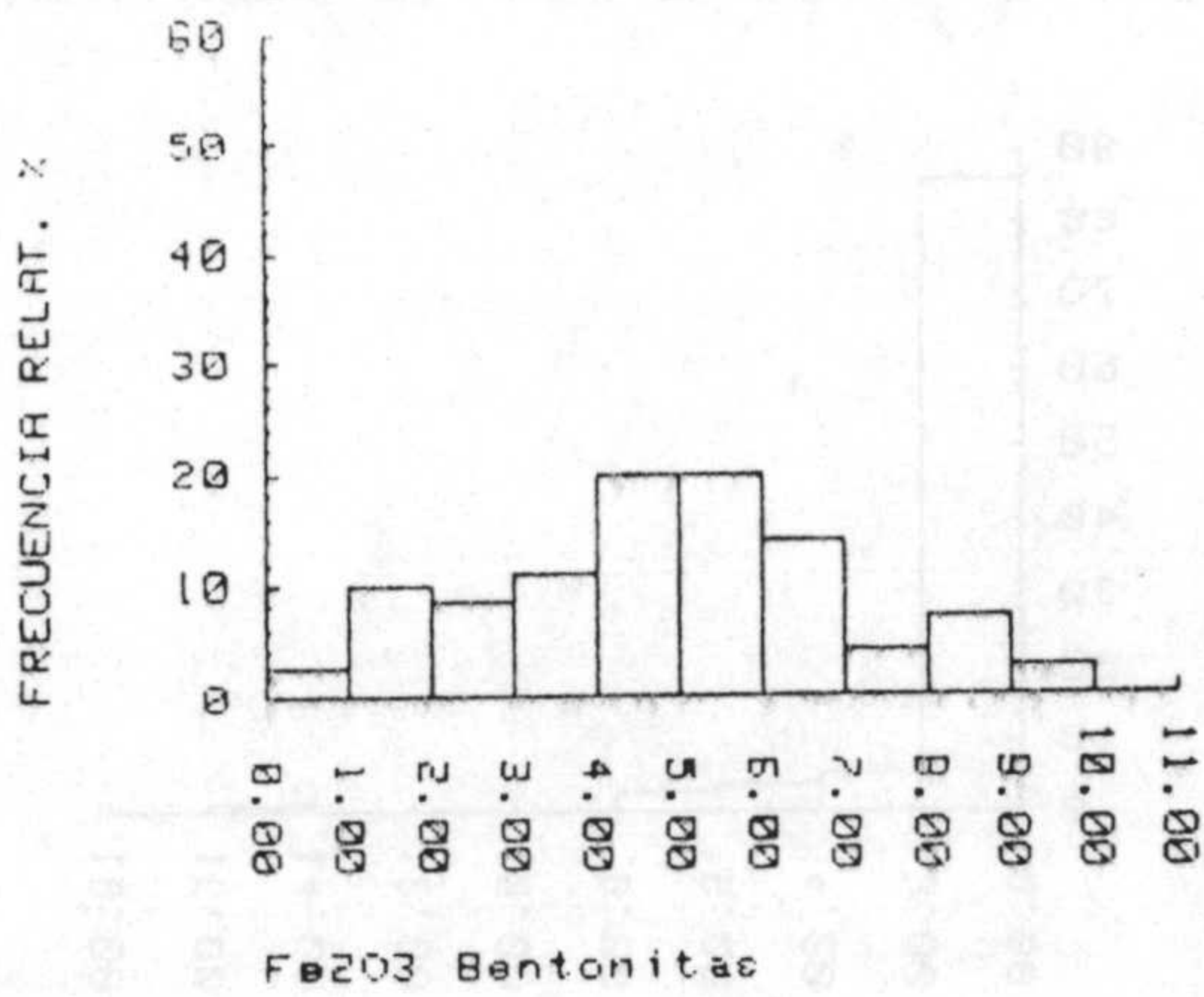
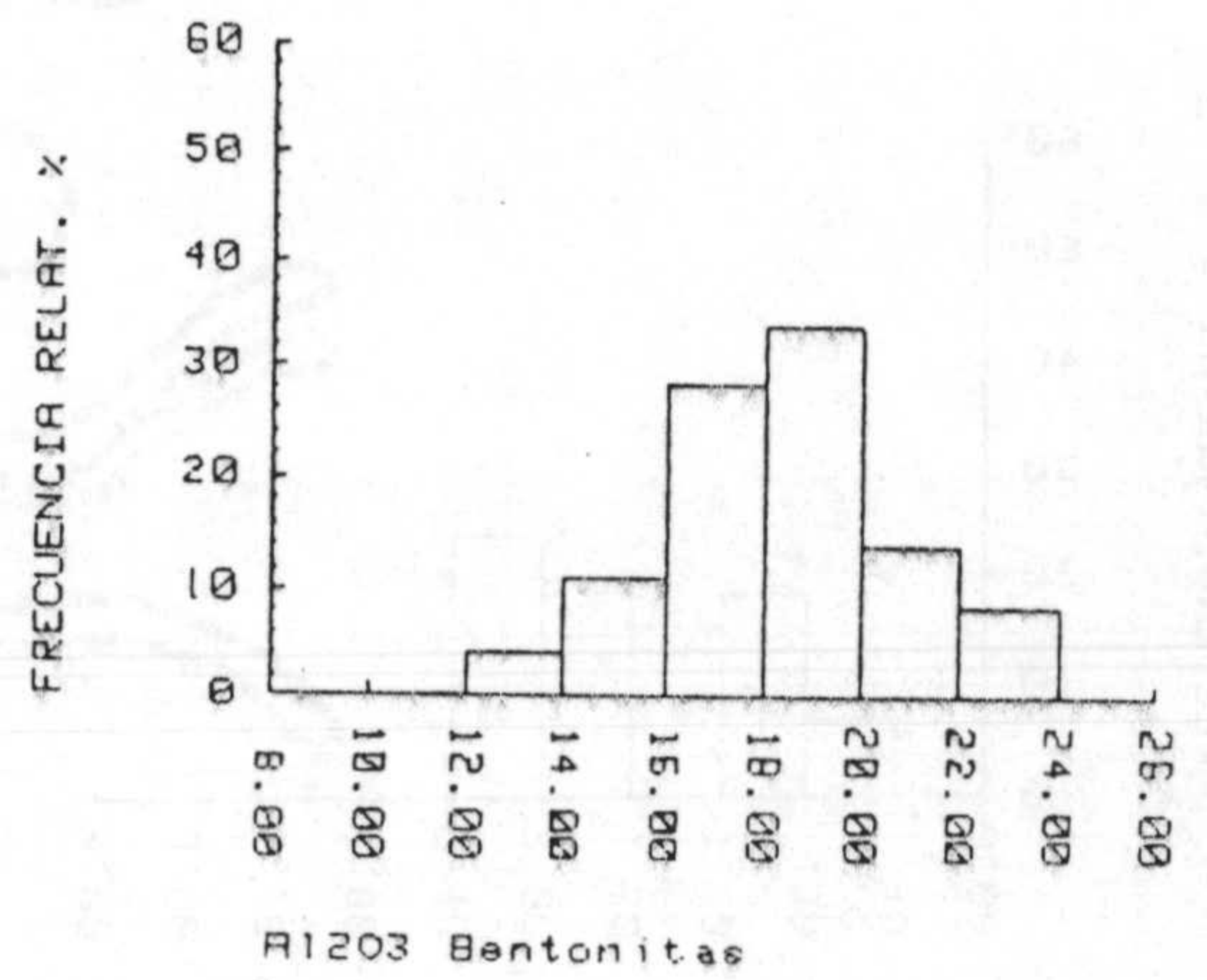
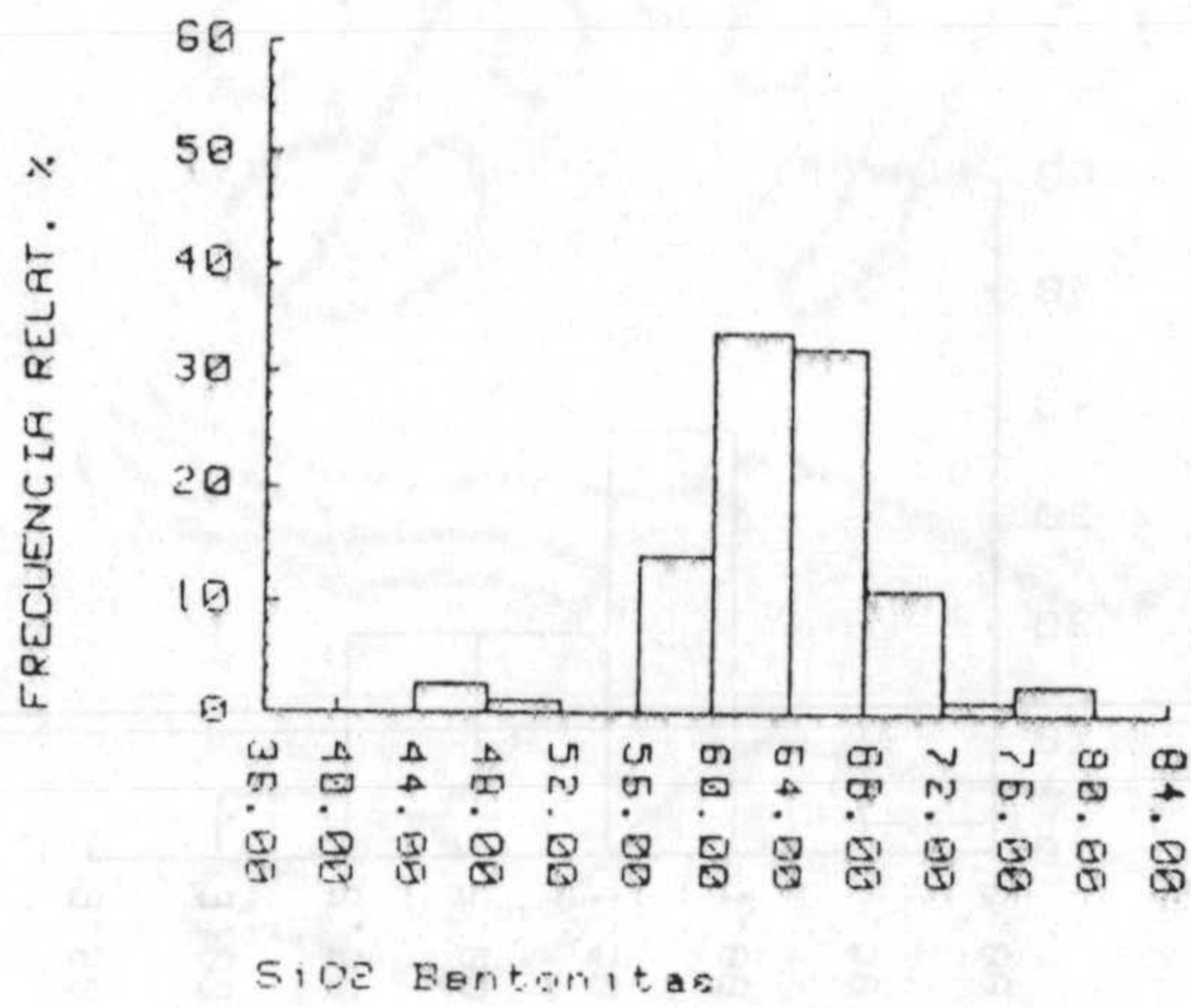


Fig. 3.1.- (Zona Sur de Sierra de Gata).



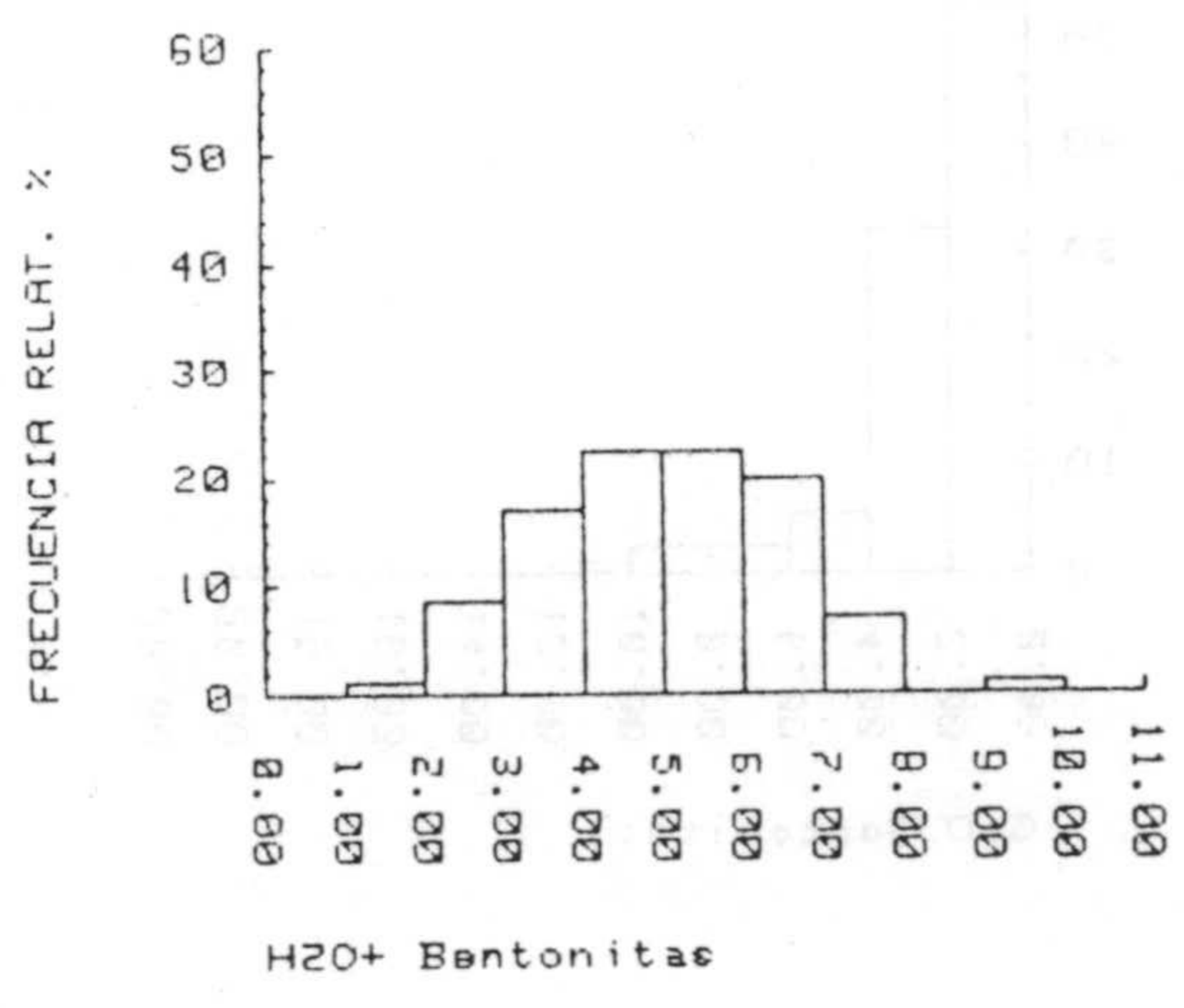
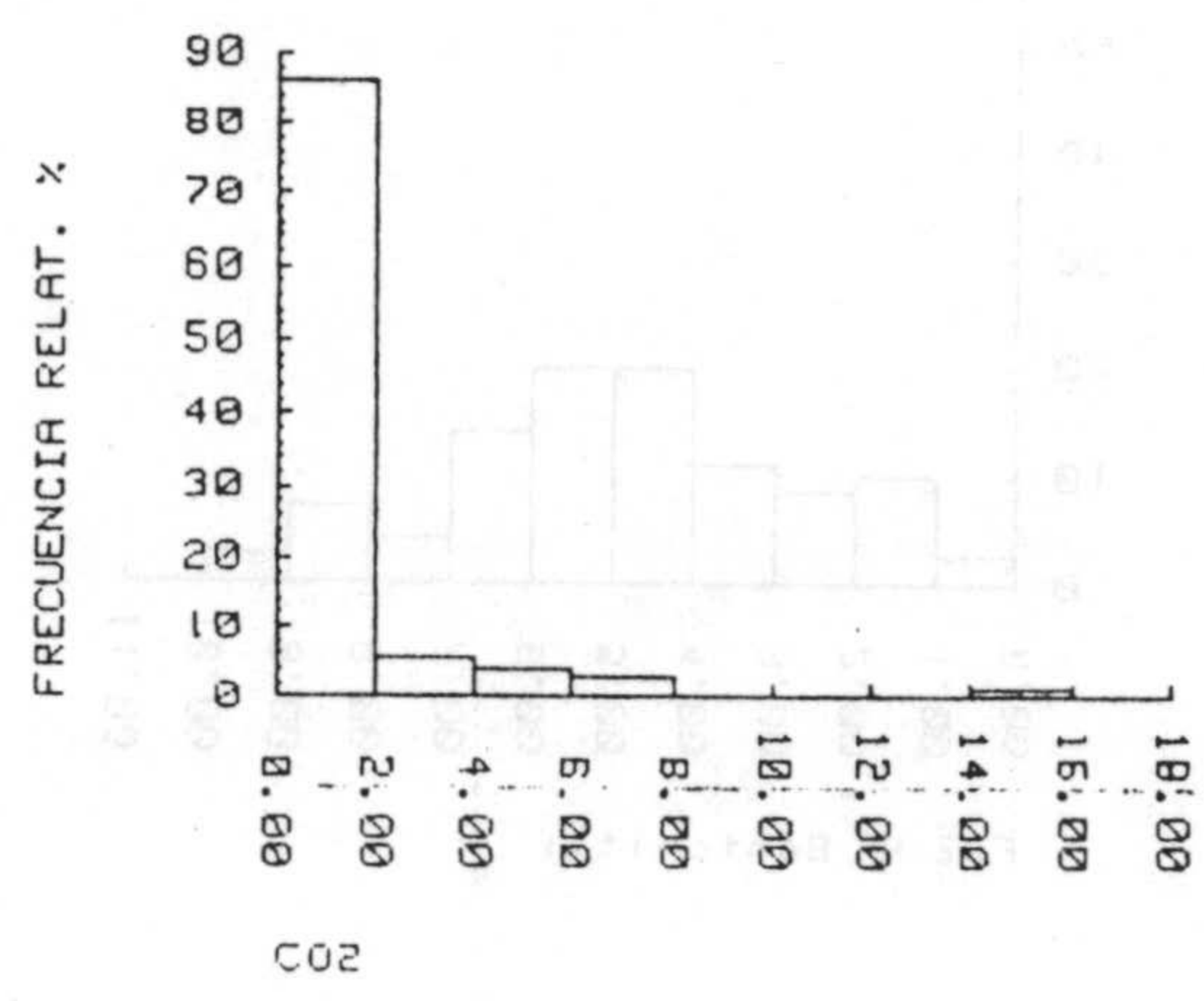
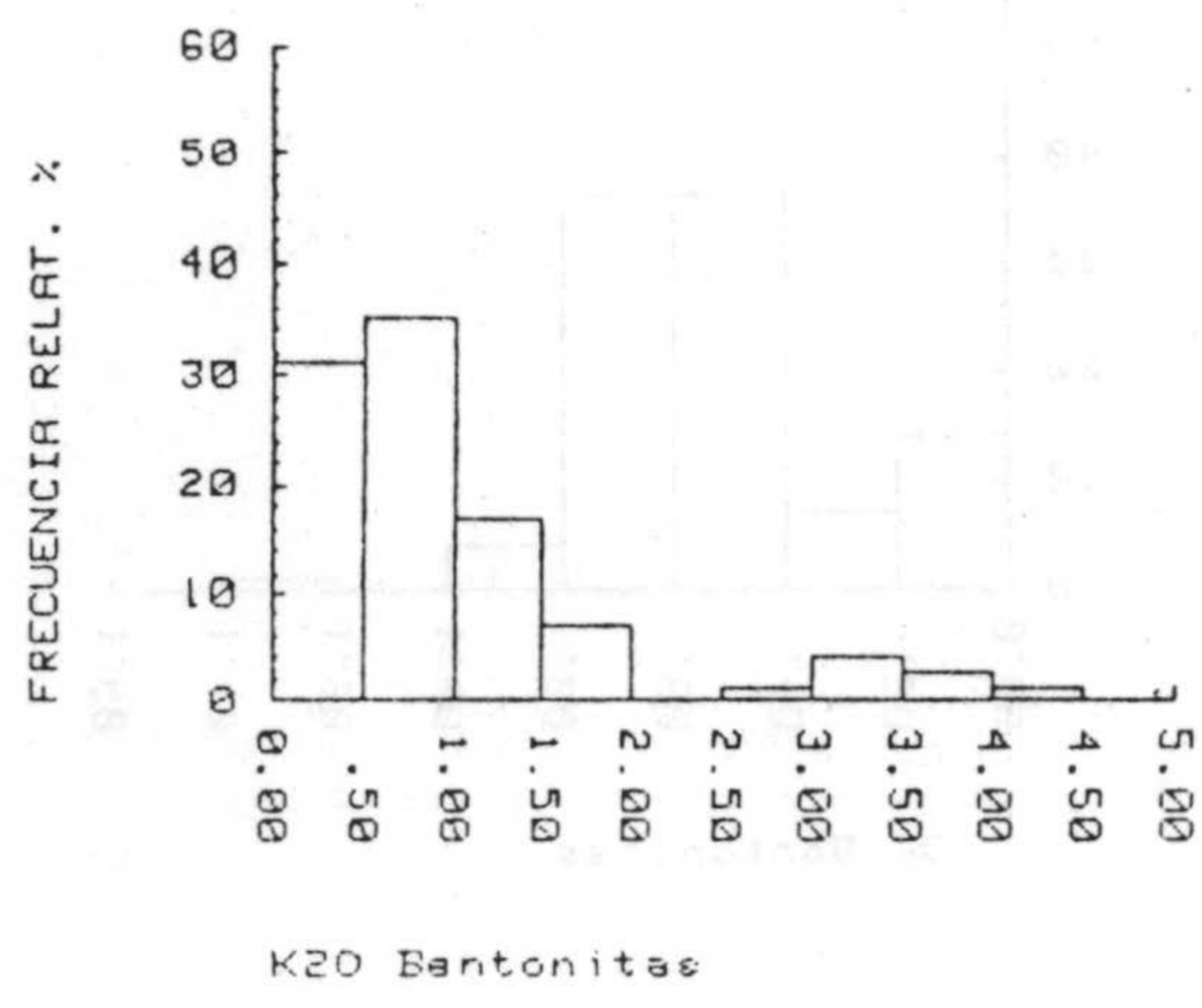
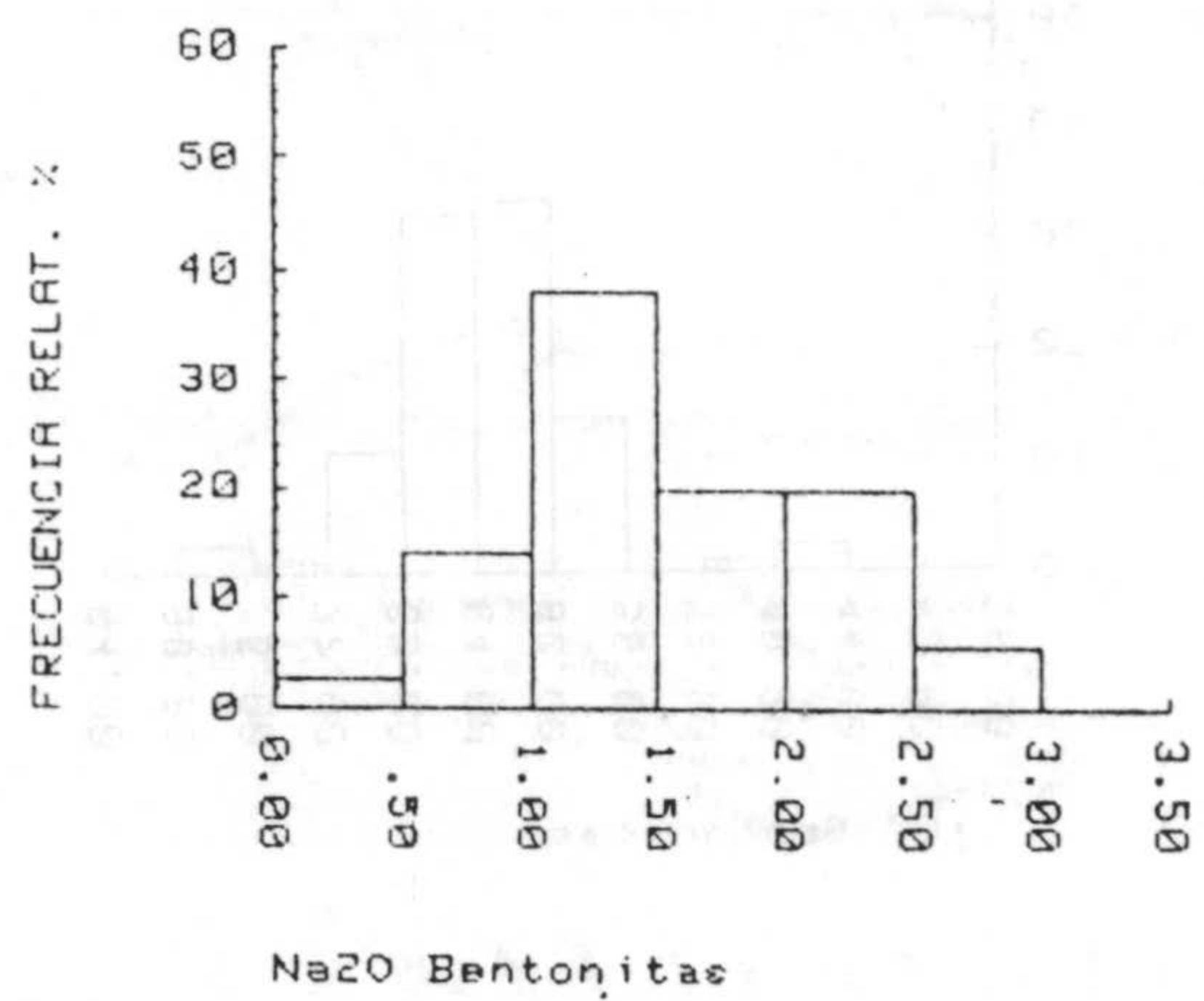
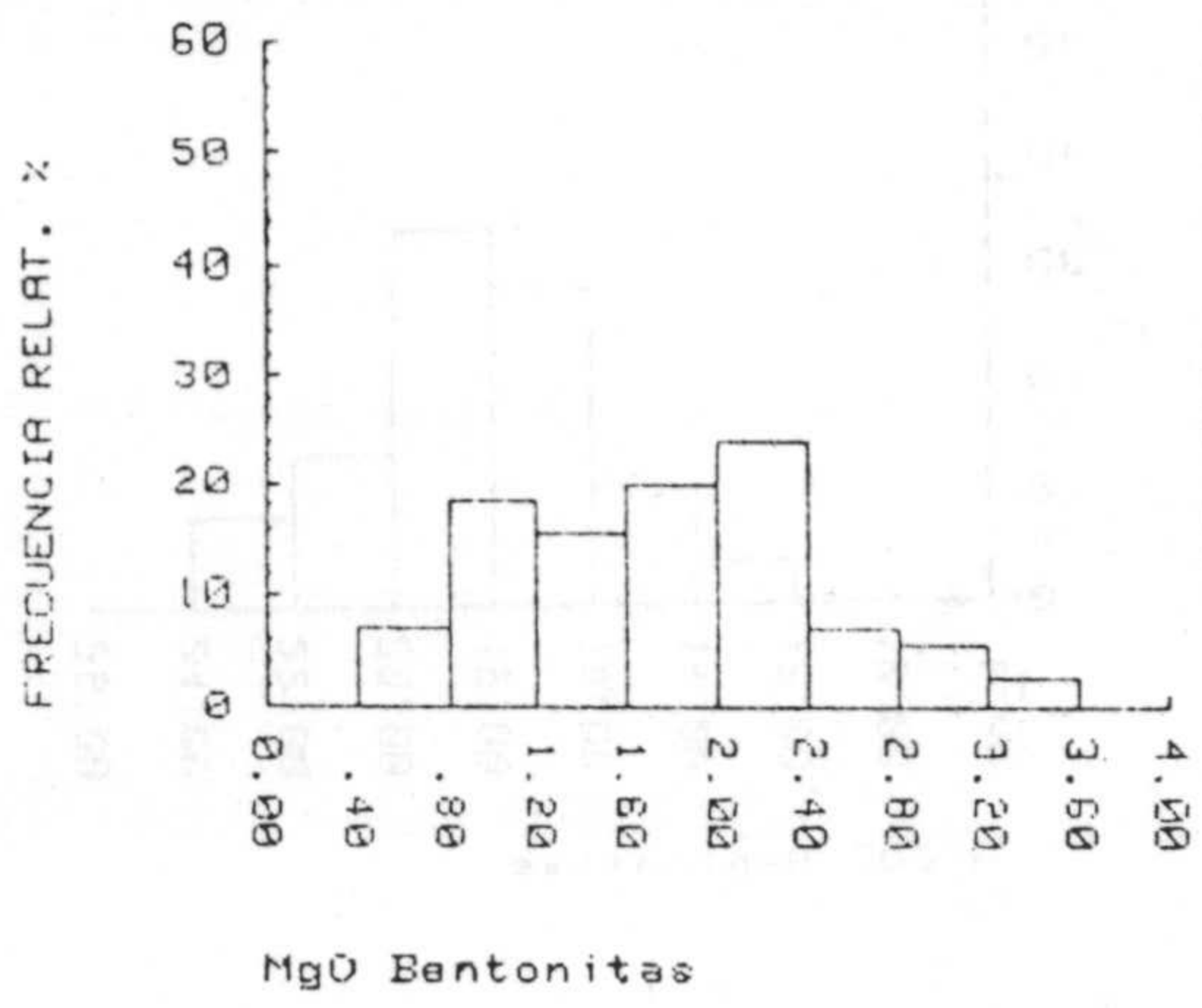


Fig. 3.1 (continuación)

### 3.1.2.- Composición Química de la fracción fina (Esmectitas).

A partir de las bentonitas anteriormente estudiadas, se ha separado y purificado la fracción arcilla. Los análisis químicos de estas esmectitas se encuentran en la tabla 3.3 y los correspondientes histogramas de distribución de frecuencias en la fig. 3.2.

En la tabla 3.4 se recogen los valores medios de los distintos óxidos en las tres zonas en la que se ha dividido la región de Cabo de Gata, así como el análisis medio global de la región y los valores medios dados por Weaver y Pollard (1973) para 101 esmectitas recopiladas de la bibliografía internacional.

La mayor parte de las muestras de la zona estudiada (86%) presentan un contenido en Sílice comprendido entre 52% y 64%, con un valor medio del 58,54%, que es el más bajo de los encontrados en la región de Cabo de Gata.

El Oxido de Aluminio presenta un amplio margen de variabilidad, y tiene una distribución fundamentalmente bimodal, la moda principal (16-18%) contiene el 31% de las muestras. La moda secundaria, con el 17% de las muestras, podría deberse a la presencia de esmectitas tipo beidellita. La agrupación de muestras muy aluminicas (26-30%) que se observa en el histograma, es debida a la presencia de ilitas e interestratificados ilita-montmorillonita que aparecen en el afloramiento de El Corralete.

El Oxido de Hierro, al igual que el óxido de aluminio, presenta una gran variabilidad, con porcentajes que oscilan entre el 2,13% y el 13,31%, si bien el 93% de las muestras contienen menos del 9% de  $Fe_2O_3$ . La media (5,97%) es muy próxima al valor modal y

es más alta que las esmectitas más septentrionales.

El Oxido de Titanio presenta una distribución normal con una moda en el intervalo 0,20%-0,30%, que contiene al valor medio (0,28%).

Estas esmectitas, como en general todas las de la región, presentan bajo contenido en Oxido de Calcio. Valores superiores al 3% se encuentran tan solo en muestras individuales, siendo los valores más frecuentes (60% de las muestras) los comprendidos entre el 1% y 2%.

Las distribuciones que presentan los Oxidos de Magnesio y Sodio tienden a ser normales, con intervalos comprendidos entre 2%-9% y 0,2%-1,8% respectivamente. En el caso del MgO el valor medio (6,01%) coincide con la moda. El valor medio para el Na<sub>2</sub>O es de 0,87%.

El Oxido de Potasio de las esmectitas presenta una distribución logarítmica, la concentración de muestras que aparece a la derecha del histograma, con altos valores de potasio, es debida, de nuevo, a la presencia de ilita e interestratificados ilita-montmorillonita en los materiales de El Corralete. Esto lleva consigo el que el valor medio de las esmectitas sea inferior al indicado en la fig. (0,72%), que corresponde a la totalidad de las muestras.

De todas las muestras estudiadas solo tres presentan valores de Agua de Deshidroxilación superiores al 10%; el resto estarían comprendidas entre este valor y el 5%, siendo el valor medio del conjunto el 8,1%.



Comparando los valores medios de los óxidos de las esmectitas de la región de Cabo de Gata, con los valores medios mundiales de las esmectitas recopiladas por Weaver y Pollard (1973) (tabla 3.4), se observa que las esmectitas de Cabo de Gata son algo más silíceas y menos alumínicas. Asimismo hay que destacar su alto contenido en magnesio, así como en sodio y potasio, aunque en estos últimos óxidos es más atenuado.

El valor medio del óxido de hierro, de las esmectitas de Cabo de Gata, es inferior al de las esmectitas recopiladas por Weaver y Pollard, sin embargo, las procedentes de la Serrata de Níjar y zona Sur de Sierra de Gata son más férricas; este bajo valor medio viene condicionado por las esmectitas de la zona Norte de Sierra de Gata, que son anormalmente bajas en hierro y que constituyen el 65% del total de las muestras.

**Tabla 3.3**

**Composición Química de Esmectitas**

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
E-1	59,11	17,51	5,44	0,26	1,12	6,90	0,81	0,34	8,80	100,29
E-2	61,05	14,74	6,98	0,46	1,32	6,43	0,84	0,42	8,19	100,43
E-3	58,44	17,98	5,61	0,25	1,05	8,02	1,11	0,19	8,12	100,77
E-4	58,16	17,28	6,24	0,30	1,33	7,56	0,99	0,34	8,42	100,62
E-5	72,15	9,22	5,70	0,24	1,20	5,28	0,49	0,31	5,45	100,04
MM-1/1	63,56	9,74	8,77	0,23	1,76	8,40	0,58	0,40	7,14	100,58
MM-1/2	62,10	10,71	8,04	0,24	1,38	8,21	1,04	0,56	7,83	100,11
MM-1/3	64,22	9,17	9,15	0,25	1,05	8,17	1,14	0,57	6,10	99,82
MM-1/4	64,20	12,84	7,71	0,28	0,84	6,83	1,22	0,53	6,40	100,85
MM-1/5	63,22	11,49	8,25	0,27	1,72	6,55	1,10	0,43	7,82	100,85
MM-2/1	58,14	17,19	7,48	0,36	1,60	6,13	0,71	0,74	8,15	100,50
MM-2/2	61,05	14,74	7,24	0,39	1,42	6,25	0,62	0,67	8,01	100,39
MM-2/3	57,14	10,20	13,31	0,34	1,50	8,98	0,48	1,09	7,34	100,38
MM-2/4	61,41	16,16	5,74	0,39	0,99	5,31	1,44	0,87	7,04	99,35
MM-2/5	61,10	16,70	5,75	0,35	0,34	7,67	1,12	0,25	7,36	100,64
MM-2/6	63,44	16,62	4,82	0,31	0,75	6,07	0,93	0,14	7,22	100,30
MM-2/7	55,27	15,62	10,62	0,41	1,34	7,83	0,92	0,32	8,23	100,56
MM-2/8	59,40	16,88	6,67	0,45	1,15	6,60	0,95	0,59	8,19	100,88
MM-3/1	59,77	17,48	6,51	0,34	1,24	6,39	0,69	0,19	8,00	100,61
MM-3/2	61,27	15,32	6,47	0,38	1,19	6,77	0,40	0,27	7,44	99,51
LP-1	60,89	16,39	4,33	0,23	1,27	7,91	0,64	0,09	8,75	100,50
LP-2	60,67	16,74	3,82	0,24	1,21	8,48	0,68	0,20	8,52	100,56
LPN-1	57,65	17,89	6,86	0,50	2,48	6,41	1,19	0,26	7,74	100,98

Tabla 3.3 (continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
LH-1	59,40	14,45	8,15	0,24	2,26	6,27	0,95	0,41	7,37	99,50
LH-2	61,09	18,44	2,44	0,14	1,35	7,11	1,15	0,14	8,38	100,24
CG-1	58,12	20,04	7,70	0,25	1,07	7,05	1,31	0,10	7,75	100,39
CG-2	59,45	19,11	4,76	0,33	1,05	6,25	1,55	0,09	6,97	99,56
CG-3	55,44	17,06	7,91	0,52	1,51	7,92	1,36	0,10	7,18	99,00
CM-1	53,83	22,77	4,07	0,21	1,19	7,34	0,99	0,30	8,83	99,53
CM-2	52,61	22,67	4,57	0,20	1,81	7,02	0,98	0,30	8,87	99,03
CM-3	59,10	19,27	5,74	0,25	2,12	5,44	1,16	0,20	7,62	100,90
CM-4	59,34	18,24	6,01	0,18	0,89	6,06	1,38	0,27	7,02	99,39
C-1	62,16	18,23	6,15	0,49	0,99	3,98	1,51	0,96	5,92	100,39
C-2	53,16	17,09	4,09	0,25	7,25	5,53	0,89	0,40	12,02	100,68
C-3	59,30	18,40	6,75	0,49	1,01	5,47	0,94	1,10	6,77	100,23
C-4	59,35	17,80	6,80	0,35	1,11	6,12	1,45	0,13	7,47	100,58
EC-1	55,38	27,69	3,01	0,13	0,83	3,80	0,31	3,32	5,84	100,31
EC-2	53,57	29,76	2,80	0,12	0,52	3,53	0,38	3,33	6,12	100,13
EC-3	53,17	29,78	2,13	0,12	0,26	4,62	0,60	2,96	6,78	100,42
EC-4	54,22	28,11	3,67	0,19	0,34	3,49	0,79	3,44	6,26	100,48
EC-5	58,63	23,82	4,83	0,22	0,51	3,48	0,40	3,33	5,48	100,70
LC-1	60,81	17,57	4,90	0,29	1,13	6,18	0,77	0,25	8,51	100,51
LC-2	63,49	16,77	4,20	0,33	1,29	5,27	0,76	0,35	7,79	100,55
VB-1	66,01	16,51	3,95	0,18	0,41	3,60	1,41	1,32	6,53	99,92
VB-2	59,93	21,40	2,90	0,11	1,00	5,24	0,78	0,95	8,09	100,04

Tabla 3.3 (continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
LA-1	59,45	23,78	2,60	0,49	0,72	3,42	0,91	0,52	8,79	100,68
IM-1	64,01	17,07	5,28	0,24	1,11	4,40	1,07	0,46	6,86	100,50
LI-1	62,23	15,02	5,63	0,33	2,34	5,60	0,53	0,47	8,25	100,40
CAM-1	54,51	20,96	6,15	0,24	0,54	7,05	0,92	1,41	8,10	99,88
CAM-2	48,73	20,66	10,83	0,34	0,95	7,64	1,48	0,55	8,64	99,82
CL-1	53,49	20,08	7,20	0,23	1,20	6,68	1,17	0,72	8,82	99,59
CL-2	53,20	21,28	6,58	0,12	2,84	5,24	0,61	0,67	9,63	100,17
CE-1	60,89	16,00	7,15	0,23	1,85	5,31	0,62	0,45	7,37	99,87
CE-2	60,47	17,28	6,49	0,26	1,95	4,95	0,47	0,40	8,39	100,66
BF-1	60,24	13,60	5,90	0,27	3,86	6,62	0,54	0,46	8,90	100,39
T-1	62,89	20,96	2,46	0,55	1,06	4,03	0,68	0,68	7,46	100,77
T-2	61,79	20,62	2,29	0,76	1,27	4,16	0,44	0,83	7,12	99,28
R-2/M	51,65	26,86	5,65	0,23	0,91	4,12	0,71	0,82	9,06	100,01
R-2/N	51,64	29,80	2,98	0,25	1,24	3,26	0,61	1,06	9,53	100,37
LB-1	49,29	21,69	2,52	0,52	9,31	2,34	0,42	1,21	13,24	100,54
LM-1	56,00	24,00	5,02	0,11	1,14	3,27	0,68	1,31	8,36	99,89
LM-2	49,90	23,95	8,35	0,27	0,69	2,90	0,67	2,13	10,85	99,71

Tabla 3.3 (continuación)

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Total
VR-2	61,98	14,46	7,57	0,11	1,40	4,93	0,74	0,43	8,78	100,40
VR-3	58,09	16,60	6,15	0,00	0,65	8,57	1,00	0,24	8,72	100,02
VR-4	57,71	15,53	7,70	0,12	0,93	7,85	1,71	0,36	8,50	100,41
VR-5	58,44	15,15	8,79	0,11	1,02	7,02	0,91	0,29	8,16	99,89
R-SP	56,40	15,18	10,16	0,42	1,56	7,64	0,35	0,14	8,82	100,67
RM-1	55,16	21,52	6,54	0,00	1,48	5,98	0,39	0,54	9,16	100,77
RM-2	55,62	21,36	5,75	0,00	1,44	6,14	0,45	0,42	9,06	100,24
RM-3	54,51	20,96	5,60	0,13	2,66	5,84	0,70	0,87	9,20	100,47
ML-1	56,91	17,19	6,66	0,23	1,91	7,50	0,86	0,23	8,92	100,41

Tabla 3.4

Valores Medios de Esmectitas  
en las distintas zonas de Alteración

	Sierra de Gata*	Serrata de Nijar**	Zona Sur***	Total	W - P****
SiO <sub>2</sub>	61,06	60,16	58,54	60,35	59,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,91	19,12	18,52	19,52	21,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,16	5,10	3,97	2,78	3,97
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,29	0,28	0,12	0,25
CaO	1,73	0,77	1,48	1,56	1,18
MgO	5,65	5,92	6,01	5,77	3,55
Na <sub>2</sub> O	1,73	1,47	0,87	1,49	0,82
K <sub>2</sub> O	1,00	0,61	0,72	0,89	0,34
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8,11	6,40	8,01	7,89	8,38

\* Reyes, 1977.

\*\* Caballero, 1982.

\*\*\* Esta Memoria.

\*\*\*\* Weaver y Pollard, 1973.

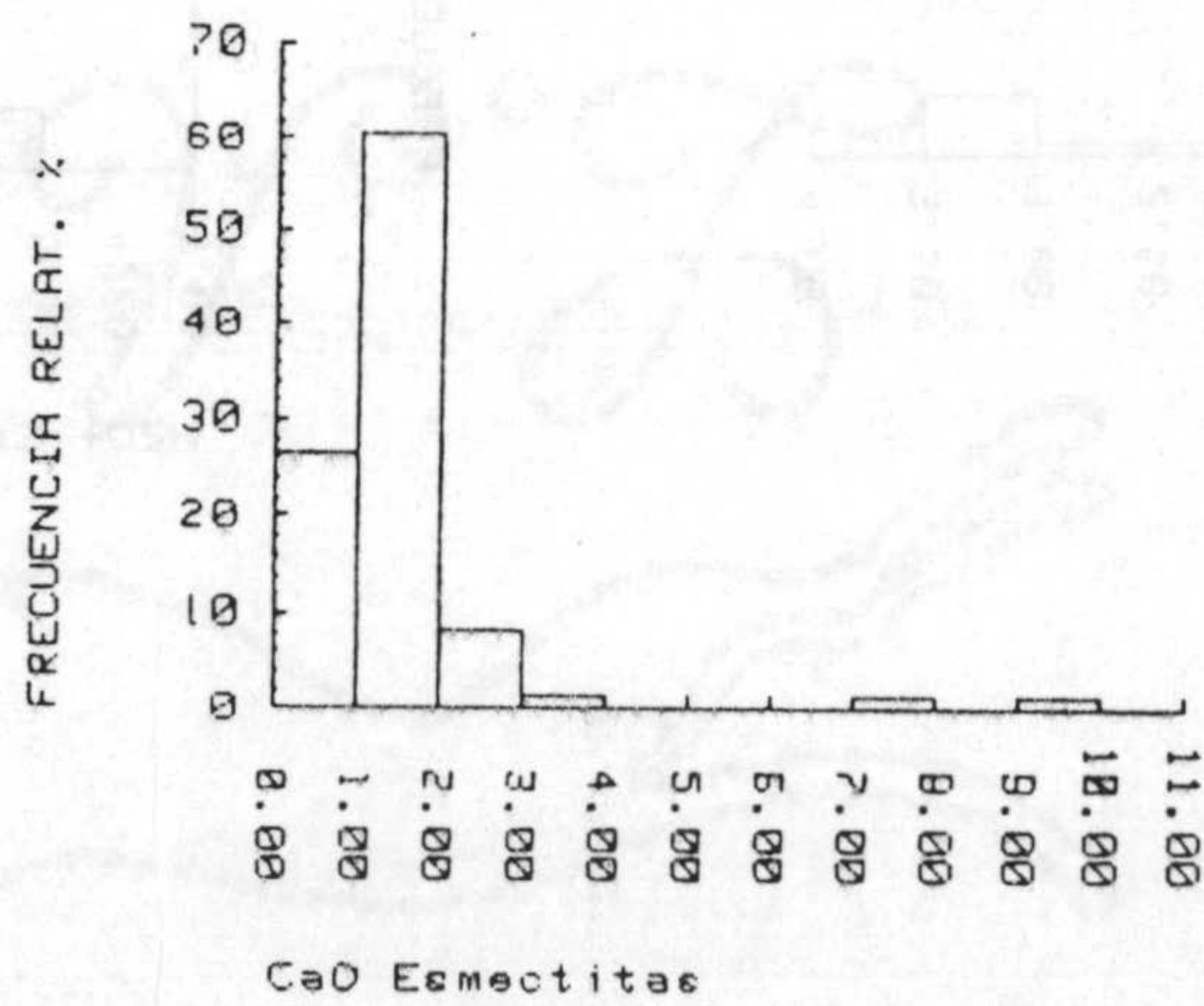
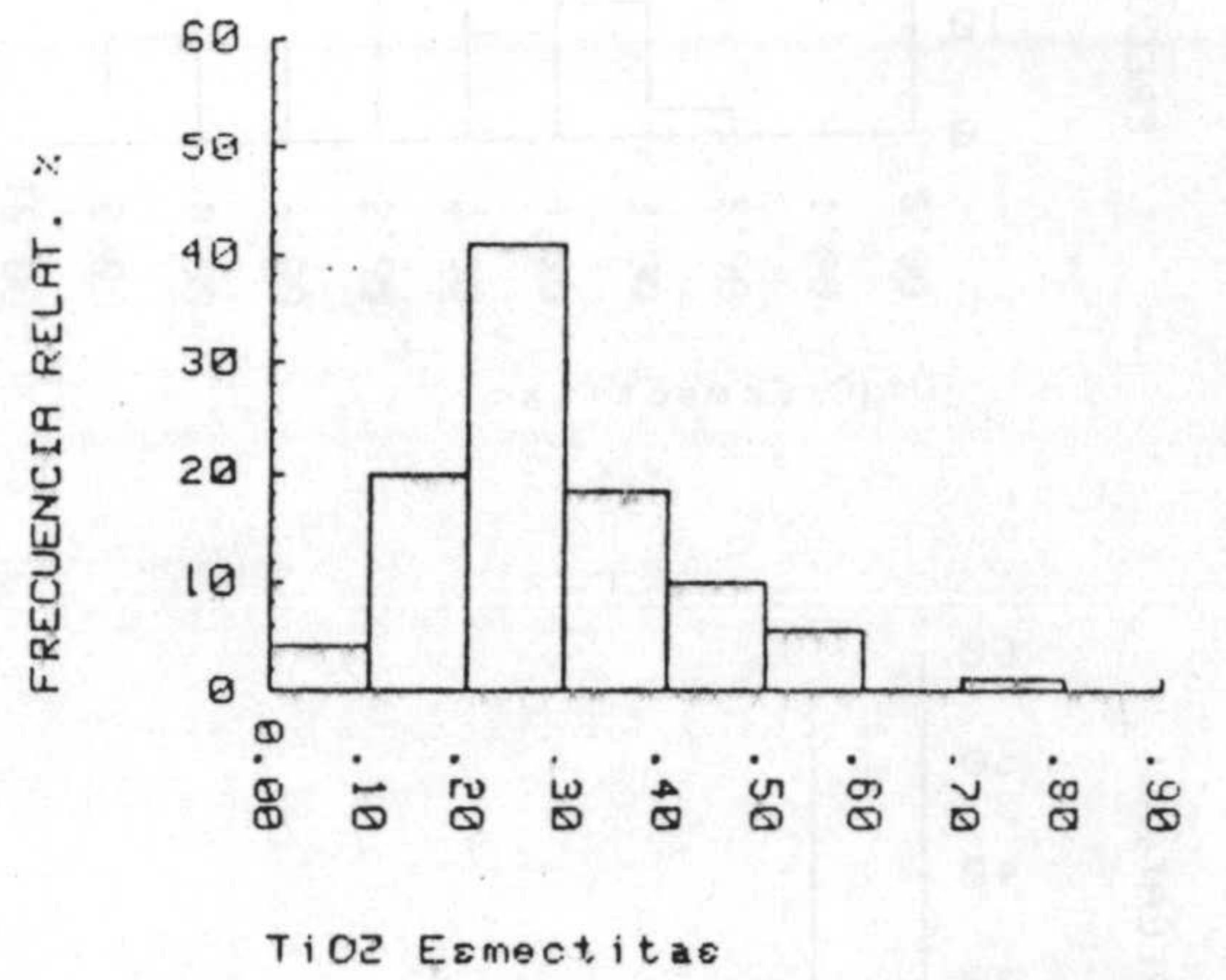
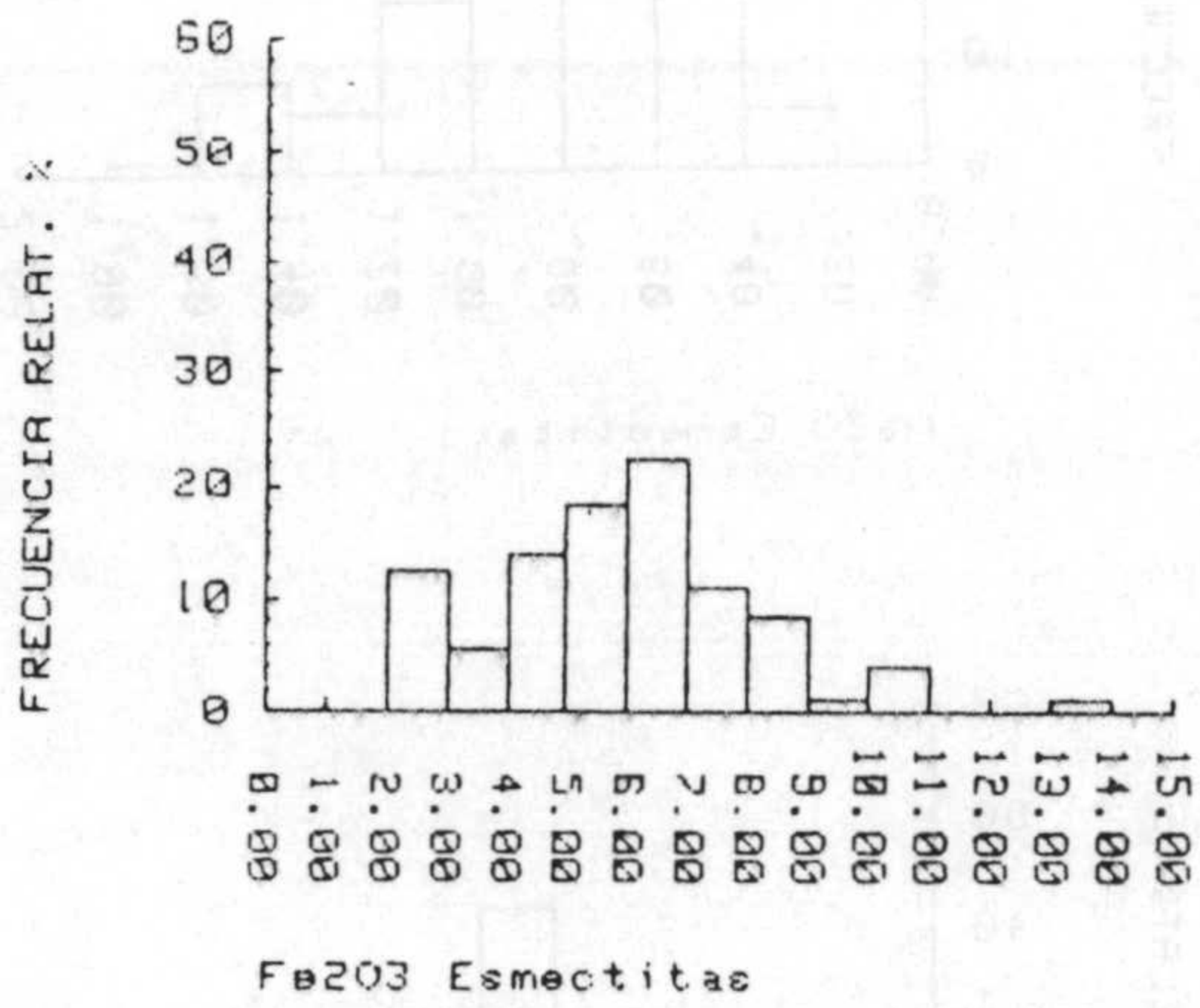
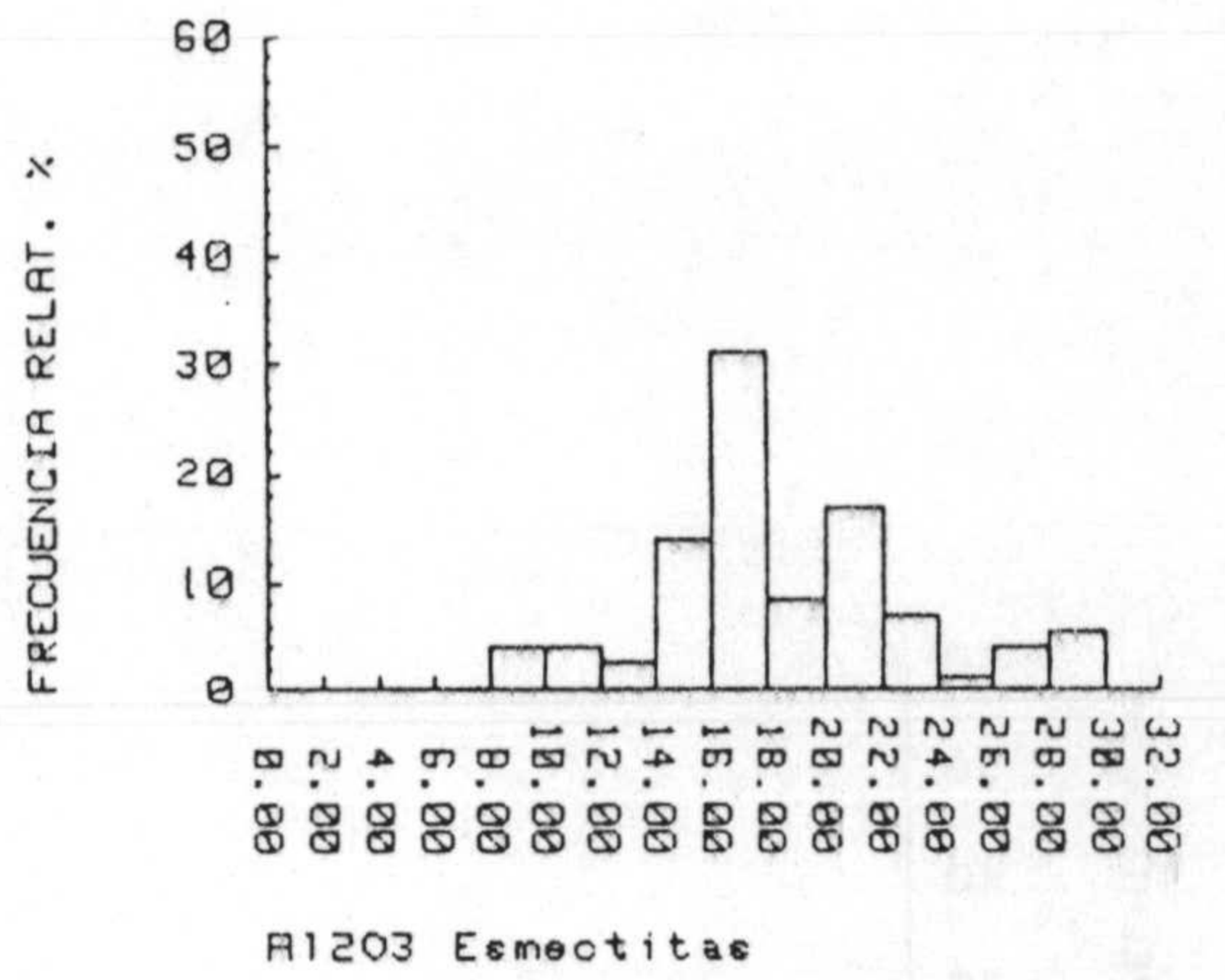
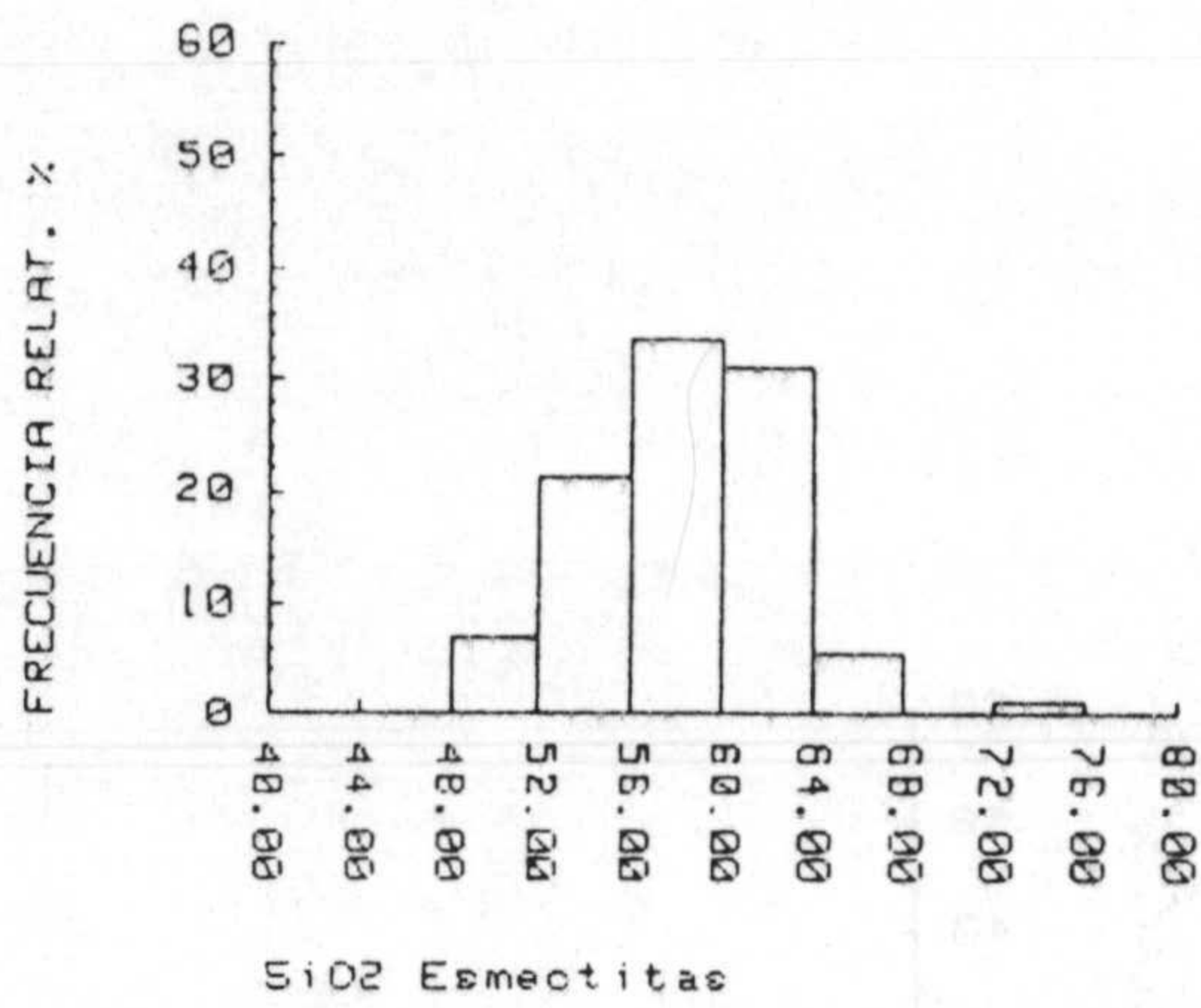


Fig. 3.2.- (Zona Sur de Sierra de Gata).

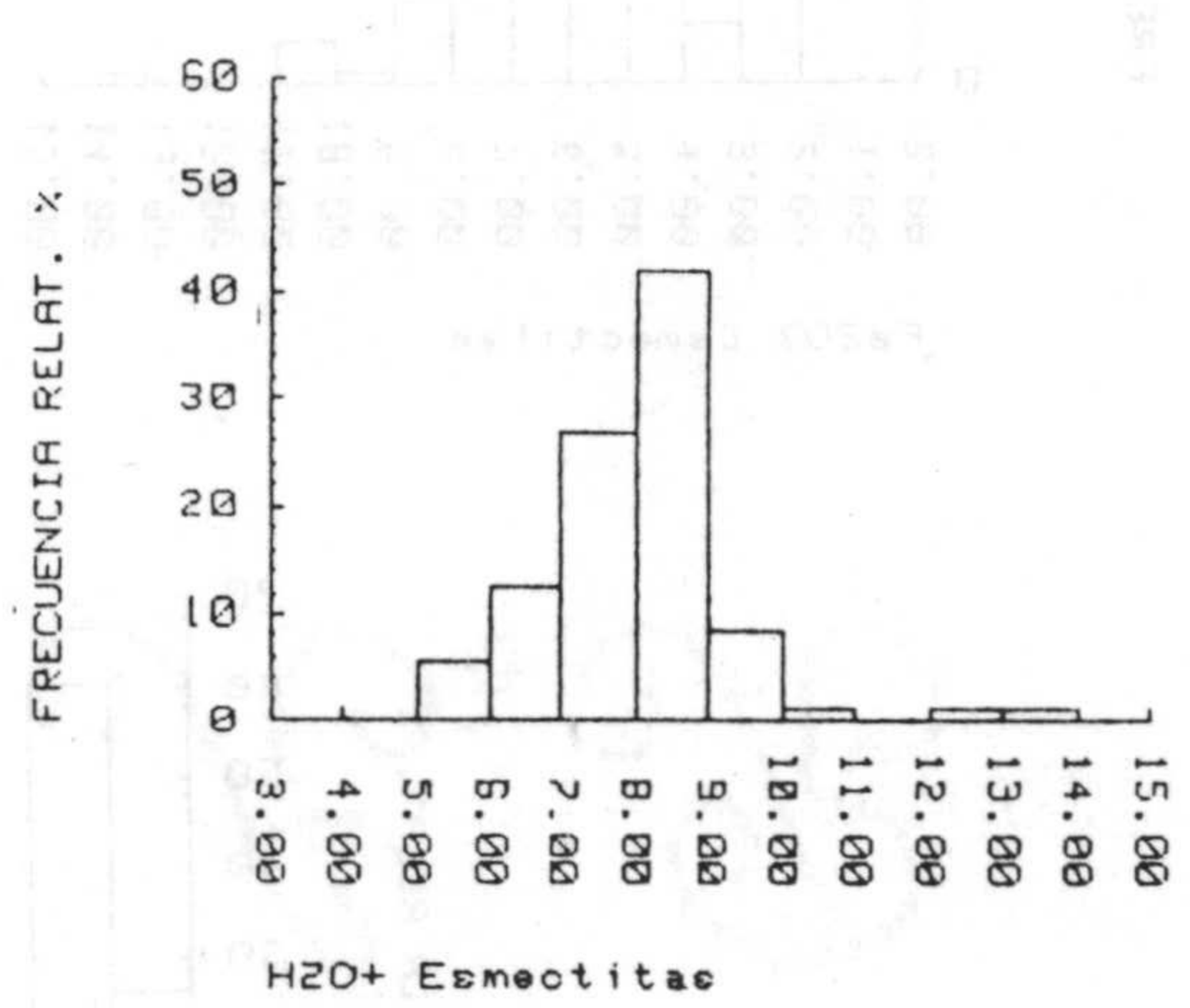
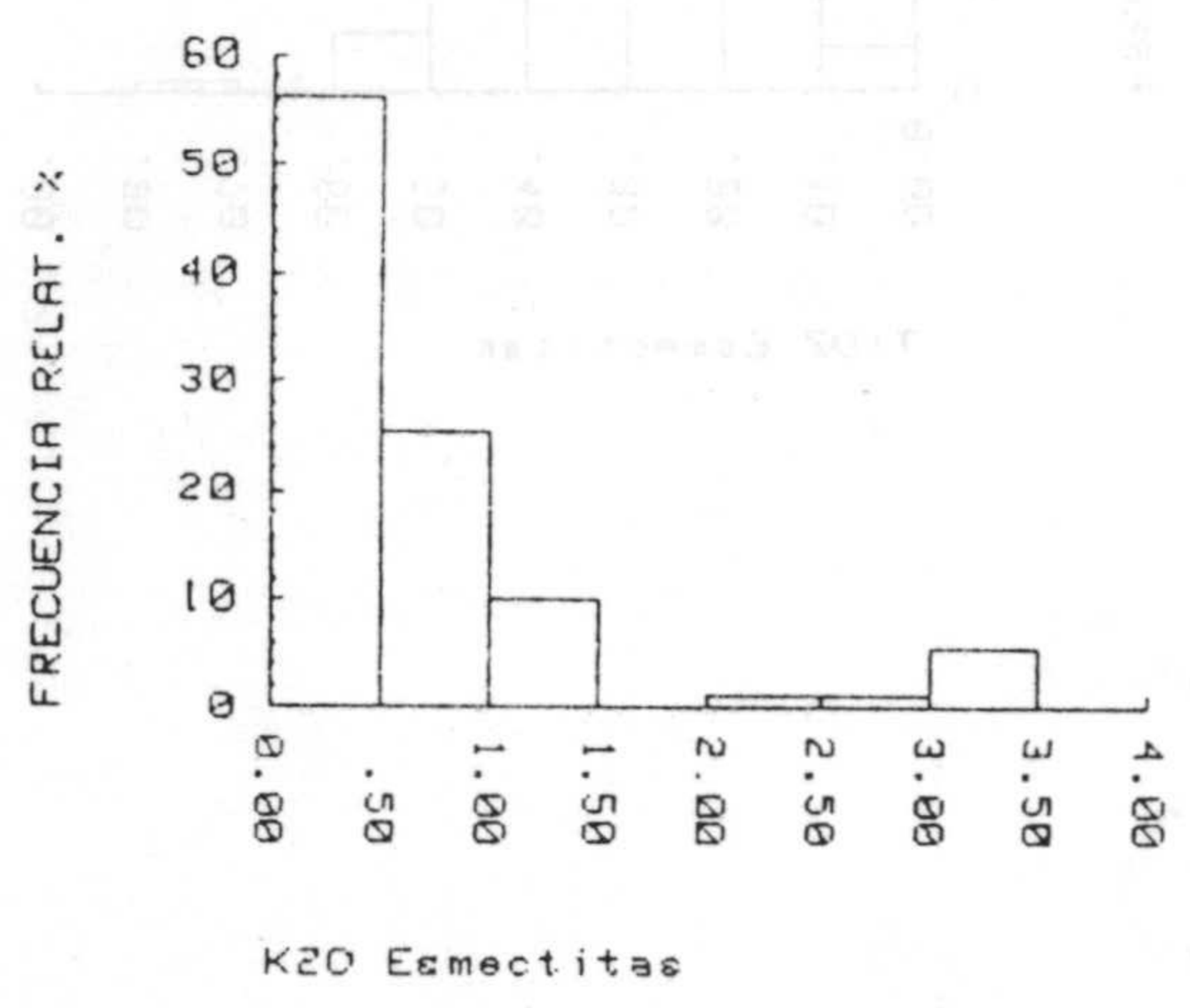
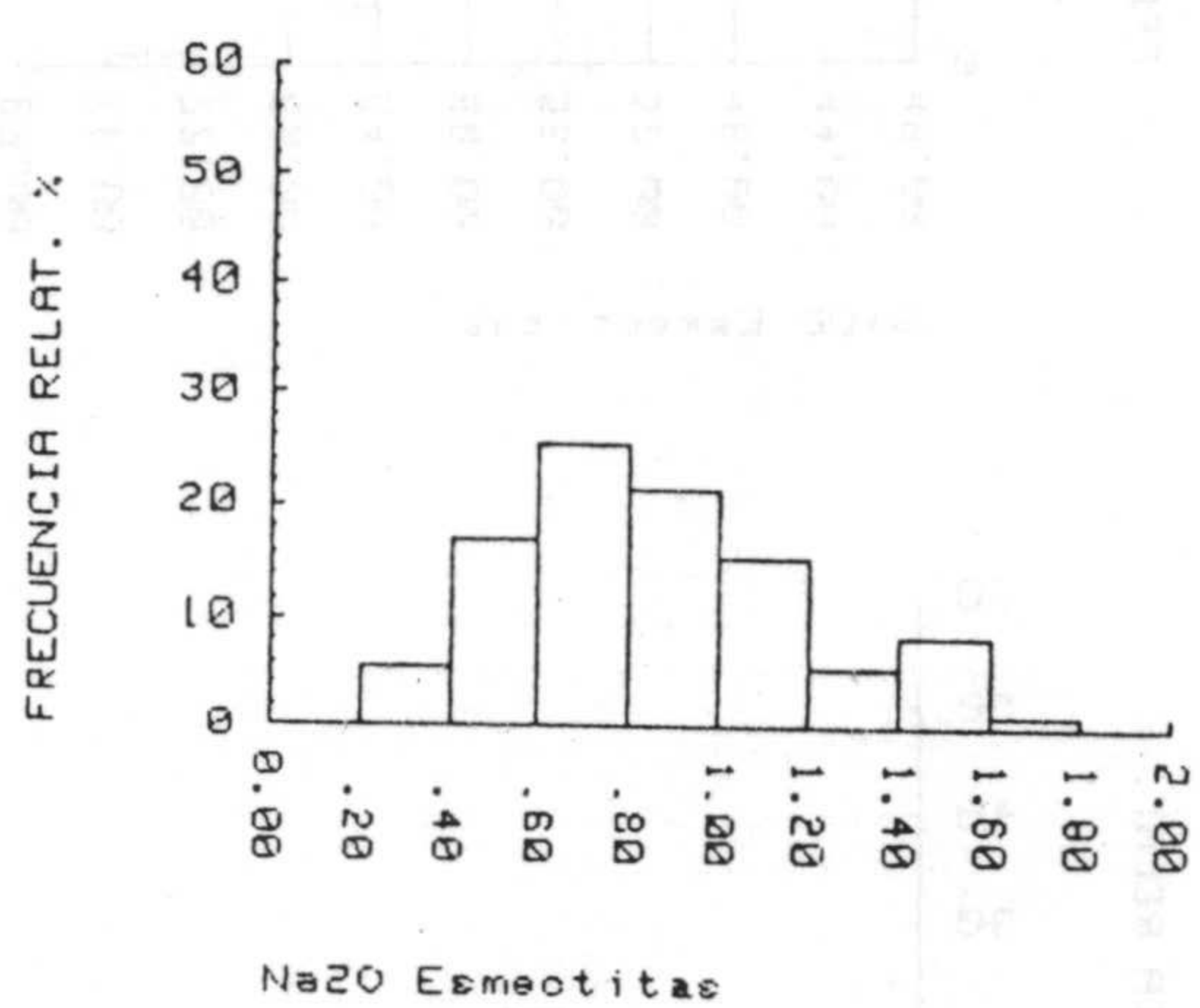
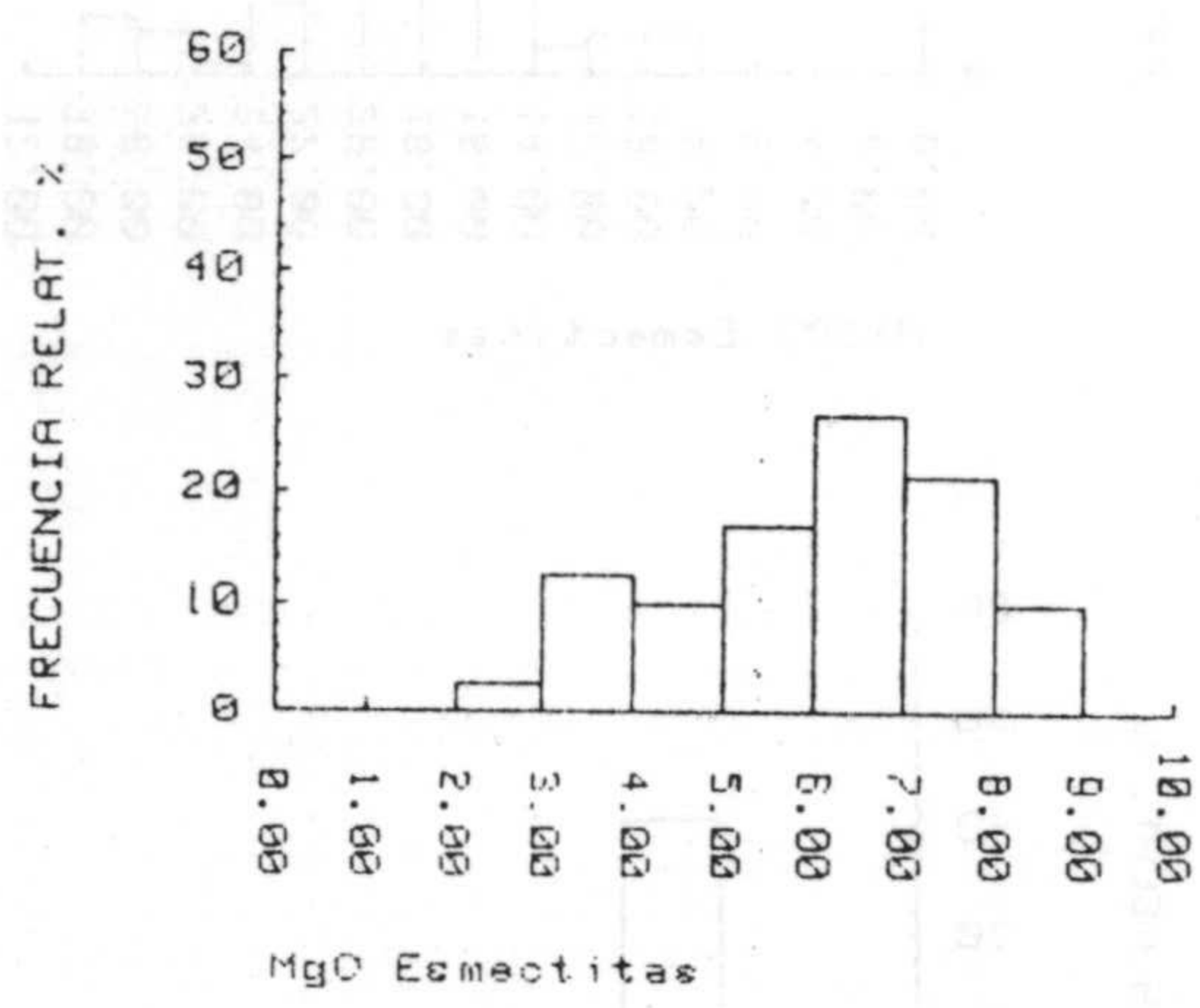


Fig. 3.2 (continuación).



### 3.2.- OTRAS DETERMINACIONES.

#### 3.2.1.- Determinación de Geles.

Los geles de Sílice, determinados según el método descrito anteriormente, se muestran en la tabla 3.5, y en la fig. 3.3 aparecen sus Histogramas de distribución de frecuencias. Como se puede observar, en general, estas esmectitas contienen bajos porcentajes en geles de sílice ya que si bien, en una muestra, correspondiente al afloramiento de los Escullos, alcanza un valor de 11,21%, el 89% de las muestras contienen menos del 3% de sílice amorfa, presentando una moda bien desarrollada entre 0-1%, a la que corresponden más de la mitad de las muestras estudiadas.

Los oxihidróxidos de Hierro han sido determinados según el método de Holmgren (1967). Los valores obtenidos, así como el correspondiente Histograma de distribución de frecuencias, se muestran en la tabla 3.5 y en la fig. 3.3 respectivamente. El 90% de las muestras presentan valores inferiores al 0,75% y la moda, con el 52% de las muestras, presentan valores comprendidos entre 0,25% y 0,50%. Los valores más altos, superiores al 1%, corresponden a zonas donde los procesos de rodalquilarización han dado lugar a la formación de jarosita, destacando en la zona estudiada el afloramiento de la Marranera, en el que se ha detectado dicho mineral.

Asimismo, se han investigado los geles de Aluminio, cuyos porcentajes, de existir, se encuentran por debajo del margen de sensibilidad del procedimiento utilizado, (Parker y Goddard, 1950).

Tabla 3.5

Geles de Sílice y Oxihidróxidos de Hierro

Muestras	% Gel Sílice	% Hierro Libre
E-1	0,84	0,45
E-2	1,74	0,41
E-3	0,87	0,34
E-4	1,80	0,49
MM-1/1	3,20	0,40
MM-1/2	2,67	0,34
MM-1/3	3,32	0,48
MM-1/4	2,51	0,39
MM-1/5	2,32	0,43
MM-2/1	0,86	0,38
MM-2/2	1,20	0,65
MM-2/3	2,83	0,30
MM-2/4	1,09	0,30
MM-2/5	1,75	0,36
MM-2/6	2,31	0,29
MM-2/7	0,85	0,91
MM-2/8	0,94	0,37
MM-3/1	0,76	0,19
MM-3/2	5,54	0,68
LP-1	1,88	0,23
LP-2	1,37	0,17
LPN-1	0,65	0,38

Tabla 3.5 (continuación)

Muestras	% Gel Sílice	% Hierro Libre
LH-1	2,24	0,58
LH-2	1,22	0,03
CG-1	0,56	0,22
CG-2	0,72	0,21
CG-3	0,90	0,32
CM-1	0,43	0,21
CM-2	0,48	0,21
CM-3	0,55	0,41
CM-4	0,67	0,31
C-1	0,50	0,72
C-2	0,50	0,16
C-3	0,57	0,34
C-4	0,77	0,52
EC-1	0,51	0,15
EC-2	0,29	0,14
EC-3	0,30	0,18
EC-4	0,30	0,19
EC-5	0,40	0,32
LC-1	5,37	0,25
LC-2	3,29	0,16
VB-1	1,71	0,29
VB-2	0,61	0,13
LA-1	0,41	0,44

Tabla 3.5 (continuación)

Muestras	% Gel Sílice	% Hierro Libre
IM-1	2,00	0,24
LI-1	1,79	0,41
CAm-1	0,46	0,36
CAm-2	0,51	0,51
CL-1	0,41	0,40
CL-2	0,65	0,37
CE-1	5,66	0,37
CE-2	2,17	0,28
BF-1	5,04	0,35
T-1	2,20	1,03
T-2	2,18	0,57
R-2/M	0,43	1,22
R-2/N	0,43	1,06
LB-1	0,40	0,25
LM-1	1,11	1,72
LM-2	0,10	2,08
VR-2	2,06	0,38
VR-3	0,75	0,38
VR-4	0,84	0,54
VR-5	0,58	0,54
R-SP	0,73	0,68
RM-1	0,49	0,46
RM-2	0,59	0,80
RM-3	0,70	0,36
ML-1	0,79	0,45

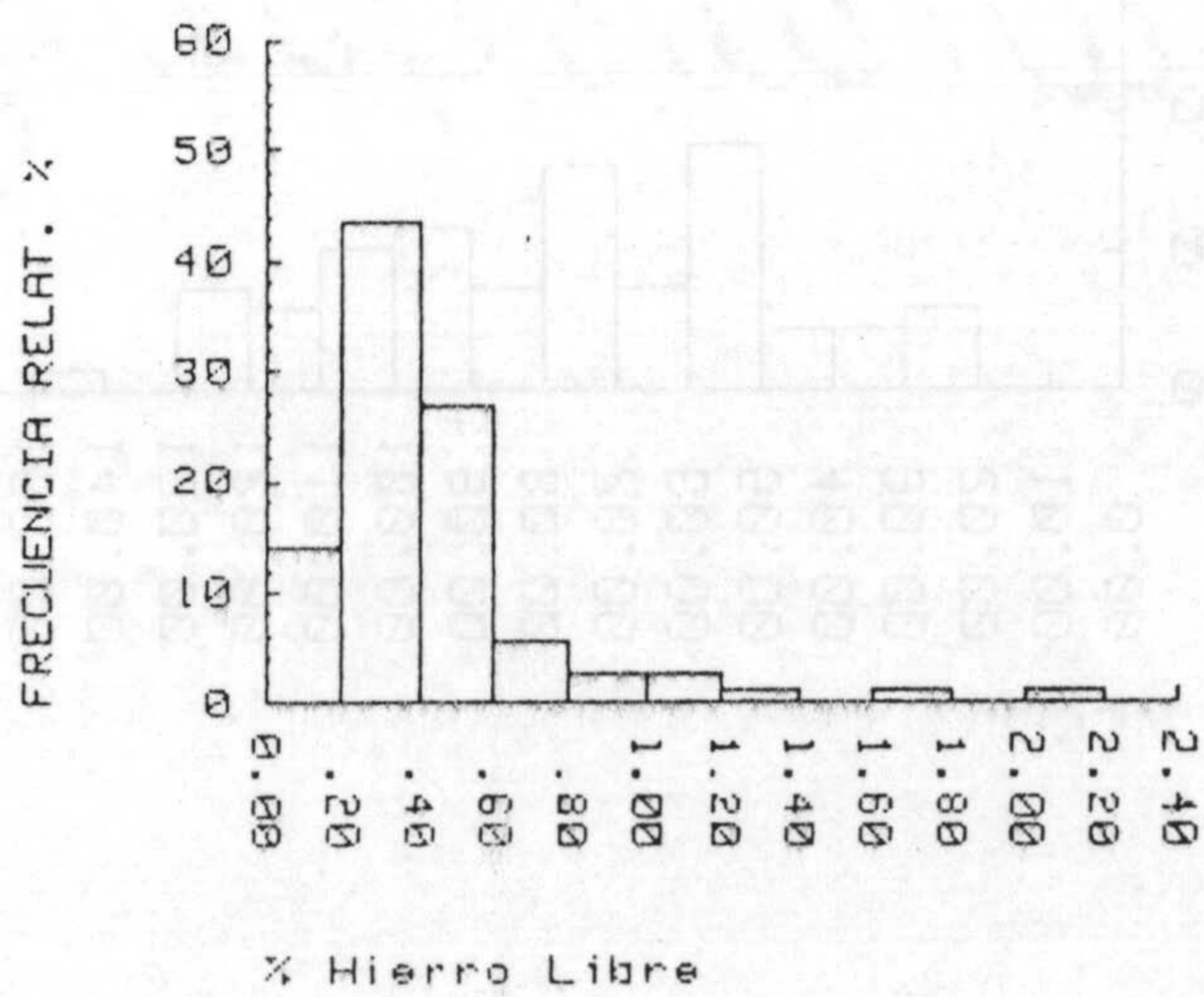
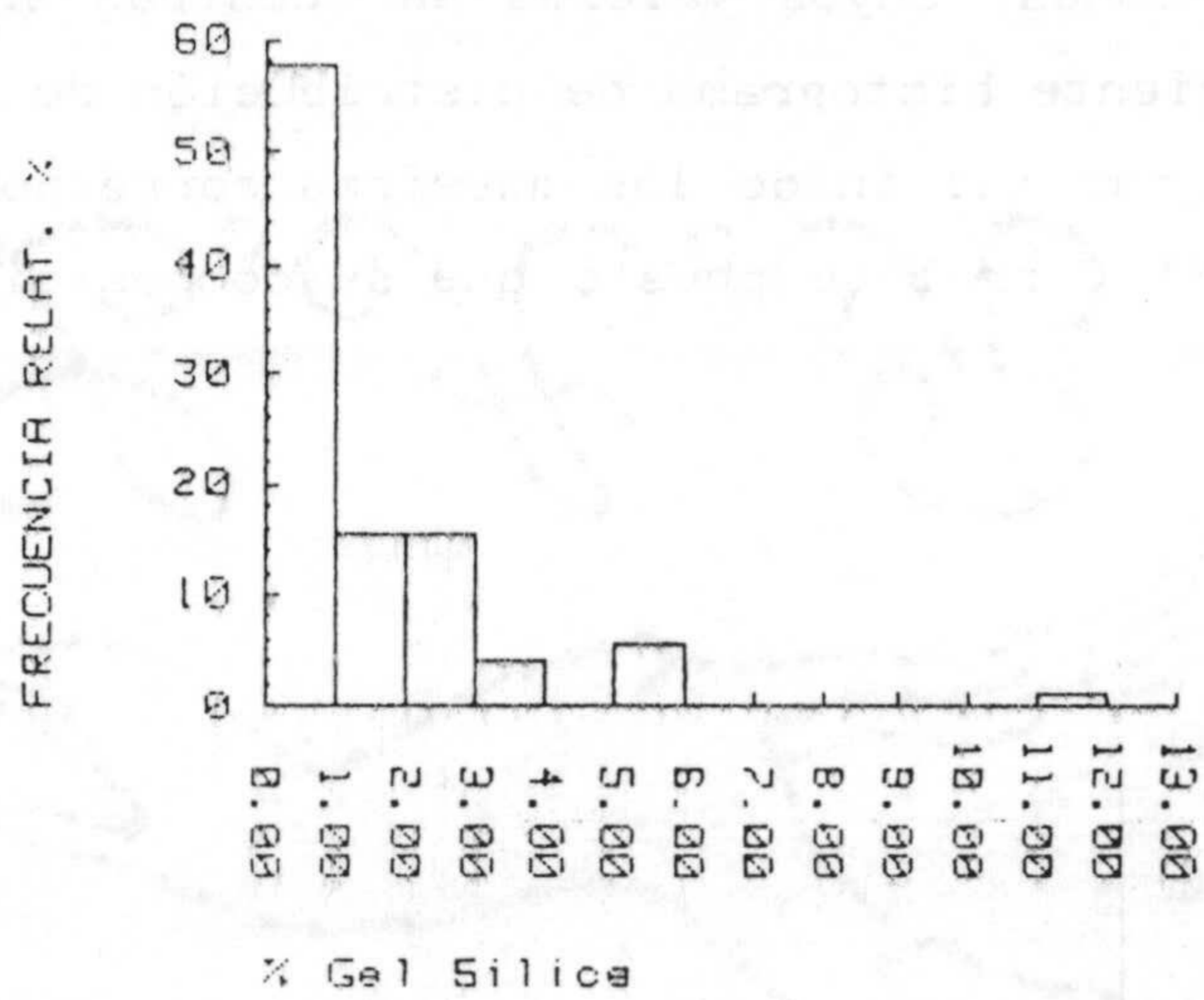


Fig. 3.3.- (Zona Sur de Sierra de Gata).

### 3.2.2.- Capacidad de Cambio de Cationes.

Para el cálculo de las fórmulas estructurales de las esmectitas se han determinado sus respectivas capacidades de cambio de cationes, cuyos valores se muestran en la tabla 3.6, y el correspondiente histograma de distribución de frecuencias en la fig. 3.4. Se han eliminado las muestras correspondientes al afloramiento de El Corralete puesto que su composición no era esmectí tica.

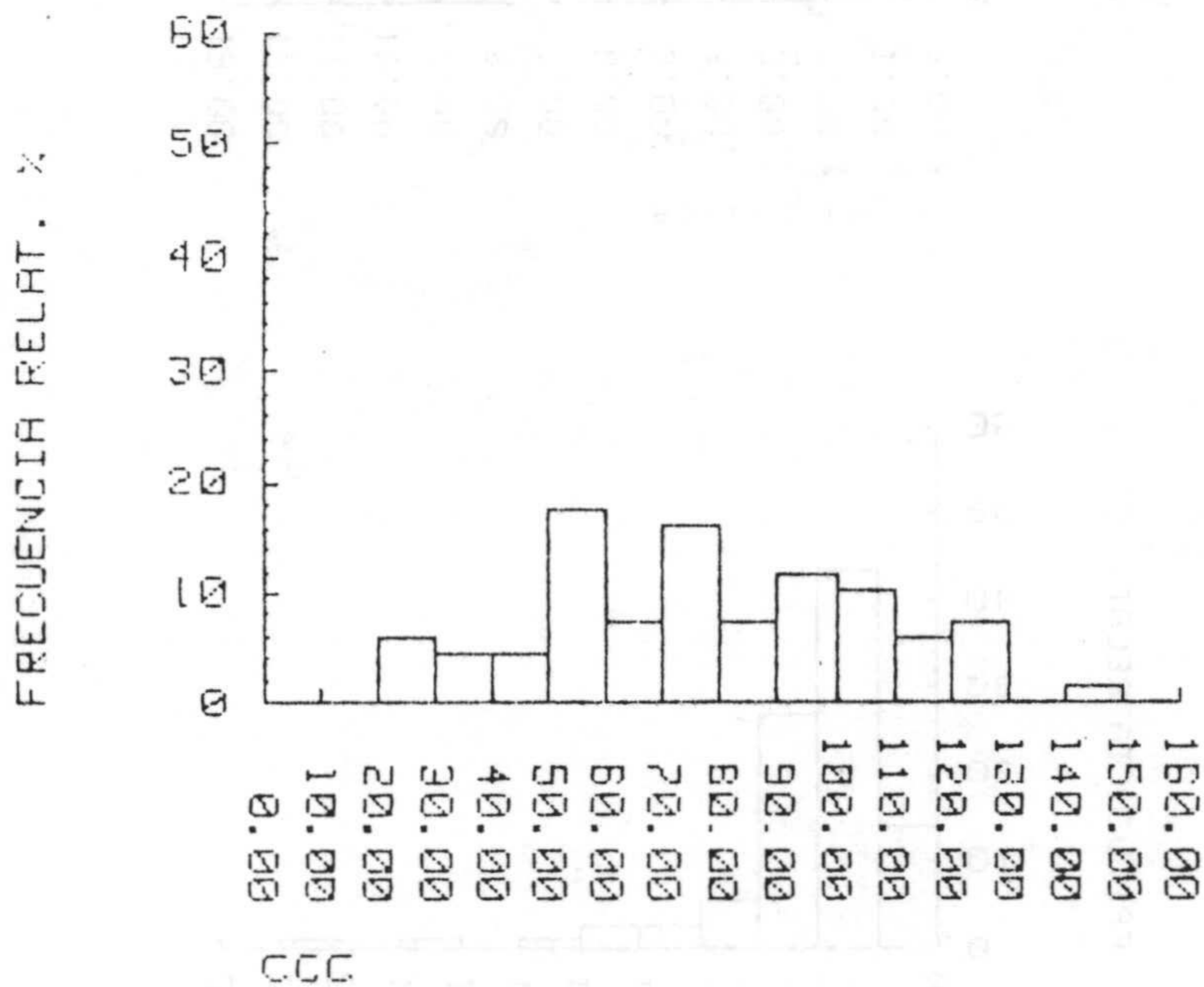


Fig. 3.4.- (Zona Sur de Cabo de Gata).

Como puede observarse, el histograma es polimodal y el margen de variación oscila de 30 a 150 meq/100 g., si bien más del 75% de las muestras presentan una capacidad de cambio comprendida entre 50 y 110 meq/100 g. El valor medio es de 82 meq/100 g., similar al obtenido en la Serrata de Níjar (Caballero, 1982). Es de destacar la zona Norte de Sierra de Gata que presenta los valores de Capacidad de cambio, con un valor medio de 101 meq/100 g. (Reyes, 1977).

A pesar de que para el cálculo de las fórmulas estructurales se necesita también conocer el Mg de cambio, los valores obtenidos para los cationes y aniones extraíbles, así como la discusión de su procedencia, se mostrarán en la tercera parte de esta memoria en el capítulo de Soluciones Hidrotermales.

Tabla 3.6

Capacidad de Cambio de Cationes

Muestra	CCC	Muestra	CCC	Muestra	CCC
E-1	104	CM-1	103	BF-1	50
E-2	125	CM-2	112		
E-3	104	CM-3	119	T-1	58
E-4	85	CM-4	115	T-2	58
E-5	53				
		C-1	80	R-2/M	58
MM-1/1	77	C-2	69	R-2/N	59
MM-1/2	98	C-3	84		
MM-1/3	68	C-4	84	LB-1	59
MM-1/4	99				
MM-1/5	73	EC-1	26	LM-1	48
		EC-2	22	LM-2	42
MM-2/1	99	EC-3	30		
MM-2/2	103	EC-4	23	VR-2	30
MM-2/3	38	EC-5	23	VR-3	60
MM-2/4	122			VR-4	53
MM-2/5	73	LC-1	64	VR-5	51
MM-2/6	90	LC-2	50		
MM-2/7	52			RSP	78
MM-2/8	118	VB-1	144		
		VB-2	107	RM-1	77
				RM-2	73
MM-3/1	97	LA-1	77	RM-3	105
MM-3/2	62				
		IM-1	121	ML-1	57
LP-1	99	LI-1	85		
LP-2	100				
LPN-1	75	CAm-1	73		
		CAm-2	77		
LH-1	40				
LH-2	122	CL-1	95		
		CL-2	129		
CG-1	96				
CG-2	97	CE-1	61		
CG-3	73	CE-2	71		



### 3.3.- COMPOSICION MINERALOGICA DE BENTONITAS Y ESMECTITAS

#### 3.3.1.- Composición Mineralógica de las Bentonitas.

Los análisis mineralógicos, por Difracción de Rayos X, de las bentonitas de la Zona Sur de la región de Cabo de Gata se encuentran en la tabla 3.7.

Del conjunto de las muestras estudiadas, el mineral claramente mayoritario es una esmectita, a excepción de dos muestras: una de ellas perteneciente al yacimiento de Morrón de Mateo (MM-1/3), en el que predomina la plagioclasa (50%), y otra del yacimiento de los Escullos (E-5), con un 42% de Tridimita. Asimismo, habría que destacar los afloramientos de El Corralete (EC) y La Capitana (LC) en los que, aún siendo mayoritaria la esmectita, presenta elevados porcentajes de cuarzo y mica respectivamente.

Además de la esmectita aparecen, como minerales neoformados, jarosita, zeolita y tridimita.

La jarosita es uno de los minerales característicos de los procesos de rodalquilarización, provocados por soluciones hidrotermales claramente ácidas. Sin embargo, en ocasiones, aparece junto con esmectita. Este es el caso del afloramiento de La Marranera. Asimismo, se ha citado en las zonas de Rodalquilar y El Toril (Augustin, 1973, Puy, 1973), aunque las bentonitas muestreadas en estas áreas no contienen este mineral.

La tridimita, aunque no muy generalizada en la zona, aparece en cantidades relativamente importante en algunas de las zonas

en estudio. Como ya indica Wilson et al. (1974), esta variedad de sílice que aparece a bajas temperaturas se trata de  $\alpha$ -tridimita desordenada.

La zeolita aparece en más del 50% de las muestras estudiadas, tratándose en la mayoría de los casos de mordenita; solo en 2 afloramientos (E y RM) aparece como filipsita.

La presencia de mordenita, cuyo intervalo superior de estabilidad está comprendido entre 55-59° C (Iijima y Utada, 1971), establece un límite máximo de temperatura para la formación de las bentonitas en las que aparece.

La filipsita puede generarse por alteración de vidrios y cenizas volcánicas, tanto ácidas como básicas, en sedimentos recientes de mares someros (Sand y Mumpton, 1976; Hay, 1964). Por tanto la presencia de esta zeolita podría confirmar la presencia marina de estas bentonitas. De hecho, la zona de Rambla Mendez y en especial la de los Escullos, presentan las características de una pequeña cuenca ocupada por un mar semicerrado muy somero. Los materiales acumulados en esta cuenca serían fundamentalmente depósitos detríticos procedentes de las áreas periféricas emergidas, junto con cenizas volcánicas depositadas directamente durante las fases explosivas del volcanismo de la región. Todo ello originaría unas condiciones de pH y temperatura idóneas para los procesos de bentonitización y zeolitización de estos materiales.

Como minerales heredados de la roca original aparecen por orden de abundancia: cuarzo, plagioclasa, feldespatos potásico (sanidina), anfíbol (hornblenda y cummingtonita) y mica.

Si bien en determinadas zonas de la región de Cabo de Gata parece haber evidencias de la existencia de feldespatos potá-

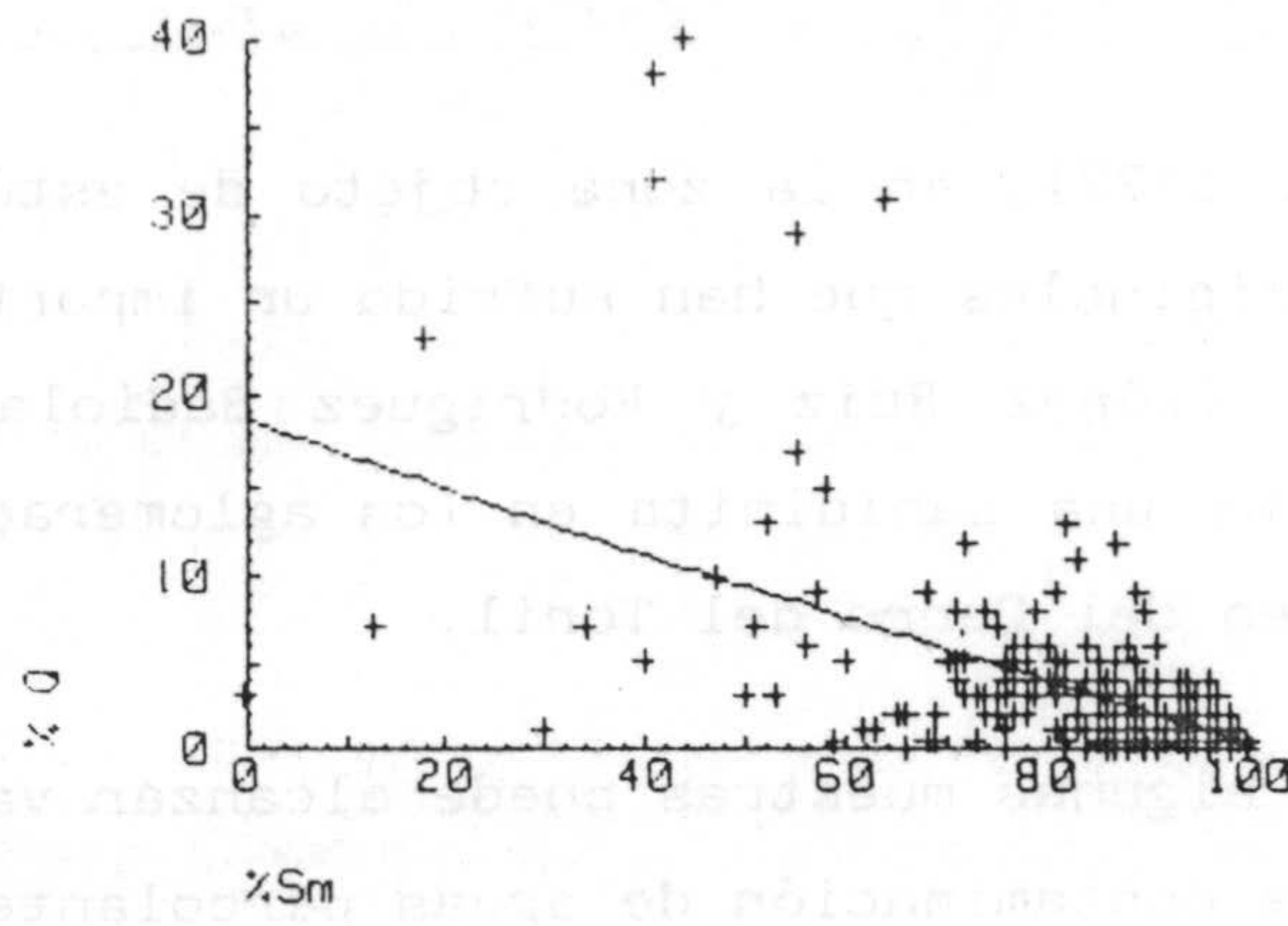
sico neoformado (Reyes, 1977), en la zona objeto de estudio debe proceder de las rocas originales que han sufrido un importante proceso de potasificación (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980). Augustin, (1973) describe una sanidinita en los aglomerados dacíticos de las proximidades del Cerro del Toril.

La calcita, que en algunas muestras puede alcanzar valores importantes, procede de la contaminación de aguas percolantes a través de niveles sedimentarios calcáreos, muy próximos o suprayacentes a los afloramientos de bentonita.

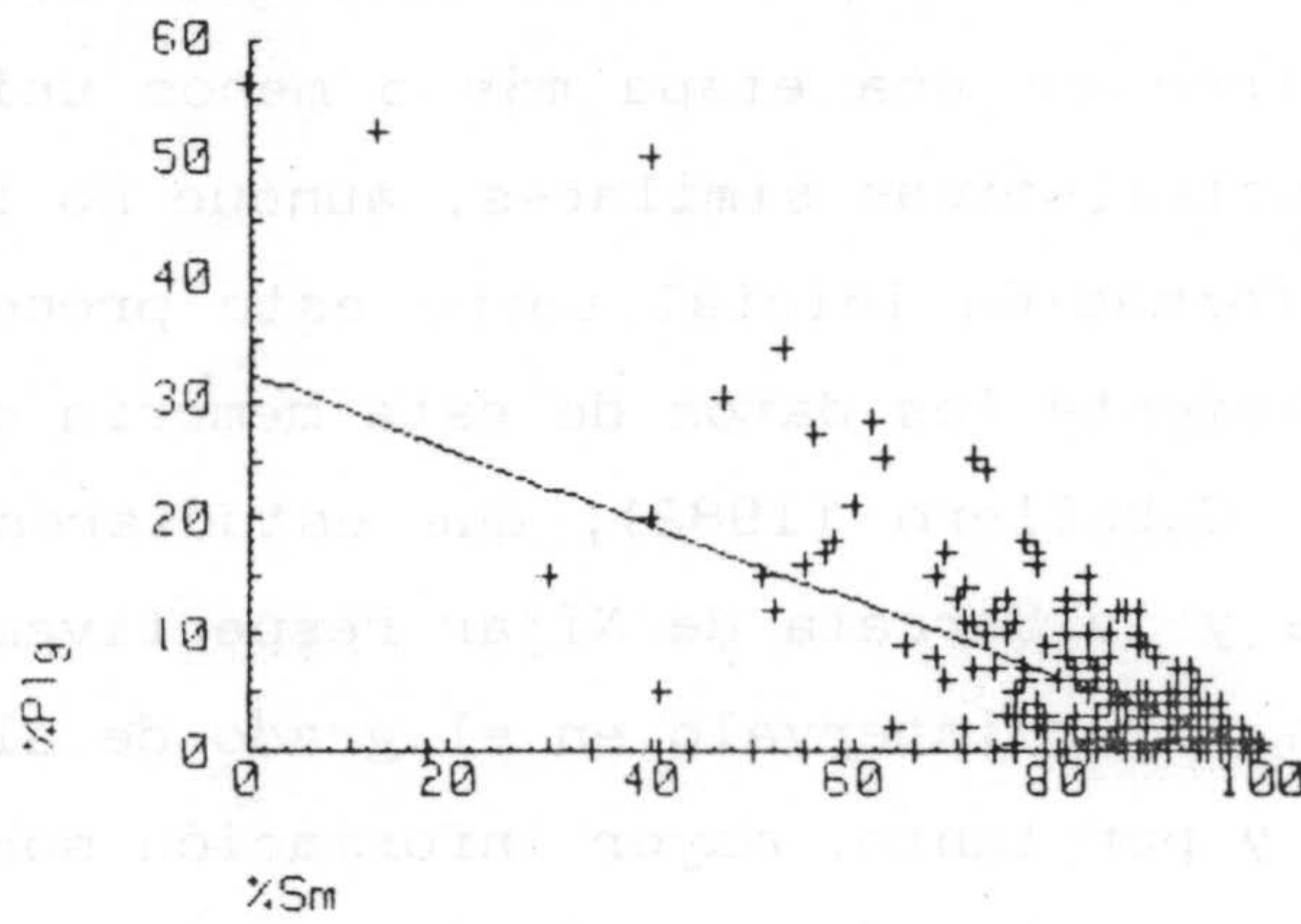
El proceso de bentonitización, en toda la región del Cabo de Gata, ha debido producirse en una etapa más o menos uniforme, y por tanto, con unas características similares, aunque no idénticas. Para obtener alguna información inicial sobre este proceso se ha preferido tratar conjuntamente los datos de esta memoria con aquellos de Reyes (1977) y Caballero (1982), que estudiaron la zona Norte de Sierra de Gata y la Serrata de Níjar respectivamente. De esta manera se tiene un mayor intervalo en el grado de alteración de las rocas estudiadas y por tanto, mayor información sobre estos procesos. Para ello se han realizado correlaciones múltiples y simples entre el grado de alteración, expresado como % de esmectita, y los minerales heredados que han dado lugar a la formación de esmectita.

Existen correlaciones altamente significativas entre el % de esmectita y los porcentajes de cuarzo, plagioclasa y anfíboles heredados de la roca original. Las correlaciones lineales entre ellos dan siempre un coeficiente de significación superior al 1% (fig. 3.5). Al establecer la correlación múltiple entre estos minerales obtenemos los siguientes resultados:

A	B	TB	r	N
18.6817	-.1824	-11.439	-.560	289



A	B	TB	r	N
32.3325	-.3220	-14.894	-.660	289



A	B	TB	r	N
6.7826	-.0680	-8.721	-.458	289

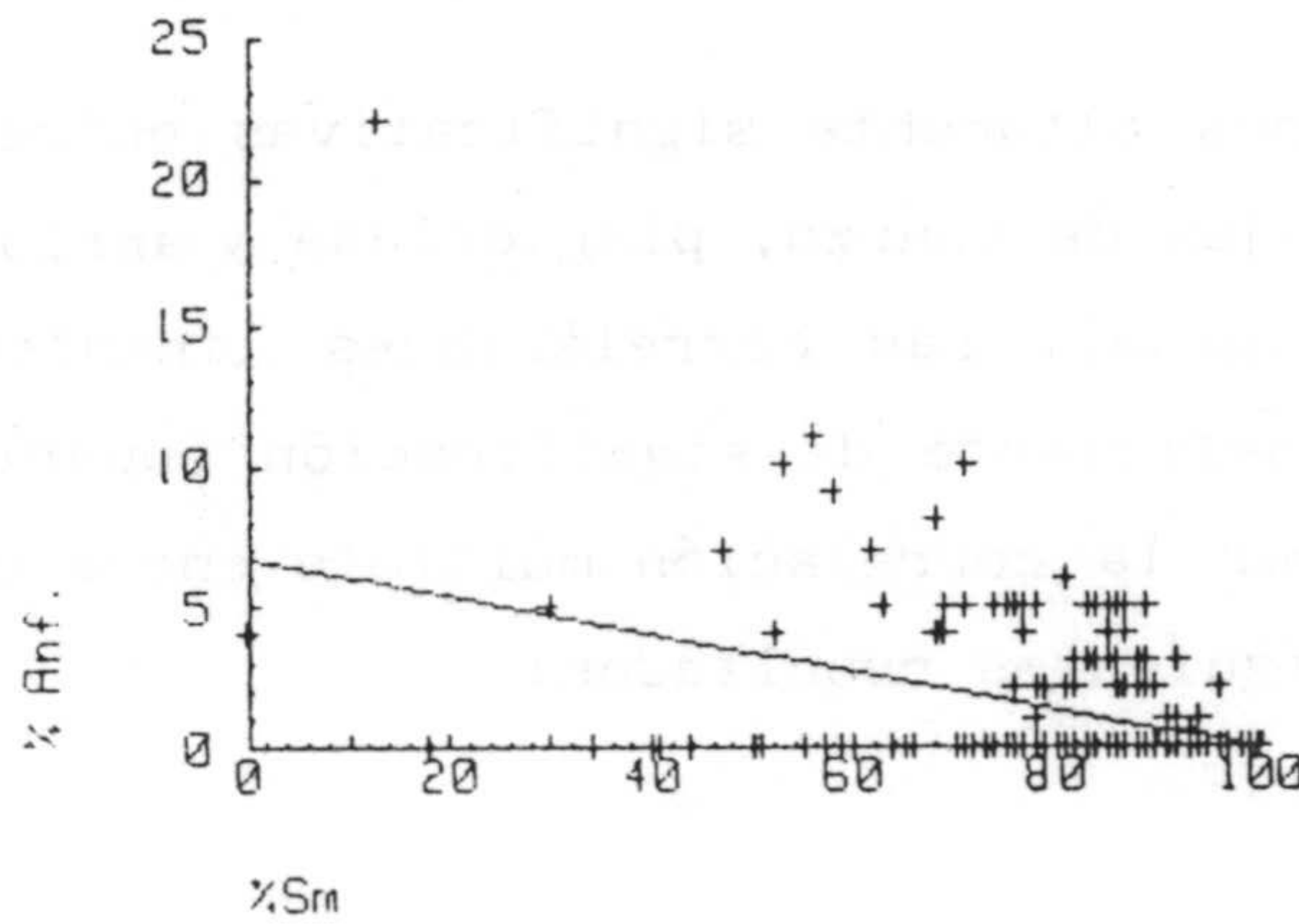


Fig. 3.5.- Regresiones lineales, realizadas para la totalidad de las muestras estudiadas.

GRAD. LIB. 285

DATOS UTILES 289

y = % Sm

REF.	BETA	B	TB	r	STR	CR <sup>2</sup>
0		96,4372	4,467			
% Plag.	-0,5406	-1,1084	29,572	-0,660	-0,792	0,3569
% Q	-0,4881	-1,4976	22,162	-0,560	-0,671	0,2731
% Anf.	-0,1422	-0,9572	8,319	-0,458	-0,549	0,0651

Coefc. de correl. mult. = 0,834 R cuad. = 0,695

La ecuación de regresión sería por tanto:

$$\% \text{ Sm} = 96,44 - 1,11\% \text{ Plag.} - 1,50\% \text{ Q} - 0,96\% \text{ Anf.}$$

Por tanto, la alteración de plagioclasa, cuarzo y anfíbol nos justificarían el 35,7%, 27,3% y 6,50%, respectivamente, de la esmectita neoformada. Evidentemente, plagioclasa y anfíbol son minerales que se hidrolizan con bastante facilidad; sin embargo, como se deduce de los datos anteriores, también el cuarzo debe hidrolizarse. En la fig. 3.6 (Krauskopf, 1967) se observa la solubilidad de la  $\text{SiO}_2$  en función de la temperatura, en ella se han señalado las temperaturas de bentonitización más probables en el Cabo de Gata (Leone et al. 1980). A este intervalo de temperaturas corresponde un intervalo de solubilidad de la sílice comprendido entre 16 y 31,7 ppm. Teniendo en cuenta los grandes volúmenes de agua que intervienen en estos procesos (Helgeson, 1970 y Reyes, 1977), queda justificada la hidrólisis del cuarzo.

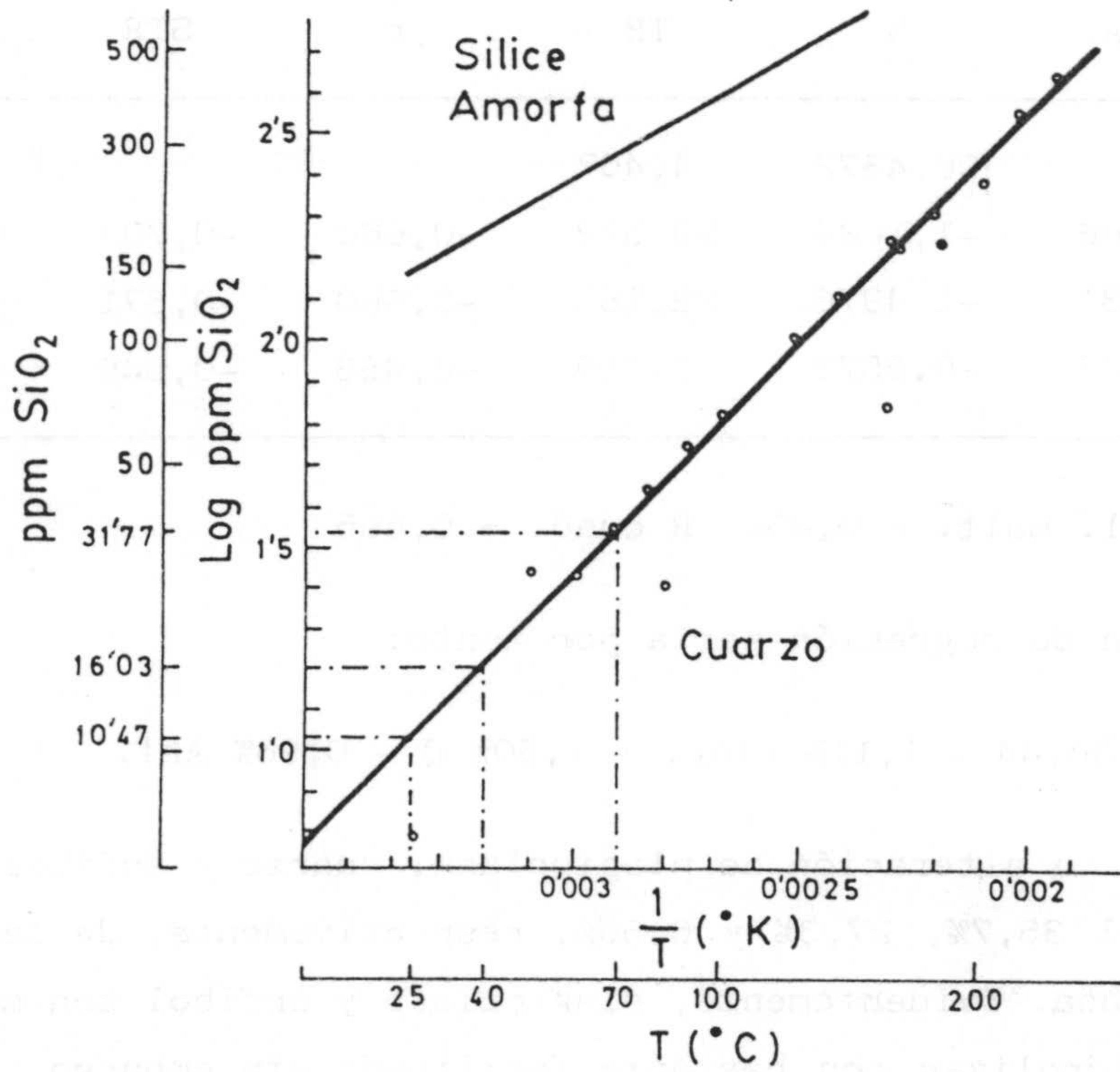


Fig. 3.6.- Solubilidad del cuarzo en función de la temperatura (Krauskopf, 1967).

Tabla 3.7

Composición Mineralógica de las Bentonitas

Muestra	Filos.	Plg.	Q.	Mord.	Filip.	Anf.	Try.	M.	Cal.	F.K.
E-1	97	2	T	1	-	-	-	-	-	-
E-2	83	10	1	6	-	-	-	-	-	-
E-3	85	8	1	3	3	-	-	-	-	-
E-4	86	5	1	3	-	-	-	-	-	5
E-5	30	15	1	7	-	5	42	-	-	-
RM-1	81	-	5	-	-	6	-	-	8	-
RM-2	83	-	2	-	-	3	-	-	12	-
RM-3	85	6	3	-	4	5	-	-	7	-
MM-1/1	60	21	5	7	-	-	-	4	3	-
MM-1/2	76	11	4	8	-	-	-	4	3	-
MM-1/3	40	50	5	5	-	-	-	-	-	-
MM-1/4	70	13	5	9	-	-	3	-	-	-
MM-1/5	72	11	5	6	-	-	-	-	6	-
MM-2/1	81	13	1	5	-	-	-	-	-	-
MM-2/2	82	7	-	8	-	-	-	-	3	-
MM-2/3	47	30	10	-	-	7	-	-	6	-
MM-2/4	83	8	1	8	-	-	-	-	-	-
MM-2/5	81	8	3	-	-	-	8	-	-	-
MM-2/6	85	4	2	1	-	-	8	-	-	-
MM-2/7	78	17	5	-	-	-	-	-	-	-
MM-2/8	81	14	5	7	-	-	-	-	3	-
MM-3/1	83	5	1	2	-	-	-	-	9	-
MM-3/2	65	9	2	2	-	-	22	-	-	-

Tabla 3.7 (continuación)

Muestra	Filos.	Plg.	Q.	Mord.	Anf.	Try.	Jaros.	Cal.	F.K.
LP-1	99	1	T	-	-	-	-	-	-
LP-2	99	-	1	-	-	-	-	-	-
LPN-1	62	18	1	-	7	-	-	2	-
LH-1	75	13	7	-	5	-	-	-	-
LH-2	94	6	T	-	-	-	-	-	-
CAm-1	88	-	6	-	-	-	-	2	4
CAm-2	83	13	2	2	-	-	-	-	-
CL-1	78	4	6	5	2	-	-	1	4
CL-2	74	7	3	8	-	-	-	4	4
CE-1	81	12	3	-	2	-	-	2	-
CE-2	78	16	2	-	1	-	-	3	-
BF-1	74	12	2	-	5	2	-	5	-
T-1	79	-	8	3	-	-	-	-	10
T-2	80	-	6	5	-	-	-	-	9
R-2/M	90	-	8	-	-	-	-	-	2
R-2/N	89	-	9	-	-	-	-	-	2
LB-1	74	-	8	5	-	-	-	2	11
LM-1	83	-	11	-	-	-	6	-	-
LM-2	87	-	12	-	-	-	1	-	-
R-SP	90	8	-	-	2	-	-	-	-
LA-1	75	3	2	2	2	-	15	-	3



Tabla 3.7 (continuación)

Muestra	Filos.	Plg	Q	Mord	Anf	Try	M	Cal	F.K.	Yeso
VB-1	50	-	3	9	-	17	3	1	13	4
VB-2	97	-	3	-	-	-	-	1	-	-
VR-2	58	18	15	-	9	-	-	-	-	-
VR-3	56	27	6	-	11	-	-	-	-	-
VR-4	71	11	8	-	10	-	-	-	-	-
VR-5	53	34	3	3	10	-	-	-	-	-
CG-1	63	25	1	6	5	-	-	-	-	-
CG-2	93	5	T	-	-	-	2	-	-	-
CG-3	82	6	1	4	-	-	-	-	7	-
CM-1	92	2	T	-	3	-	2	1	-	-
CM-2	88	3	1	-	2	-	-	6	-	-
CM-3	91	2	-	T	-	-	-	5	-	-
CM-4	97	1	2	-	-	-	-	-	-	-
C-1	84	6	6	4	-	-	-	-	-	-
C-2	77	3	2	-	-	-	-	18	-	-
C-3	89	3	5	3	-	-	-	-	-	-
C-4	85	10	T	-	3	-	-	2	-	-
EC-1	44	-	40	2	-	-	-	4	10	-
EC-2	41	5	38	6	-	-	-	5	5	-
EC-3	64	2	31	-	-	-	-	-	3	-
EC-4	55	-	29	4	-	-	-	2	10	-
EC-5	41	-	32	8	-	-	-	5	14	-
LC-1	68	8	T	2	4	3	15	-	-	-
LC-2	40	20	5	12	-	-	23	-	-	-
IM-1	84	7	-	6	-	-	-	-	3	-
LI-1	66	-	2	4	-	17	-	5	6	-
ML-1	69	17	2	-	4	-	-	8	-	-





### 3.3.2.- Composición Mineralógica de la Fracción Fina.

A partir de los diagramas de polvo de la fracción menor de dos micras, se ha obtenido su composición mineralógica. Para el estudio de los filosilicatos se han realizado también los diagramas de Agregados Orientados solvatados con etilenglicol. Con el conjunto de estos datos se ha construido la tabla 3.8, en la que se muestra la composición global de la fracción fina de las bentonitas estudiadas.

Se observa la presencia de minerales no esmectíticos tales como: tridimita, plagioclasa, cuarzo, zeolita y feldespato potásico. Trás la realización de purificaciones sucesivas, se obtuvieron los diagramas de Difracción de Rayos X de Agregados Orientados solvatados con etilenglicol. En la tabla 3.8 puede observarse que la esmectita es el mineral claramente mayoritario, seguido de la illita que aparece en más del 40% de las muestras, si bien en general con porcentajes mucho más reducidos, salvo en las muestras de El Corralete que están formadas exclusivamente por illita e interestratificados illita-montmorillonita. Estos interestratificados aparecen también en muestras aisladas (ver tabla 3.8). Siguen en orden de abundancia: zeolitas y tridimitas sin alcanzar en ningún caso valores superiores al 22%.

El cuarzo aparece tan solo, con un porcentaje del 3% en dos muestras correspondientes al primer afloramiento de Morrón de Mateo.

Puesto que la esmectita es el mineral de mayor interés para los objetivos de esta memoria, se han determinado algunos de sus parámetros cristalográficos, tales como el índice de cristalinidad

de Biscaye (1965), el parámetro "b" y el tamaño cristalino. Sus histogramas de distribución de frecuencias se encuentra en la fig. 3.7 y los datos obtenidos en la tabla 3.9.

Los valores del índice de cristalinidad de Biscaye (v/p) presentan un intervalo de variabilidad comprendido entre 0,60 y 0,96, si bien el 45% de las muestras presentan valores mucho más restringidos (0,80 - 0,92), siendo el valor medio de 0,83, muy próximo a los valores medios obtenidos en otras zonas de esta región. Cabría destacar las esmectitas de la zona Norte de Sierra de Gata, que presentan un mayor intervalo de distribución, así como un valor medio un poco más elevado (0,86) (Reyes, 1977). Como puede observarse son, sin embargo, valores relativamente homogéneos y más elevados que los obtenidos por otros autores para esmectitas sedimentarias. Biscaye (1965) y Huertas et al. (1975) encuentran excepcionalmente valores ligeramente superiores a 0,5. Las esmectitas que aparecen en los afloramientos de los Escullos y Rambla Méndez, conteniendo filipsita, presentan valores de v/p (0,68 para E-3 y 0,60 para RM-3) similares a los encontrados por dichos autores para esmectitas de sedimentos marinos. Por tanto, el resto de las esmectitas estudiadas presentan valores de v/p característicos de un origen hidrotermal y por consiguiente de más alta temperatura.

El tamaño cristalino es muy heterogéneo, ya que oscila entre 34 Å y 169 Å, si bien la inmensa mayoría de las muestras no supera los 120 Å. El valor medio, eliminadas las 5 muestras que superan los 120 Å, es de 70 Å, que es coincidente con el valor medio de la zona Norte de Sierra de Gata (69 Å). Cabe destacar, en este caso, una fuerte diferencia con las esmectitas de la Serrata de Níjar, que presentan un intervalo mucho más restringido y un valor

medio más bajo ( $23 \text{ \AA}$ ). De cualquier forma, estos valores son coincidentes con datos bibliográficos. Kahn (1959) ha obtenido valores de tamaño de la montmorillonita comprendidos entre  $146 \text{ \AA}$  y  $18 \text{ \AA}$ , usando técnicas de birrefringencia de flujo, transmisión óptica, ultracentrifugación, viscosimetría y microscopía electrónica.

En el histograma de distribución de frecuencias, correspondiente al parámetro "b", puede observarse que, a excepción de una muestra, el intervalo de variación está comprendido entre 8,97 y 9,06. Hay que señalar la gran homogeneidad en este parámetro, no ya en las esmectitas de la zona objeto de estudio, sino incluso en las de toda la región de Cabo de Gata. Los valores medios son extraordinariamente próximos o iguales, puesto que oscilan entre 8,96 y 9,01. Este hecho podría ser indicativo de una elevada sustitución de hierro (Brown (1961)). En efecto, los valores superiores de "b" corresponden a la zona Sur de Sierra de Gata que presentan, a su vez, los mayores porcentajes de este elemento.

Tabla 3.8

Composición Mineralógica de la Fracción Fina

Muestra	Sm	Z	Q	Try	I	$\frac{I/Mo}{30/70}$
E-1	100	-	-	-	-	-
E-2	82	9	-	4	5	-
E-3	90	6	-	-	1	3
E-4	89	4	-	-	-	7
E-5	53	8	-	22	7	10
MM-1/1	74	12	-	11	3	-
MM-1/2	60	16	3	17	4	-
MM-1/3	57	15	3	17	8	-
MM-1/4	76	14	-	10	-	-
MM-1/5	76	10	-	14	-	-
MM-2/1	91	-	-	-	9	-
MM-2/2	77	5	-	8	10	-
MM-2/3	87	-	-	-	13	-
MM-2/4	89	11	-	-	-	-
MM-2/5	87	6	-	4	3	-
MM-2/6	92	-	-	8	-	-
MM-2/7	93	3	-	-	4	-
MM-2/8	87	6	-	3	4	-
MM-3/1	100	-	-	-	-	-
MM-3/2	91	-	-	7	2	-
LP-1	100	-	-	-	-	-
LP-2	100	-	-	-	-	-
LPN-1	92	4	-	-	4	-

Tabla 3.8 (continuación)

Muestra	Sm	Try	I	I/Mo		
				45/55	55/45	85/15
LH-1	100	-	-	-	-	-
LH-2	100	-	-	-	-	-
CG-1	100	-	-	-	-	-
CG-2	100	-	-	-	-	-
CG-3	94	-	-	6	-	-
CM-1	100	-	-	-	-	-
CM-2	100	-	-	-	-	-
CM-3	100	-	-	-	-	-
CM-4	100	-	-	-	-	-
C-1	100	-	-	-	-	-
C-2	100	-	-	-	-	-
C-3	95	-	2	3	-	-
C-4	100	-	-	-	-	-
EC-1	-	-	44	-	-	56
EC-2	-	-	42	-	-	58
EC-3	-	-	40	-	18	42
EC-4	-	-	57	-	3	40
EC-5	-	-	57	-	7	36
LC-1	100	-	-	-	-	-
LC-2	100	-	-	-	-	-
VB-1	91	4	5	-	-	-
VB-2	88	-	12	-	-	-
IM-1	100	-	-	-	-	-
LI-1	100	-	-	-	-	-
LA-1	100	-	-	-	-	-

Tabla 3.8 (continuación)

Muestra	Sm	Z	Try	I	I/Mo				
					30/70	45/55	55/45	70/30	85/15
ML-1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
CAm-1	80	-	-	11	-	-	-	-	9
CAm-2	84	-	-	10	6	-	10	-	-
CL-1	81	-	-	3	-	17	-	-	-
CL-2	95	3	2	-	-	-	-	-	-
CE-1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
CE-2	100	-	-	-	-	-	-	-	-
BF-1	95	-	3	2	-	-	-	-	-
T-1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	100	-	-	-	-	-	-	-	-
R-2/M	100	-	-	-	-	-	-	-	-
R-2/N	100	-	-	-	-	-	-	-	-
LB-1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
LM-1	53	-	-	29	-	-	18	-	-
LM-2	14	-	-	54	-	-	32	-	-
VR-2	100	-	-	-	-	-	-	-	-
VR-3	95	3	-	2	-	-	-	-	-
VR-4	100	-	-	-	-	-	-	-	-
VR-5	100	-	-	-	-	-	-	-	-
RSP	100	-	-	-	-	-	-	-	-
RM-1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
RM-2	89	-	-	3	-	6	-	2	-
RM-3	90	10	-	-	-	-	-	-	-

Los valores 30/70, etc., indican los porcentajes de capas de illita y montmorillonita respectivamente, en los interestratificados.



Tabla 3.9

Parámetros Cristalográficos de las Esmectitas

Muestra	"b"	V/P	T(Å)
E-1	8,994	0,836	73
E-2	8,981	0,759	60
E-3	9,007	0,678	63
E-4	8,968	0,867	82
E-5	9,007	0,864	82
MM-1/1	9,001	0,866	82
MM-1/2	8,981	0,875	69
MM-1/3	8,981	0,891	73
MM-1/4	9,020	0,802	60
MM-1/5	9,027	0,809	69
MM-2/1	9,026	0,894	82
MM-2/2	8,994	0,863	63
MM-2/3	9,060	0,791	77
MM-2/4	9,031	0,742	58
MM-2/5	8,994	0,840	73
MM-2/6	9,015	0,886	73
MM-2/7	9,007	0,734	65
MM-2/8	8,994	0,833	69
MM-3/1	9,020	0,783	63
MM-3/2	9,002	0,840	63
LP-1	9,007	0,815	46
LP-2	8,994	0,831	43
LPN-1	9,020	0,754	55

Tabla 3.9 (continuación)

Muestra	"b"	V/P	T(Å)
LH-1	9,020	0,926	51
LH-2	8,994	0,882	77
CG-1	8,994	0,949	169
CG-2	8,994	0,935	169
CG-3	9,036	0,867	82
CM-1	9,031	0,693	48
CM-2	9,023	0,688	48
CM-3	9,007	0,876	100
CM-4	8,994	0,857	87
C-1	9,007	0,911	100
C-2	8,994	0,893	82
C-3	8,994	0,822	60
C-4	8,994	0,891	108
LC-1	8,994	0,794	69
LC-2	9,007	0,887	87
VB-1	9,007	0,737	73
VB-2	8,994	0,818	66
LA-1	8,981	0,843	77
IM-1	8,994	0,784	63
LI-1	9,007	0,798	66

Tabla 3.9 (continuación)

Muestra	"b"	V/P	T(Å)
CAm-1	9,020	0,611	43
CAm-2	9,190	0,769	63
CL-1	9,031	0,760	44
CL-2	9,007	0,686	34
CE-1	8,981	0,854	80
CE-2	8,994	0,879	117
BF-1	8,994	0,806	64
T-1	8,981	0,960	128
T-2	8,981	0,917	119
R-2/M	8,981	0,870	77
R-2/N	8,981	0,829	77
LB-1	8,977	0,912	100
LM-1	8,981	0,911	141
LM-2	8,968	0,830	169
VR-2	9,047	0,857	38
VR-3	9,047	0,811	63
VR-4	9,001	0,804	58
VR-5	9,034	0,833	60
RSP	9,020	0,830	69
RM-1	9,007	0,872	93
RM-2	9,007	0,857	85
RM-3	9,034	0,600	36
ML-1	9,007	0,815	66

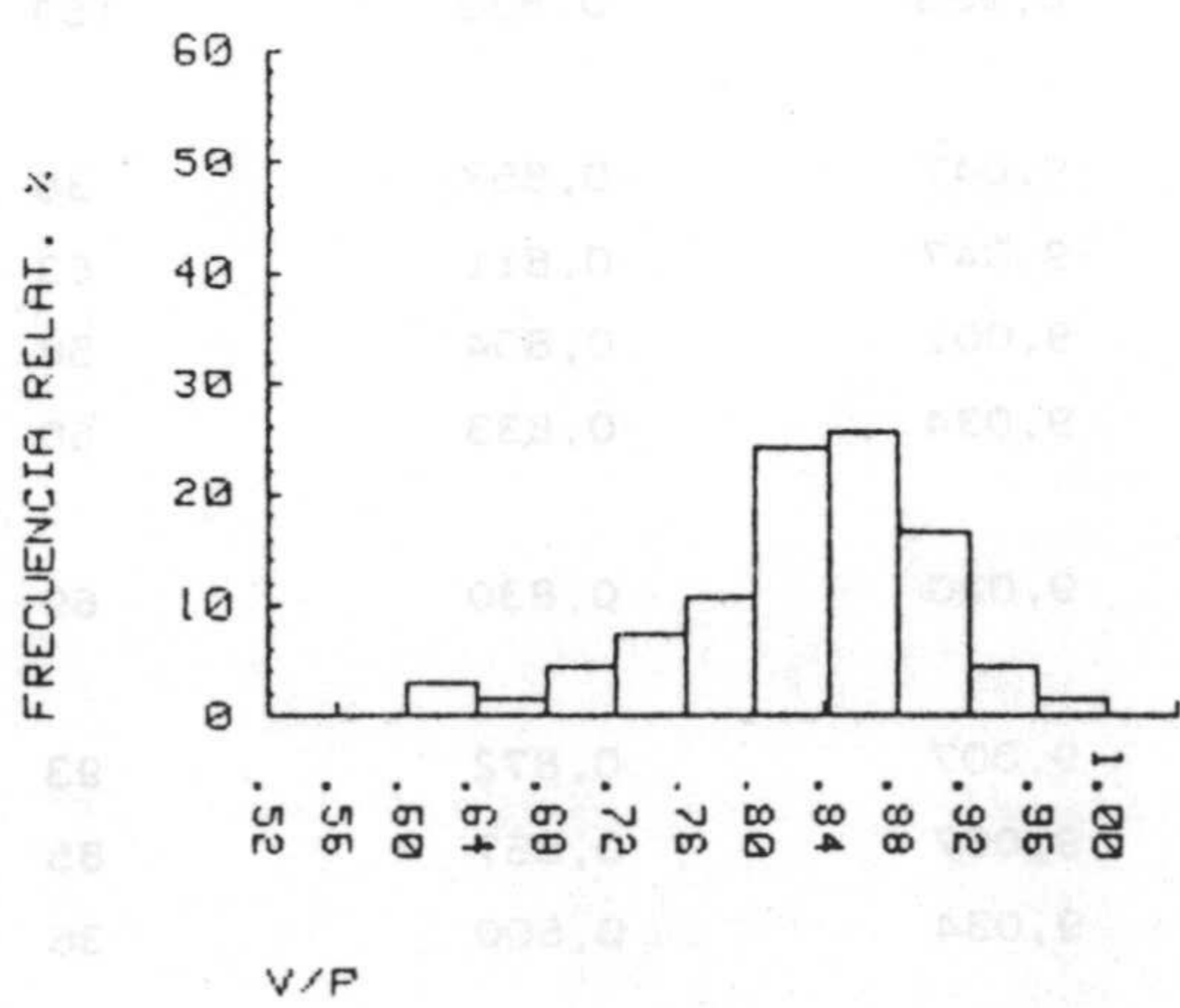
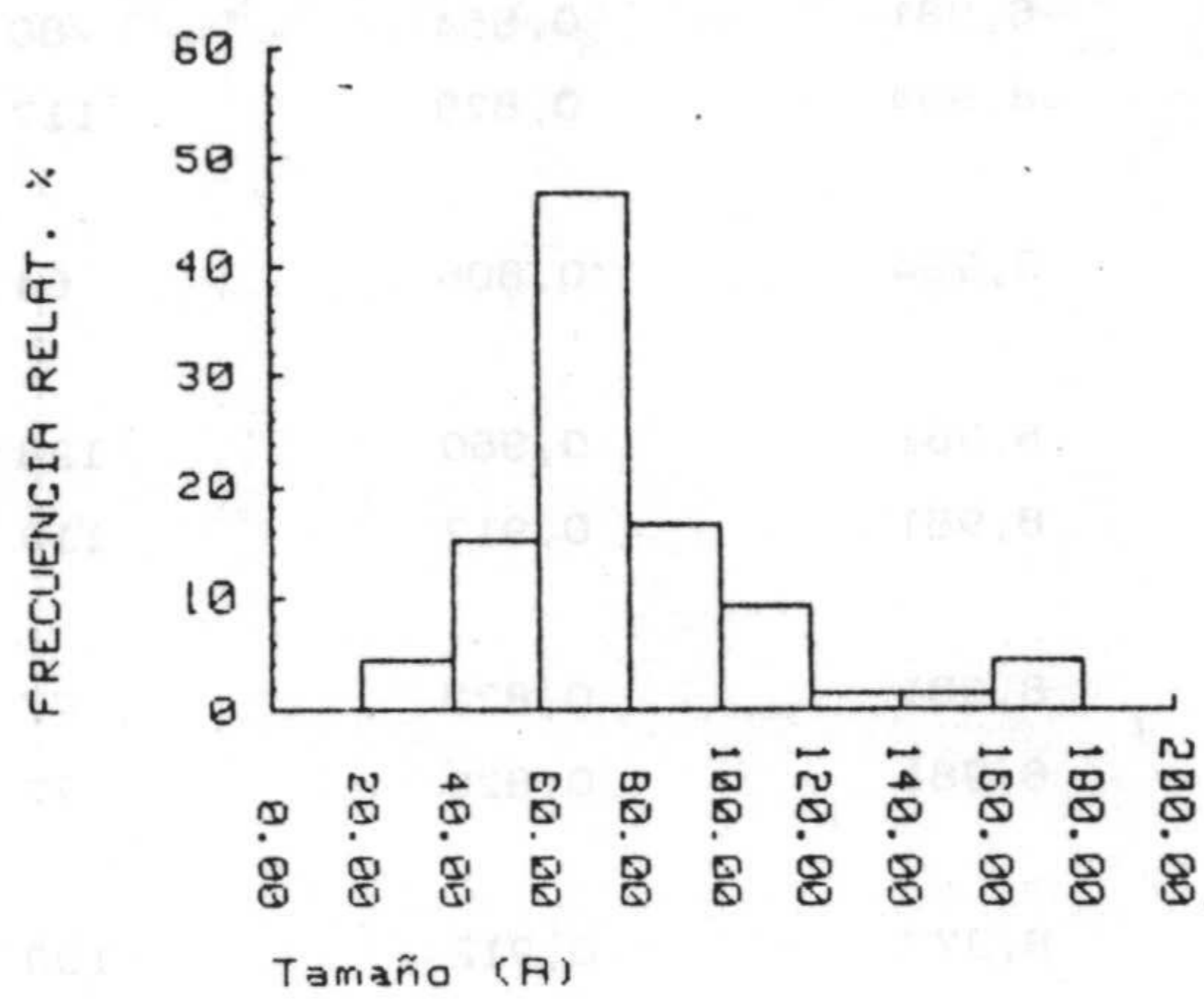
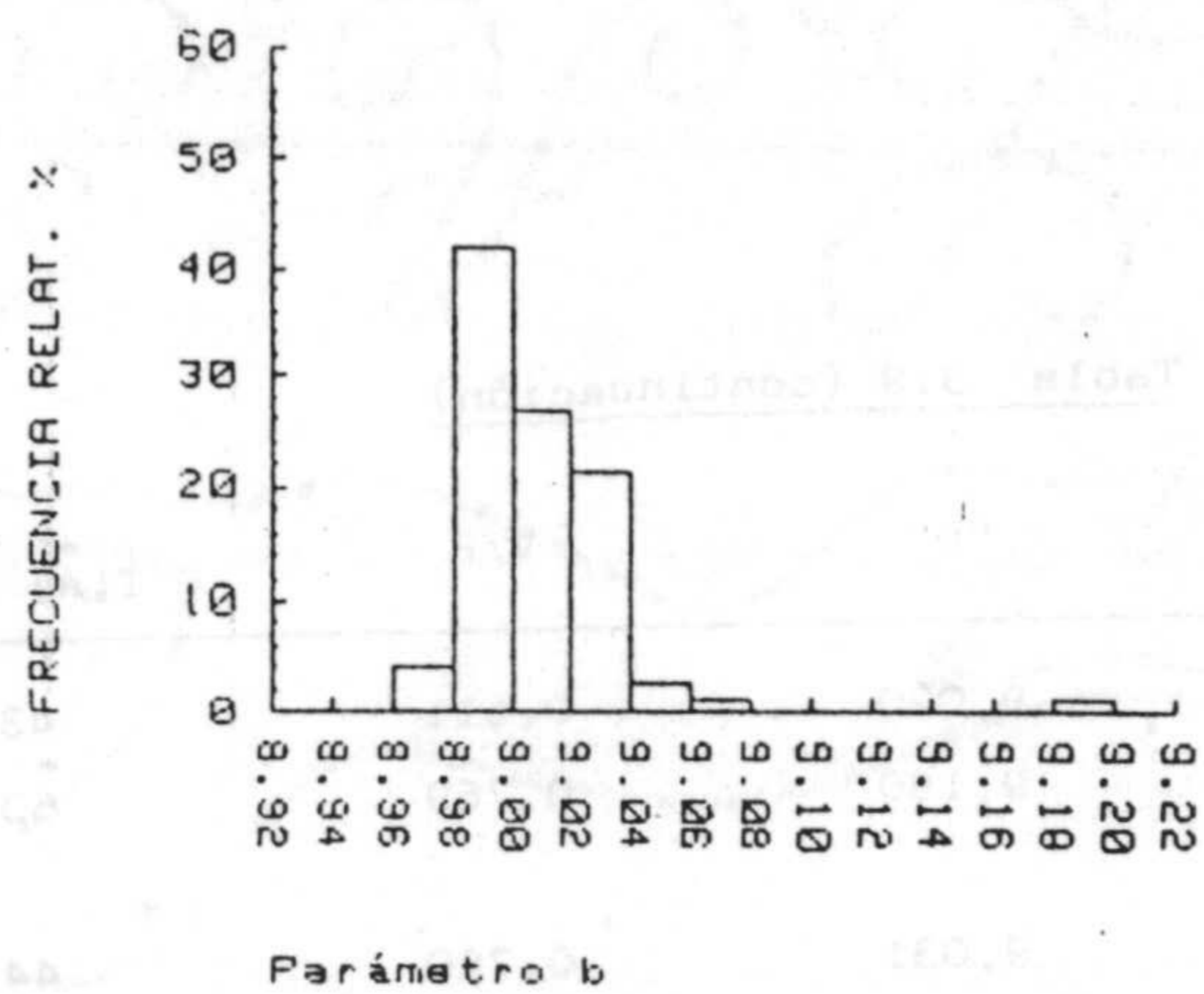


Fig. 3.7.- (Zona Sur de Sierra de Gata).

### 3.4.- FORMULAS ESTRUCTURALES DE LAS ESMECTITAS

Como se observa a través de la composición mineralógica de la fracción menor de dos micras, en la mayoría de los casos las muestras no son monominerálicas, a pesar de haberlas sometido a una serie de purificaciones sucesivas. Por tanto, la deducción de las fórmulas estructurales de las esmectitas es bastante compleja ya que, aún en el caso de que parezcan puras, pueden presentar diversos contaminantes que por su pequeña proporción no son detectables por Difracción de Rayos X. Asimismo pueden presentar geles que no han sido eliminados totalmente. Este es el caso de algunas muestras estudiadas que presentan fórmulas estructurales sin sentido y que por tanto han sido eliminadas de este estudio.

Existen, también, muestras que presentan impurezas de illita, zeolita y tridimita. En este caso, en que se conocen sus porcentajes, han podido ser descontados sus contribuciones del análisis global de la fracción fina. Para el caso de la illita se ha tomado la composición química media dada por Weaver y Pollard (1973); para el caso del interstratificado illita-montmorillonita se consideró el valor medio de la illita mencionada y el de las esmectitas de la región de Cabo de Gata (Reyes, 1977 y Caballero, 1982). Estos análisis medios utilizados aparecen en la tabla 3.10.

Por otra parte, el magnesio puede aparecer tanto como catión de cambio como en la capa octaédrica, por ello ha sido necesario distinguir entre magnesio de cambio y magnesio estructural.

Una última consideración que habría que hacer, es la posibilidad de la existencia en una misma muestra, de esmectitas de dis-

tinta composición; en este caso la fórmula calculada es la media del conjunto.

Una vez obtenida la composición química de la esmectita pura, se han calculado las fórmulas estructurales por el procedimiento de Marshall (1949), que consiste en suponer una red de oxígenos y OH con un total de 44 cargas negativas ( $O_{20}(OH)_4$ ).

Debido a los condicionantes mencionados el número de muestras útiles en la zona Sur de Sierra de Gata ha quedado reducido a 20, cuyas fórmulas estructurales se muestran en la tabla 3.11, y los histogramas de distribución de frecuencias de Al(IV), AL(VI), Fe(VI), Mg(VI) y carga total, tanto de las esmectitas de la zona de estudio como de las globales de la región de Cabo de Gata, aparecen en las figuras 3.8 y 3.9.

A continuación se discute la composición tetraédrica y octaédrica de estas esmectitas.

#### Sustitución Tetraédrica.

El Al(IV) presenta una distribución polimodal comprendida entre 0,050 y 0,60 iones de Al(IV) por celdilla unidad, y un valor medio de 0,26, intermedio entre las dos modas principales (fig.3.8). A pesar de la gran variabilidad de afloramientos estudiados, este intervalo de distribución, es el más restringido de toda la región de Cabo de Gata. Considerando el conjunto de muestras de esta región se observa una distribución que tiende a ser logarítmica normal, en la cual se podrían distinguir dos familias. La que presenta valores superiores a 0,56 iones de Al(IV) por celdilla unidad, debe corresponder a esmectitas tipo beidellita.

Al establecer la comparación de estas esmectitas con las recopiladas por Weaver y Pollard (1973), se observa, aparte de un intervalo de distribución más restringido, un valor medio de Al (IV) bastante inferior (0,21 frente a 0,32 de Weaver y Pollard), por tanto, se trataría de esmectitas menos alumínicas. Dentro de la región de Cabo de Gata existe un núcleo de esmectitas más alumínicas en la Serrata de Níjar.

Con objeto de intentar confirmar la relación existente entre Al(IV) y Al total se ha realizado la correlación lineal entre ambos parámetros, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0,674, con un grado de significación superior al 1% fig. 3.11. Cuando la esmectita no presente sustitución tetraédrica (Al(IV)=0), el Al(VI) alcanzaría un valor mínimo de 2,53 iones por celdilla unidad (idéntico resultado obtuvieron Weaver y Pollard, 1973), las posiciones restantes de la capa octaédrica (1,67) estarían ocupadas por otros iones, tales como Fe(VI) y Mg(VI).

#### Aluminio Octaédrico.

El aluminio octaédrico presenta un recorrido de 2,29 a 3,42, con una moda bien desarrollada entre 2,40 y 2,60 y una media de 2,69 iones por celdilla unidad. Al comparar estas muestras con las del resto de Sierra de Gata se observa que tienen menos Al(VI), ya que la media global es de 2,90 iones por celdillas unidad.

Con objeto de obtener el intervalo global de variación del Al(VI) en las esmectitas, se ha realizado la correlación Al(VI)-Al total para el conjunto de las esmectitas estudiadas en el Cabo de Gata, fig. 3.11. Esta correlación presenta un grado de significación superior al 1% y de ella se deduce que, para una celdilla de 4,2 iones octaédricos, el valor máximo de Al(VI) es de 3,59 iones,

idéntico al encontrado por Weaver y Pollard (1973) en su recopilación de 101 muestras de procedencia mundial. Por tanto, y teniendo en cuenta el valor mínimo de Al(VI) obtenido anteriormente, se deduce que dicho intervalo de variación debe oscilar entre 2,53 y 3,59 iones por celdilla unidad. Hay que resaltar esta conclusión ya que se trata de un hecho general para las especies minerales de la serie montmorillonita-beidellita-nontronita.

#### Hierro Octaédrico.

Las esmectitas de la zona estudiada parecen pertenecer a dos familias distintas, según su contenido en Fe(VI). Por ello aparece en el histograma de distribución de frecuencias una distribución bimodal en la que más del 60% de las muestras presentan contenidos en hierro superiores a 0,4 iones por celdilla unidad, siendo el valor medio global de 0,46 iones por celdilla. En el conjunto de las muestras de la región, el Fe(VI) presenta una distribución logarítmica en la que, aproximadamente el 50% de las muestras, presentan menos de 0,1 iones Fe(VI), con un valor medio de 0,20. Estos valores tan bajos vienen condicionados por las esmectitas de la zona Norte de Sierra de Gata, que son muy pobres en este elemento.

#### Magnesio Octaédrico.

Las esmectitas de la región de Cabo de Gata son muy homogéneas en cuanto a su contenido en Mg(VI), ya que, más del 75% de las muestras, están comprendidas entre 0,7 y 1,2 iones por celdilla unidad. En este mismo intervalo se encuentra el 70% de las muestras estudiadas en esta memoria. El valor medio global es de 1,01 iones por celdilla, coincidente con la moda, mientras que el



valor medio mundial es de 0,71 iones por celdilla unidad. Este elevado contenido en magnesio octaédrico es una de las principales características de las esmectitas de la región de Cabo de Gata, en cuya formación, como se verá más adelante, ha debido de haber un importante aporte de dicho catión.

#### Carga Total.

La carga total presenta un intervalo de variación que oscila entre 0,39 y 1,11; si bien, el 75% de las muestras, presenta una carga comprendida entre 0,6 y 1,0. Al estudiar el conjunto de esmectitas de la región se observa una distribución que tiende a ser normal, con una moda entre 0,9 y 1,0, próxima al valor medio de 0,88. Aunque este valor medio es similar al de Weaver y Pollard (0,82), las esmectitas de la región de Cabo de Gata presentan mayor carga. De hecho, la moda dada por dichos autores está comprendida entre 0,6 y 0,7, si bien el recorrido es prácticamente el mismo.

valor medio mundial es de 0,41 toneladas por hectárea. Este  
 elevado contenido en magnesio está debido en gran medida a las principales  
 características de las esencias de la región de Caca de Gato, en  
 cuyo estudio, como se verá más adelante, se ha podido  
 determinar que se trata de un tipo de

**Tabla 3.10**

Muestra	Ilita	Mord.	Sm
SiO <sub>2</sub>	49,78	66,0	60,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,35	12,0	19,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,30	1,0	2,78
FeO	0,61	0,50	-
MgO	2,75	-	5,77
CaO	0,32	3,50	1,56
Na <sub>2</sub> O	0,24	3,00	1,49
K <sub>2</sub> O	7,02	-	0,89
TiO <sub>2</sub>	0,42	-	0,12
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7,12	9,00	7,89

Ilita: Weaver y Pollard (1963).

Mord.: Deer et al. (1975).

Sm: Reyes (1977) , Caballero (1982).

Tabla 3.11

Fórmulas Estructurales

Muestra	Si <sup>IV</sup>	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>VI</sup>	Mg <sup>VI</sup>	Carga Total
E-1	7,767	0,233	2,517	0,500	1,188	0,804
MM-2/1	7,635	0,365	2,367	0,739	1,164	0,717
MM-2/4	7,942	0,058	2,406	0,595	1,074	0,907
MM-2/8	7,680	0,320	2,292	0,678	1,266	0,880
LP-1	7,854	0,146	2,424	0,411	1,433	0,775
LP-2	7,820	0,180	2,421	0,362	1,524	0,783
LPN-1	7,672	0,328	2,452	0,668	1,178	0,614
LH-2	7,790	0,210	2,617	0,236	1,353	0,945
CG-2	7,731	0,269	2,613	0,462	1,139	0,768
CM-3	7,670	0,330	2,644	0,526	0,944	0,932
CM-4	7,701	0,299	2,522	0,562	1,077	0,892
C-1	7,920	0,080	2,648	0,614	0,828	0,638
C-2	7,769	0,231	2,720	0,433	1,073	0,627
C-4	7,775	0,225	2,440	0,648	1,144	0,674
VB-2	7,687	0,313	2,955	0,270	0,904	0,832
LA-1	7,546	0,454	3,383	0,217	0,531	0,593
IM-1	7,611	0,389	2,582	0,570	0,910	1,113
T-1	7,945	0,055	3,194	0,152	0,778	0,459
T-2	7,870	0,130	3,156	0,195	0,846	0,385
LB-1	7,441	0,559	3,415	0,279	0,495	0,487

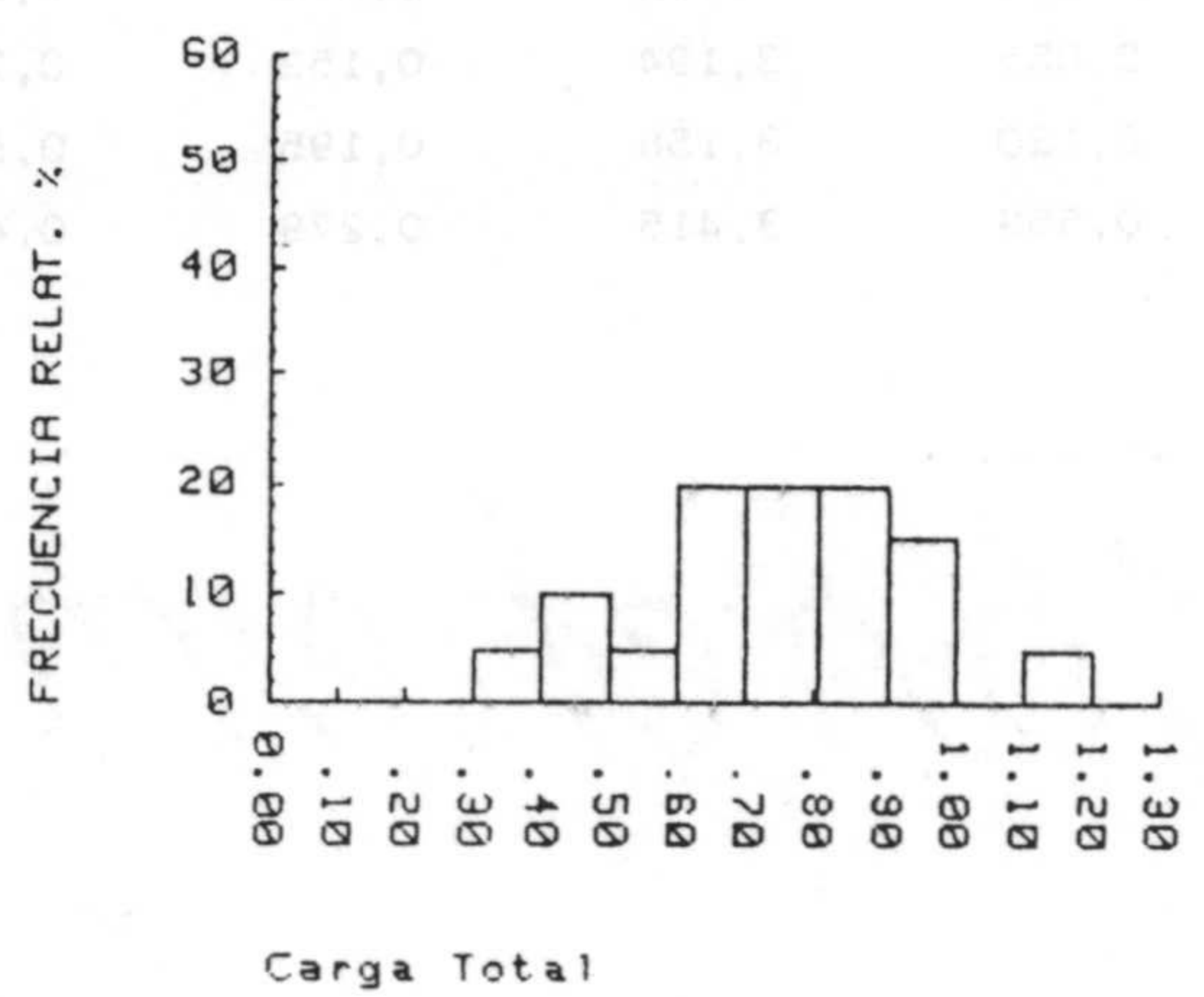
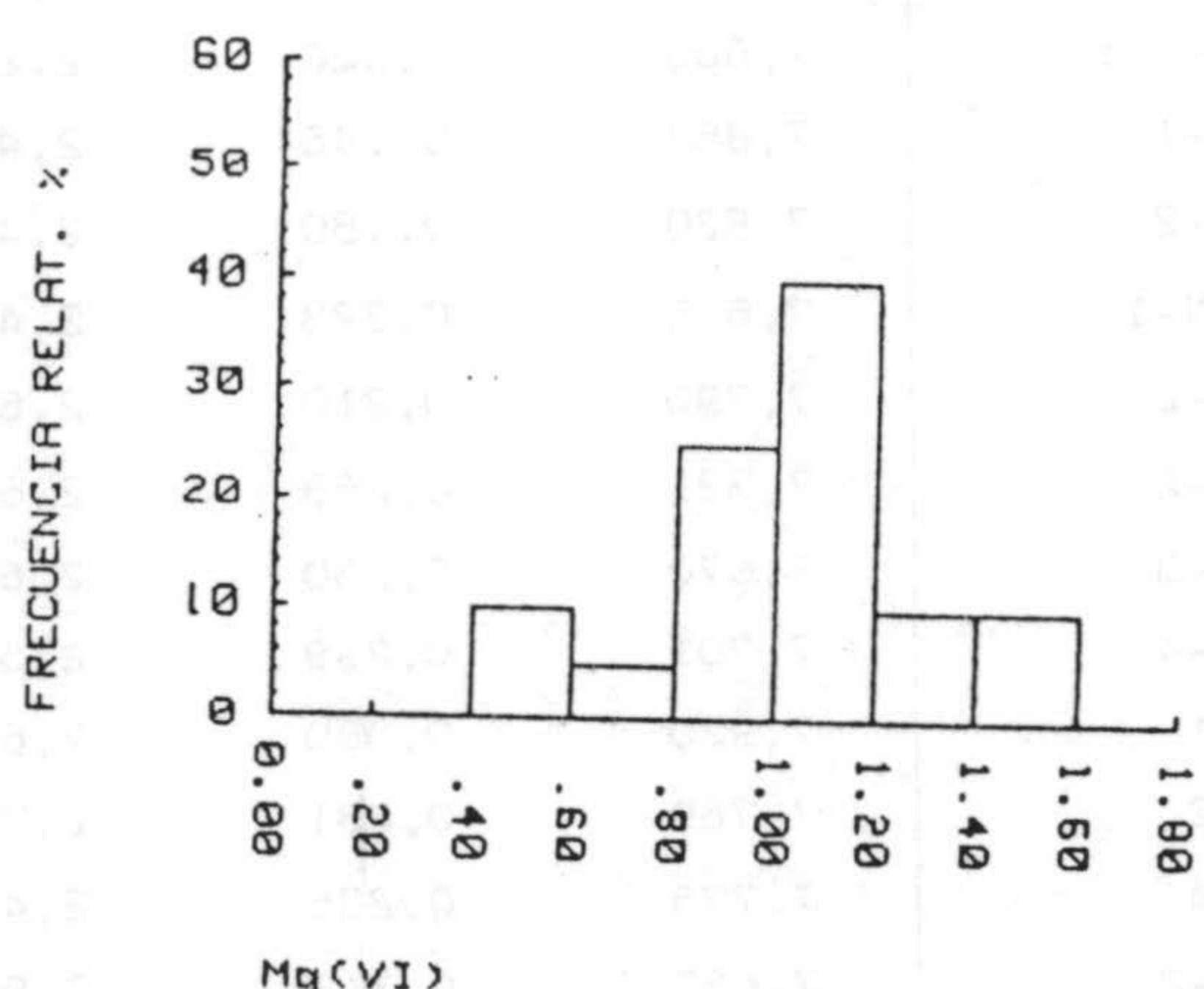
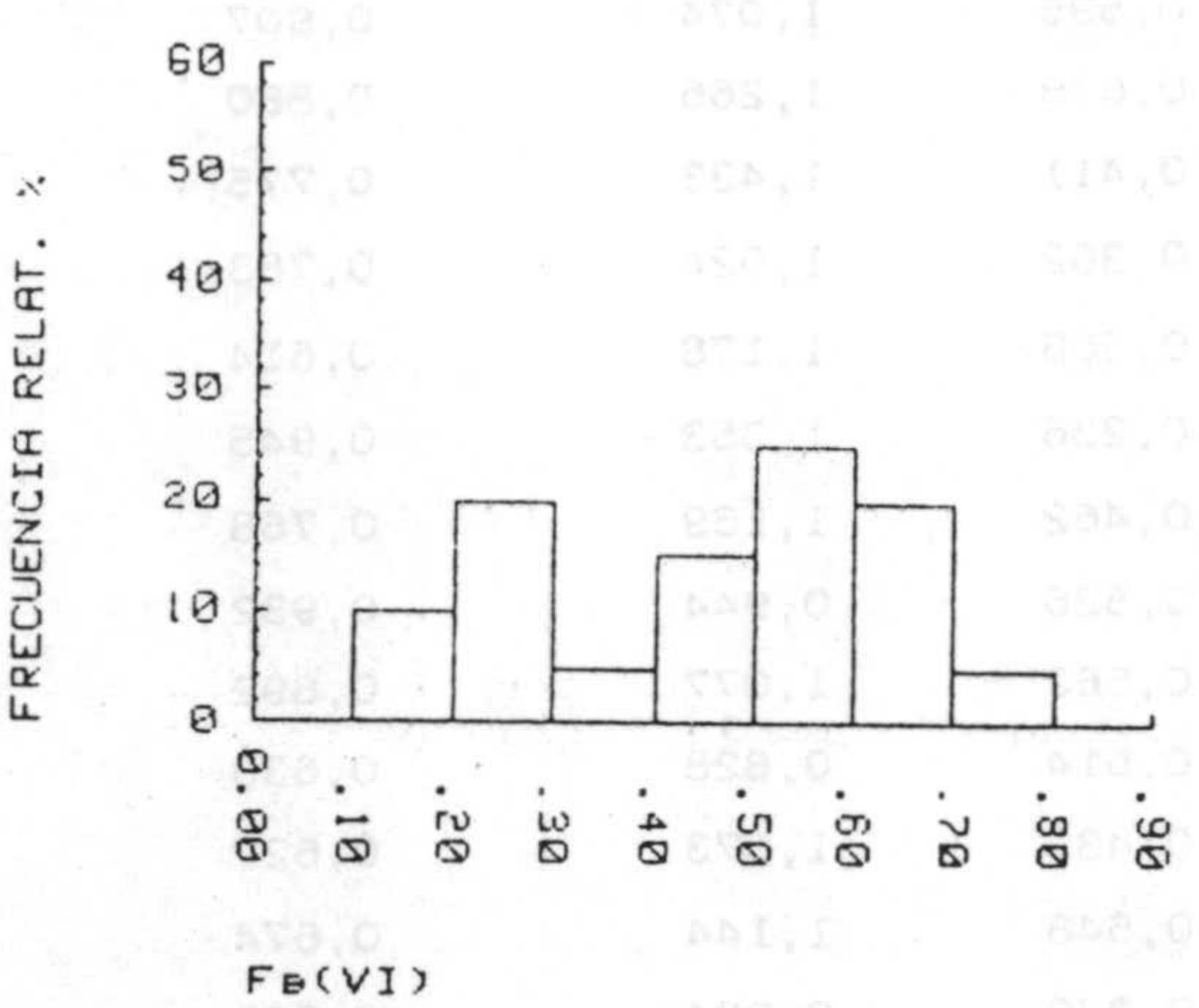
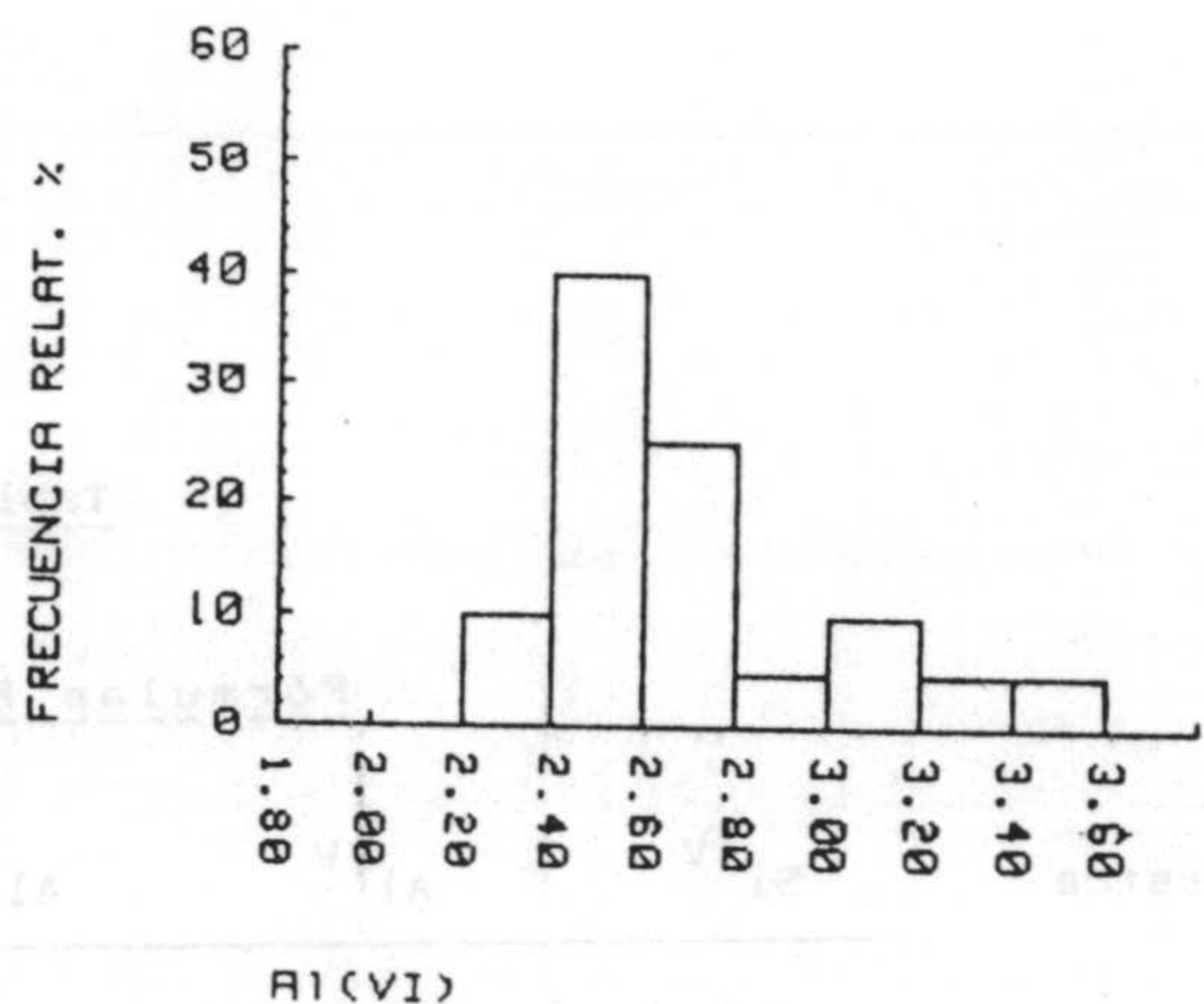
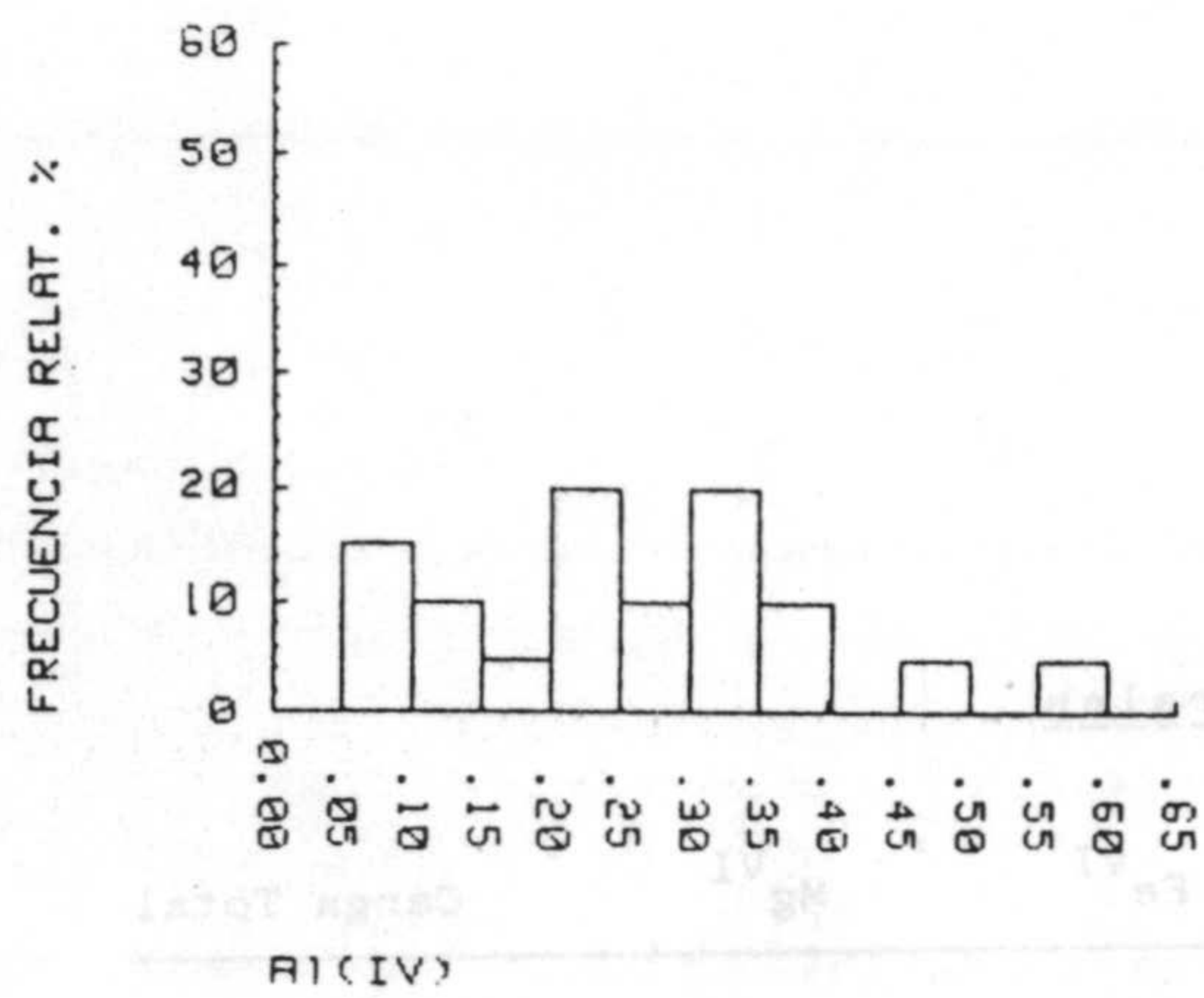
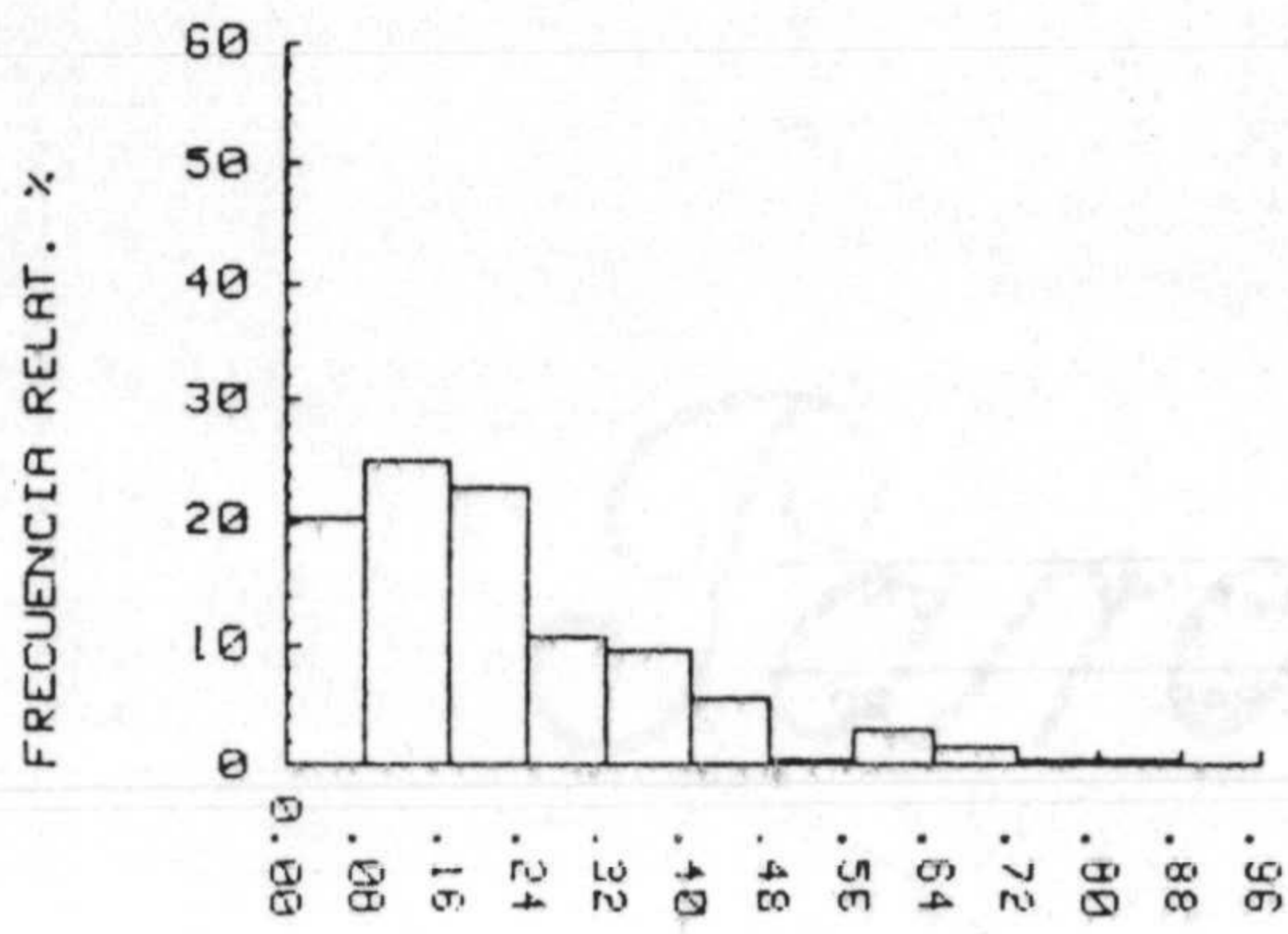
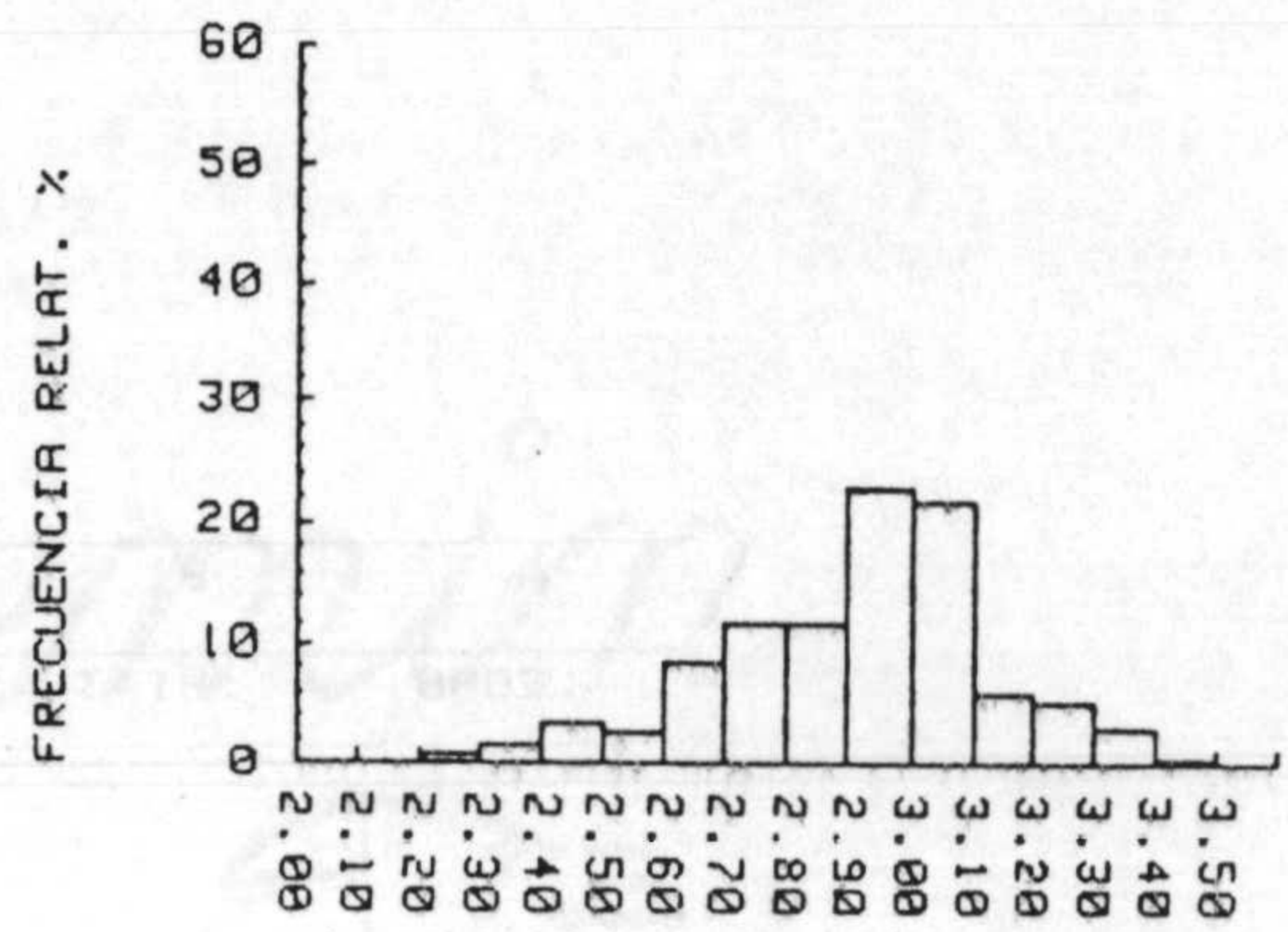


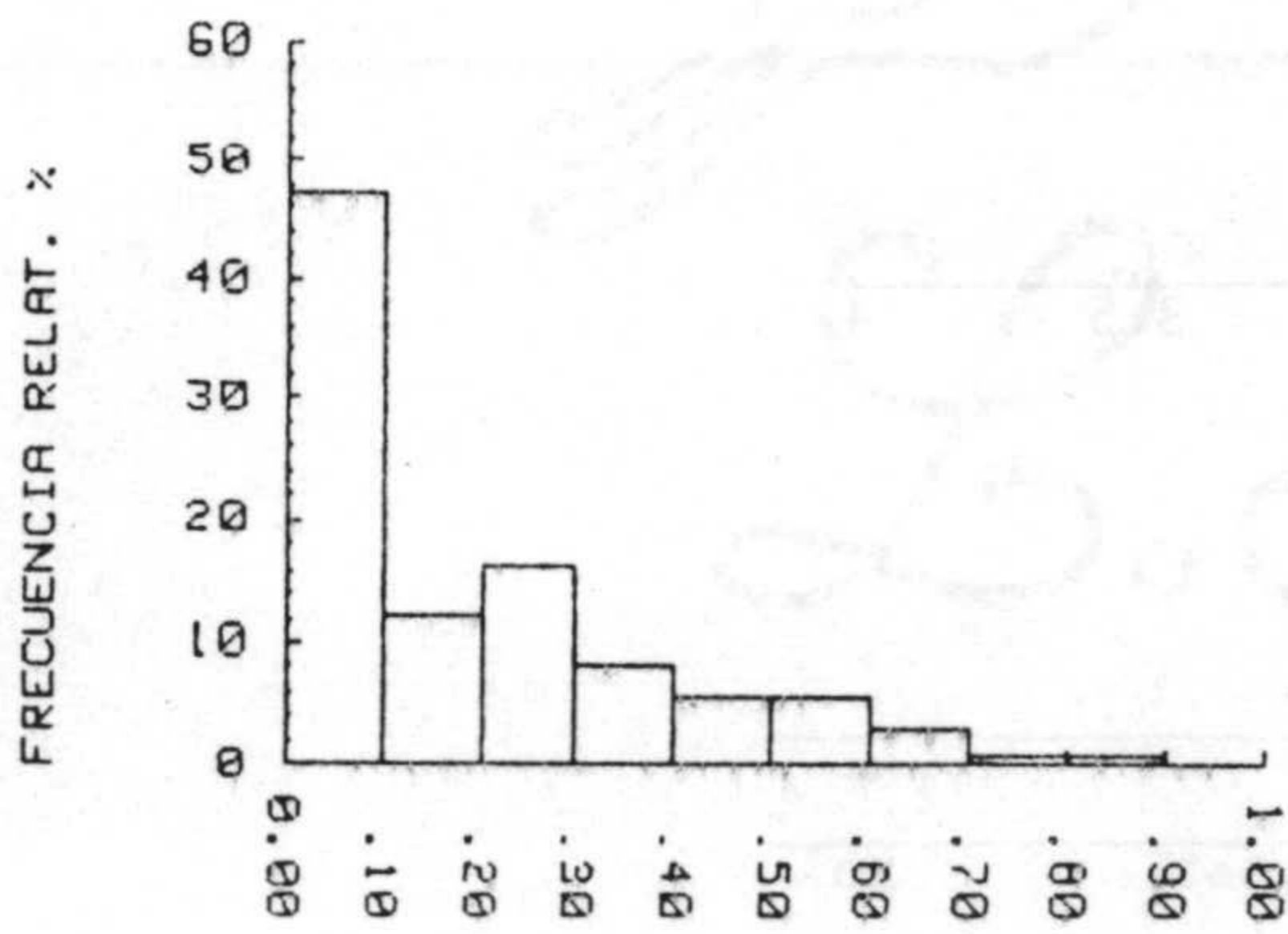
Fig. 3.8.- (Zona Sur de Sierra de Gata).



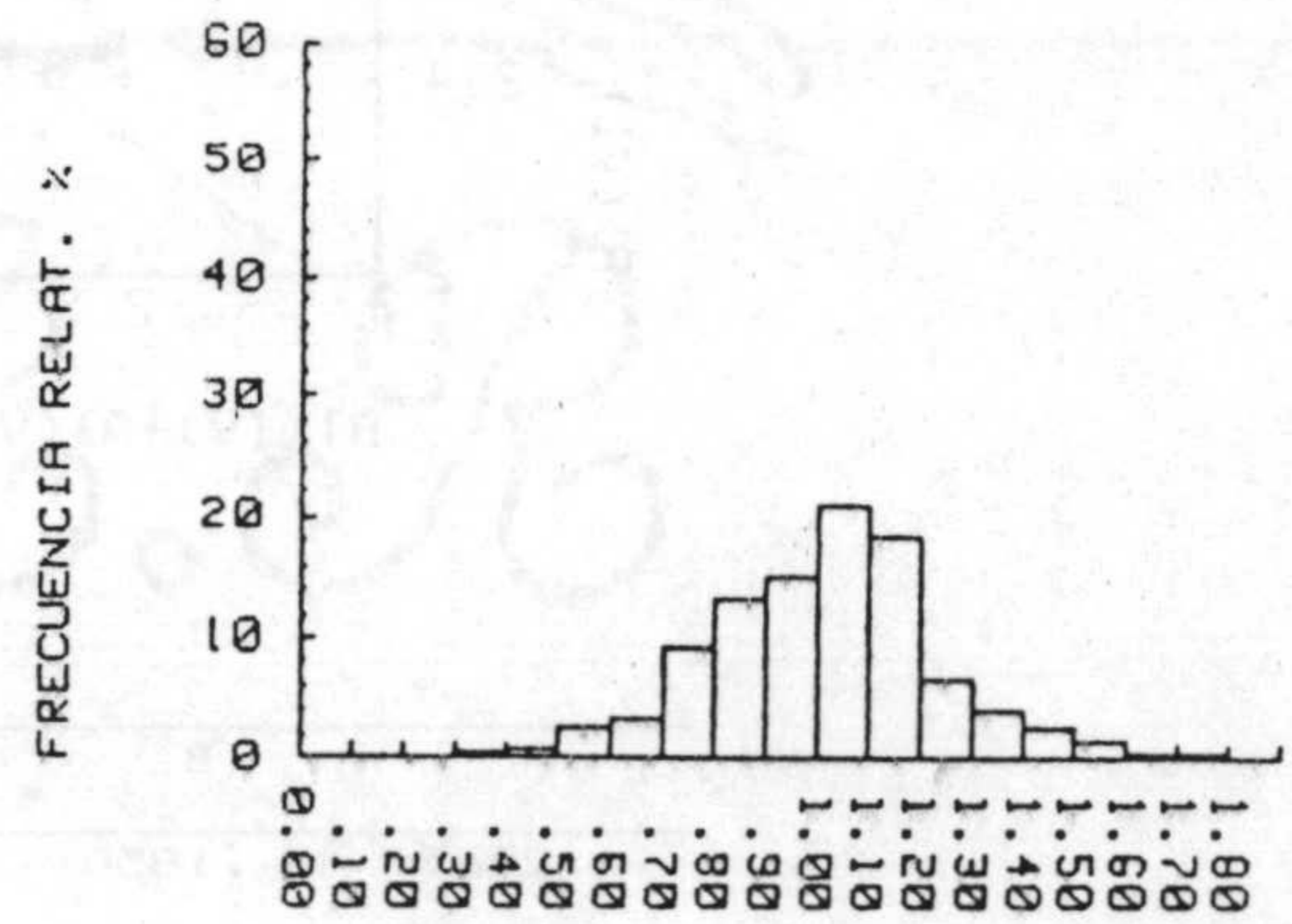
RI(IV)



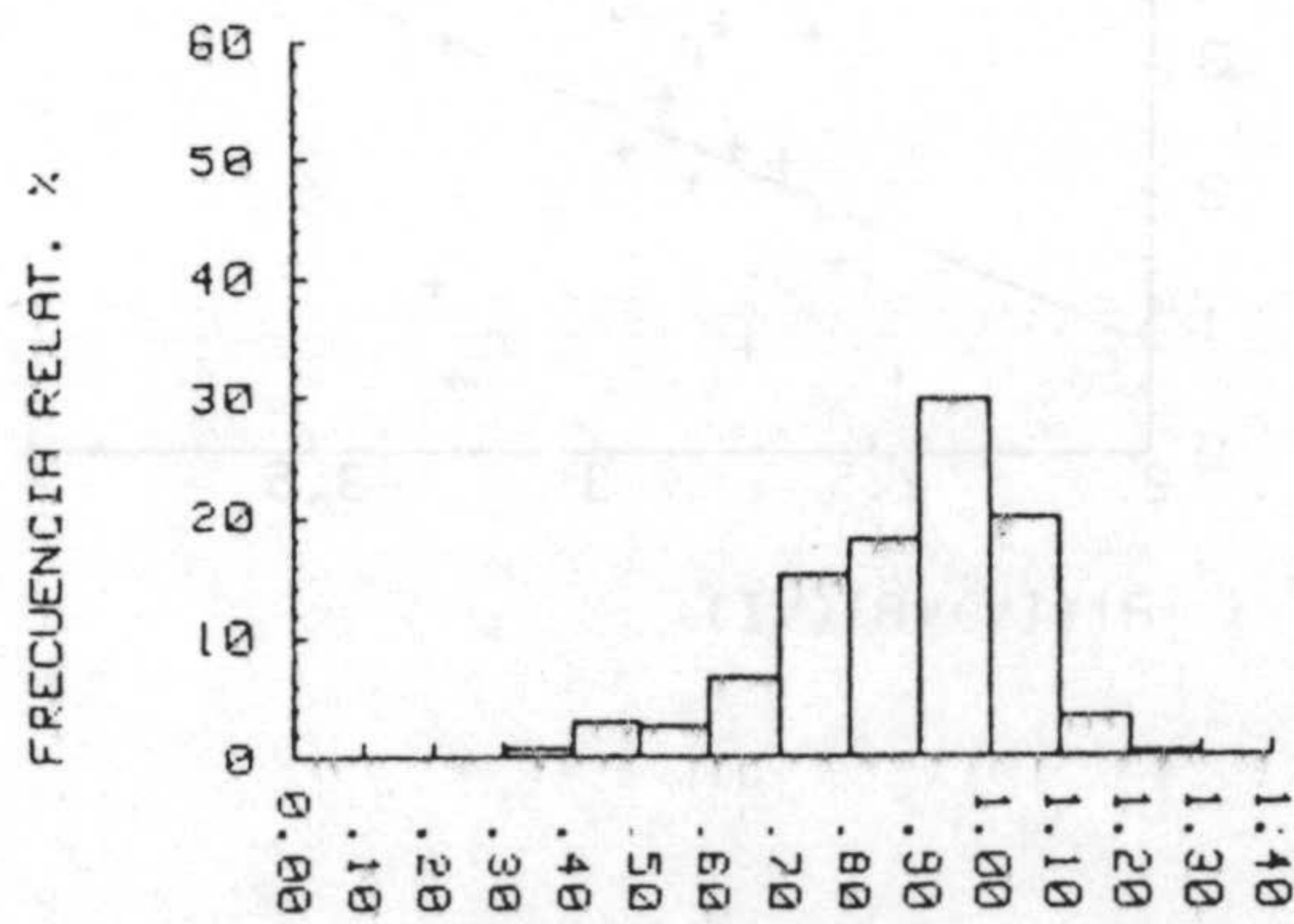
RI(VI)



Fe(VI)



Mg(VI)



Carga Total

Fig. 3.9.- Totalidad de las muestras de la región de Cabo de Gata.

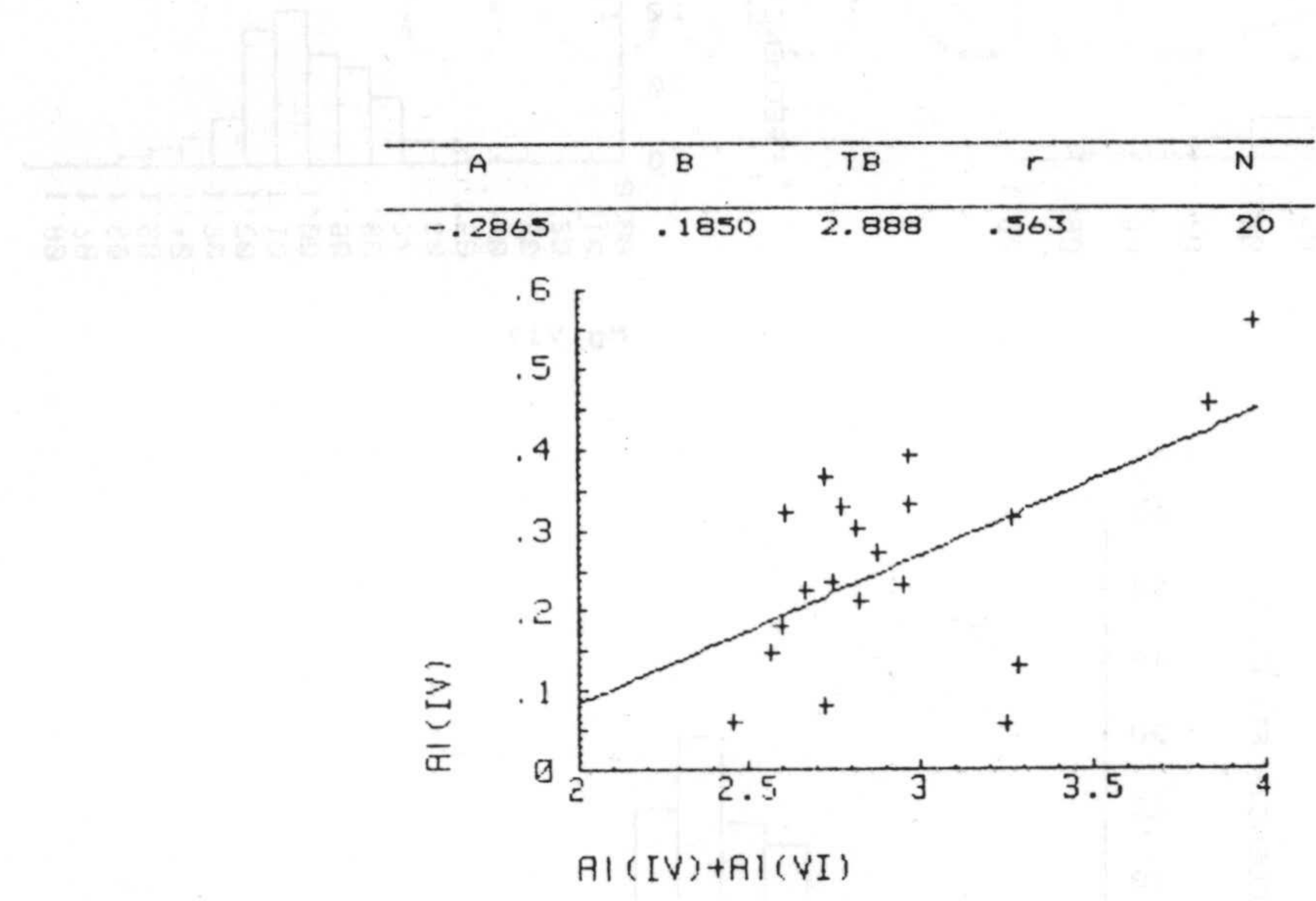
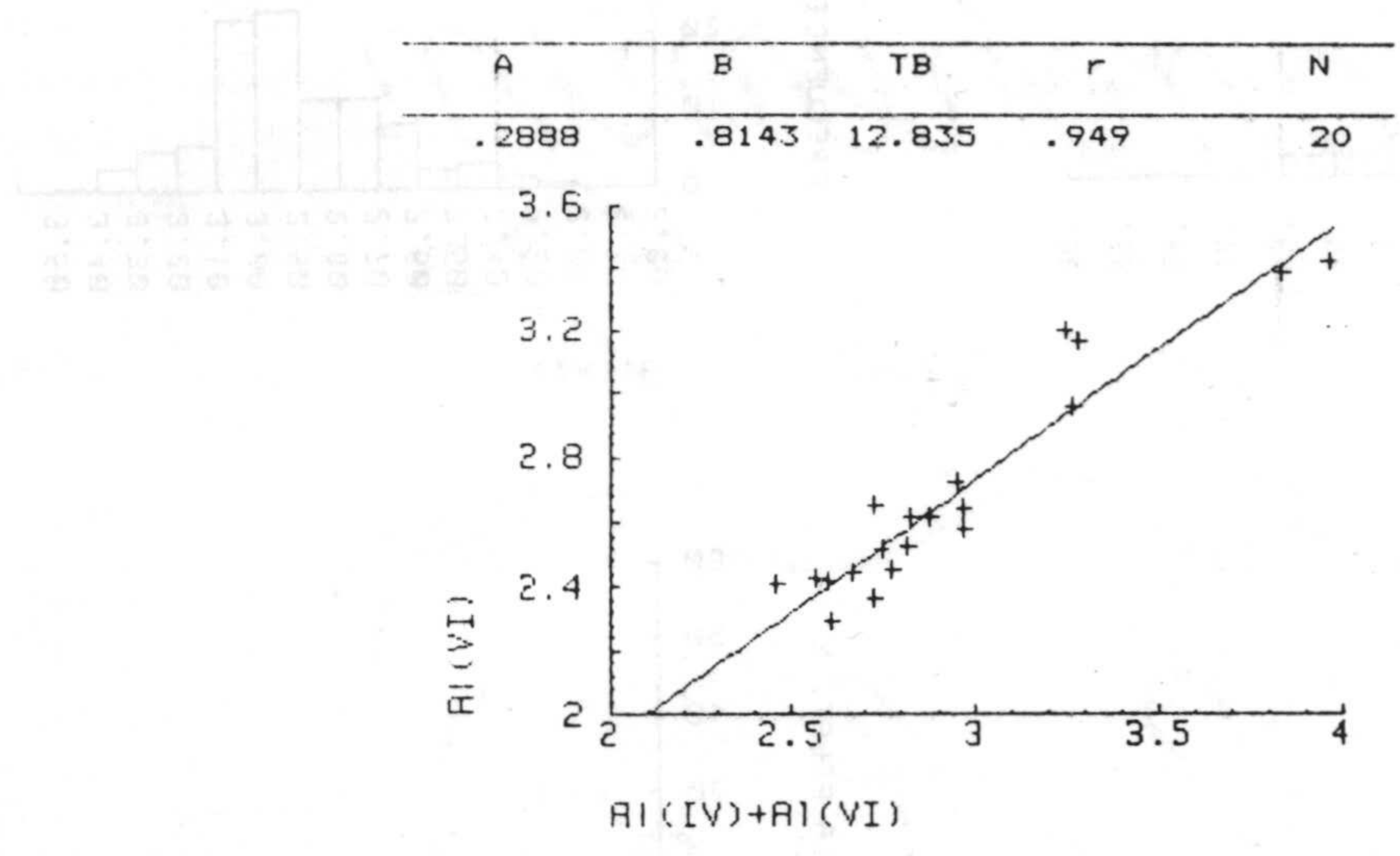
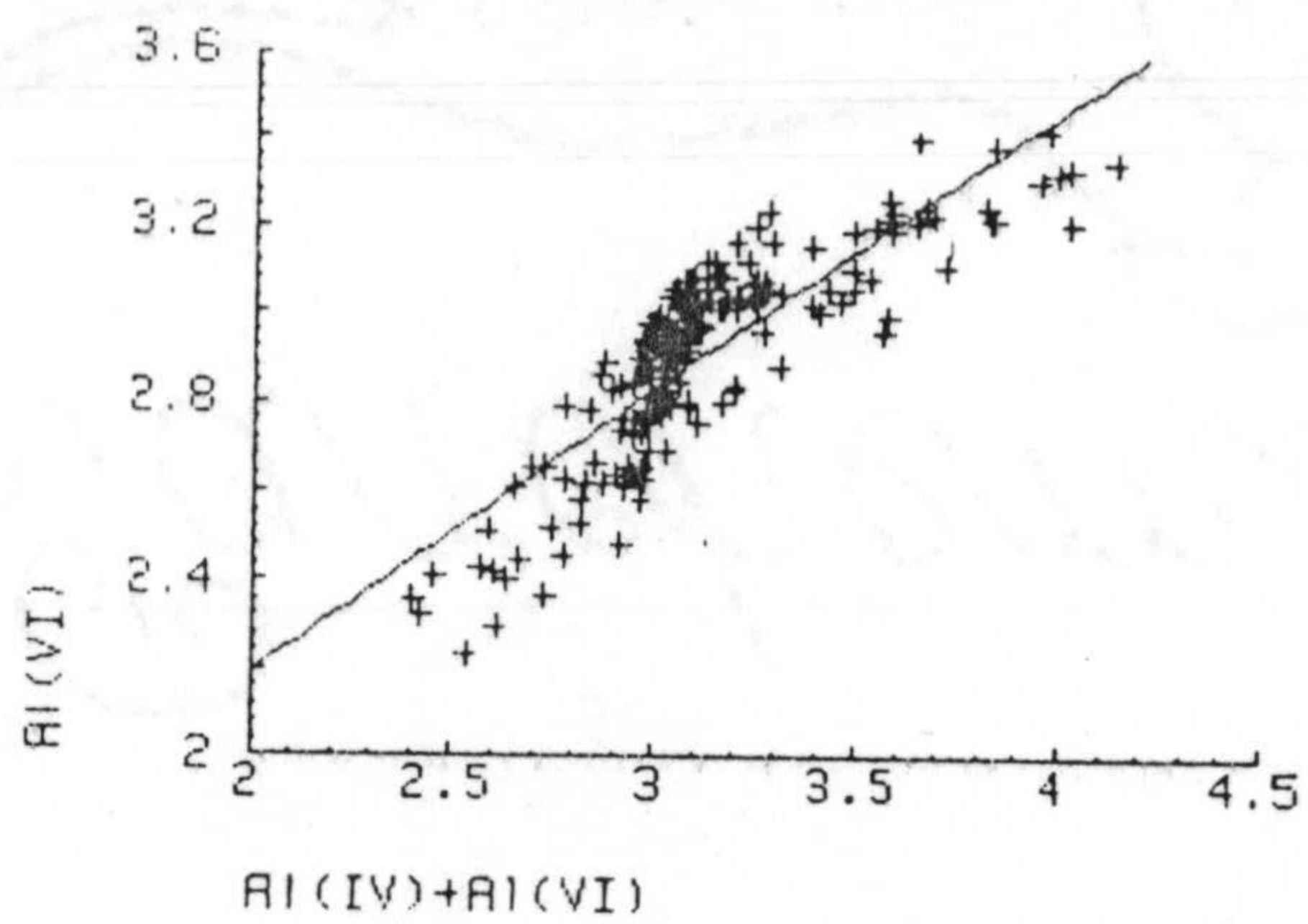


Fig. 3.10.- (Zona Sur de Sierra de Gata).

A	B	TB	r	N
.9208	.6360	22.335	.848	197



A	B	TB	r	N
-.9214	.3640	12.735	.674	197

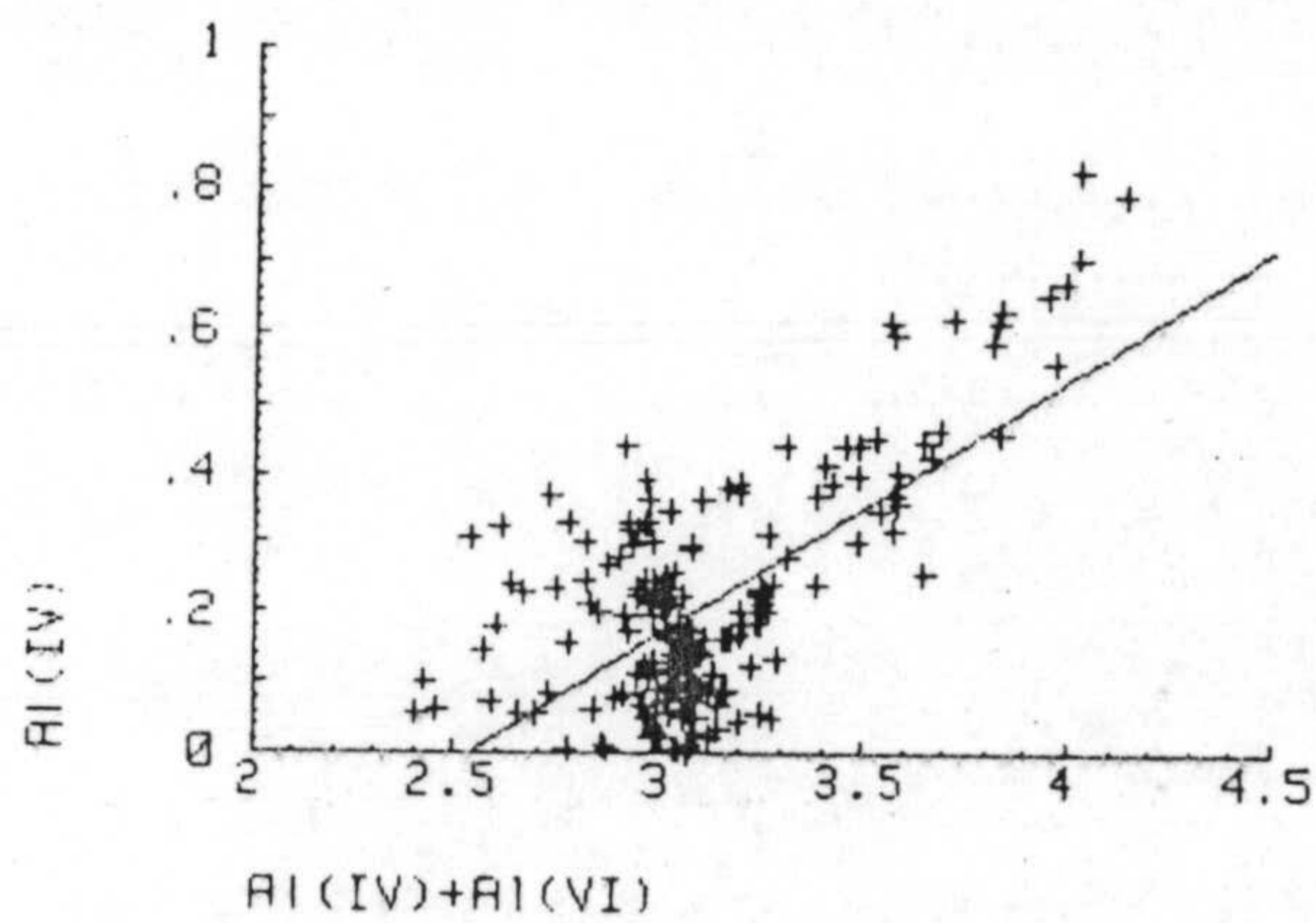


Fig. 3.11.- Totalidad de las muestras de la región de Cabo de Gata.

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

Two lines of handwritten text.

A block of handwritten text, possibly a list or a paragraph.

Two lines of handwritten text.

A block of handwritten text, possibly a list or a paragraph.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a footer or a signature.



*Barrington*



*L. A. P.*

4.- CONCLUSIONES

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED

## CONCLUSIONES.

- De acuerdo con la composición química, las bentonitas estudiadas, se puede decir, que son las más silíceas y férricas de toda la región de Cabo de Gata, tienen los menores contenidos en Mg y Na y, de acuerdo con el bajo contenido en agua de deshidroxilación, son las de menor grado de alteración.

- Aunque las esmectitas de la zona Sur de Cabo de Gata son las menos silíceas de toda la región tienen, sin embargo, mayor contenido en sílice que las que aparecen en la bibliografía. Asimismo son más férricas, sódicas y potásicas que las del resto de la Región de Cabo de Gata.

- El valor medio de la Capacidad de Cambio de Cationes de las bentonitas es similar al de las de la Serrata de Níjar e inferior a las de la zona Norte de Sierra de Gata.

- De la composición mineralógica de las bentonitas se deducen como minerales neoformados: esmectita, jarosita, zeolita y tridimita y, como heredados de la roca original: cuarzo, plagioclasa, feldespatos potásico, anfíbol y mica.

- La esmectita procede en su mayor parte de la hidrólisis de plagioclasa y cuarzo, y en menor proporción de la del anfíbol.

- La esmectita es el mineral mayoritario en la fracción fina, excepto en las muestras del afloramiento de El Corralete en que es una illita.

- Los parámetros cristalográficos de las esmectitas presentan una gran homogeneidad, comparados con los de las restantes zonas estudiadas en la región de Cabo de Gata. Solamente cabe resaltar la presencia, en la Serrata de Níjar, de esmectitas de menor tamaño.

- La sustitución tetraédrica en las esmectitas de la región de Cabo de Gata es inferior a la media global de las esmectitas citadas en la bibliografía.

- El intervalo de variación del Al(VI) oscila entre 2,53 y 3,59 iones por celdilla unidad para la serie general montmorillonita-beidellita-nontronita.

SEGUNDA PARTE

ALTERACION EXPERIMENTAL

STANDARD FILM SERVICE

STANDARD FILM

2000000

1.- INTRODUCCION

Introducción

1 - TELEVISION



## INTRODUCCION

Los procesos de hidrólisis forman parte de la alteración química de las rocas, dando lugar a la destrucción de las redes cristalinas, intercambio iónico, oxidación reducción, formación de coloides y formación de nuevos minerales por precipitación.

La resistencia de las rocas a este tipo de alteración depende de la susceptibilidad de sus componentes (Goldich, 1938). Por tanto los minerales que se alteran en primer lugar serán aquellos cuya formación tuvo lugar a más altas temperaturas, así los más fácilmente alterables serán olivino, piroxenos, anfíboles, plagioclasas, etc., mientras que el cuarzo sería de los más resistentes.

Como ya se indicó en la primera parte de esta memoria, el mineral que fundamentalmente es el responsable de la formación de esmectita es una plagioclasa tipo bytownita, si bien la hidrólisis del cuarzo también influye en estos procesos de bentonitización. El problema que se presenta es cómo se produce la alteración de estos materiales originales, es decir, la cinética de las reacciones de disolución.

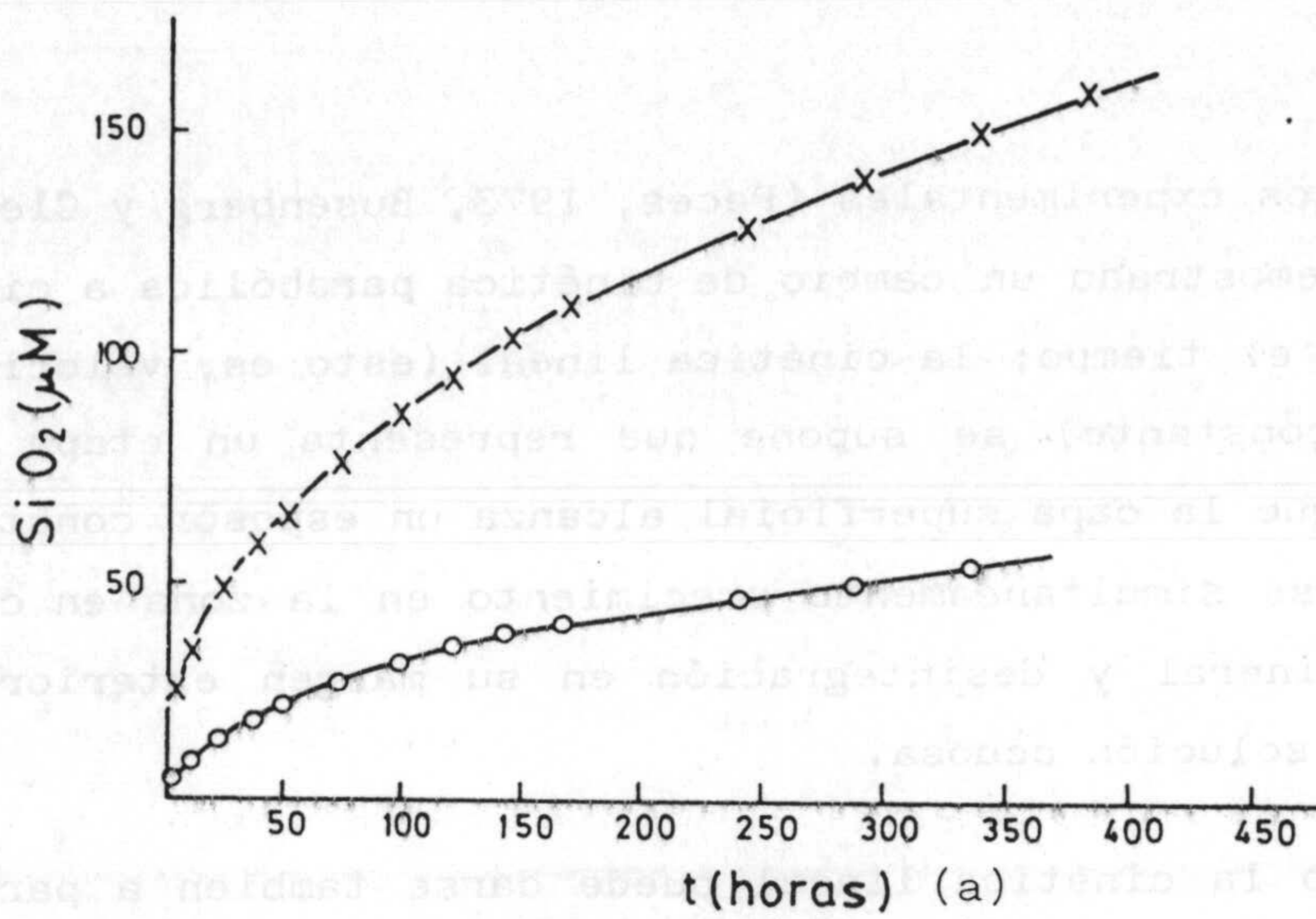
Correns y Von Engelhart (1938) sugirieron que la destrucción de los feldespatos estaba regulada por la formación de una capa protectora superficial de alteración. Posteriormente este concepto ha sido utilizado para explicar los resultados de numerosos estudios de laboratorio (Wollast, 1967; Helgeson, 1971; Paces, 1973; Busenberg y Clemency, 1976), basándose en dos observaciones experimentales: Primero, que la estequiometría de las reacciones de disolución es incongruente, es decir las cantidades de especies liberadas en solución no se corresponden a sus proporciones estequiomé-



tricas en el mineral. Puesto que la cantidad estequiométrica en el Al no aparece en solución, se ha sugerido que en parte permanece en la superficie del feldespatos participando en una gran proporción de los componentes de la capa superficial alterada.

Segundo, las velocidades de disolución de feldespatos, tal como se ha determinado experimentalmente, cambian en función del tiempo. Aunque las velocidades iniciales son altas, con el aumento del tiempo de alteración tienden a decrecer considerablemente, además este cambio en la velocidad de reacción, no se produce al azar sino que por el contrario seguiría un modelo predecible, es decir, al menos al inicio de la alteración, según una ley de velocidad parabólica en donde la concentración de las especies acuosas aumentan linealmente en función de la raíz cuadrada del tiempo como muestra la fig. 1.1 (Holdren y Berner, 1979). Esta observación está de acuerdo con la interpretación de que la liberación de una especie determinada está siendo regulada por su velocidad de difusión a través de la capa superficial de alteración (Wollast, 1967, Helgeson, 1971, Paces, 1973), puesto que el espesor de la capa crece, la distancia de difusión aumenta, provocando por tanto, la disminución de velocidad.

La composición de esta capa residual ha sido descrita como una capa empobrecida en cationes por Paces, 1973. Correns, 1963 y Wollast, 1967, la consideraron como un precipitado amorfo, mientras que para Helgeson, 1971 y Busenberg y Clemency, 1976, se trata de un precipitado de criptocristalino a cristalino. Nixon (1979) sugirió que los diferentes tipos de feldespatos podrían presentar diferentes tipos de capas residuales.



x: Curva de disolución para el material fresco.  
 o: Curva de disolución para el material tratado con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HF, para eliminar el material fino.

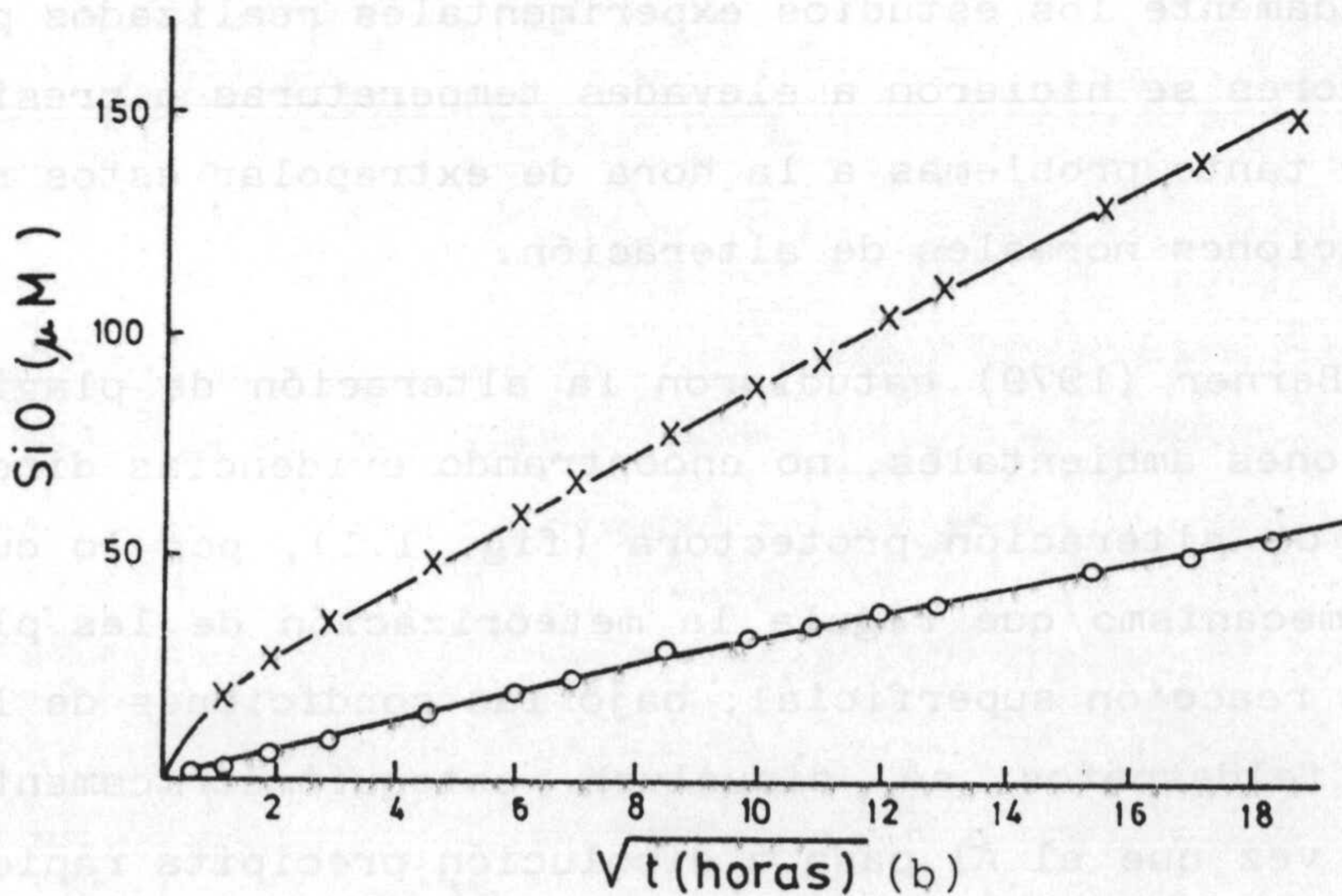


Fig. 1.1.- Concentración de sílice frente al tiempo (a) y frente a la raíz cuadrada del tiempo (b).

Algunos datos experimentales (Paces, 1973, Busenberg y Clemency, 1976) han demostrado un cambio de cinética parabólica a cinética lineal con el tiempo; la cinética lineal (esto es, velocidad de disolución constante) se supone que representa un etapa más avanzada en la que la capa superficial alcanza un espesor constante, al producirse simultáneamente crecimiento en la zona en contacto con el mineral y desintegración en su margen exterior en contacto con la solución acuosa.

Sin embargo la cinética lineal puede darse también a partir de una disolución congruente en la superficie, sin la formación de una capa residual protectora, esto podría esperarse si lo que controla la velocidad durante la disolución fueran reacciones químicas de superficie (Lagache, 1965 y 1976, Petrovic, 1976). Además Petrovic, en este mismo estudio concluye que aún formándose una capa protectora ésta no tendría las propiedades necesarias para controlar la velocidad del proceso de disolución.

Desafortunadamente los estudios experimentales realizados por estos investigadores se hicieron a elevadas temperaturas ó presiones, existen por tanto problemas a la hora de extrapolar estos resultados a condiciones normales de alteración.

Holdren y Berner (1979) estudiaron la alteración de plagioclasa en condiciones ambientales, no encontrando evidencias directas de la capa de alteración protectora (fig. 1.1), por lo cual suponen que el mecanismo que regula la meteorización de las plagioclasas es una reacción superficial; bajo las condiciones de laboratorio los feldspatos se disuelven estequiométricamente, sin embargo una vez que el Al pasa a disolución precipita rápida-

mente evitando el aumento de su concentración, este precipitado aunque no puede depositarse sobre los granos de feldespato no actuaría como un inhibidor de la disolución de los materiales originales.

Las velocidades de disolución no lineales de los feldespatos podrían deberse, bien a la disolución de partículas ultrafinas depositadas sobre los granos y producidas durante la preparación de la muestra, como se observa en la fig. 1.2, o bien, a que la solución ocurra preferencialmente en zonas de dislocación de la estructura y otros lugares con exceso de energía sobre la superficie de los granos mayores.

Colman y Pierce (1980) y Colman (1981) opinan que el hecho de haberse encontrado una cinética lineal en los procesos de meteorización, se debe a una falta en el control del factor tiempo, si bien aceptan la posibilidad de que en algunos casos, como en la disolución congruente de las calizas, pueda darse esta función lineal, no obstante, esto habría que considerarlo más como una excepción que como una regla general.

De todo lo expuesto anteriormente se deduce que el establecimiento de una cinética lineal ó parabólica para los procesos de disolución, está aún por dilucidar siendo necesarios nuevos factores tan variados como tiempo, temperatura, presión, flujo de agua, granulometría y naturaleza de los materiales, etc.

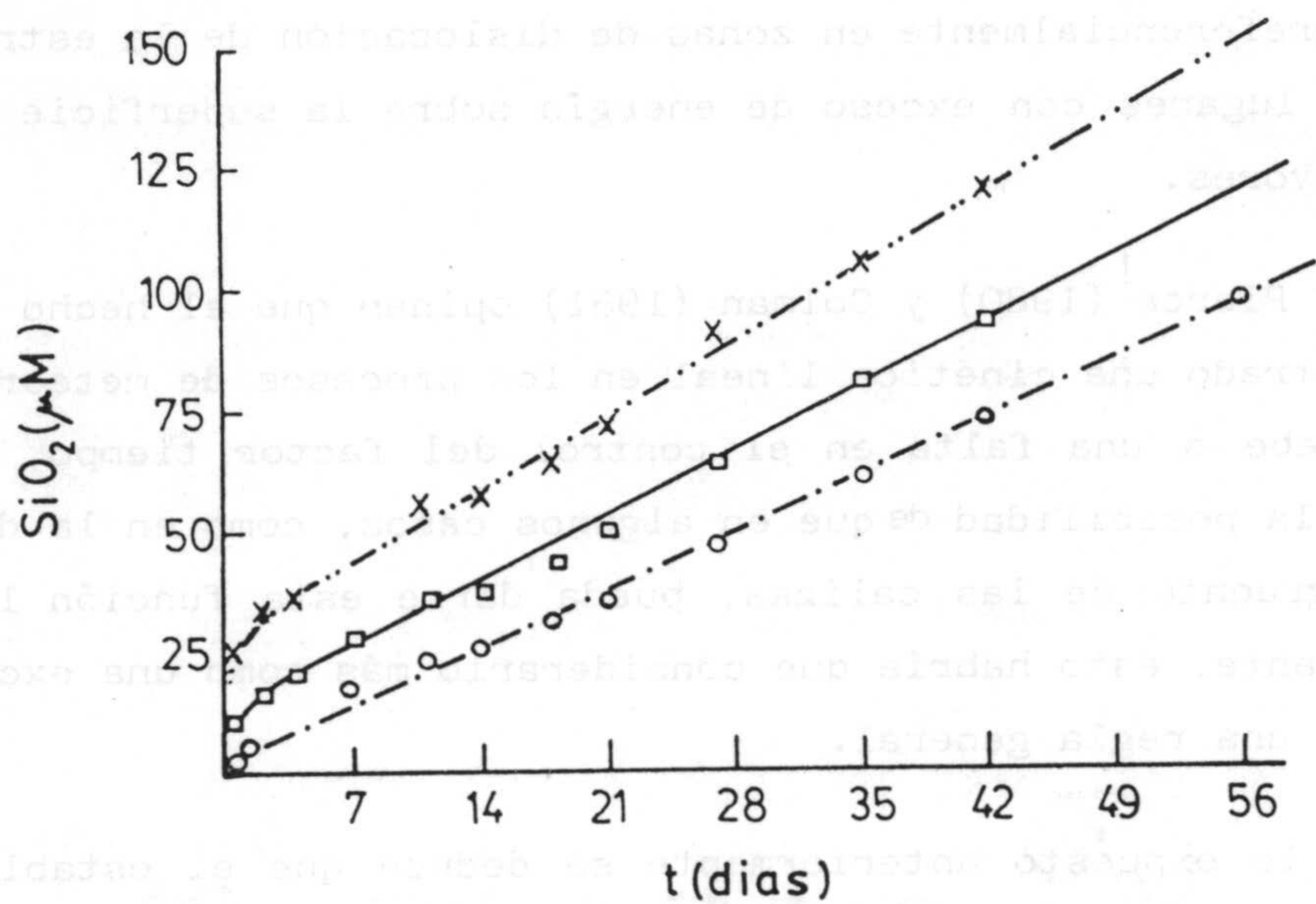


Fig. 1.2.- Las cruces (X) representan la curva de disolución para el material fresco. Los (□) para el material lavado y los (o) para el tratado químicamente con objeto de eliminar el material fino producido en la molienda.

2.- MATERIAL Y METODOS EXPERIMENTALES

THE UNIVERSITY OF CHICAGO



## 2.1.- ROCAS ESTUDIADAS.

Para el estudio de las alteraciones experimentales se realizó un amplio muestreo de las rocas más características de la región volcánica de Cabo de Gata, entre ellas se seleccionaron las que mostraban un menor grado de alteración (mínimo contenido en  $H_2O^+$ ) seleccionándose así tres muestras: Una procedente de la parte septentrional de la zona de Sierra de Gata (Rambla Vieja del Plomo, VR); otra de la zona media (Jayón, J) y la tercera, de la zona meridional (Rambla de S. Pedro, RSP), cuyas composiciones mineralógicas y químicas se muestran en la tabla 2.1.

Según la clasificación de Araña y Ortiz (1984), modificación de las de Pecerrillo y Taylor (1976), López Ruiz y Rodríguez Badiola (1980) y Gill (1981), La muestra VR se trata de una andesita ácida (vitrófido) con contenido medio en potasio. La J, es una andesita ácida (porfídica) de contenido medio en potasio, mientras que la RSP se trataría de una andesita basáltica pobre en potasio. Estas mismas rocas según la clasificación de Rittman (1963) serían dacitas con labradorita.

Tabla 2.1

COMPOSICION QUIMICA ROCAS FRESCAS

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
VR	60,43	17,00	5,61	6,55	3,79	1,47	0,67	0,59	3,88
Jayón	61,58	18,27	4,75	7,08	1,25	1,65	1,10	0,58	3,75
RSP	57,50	17,66	7,18	8,28	4,73	1,60	0,48	0,76	1,81

COMPOSICION MINERALOGICA ROCAS FRESCAS

Muestra	Cuarzo	Plg.	Horn.	Cal.	F.K.	Mica	Pirox.
VR	20	44	30	6	-	-	-
Jayón	30	36	7	6	14	7	-
RSP	-	85	-	-	-	-	15

## 2.2.- METODOLOGIA.

Las muestras descritas anteriormente se han molido someramente y tamizado a través de una malla de 0,63 mm, posteriormente se ha extraído la fracción menor de dos micras tras lavados sucesivos para eliminar las partículas más finas adheridas a la superficie de los granos.

Diez gramos de la muestra así tratada, introducidos en una bolsa de diálisis se colocan en el interior del cuerpo extractor (A) de los soxhlets utilizados (fig. 2.1); en el matraz se ponen 400 cc de agua destilada que se calienta con una manta calefactora; el vapor de agua alcanza el serpentín refrigerador, a través del tubo (B) condensándose y cayendo en el cuerpo extractor donde se encuentra la muestra. Cuando el agua alcanza el nivel marcado por el vástago (C) se sifona de nuevo al matraz, de esta manera se consiguen ciclos continuos a intervalos de tiempo definidos. El empleo de la bolsa de diálisis tiene por objeto impedir que parte de los iones liberados de la roca durante la hidrólisis se eliminen; de esta manera se consigue que reaccionen entre sí y pueda formarse dentro de la bolsa un mineral por precipitación.

Las condiciones experimentales de alteración han sido las siguientes:

- a) tiempo total de alteración: 1457 horas.
- b) régimen de percolación:

<u>Muestra</u>	<u>Régimen de percolación</u>
VR	11/222 minutos
Jayón	11/360 minutos
RSP	11/289 minutos

c) temperatura media: 82° C.

Para el cálculo del balance de pérdidas y ganancias de elementos, ha sido necesario tener en cuenta la influencia de la hidrólisis del vidrio del aparato. Por esta razón, antes de empezar la experiencia con las muestras anteriormente descritas, se tuvo el aparato funcionando sólo con agua destilada durante una semana, de esta manera se pudo calcular la cantidad de sílice hidrolizada. Esta sílice se determinó analizando tanto la solución, como un precipitado, que según Decarreau (1977), se debe a unas esferas de varios miles de Å preexistentes en el vidrio del aparato y liberadas durante la hidrólisis de éste. Este valor debe ser descontado al obtenido en la hidrólisis de las muestras estudiadas.

A partir del ensayo en blanco se ha estimado que la sílice hidrolizada en las 1457 horas de trabajo ha sido de 160 mg.

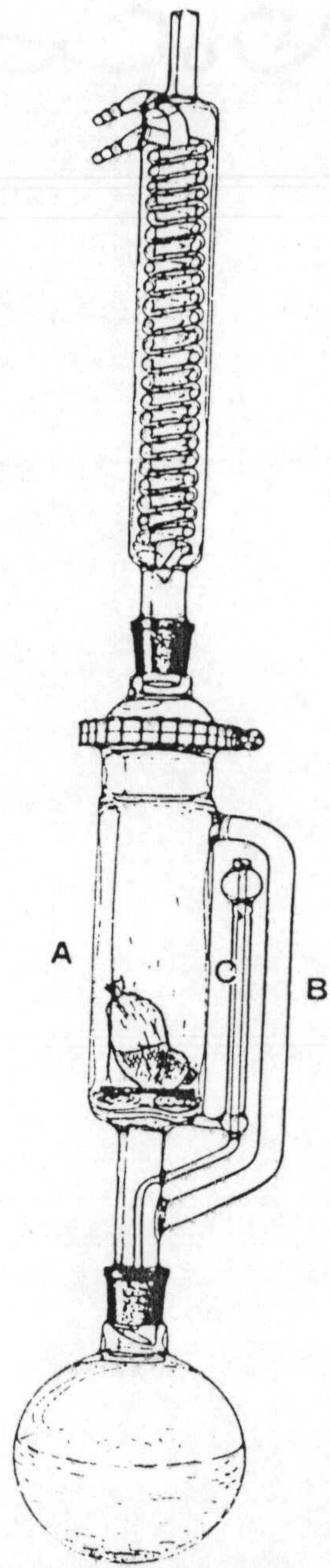


Fig. 2.1



1.2. 1807

*P. ...*



*...*

3.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

RESEARCH AND EXPERIMENTAL DEVELOPMENT



### 3.1.- BALANCE DE MATERIA.

Al término de la experiencia de alteración se ha pesado el residuo alterado del interior de la bolsa de diálisis, que contiene además a la esmectita neoformada; también se ha pesado el precipitado obtenido en la parte inferior del extractor y se ha determinado la cantidad de elementos (en mg.) que había en la solución. Con estos datos, que se reflejan en la tabla 3.1, se ha realizado un balance de materia global, ya que se ha de cumplir que:

Cantidad inicial = residuo alterado + solución + precipitado  
o lo que es lo mismo:

Cantidad inicial-residuo alterado = solución + precipitado =  
= pérdida real.

Pérdida total = esmectita neoformada + solución + precipitado.

Como puede observarse, los errores medidos caen dentro del margen de error aceptado en este tipo de determinaciones, no obstante habría que destacar el error cometido en la muestra procedente del Jayón (0,9%), que indica que la cantidad de elementos que aparecen en solución + precipitado es superior a los que aparecen en el residuo alterado, esto podría ser debido (a pesar de las determinaciones en blanco efectuadas) a una mayor liberación de sílice del aparato.

Asimismo, se pone de manifiesto que el grado de hidrólisis de las distintas rocas estudiadas, es fundamentalmente función de sus características texturales, así en la muestra VR, que se trata de un vitrófido con fenocristales muy aislados y matriz vitrea, existe una pérdida de 0,875 g. La muestra del Jayón que presenta textura porfídica con fenocristales abundantes y una matriz micro-

cristalina y vitrea, tiene una pérdida de 0,341, mientras que la muestra RSP, formada esencialmente por fenocristales con escasa matriz microcristalina, presenta las pérdidas más bajas (0,295 g). En la muestra VR, la mayor cantidad de agua percolada debe también contribuir a una pérdida más importante.

Al residuo alterado se le ha extraído la fracción menor de dos micras, obteniéndose los siguientes valores para la esmectita neoformada:

VR .....	1,170 g. de esmectita.
Jayón .....	1,014 g. de esmectita.
RSP .....	1,206 g. de esmectita.

Tabla 3.1

Muestra	Cantidad inicial (g)	Residuo alterado (g)	Pérdida real (g)	Solución + Precipitado (g)	$\Delta$	Error
VR	10,017	9,142	0,875	0,874	- 0,001	0,01%
Jayón	10,005	9,664	0,341	0,433	0,092	0,9%
RSP	10,004	9,709	0,295	0,285	-0,010	0,1%

1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995

1996  
 1997  
 1998  
 1999  
 2000  
 2001  
 2002  
 2003  
 2004  
 2005  
 2006  
 2007  
 2008  
 2009  
 2010  
 2011  
 2012  
 2013  
 2014  
 2015  
 2016  
 2017  
 2018  
 2019  
 2020  
 2021  
 2022  
 2023  
 2024  
 2025  
 2026  
 2027  
 2028  
 2029  
 2030  
 2031  
 2032  
 2033  
 2034  
 2035  
 2036  
 2037  
 2038  
 2039  
 2040  
 2041  
 2042  
 2043  
 2044  
 2045  
 2046  
 2047  
 2048  
 2049  
 2050

### 3.2.- BALANCE GEOQUIMICO.

Para las muestras estudiadas se ha realizado el balance geoquímico de sus elementos, estos valores aparecen en la tabla 3.2.

El balance se ha realizado teniendo en cuenta tanto la pérdida total (esmectita neoformada + solución + precipitado), como la pérdida real (solución + precipitado).

En la fig. 3.1, aparecen representados los porcentajes de pérdidas totales de cada elemento, para cada muestra.

Observando los valores de porcentajes de pérdida total de los elementos (tabla 3.2 y fig. 3.1), se puede obtener el orden de movilidades de estos en cada muestra, así:

En la muestra VR:  $Ca > Mg > K > Si > Na > Al > Fe$   
" " " Jayón:  $Mg > Fe \geq Ca > Na > Si > Al > K$   
" " " RSP:  $Na > Ca > K > Si > Al \geq Fe > Mg$

Considerando las tres muestras en conjunto, el orden de movilidades será:

$$Ca > Mg = Na > K = Si > Fe = Al$$

Teniendo en cuenta los potenciales iónicos de los elementos, se hidrolizarían en forma soluble aquellos de potenciales más bajos o más altos, en el primer caso tendríamos los alcalinos y alcalinoterreos (Ca, Mg, Na, K); en el segundo el Si, cuyo potencial iónico es muy elevado y se liberaría como anión. El Fe y Al, con

potenciales intermedios, formarían hidróxidos, siendo los menos móviles (Mason y Moore, 1982).

Este comportamiento se podría corresponder con el metasomatismo de Hidrógeno enunciado por Hemley (1959), Hemley et al. (1961) y Hemley et al. (1964), mediante el cual los  $H^+$  de la solución sustituyen eléctricamente a los alcalinos y alcalinoterreos que van eliminándose de las redes cristalinas y que daría lugar finalmente, a la formación de las esmectitas con liberación de alcalinos y alcalinoterreos, a partir de materiales volcánicos de naturaleza vítrea.

Teniendo en cuenta los porcentajes de pérdidas reales, se pueden deducir las movilidades de los elementos que han pasado a solución o precipitado, es decir aquellos que no han dado lugar a esmectita neoformada.

Para cada muestra las movilidades son:

VR            Ca > Na > K > Si > Mg > Al > Fe

Jayón        Ca > Na > Si > Mg > K > Al > Fe

RSP         Na > K > Si > Ca > Mg > Al > Fe

La movilidad global será:

$Na \gg Ca > K = Si > Mg > Al \gg Fe$

Se puede observar que la movilización de estos elementos es similar, aunque no idéntica, a la movilización en pérdida total. Siguen siendo los alcalinos y alcalinoterreos (excepto el Mg) los elementos más móviles seguidos del Si, y los más inmóviles Al y Fe.

Si el Mg es uno de los elementos más móviles en el balance de pérdida total y de los más inmóviles en el de pérdida real, nos indica que este elemento pasará a formar parte de la esmectita neoformada, o sea será uno de los elementos que se aporten en el proceso de bentonitización. De hecho el Mg es un catión típicamente octaédrico, que favorece la síntesis de esmectitas, como han demostrado diversos autores (Millot, 1974).

El caso del Fe es aún más extremo, pues si bien su movilización es escasa, la totalidad del Fe liberado pasa a formar parte de la esmectita en estos primeros estados de bentonitización.

Estos resultados experimentales se comparan en el siguiente capítulo con los datos obtenidos a partir de las alteraciones naturales.

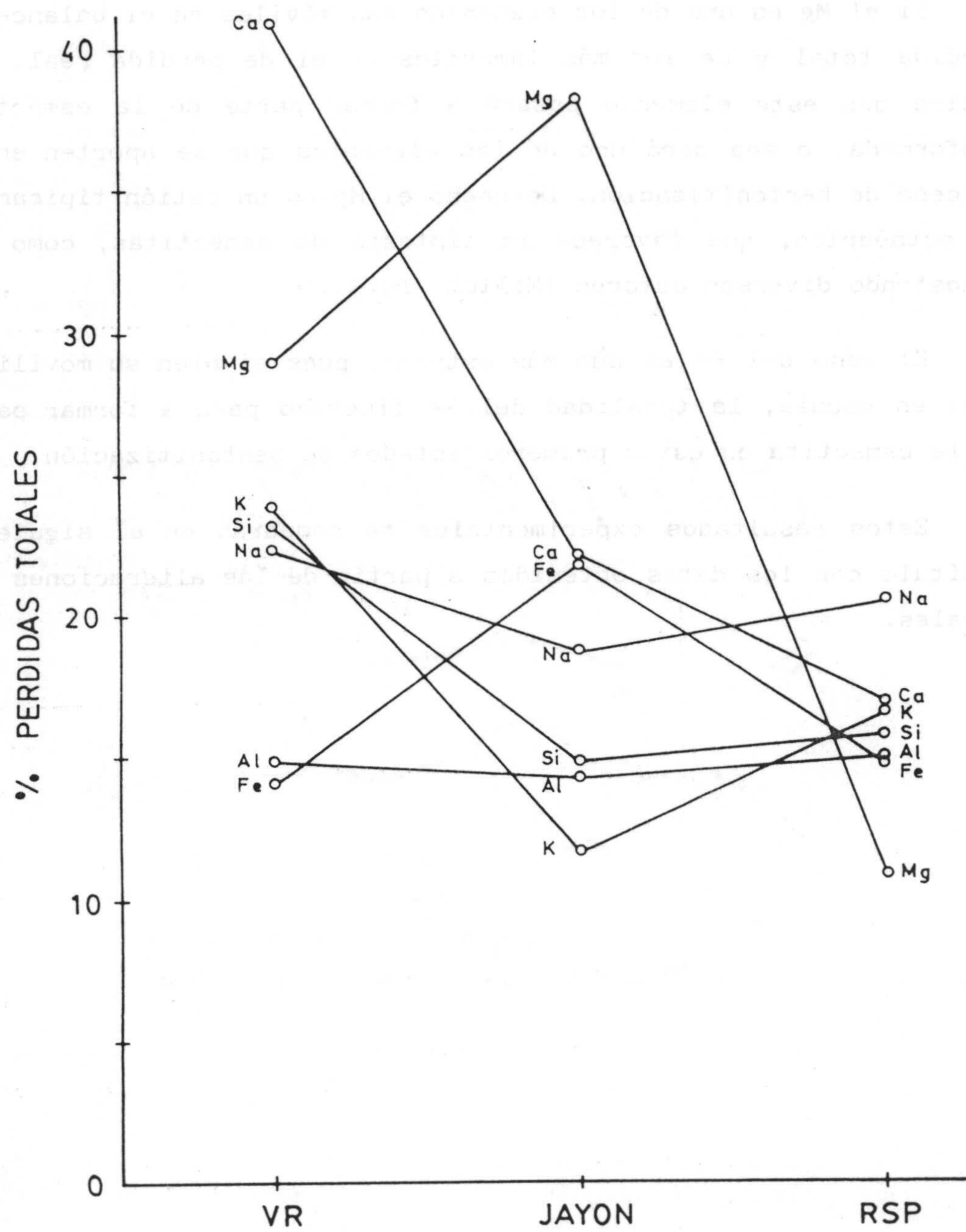


Fig. 3.1.- Porcentajes de pérdidas totales de cada elemento, para cada muestra.



Tabla 3.2

BALANCE GEOQUIMICO

Muestra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
VR	Cantidad inicial	6043	1700	561	655	379	147	67
	Solución	52	1	-	8	3	24	8
	Precipitado	677	49	-	152	19	2	3
	Esmectita	687	204	79	108	88	77	5
	Pérdidas	1407	254	79	268	110	33	16
	% Pérdida total	23,28	14,94	14,08	40,92	29,02	22,45	23,88
	% Pérdida real	12,06	2,94	0	24,43	5,80	17,69	16,42
Jayón	Cantidad inicial	6158	1827	475	708	125	165	110
	Solución	41	1	-	17	2	16	2
	Precipitado	300	40	-	90	4	1	1
	Esmectita	572	220	104	50	42	14	10
	Pérdidas	913	261	104	157	48	31	13
	% Pérdida Total	14,83	14,29	21,89	22,17	38,40	18,79	11,82
	% Pérdida Real	5,54	2,24	0	15,11	4,80	10,30	2,73
RSP	Cantidad inicial	5750	1766	718	828	473	160	48
	Solución	39	2	-	3	2	11	1
	Precipitado	201	24	-	15	6	3	2
	Esmectita	669	239	107	123	44	19	5
	Pérdidas	909	265	107	141	52	33	8
	% Pérdida Total	15,81	15,00	14,90	17,03	10,99	20,63	16,67
	% Pérdida Real	4,17	1,47	0	2,17	1,69	8,75	6,25

Cantidades en mg. referidas a 10 g de muestra inicial.

STATE OF OHIO  
DEPARTMENT OF REVENUE

Year	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1973	100	100	100	100	100	100	100
1974	100	100	100	100	100	100	100
1975	100	100	100	100	100	100	100
1976	100	100	100	100	100	100	100
1977	100	100	100	100	100	100	100
1978	100	100	100	100	100	100	100
1979	100	100	100	100	100	100	100

DEPARTMENT OF REVENUE

STATE OF OHIO

### 3.3.- BALANCE MINERALOGICO.

Para la realización del balance mineralógico y teniendo en cuenta que las pérdidas en el balance geoquímico son del 22% para el caso de la muestra VR, se han ensayado dos métodos distintos.

Partiendo del análisis mineralógico de la roca fresca y alterada:

Muestra	Cuarzo	Plag.	Anfíbol	Calcita	$\Sigma$
VR fresca	20	44	30	6	100
VR alterada	26	31	39	4	100

Si suponemos que ha habido una pérdida del 3% de calcita y 19% de plagioclasa, la mineralogía de la roca alterada debería ser:

Muestra	Cuarzo	Plag.	Anfíbol	Calcita	$\Sigma$
VR	20	25	30	3	78
	26	32	38	4	100

extraordinariamente similar al obtenido.

Teniendo en cuenta que de todos los minerales componentes de esta roca el cuarzo es el menos hidrolizable podría realizarse un balance a cuarzo constante (isocuárcico), en cuyo caso, la roca alterada tendría la siguiente composición:

Muestra	Cuarzo	Plag.	Anfíbol	Calcita	$\Sigma$
	20	24	30	3	77
VR	26	31	39	4	100

Como puede observarse, ambos procedimientos serían correctos, existiendo unas pérdidas de 19% de Plagioclasa y 3% de Calcita.

En la muestra del Jayón, y dada la similitud de los dos procedimientos ensayados, se ha utilizado solo el isocuarzo

Muestra	Cuarzo	Plag.	Anfíbol	Calc.	F.K.	Mica	$\Sigma$	
Jayón	fresca	30	36	7	6	14	7	100
	alterada	35	30	9	1	17	8	100
	alterada Q = cte.	30	26	7	1	14	7	85
	alterada recalculada	35	31	8	1	17	8	100

Por lo tanto se obtiene una pérdida de 10% de plagioclasa y 5% de calcita.

Para la muestra RSP la composición mineralógica sería:

Muestra	Plagioclasa	Piroxeno	$\Sigma$
fresca	85	15	100
RSP			
alterada	92	8	100

Puesto que la pérdida global de materia es del 15%, suponiendo la hidrólisis del 7% de plagioclasa y del 8% de piroxeno, obtendríamos los siguientes datos para la roca alterada:

Muestra	Plagioclasa	Piroxeno	$\Sigma$
	78	7	85
RSP			
	92	8	100

lo cual confirma los porcentajes de pérdidas antes mencionados.





THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960

1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970

1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980

1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990

### 3.4.- FORMULAS ESTRUCTURALES

Debido a la pequeña cantidad de esmectita obtenida, ha sido necesario emplear el método fotográfico de cámara, utilizando un difractómetro Phillips, PW 1010 con las siguientes condiciones instrumentales: tensión 34 kv, intensidad 28 mA, tensión de plateau 875 v, radiación CuK, filtro de Ni, diámetro capilar 0,3 mm, tiempo de exposición 6 h. La muestra fué solvatada con etilénglicol.

En la tabla 3.3, se muestran las principales reflexiones de la fracción menor de dos micras obtenida tras las 1457 horas de alteración. Como puede observarse, el único mineral existente es una esmectita.

El análisis químico fué realizado con la metodología descrita en el apartado correspondiente y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.4. Como la cantidad de esmectita neoformada ha sido muy pequeña, no ha sido posible determinar su capacidad de cambio. Por ello se ha supuesto una capacidad de cambio de 100 meq/100g.

Las fórmulas estructurales de las esmectitas sintéticas, calculadas por el método de Marshall (1949), se muestran en la tabla 3.5.

Como puede observarse, al compararlas con las esmectitas naturales estudiadas, presentan una sustitución tetraédrica alta por lo que deben tener una naturaleza beidellítica (Weir y Greene Kelly, 1962), por otra parte son muy férricas y poco magnésicas, salvo en el caso de la muestra VR. Estas claras diferencias, con

las esmectitas de la región de Cabo de Gata, pueden deberse a su estado incipiente de alteración (10% - 12%) como se discutirá más adelante.

El análisis de la muestra N.º 1, de la zona de Cabo de Gata, muestra una esmectita con un grado de alteración del 10-12% (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I).

En la muestra N.º 2, de la zona de Cabo de Gata, se observan las principales reflexiones de la esmectita con un grado de alteración del 10-12% (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I).

El análisis de la muestra N.º 3, de la zona de Cabo de Gata, muestra una esmectita con un grado de alteración del 10-12% (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I).

La muestra N.º 4, de la zona de Cabo de Gata, muestra una esmectita con un grado de alteración del 10-12% (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I).

En la muestra N.º 5, de la zona de Cabo de Gata, se observan las principales reflexiones de la esmectita con un grado de alteración del 10-12% (ver Tabla I). Este grado de alteración se corresponde con el grado de alteración de las esmectitas de Cabo de Gata (ver Tabla I).



**Tabla 3.3**

VR		J		RSP	
d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>
16,98	10	16,95	10	14,71	10
0,50	3	8,50	2	-	-
4,54	5	4,54	5	4,54	4
3,40	5	3,40	4	-	-
2,56	4	2,59	3	2,56	4
1,71	1	1,68	1	-	-
1,50	4	1,49	3	1,50	3

Tabla 3.4

ANALISIS QUIMICO DE LAS ESMECTITAS

Muestra	VR	Jayón	RSP
SiO <sub>2</sub>	57,97	56,43	55,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,44	21,70	19,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,74	10,30	8,90
CaO	9,21	4,96	10,23
MgO	7,56	4,16	3,67
Na <sub>2</sub> O	0,63	1,42	1,58
K <sub>2</sub> O	0,43	1,03	0,38

Tabla 3.5

FORMULAS ESTRUCTURALES DE LAS ESMECTITAS

Muestra	Si <sup>IV</sup>	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>VI</sup>	Mg <sup>VI</sup>	Carga Total
VR	7,566	0,434	2,244	0,660	1,468	0,783
Jayón	7,215	0,785	2,481	0,988	0,793	0,793
RSP	7,413	0,587	2,527	0,893	0,730	0,844

4.- CONCLUSIONES

100-1000000

Handwritten signature

## CONCLUSIONES

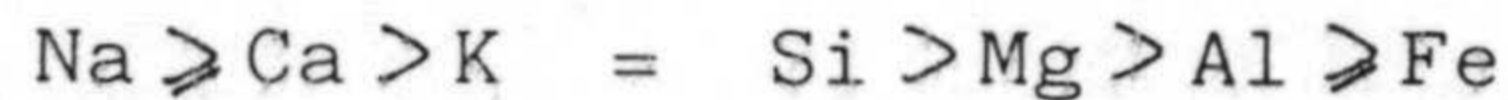
- El grado de hidrólisis depende, fundamentalmente, de las características texturales de las rocas estudiadas.

- Las cantidades de esmectita neoformada son: 12,80% en VR, 10,49% en Jayón y 12,42% en RSP.

El orden de movilidad de los elementos teniendo en cuenta la pérdida total será:



considerando la pérdida real sería:



- El Mg liberado de las rocas pasa en su mayor parte a formar parte de la esmectita neoformada. El Fe, al menos en los primeros estados de bentonitización, se integra en la esmectita.

- Teniendo en cuenta los datos obtenidos, el balance de materia para una tonelada de roca fresca sería (en Kg.):

Roca	esmectita neoformada	agua(m <sup>3</sup> ) para hidrolizar 1 Tm	materiales que se hidrolizan
VR	117	182	220   190 Plag. 30 Cal.
Jayón	101	159	150   100 Plag. 50 Cal.
RSP	121	199	150   70 Plag. 80 Pirox.

- Las esmectitas neoformadas al corresponder a grados de alteración bajos, presentan claras diferencias en las fórmulas estructurales respecto a las esmectitas naturales: Alta sustitución tetraédrica, Fe<sup>VI</sup> elevado y Mg<sup>VI</sup> bajo (excepto VR).

TERCERA PARTE

EL PROCESO DE BENTONITIZACION



REPRODUCED BY MICROFILM

FOR THE YEAR 1960



1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025

1.- INTRODUCCION



## INTRODUCCION

La formación de un yacimiento de bentonita puede tener causas muy diversas como han puesto de manifiesto Grim y Güven (1978) en una reciente revisión. La casuística es tan amplia que estos autores no llegan a proponer un esquema global. De todas maneras, es posible efectuar algunas generalizaciones.

Pueden establecerse dos grandes tipos de procesos de bentonización: una por precipitación directa de una esmectita a partir de soluciones, o por alteración de materiales más o menos vitreos. De hecho, los yacimientos de bentonita más importantes del mundo tienen como origen uno de dichos procesos. En ocasiones la bentonita neoformada puede transportarse formando yacimientos de tipo detrítico.

Las bentonitas de precipitación química están relacionadas con cuencas endorréicas, como por ejemplo la cuenca del Tajo (Huer<sup>tas</sup> et al. 1971, Galán y Castillo, 1984, etc.) o los citados en otras localidades (Millot, 1974).

La mayor parte de los yacimientos conocidos se han formado a partir de la alteración de materiales piroclásticos, bien "in situ" o transportados, por ejemplo: Wyoming (USA); URSS, etc. (Grim y Güven, 1978).

En algunas ocasiones se han podido establecer relaciones entre características de la bentonita y algunos parámetros del proceso de bentonización. Concretamente, el quimismo y la textura de la roca original parecen ser condicionantes del proceso (Ross y Hendricks, 1945; Linares et al. 1974; Hoffman y Jager, 1959, etc.).

Otros autores han hecho hincapié en el papel del magnesio, bien procedente de la roca original, o bien aportado por una fuente externa. El magnesio parece ser también un elemento condicionante de la formación de las esmectitas (Yurevich y Skolova, 1965; Harder, 1972).

Otro factor, no tenido muy en cuenta hasta ahora, es la temperatura del proceso de bentonitización. El efecto de la temperatura puede ser doble: Por un lado al aumentar ésta, aumenta la velocidad del proceso de alteración, por el otro, establece unos márgenes de estabilidad de los minerales, por encima o por debajo de los cuales las esmectitas son inestables (Hemley, 1959; Hemley et al. 1961; Hemley et al. 1964).

En la presente memoria se discutirán las relaciones encontradas entre, la composición química de la roca original, de las soluciones hidrotermales y los materiales neoformados en la región de Cabo de Gata.



2.- SOLUCIONES HIDROTERMALES



## SOLUCIONES HIDROTERMALES

Al estudiar yacimientos minerales formados por la alteración hidrotermal de rocas surgen innumerables interrogantes tales como:

- Lugar donde se formaron las soluciones de alteración.
- Naturaleza de los acuíferos hidrotermales responsables de la alteración e hidrodinámica del sistema geotérmico. Y
- Donde y como la solución adquiere sus constituyentes.

Ya en el siglo XVI George Bauer "Agrícola" (1494-1555) hizo importantes observaciones sobre la descomposición de las rocas por agua de lluvia, flujo de aguas subterráneas y precipitación de minerales por estas aguas. Descartes (1596-1650) fue el primero en elaborar una teoría acerca de la formación de depósitos hidrotermales por soluciones de origen magmático.

Queda así abierta una controversia sobre el origen de las soluciones hidrotermales, es decir si, eran debidas a aguas meteóricas percolantes ó si se trataba de aguas primarias liberadas durante la consolidación de los magmas. Durante los siglos siguientes, distintos autores elaboran numerosas teorías, defendiendo una u otra postura.

El caso de los yacimientos magmáticos hidrotermales es el más fácil de defender porque existen claras relaciones espaciales entre yacimientos y roca ígnea. En la primera mitad del siglo XIX, se probó que las soluciones proceden de los magmas y se liberan durante su cristalización, llevando consigo materiales suficientes como para formar dichos yacimientos minerales.

La teoría de soluciones hidrotermales de origen meteórico se presta a mayor discusión, no solo por el tipo de circulación de aguas que puede ser más o menos profunda, sino también por los mecanismos con que adquieren sus materiales disueltos y la procedencia de estos.

Algunos autores indicaron, en el siglo XIX, que no es posible distinguir entre aguas meteóricas puras e ígneas puras, puesto que existen todos los casos intermedios. Las aguas descendentes no se pueden diferenciar de las ascendentes; por otra parte, los análisis de los materiales neoformados, pueden no dar evidencias claras sobre la procedencia de sus elementos.

Ya en este siglo, en los años 50, se aceptan una gran diversidad de fuentes, tanto en el origen de las soluciones como de los materiales que transportan.

Los estudios sobre isótopos estables y radiactivos han sido una herramienta muy eficaz para la solución de estos problemas. El éxito de la geoquímica isotópica ha sido espectacular y ha demostrado que la ambivalencia, es la postura ideal (Barnes, 1979; Fontes, 1980; Hoefs, 1980).

Las soluciones hidrotermales a lo largo de su recorrido alteran las rocas de caja y depositan diversos minerales de neoformación; en algunos de ellos, blenda, calcita, fluorita, es frecuente la presencia de inclusiones microscópicas que encierran vestigios de estas soluciones. El análisis de estas inclusiones proporciona información muy valiosa sobre su composición, que puede ser muy variada, tanto en el tipo como en la cantidad de iones presentes, pero todas ellas presentan concentraciones importantes de alguna sal (tabla 2.1). Puesto que estas soluciones son químicamente si-



**Tabla 2.1**

**Composición de soluciones hidrotermales e inclusiones líquidas**

Concentración ppm. 1 - Salton Sea (Muffer y White, 1969); 2 - Cheleken (Lebedev y Nikitina, 1968); 3 - Pozo D-1 de Daddis Farms (Carpenter et al. 1974); 4 - Cave-in-Rock District, Ill. (Roedder et al. 1963); 5 - (Creede Colo., (Skinner y Barton, 1973); 6 - Bingham Canyon (Roedder, 1971).

Elementos	Sol. Hidrotermales			Inclusiones		
	1	2	3	4	5	6
Cl	155.000	157.000	158.200	87.000	46.500	296.000
Na	50.400	76.140	59.500	40.400	19.700	152.000
Ca	28.000	19.708	36.400	8.600	7.500	4.400
K	17.500	409	538	3.500	3.700	67.000
Sr	400	636	1.110	-	-	-
Ba	235	-	61	-	-	-
Li	215	7,9	-	-	-	-
Rb	135	1,0	-	-	-	-
Cs	14	0	-	-	-	-
Mg	54	3.080	1.730	5.600	570	-
B	390	-	-	100	185	-
BR	120	526,5	870	-	-	-
I	18	31,7	-	-	-	-
F	15	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub>	409	-	39	-	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	150	31,9	-	-	-	-
H <sub>2</sub> S	16	0	-	-	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5	309	310	1.200	1.600	11.000
Fe	2.290	14,0	298	-	-	8.000
Mn	1.400	46,5	-	450	690	-
Zn	540	3,0	300	10.900	1.330	-
Pb	102	9,2	80	-	-	-
Cu	8	1,4	-	9.100	140	!

milares a los fluidos de los actuales sistemas hidrotermales, a partir del estudio de estos últimos, se puede ampliar la información sobre las alteraciones que producen, y la formación de nuevos yacimientos.

De la observación de aguas procedentes de minas, sondeos, pozos y fuentes termales se pueden clasificar las aguas hidrotermales en: 1) agua superficial, incluyendo agua de lluvia, ríos y lagos, aguas marinas y subterráneas. 2) aguas intersticiales y aguas subterráneas profundas. 3) aguas metamórficas y 4) aguas magmáticas. (Skinner, 1979). La distinción entre estos cuatro grupos puede ser compleja, ya que por ejemplo las aguas intersticiales pueden haber sido aguas superficiales pero a lo largo de la diagénesis de los sedimentos reaccionan con ellos y toman características propias.

Normalmente no es posible el estudio del sistema hidrotermal completo debido a su extensión, inaccesibilidad, etc., lo cual puede hacer difícil determinar el origen de estas soluciones. Para este fin, los estudios de geoquímica isotópica son imprescindibles; los elementos del agua: hidrógeno y oxígeno, tienen más de un isótopo estable; cuando el agua sufre cambios de estado, ó reacciona con las rocas encajantes, las razones isotópicas  $^2\text{H}/^1\text{H}$  y  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  cambian en cada uno de los cuatro tipos de aguas mencionadas anteriormente, y presentan razones isotópicas características.

En la interpretación de estos datos surgen dos tipos de problemas. El primero procede de la reacción roca-agua, en la que puede o no, haberse alcanzado el equilibrio, por ejemplo, un agua superficial puede sufrir los efectos de los procesos de diagénesis

o metamorfismo que experimentan los materiales en que se encuentra incluida, si solo se produce un fraccionamiento isotópico parcial, su composición puede ser intermedia entre aquellas de las aguas superficiales y metamórficas, completamente equilibradas.

El segundo problema proviene de la mezcla entre soluciones, que daría, como es lógico, una composición isotópica intermedia; por tanto, puede haber una gradación continua de composiciones isotópicas y a veces es imposible probar el que una solución simple haya producido un yacimiento mineral. Por otra parte, pueden determinarse los porcentajes de soluciones de diferente procedencia, que han intervenido en la formación de un yacimiento. De cualquier forma, el origen de la solución no es el factor que condiciona la composición de la solución hidrotermal, ni el tipo de alteración que produce, sino que hay que tener en cuenta la naturaleza de las rocas con las que reacciona a su paso.

Los diversos autores que han estudiado la génesis de las bentonitas de la región volcánica de Cabo de Gata han mencionado siempre una solución hidrotermal, pero no han mencionado su origen. Recientemente mediante estudios de fraccionamiento isotópico (Leone et al. 1983), se ha llegado a la conclusión de que se trata de soluciones hidrotermales de origen meteórico que actúan a temperaturas del orden de 70° C en Sierra de Gata y 40° C en la Serrata de Níjar.

Con objeto de intentar deducir la composición de dichas soluciones a partir del análisis de los cationes y aniones extraíbles de las bentonitas, en el supuesto de que estas sales son la reliquia de la solución que llenaba el espacio poroso del sistema piroclástico durante la alteración, se han seleccionado 219 muestras

correspondientes a 39 localidades recogidas en la fig. 2.1. Las muestras correspondientes al Norte de Sierra de Gata fueron estudiadas por Reyes (1977) y las de Serrata de Níjar por Caballero (1982), el resto corresponden a muestras de la presente memoria.

En la tabla 2.2 se muestran los valores obtenidos para los cationes y aniones extraíbles, así como la capacidad de cambio de cationes, correspondientes a las muestras pertenecientes a la zona Sur de Cabo de Gata.

En la tabla 2.3 se recogen los valores medios de las variables determinadas, correspondientes a 30 yacimientos solamente, con un total de 210 muestras. El resto se han excluido por disponer de una sola muestra. El tratamiento estadístico general se ha realizado sobre los 39 yacimientos.

Con el conjunto de los datos se ha efectuado un análisis de factores en modo R, con rotación Varimax. Se han obtenido 5 factores que explican el 85,78% de la varianza total del sistema. En la tabla 2.4 se muestran las variables y sus cargas en cada factor, en forma simplificada. Solo se han considerado las cargas de mayor valor.

El primer factor incluye a  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . Esta asociación parece estar forzada por el quimismo particular de las bentonitas de Sierra de Gata, que forman el conjunto con mayor número de muestras. La fuente de estos aniones debe relacionarse con las rocas metamórficas del basamento volcánico y Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera al Norte de los yacimientos, principales fuentes de los acuíferos formadores de la solución hidrotermal. Hem (1970) cita a estos iones como mayoritarios en aguas superficiales que

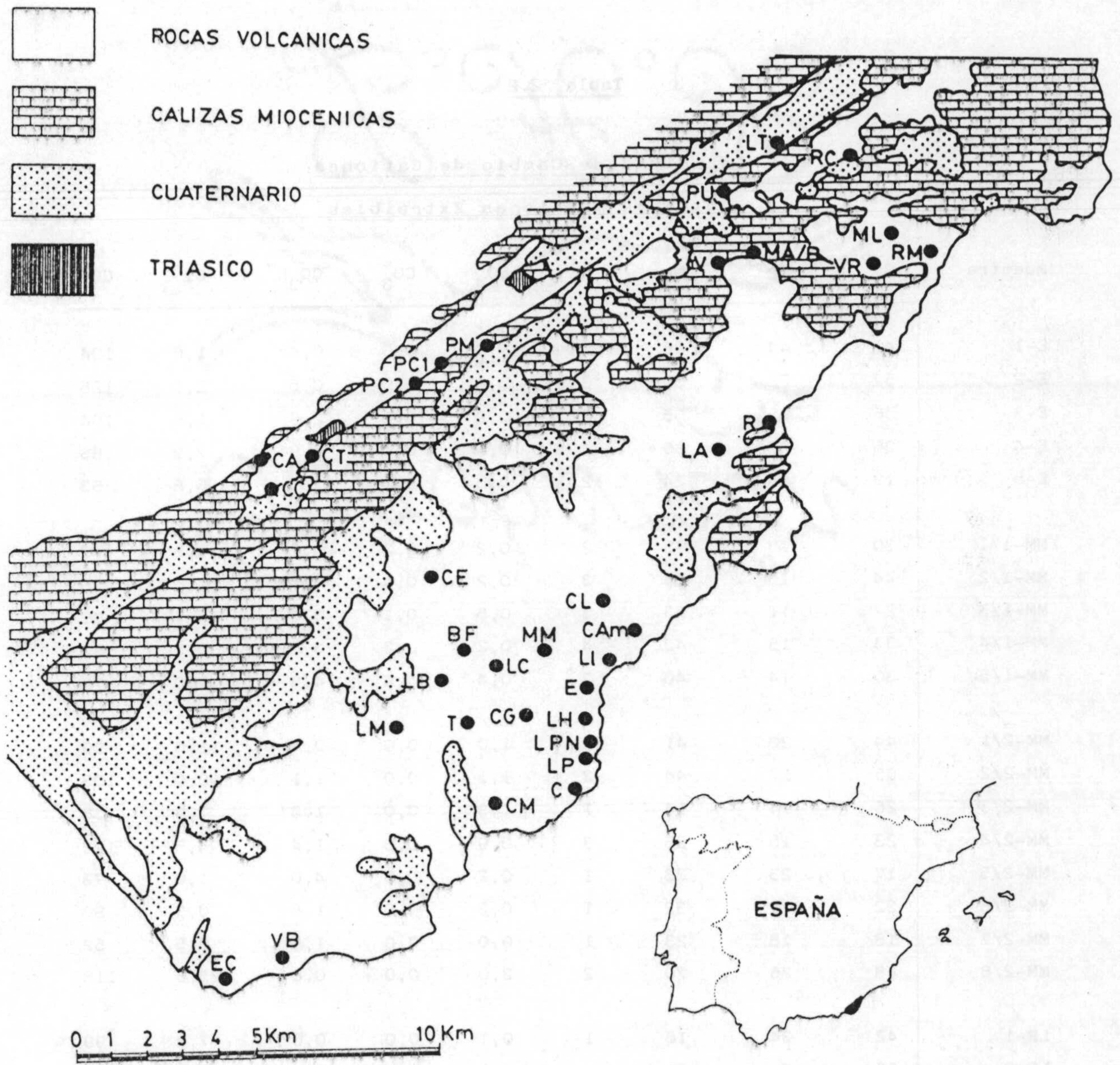


Fig. 2.1

Tabla 2.2

Capacidad de Cambio de Cationes

Cationes y Aniones Extraíbles

Muestra	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CCC
E-1	41	44	26	1	0,3	0,0	0,4	1,6	104
E-2	52	22	50	3	0,4	0,0	0,6	2,1	125
E-3	36	35	35	2	0,2	0,2	2,3	1,6	104
E-4	26	27	30	1	0,6	0,0	0,9	7,9	85
E-5	19	14	24	2	0,3	0,0	1,5	5,8	53
MM-1/1	30	18	35	2	0,2	0,2	4,2	0,8	77
MM-1/2	44	15	53	3	0,2	0,4	4,1	1,6	98
MM-1/3	27	11	33	2	0,5	0,1	3,1	0,5	68
MM-1/4	33	15	42	4	0,2	0,2	3,8	0,5	99
MM-1/5	30	14	40	2	0,4	0,4	4,9	1,0	73
MM-2/1	44	20	41	2	1,0	0,0	0,4	11,0	99
MM-2/2	65	17	44	2	1,1	0,0	1,1	10,0	103
MM-2/3	26	14	14	1	1,3	0,0	1,6	7,9	38
MM-2/4	23	18	85	3	0,9	0,0	1,4	4,5	122
MM-2/5	17	23	33	1	0,2	0,5	4,0	1,0	73
MM-2/6	22	31	32	1	0,2	0,0	1,5	0,5	90
MM-2/7	18	18	23	1	0,0	0,0	1,5	0,5	52
MM-2/8	48	26	70	2	2,0	0,0	0,8	25,6	118
LP-1	42	34	18	1	0,1	0,0	0,6	7,9	99
LP-2	36	36	31	4	0,0	0,0	0,8	0,1	100
LPN-1	30	20	36	1	0,9	0,2	3,4	4,7	75
LH-1	19	12	17	1	0,3	0,0	0,3	12,4	40
LH-2	52	43	46	1	0,9	0,0	0,2	20,2	122

Tabla 2.2 (continuación)

Muestra	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CCC
CG-1	21	33	64	1	1,4	0,0	0,8	19,9	96
CG-2	28	28	56	1	1,8	0,0	0,7	14,8	97
CG-3	23	17	32	1	1,0	0,0	1,4	4,7	73
CM-1	36	38	35	1	0,1	0,3	3,6	0,3	103
CM-2	56	25	41	1	0,5	0,2	2,3	7,4	112
CM-3	57	27	54	1	1,5	0,3	1,8	10,3	119
CM-4	34	27	55	1	1,3	0,0	1,5	9,2	115
C-1	15	14	73	1	1,2	0,0	0,8	28,0	80
C-2	28	25	45	1	1,1	0,0	0,8	24,0	69
C-3	28	29	74	3	0,9	0,0	1,2	35,9	84
C-4	27	23	43	1	1,2	0,2	1,9	8,4	84
EC-1	24	6	29	1	0,8	0,0	0,8	30,1	26
EC-2	36	6	20	1	0,9	0,0	0,7	21,9	22
EC-3	11	11	24	1	1,1	0,0	0,2	21,6	30
EC-4	20	11	39	1	1,6	0,0	0,7	48,3	23
EC-5	25	8	38	1	1,4	0,0	0,8	37,5	23
LC-1	25	20	30	1	1,5	0,0	0,5	16,1	64
LC-2	21	13	29	2	0,9	0,0	0,2	19,5	50
VB-1	21	5	123	8	2,4	0,0	0,4	17,4	144
VB-2	34	27	50	2	1,0	0,0	0,5	8,4	107
LA-1	28	29	28	1	1,0	0,0	0,9	2,6	77

Tabla 2.2 (continuación)

Muestra	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CCC
IM-1	42	15	54	3	0,8	0,0	1,0	2,4	121
LI-1	25	20	61	3	1,2	0,1	2,8	8,2	85
CAM-1	27	20	35	1	1,2	0,3	3,1	2,1	73
CAM-2	18	12	38	2	0,1	0,0	1,6	0,0	73
Cl-1	43	13	41	2	0,0	0,3	2,3	0,0	95
Cl-2	80	14	32	3	0,0	0,0	1,8	0,0	129
CE-1	39	19	30	3	1,4	0,0	1,0	18,7	61
BF-1	28	16	12	1	0,2	0,2	3,3	0,0	50
T-1	21	16	25	1	0,1	0,0	0,4	1,6	58
T-2	23	20	17	1	1,4	0,0	0,1	15,6	58
R-2/M	28	13	25	0	2,0	0,0	0,2	11,1	58
R-2/N	23	14	27	1	1,6	0,0	0,2	8,9	59
LB-1	45	14	1	1	0,2	0,0	0,4	0,0	59
LM-1	24	12	19	2	1,9	0,0	0,6	7,1	48
LM-2	24	13	20	1	2,7	0,0	0,6	10,6	42
VR-2	8	11	14	1	1,1	0,0	0,4	8,2	30
VR-3	27	26	20	2	1,4	0,0	0,8	5,5	60
VR-4	7	20	25	2	1,2	0,0	0,5	6,9	53
VR-5	9	21	20	1	0,9	0,0	0,7	7,4	51
RSP	29	47	8	1	0,2	0,0	1,9	0,5	78
RM-1	30	46	35	1	1,3	0,0	1,0	34,8	77
RM-2	15	43	70	1	2,0	0,0	1,0	45,9	73
RM-3	50	15	29	13	0,1	0,0	2,6	0,2	105
ML-1	25	20	18	2	0,1	0,4	4,5	1,0	57



Tabla 2.3

	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CCC
MA	36.13	47.20	36.13	2.73	0.76	0.00	8.58	0.54	110.07
MB	29.48	49.73	46.59	3.54	0.46	0.00	15.36	0.59	110.02
V	35.32	35.68	44.68	3.08	2.66	0.88	19.81	1.12	90.80
PU	28.70	53.10	36.20	1.90	1.71	1.24	21.62	0.76	101.60
RC	17.58	40.42	31.50	1.75	1.10	0.09	1.84	1.27	84.00
LT	31.86	55.09	13.33	0.57	0.52	0.14	10.30	0.17	93.14
E	34.80	28.40	33.00	1.80	0.36	0.04	1.14	3.80	94.20
MM-1	32.80	14.60	40.60	2.60	0.30	0.26	4.02	0.88	83.00
MM-2	32.87	20.87	42.75	1.62	0.84	0.06	1.54	7.62	86.87
LP	39.00	35.00	24.50	2.50	0.05	0.00	0.70	4.00	99.50
LH	35.50	27.50	31.50	1.00	0.60	0.00	0.25	16.30	81.00
CG	24.00	26.00	50.67	1.00	1.40	0.00	0.97	13.13	88.67
CM	45.75	29.25	46.25	1.00	0.85	0.20	2.30	6.80	112.25
C	24.50	22.75	58.75	1.50	1.10	0.05	1.17	24.07	79.25
EC	23.20	8.40	30.00	1.00	1.16	0.00	0.64	31.88	24.80
LC	23.00	16.50	29.50	1.50	1.20	0.00	0.35	17.80	57.00
VB	27.50	16.00	86.50	5.00	1.70	0.00	0.45	12.90	125.50
CA <sub>m</sub>	22.50	16.00	36.50	1.50	0.65	0.15	2.35	1.05	75.00
CL	61.50	13.50	36.50	2.50	0.00	0.15	2.05	0.00	112.00
T	22.00	18.00	21.00	1.00	0.75	0.10	0.25	8.60	58.00
R	25.50	13.50	26.00	0.50	1.80	0.00	0.20	10.00	58.50
LM	24.00	12.50	19.50	1.50	2.30	0.00	0.60	8.85	45.00
VR	12.75	19.50	19.75	1.50	1.15	0.00	0.60	7.00	48.50
RM	31.67	34.67	44.67	5.00	1.13	0.00	1.53	26.97	85.00
CC	13.20	27.40	53.80	4.00	1.04	0.08	1.48	6.22	95.80
CA	29.25	28.25	26.62	2.50	0.77	0.12	1.16	5.06	76.37
CT	24.33	34.66	52.00	1.00	2.03	0.00	0.57	34.47	76.00
PC-1	19.00	16.60	32.40	2.20	1.32	0.00	0.42	13.66	58.60
PC-2	24.00	29.20	49.80	2.60	1.08	0.00	0.78	6.24	99.00
PM	16.60	19.60	48.60	3.60	1.34	0.00	0.86	8.28	82.80

Tabla 2.4

F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		F <sub>5</sub>	
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0,832	Mg <sup>2+</sup>	0,872	K <sup>+</sup>	0,916	Cl <sup>-</sup>	0,851	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,920
Ca <sup>2+</sup>	0,794	CCC	0,838	Na <sup>+</sup>	0,798	Na <sup>+</sup>	0,391	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	0,266
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	0,712	Cl <sup>-</sup>	-0,304			CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	-0,373	Na <sup>+</sup>	0,242
						Mg <sup>2+</sup>	-0,300	Ca <sup>2+</sup>	-0,273

Variación explicada

F<sub>1</sub> = 20,58 %      F<sub>2</sub> = 20,01 %      F<sub>3</sub> = 19,23 %      F<sub>4</sub> = 13,69 %      F<sub>5</sub> = 12,28 %

Variación explicada total = 85,78 %

proviene de la infiltración en micasquistos.

El segundo factor agrupa al  $Mg^{2+}$ , con la capacidad de cambio de cationes. Este hecho viene influenciado por las muestras de Sierra de Gata en las que el  $Mg^{2+}$  es el catión de cambio fundamental, aunque en el resto, también alcanza valores importantes. Un hecho significativo es que en este factor aparecen los  $Cl^{-}$  con carga negativa. Por consiguiente el  $Mg^{2+}$  y los  $Cl^{-}$  deben tener un origen diferente. Probablemente el  $Mg^{2+}$  proceda de las cloritas y micas alpujárrides (rocas metamórficas del zócalo y de Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera), mientras que los  $Cl^{-}$  provienen de las sales solubles incluidas en todas las rocas que atraviesa la solución hidrotermal (volcánicas y metamórficas) ó procedentes de las fases vitreas presentes en los materiales piroclásticos. (Ellis y Mahon, 1964; Hem, 1970).

El tercer factor relaciona el  $Na^{+}$  y  $K^{+}$ . Esta es una asociación típica de los sistemas hidrotermales, especialmente en casos de alteración en la pared de las rocas.

En el cuarto se agrupan  $Cl^{-}$  y  $Na^{+}$ ; asociación que también es típica de las soluciones hidrotermales. Los  $Cl^{-}$  pueden tener su origen en las pizarras metamórficas, al Norte, y en los materiales piroclásticos.

Por último el quinto factor asocia a los sulfatos con bicarbonatos y  $Na^{+}$ . (Estos últimos con menor carga).

Aún cuando el análisis de factores está muy condicionado por las muestras de Sierra de Gata, sin embargo, ya se obtienen los primeros datos de posibles constituyentes de las soluciones hidrotermales. Así, debe haber dos tipos de soluciones, una dominada

por los  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y otra por los  $\text{Cl}^-$ . Los  $\text{SO}_4^-$  parecen ser accesorios.

Para comprobar estas diferencias en el quimismo de las soluciones, las muestras de los 30 yacimientos más importantes se han dividido por zonas. Se han hecho tres grupos: Sierra de Gata, Serrata de Níjar y Zona Sur. De esta forma, Los grupos se disponen de forma cada vez más alejada de Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera, que debieron ser las recargas de las aguas meteóricas que se convirtieron en soluciones hidrotermales de alteración (fig. 2.2).

En la tabla 2.5 se recogen los valores medios de las variables estudiadas para las tres zonas seleccionadas. Mientras que los aniones comprenden a las sales solubles, los cationes, en esta tabla, corresponden a los de cambio y solubles. No se ha efectuado la extracción de los cationes solubles separadamente con objeto de no alterar el complejo de cambio. Sin embargo, y a través de métodos estadísticos se han podido separar ambos tipos de contribuciones. Puede observarse también la tabla 2.5, que la suma de cationes es inferior en una o dos unidades al conjunto de aniones y a la capacidad de cambio. Esta diferencia se debe a la capacidad aniónica de cambio.

En la tabla 2.6 se muestran las matrices de correlación entre variables, para las tres zonas seleccionadas.

Para Sierra de Gata se encuentran las siguientes correlaciones positivas y altamente significativas:  $\text{Ca}^{2+}-\text{CO}_3\text{H}^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{SO}_4^-$ ,  $\text{K}^+-\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+-\text{K}^+$ . De acuerdo con estas correlaciones se ha descontado tanto  $\text{Na}^+$  como meq. de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^-$  hay, y tanto  $\text{Ca}^{2+}$  como meq. de  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , cuantizándose así las sales solubles. Se ha despreciado en principio la contribución del  $\text{K}^+$ , que aunque debe existir,

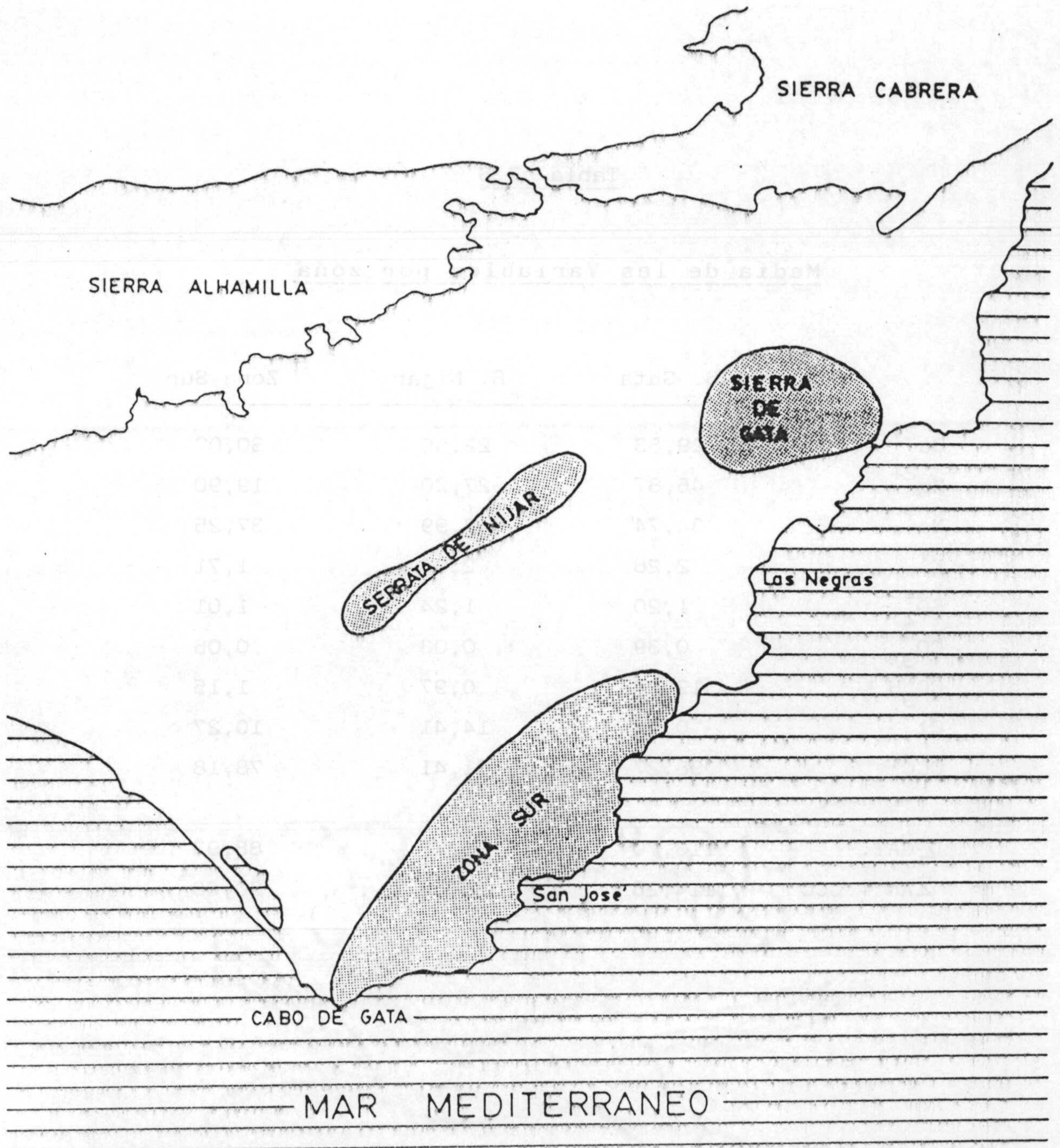


Fig. 2.2

Tabla 2.5

Media de las Variables por zona

	S. Gata	S. Nijar	Zona Sur
Ca <sup>2+</sup>	29,83	22,58	30,07
Mg <sup>2+</sup>	46,87	27,20	19,90
Na <sup>+</sup>	34,74	43,99	37,25
K <sup>+</sup>	2,26	2,98	1,71
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	1,20	1,24	1,01
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0,39	0,03	0,05
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	12,92	0,97	1,15
Cl <sup>-</sup>	0,74	14,41	10,27
CCC	98,27	81,41	78,18
Σ CAT.	113,70	96,75	88,93
Σ AN + CCC	114,26	98,58	90,66

Tabla 2.6

Matrices de Correlación

Norte de Sierra de Gata

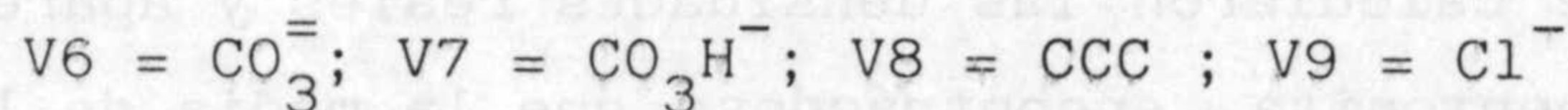
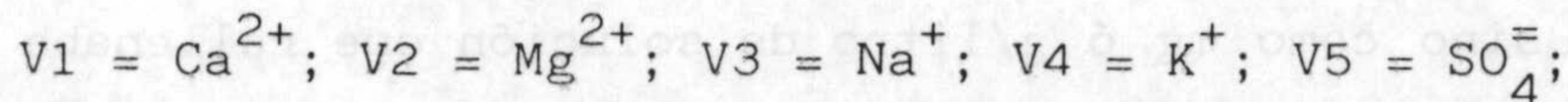
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	1.000	-.223	-.094	-.113	-.007	.569	.644	-.132	-.052
V2	-.223	1.000	-.118	-.176	-.270	-.315	-.265	.681	-.253
V3	-.094	-.118	1.000	.787	.314	-.128	.141	.442	.409
V4	-.113	-.176	.787	1.000	.154	-.052	.051	.343	.206
V5	-.007	-.270	.314	.154	1.000	.026	.095	-.069	.439
V6	.569	-.315	-.128	-.052	.026	1.000	.573	-.375	.041
V7	.644	-.265	.141	.051	.095	.573	1.000	-.190	.039
V8	-.132	.681	.442	.343	-.069	-.375	-.190	1.000	-.073
V9	-.052	-.253	.409	.206	.439	.041	.039	-.073	1.000

Serrata de Níjar

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	1.000	.523	-.390	-.334	-.297	.277	-.005	.168	.020
V2	.523	1.000	-.021	-.348	-.198	.196	.407	.516	.096
V3	-.390	-.021	1.000	.618	.421	-.088	-.034	.634	.347
V4	-.334	-.348	.618	1.000	.115	-.141	.039	.449	-.147
V5	-.297	-.198	.421	.115	1.000	-.163	-.360	-.150	.688
V6	.277	.196	-.088	-.141	-.163	1.000	.288	.106	-.140
V7	-.005	.407	-.034	.039	-.360	.288	1.000	.299	-.408
V8	.168	.516	.634	.449	-.150	.106	.299	1.000	-.135
V9	.020	.096	.347	-.147	.688	-.140	-.408	-.135	1.000

Zona Sur

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	1.000	.207	.111	.243	-.242	.151	.193	.639	-.215
V2	.207	1.000	.113	-.174	-.092	.011	-.031	.460	.059
V3	.111	.113	1.000	.303	.289	.032	.050	.609	.301
V4	.243	-.174	.303	1.000	-.152	-.040	.191	.383	-.193
V5	-.242	-.092	.289	-.152	1.000	-.357	-.475	-.178	.553
V6	.151	.011	.032	-.040	-.357	1.000	.808	.172	-.385
V7	.193	-.031	.050	.191	-.475	.808	1.000	.218	-.441
V8	.639	.460	.609	.383	-.178	.172	.218	1.000	-.313
V9	-.215	.059	.301	-.193	.553	-.385	-.441	-.313	1.000



su contribución debe ser mínima. De esta forma, se obtienen los resultados de la tabla 2.7, en la que los iones se dividen en solubles y de cambio.

Para la Serrata de Níjar se han obtenido las siguientes correlaciones:  $\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}-\text{CO}_3\text{H}^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+-\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^--\text{Cl}^-$ . Además se han encontrado correlaciones significativas de todos los cationes con la capacidad de cambio. De acuerdo con estas correlaciones y operando de igual forma que en el caso anterior se han podido separar las contribuciones de cationes solubles y de cambio, que se recogen en la tabla 2.7.

En la Zona Sur se han obtenido las siguientes correlaciones:  $\text{Na}^+-\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^--\text{CO}_3\text{H}^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Na}^+-\text{Cl}^-$  y  $\text{Cl}^--\text{SO}_4^-$ . También existen correlaciones significativas entre los cationes y la capacidad de cambio. A partir de estos resultados se han obtenido los cationes solubles y de cambio que se muestran en la tabla 2.7.

Puede observarse en esta tabla que efectivamente existen dos tipos de quimismo. Uno dominado por los  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y el  $\text{Ca}^{2+}$  en Sierra de Gata, y otro regido por el  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  en las dos zonas restantes.

Como se indicó al principio, las sales solubles se suponen ser el residuo seco de una solución que llenaba el espacio poroso del material piroclástico durante la alteración. Si esto es así, es posible expresar los resultados obtenidos no como meq/100 g. de muestra, sino como mg ó g/litro de solución que rellenaba los poros. Para ello se calcularon las densidades reales y aparentes de las muestras de bentonita, encontrándose que la media de las densidades reales es de 2,7 y la de las aparentes 2,0. Esto quiere decir que la porosidad media es del 26%, y que en 100 g. de mues-



Tabla 2.7

Cationes de Cambio

	S. Gata	S. Nijar	Zona Sur
Ca <sup>2+</sup>	16,52	22,55	29,47
Mg <sup>2+</sup>	46,87	26,23	19,30
Na <sup>+</sup>	32,80	28,34	25,97
K <sup>+</sup>	2,26	2,98	1,71

Iones Solubles (meq/100 g)

	S. Gata	S. Nijar	Zona Sur
Ca <sup>2+</sup>	13,37	0,03	0,60
Mg <sup>2+</sup>	T	0,97	0,60
Na <sup>+</sup>	1,94	15,65	11,28
K <sup>+</sup>	T	T	T
Cl <sup>-</sup>	0,74	14,41	10,27
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	1,20	1,24	1,01
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	12,92	0,97	1,15
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0,39	0,03	0,05

Iones Solubles (g/l)

	S. Gata	S. Nijar	Zona Sur
Ca <sup>2+</sup>	81,92	0,16	3,68
Mg <sup>2+</sup>	-	0,90	0,55
Na <sup>+</sup>	3,43	27,69	19,96
K <sup>+</sup>	T	T	T
Cl <sup>-</sup>	2,02	39,22	27,97
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	4,42	4,56	3,54
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	60,63	4,58	5,37
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0,90	0,06	0,12
	153,32	77,17	61,39

tra hay  $13 \text{ cm}^3$  de huecos. Por tanto, no hay más que multiplicar los valores de meq/100 g. por el factor 76,92 para convertirlos a meq/litro y a partir de aquí a g/l. Estos resultados se recogen también en la tabla 2.7.

Una inspección a estos nuevos valores hace ver que no pueden ser reales ya que prácticamente en todos los casos se produciría la precipitación directa de calcita. Por tanto habrá que multiplicar por un factor de dilución que impida la precipitación de dicho mineral. El factor debe ser igual o superior a 700 para Sierra de Gata, 2 para Serrata de Níjar y 30 para la Zona Sur, teniendo en cuenta la solubilidad de la calcita a  $60^\circ \text{ C}$  (Clark, 1966).

Al introducir el factor de dilución, la solución de Sierra de Gata es la menos concentrada y tiende a parecerse a un agua natural que se infiltra a través de micascuistos (Hem, 1970). Esta solución se enriquece en  $\text{Cl}^-$  y en  $\text{Na}^+$  al llegar a Serrata de Níjar, por reacción con los materiales volcánicos que atraviesa. En la Zona Sur debe haber existido una mezcla con aguas de menor fuerza iónica.

Si se considera que los cationes de cambio estuvieron en equilibrio con la solución, pueden también extraerse conclusiones interesantes. En efecto, en la tabla 2.7 se observa que el  $\text{Ca}^{2+}$  aumenta desde Sierra de Gata hacia la Zona Sur, mientras que el  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  tienen un comportamiento inverso. El aumento del  $\text{Ca}^{2+}$  puede deberse a la hidrólisis de los materiales volcánicos a medida que se desplazan las soluciones hacia el Sur, las plagioclasas de la región son fundamentalmente cálcicas y pueden suministrar  $\text{Ca}^{2+}$  suficiente para producir este aumento. La disminución del  $\text{Mg}^{2+}$  es muy significativa y parece indicar que su fuente, en efec-

to, está situada al Norte. De esta manera la solución se va empobreciendo cada vez más en  $Mg^{2+}$  a medida que se va formando la esmectita como producto de la hidrólisis. Esta disminución afecta incluso al contenido total en  $Mg^{2+}$  de las bentonitas. Así, en Sierra de Gata el contenido en  $MgO$  es del 5,44% (Reyes, 1977), el de la Serrata de Níjar 3,33 (Caballero, 1982) y el de la Zona Sur 1,77 (esta memoria).

Volviendo a la tabla 2.5 se observa que la composición de las soluciones en Serrata de Níjar y la Zona Sur es fundamentalmente clorurada sódica, sin embargo el complejo de cambio tiende a ser cada vez menos sódico hacia el sur. La razón de este comportamiento reside en la selectividad del  $Ca^{2+}$  frente al  $Na^+$  (Bolt, 1978). Así, aunque la solución es rica en  $Na^+$  y pobre en  $Ca^{2+}$ , el complejo de cambio se enriquece en este último. En Sierra de Gata, el  $Mg^{2+}$  se adsorbe en forma específica por su menor radio iónico.

Con objeto de comprobar si la composición de estas soluciones está de acuerdo con las temperaturas medias de alteración de cada zona, se ha intentado utilizar el geotermómetro Na-K-Ca propuesto por Fournier y Truesdell (1973). La dificultad de su empleo es que, en nuestro caso, se ha prescindido de las pequeñas aportaciones del  $K^+$ , ya que su cuantización no era muy fiable estadísticamente. Se ha optado por operar a la inversa y es calcular cuanto  $K^+$  habría que introducir en la expresión geotermométrica para que  $Ca^{2+}$  y  $Na^+$  estuvieran en equilibrio con las temperaturas medias de 70° C para Sierra de Gata y 40° C en Serrata de Níjar y Zona Sur. Los cálculos realizados muestran que las cantidades de  $K^+$  corresponderían a 0,05, 0,08 y 0,05 meq. de  $K^+$ /100 g. de muestra para Sierra de Gata, Serrata de Níjar y Zona Sur respectivamente. Las

concentraciones son tan pequeñas que avalan su supresión por un lado, y muestran por otra parte, que efectivamente las soluciones deducidas debieron estar en equilibrio con las temperaturas calculadas previamente mediante el fraccionamiento isotópico.

Un aspecto final a considerar es la dinámica general de las soluciones, aunque ya se ha mencionado en parte. Se supone que las soluciones provienen de aguas meteóricas que se recargan en los macizos metamórficos de Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera, localizados al Norte de los yacimientos de bentonita. Además de los datos isotópicos de Leone et al. ya mencionados, el presente trabajo aporta otros nuevos. Por ejemplo, las correlaciones negativas entre  $Mg^{2+}$  y  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{=}$  y  $CO_3H^{-}$ . Este hecho excluye el origen marino de las soluciones, ya que si fuera así las correlaciones serían positivas.

Finalmente si se supone un pH de las soluciones cercano a la neutralidad, el  $\log. Na/H$  es cercano a 6. Al llevar estos valores al diagrama de Hemley et al. (1964), para temperaturas próximas a 50° C, se encuentra que caen dentro del campo de estabilidad de la montmorillonita.

En conclusión, las soluciones hidrotermales que han actuado en la región de Cabo de Gata tienen composiciones que están de acuerdo con un origen meteórico, con las temperaturas de alteración y corresponden a soluciones en equilibrio con montmorillonita.



3.- ROCAS ORIGINALES DE LAS BENTONITAS



## ROCAS ORIGINALES DE LAS BENTONITAS

En la región volcánica estudiada no se encuentran, salvo casos excepcionales, alteraciones graduales roca-bentonita que permitan conocer la roca original que se alteró; por ello es necesario realizar una serie de cálculos que permitan su deducción. Si se determina la movilización (ganancia o pérdida) de los distintos elementos durante el proceso de bentonitización se puede deducir con una cierta garantía, la naturaleza de la roca original.

Para el cálculo del balance geoquímico de pérdida o ganancia de materia existen diversos procedimientos, encontrándose entre los más empleados el isoalumínico, el isovolumétrico y el balance de Barth. El primero de ellos, puede no ser utilizable ya que se ha podido demostrar que en ocasiones el aluminio tiene un comportamiento muy variable. (Reyes, 1977 y Caballero, 1982).

Los materiales bentoníticos estudiados presentan una alta capacidad de hinchamiento y contracción, dependiendo de su contenido en agua de hidratación; por otra parte, las bentonitas estudiadas no presentan huellas de la estructura primitiva de la roca original, por tanto, no existen evidencias de que la alteración se haya producido a volumen constante.

Por todas estas razones el procedimiento que parece más razonable, para este problema en particular, es el propuesto por Barth (1948). Se basa en el hecho de que en la mayoría de las rocas el oxígeno ocupa, aproximadamente, el 92% del volumen total, quedando tan solo un 8% para el resto de los iones presentes. Además, en

las rocas, cada 160 oxígenos se asocian, aproximadamente, a 100 cationes. Cuando la roca se altera el número de cationes podrá variar, de manera que si se produce una pérdida de cationes el número de ellos será inferior a 100, y superior en el caso de que el proceso aportase cationes. El procedimiento consiste en calcular, a partir del análisis químico de la bentonita, el número de cationes de cada tipo que corresponden a dicha red de 160 oxígenos. Posteriormente, se ordenan los valores individuales de cada catión en función del grado de alteración de la bentonita, obteniéndose así información sobre el balance de pérdidas o ganancias de materia durante el proceso de bentonitización.

En la tabla 3.1, se muestran el número de cationes de cada muestra correspondiente a la red de 160 oxígenos.

Las correlaciones calculadas entre el grado de alteración, expresado como porcentaje de esmectita, y los cationes correspondientes (fig. 3.1 y tabla 3.2) muestran que en la zona objeto de estudio (zona Sur de Sierra de Gata), el proceso de bentonitización conlleva una pérdida de Si, Ca y K; Al, Mg e H se aportan, mientras que Fe, Na y Ti presentan un comportamiento muy variable.

Con objeto de obtener una mayor información sobre las rocas originales de las bentonitas, se han tenido en cuenta no solo los valores obtenidos en esta memoria sino también los calculados por Reyes (1977) en la zona Norte de Sierra de Gata y Caballero (1982) en la Serrata de Níjar.

Trás el análisis de las características geológicas de los distintos afloramientos estudiados se han asociado en seis grupos diferentes, de manera que a cada grupo corresponden aflora-



Tabla 3.1

Cálculo de Barth

Muestra	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	Na	K	H	Total
E-1	52,55	17,98	3,33	0,30	0,67	3,56	1,75	0,51	33,98	114,62
E-2	54,35	16,95	2,58	0,30	1,47	1,73	2,15	0,65	33,59	113,78
E-3	52,38	18,86	3,15	0,38	1,38	2,86	2,04	0,43	32,00	113,47
E-4	52,31	19,89	3,70	0,35	1,21	2,99	3,76	0,80	25,61	110,63
E-5	55,07	16,22	6,21	0,88	1,86	2,25	2,26	0,57	17,85	103,17
MM-1/1	56,02	17,04	3,59	0,27	1,97	2,59	2,31	0,73	20,77	105,30
MM-1/2	57,12	15,38	2,95	0,34	0,71	2,08	3,72	0,72	25,14	108,16
MM-1/3	53,94	19,99	3,47	0,45	2,55	2,04	3,45	0,60	18,80	105,30
MM-1/4	54,88	18,72	2,57	0,41	1,51	1,75	3,49	0,74	24,24	108,30
MM-1/5	55,39	19,25	3,29	0,52	0,22	1,91	3,57	0,66	20,28	105,08
MM-2/1	53,62	19,86	2,57	0,30	1,81	1,13	2,48	1,09	27,57	110,43
MM-2/2	54,37	18,02	2,90	0,35	0,74	1,77	2,71	0,95	29,71	111,51
MM-2/3	52,54	21,24	4,49	0,41	2,47	1,89	2,80	1,08	18,42	105,33
MM-2/4	54,56	17,64	2,04	0,24	0,93	1,45	2,96	1,41	32,63	113,86
MM-2/5	54,43	19,60	3,35	0,24	1,07	1,82	2,41	0,49	23,80	107,21
MM-2/6	53,78	18,87	2,53	0,25	0,90	3,08	2,05	0,40	29,29	111,14
MM-2/7	53,46	21,00	4,17	0,44	2,15	1,79	3,61	0,83	16,58	104,03
MM-2/8	54,08	17,38	2,20	0,34	1,55	1,18	3,06	1,08	33,98	114,85
MM-3/1	51,41	17,95	3,17	0,27	2,54	2,99	1,85	0,36	36,63	117,17
MM-3/2	57,31	15,44	2,66	0,34	0,76	1,92	3,53	0,53	25,68	108,17
LP-1	53,65	15,54	2,59	0,08	0,40	3,89	2,75	0,32	39,05	118,27
LP-2	54,26	15,04	2,10	0,07	0,52	4,11	1,54	0,26	40,21	118,10
LPN-1	53,22	18,21	4,69	0,37	0,97	2,89	3,72	0,42	25,06	109,56

Tabla 3.1 (continuación)

Muestra	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	Na	K	H	Total
LH-1	58,22	16,14	2,53	0,23	1,26	1,93	4,14	0,82	18,84	104,12
LH-2	52,20	18,64	1,20	0,06	0,42	3,40	3,80	0,21	39,78	119,71
CG-1	49,31	20,63	3,91	0,42	1,99	2,79	3,91	0,30	33,70	116,95
CG-2	51,65	20,30	2,89	0,38	0,86	2,83	3,04	0,33	31,55	113,84
CG-3	51,47	20,92	4,41	0,50	2,14	2,53	3,41	0,30	23,08	108,77
CM-1	47,38	22,75	3,16	0,35	0,71	3,77	1,88	0,39	40,11	120,50
CM-2	50,04	19,66	4,05	0,34	1,10	3,68	2,30	0,50	34,97	116,65
CM-3	50,77	17,94	4,47	0,46	0,64	2,81	2,18	0,52	38,28	118,06
CM-4	51,77	17,16	4,90	0,50	0,67	3,21	2,20	0,63	34,13	115,17
C-1	55,14	16,77	3,32	0,33	0,81	1,30	3,31	1,46	28,86	111,30
C-2	54,16	18,50	2,33	0,29	1,14	2,81	3,00	1,08	27,71	111,03
C-3	51,21	17,25	3,40	0,32	0,71	2,61	2,62	1,66	41,03	120,80
C-4	50,40	22,03	4,05	0,43	1,53	2,87	3,57	0,25	25,80	110,94
EC-1	63,82	13,99	0,67	0,07	0,25	0,79	1,03	3,20	14,17	97,98
EC-2	64,23	13,68	0,53	0,06	0,26	0,82	0,50	2,97	14,58	97,63
EC-3	59,94	15,14	1,29	0,06	0,26	1,98	0,88	2,08	23,31	104,92
EC-4	59,26	17,96	0,93	0,06	0,24	0,73	2,31	4,38	17,41	103,28
EC-5	61,25	16,49	1,29	0,06	0,28	1,07	2,20	4,29	12,21	99,15
LC-1	52,55	19,71	2,91	0,26	1,74	3,11	4,47	0,58	26,13	111,47
LC-2	55,04	18,02	2,14	0,19	1,39	1,42	3,71	0,74	28,55	111,19
VB-1	62,72	14,21	1,37	0,08	0,08	0,93	4,53	1,52	14,02	99,45
VB-2	52,65	20,62	1,70	0,07	0,19	2,78	1,60	1,63	32,97	114,21
LA-1	51,39	22,71	0,99	0,39	0,27	1,97	1,59	1,36	34,41	115,06

Tabla 3.1 (continuación)

Muestra	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	Na	K	H	Total
IM-1	56,21	16,57	1,91	0,26	0,72	1,44	2,28	1,15	30,94	111,48
LI-1	52,99	16,82	2,36	0,32	2,46	2,19	2,61	0,78	36,54	117,07
CAm-1	52,95	18,91	2,87	0,27	0,91	2,82	1,39	2,07	30,84	113,04
CAm-2	50,01	22,76	4,06	0,40	1,05	2,58	4,32	1,07	25,24	111,49
CL-1	51,68	19,71	3,52	0,45	1,01	2,46	3,34	1,17	30,38	113,70
CL-2	52,44	18,54	2,39	0,26	0,86	1,77	1,76	1,10	38,28	117,41
CE-1	54,15	18,37	3,42	0,37	1,59	2,15	2,68	0,70	25,70	109,12
CE-2	53,21	19,46	3,54	0,37	1,88	2,35	1,82	0,52	25,87	109,02
BF-1	53,44	18,52	3,57	0,34	0,93	2,19	2,21	0,65	29,49	111,35
T-1	57,56	19,38	0,62	0,46	0,32	1,23	0,71	3,19	20,96	104,41
T-2	57,10	19,04	0,55	0,54	0,21	0,98	0,80	3,53	23,97	106,72
R-2/M	51,66	22,14	2,07	0,45	0,38	1,22	1,34	1,32	33,07	113,65
R-2/N	51,32	22,17	1,70	0,42	0,22	0,81	1,17	1,29	36,94	116,03
LB-1	55,12	21,65	1,14	0,37	-1,16	1,10	1,31	4,02	24,52	108,05
LM-1	53,76	17,28	4,00	0,39	0,20	1,15	1,11	1,41	34,31	113,63
LM-2	51,16	17,92	1,02	0,37	0,35	1,06	1,15	1,69	51,39	126,11
VR-2	54,38	18,31	5,05	0,46	2,35	2,40	3,19	0,74	17,16	104,03
VR-3	52,93	18,41	5,22	0,42	2,14	3,23	2,04	0,26	22,64	107,30
VR-4	54,93	17,13	5,18	0,51	2,17	3,22	2,60	0,32	17,60	103,66
VR-5	52,27	17,60	6,51	0,54	2,56	2,98	3,24	0,34	21,73	107,78
RSP-1	49,49	21,38	5,61	0,40	2,42	2,91	1,90	0,36	26,49	110,98
RM-1	49,23	17,66	6,15	0,57	0,51	3,46	2,22	1,14	38,03	118,98
RM-2	48,74	18,39	5,88	0,48	0,65	2,94	3,25	0,97	38,93	120,23
RM-3	50,73	20,70	4,42	0,46	0,62	2,46	2,33	1,03	30,36	113,11
ML-1	57,63	19,40	3,66	0,35	0,49	2,87	2,09	0,42	9,70	96,60

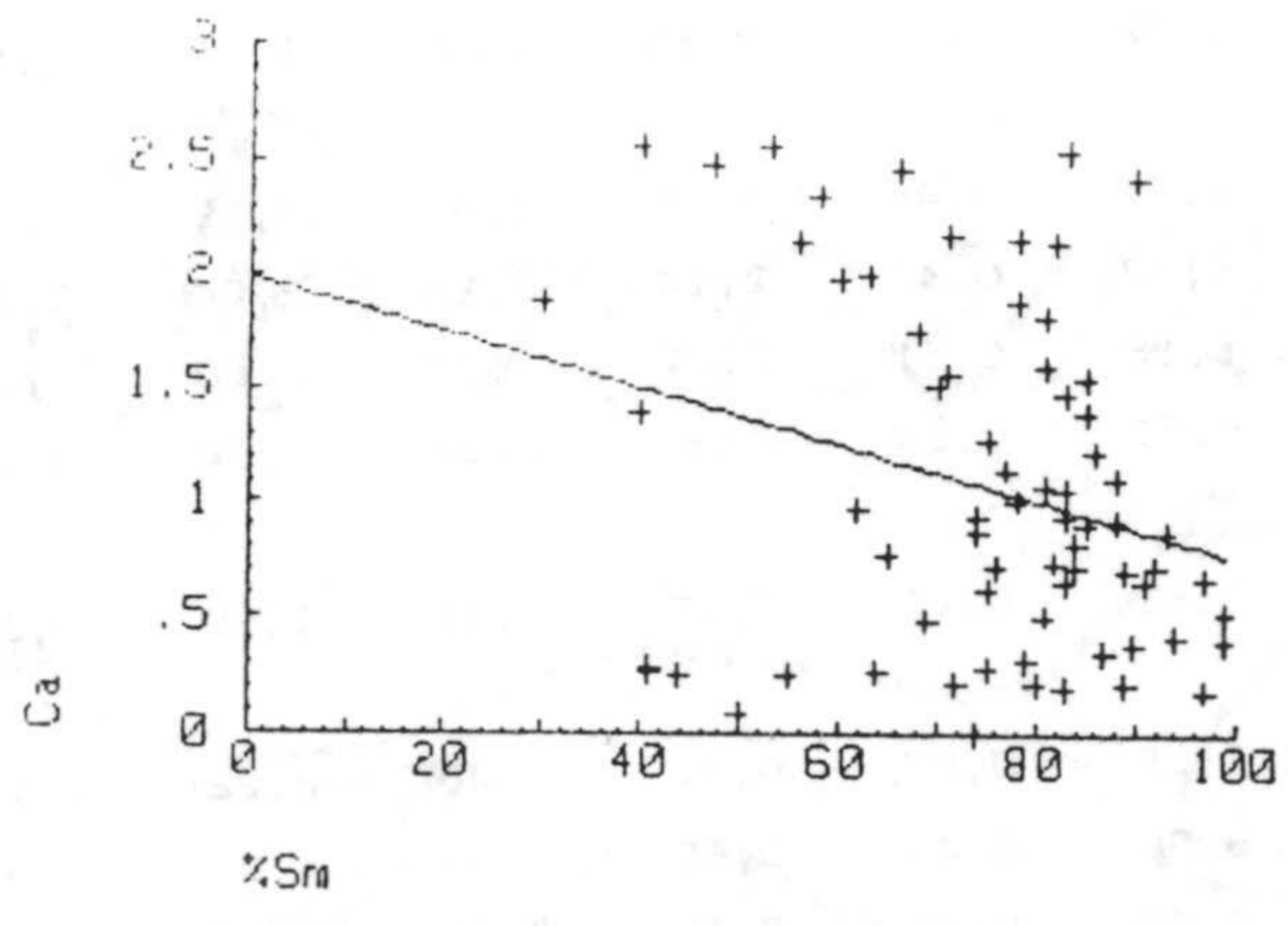
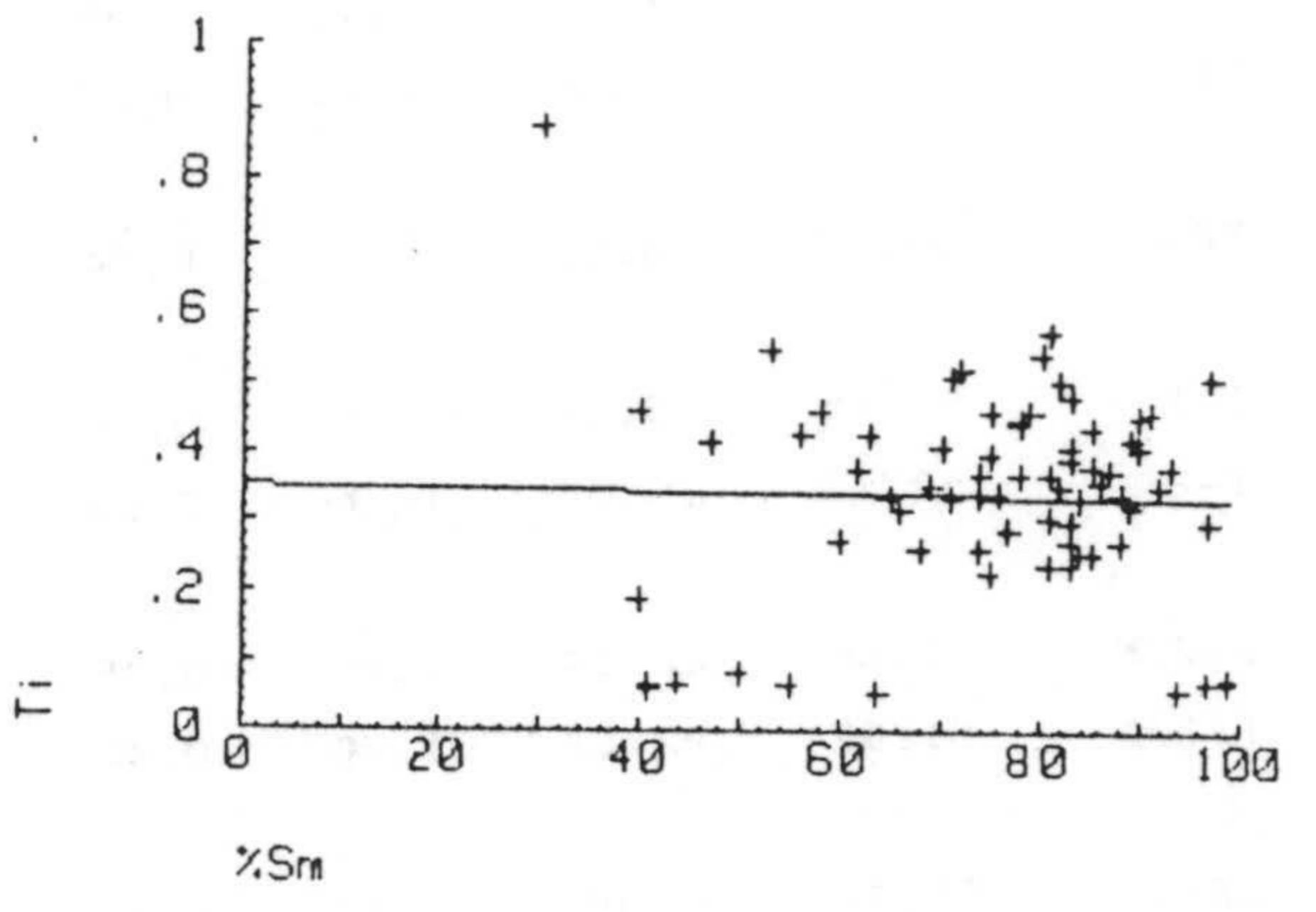
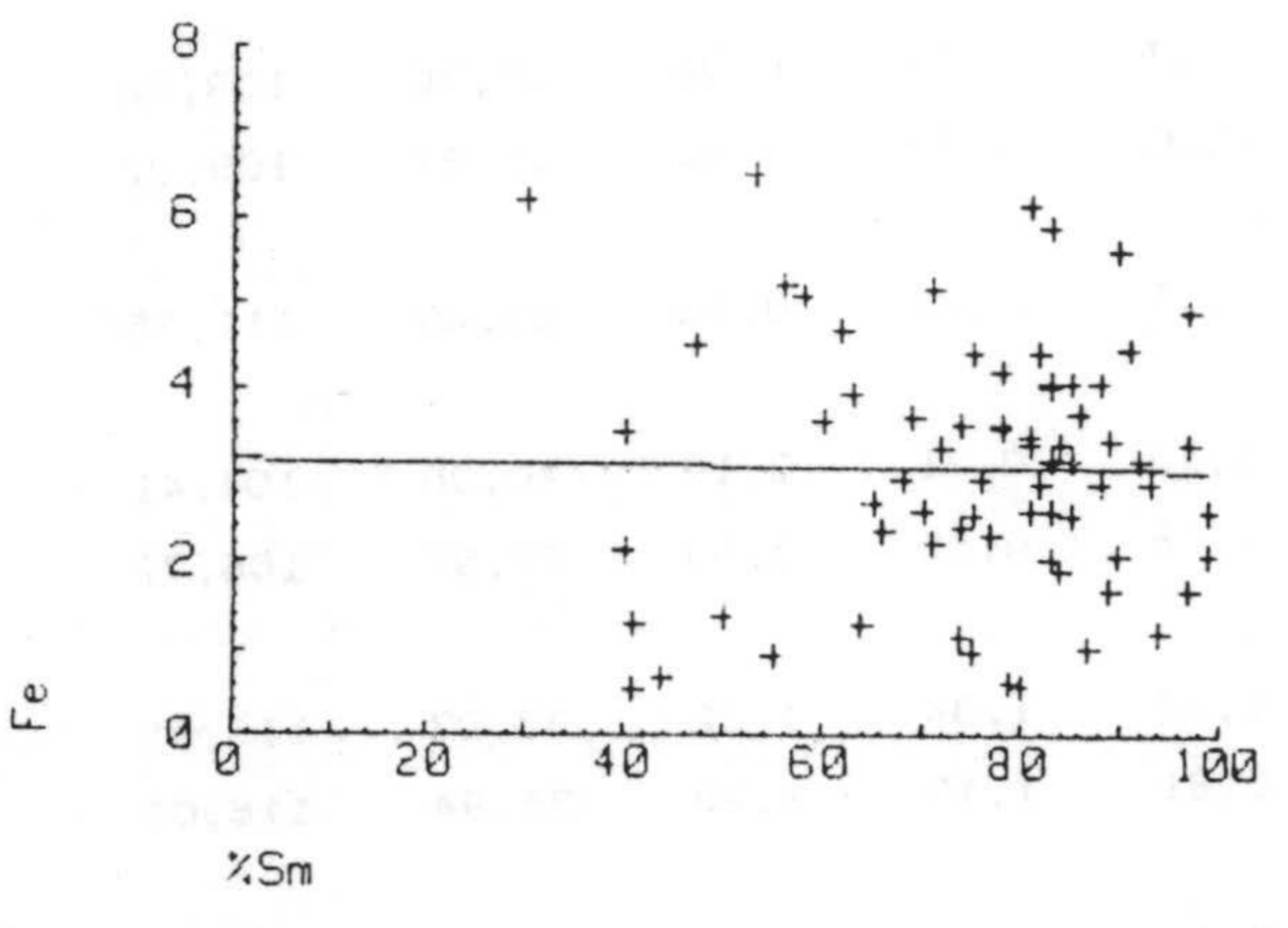
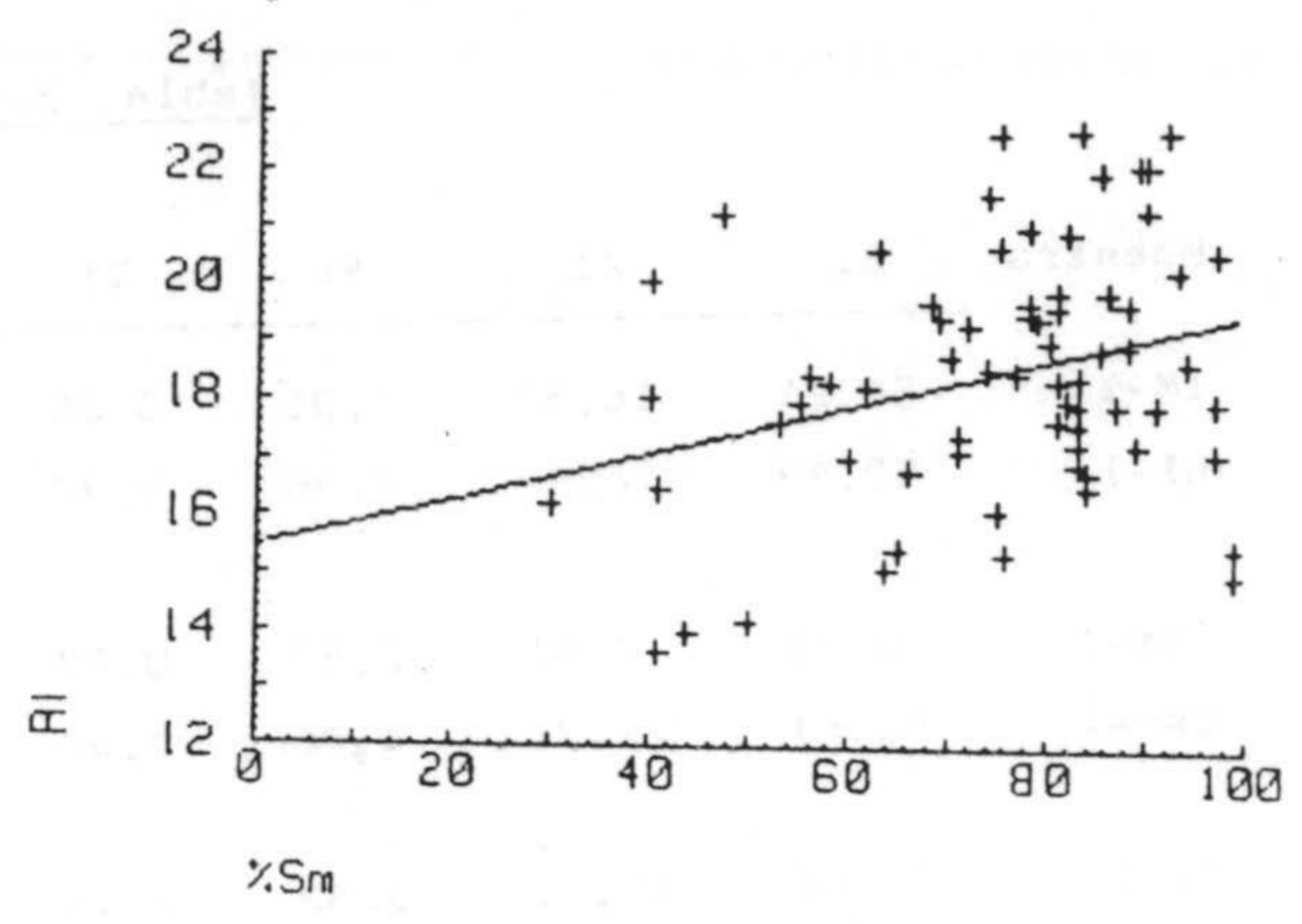
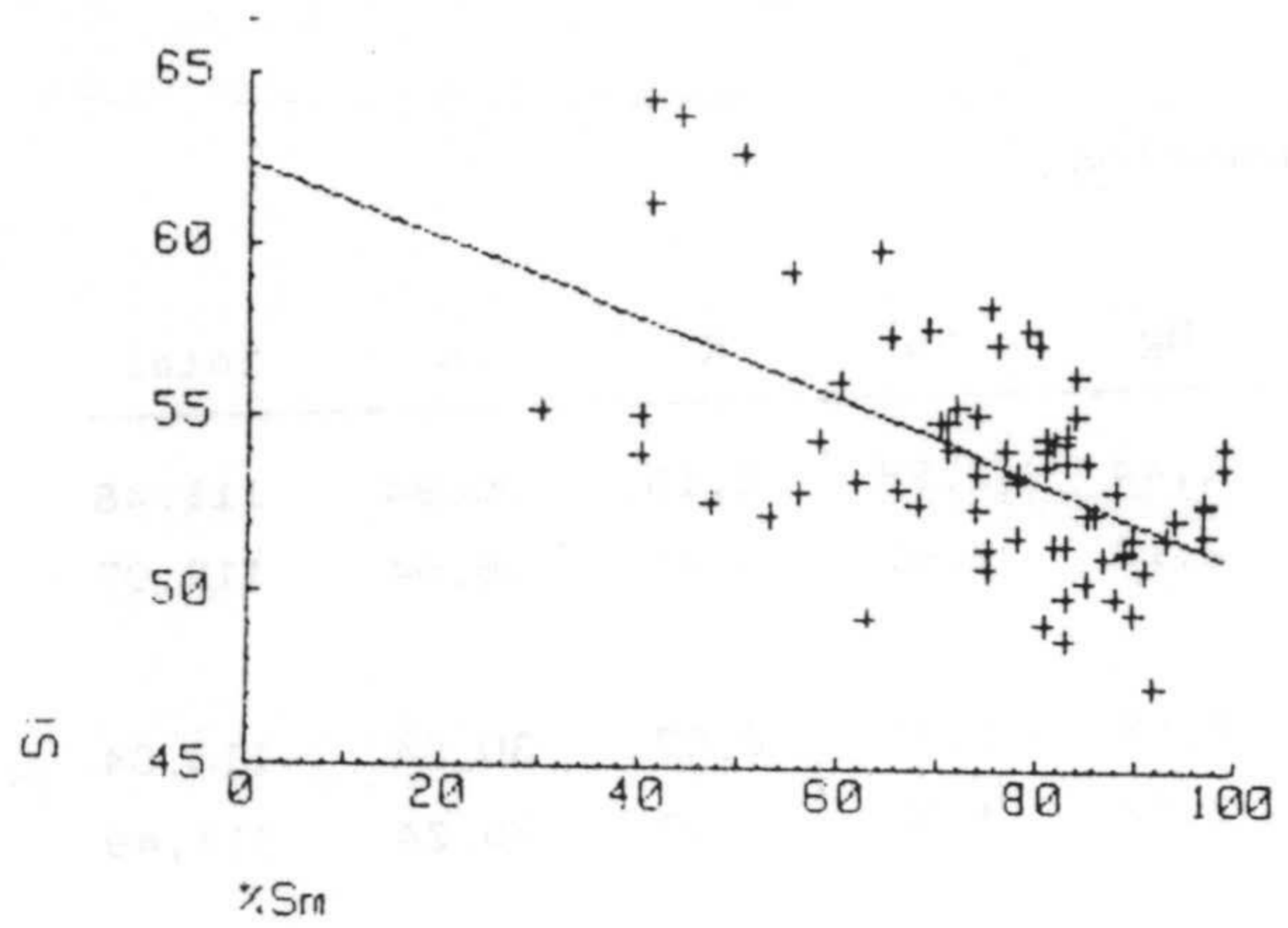


Fig. 3.1.- Correlaciones cationes de Barth - % Sm (Zona Sur de Sierra de Gata).

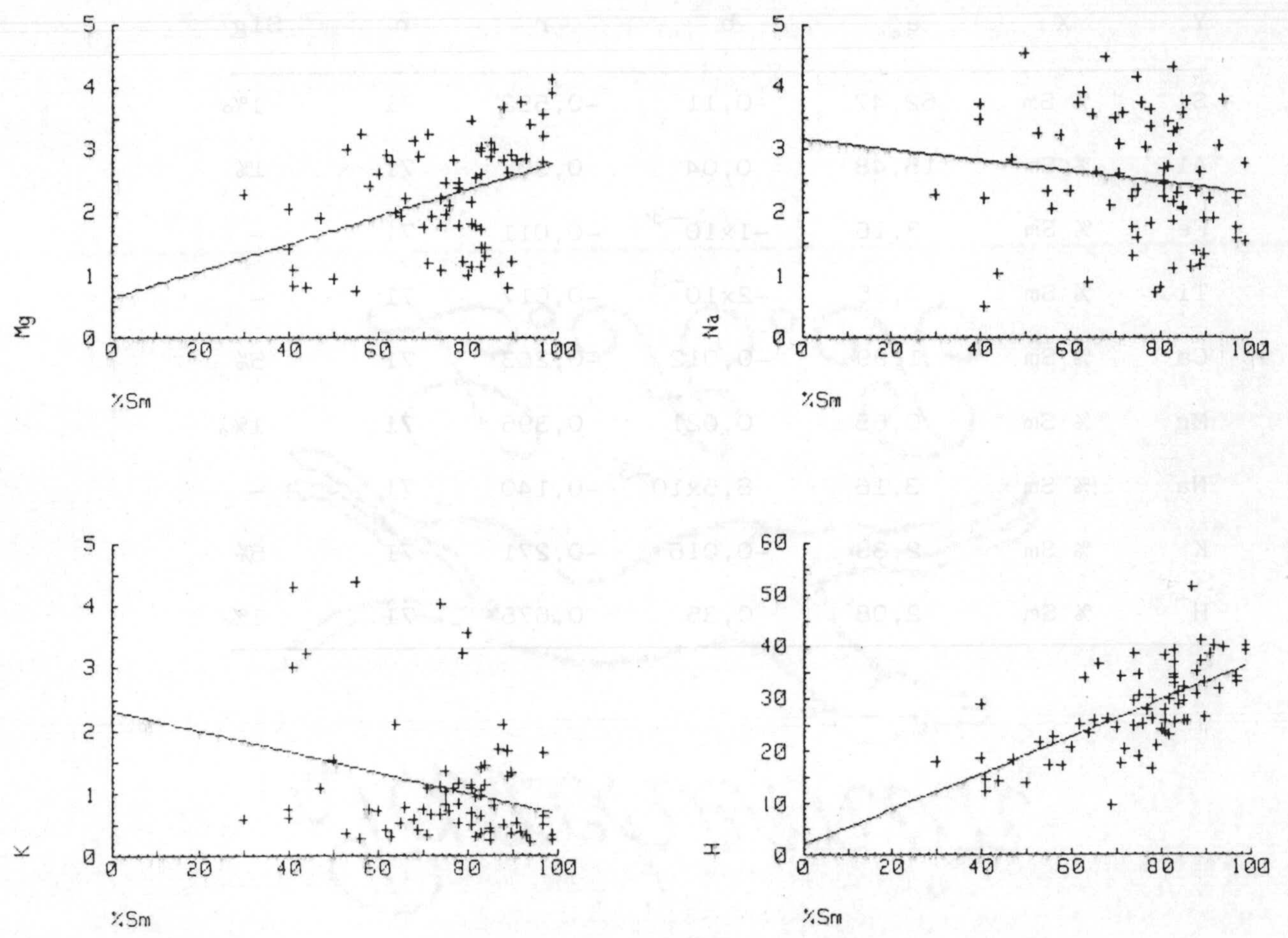


Fig. 3.1 (continuación).



Tabla 3.2

Correlaciones Cationes de Barth - % Sm

(Zona Sur de Sierra de Gata)

Y	X	a <sub>0</sub>	b	r	n	Sig
Si	% Sm	62,47	-0,11	-0,552	71	1%
Al	% Sm	15,48	0,04	0,307	71	1%
Fe	% Sm	3,16	-1x10 <sup>-3</sup>	-0,011	71	-
Ti	% Sm	0,35	-2x10 <sup>-3</sup>	-0,017	71	-
Ca	% Sm	1,99	-0,012	-0,263	71	5%
Mg	% Sm	0,65	0,021	0,396	71	1%
Na	% Sm	3,16	8,5x10 <sup>-3</sup>	-0,140	71	-
K	% Sm	2,33	-0,016	-0,271	71	5%
H <sup>+</sup>	% Sm	2,08	0,35	0,675	71	1%

mientos similares en cuanto a su contenido geológico. Con cada uno de estos grupo se han obtenido las rectas de regresión (fig. 3.2/3.6, tablas 3.3/3.4) entre los distintos cationes de Barth y el porcentaje de esmectita; extrapolando a grado de alteración cero se obtienen los porcentajes de los distintos óxidos de la roca original.

Este cálculo está afectado de distintas fuentes de error; por una parte, la naturaleza piroclástica de los materiales que se alteran ocasiona una importante variabilidad en su composición mineralógica y química, lo cual puede provocar, en un caso extremo, que dos familias de muestras de un mismo yacimiento den rocas originales relativamente distintas. Por otra parte, existe una fuerte concentración de muestras con valores altos de esmectita, lo cual provocaría una oscilación de la recta de regresión, que al extrapolarse a cero de esmectita puede ocasionar incertidumbre en los porcentajes de óxidos obtenidos. Con objeto de paliar en lo posible estos errores, los valores obtenidos se han corregido teniendo en cuenta los diagramas de variación de los distintos óxidos frente a la sílice de las rocas calco-alcalinas del SE de España, estudiadas por López Ruiz y Rodríguez Badiola (1980). De esta manera, se obtienen las composiciones de las rocas originales que se muestran en la tabla 3.5.

Para la clasificación de estas rocas se han seguido dos vías distintas: La de Rittmann (1963) y la de Araña y Ortiz (1984), (fig. 3.7). Los parámetros de Rittmann para los distintos grupos se muestran en la tabla 3.6.

Las rocas originales en cada caso debieron ser: riocacita con labradorita en los G-1 y G-5, riolita en los G-2 y G-4, andesita

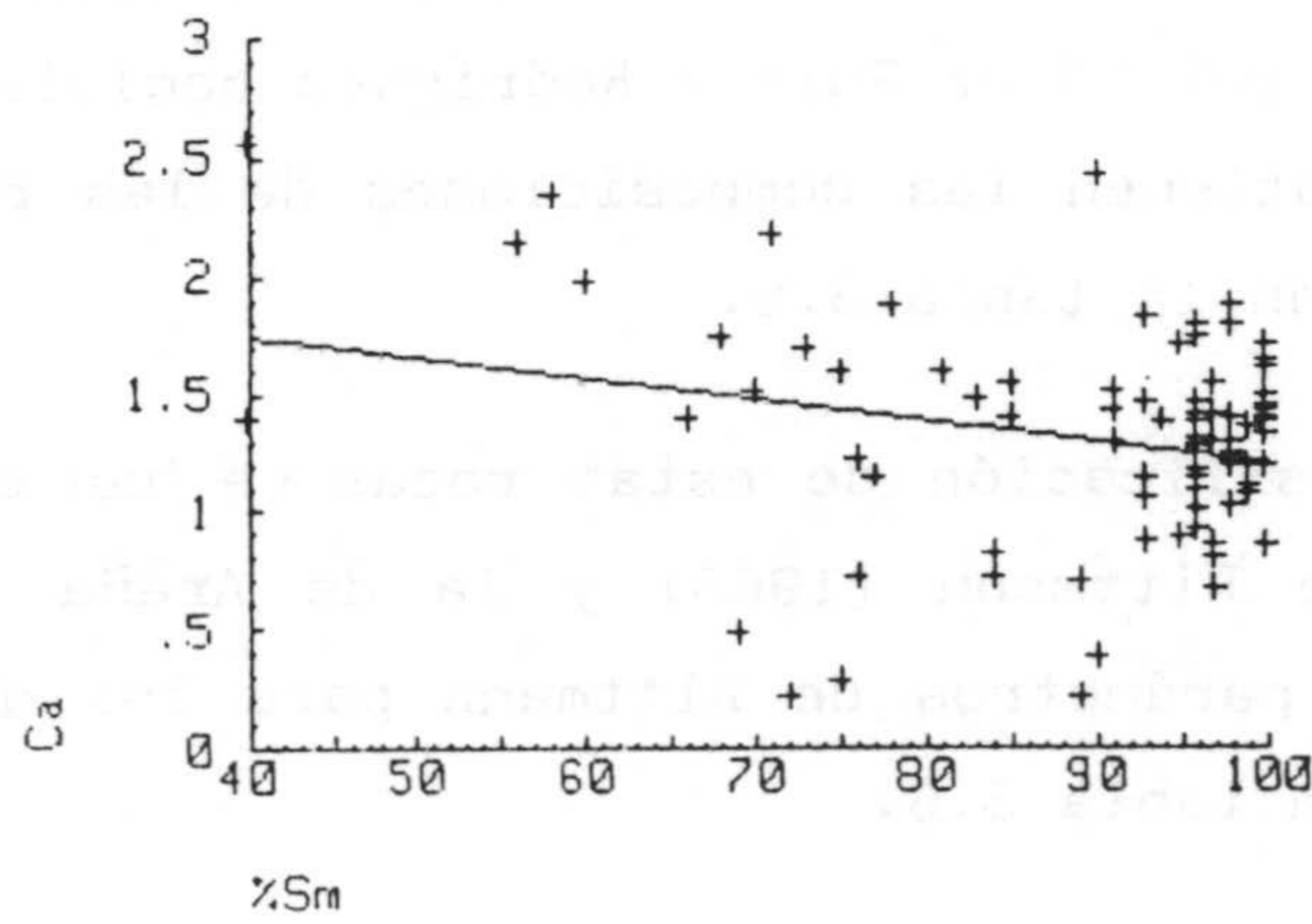
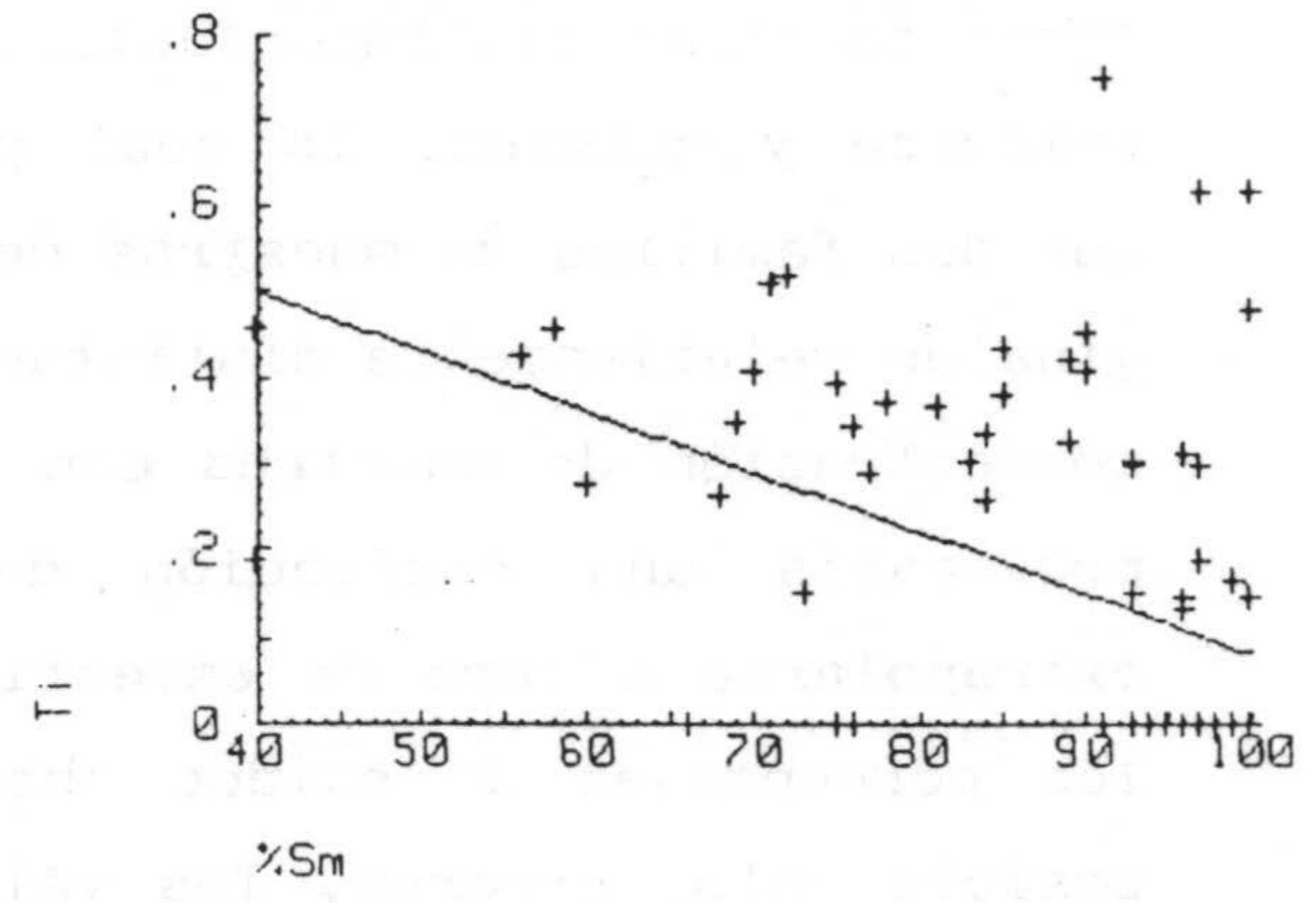
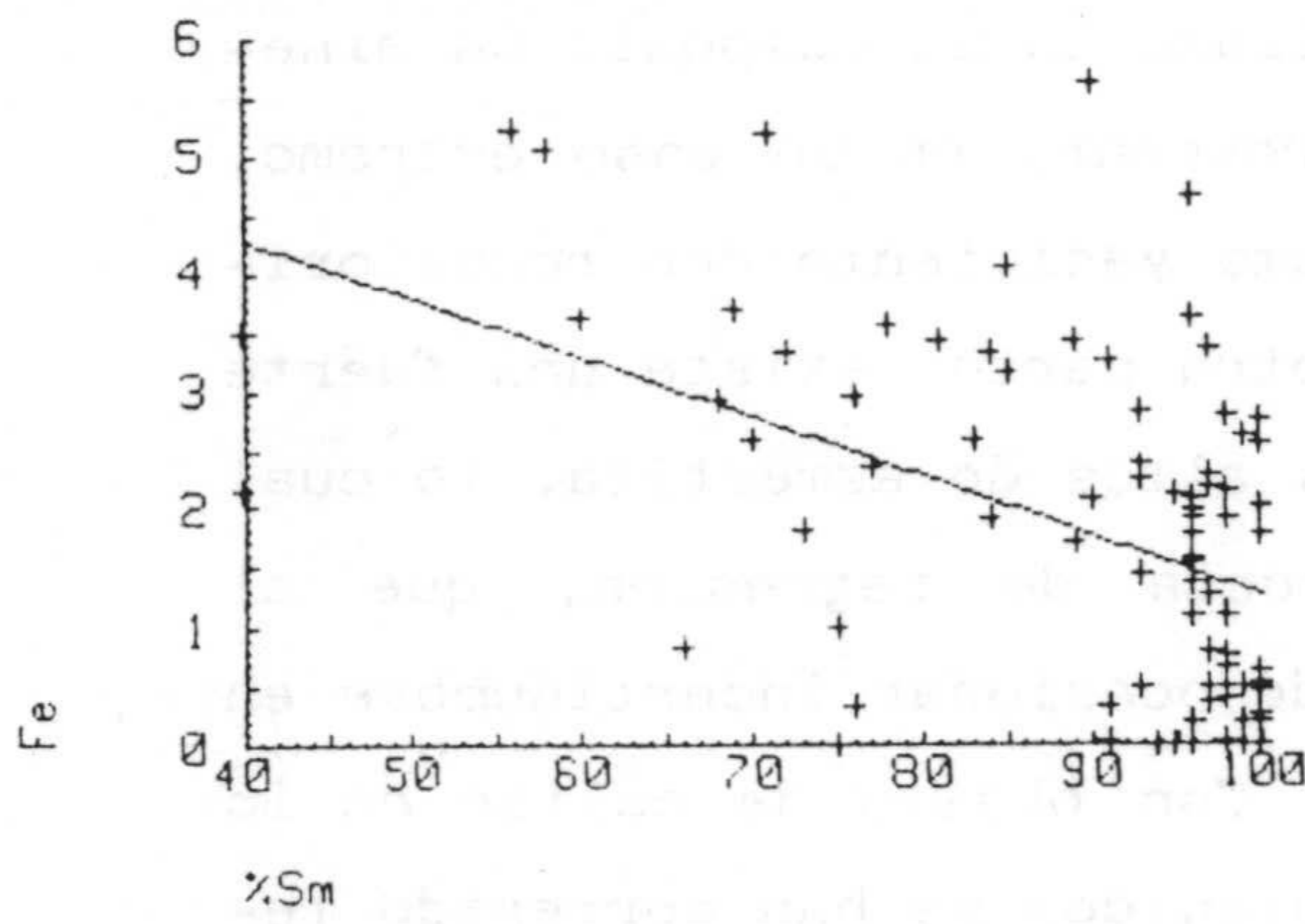
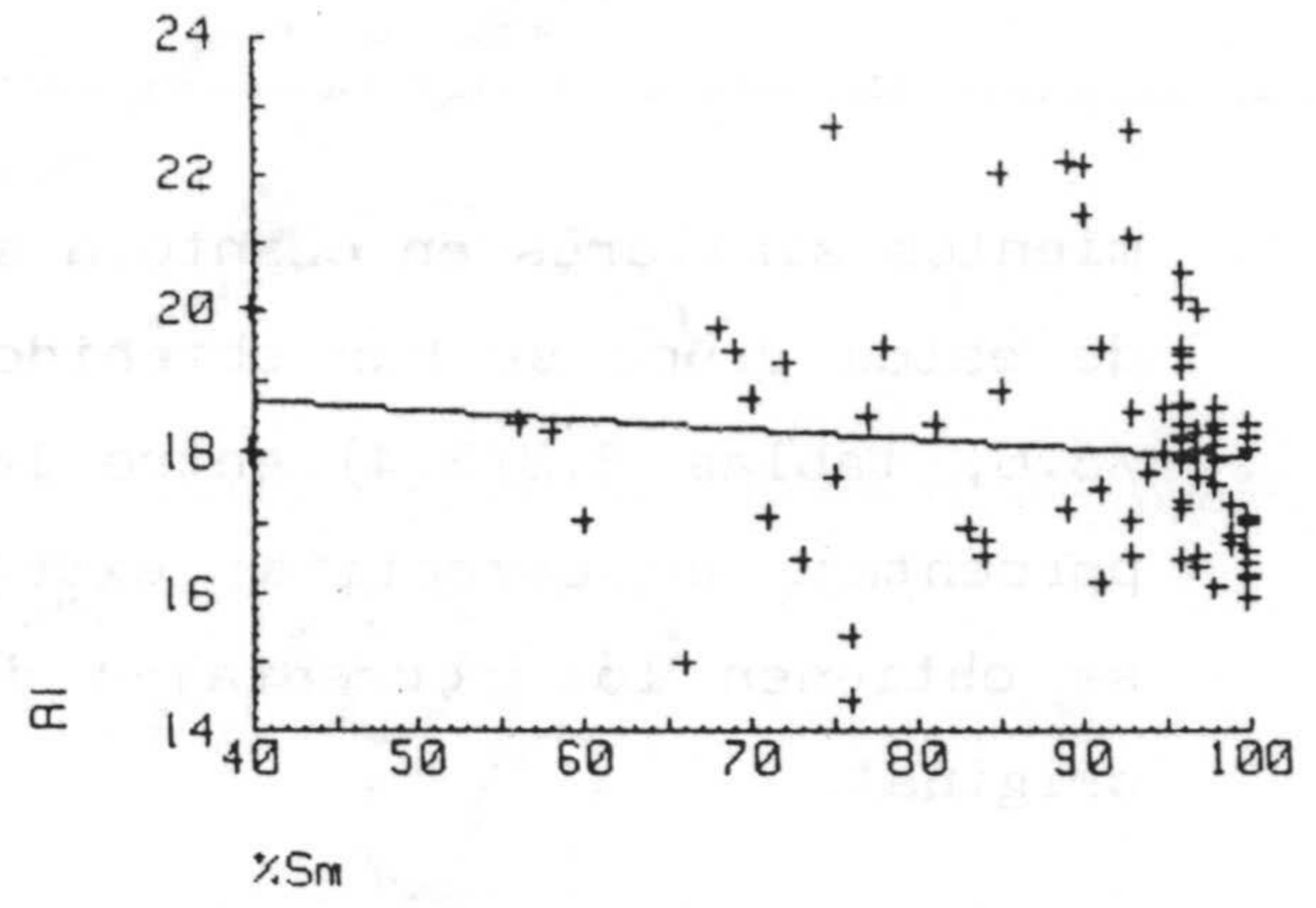
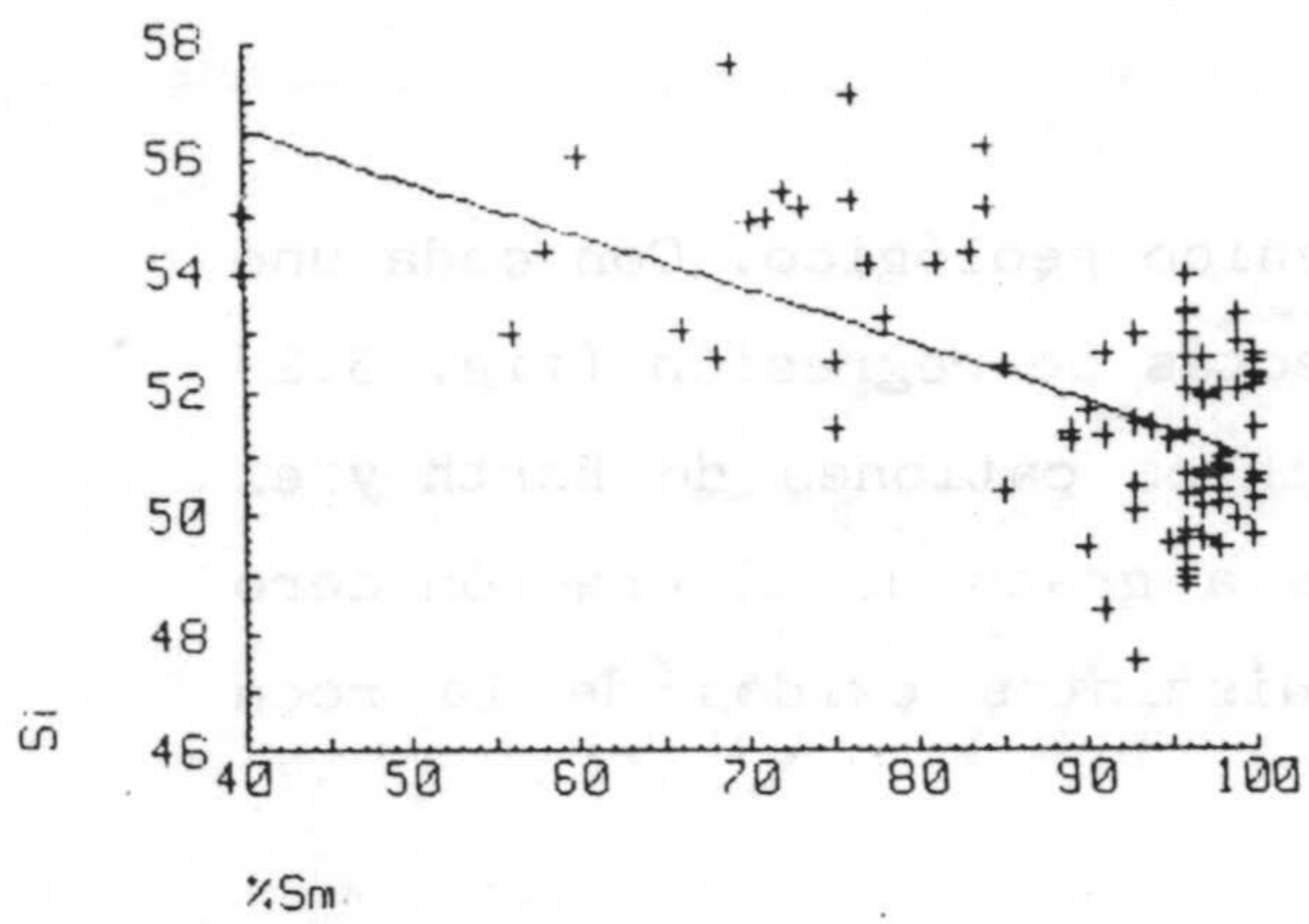


Fig. 3.2.- Correlaciones cationes de Barth - % Sm (G-1).



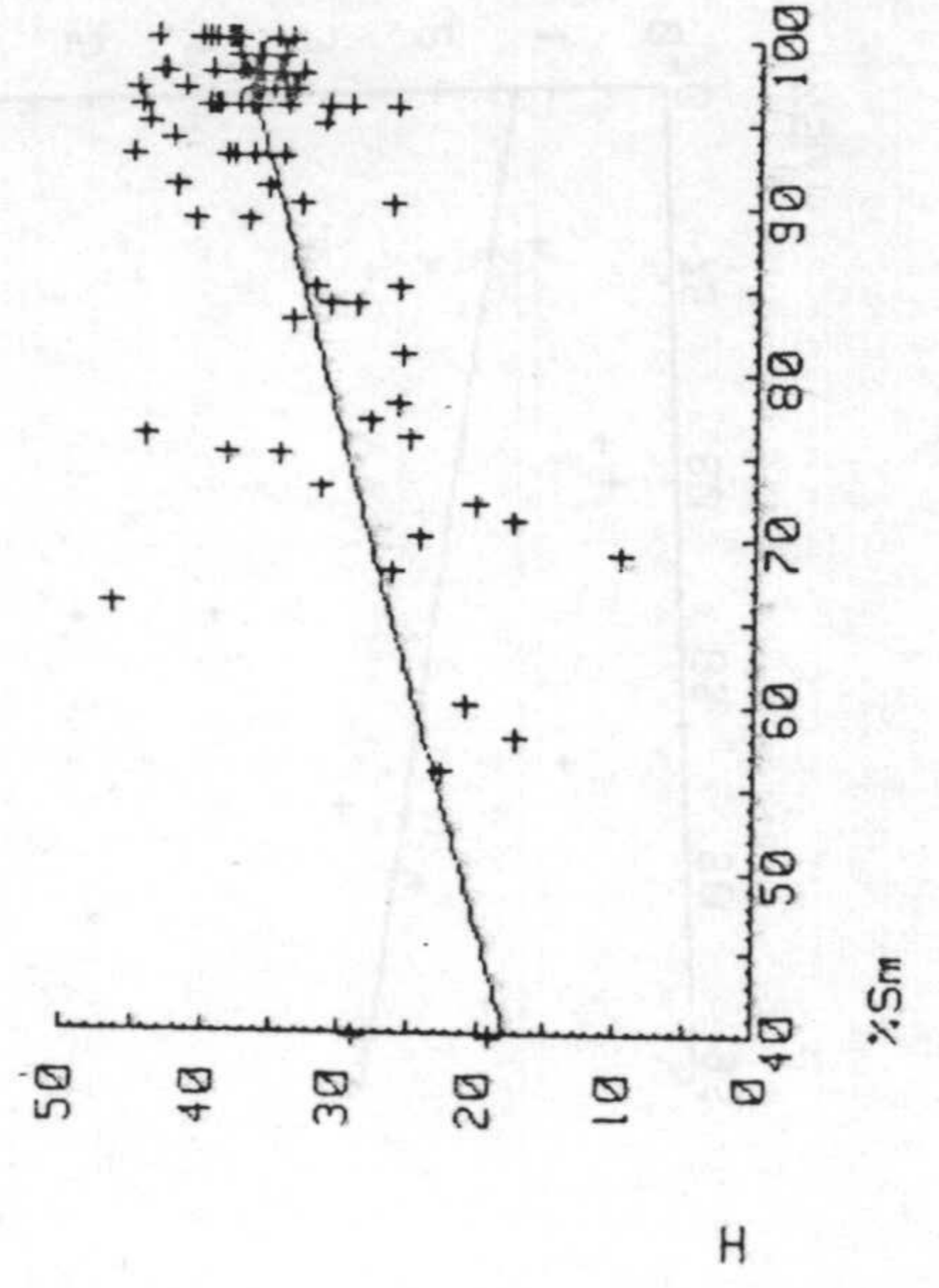
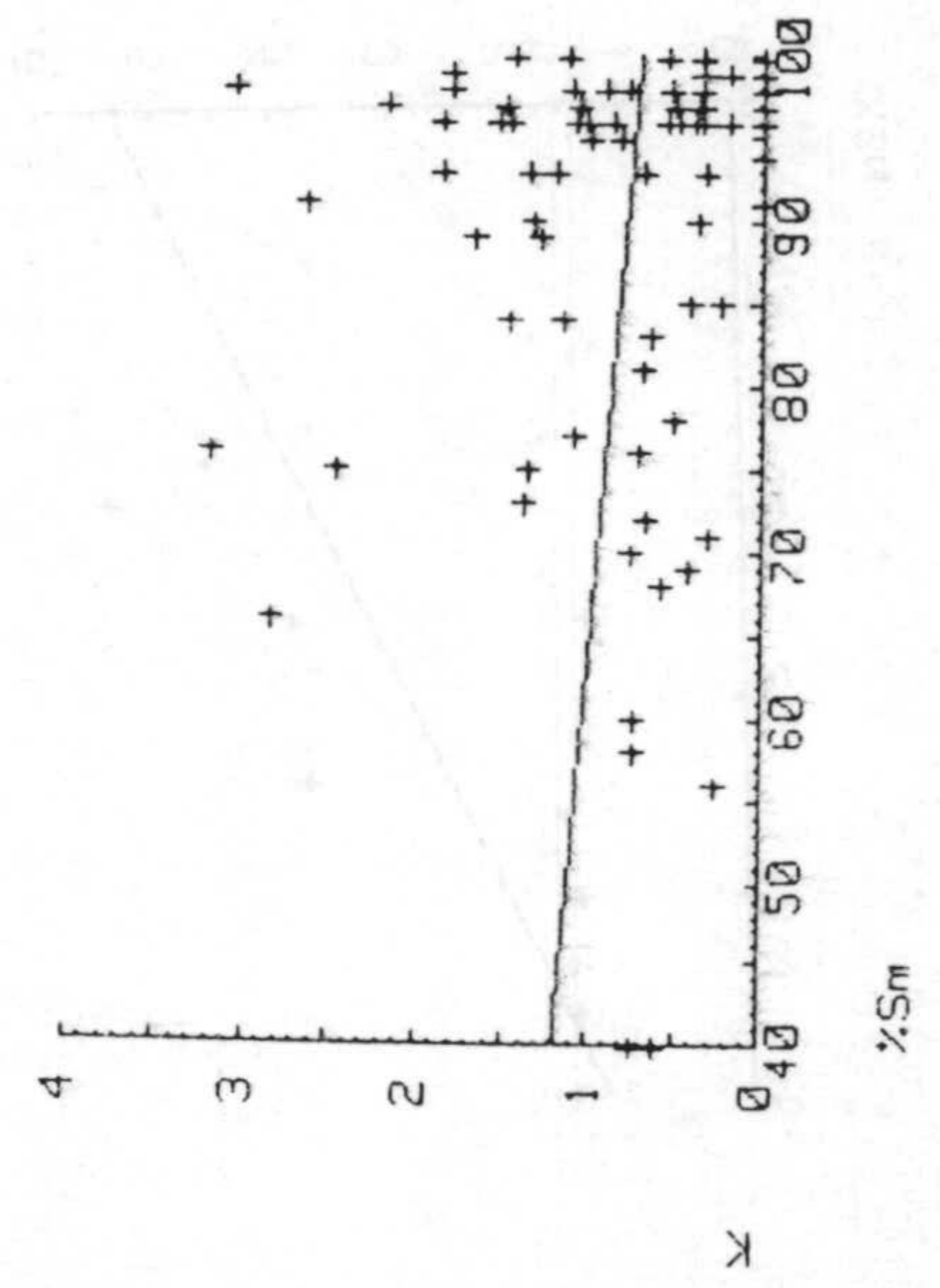
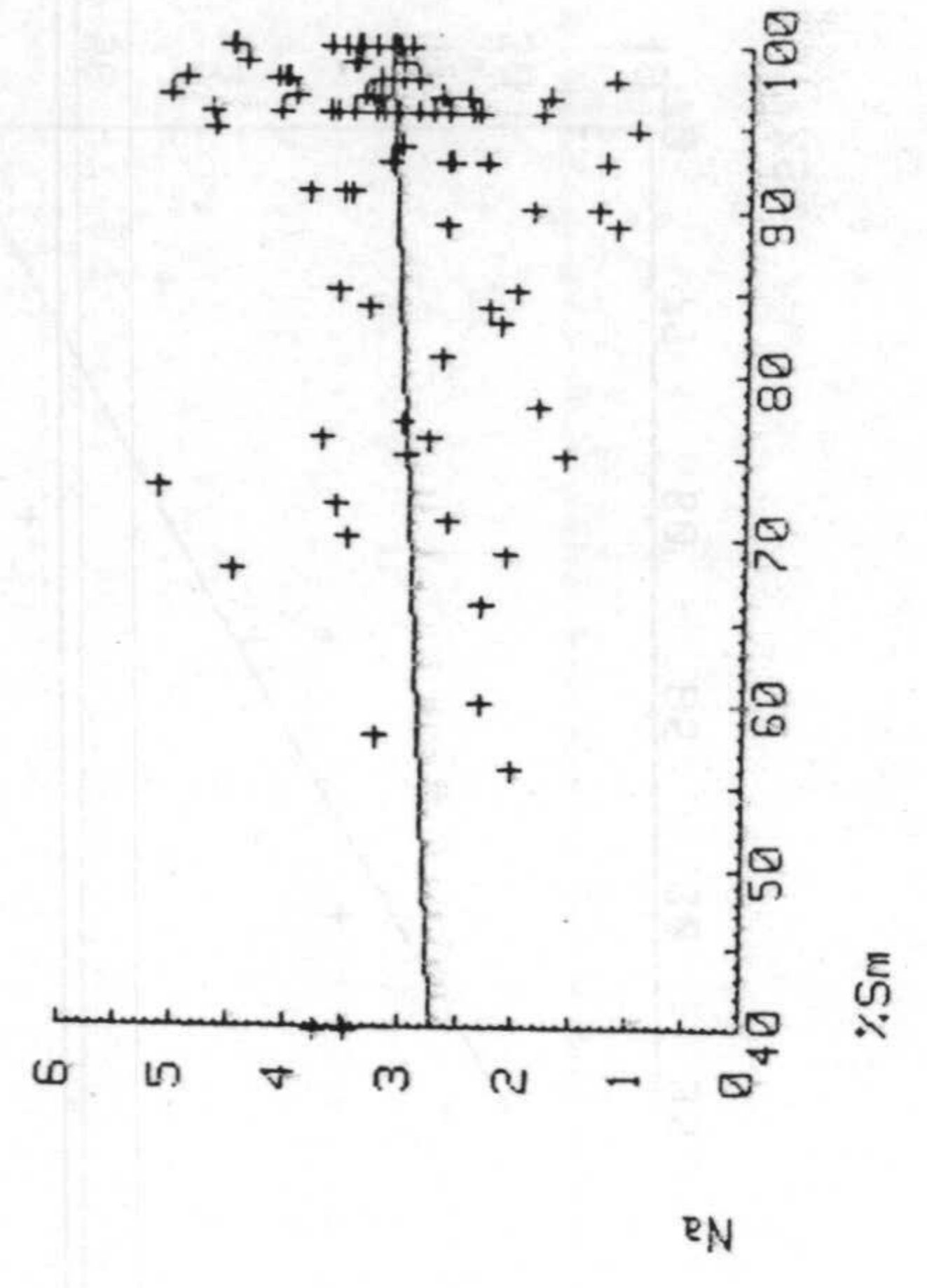
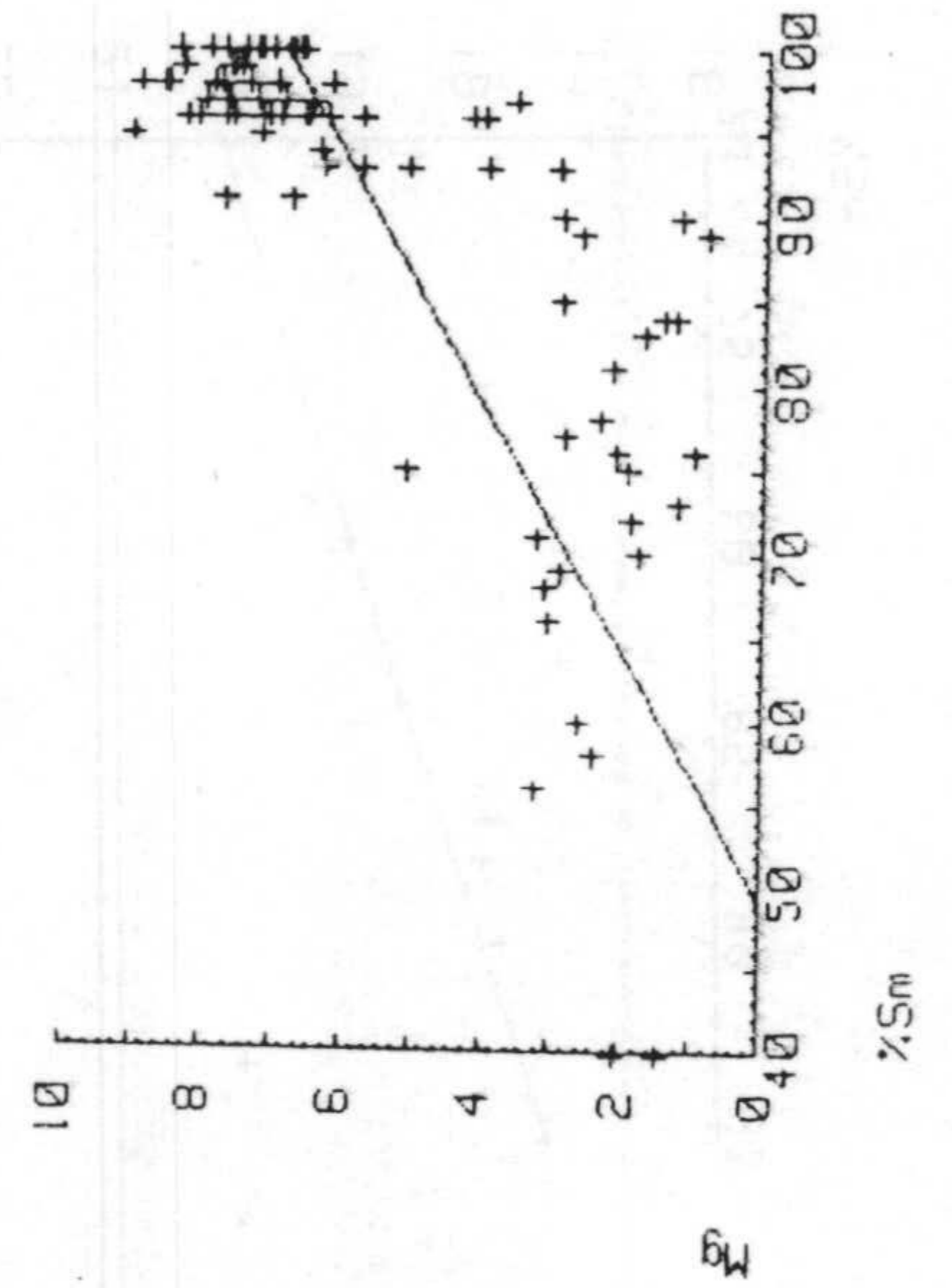


Fig. 3.2 (continuación).

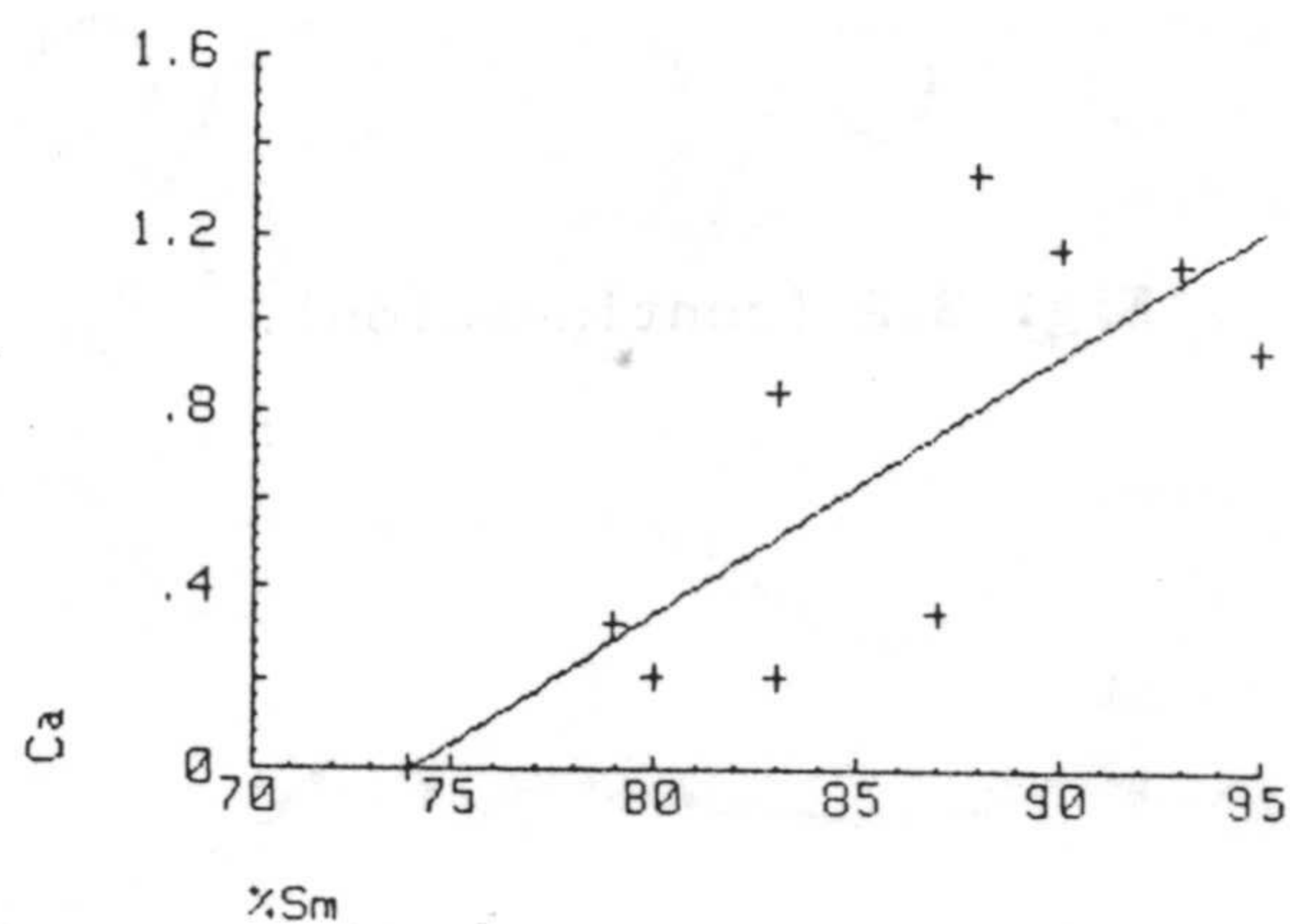
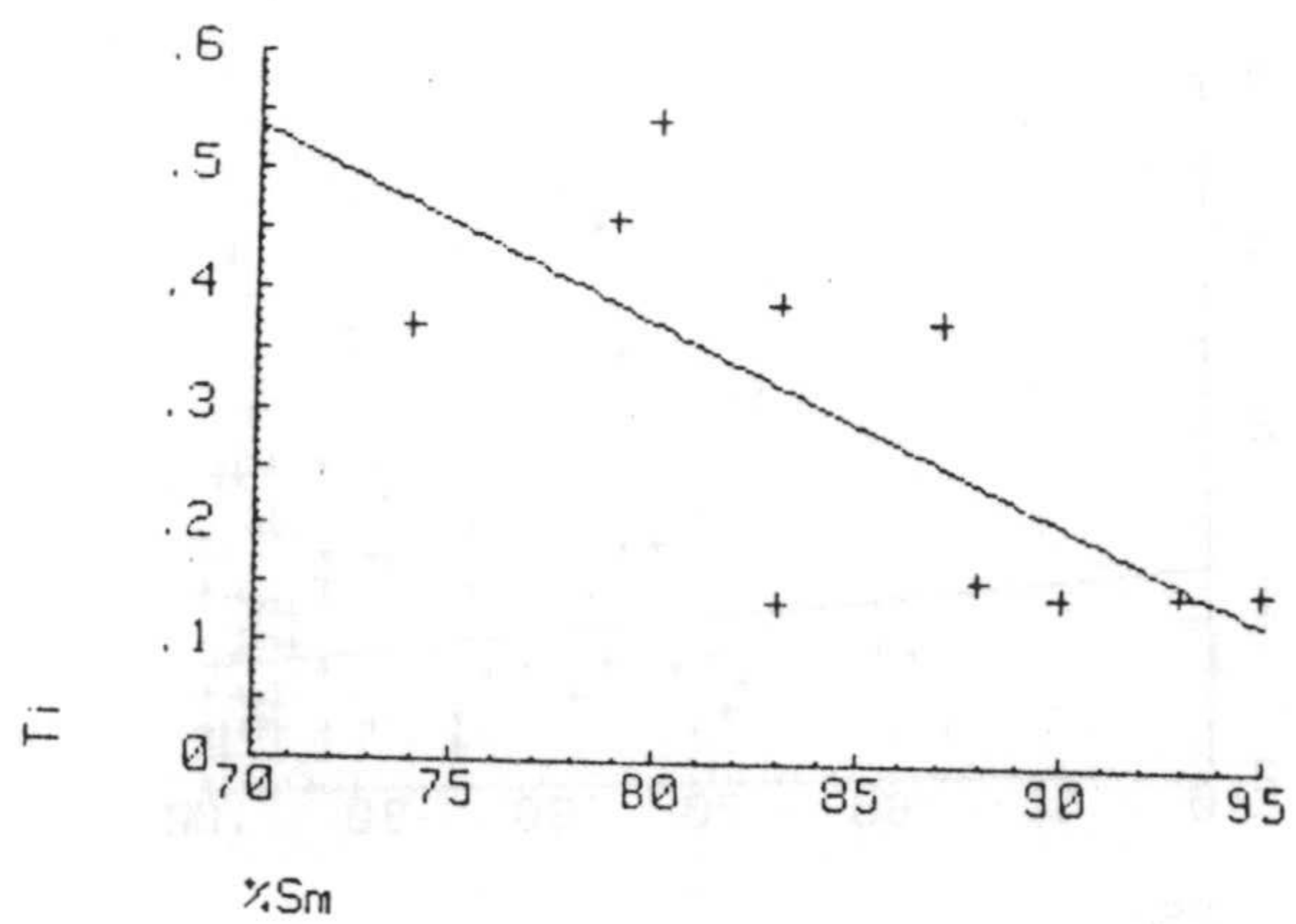
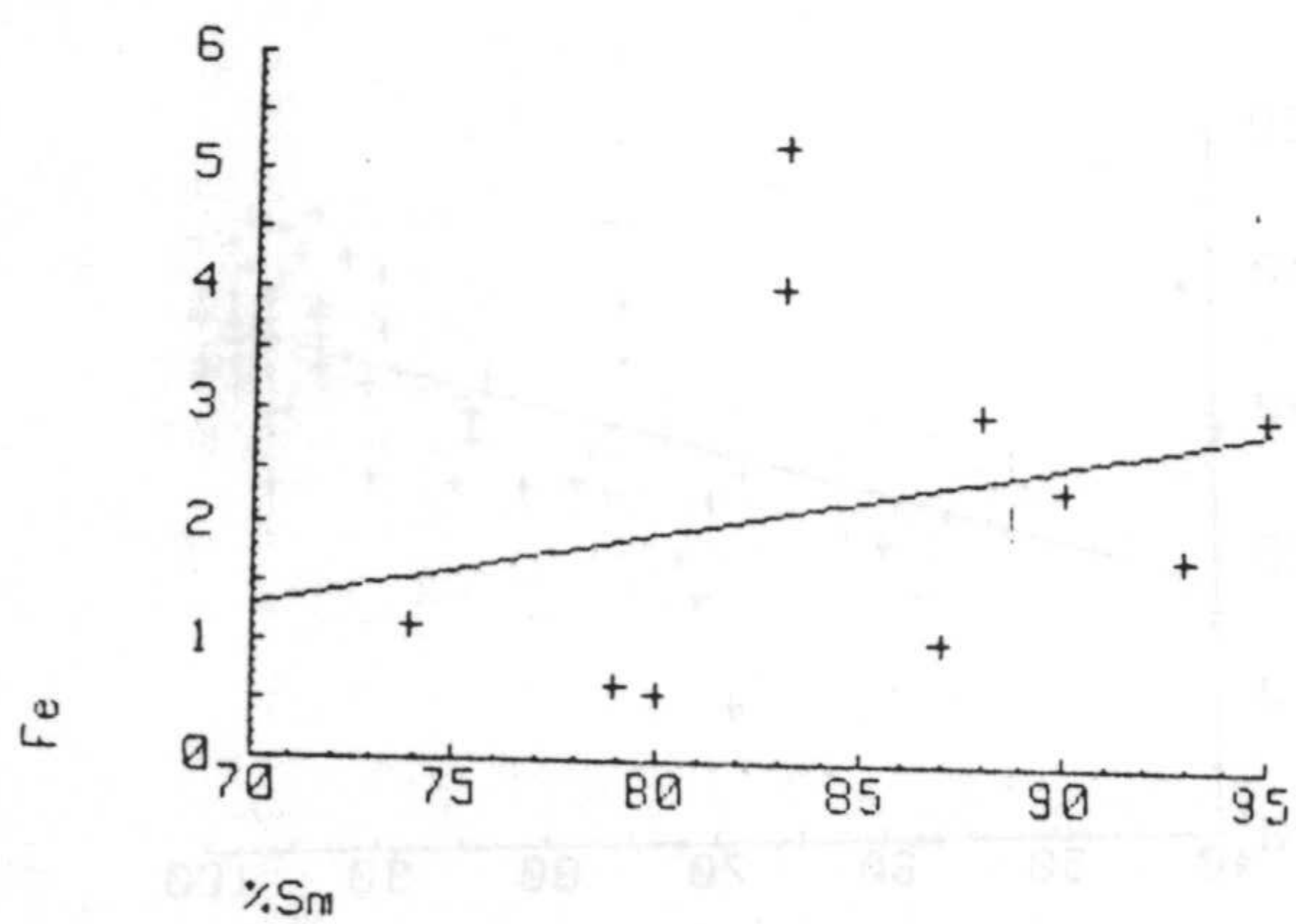
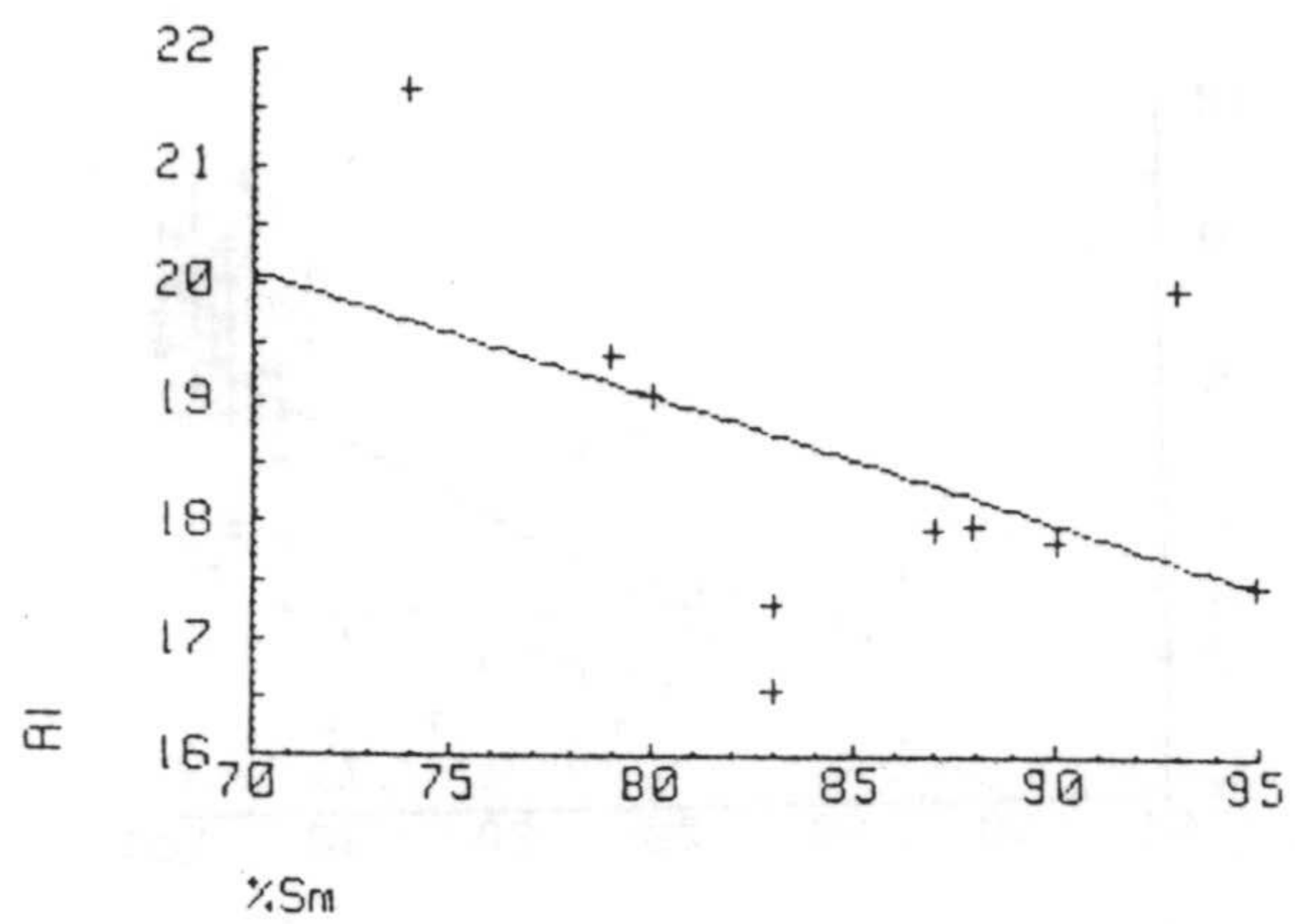
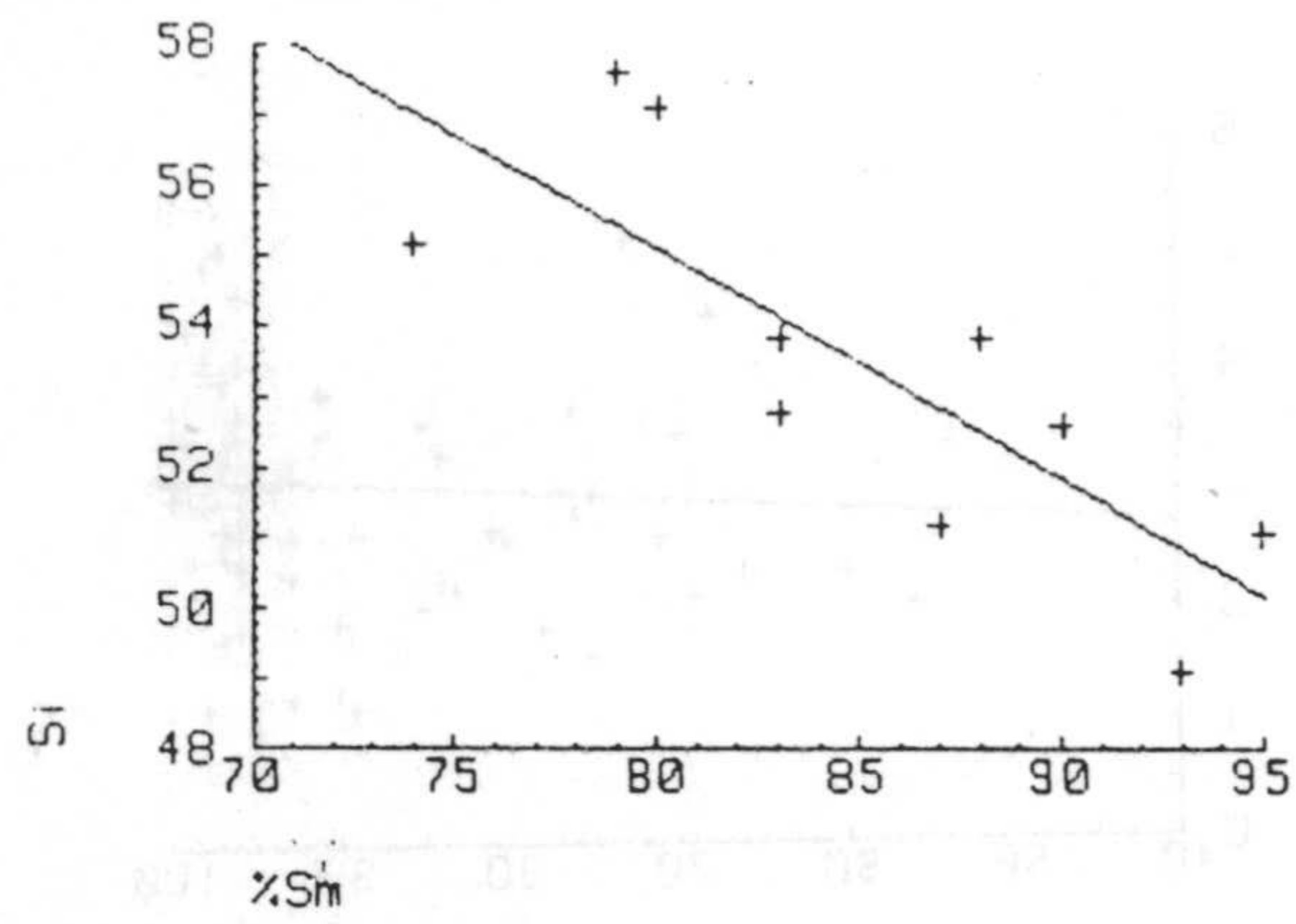


Fig. 3.3.- Correlacions cationes de Barth - % Sm (G-2).

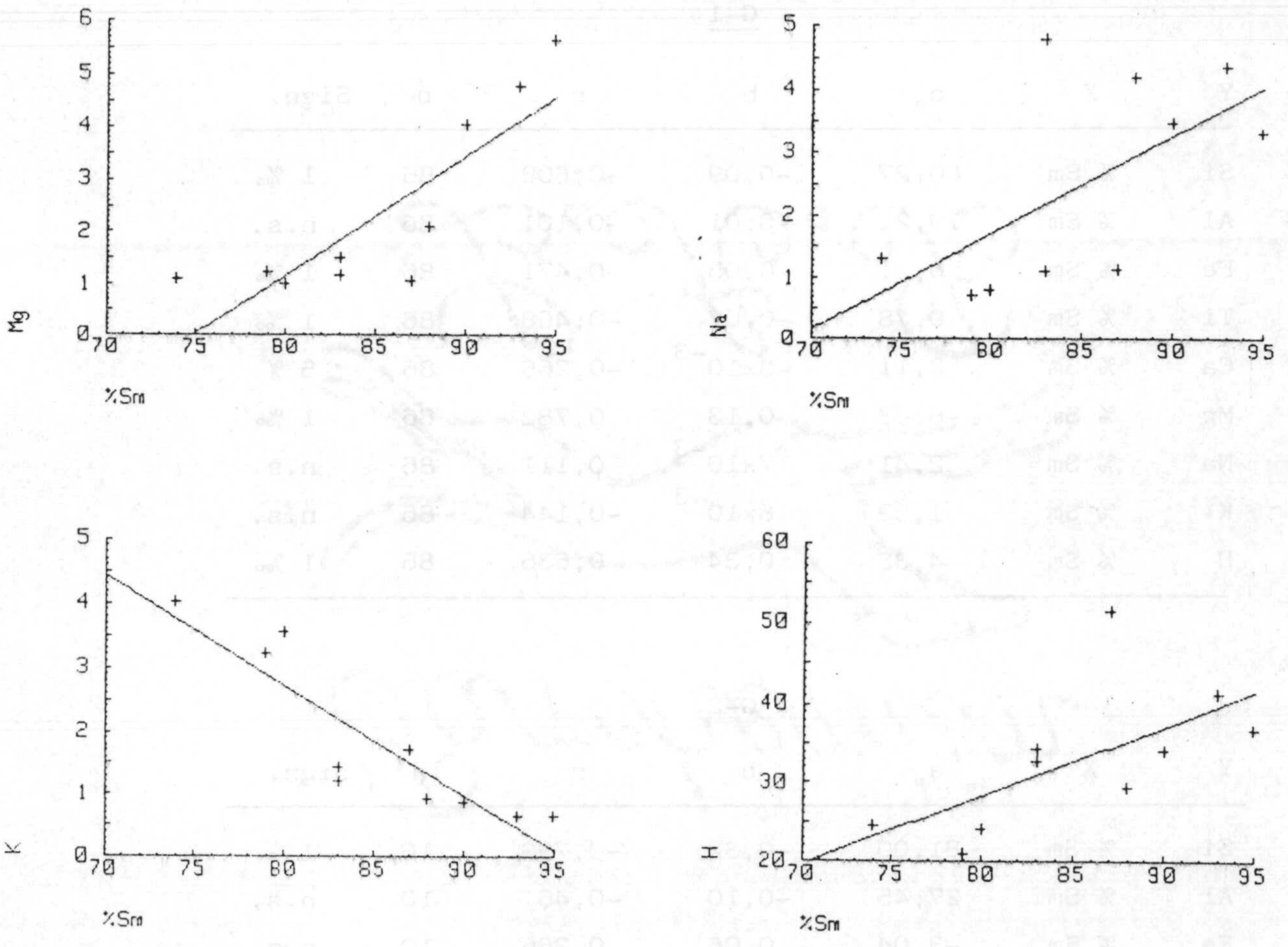


Fig. 3.3 (continuación).

Tabla 3.3

Correlaciones Cationes de Barth - % Sm

G-1

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si	% Sm	60,27	-0,09	-0,608	86	1 ‰
Al	% Sm	19,21	-0,01	-0,101	86	n.s.
Fe	% Sm	6,31	-0,05	-0,471	86	1 ‰
Ti	% Sm	0,78	-0,07	-0,468	86	1 ‰
Ca	% Sm	2,11	-9x10 <sup>-3</sup>	-0,266	86	5 %
Mg	% Sm	-6,63	0,13	0,782	86	1 ‰
Na	% Sm	2,41	7x10 <sup>-3</sup>	0,111	86	n.s.
K	% Sm	1,52	8x10 <sup>-3</sup>	-0,144	86	n.s.
H	% Sm	4,38	0,34	0,635	86	1 ‰

G-2

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si	% Sm	81,00	-0,32	-0,799	10	1 %
Al	% Sm	27,45	-0,10	-0,46	10	n.s.
Fe	% Sm	-3,04	0,06	0,266	10	n.s.
Ti	% Sm	1,69	-0,17	-0,704	10	1 %
Ca	% Sm	-4,27	0,06	0,788	10	1 %
Mg	% Sm	-17,02	0,23	0,846	10	1 %
Na	% Sm	-10,78	0,16	0,624	10	5 %
K	% Sm	16,60	-0,17	-0,895	10	1 ‰
H	% Sm	-41,36	0,87	0,637	10	5 %

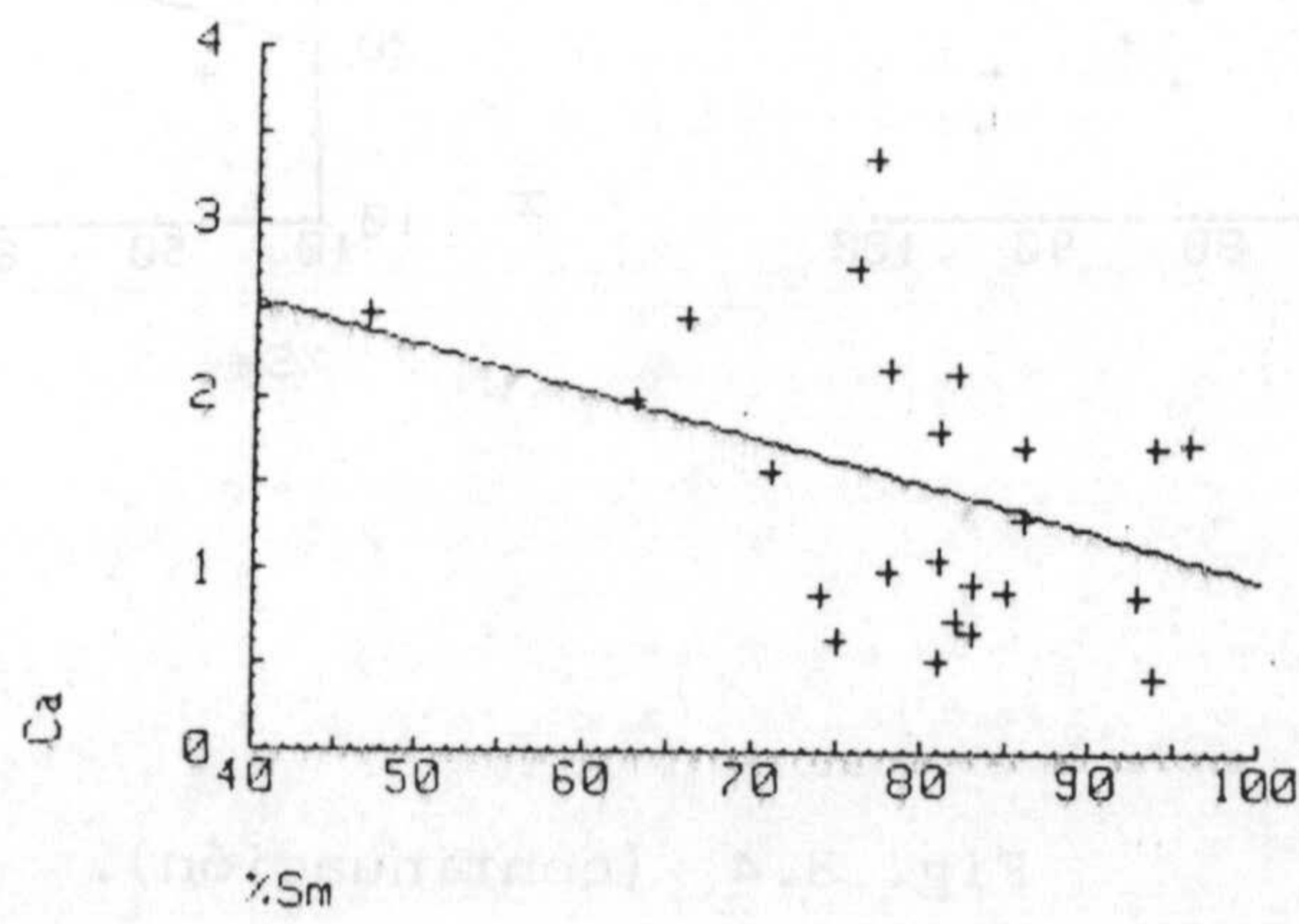
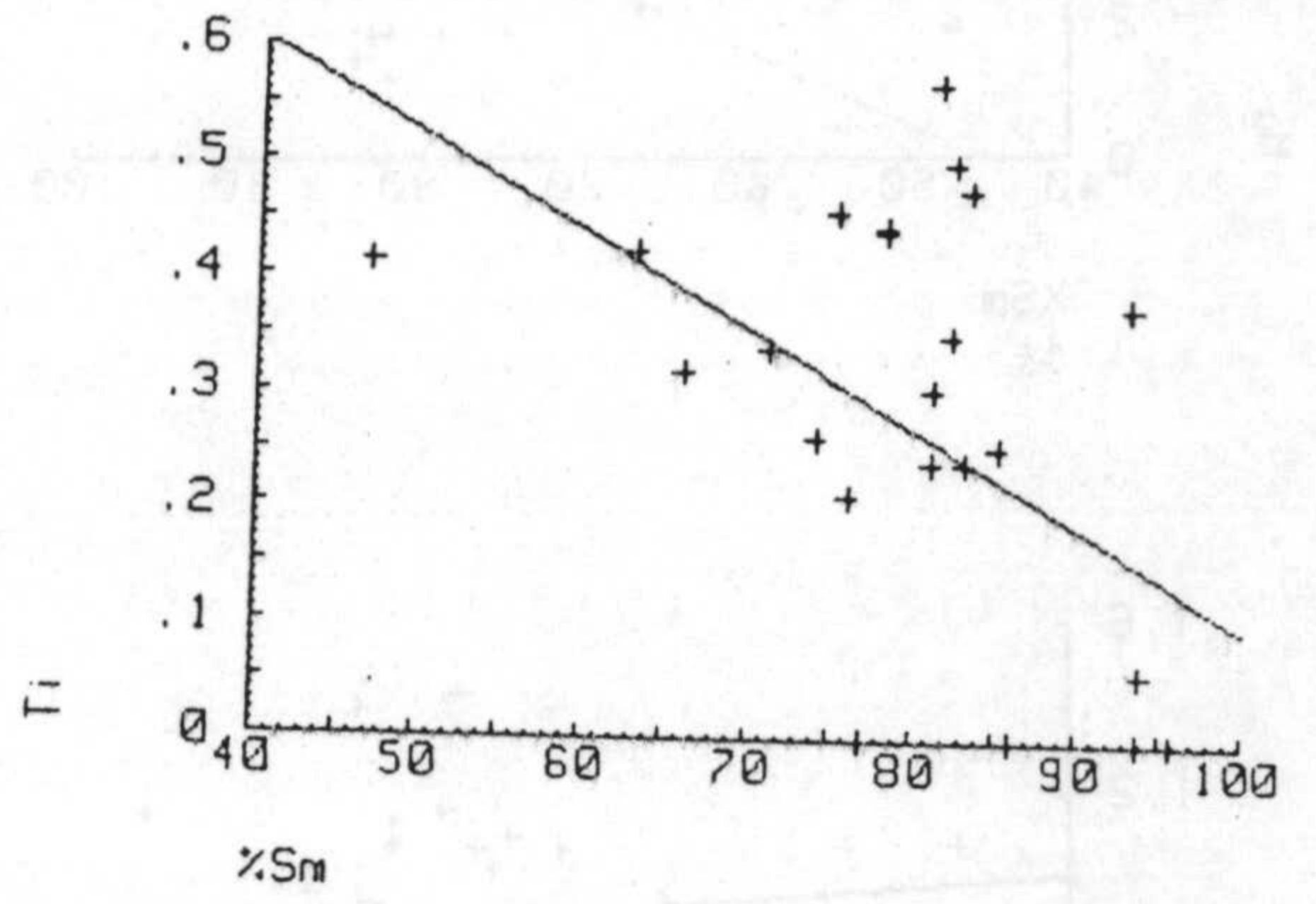
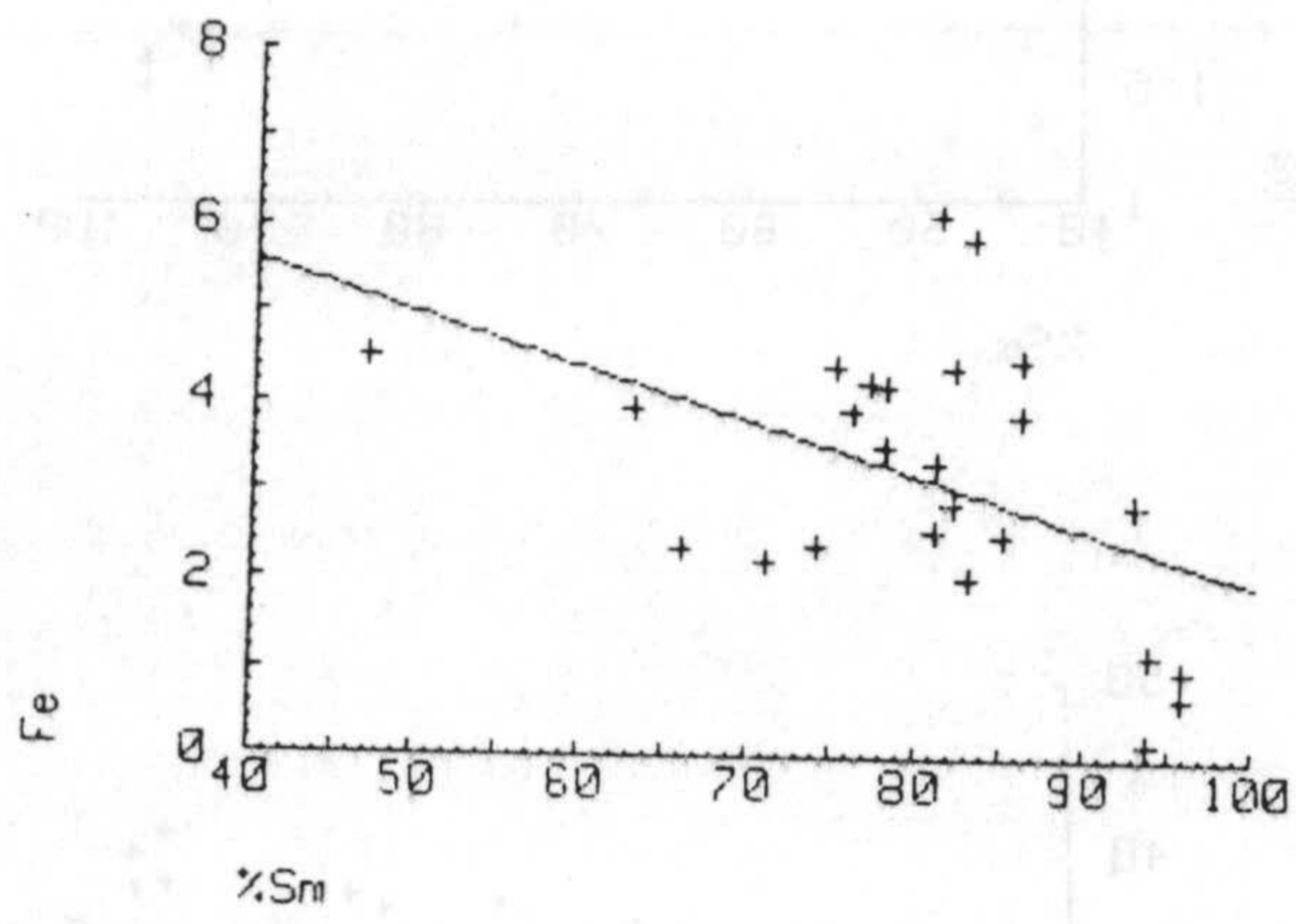
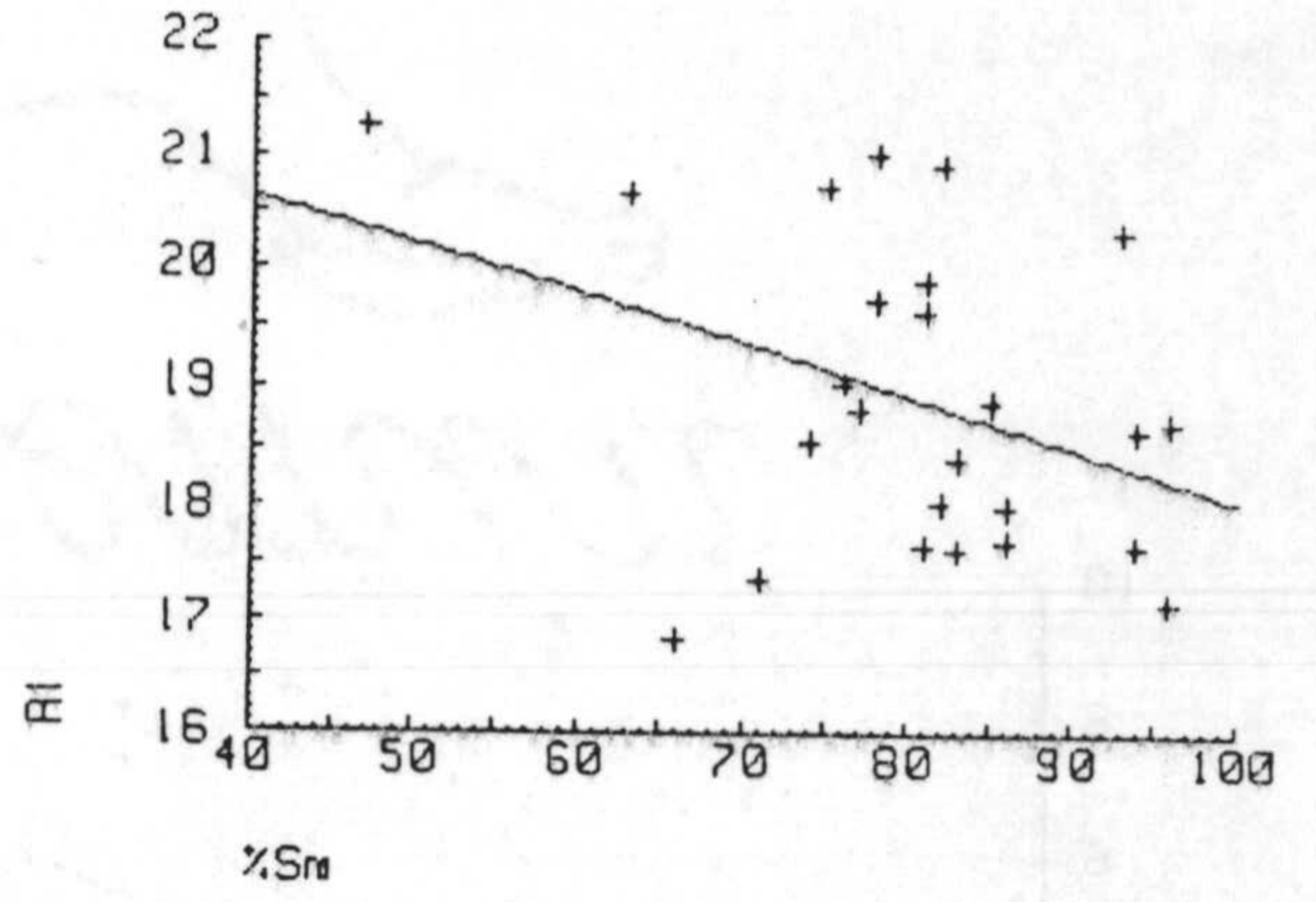
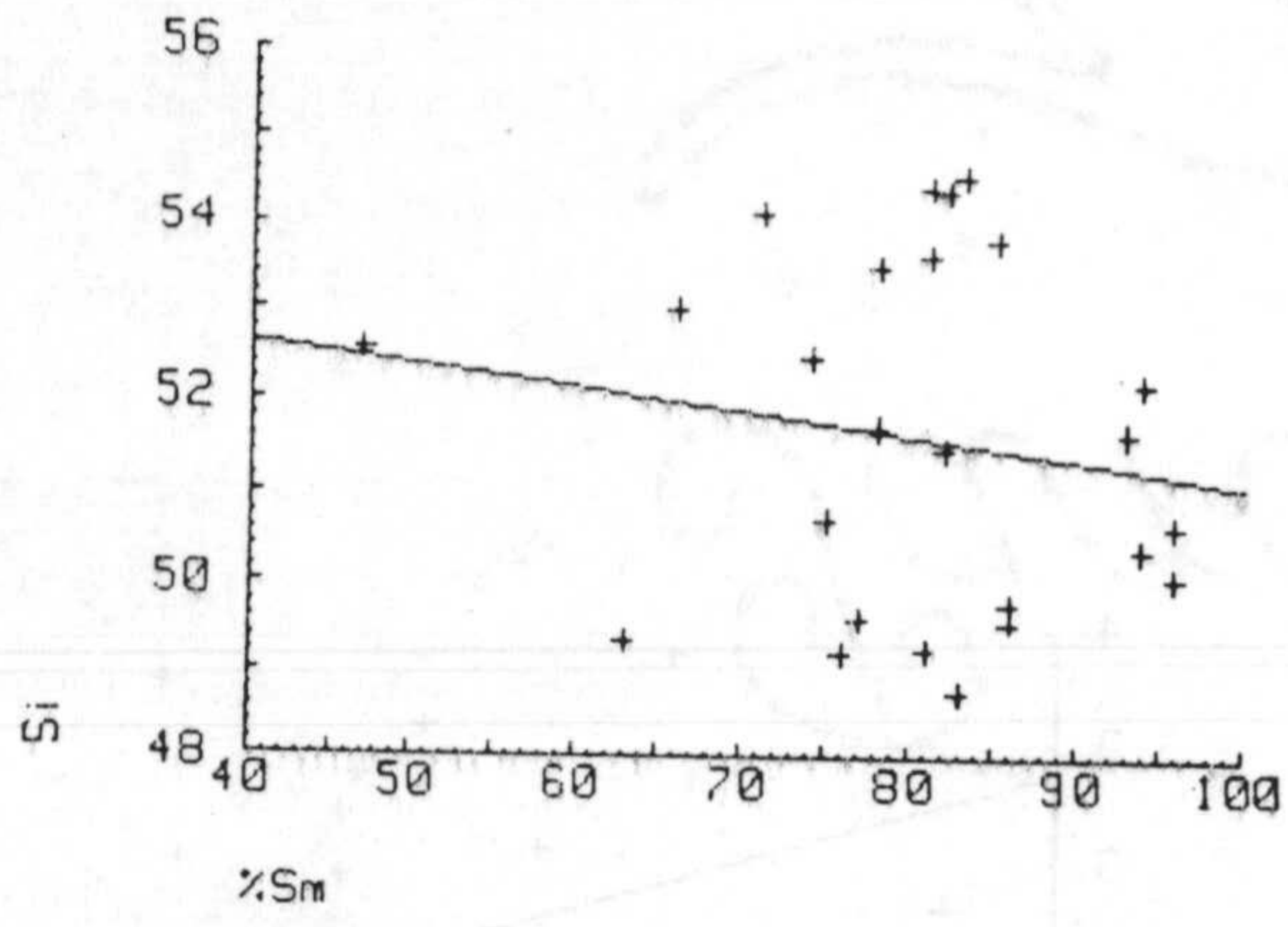


Fig. 3.4.- Correlaciones cationes de Barth - % Sm (G-3).

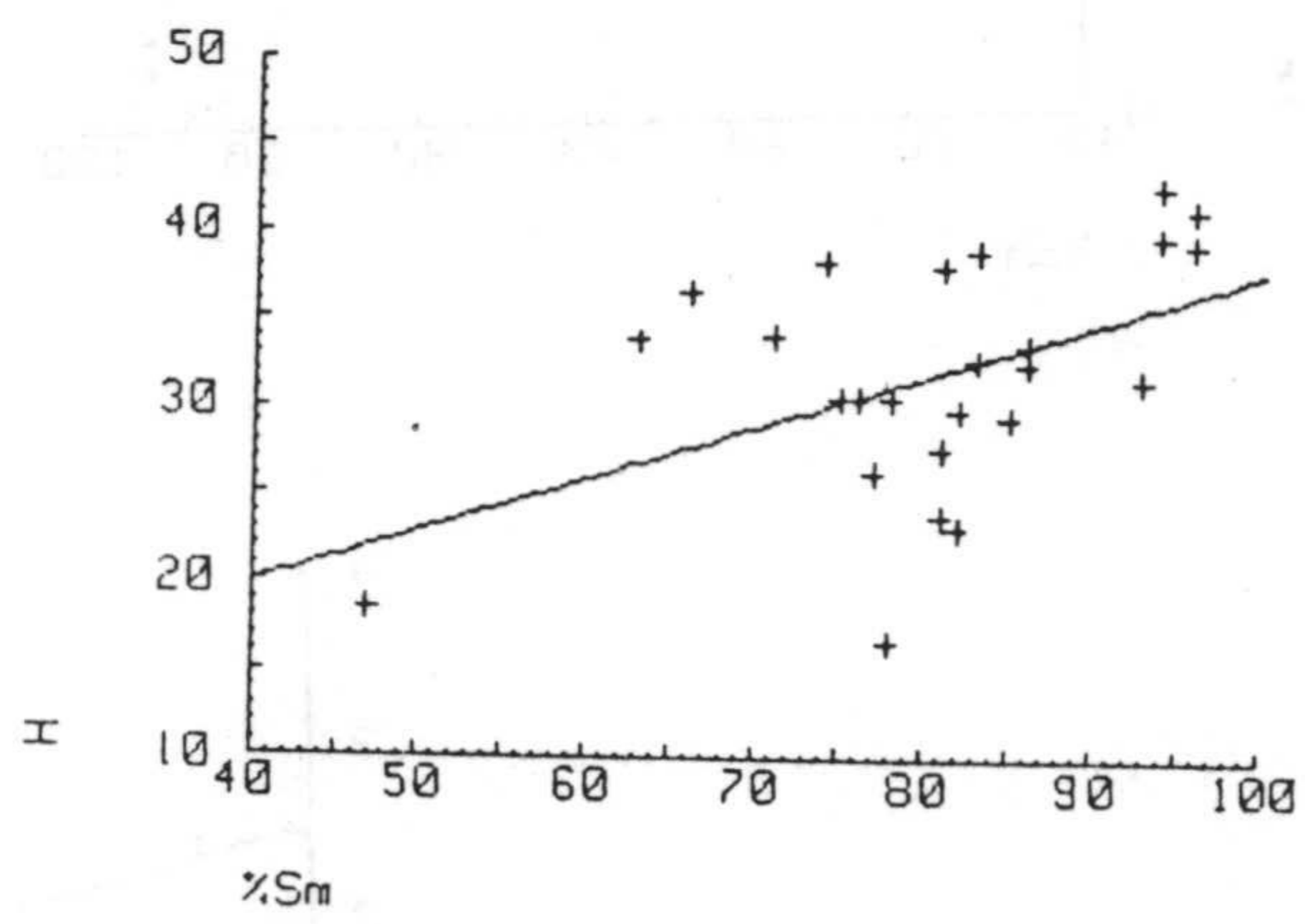
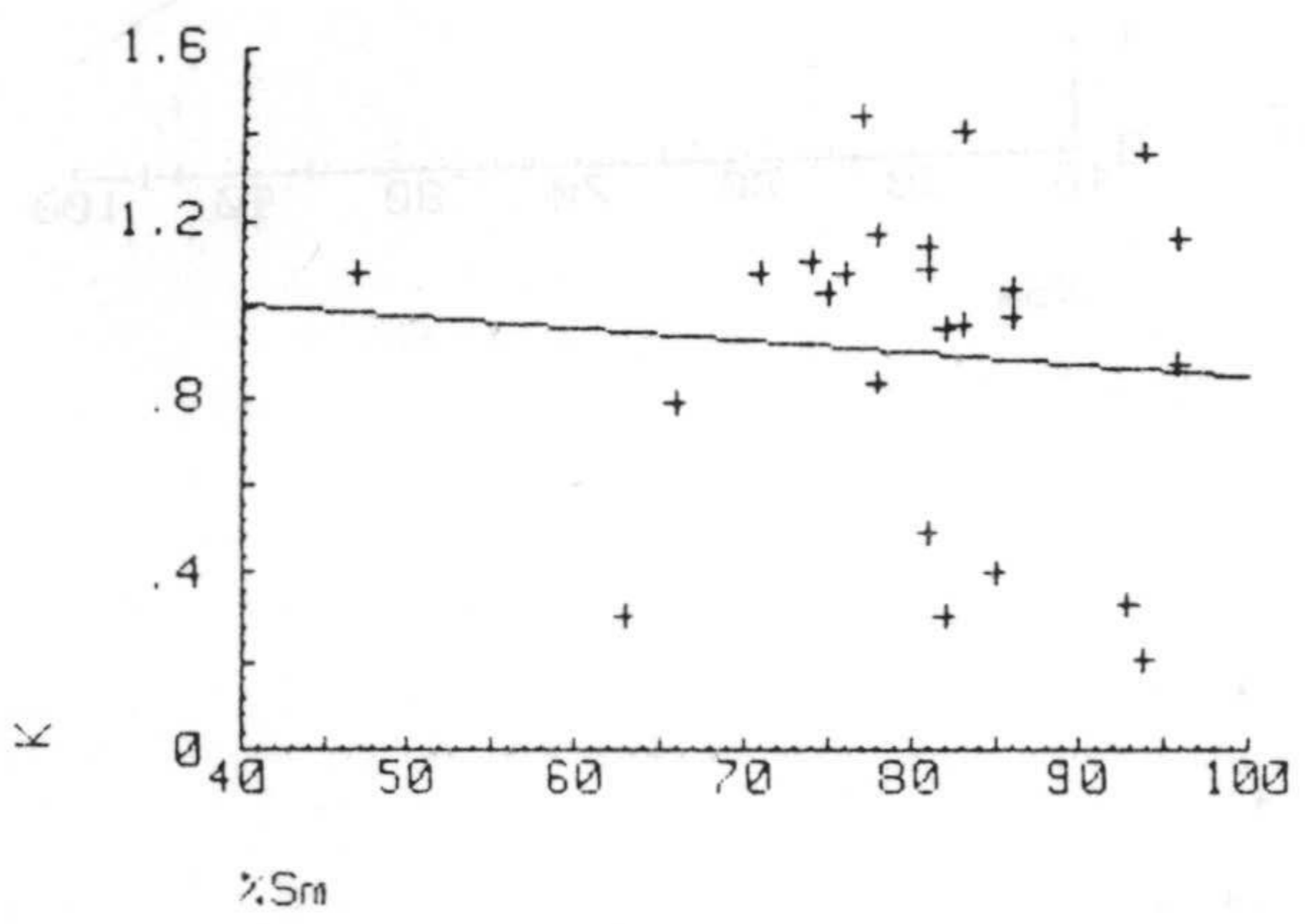
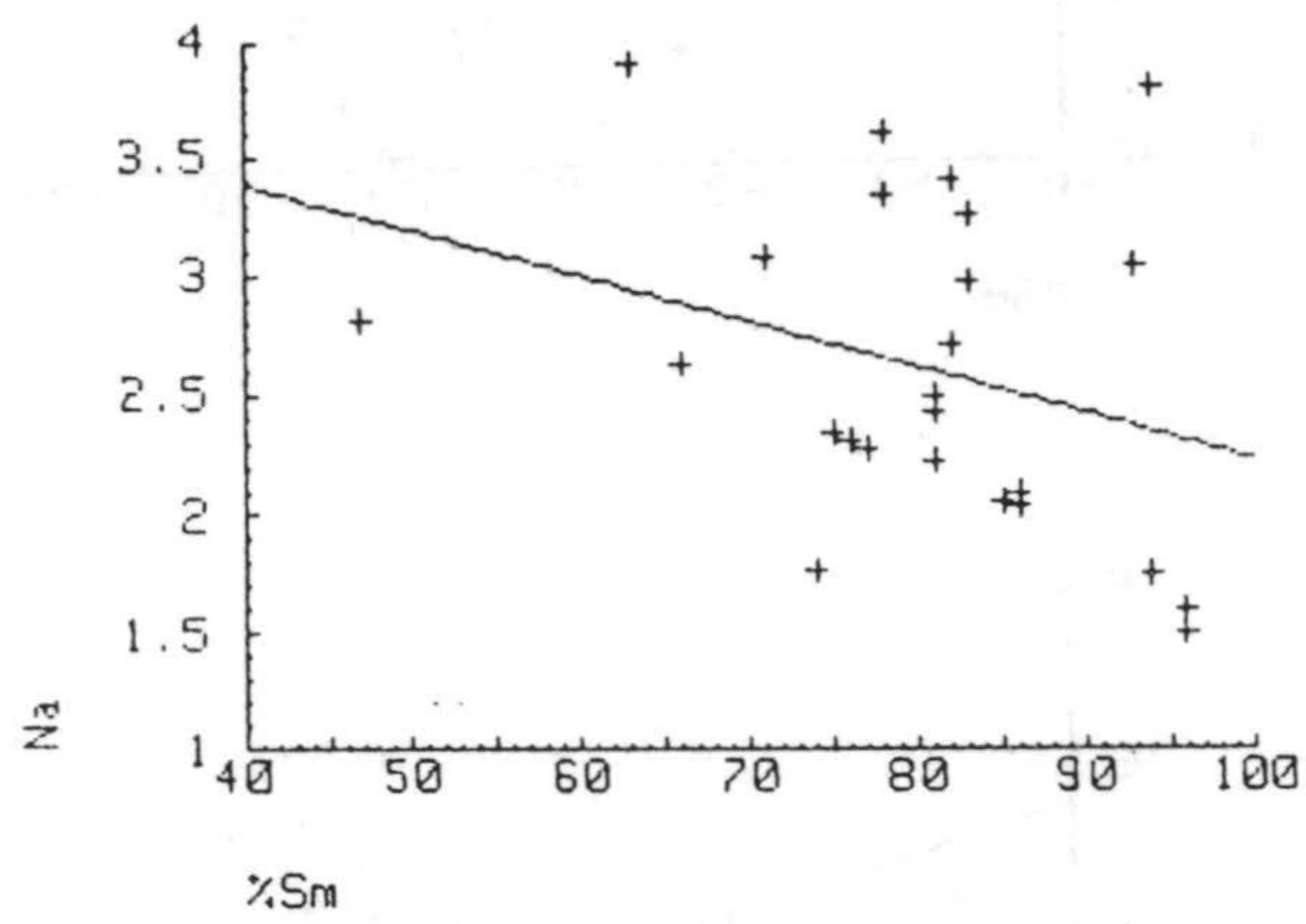
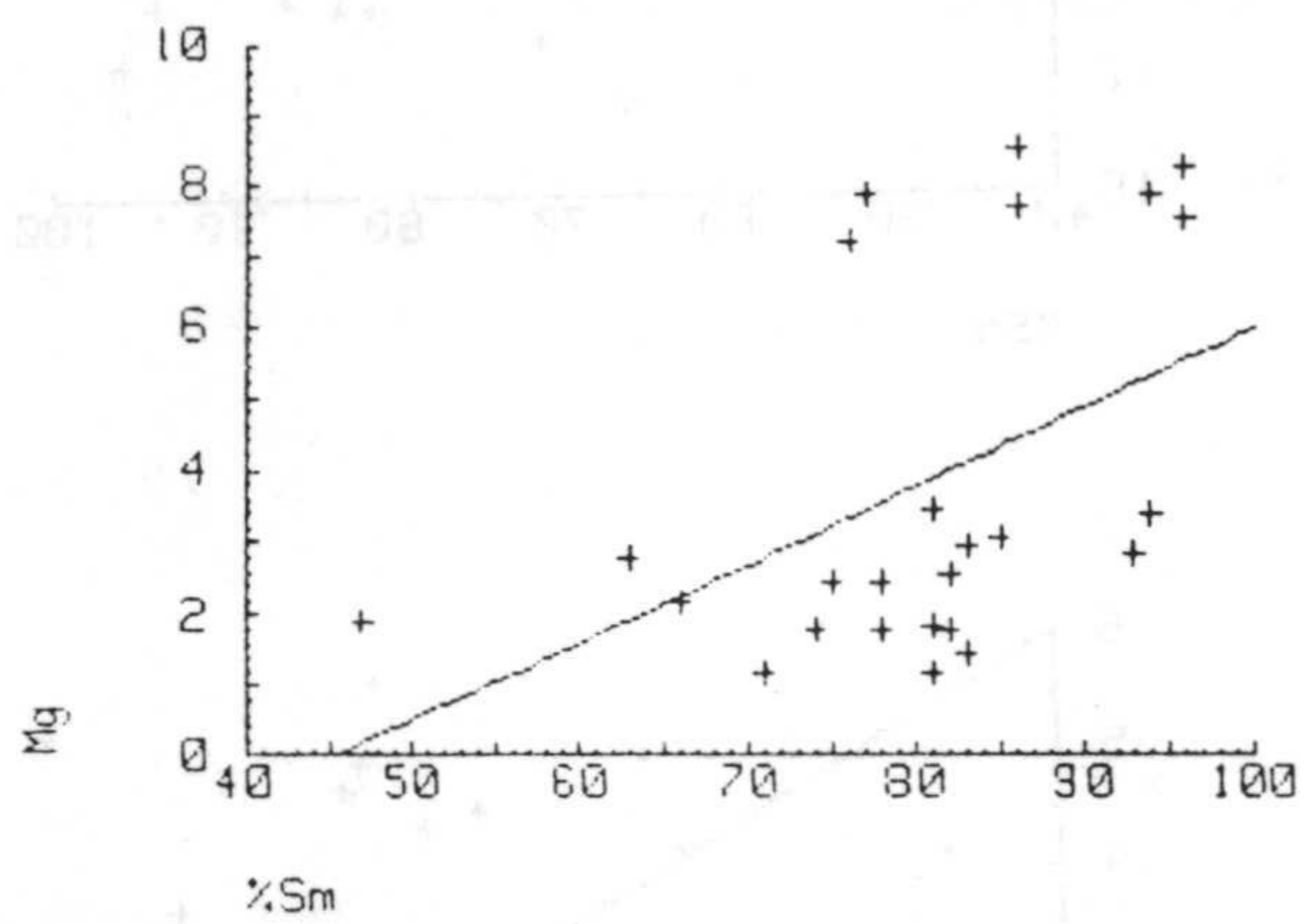


Fig. 3.4 (continuación).

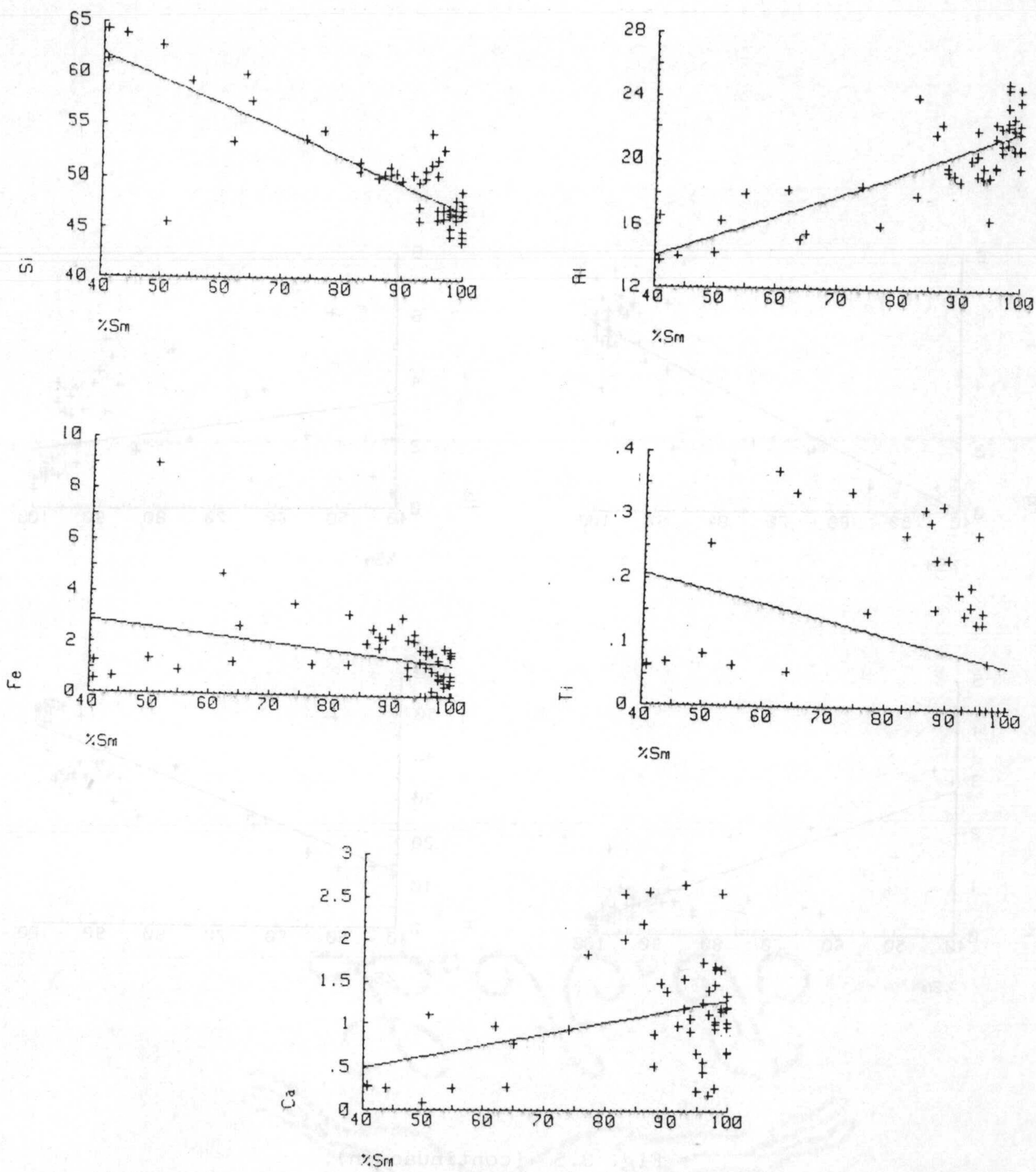


Fig. 3.5.- Correlaciones cationes de Barth - % Sm (G-4).

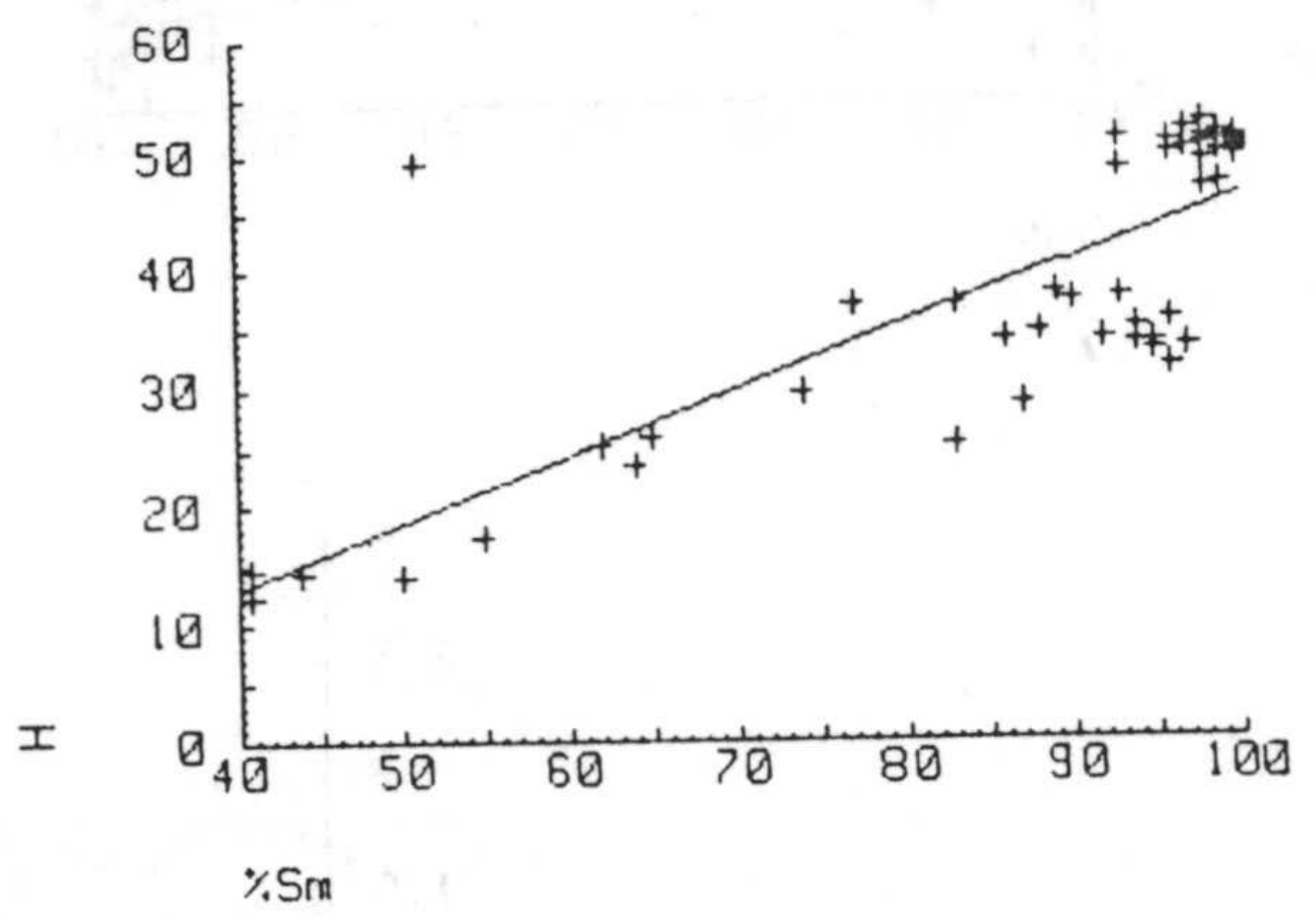
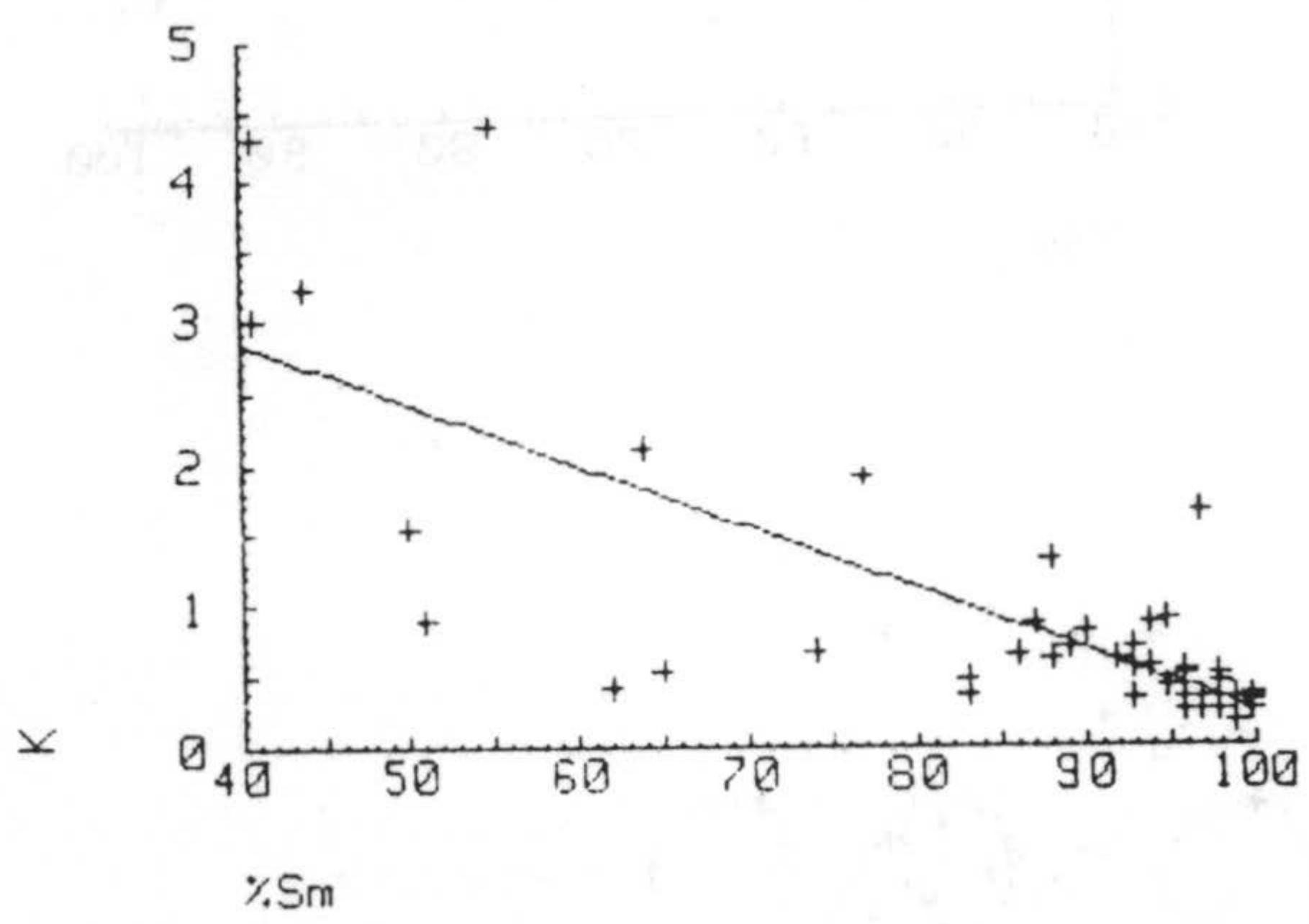
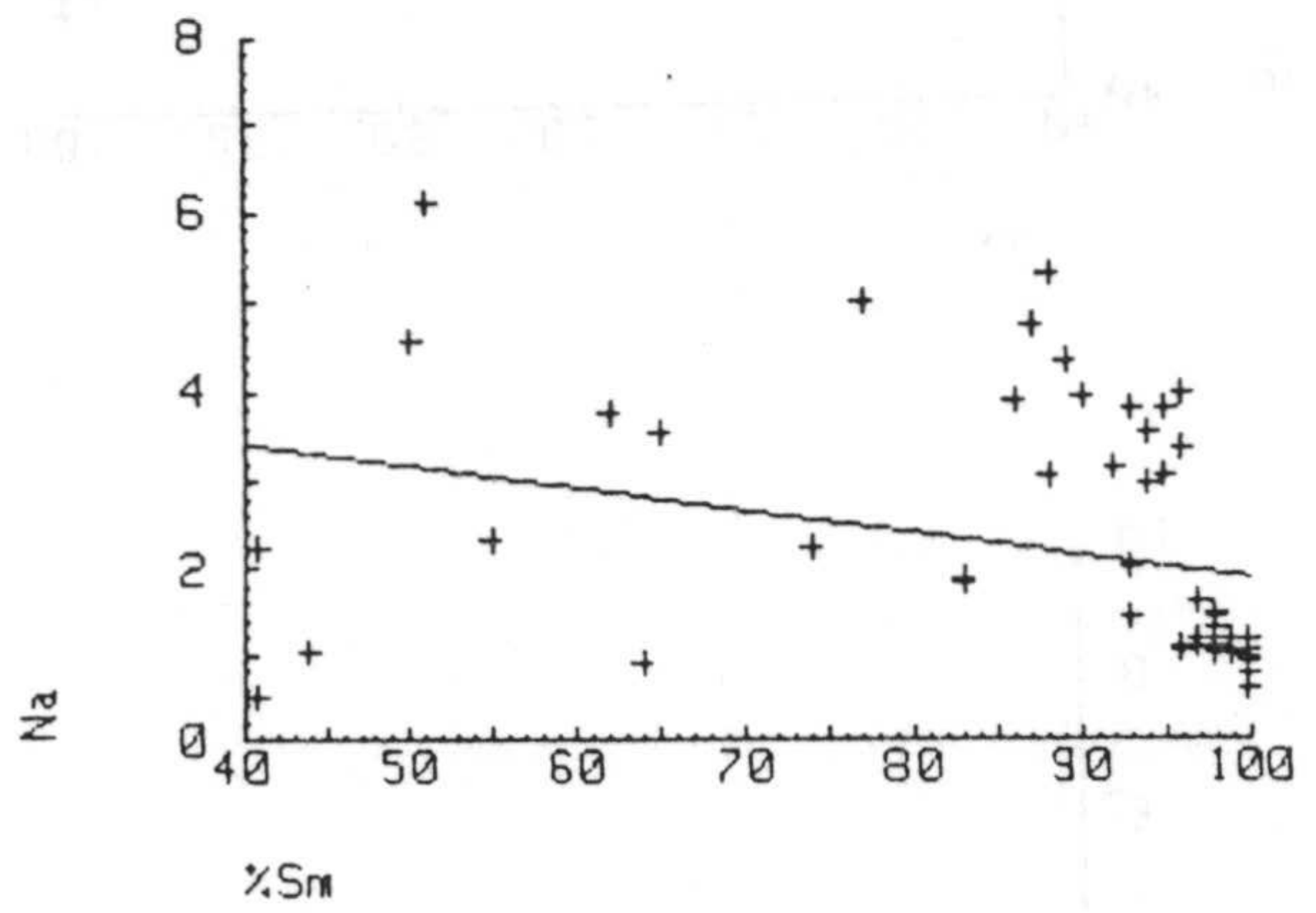
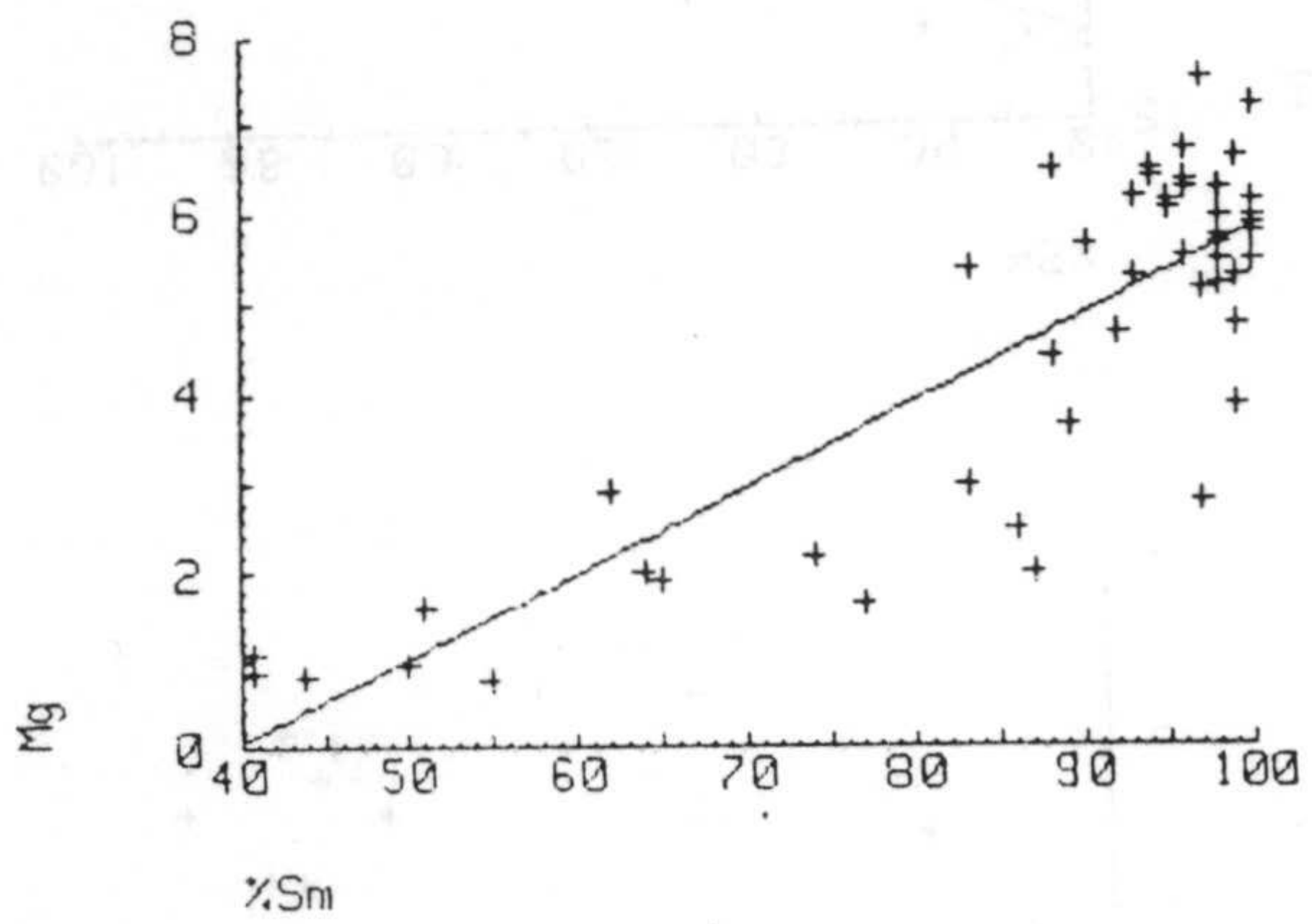


Fig. 3.5 (continuación).



Tabla 3.4

Correlaciones cationes de Barth - % Sm

G-3

Y	X	a <sub>0</sub>	b	r	n	Sign.
Si	% Sm	53,66	-0,02	-0,145	25	n.s.
Al	% Sm	22,36	-0,04	-0,358	25	n.s.
Fe	% Sm	7,98	-0,06	-0,437	25	5 %
Ti	% Sm	0,94	8x10 <sup>-3</sup>	-0,500	25	5 %
Ca	% Sm	3,63	-0,03	-0,379	25	n.s.
Mg	% Sm	-4,92	0,11	0,460	25	5 %
Na	% Sm	4,15	-0,02	-0,308	25	n.s.
K	% Sm	1,12	-3x10 <sup>-3</sup>	-0,082	25	n.s.
H	% Sm	7,95	0,30	0,486	25	5 %

G-4

Y	X	a <sub>0</sub>	b	r	n	Sign.
Si	% Sm	72,08	-0,25	-0,835	52	1 %
Al	% Sm	8,79	0,13	0,787	52	1 %
Fe	% Sm	3,97	-0,03	-0,333	52	5 %
Ti	% Sm	0,30	2x10 <sup>-3</sup>	-0,339	52	5 %
Ca	% Sm	-0,05	0,01	0,352	52	5 %
Mg	% Sm	-3,85	0,10	0,848	52	1 %
Na	% Sm	4,44	-0,02	-0,299	52	5 %
K	% Sm	4,57	-0,04	-0,782	52	1 %
H	% Sm	-9,06	0,55	0,791	52	1 %

RECTAS DE REGRESION CATIONES DE BARTH- % Sm (Reyes, 1977)

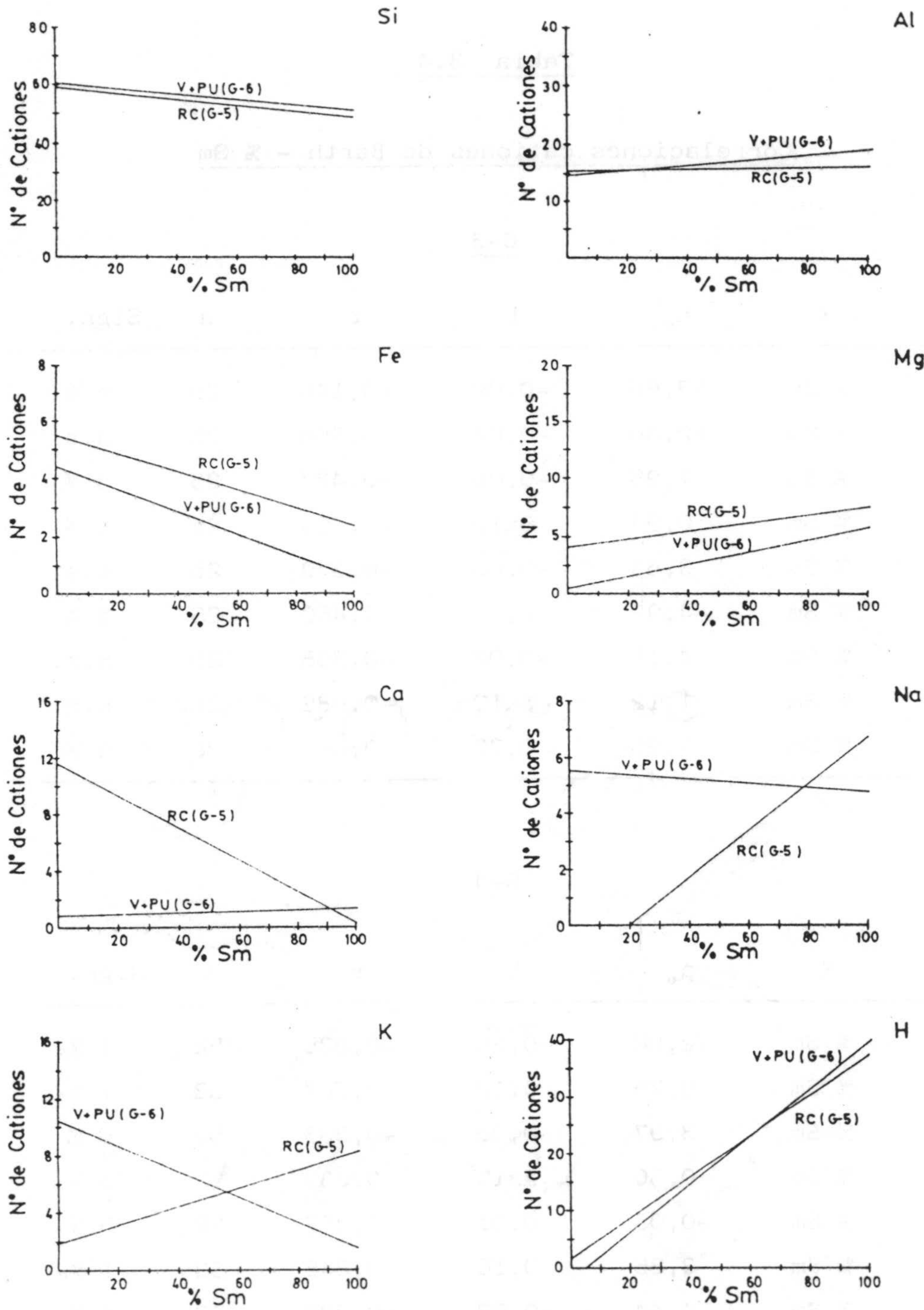


Fig. 3.6

Tabla 3.5

Composición Química de las rocas originales

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
G-1	66,30	14,00	4,00	1,28	4,80	2,40	2,28	2,45	2,49
G-2	78,13	11,00	0,60	2,09	0,95	0,00	2,25	3,85	1,13
G-3	53,15	17,40	7,80	1,32	9,20	5,80	2,17	0,90	2,26
G-4	79,01	10,80	0,40	0,36	0,60	0,00	2,37	3,95	2,51
G-5	62,65	15,00	5,00	1,30	6,00	3,30	2,25	2,00	2,50
G-6	64,94	14,30	4,40	0,45	5,20	2,70	2,42	3,30	2,29

Cálculo de Barth de las rocas originales

	Si	Al	Fe	Ca	Mg	Na	K	H
G-1	57,47	14,30	2,61	4,46	3,10	3,83	2,71	14,41
G-2	66,16	10,98	0,38	0,86	0,00	3,69	4,16	6,39
G-3	48,16	18,58	5,32	8,93	7,83	3,81	1,04	13,67
G-4	65,86	10,61	0,25	0,54	0,00	3,83	4,20	13,97
G-5	54,91	15,49	3,30	5,63	4,31	3,82	2,24	14,63
G-6	56,94	14,78	2,90	4,88	3,50	4,11	3,69	13,40

- G-1 Afloramientos: E, MM1, C, IM, RSP, ML, LC, CE, R, LA, VR, MA, MB, J, CA.
- G-2 Afloramientos: T, LB, LM, CC.
- G-3 Afloramientos: MM2, CG, LH, LI, CL, RM, AA, PCM, EH.
- G-4 Afloramientos: EC, VB, MM3, BF, LPN, LT, PC, PM.
- G-5 Afloramientos: RC.
- G-6 Afloramientos: V, PU.

Tabla 3.6

Parámetros de Rittmann

G.1	G.2	G.3
$\text{SiO}_2 = 66,30$	$\text{SiO}_2 = 78,13$	$\text{SiO}_2 = 53,15$
Al = 12,60	Al = 9,90	Al = 15,66
AlK = 5,87	AlK = 6,23	AlK = 4,16
CaO = 4,80	CaO = 0,95	CaO = 9,20
FM = 8,80	FM = 0,60	FM = 19,40
K = 0,42	K = 0,62	K = 0,22
Ca'' = 0,762	Ca'' = -1,25	Ca'' = 2,30
an = 0,36	an = 0,11	an = 0,58

G.4	G.5	G.6
$\text{SiO}_2 = 79,01$	$\text{SiO}_2 = 62,65$	$\text{SiO}_2 = 64,94$
Al = 9,72	Al = 13,50	Al = 12,87
Alk = 7,50	Alk = 5,36	Alk = 6,93
CaO = 0,60	CaO = 6,00	CaO = 5,20
FM = 0,40	FM = 11,60	FM = 9,80
K = 0,53	K = 0,37	K = 0,48
Ca'' = -0,73	Ca'' = 1,12	Ca'' = 1,64
an = 0,06	an = 0,43	an = 0,30

- G.1 - Afloramientos E, MM1, C, IM, RSP, ML, LC, CE, R, LA, VR, MA, MB, J, CA.
- G.2 - Afloramientos T, LB, LM, CC.
- G.3 - Afloramientos MM2, CG, LH, LI, CL, RM, AA, PCM, EH.
- G.4 - Afloramientos EC, VB, MM3, BF, LPN, LT, PC, PM.
- G.5 - Afloramientos RC.
- G.6 - Afloramientos V, PU.

con labradorita en el G-3 y una latita en el G-6.

Según la clasificación de Araña y Ortiz (1984) serían: dacitas con potasio medio y alto los G-1 y G-6; riolitas altas en potasio los G-2 y G-4; el G-3 sería una andesita básica con potasio medio y el G-5 es una andesita ácida con potasio medio.

A partir de las correlaciones realizadas entre grado de alteración y cationes de Barth, se ha intentado ver, no solo la composición de la roca original (a esmectita cero), sino que además los valores obtenidos a 100% de esmectita pueden dar información de la composición de la roca completamente alterada. Para este último caso, en la fig. 3.8 se han representado los valores máximos y mínimos de cada catión para la totalidad de las muestras de la región, así como el valor medio. Como puede observarse los márgenes de variación son muy estrechos, lo que nos indica que en toda la zona tiende a formarse una esmectita relativamente homogénea, cuya composición química media podría ser:  $\text{SiO}_2 = 61,14\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 19,84\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,84\%$ ;  $\text{CaO} = 1,43\%$ ;  $\text{MgO} = 5,32\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 2,04\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,23\%$  y  $\text{H}_2\text{O}^+ = 7,16\%$ .

El siguiente paso, es calcular el balance de pérdida o ganancia de materia en el proceso de bentonitización. Para ello, a partir de los cálculos de Barth de cada grupo de afloramientos, se ha obtenido el peso de la roca original y el de su producto de alteración final correspondiente. La diferencia entre estos valores se puede expresar como porcentaje de pérdida o como rendimiento en bentonita. Estos cálculos se recogen en la tabla 3.7.

En dichos cálculos se ha supuesto el aluminio constante durante el paso de roca a bentonita. Este supuesto se basa en diver-

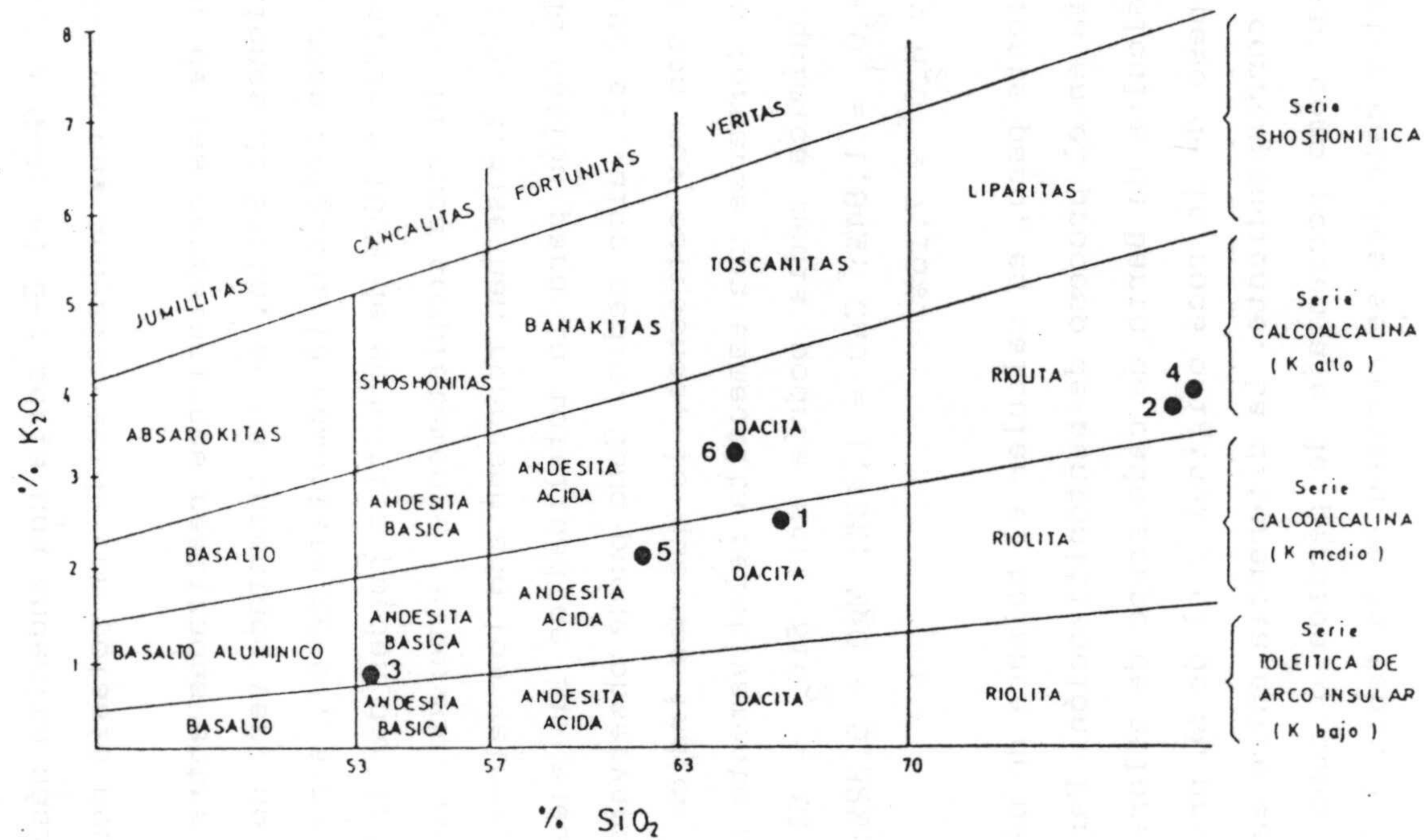


Fig. 3.7.- Clasificación de rocas de Araña y Ortiz (1984). Adaptación de las de Pecerrillo y Taylor (1976), López Ruiz y Rodríguez Badiola (1980) y Gill (1981):

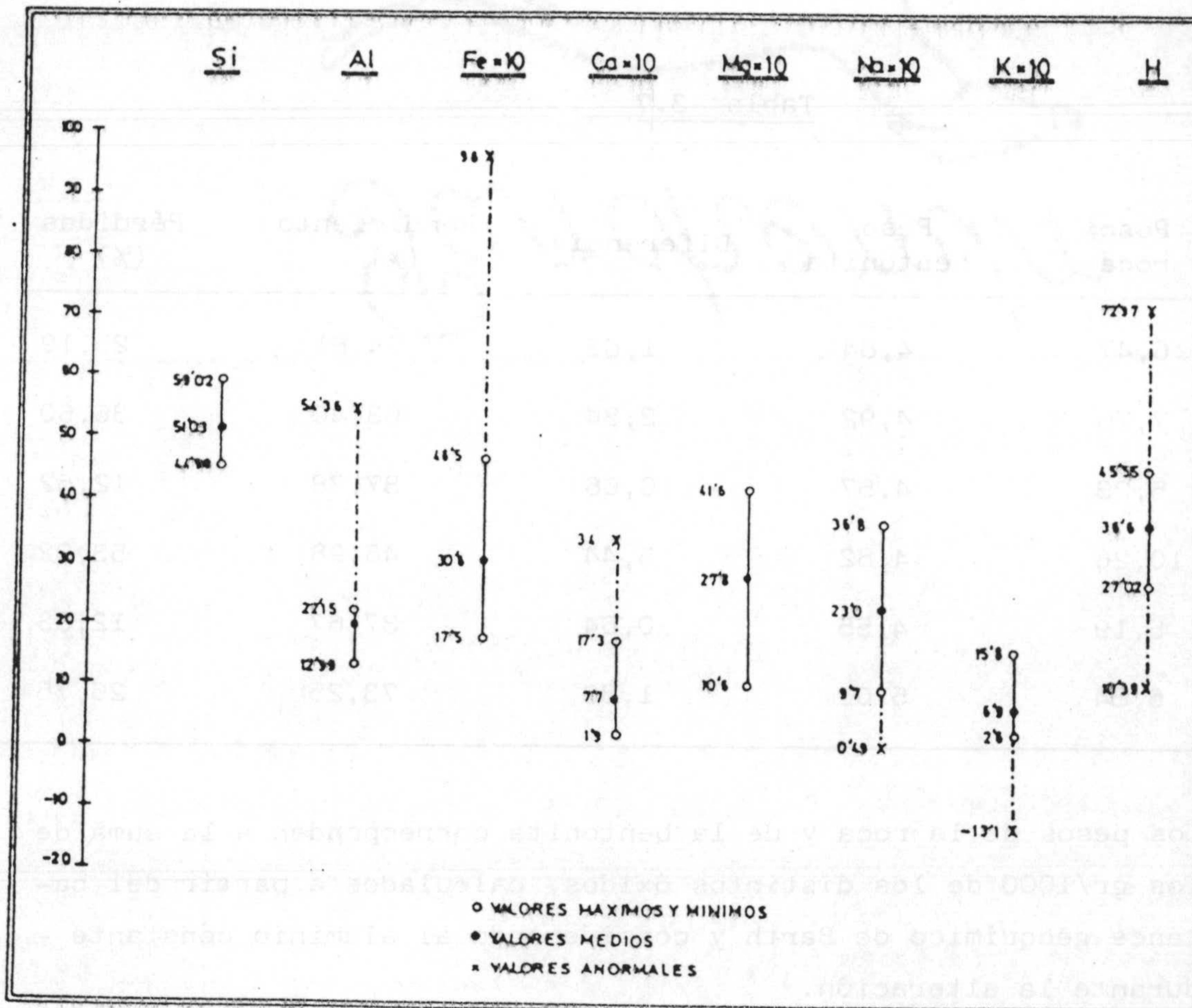


Fig. 3.8

Tabla 3.7

	Peso roca	Peso bentonita	Diferencia	Rendimiento (%)	Pérdidas (%)
G-1	6,47	4,84	1,63	74,81	25,19
G-2	7,76	4,92	2,84	63,40	36,60
G-3	5,23	4,57	0,66	87,38	12,62
G-4	10,26	4,82	5,44	46,98	53,02
G-5	5,19	4,55	0,64	87,67	12,33
G-6	6,84	5,01	1,83	73,25	26,75

Los pesos de la roca y de la bentonita corresponden a la suma de los gr/1000 de los distintos óxidos, calculados a partir del balance geoquímico de Barth y considerando al aluminio constante durante la alteración.



sas razones. Las soluciones hidrotermales de la zona, no contienen aniones capaces de acomplejar en forma soluble al aluminio; difícilmente puede aportarse en solución, máxime cuando el pH de dichas soluciones debió ser cercano a la neutralidad como se ha discutido anteriormente.

Por otra parte, las temperaturas tan moderadas de la alteración, tampoco favorecen una mayor solubilidad del aluminio. Estas mismas razones unidas a la fácil precipitación, en este caso en forma de esmectita, permiten afirmar que tampoco ha debido eliminarse del sistema. De hecho en los cálculos directos de Barth, se obtienen unas esmectitas que son, en cada caso, más ricas en aluminio que su correspondiente roca original.

Sin la existencia de un evidente mecanismo de aporte de este elemento (que no existe) debe concluirse que este aumento es relativo ya que al existir pérdida de materia, queda sobrevalorado el aluminio.

Por todo ello, parece razonable suponer que el aluminio permanece constante a lo largo del proceso.

Volviendo a la tabla 3.7, puede observarse que el rendimiento en bentonita es muy variable, oscilando desde un 47% en el grupo G-4, hasta un 87% en los grupos G-3 y G-5. Puesto que el grupo G-4 parte de una roca original muy ácida y los grupos G-3 y G-5 de rocas más básicas, da la impresión que el rendimiento en bentonita depende del tipo de roca original. En efecto, en la figura 3.9 se representa la relación del rendimiento en bentonita como función de la composición de la roca original. En todos los casos, a excepción del  $H_2O^+$ , se obtienen tendencias evidentes. Por

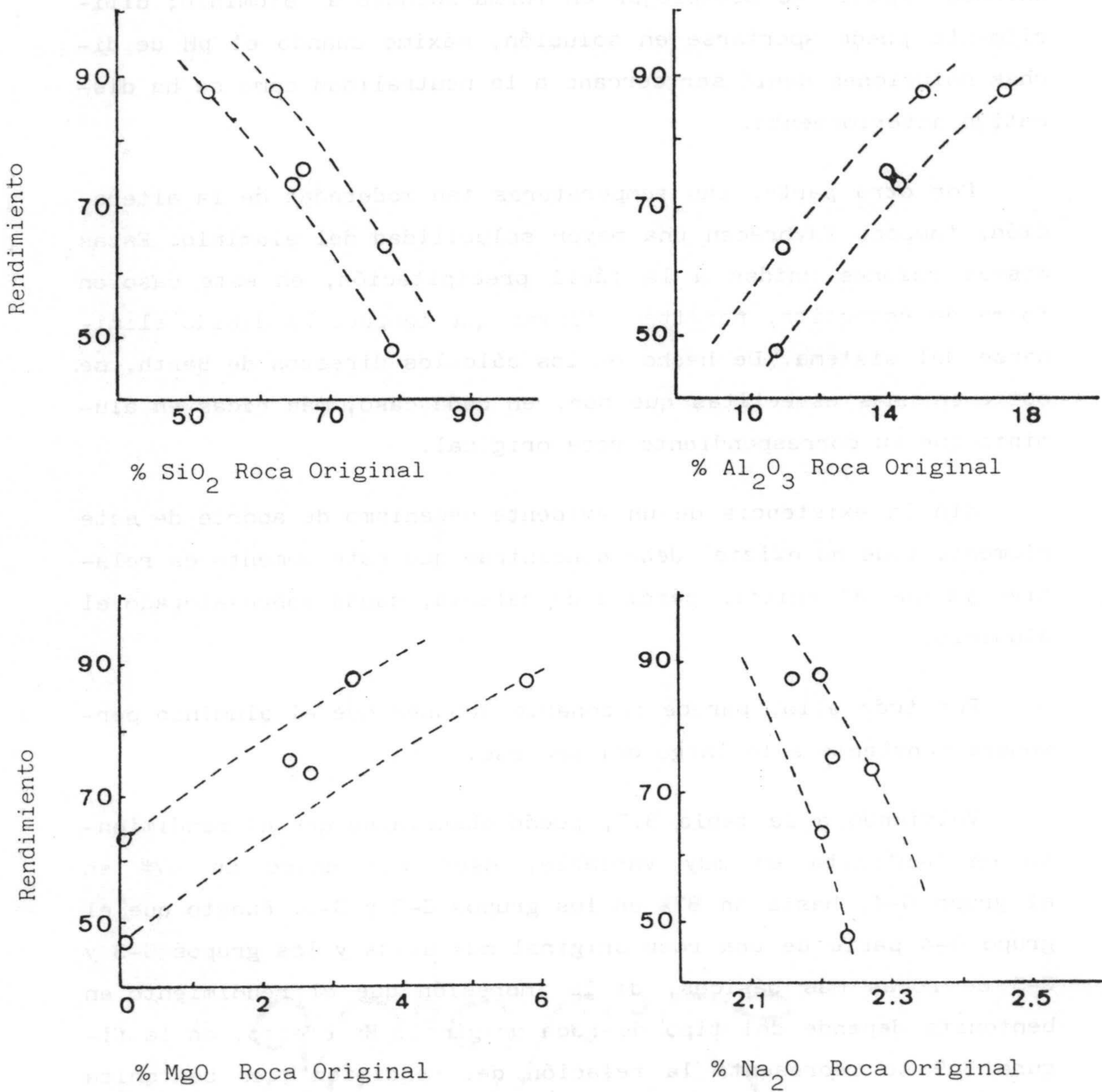
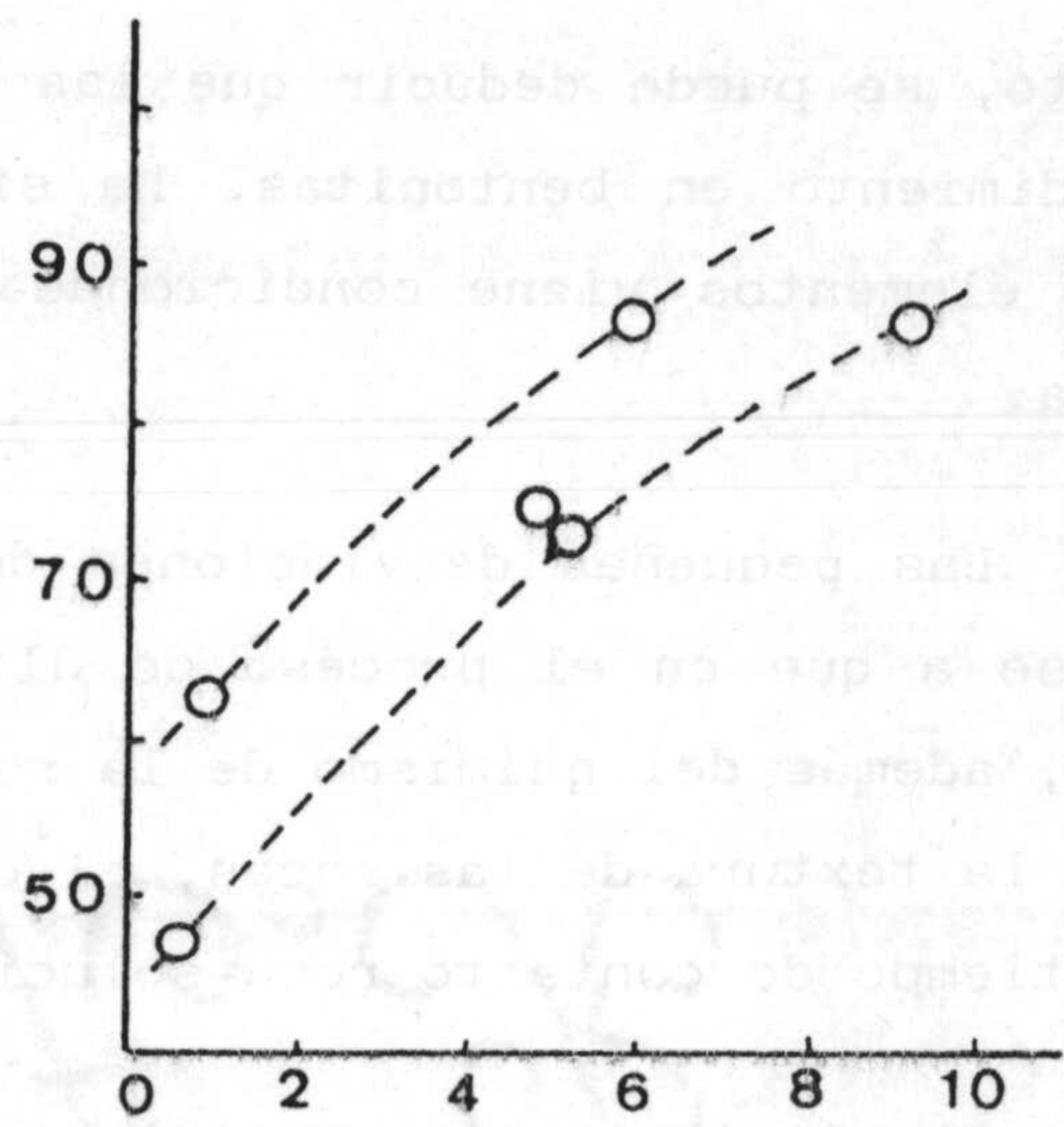
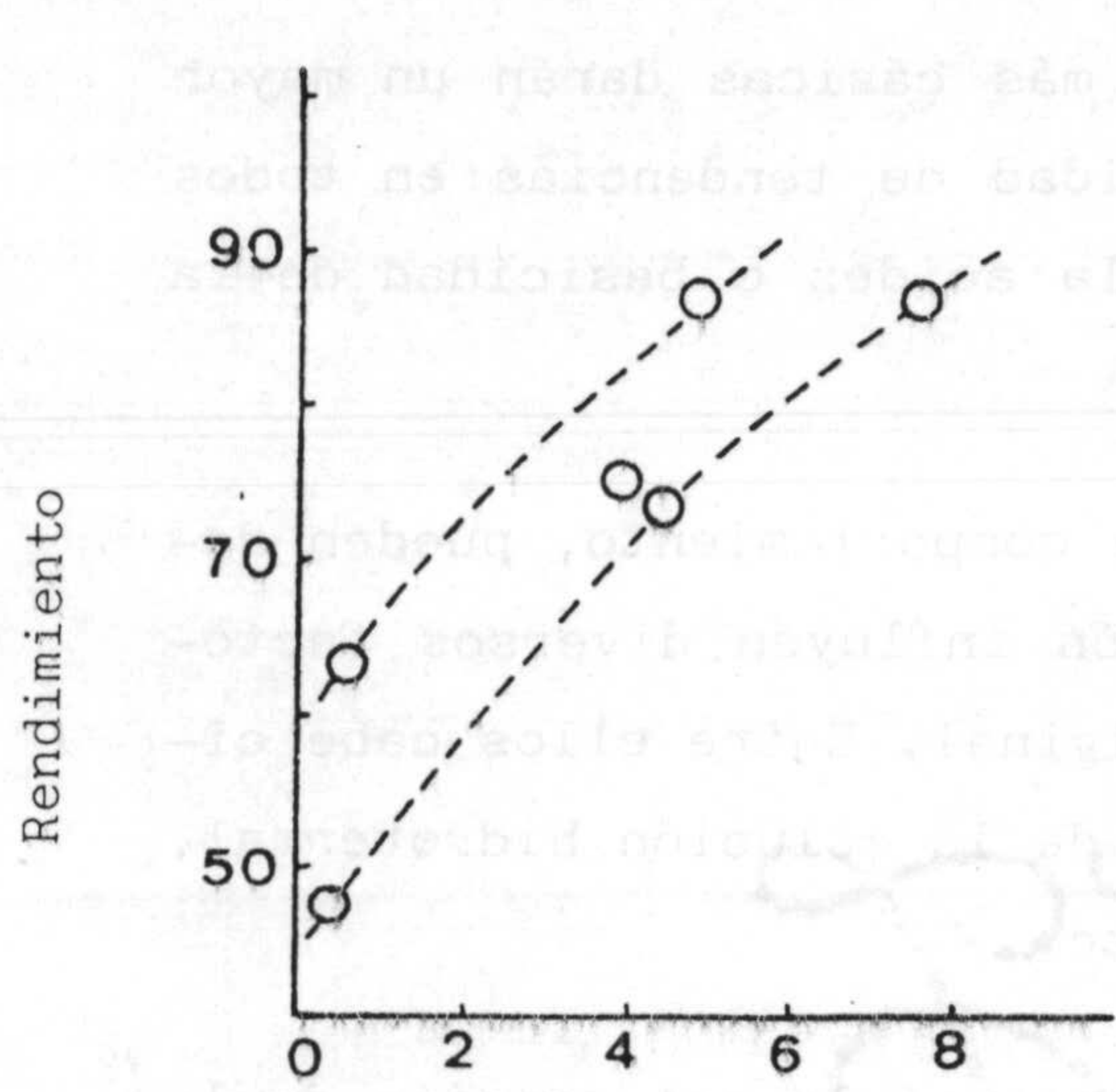
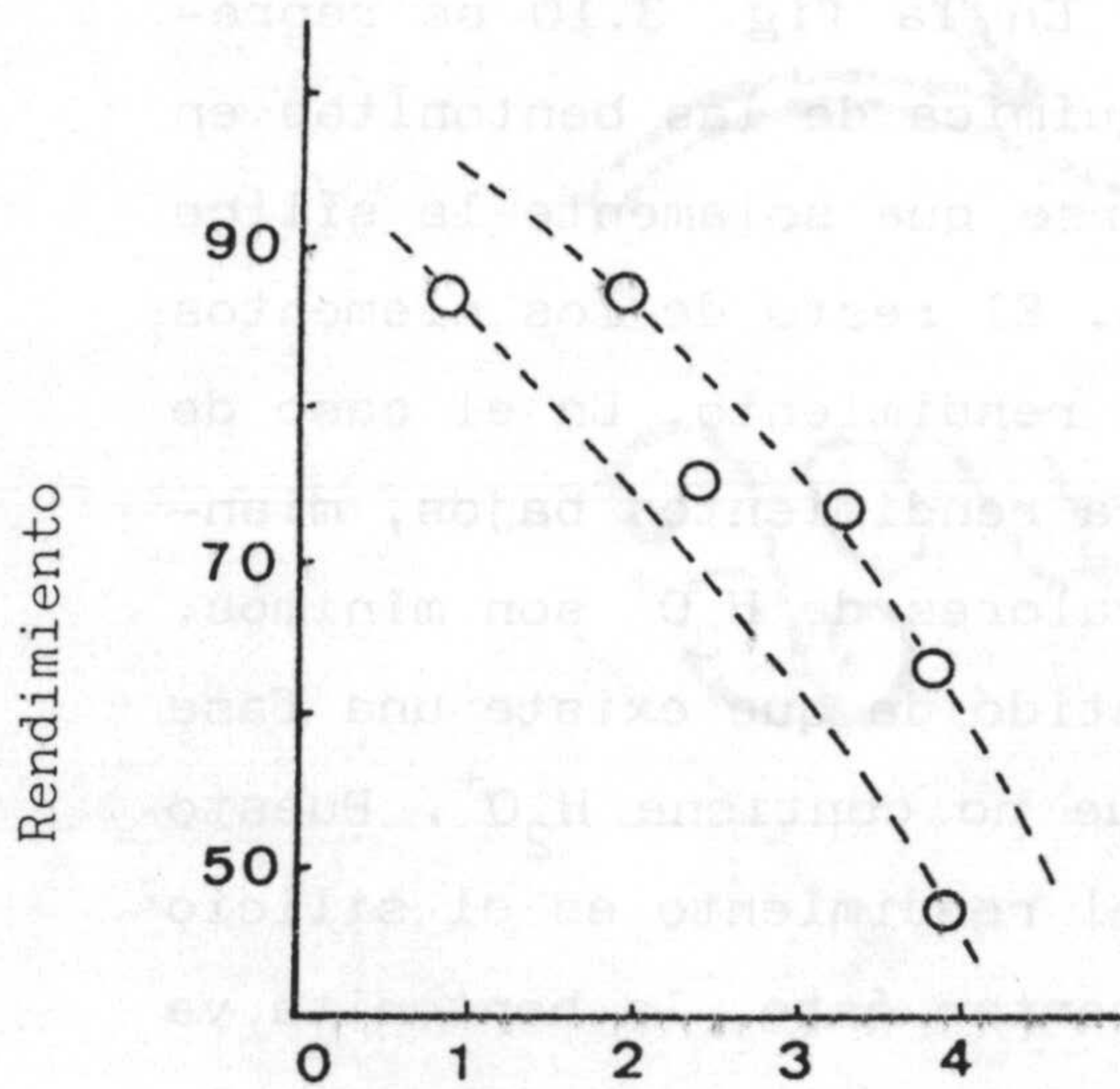


Fig. 3.9

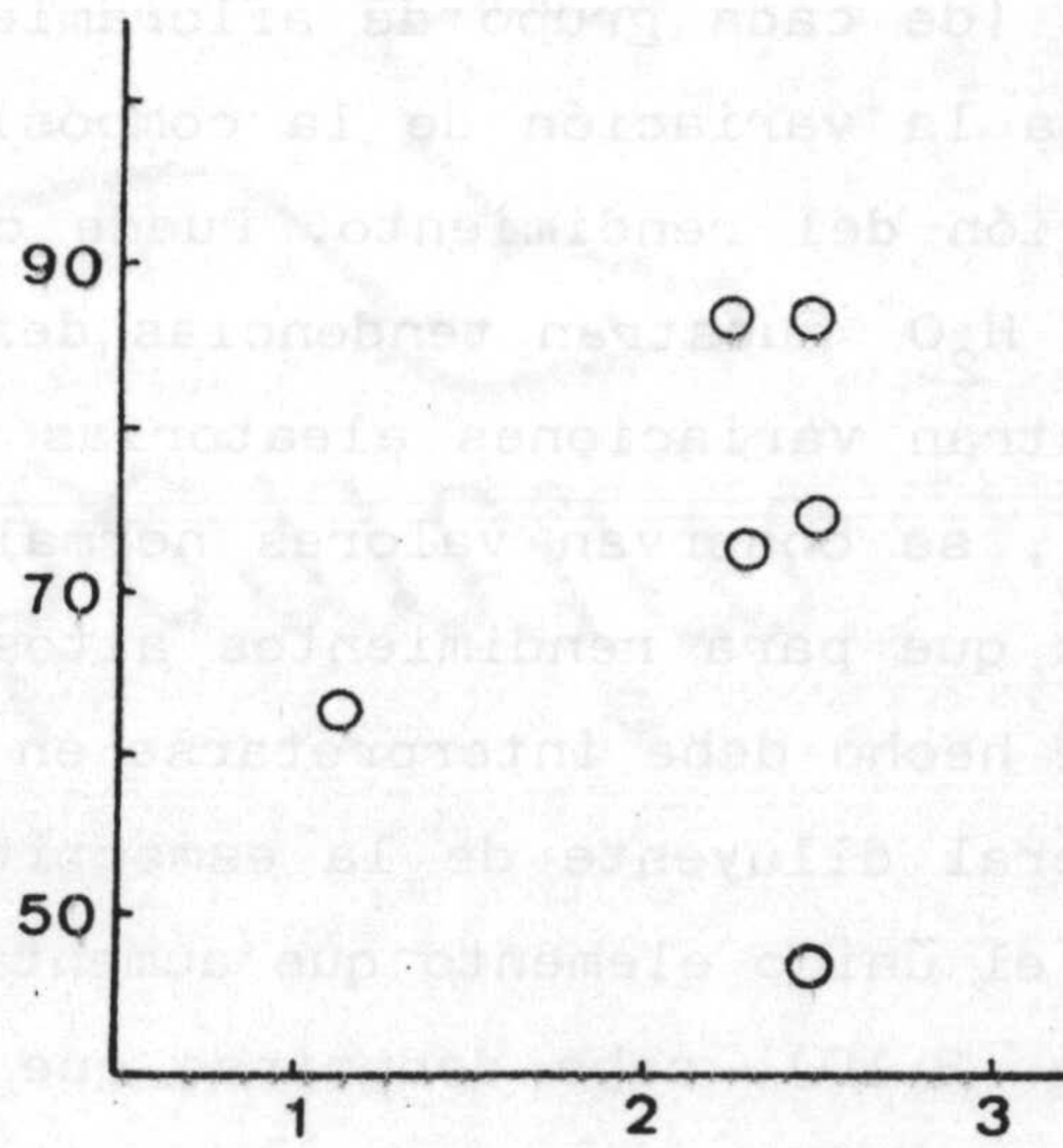


% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Roca Original

% CaO Roca Original



% K<sub>2</sub>O Roca Original



% H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> Roca Original

Fig. 3.9 (continuación)

tanto, se puede deducir que las rocas más básicas darán un mayor rendimiento en bentonitas. La similaridad de tendencias en todos los elementos viene condicionada por la acidez o basicidad de la roca.

Las pequeñas desviaciones de este comportamiento, pueden deberse a que en el proceso de alteración influyen diversos factores, además del quimismo de la roca original. Entre ellos cabe citar la textura de las rocas, el caudal de la solución hidrotermal, el tiempo de contacto roca-solución, etc.

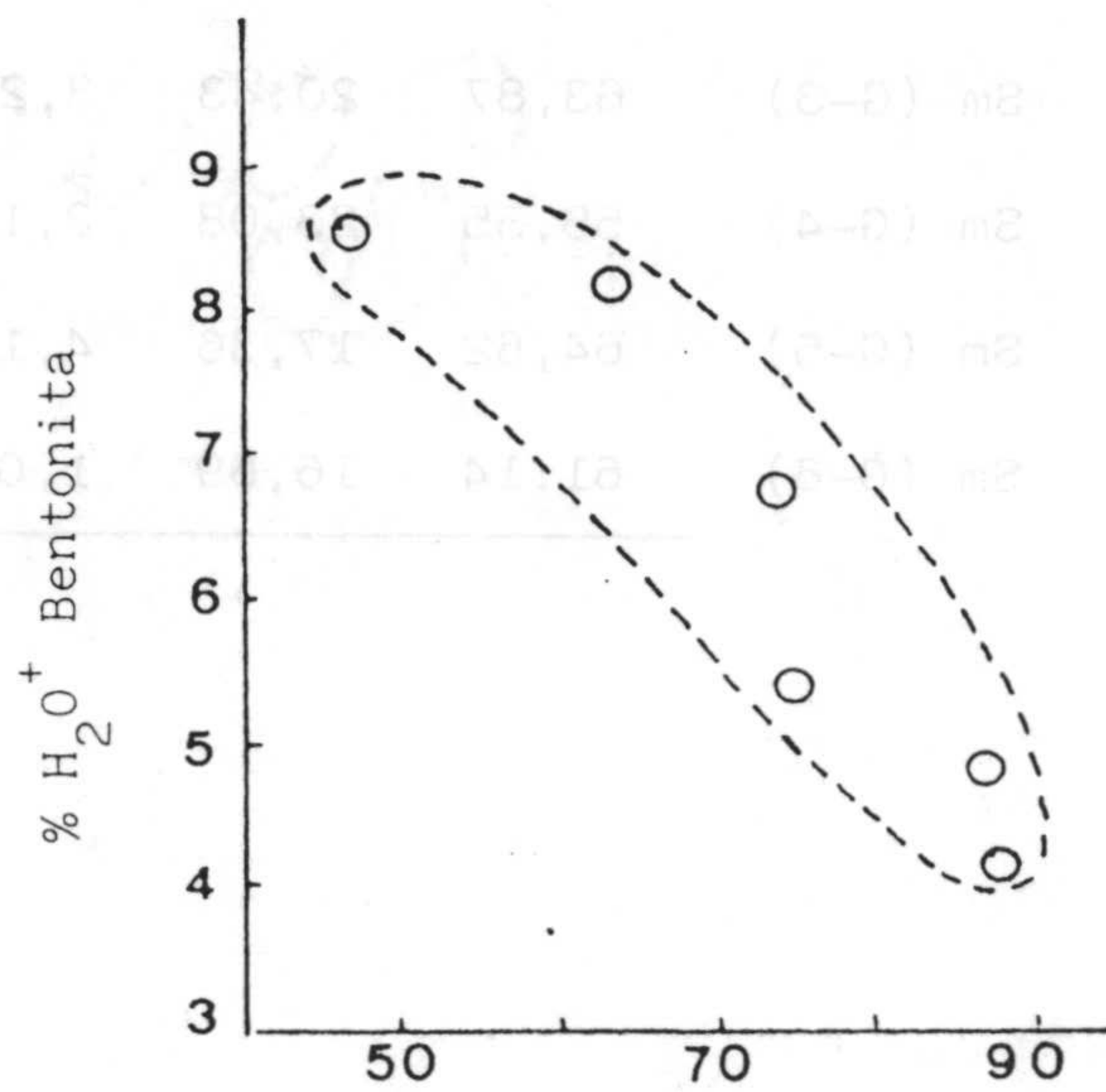
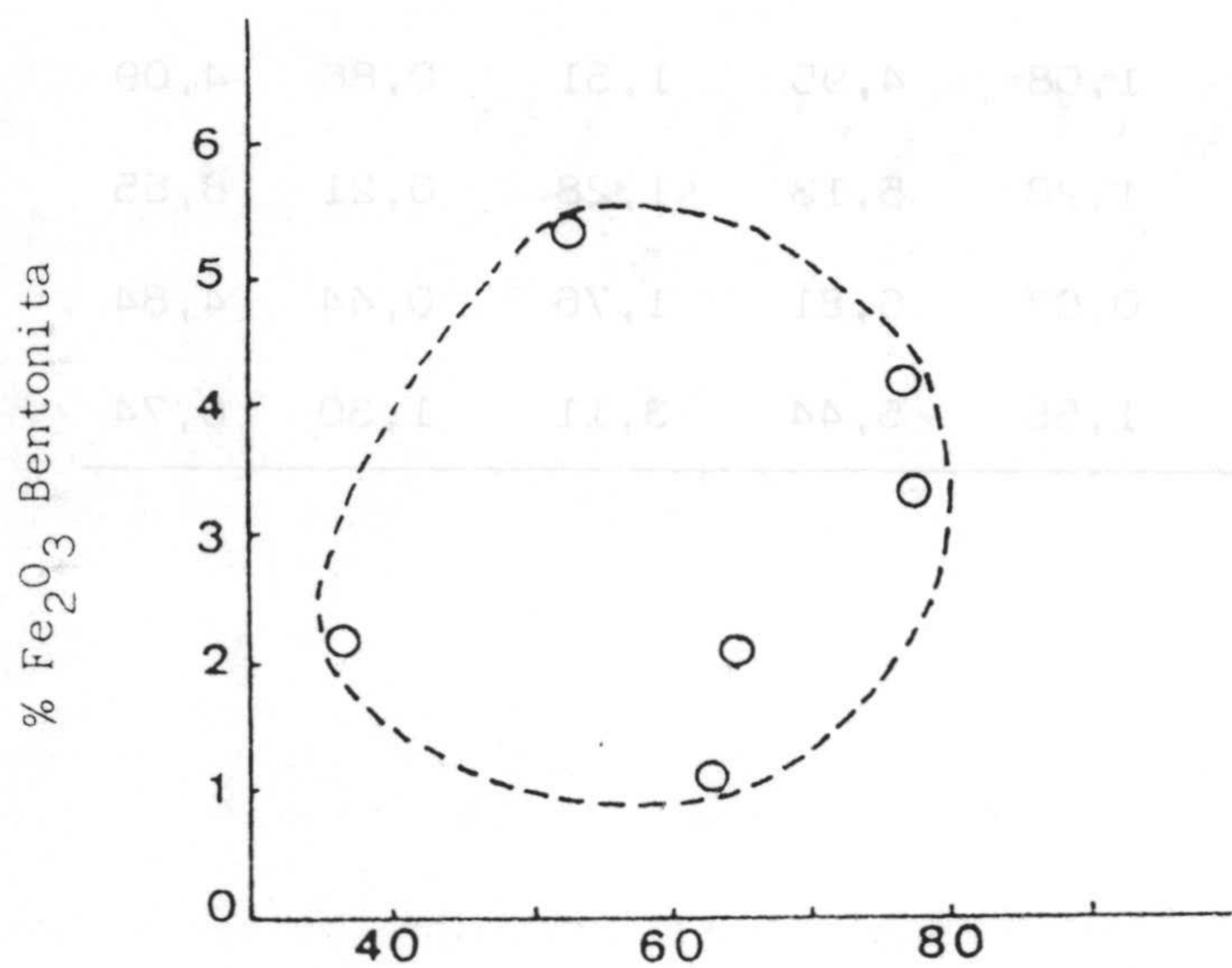
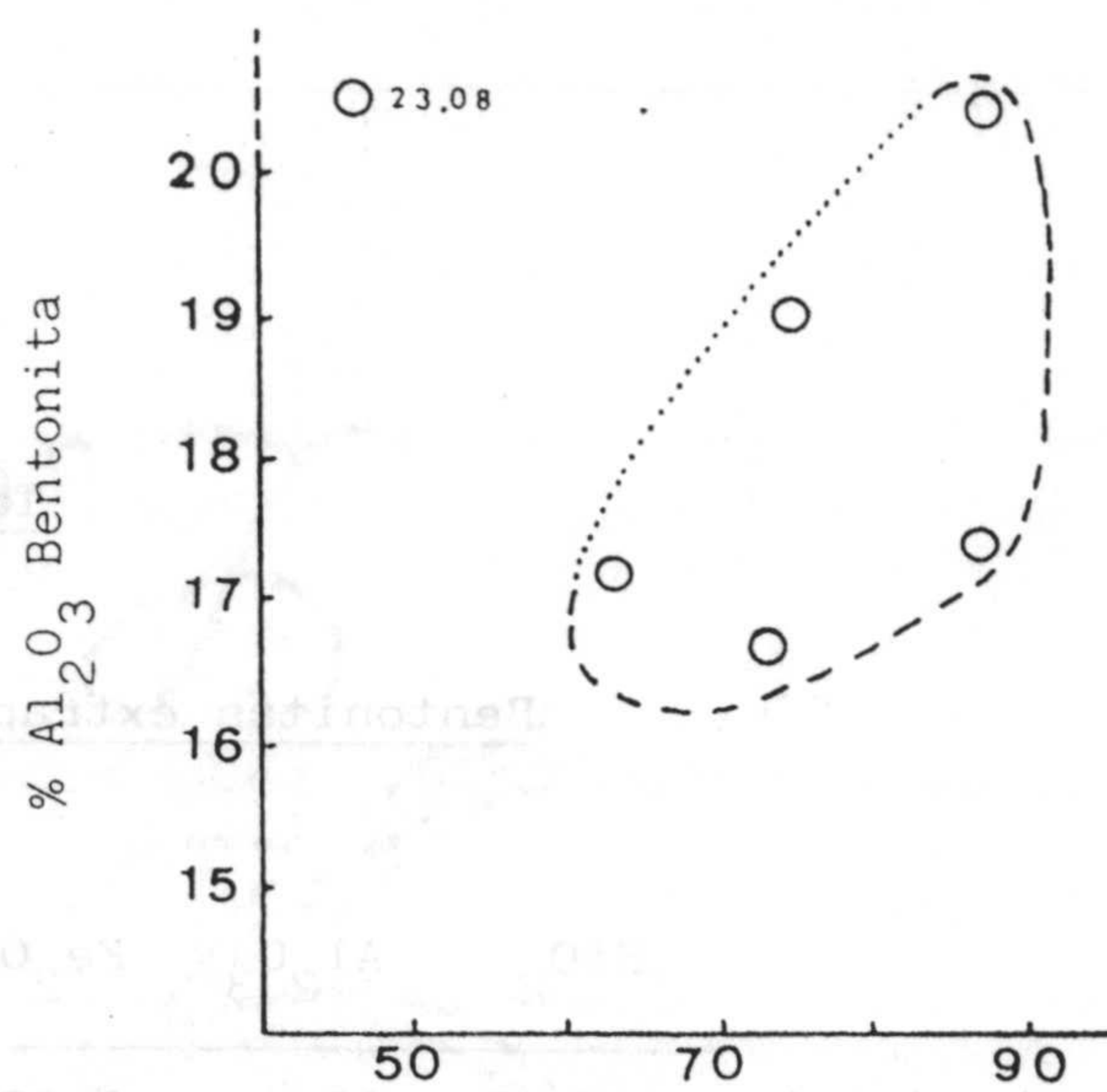
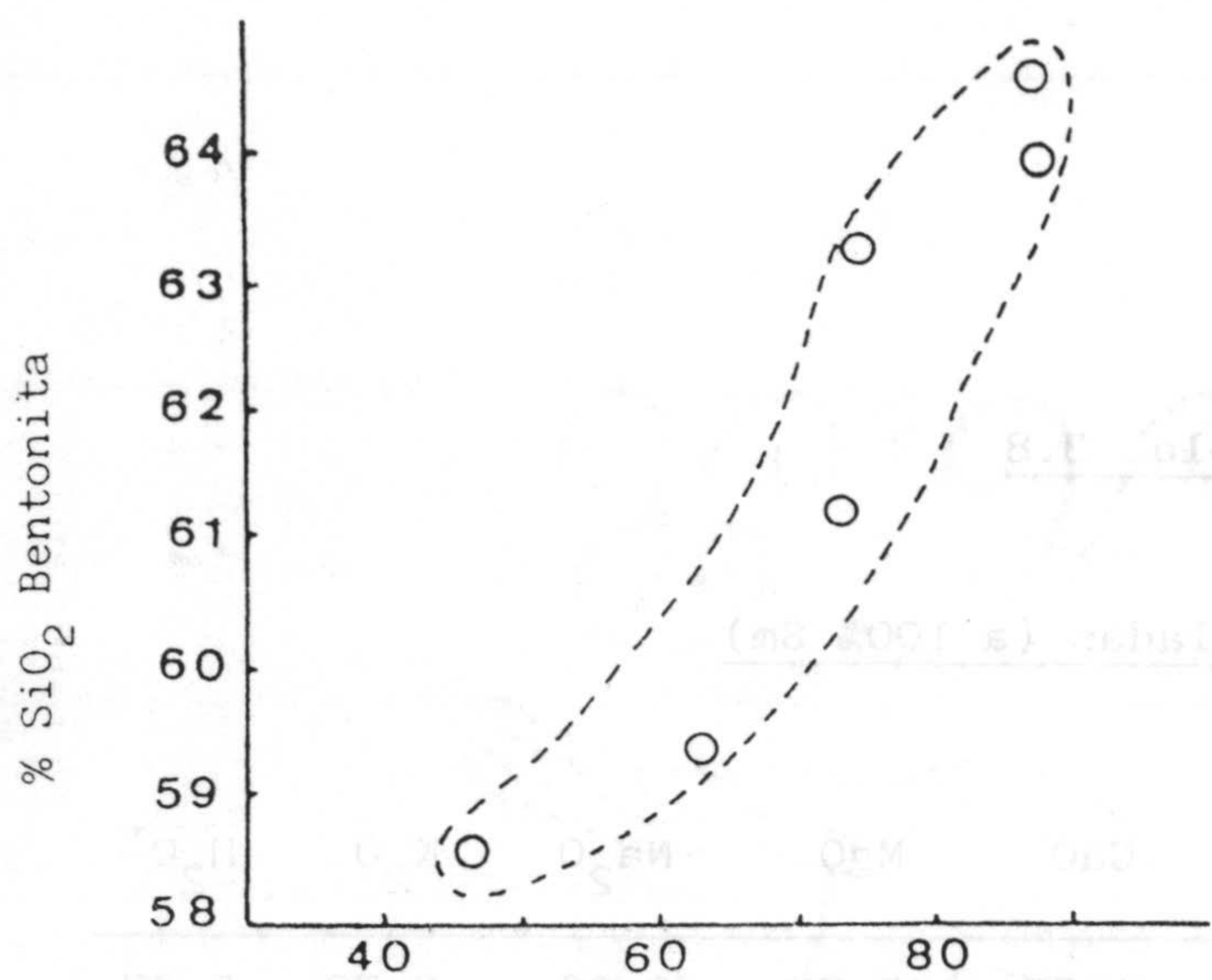
El siguiente paso es intentar conocer si la composición de la esmectita viene influenciada por el rendimiento del proceso. En la tabla 3.8, se muestra la composición química de las bentonitas medias (de cada grupo de afloramientos). En la fig. 3.10 se representa la variación de la composición química de las bentonitas en función del rendimiento. Puede observarse que solamente la sílice y el  $H_2O^+$  muestran tendencias definidas. El resto de los elementos muestran variaciones aleatorias con el rendimiento. En el caso de  $H_2O^+$ , se observan valores normales para rendimientos bajos, mientras que para rendimientos altos los valores de  $H_2O^+$  son mínimos. Este hecho debe interpretarse en el sentido de que existe una fase mineral diluyente de la esmectita y que no contiene  $H_2O^+$ . Puesto que el único elemento que aumenta con el rendimiento es el silicio (fig. 3.10), cabe deducirse que al aumentar éste, la bentonita va enriqueciéndose en una fase silícea, que en este caso debe ser la tridimita de baja temperatura.

Para comprobar el exceso de sílice en las bentonitas, se ha ensayado el cálculo de las fórmulas estructurales de las esmectitas, suponiendo que el análisis de la bentonita corresponde al de una esmectita. Estos cálculos se recogen en la tabla 3.9. Solo se

Tabla 3.8

Bentonitas extrapoladas (a 100% Sm)

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
Sm (G-1)	63,28	19,01	2,08	1,56	5,73	2,08	0,78	5,47
Sm (G-2)	59,31	17,17	5,36	1,58	4,73	3,15	0,00	8,20
Sm (G-3)	63,87	20,43	3,23	1,08	4,95	1,51	0,86	4,09
Sm (G-4)	58,55	23,08	2,14	1,28	5,13	1,28	0,21	8,55
Sm (G-5)	64,62	17,36	4,18	0,07	6,81	1,76	0,44	4,84
Sm (G-6)	61,14	16,69	1,04	1,55	5,44	3,11	1,30	6,74



Rendimiento

Rendimiento

Fig. 3.10

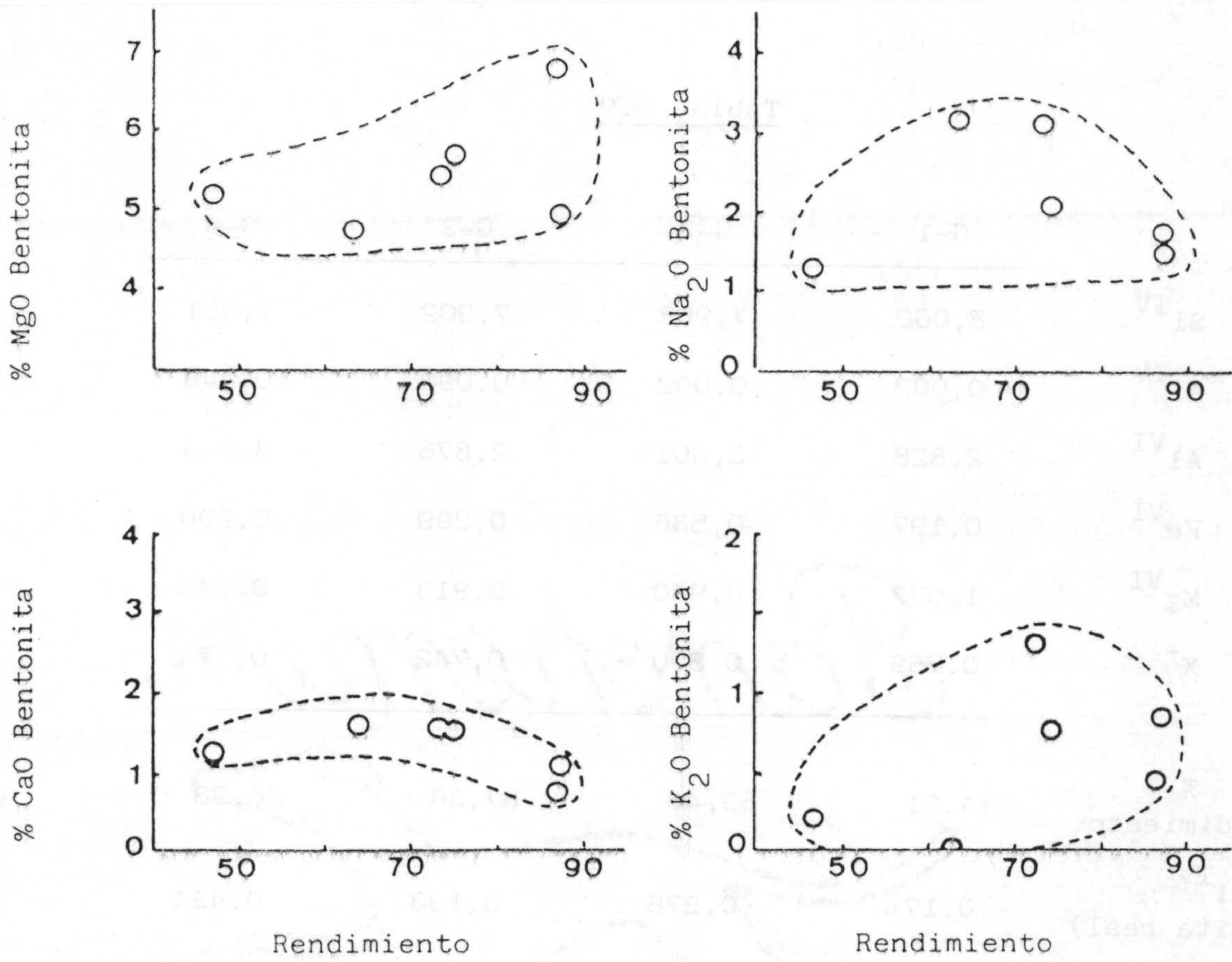


Fig. 3.10 (continuación)

Tabla 3.9

	G-1	G-2	G-3	G-4
Si <sup>IV</sup>	8,000	7,908	7,902	7,551
Al <sup>IV</sup>	0,000	0,092	0,098	0,449
Al <sup>VI</sup>	2,828	2,601	2,876	3,054
Fe <sup>VI</sup>	0,197	0,536	0,299	0,206
Mg <sup>VI</sup>	1,077	0,940	0,913	0,948
X <sup>+</sup>	0,759	0,800	0,742	0,774
% Rendimiento	74,81	63,40	87,38	46,98
Al <sup>IV</sup> (Esmectita real)	0,178	0,278	0,193	0,424



han podido calcular cuatro fórmulas, las dos restantes han suministrado un exceso de sílice muy superior a 8 átomos de Si por celdilla unidad. En esta tabla, se incluyen valores de la sustitución tetraédrica de las esmectitas medias reales extraídas de las bentonitas en cada caso. A excepción del grupo G-4, todas las esmectitas son más silíceas que las reales, lo que confirma la suposición anterior. El grupo G-4 es precisamente el que posee un  $H_2O^+$  verdaderamente típica de las esmectitas y corresponde, por otra parte, al grupo de más bajo rendimiento.

De todo ello se puede concluir que hay que establecer una distinción clara entre los términos bentonita y esmectita, y entre grado de alteración y rendimiento del proceso.

Una bentonita es un producto de alteración de materiales volcánicos que puede tener diversos grados de alteración y que puede alcanzar una composición monomineralica final de tipo esmectita. Desde el comienzo de la reacción de alteración (grado de alteración cero), las fases minerales primarias van hidrolizándose gradualmente. En el momento en que dichos minerales han desaparecido el proceso puede considerarse terminado (grado de alteración cien). Ahora bien, el producto final puede no ser una esmectita pura, sino que puede estar acompañada de zeolitas o tridimitas de baja temperatura por citar unos ejemplos. Es decir que una bentonita es un material volcánico, con un alto grado de alteración y con una composición mineralógica muy rica en esmectita. Lo que se ha venido denominando rendimiento en bentonita, no es más que la cantidad de material transformado final (extrapolado a grado de alteración cien) sea esmectita pura o no.

Así, en los casos descritos anteriormente cuando se alcanza un rendimiento en bentonita muy alto, es justamente cuando la esmectita está más impurificada con sílice; por el contrario cuando el rendimiento es más bajo, el producto final (bentonita) contiene, en conjunto, una esmectita que es exactamente igual en todas sus fracciones granulométricas, ya que tiene un quimismo idéntico tanto en conjunto como en la fracción fina (tabla 3.9).

Durante el proceso global de bentonitización, se producen pérdidas importantes de materia, como ya se ha indicado. Interesa conocer ahora, si las pérdidas en cada elemento (expresadas como óxidos) guardan también relación con el tipo de roca original. En la tabla 3.10 y fig. 3.11, puede observarse que en efecto, todas las pérdidas o ganancias de elementos tienen un comportamiento definido, con la excepción del sodio, y tal vez del  $H_2O^+$ . La variabilidad en el comportamiento del sodio es una prueba más de la presencia e importancia de la solución hidrotermal, que como ya se discutió debió ser muy sódica y por ello el quimismo sódico de la roca original queda superado y enmascarado por el de la solución hidrotermal. Los datos reflejados en la figura, son importantes ya que, además, permiten ver con claridad la economía del proceso. Es decir, que para formar una esmectita final se necesitan una serie de elementos químicos; en general, estos están contenidos en exceso en la cinerita volcánica. Ahora bien, en cada caso se tiende hacia una esmectita tipo que posee una composición definida, por tanto, si sobran elementos de la cinerita, se produce su eliminación; si por el contrario, no existen o están en cantidades mínimas otros elementos necesarios, deben aportarse en la solución hidrotermal. Así, en la mencionada fig. 3.11 puede observarse que, por ejemplo, si la roca original contiene un porcentaje de sílice

Tabla 3.10

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Σ
G-1									
Roca orig. Al=cte.	90,03	19,01	5,43	6,52	3,26	3,10	3,33	3,38	134,06
Sm	63,28	19,01	2,08	1,56	5,73	2,08	0,78	5,47	100,00
△	26,75	0,00	3,35	4,96	-2,47	1,02	2,55	-2,09	
%	19,95	0,00	2,50	3,70	-1,84	0,76	1,90	-1,56	
G-2									
Roca orig. Al=cte.	121,95	17,17	0,94	1,48	0,00	3,51	6,01	1,76	152,82
Sm	59,31	17,17	5,36	1,58	4,73	3,15	0,00	8,20	100,00
△	62,64	0,00	-4,42	-0,10	-4,73	0,36	6,01	-6,44	
%	40,99	0,00	-2,89	-0,07	-3,10	0,24	3,93	-4,21	
G-3									
Roca orig. Al=cte.	62,41	20,43	9,16	10,80	6,81	2,55	1,06	2,65	115,87
Sm	-63,87	20,43	3,23	1,08	4,95	1,61	0,86	4,09	100,00
△	-1,46	0,00	5,93	9,72	1,86	1,04	0,20	-1,44	
%	-1,26	0,00	5,12	8,39	1,61	0,90	0,17	-1,29	
G-4									
Roca orig. Al=cte.	168,85	23,08	0,85	1,28	0,00	5,06	8,44	5,36	212,92
Sm	58,55	23,08	2,14	1,28	5,13	1,28	0,21	8,55	100,00
△	110,30	0,00	-1,29	0,00	-5,13	3,78	8,23	-3,19	
%	51,80	0,00	-0,61	0,00	-2,41	1,78	3,87	-1,50	
G-5									
Roca orig. Al=cte.	72,51	17,36	5,79	6,94	3,82	2,60	2,31	2,89	114,00
Sm	64,62	17,36	4,18	0,07	6,81	1,76	0,44	4,84	100,00
△	7,89	0,00	1,61	6,87	-2,99	0,84	1,87	-1,95	
%	6,91	0,00	1,41	6,01	-2,62	0,74	1,64	-1,71	
G-6									
Roca orig. Al=cte.	75,79	16,69	5,14	6,07	3,15	2,82	3,85	2,67	116,18
Sm	61,14	16,69	1,04	1,55	5,44	3,11	1,30	6,74	100,00
△	14,65	0,00	4,10	4,52	-2,29	-0,29	2,55	-4,07	
%	12,61	0,00	3,53	3,89	-1,97	-0,25	2,19	-3,50	
Pérdida Media Total	22,77	0,00	1,97	3,50	-1,76	0,78	2,26	-2,01	

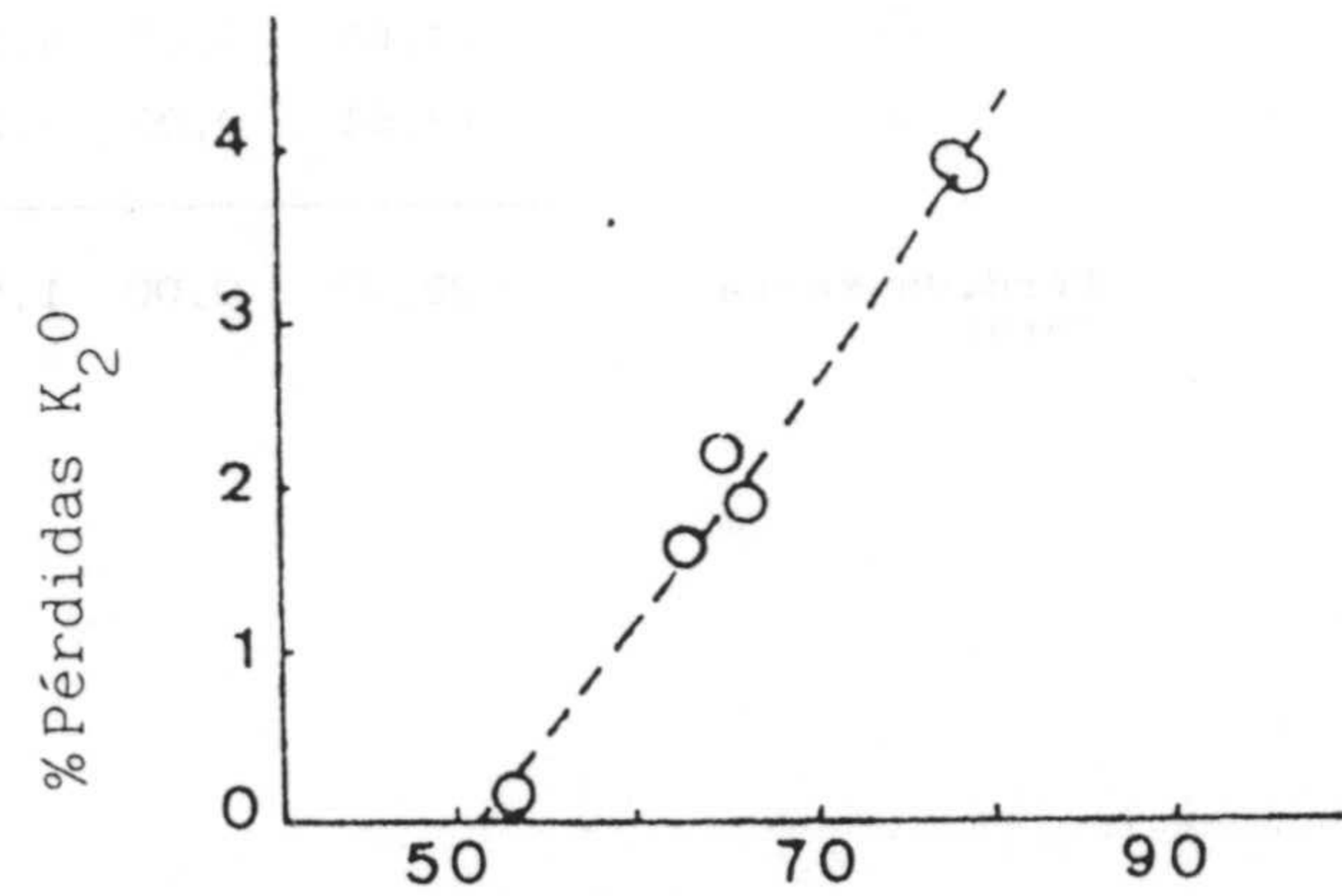
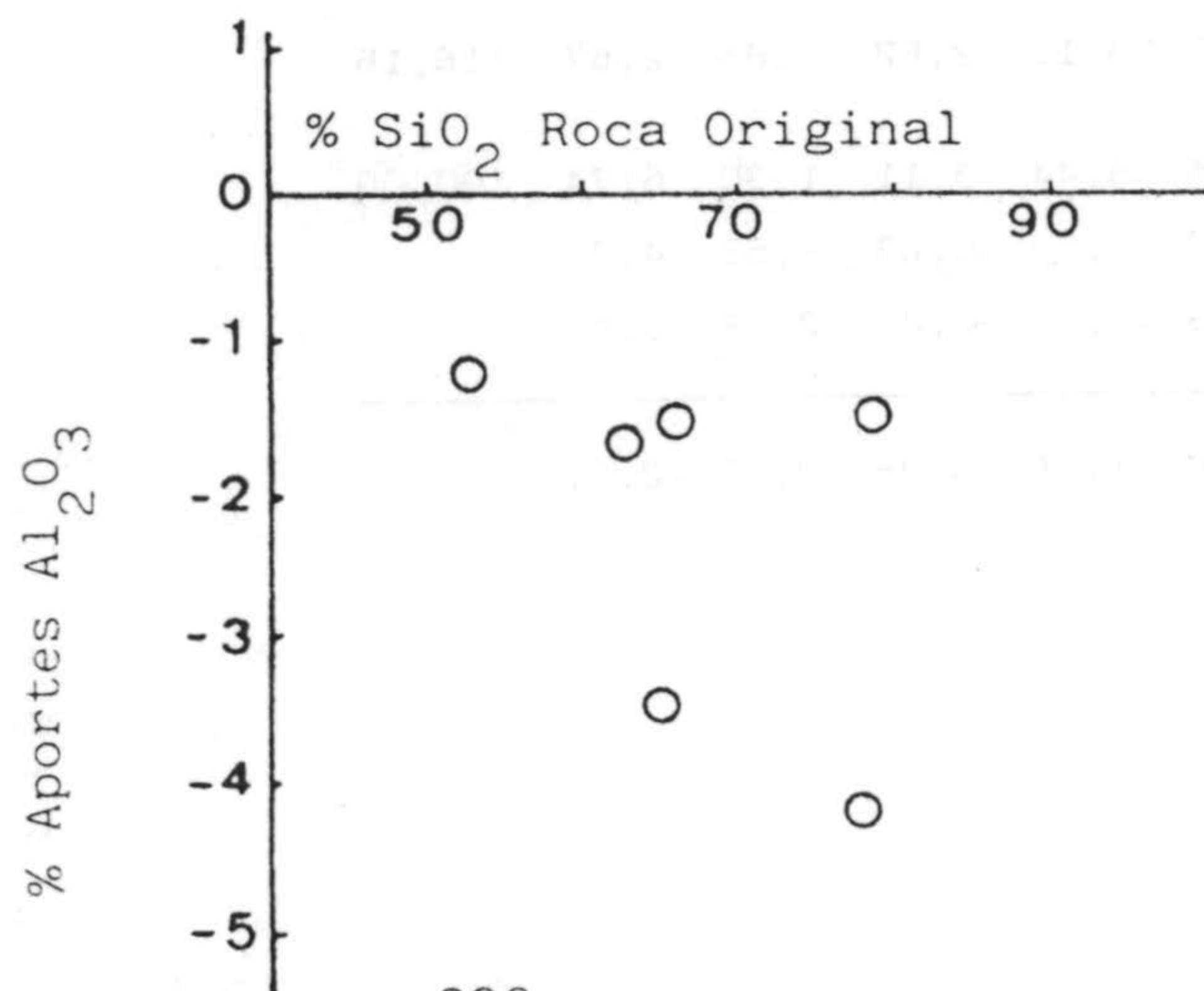
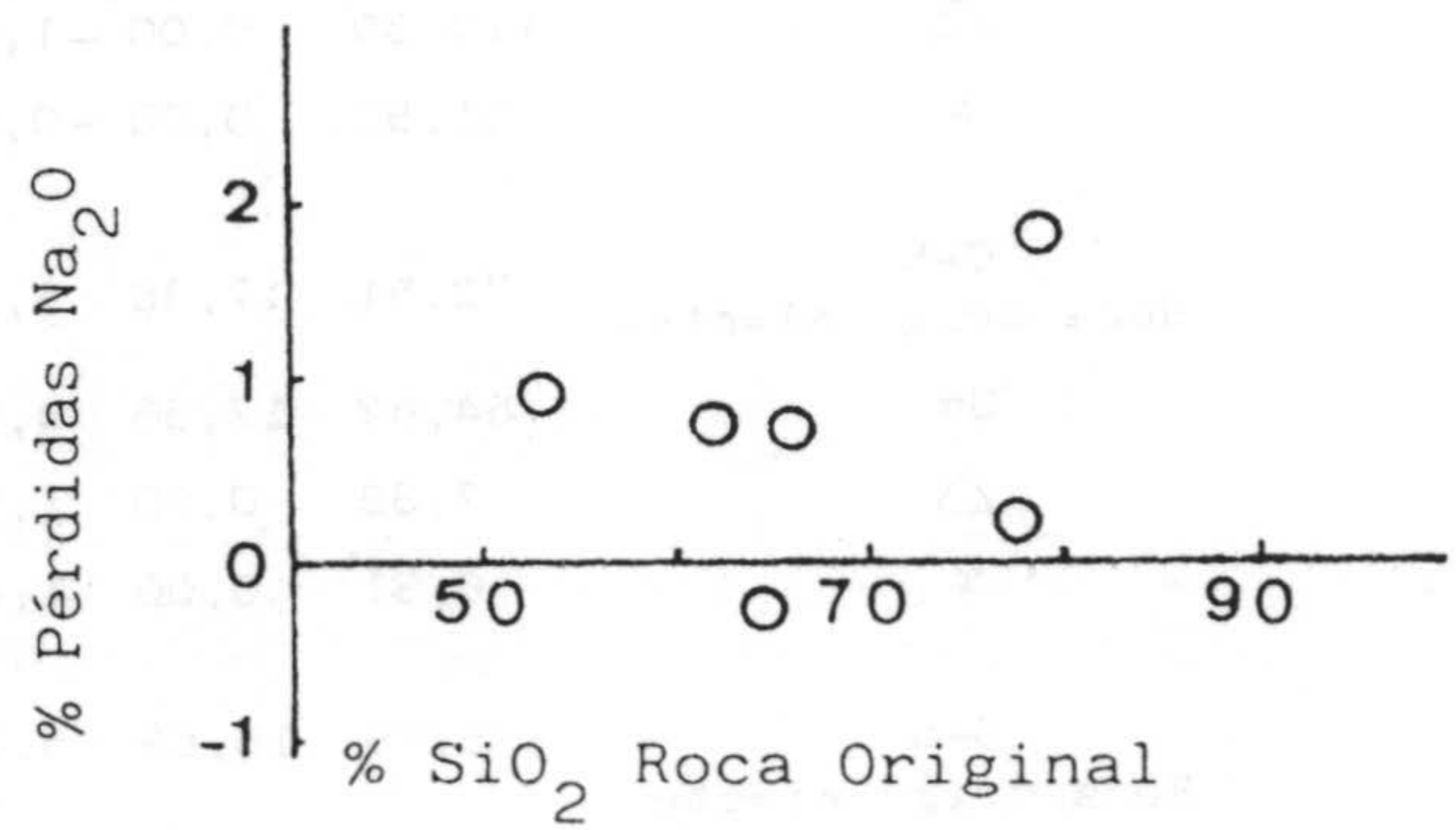
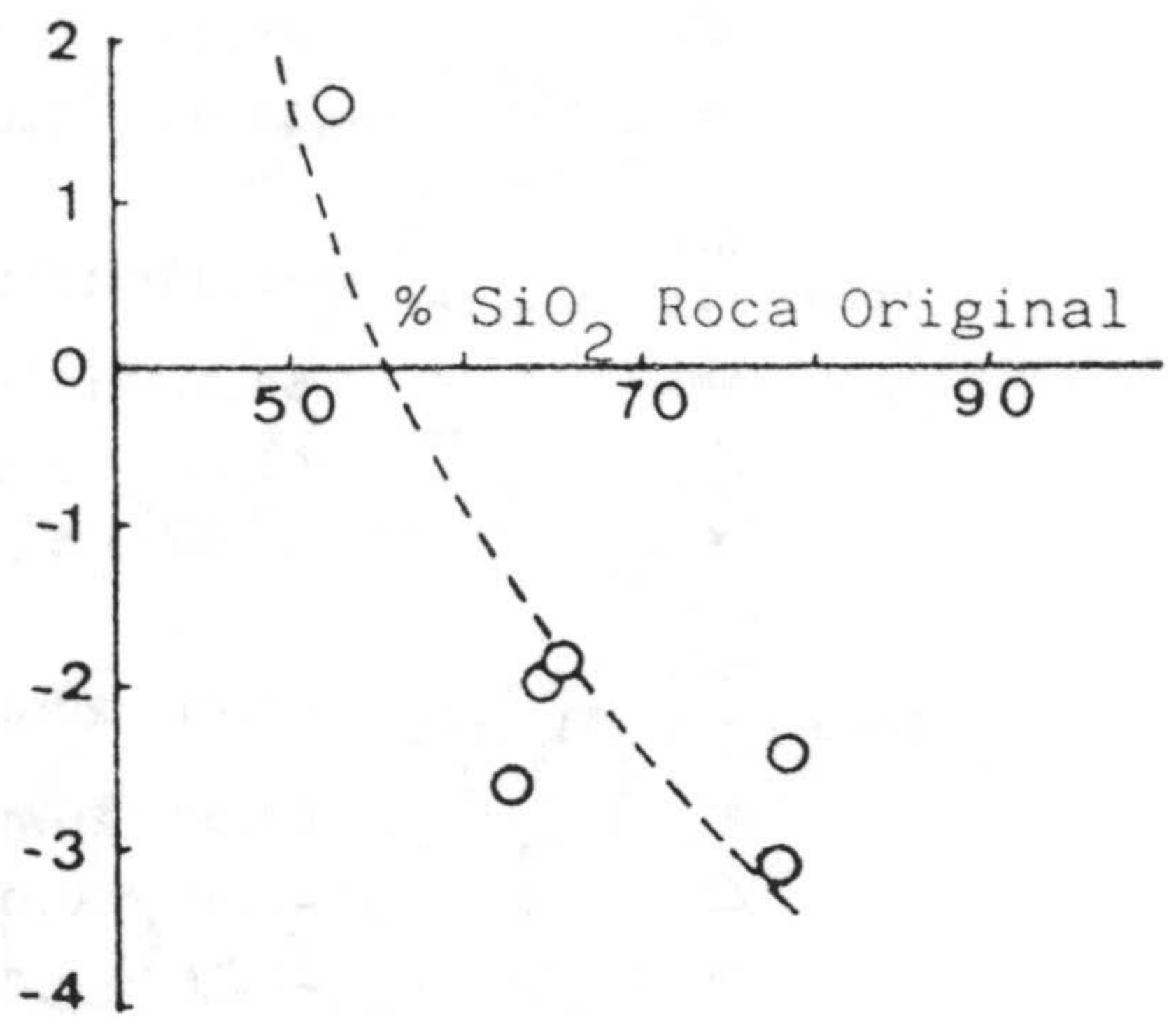
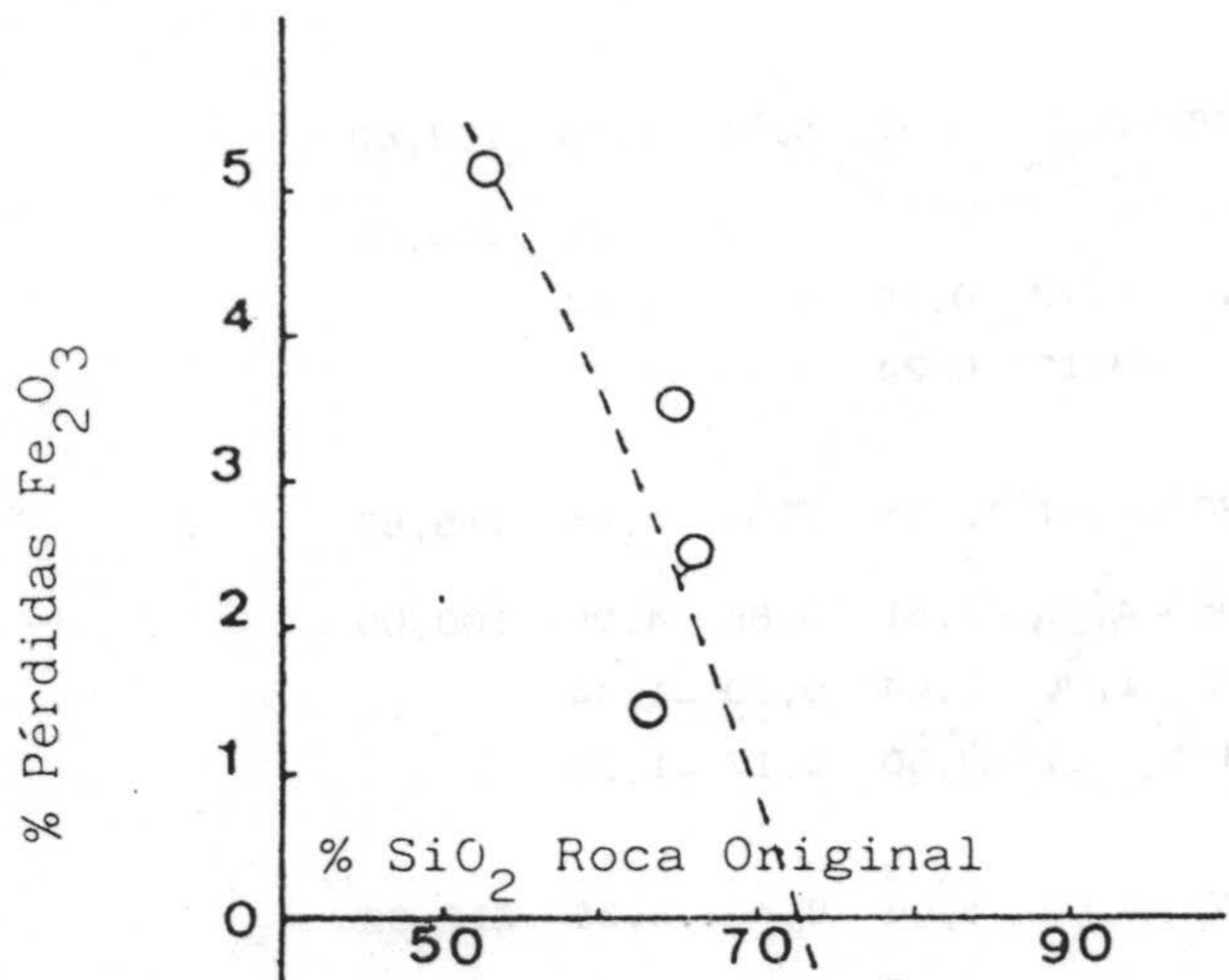
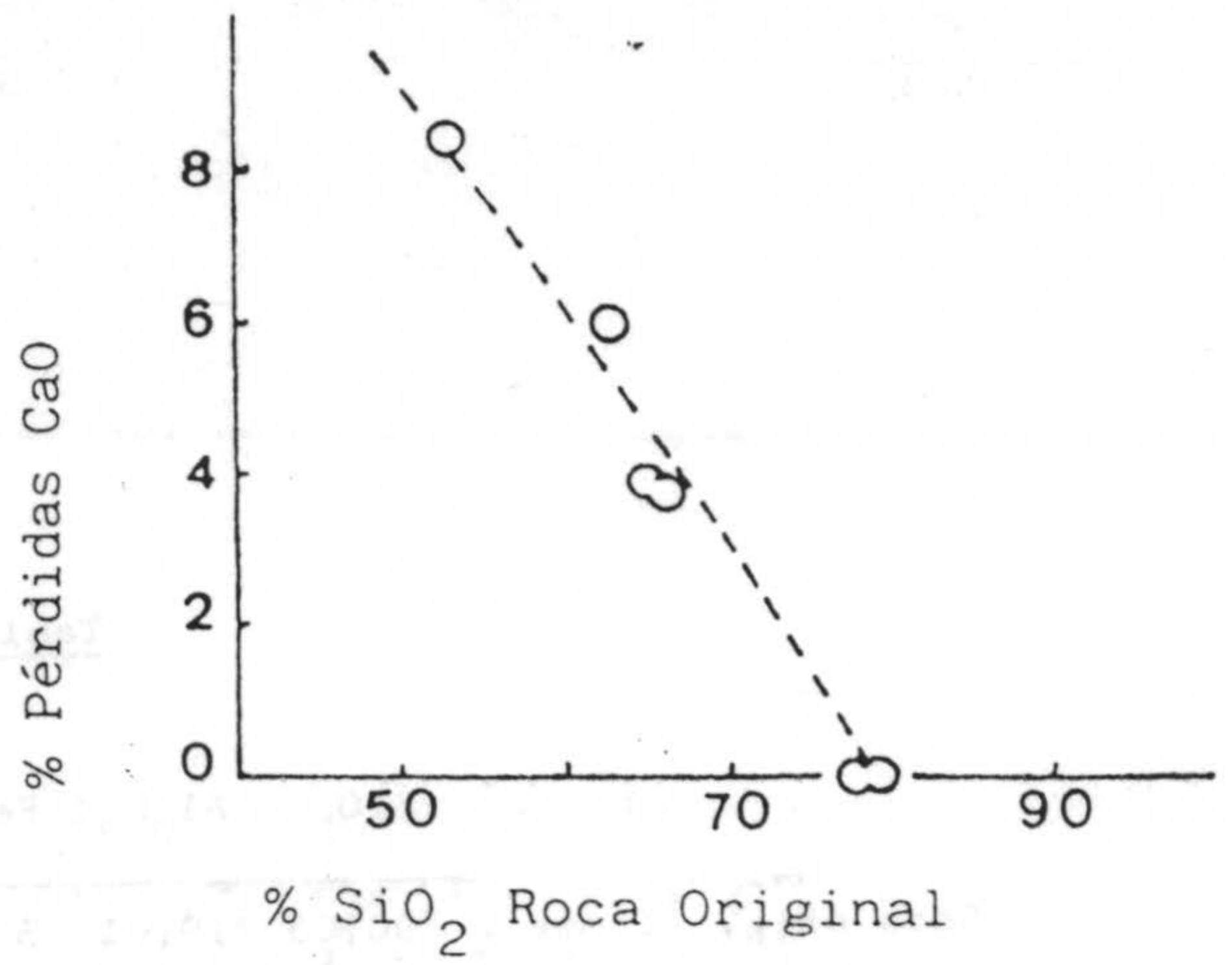
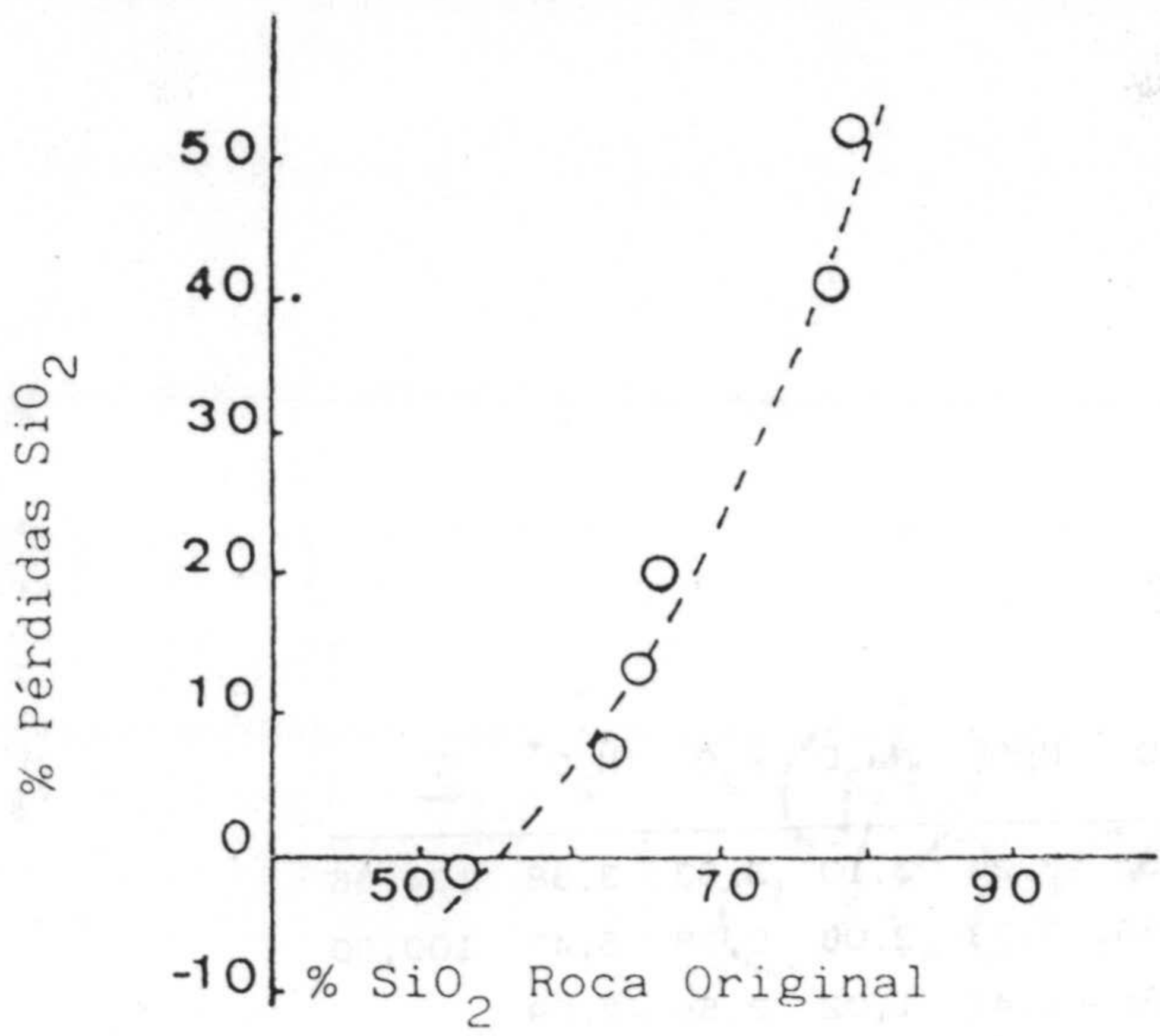


Fig. 3.11

superior a un 56% aproximadamente, se produce su eliminación, si por el contrario el porcentaje es inferior, debe aportarse sílice por la solución hidrotermal. En la fig. 3.12, se pueden observar los casos de los restantes elementos. Así, una roca con más del 2% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  debe eliminarlo para formar esmectita. Para el  $\text{CaO}$ , se encuentra un valor del 0,8% aproximadamente. Para el  $\text{MgO}$  del orden del 4,5%, para el  $\text{K}_2\text{O}$  del 0,7% y para el  $\text{H}_2\text{O}^+$  del 2,8%.

Ahora se explican algunos comportamientos "anormales" que aparecían en los cálculos de Barth. Por ejemplo, se deducía que el Fe tenía un comportamiento variable. En efecto debe ser así ya que depende de su contenido en la roca original. Así, en la mayor parte de los grupos el hierro se pierde, porque en sus rocas respectivas alcanza valores superiores al 2%. Por el contrario, en dos ocasiones el Fe se aporta a la esmectita por la solución hidrotermal, ya que sus rocas eran muy deficitarias en este elemento. Otro caso es el del Mg, que en general se debe aportar por la solución hidrotermal, pero en el caso en que la roca sea muy abundante en este elemento, se produce su pérdida.

Volviendo a la tabla 3.10 y fig. 3.11, se puede apreciar que es necesaria una mayor cantidad de roca original, para dar bentonita, conforme dicha roca es más ácida. Los datos hacen ver que las cantidades de material original pueden oscilar desde el doble, hasta casos en que la roca prácticamente ni pierde ni gana elementos, y en consecuencia, la alteración se efectúa a peso constante.

Finalmente y teniendo en cuenta los datos de la tabla 3.10, se puede deducir el orden de movilidad ó de pérdidas ó aportes de elementos. En la tabla 3.11, se han ordenado los elementos, en ca-

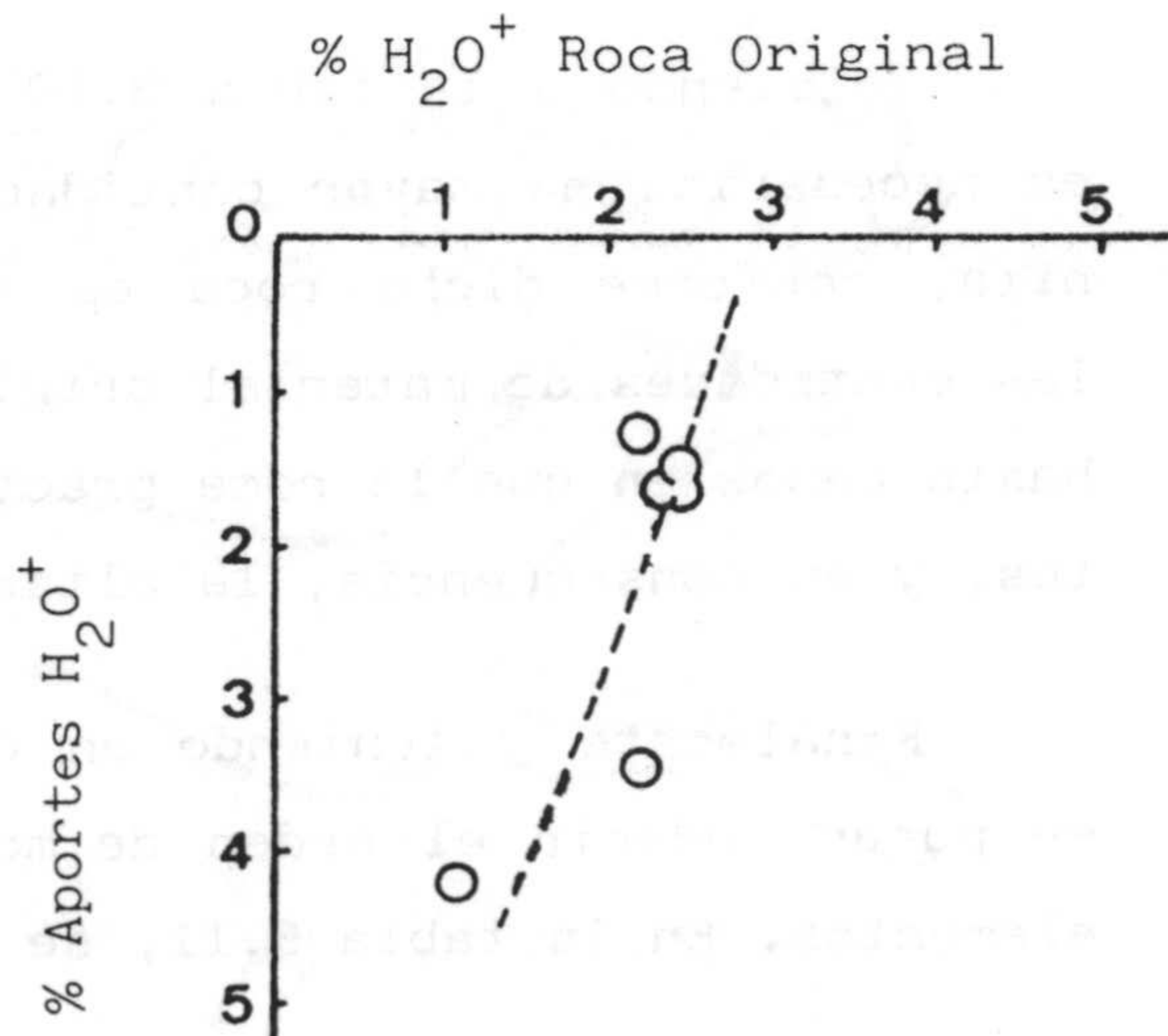
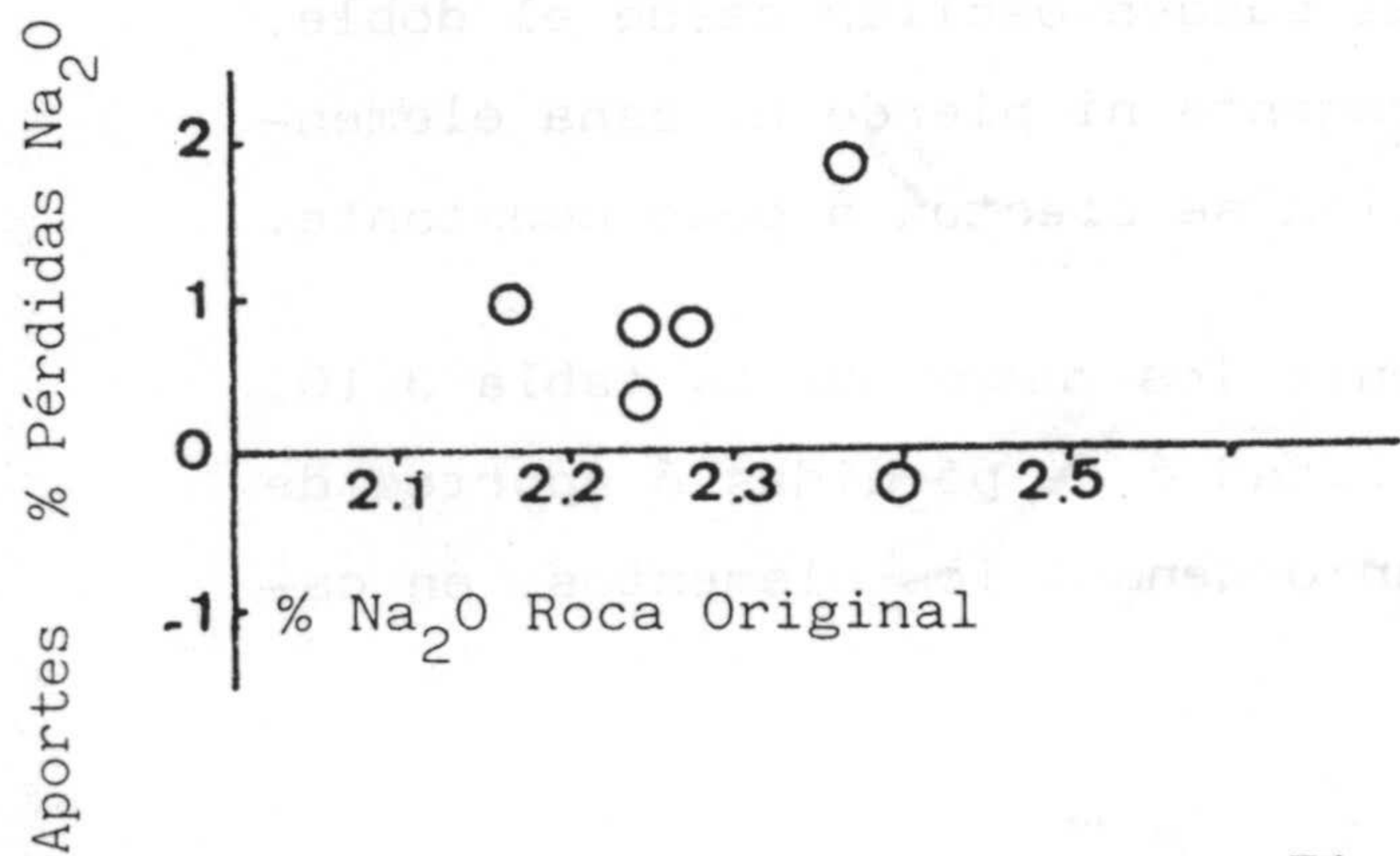
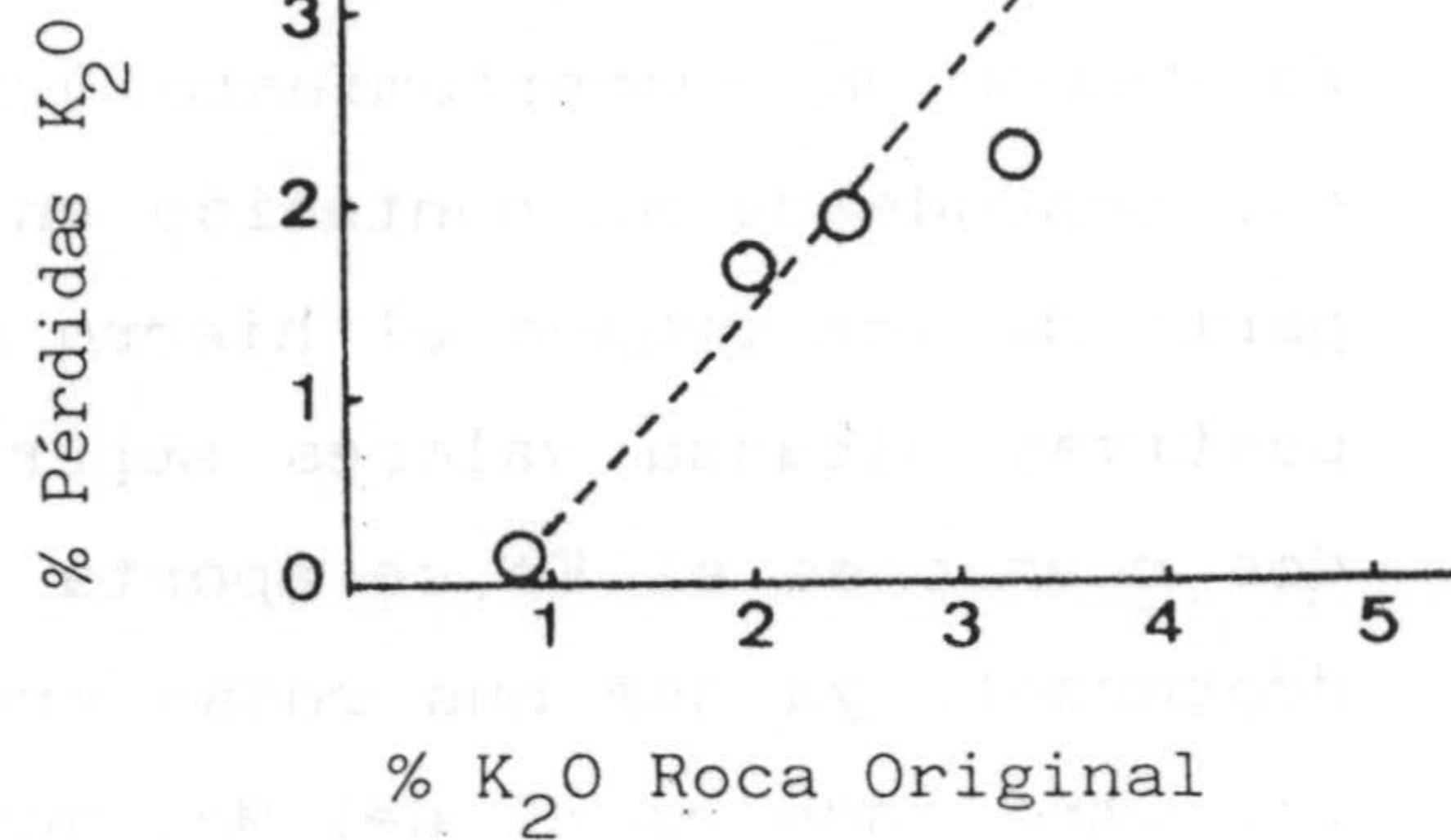
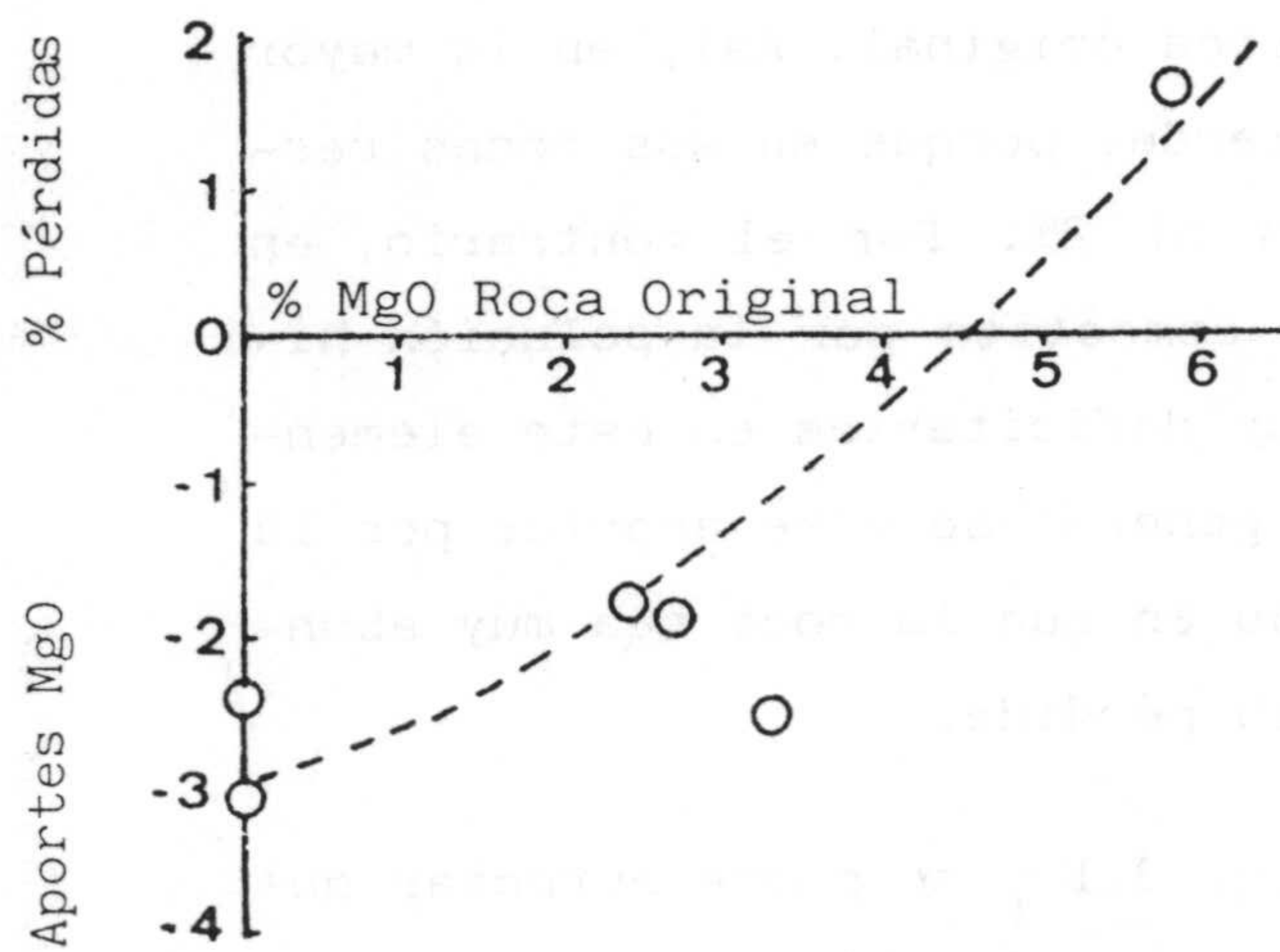
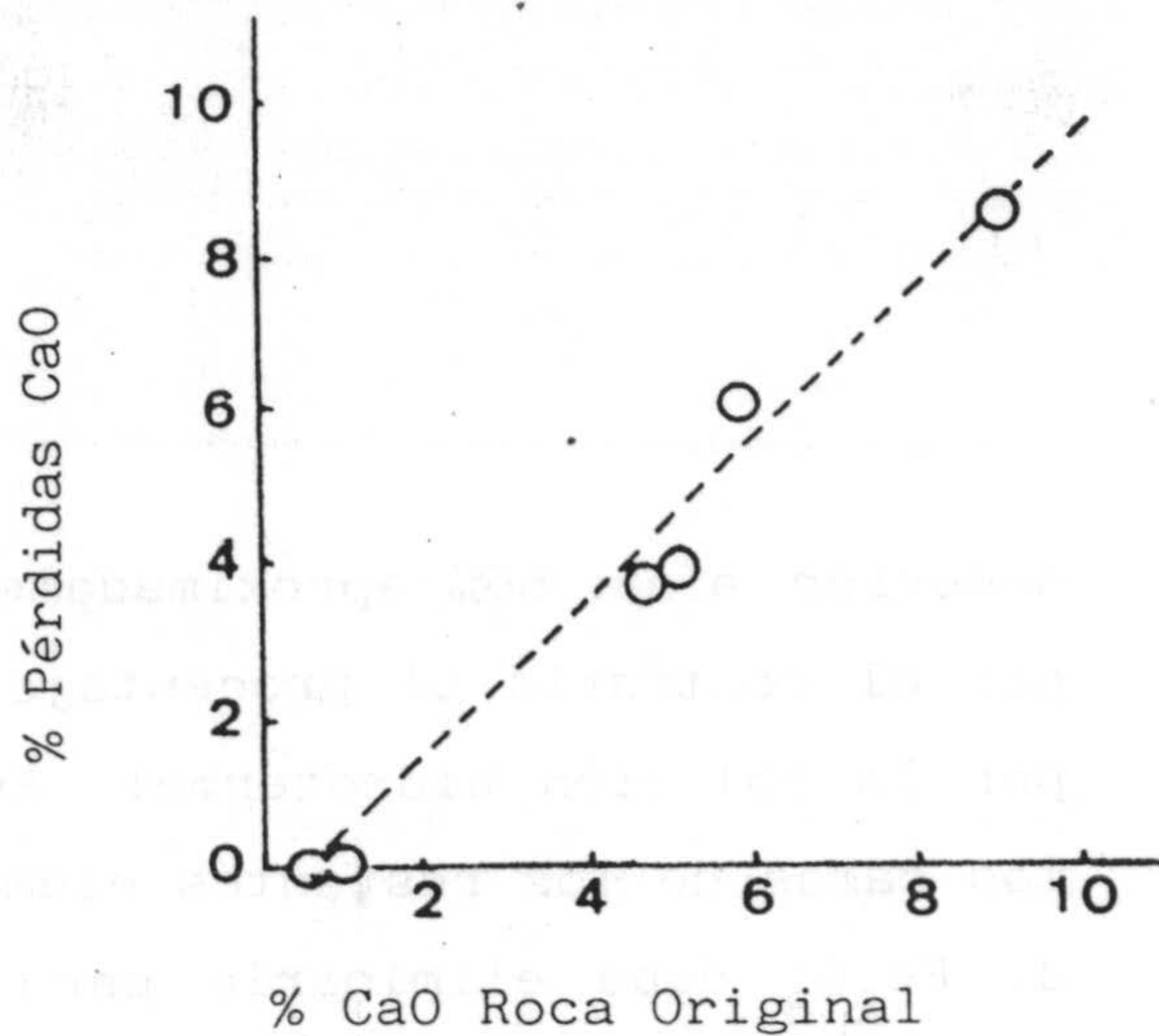
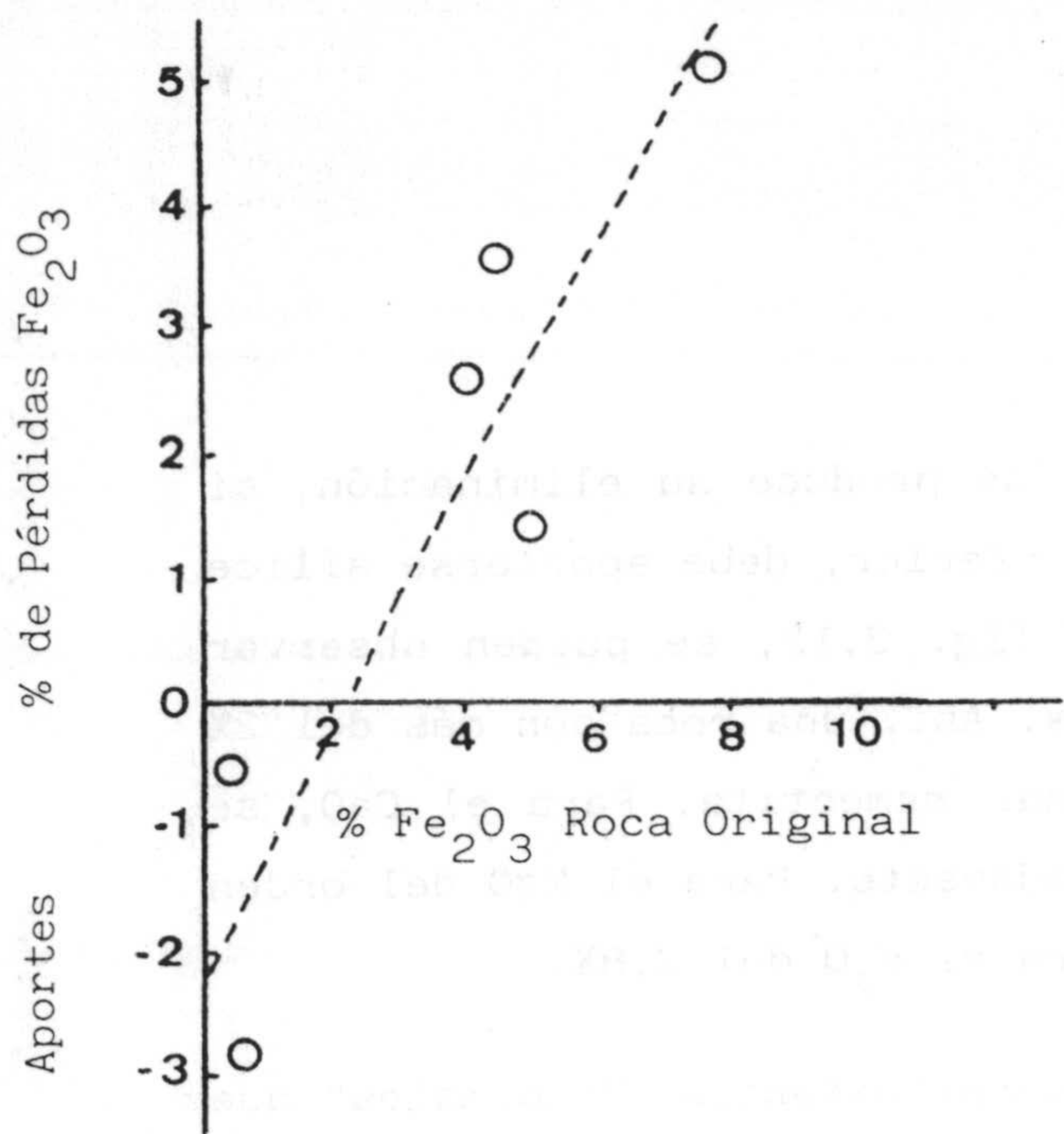


Fig. 3.12

Tabla 3.11

G-1	Pérdida	Si >> Ca > Fe > K > Na
	Aporte	Mg > H
G-2	Pérdida	Si >> K > Na
	Aporte	H <sub>2</sub> O > Mg > Fe > Ca
G-3	Pérdida	Ca > Fe > Mg > Na > K
	Aporte	Si > H <sub>2</sub> O
G-4	Pérdida	Si >> K > Na
	Aporte	Mg > H <sub>2</sub> O > Fe
G-5	Pérdida	Si > Ca > K > Fe > Na
	Aporte	Mg > H <sub>2</sub> O
G-6	Pérdida	Si > Ca > Fe > K
	Aporte	H <sub>2</sub> O > Mg > Na
Total	Pérdida	Si > Ca > K > Fe > Na
	Aporte	H <sub>2</sub> O > Mg

da grupo de afloramientos, según sus porcentajes de pérdida o aporte. Aunque existen pequeñas variaciones, debidas a los problemas de aportes o eliminaciones particulares que dependen del quimismo de la roca original, en general para el conjunto de todas las muestras se encuentran unas secuencias razonables. Así, la sílice es la más móvil, mientras que el hierro es el polo opuesto. El caso del sodio merece especial atención, ya que como se ha indicado repetidamente, su comportamiento viene muy influenciado por la presencia y composición de la solución hidrotermal; por ello se comporta como el elemento menos móvil.



4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICION  
DE LAS ESMECTITAS

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
THE BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

#### 4.1.- INFLUENCIA DE LA ROCA ORIGINAL

Como ya se indicó en su momento, los afloramientos bentoníticos de la región de Cabo de Gata, se agruparon según su ambiente geológico.

Se han calculado las fórmulas estructurales medias de las esmectitas correspondientes a cada grupo (tabla 4.1) y realizado las regresiones entre los cationes estructurales y el grado de acidez de la roca original (% SiO<sub>2</sub>) (tabla 4.2 y fig. 4.1).

Como puede observarse, los coeficientes de correlación son altos, aunque con un grado de significación de aproximadamente 10%, (hay que tener presente que al utilizar los valores medios de cada grupo se dispone tan solo de seis datos) a pesar de ello, son lo suficientemente indicativos para obtener información sobre la influencia del quimismo de la roca original sobre la composición de las esmectitas.

A partir de las rectas de regresión así obtenidas, se han calculado las fórmulas estructurales teóricas correspondientes a los distintos grupos de rocas volcánicas descritas en la clasificación de Araña y Ortiz (1984). En la tabla 4.3 quedan reflejadas dichas fórmulas estructurales. Como puede observarse la sustitución tetraédrica, así como el aluminio octaédrico, aumentan con el grado de acidez; el magnesio octaédrico y la carga total disminuyen. El hierro octaédrico permanece constante, ya que el coeficiente de significación correspondiente es muy bajo (0,108) y la pendiente casi nula (0,001).

Tabla 4.1

Fórmulas Estructurales medias de las esmectitas para cada grupo

	Si <sup>IV</sup>	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>VI</sup>	Mg <sup>VI</sup>	X <sup>+</sup>
G-1	7,822	0,178	2,862	0,151	1,095	0,949
G-2	7,722	0,278	2,862	0,390	0,949	0,624
G-3	7,817	0,193	2,603	0,360	1,204	0,896
G-4	7,889	0,111	2,984	0,212	0,841	0,852
G-5	7,576	0,424	3,048	0,247	0,860	0,823
G-6	7,865	0,135	2,982	0,047	1,079	0,890

Tabla 4.2

Correlaciones Cationes Estructurales % SiO<sub>2</sub> Roca Original

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	CR <sup>2</sup>	n
Si <sup>IV</sup>	%SiO <sub>2</sub>	8,38805	-0,0089	-0,753	0,5674	6
Al <sup>IV</sup>	%SiO <sub>2</sub>	-0,3590	0,0086	0,732	0,5354	6
Al <sup>VI</sup>	%SiO <sub>2</sub>	2,1951	0,0103	0,638	0,4073	6
Fe <sup>VI</sup>	%SiO <sub>2</sub>	0,1389	0,0014	0,108	0,0118	6
Mg <sup>VI</sup>	%SiO <sub>2</sub>	1,6496	-0,0096	-0,652	0,4245	6
X <sup>+</sup>	%SiO <sub>2</sub>	1,3431	-0,0075	-0,647	0,4186	6

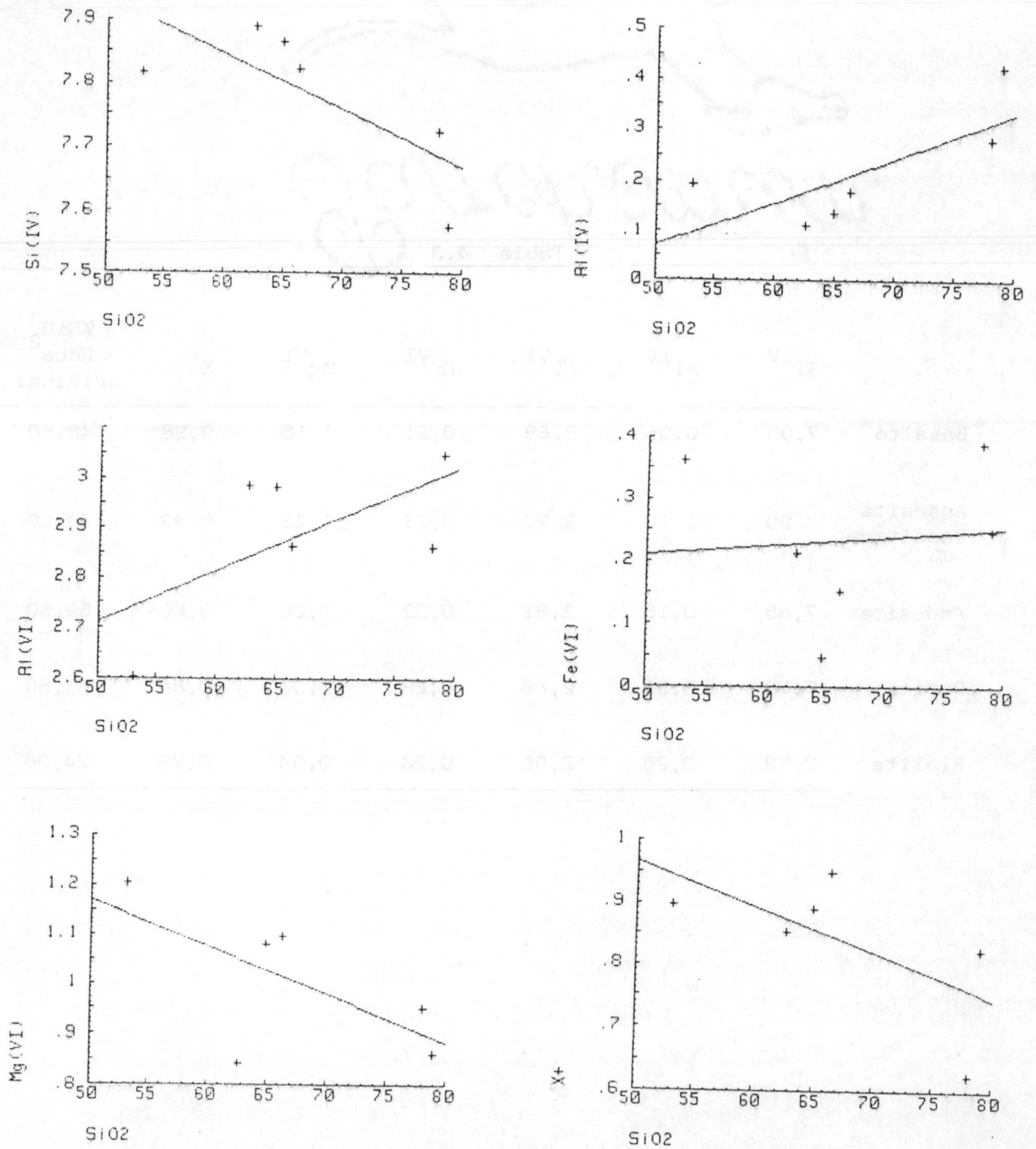


Fig. 4.1.- Correlaciones cationes estructurales - % SiO<sub>2</sub> de la roca original.

Tabla 4.3

	Si <sup>IV</sup>	Al <sup>IV</sup>	Al <sup>VI</sup>	Fe <sup>VI</sup>	Mg <sup>VI</sup>	X <sup>+</sup>	%SiO <sub>2</sub> Roca original
Basalto	7,95	0,05	2,69	0,21	1,18	0,98	48,50
Andesita Basáltica	7,90	0,10	2,75	0,21	1,13	0,93	54,00
Andesita	7,85	0,15	2,81	0,22	1,08	0,90	59,50
Dacita	7,79	0,21	2,88	0,23	1,01	0,84	65,50
Riolita	7,72	0,28	2,96	0,24	0,94	0,79	74,00

De lo anteriormente expuesto puede concluirse, que la composición de las esmectitas depende aproximadamente en un 50% del tipo de roca original (ver los valores de  $CR^2$  en la tabla 4.2), excepto en su contenido en hierro que nada tiene que ver con la naturaleza de la roca original, la variabilidad de este elemento depende de otros factores como se verá en el apartado siguiente.

Al comparar las tablas 3.5 y 3.10 del capítulo 3, en las que se recogían los análisis de las rocas originales y de las bentonitas correspondientes, se puede observar que no existe ninguna relación entre los porcentajes de óxidos de las rocas y de las bentonitas, a excepción de la sílice. El contenido en sílice de la bentonita es menor cuanto más ácida fué su roca madre. Estos comportamientos son indicativos de un proceso de pérdida de materia provocado por un gran caudal de solución hidrotermal. La solubilización de la sílice ha debido ser tan importante, y tanto más cuanto mayor acidez tiene la roca original, que al final de la alteración la esmectita casi tiende a ser deficitaria en sílice.

Por tanto no debe extrañarse que al estudiar el efecto del quimismo de la roca original sobre la composición de la esmectita pura, el  $Si^{IV}$  (tabla 4.2) disminuya con la acidez de aquella.

La disminución del  $Mg^{VI}$  de la esmectita con la acidez de la roca madre, puede deberse a que en ese tipo de rocas el contenido en magnesio es mínimo. Una razón parecida puede darse para la disminución de la carga total ( $X^+$ ), ya que los porcentajes de  $CaO$ ,  $Na_2O$ , y  $K_2O$  de las rocas también disminuyen con la acidez.

The first part of the document discusses the general principles of the proposed system. It outlines the objectives and the scope of the project, emphasizing the need for a comprehensive and integrated approach to the problem at hand.

The second part of the document provides a detailed description of the system's architecture. It details the various components and their interactions, highlighting the modular and scalable nature of the design.

The third part of the document describes the implementation process. It details the steps taken to develop the system, from the initial design to the final deployment, and discusses the challenges encountered along the way.

The fourth part of the document presents the results of the system's performance. It includes a comparison of the system's performance against existing solutions, demonstrating its superior efficiency and reliability.

The fifth part of the document discusses the future work and conclusions. It outlines the planned improvements and extensions to the system, and provides a final summary of the project's achievements and lessons learned.

The sixth part of the document provides a detailed description of the system's architecture. It details the various components and their interactions, highlighting the modular and scalable nature of the design.

The seventh part of the document describes the implementation process. It details the steps taken to develop the system, from the initial design to the final deployment, and discusses the challenges encountered along the way.

The eighth part of the document presents the results of the system's performance. It includes a comparison of the system's performance against existing solutions, demonstrating its superior efficiency and reliability.



#### 4.2.- GRADO DE ALTERACION

Con objeto de analizar la influencia del grado de alteración en la composición de las esmectitas, se han realizado las correlaciones y regresiones correspondientes entre los diversos cationes estructurales y el porcentaje de esmectita. Estas correlaciones se han realizado tanto para la totalidad de las muestras de la región de Cabo de Gata, (tabla 4.4, fig. 4.2), como para las de las tres zonas fundamentales de alteración: Norte de Sierra de Gata, Serrata de Níjar y Zona Sur (tabla 4.5, fig. 4.3/4.5) en ambos casos, se han incluido las tres muestras de alteración experimental, con objeto de ampliar el margen de variación del grado de alteración.

Como puede observarse, al comparar las distintas zonas con la totalidad de las muestras la evolución de los cationes estructurales es siempre la misma, las variaciones observadas en la carga total de las esmectitas corresponden a regresiones que no son significativas. Por tanto, en lo sucesivo se hará referencia tan solo a la totalidad de las muestras.

Al aumentar el grado de alteración, se produce un aumento en el contenido de aluminio octaédrico y de la carga total, mientras que la sustitución tetraédrica y el hierro octaédrico disminuyen. En el caso del magnesio se observa un aumento, tan poco significativo, que puede considerarse constante.

Se han calculado las fórmulas estructurales teóricas, tanto de las esmectitas primeramente formadas, como de las que corresponderían a una alteración total:

**Tabla 4.4**

**Correlaciones Cationes Estructurales - % Sm**

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si <sup>IV</sup>	% Sm	7,605	0,002	0,145	200	5 %
Al <sup>IV</sup>	% Sm	0,394	-0,002	-0,144	200	5 %
Al <sup>VI</sup>	% Sm	2,326	0,006	0,344	200	1 %
Fe <sup>VI</sup>	% Sm	1,040	-0,009	-0,561	200	1 %
Mg <sup>VI</sup>	% Sm	0,853	0,002	0,098	200	n.s.
X <sup>+</sup>	% Sm	0,576	0,003	0,259	200	1 %

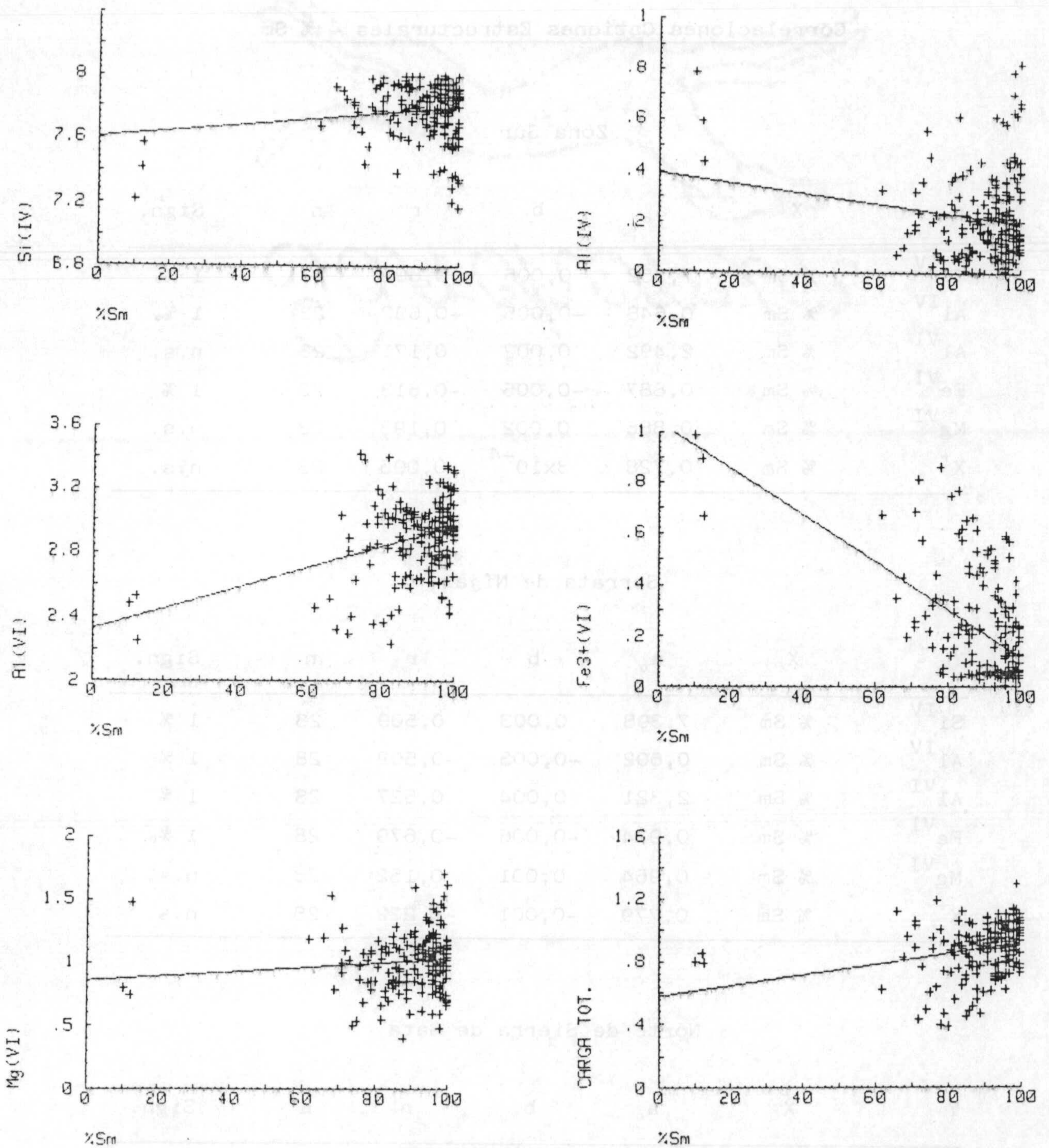


Fig. 4.2.- Correlaciones cationes estructurales - % Sm (totalidad de las muestras estudiadas).

Tabla 4.5

Correlaciones Cationes Estructurales - % Sm

Zona Sur

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si <sup>IV</sup>	% Sm	7,352	0,005	0,692	23	1 ‰
Al <sup>IV</sup>	% Sm	0,648	-0,005	-0,692	23	1 ‰
Al <sup>VI</sup>	% Sm	2,492	0,002	0,171	23	n.s.
Fe <sup>VI</sup>	% Sm	0,887	-0,005	-0,613	23	1 %
Mg <sup>VI</sup>	% Sm	0,886	0,002	0,193	23	n.s.
X <sup>+</sup>	% Sm	0,728	3x10 <sup>-4</sup>	0,095	23	n.s.

Serrata de Níjar

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si <sup>IV</sup>	% Sm	7,398	0,003	0,509	28	1 %
Al <sup>IV</sup>	% Sm	0,602	-0,003	-0,509	28	1 %
Al <sup>VI</sup>	% Sm	2,321	0,004	0,527	28	1 %
Fe <sup>VI</sup>	% Sm	0,974	-0,006	-0,679	28	1 ‰
Mg <sup>VI</sup>	% Sm	0,964	0,001	0,152	28	n.s.
X <sup>+</sup>	% Sm	0,779	-0,001	-0,222	28	n.s.

Norte de Sierra de Gata

Y	X	a <sub>o</sub>	b	r	n	Sign.
Si <sup>IV</sup>	% Sm	7,631	0,002	0,145	155	10 %
Al <sup>IV</sup>	% Sm	0,369	-0,002	-0,145	155	10 %
Al <sup>VI</sup>	% Sm	2,390	0,006	0,452	155	1 ‰
Fe <sup>VI</sup>	% Sm	0,885	-0,008	-0,749	155	1 ‰
Mg <sup>VI</sup>	% Sm	0,893	0,001	0,068	155	n.s.
X <sup>+</sup>	% Sm	0,741	0,002	0,236	155	1 %

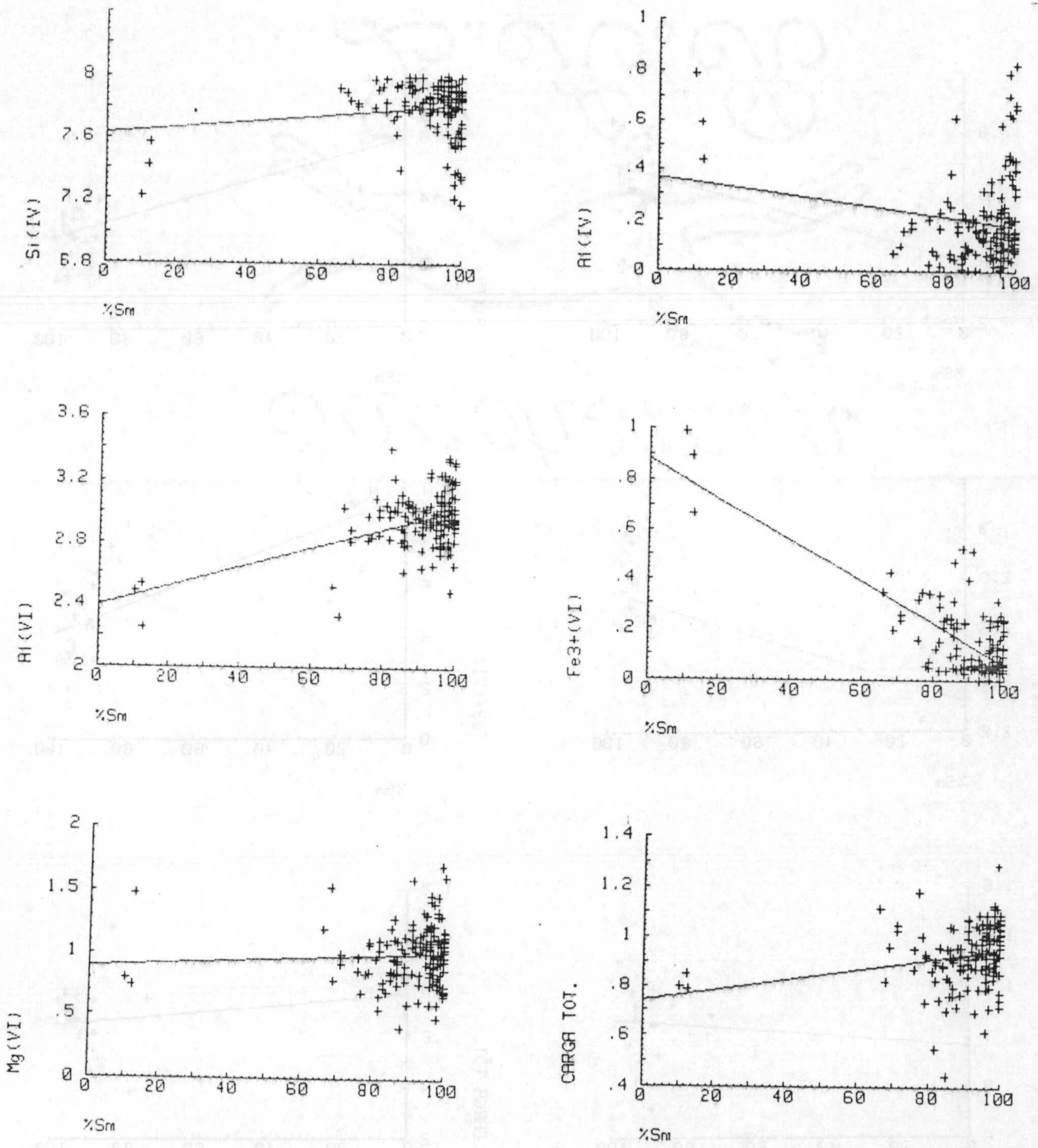


Fig. 4.3.- Correlaciones cationes estructurales - % Sm (Norte de Sierra de Gata).

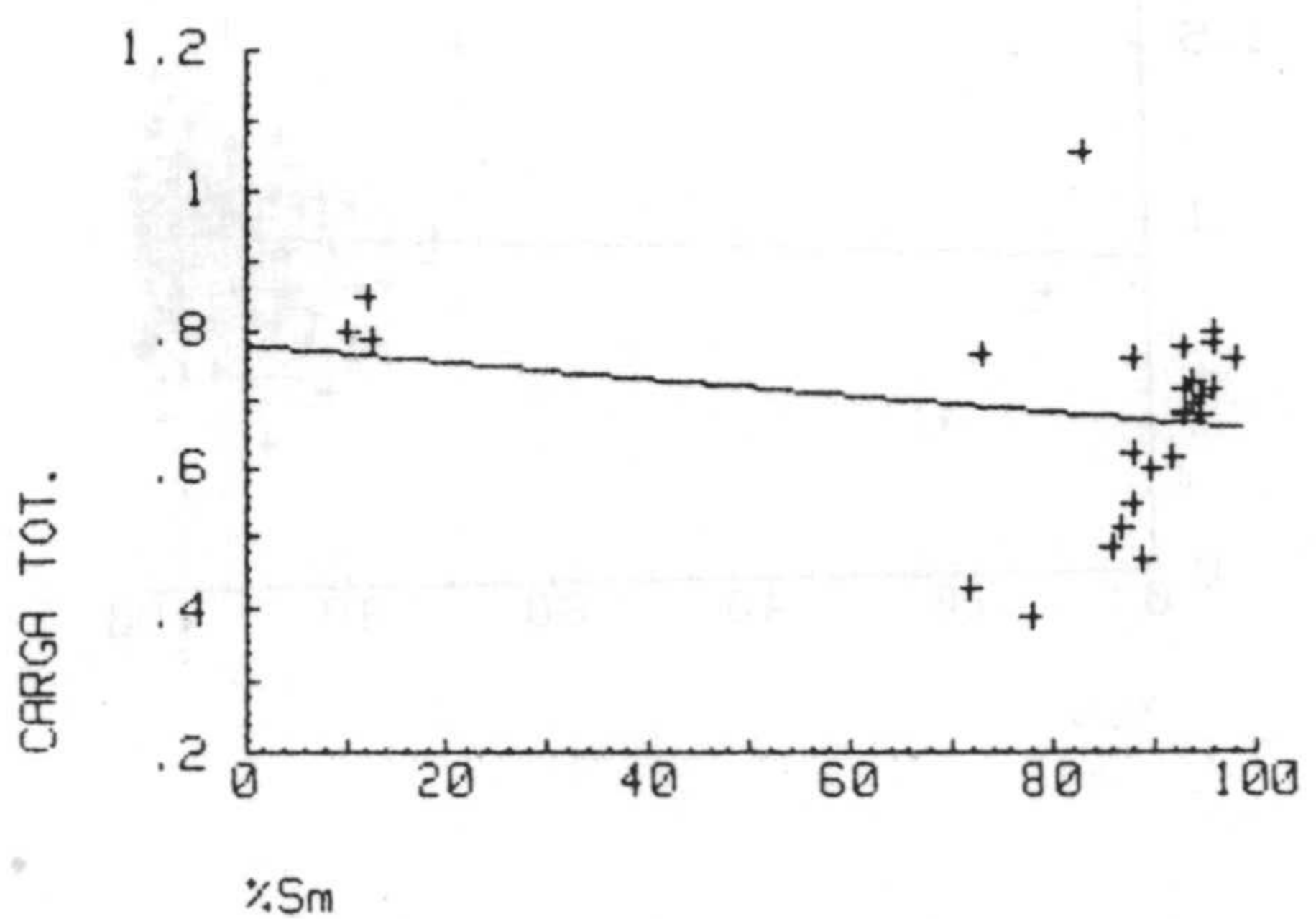
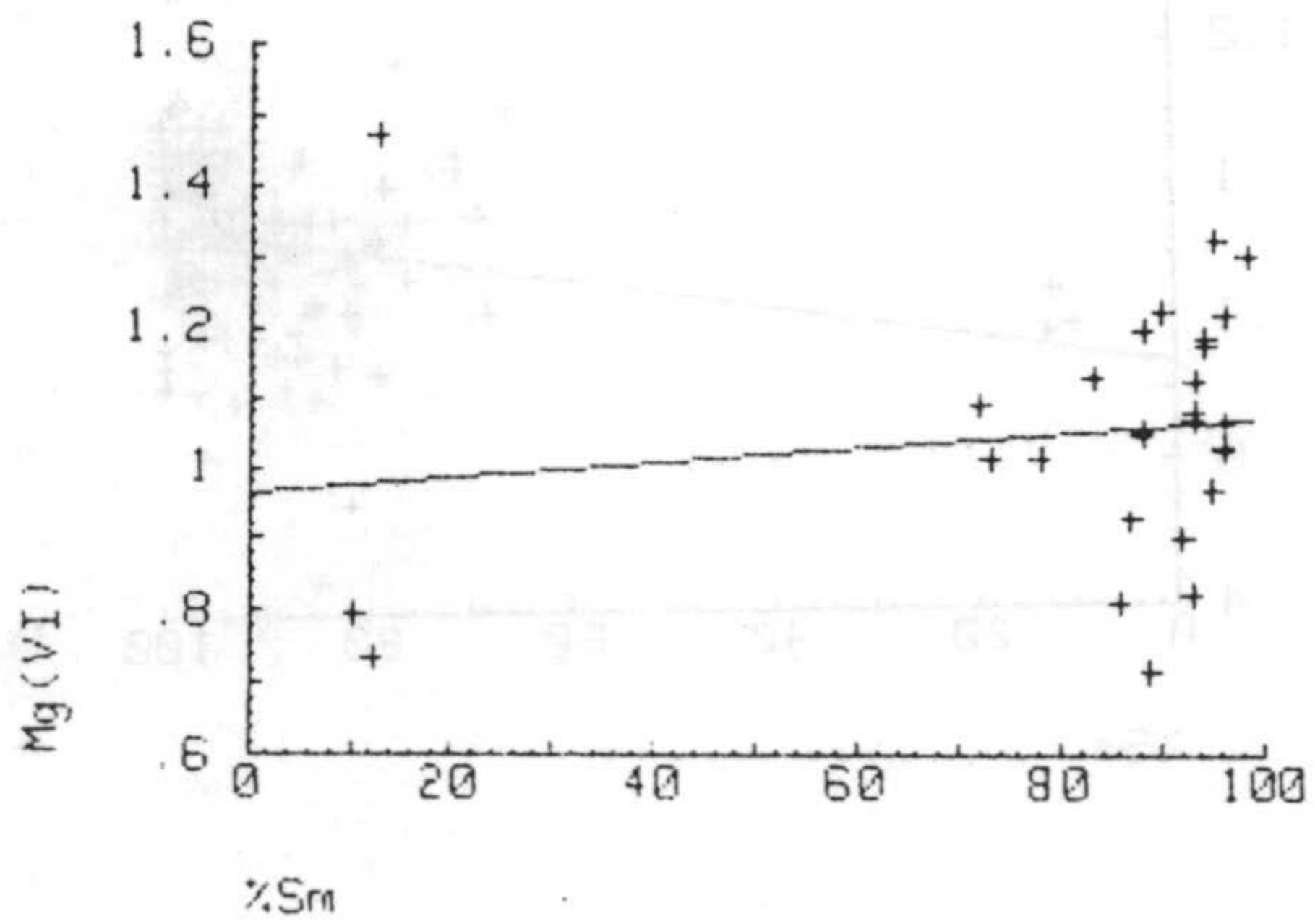
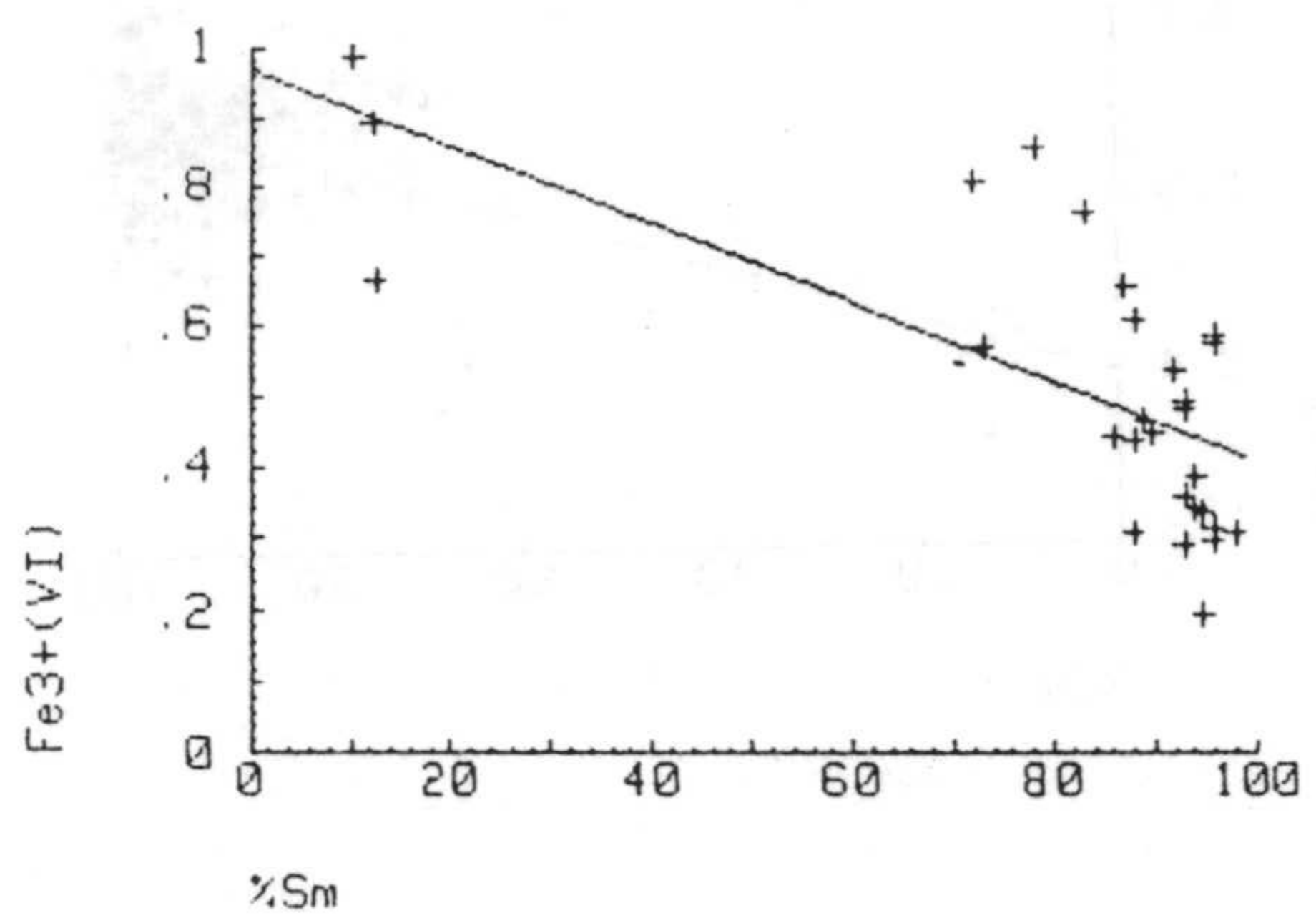
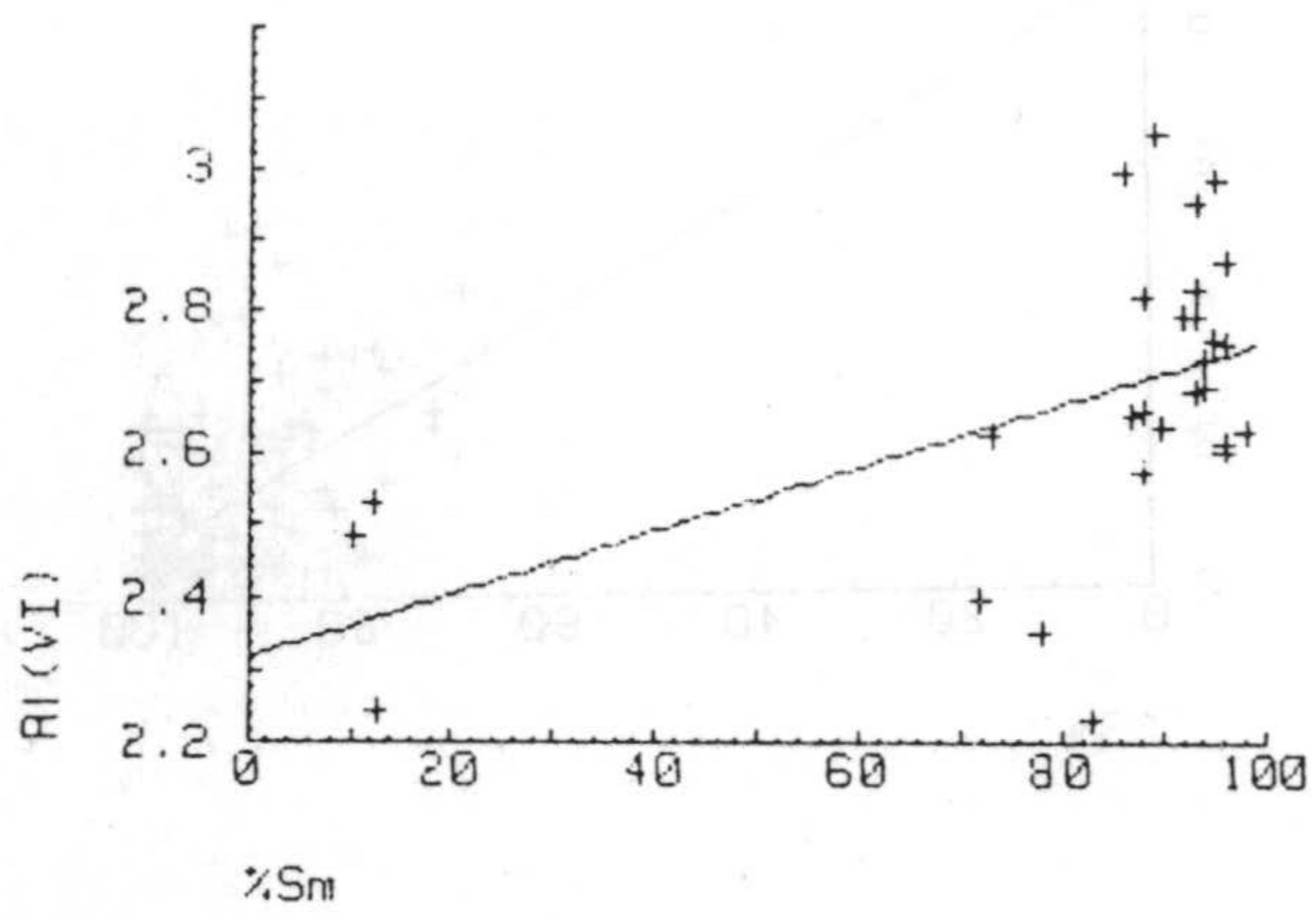
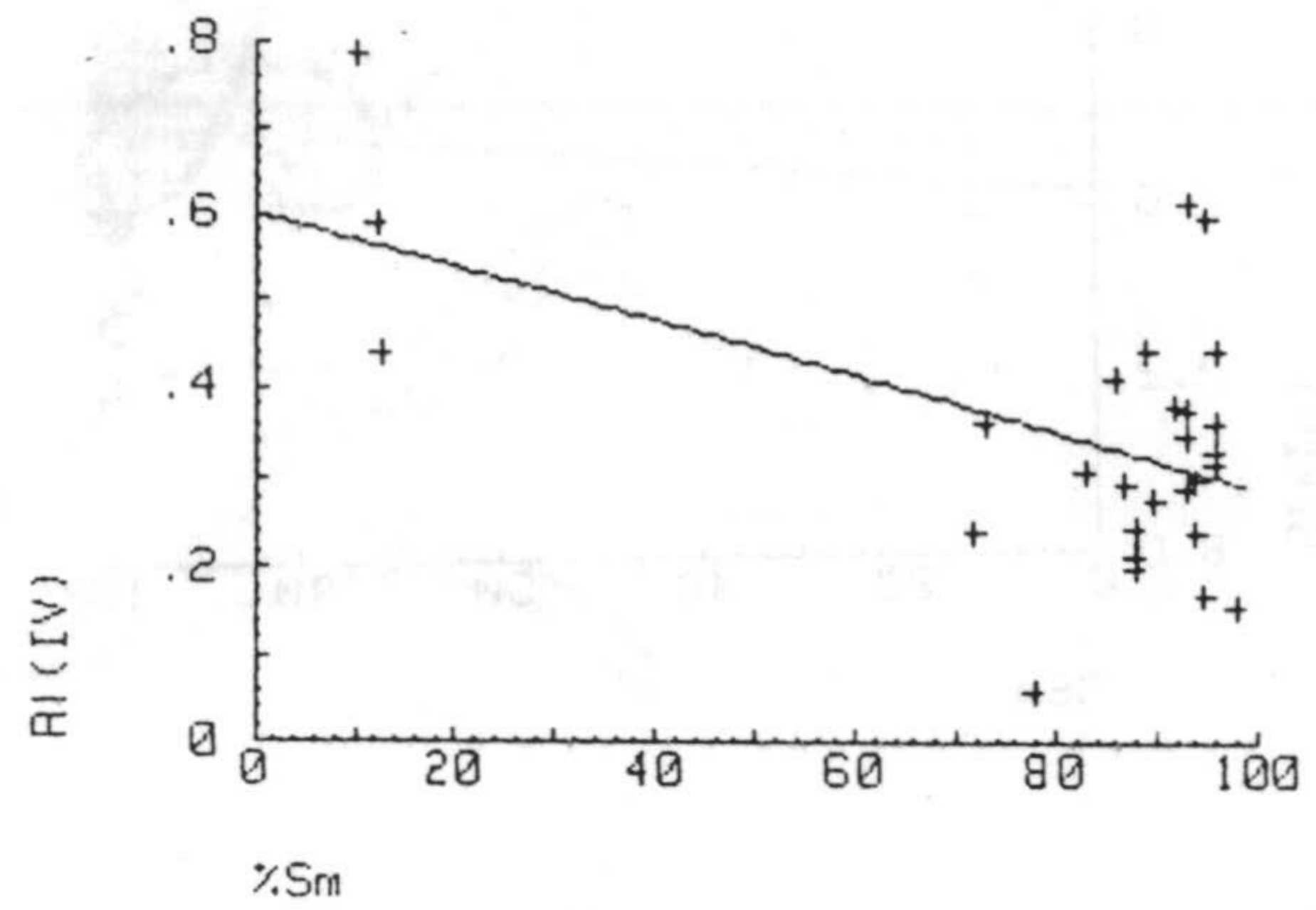
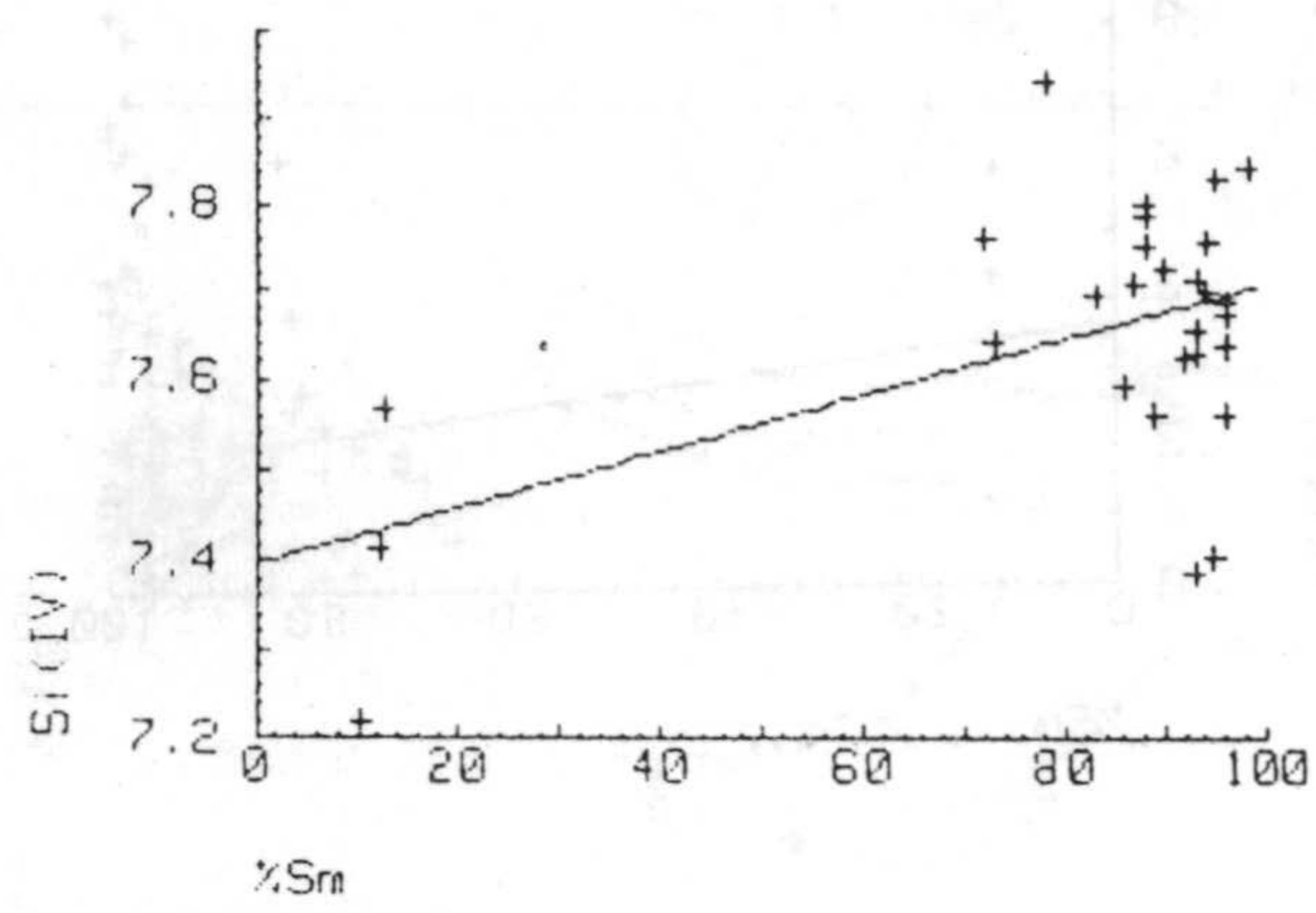


Fig. 4.4.- Correlaciones cationes estructurales - % Sm (Serrata de Níjar).

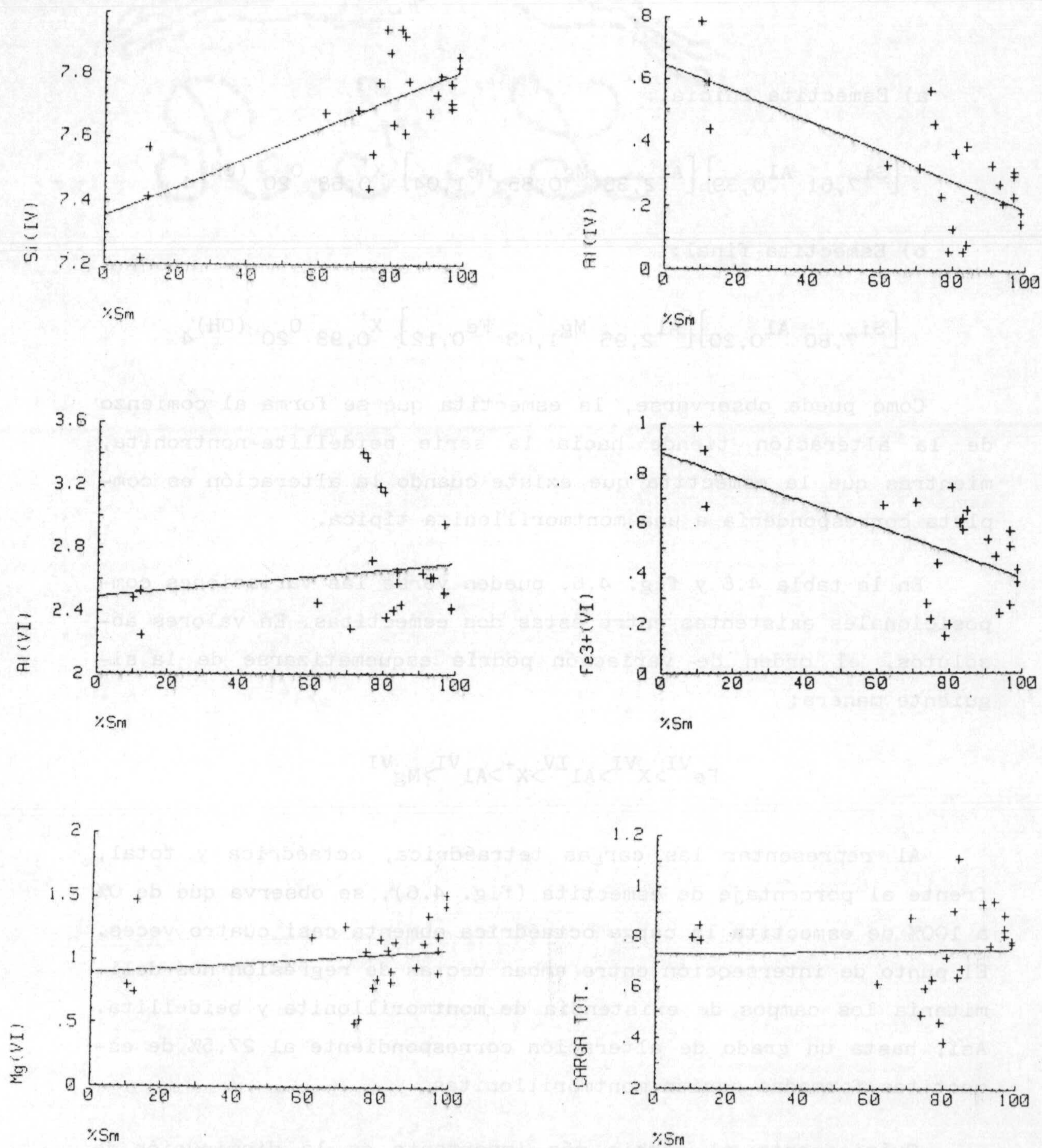
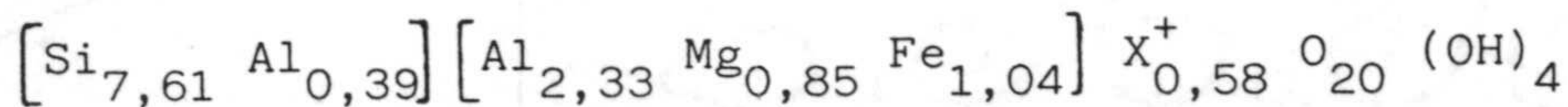
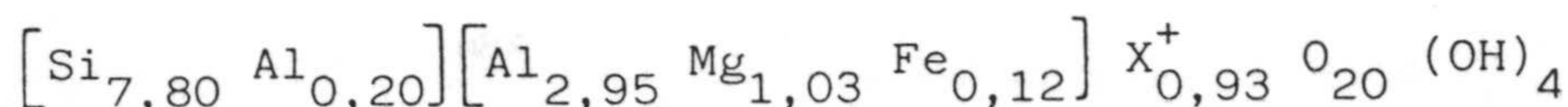


Fig. 4.5.- Correlaciones cationes estructurales - % Sm (Zona Sur de Sierra de Gata).

a) Esmectita inicial:

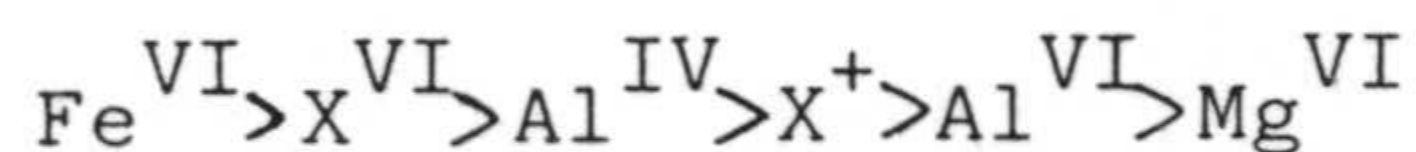


b) Esmectita final:



Como puede observarse, la esmectita que se forma al comienzo de la alteración tiende hacia la serie beidellita-nontronita, mientras que la esmectita que existe cuando la alteración es completa correspondería a una montmorillonita típica.

En la tabla 4.6 y fig. 4.6, pueden verse las variaciones composicionales existentes entre estas dos esmectitas. En valores absolutos, el orden de variación podría esquematizarse de la siguiente manera:



Al representar las cargas tetraédrica, octaédrica y total, frente al porcentaje de esmectita (fig. 4.6), se observa que de 0% a 100% de esmectita la carga octaédrica aumenta casi cuatro veces. El punto de intersección entre ambas rectas de regresión nos delimitaría los campos de existencia de montmorillonita y beidellita. Así, hasta un grado de alteración correspondiente al 27,5% de esmectitas formadas serían montmorillonitas.

Químicamente el cambio más importante es la disminución de  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  que lleva consigo una disminución de b octaédrico, ya que el



Tabla 4.6

	Inicial	Final		Factor de variación
Al <sup>IV</sup>	0,39	0,20	-0,19	1,65
Al <sup>VI</sup>	2,33	2,95	0,62	1,27
Al	2,72	3,15	0,43	1,16
Fe <sup>VI</sup>	1,04	0,12	-0,92	8,67
Mg <sup>VI</sup>	0,85	1,03	0,18	1,21
X <sup>IV</sup>	0,39	0,20	-0,19	1,95
X <sup>VI</sup>	0,19	0,73	0,54	3,84
X <sup>+</sup>	0,58	0,93	0,35	1,60

El factor de variación indica la razón entre el valor mayor y el menor de los productos iniciales y finales.

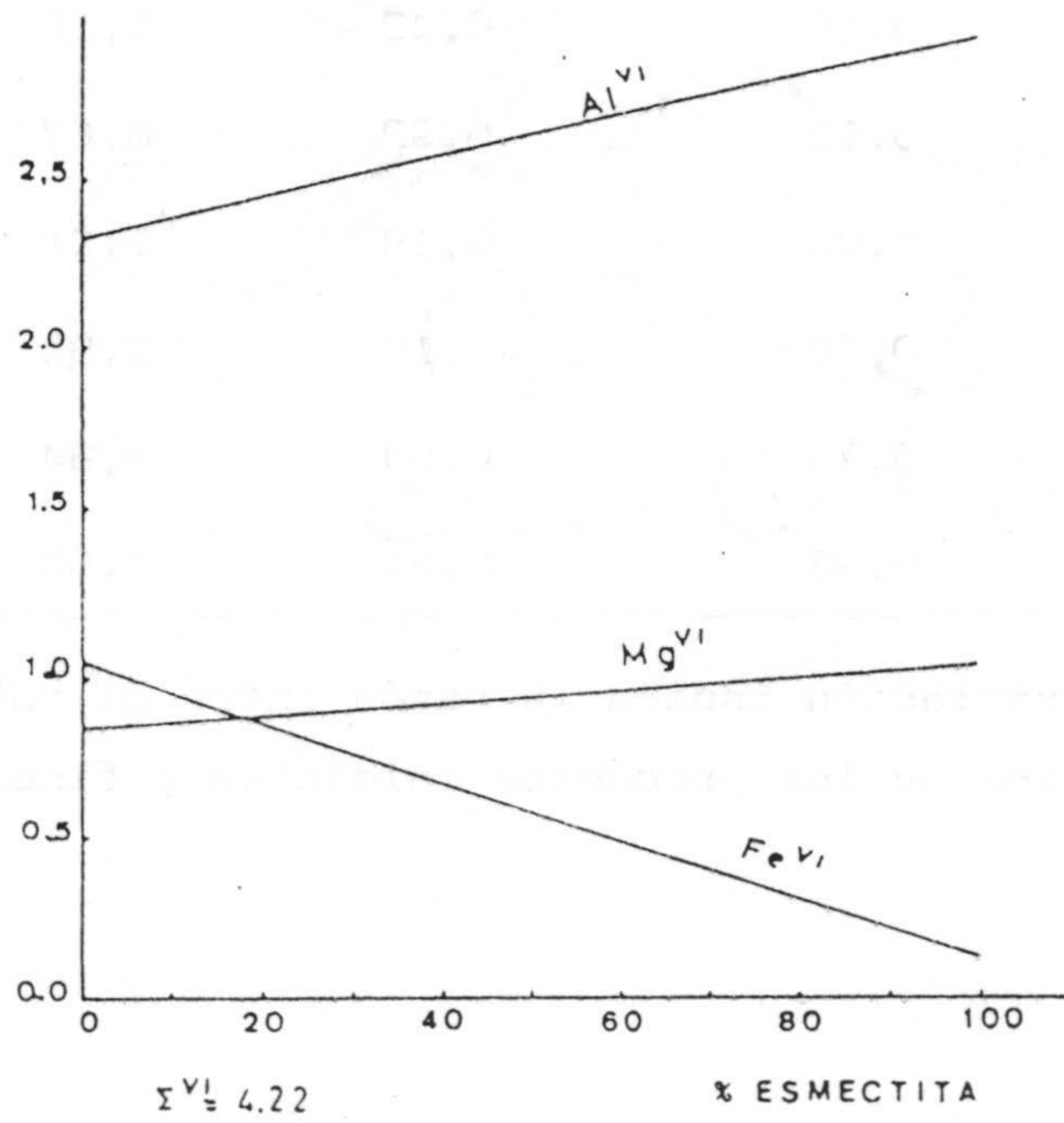
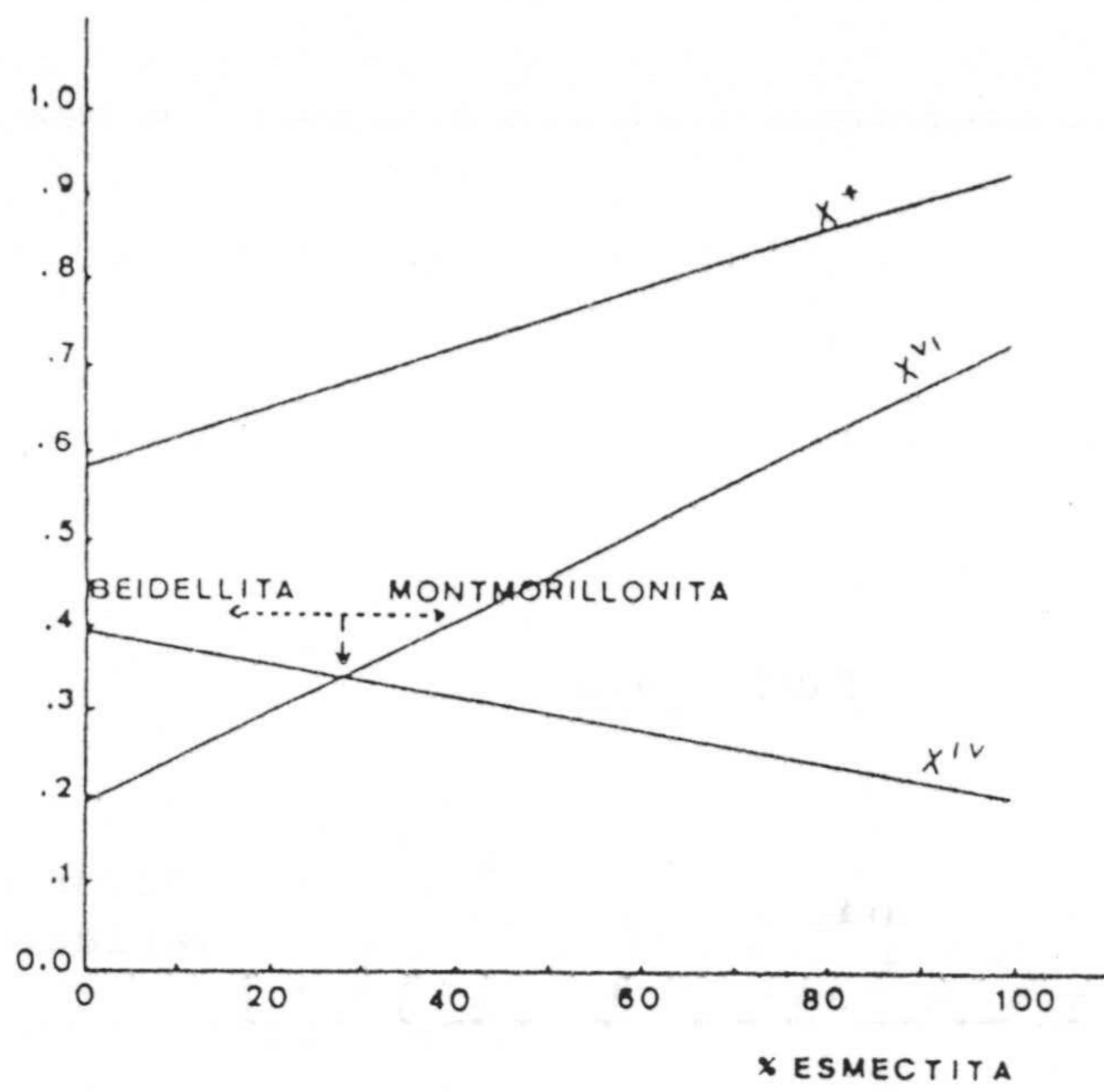


Fig. 4.6

$\text{Mg}^{\text{VI}}$  es prácticamente constante ( $r_{\text{Al}} = 0,50 \text{ \AA}$ ,  $r_{\text{Fe}} = 0,64 \text{ \AA}$ ).

La disminución de la sustitución tetraédrica, debe disminuir la dimensión de la capa tetraédrica ( $r_{\text{Si}} = 0,41 \text{ \AA}$ ,  $r_{\text{Al}} = 0,50 \text{ \AA}$ ); para que no existan tensiones al acoplarse las capas tetraédrica y octaédrica, deben coexistir,  $\text{Al}^{\text{IV}}$  bajo y  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  bajo, o a la inversa, es decir debe existir una correlación entre ambos, como en efecto se observa en la fig. 4.7, correspondiente a la correlación  $\text{Al}^{\text{VI}}-\text{Fe}^{\text{VI}}$  realizada para la totalidad de las muestras. Sobre esta figura se han representado los valores medios de las esmectitas correspondientes a cada una de las zonas estudiadas y de las obtenidas por alteración experimental, así como el valor medio de las esmectitas estudiadas por Weaver y Pollard (1973).

Como ha quedado patente, el  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  es el elemento más significativo de las esmectitas en los primeros estados de alteración.

La evolución de la composición química de las esmectitas, a medida que avanza el grado de alteración, debe depender de la diferente cinética frente a la hidrólisis, de los distintos minerales que componen la roca original.

Así, los piroxenos y anfíboles se hidrolizan a mayor velocidad que las plagioclasas; como ha sido puesto de manifiesto por numerosos autores (Loughnan, 1969; Dixon y Weed, 1977). De esta manera, la solución hidrotermal al alterar a estos minerales ferromagnéticos, libera los cationes, transportando en solución la sílice y los alcalinos y alcalinotérreos y quedando en forma insoluble el hierro y el aluminio. Estos dos últimos elementos deben ser los núcleos de precipitación de la esmectita inicial. Como el proceso de alteración de una cinerita es dinámico, la hidrólisis

A	B	TB	r	N
.1541	.3135	5.862	.385	200

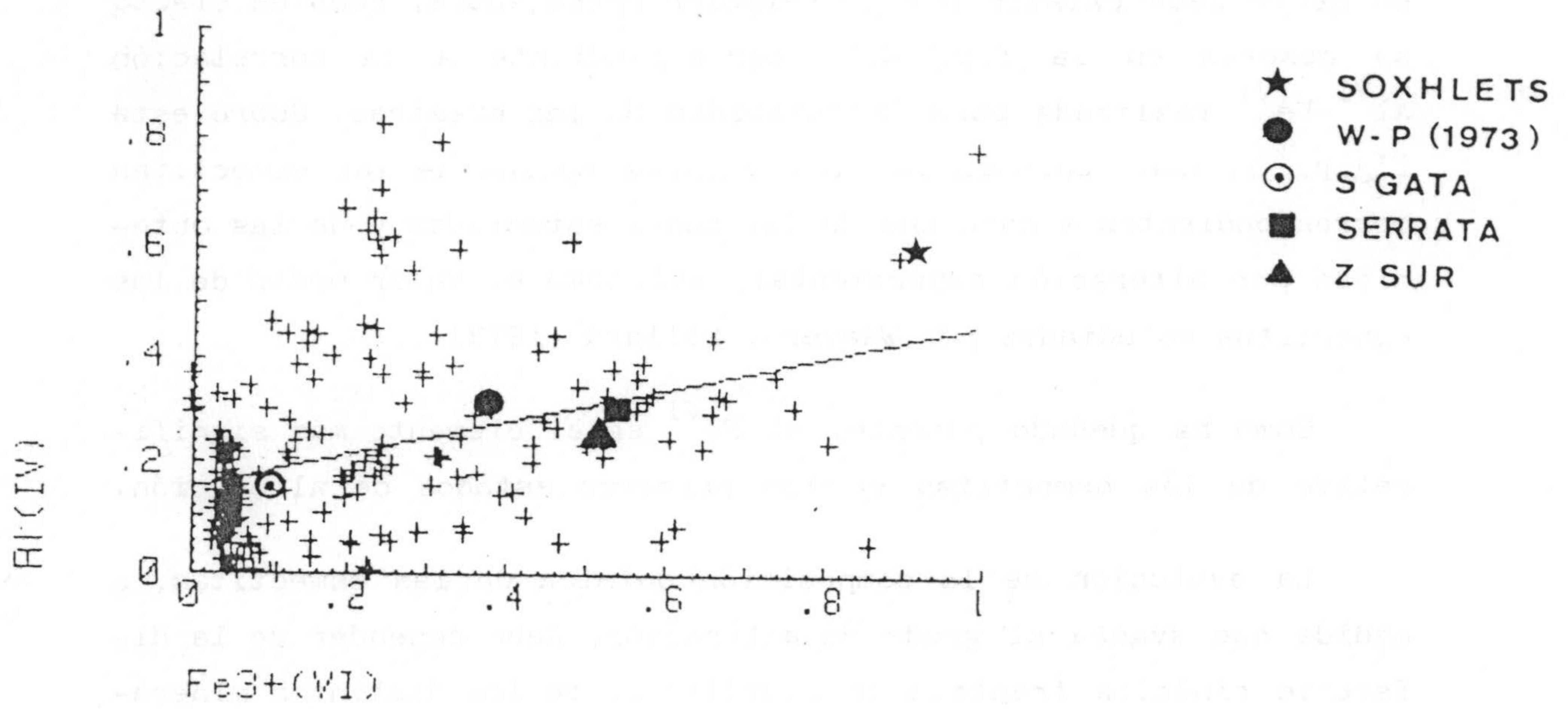


Fig. 4.7

continúa aún después de haber alterado los piroxenos y anfíboles. El mineral siguiente en estabilidad es la plagioclasa, a partir de la cual puede originarse también una esmectita, pero ya muy deficitaria en hierro. Por tanto, la gradación encontrada desde esmectitas con  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  cercano a 1,0 hasta casos en los que su contenido es prácticamente nulo, parece corresponder efectivamente a etapas sucesivas de hidrólisis de minerales diferentes contenidos en la cinerita. Como la plagioclasa es casi siempre mayoritaria es más común encontrar esmectitas bajas en hierro.

El admitir que el  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  es un condicionante en la cristalización precoz de la esmectita, lleva consigo el afirmar también que la capa octaédrica es más fundamental que la tetraédrica a la hora de formar un filosilicato. Este hecho ha sido ya puesto de manifiesto por diversos autores al realizar experiencias de síntesis en el laboratorio (Millot, 1974, Linares y Huertas, 1971, etc.).

El potencial químico del hierro es alto, pero siempre inferior al del aluminio, dado el tipo de rocas volcánicas que existen en la zona.

En el caso presente, hay que admitir por tanto, que si la esmectita que debe formarse inicialmente ha de ser rica en hierro, para que exista un mínimo de tensiones en la esmectita, la sustitución tetraédrica debe ser también alta. Es decir, que la composición de la capa octaédrica con alto contenido en hierro (que condiciona sus dimensiones) induce la formación de una capa tetraédrica de alta carga para que las dimensiones de ambas capas sean lo más parecidas posible.

La esmectita inicial podría haber sido magnésica, ya que el magnesio es un típico catión octaédrico, debido a su radio iónico, y podría haber condicionado la formación de una capa octaédrica inicial. El hecho de que no haya ocurrido así, puede deberse a dos factores: En primer lugar a los valores tan bajos de MgO que tienen las rocas originales, y en segundo lugar a que la solución hidrotermal, única fuente alternativa de magnesio, debió llevar concentraciones bajas pero constantes del mismo. Por ello el  $Mg^{VI}$  de las esmectitas no varía apenas con el grado de alteración.

#### 4.3.- TEMPERATURA

Queda un último factor a considerar que puede influir en la composición de las esmectitas, se trata de la temperatura del proceso de hidrólisis o de formación de la bentonita.

Desgraciadamente no se poseen gran cantidad de datos sobre las temperaturas que actuaron en este proceso. En el trabajo ya citado de Leone et al. (1983), se pudo deducir que como norma general las bentonitas del Norte de Sierra de Gata tuvieron una temperatura de formación de unos 70° C, mientras que en las de la Serrata de Níjar fué de unos 40° C.

La discusión que se va a efectuar a continuación, se basa exclusivamente en estos datos, por tanto, las conclusiones que se obtengan deberán considerarse como indicativas, pero como se verá son bastante razonables, por lo que deben tener más valor que el simplemente indicativo.

Al analizar las variaciones de los diferentes parámetros determinados frente a la temperatura para ambas localidades, se observa que el  $\text{Si}^{\text{IV}}$ ,  $\text{Mg}^{\text{VI}}$ , carga total ( $X^+$ ) y el índice de Biscaye (V/P) aumentan con la temperatura media, mientras que  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  y "b" disminuyen.

El aumento del  $\text{Si}^{\text{IV}}$  (de 7,68 en Serrata de Níjar a 7,82 en el Norte de Sierra de Gata), no es fácilmente comprensible, por cuanto es una norma general que el efecto sea en sentido contrario. Por ejemplo en las experiencias de Hemley (1959), al aumentar la temperatura, para una misma composición del material de partida y

de la solución de alteración, se pasa de esmectita a mica, con un aumento evidente de la carga tetraédrica. Sin embargo, en el caso presente, el hecho contrario encontrado parece real por dos razones. En primer lugar, y tal como se ha demostrado, la disminución del  $\text{Si}^{\text{IV}}$  se consigue en esmectitas con bajo grado de alteración y con rocas madre de tipo básico. En este caso en Sierra de Gata, el grado de alteración y la acidez es mayor que en Serrata de Níjar, lo que conduciría a valores más bajos de  $\text{Si}^{\text{IV}}$  en Sierra de Gata. Sin embargo, los valores deducidos son justamente al contrario, por tanto, parece ser que en efecto, el aumento de la temperatura provoca en esta zona un aumento del valor de  $\text{Si}^{\text{IV}}$ .

El aumento de la carga total debe estar relacionado necesariamente con el aumento del  $\text{Mg}^{\text{VI}}$  y el descenso del  $\text{Fe}^{\text{VI}}$ . Con este tipo de sustitución, no solo debe aumentar la carga de la lámina de esmectita, sino que el parámetro "b" debe disminuir, dada la diferencia de radios iónicos entre el  $\text{Mg}^{2+}$  y el  $\text{Fe}^{3+}$ . El parámetro V/P, que indica la perfección cristalina de la esmectita aumenta, lógicamente, con la temperatura.

En la fig. 4.8 se muestran, gráficamente, todos los resultados descritos y se incluyen además, los correspondientes a las esmectitas de la Zona Sur. En todos los casos se obtienen, para esta última zona, resultados de temperaturas muy concordantes con un valor del orden de  $50^{\circ}\text{C}$ .



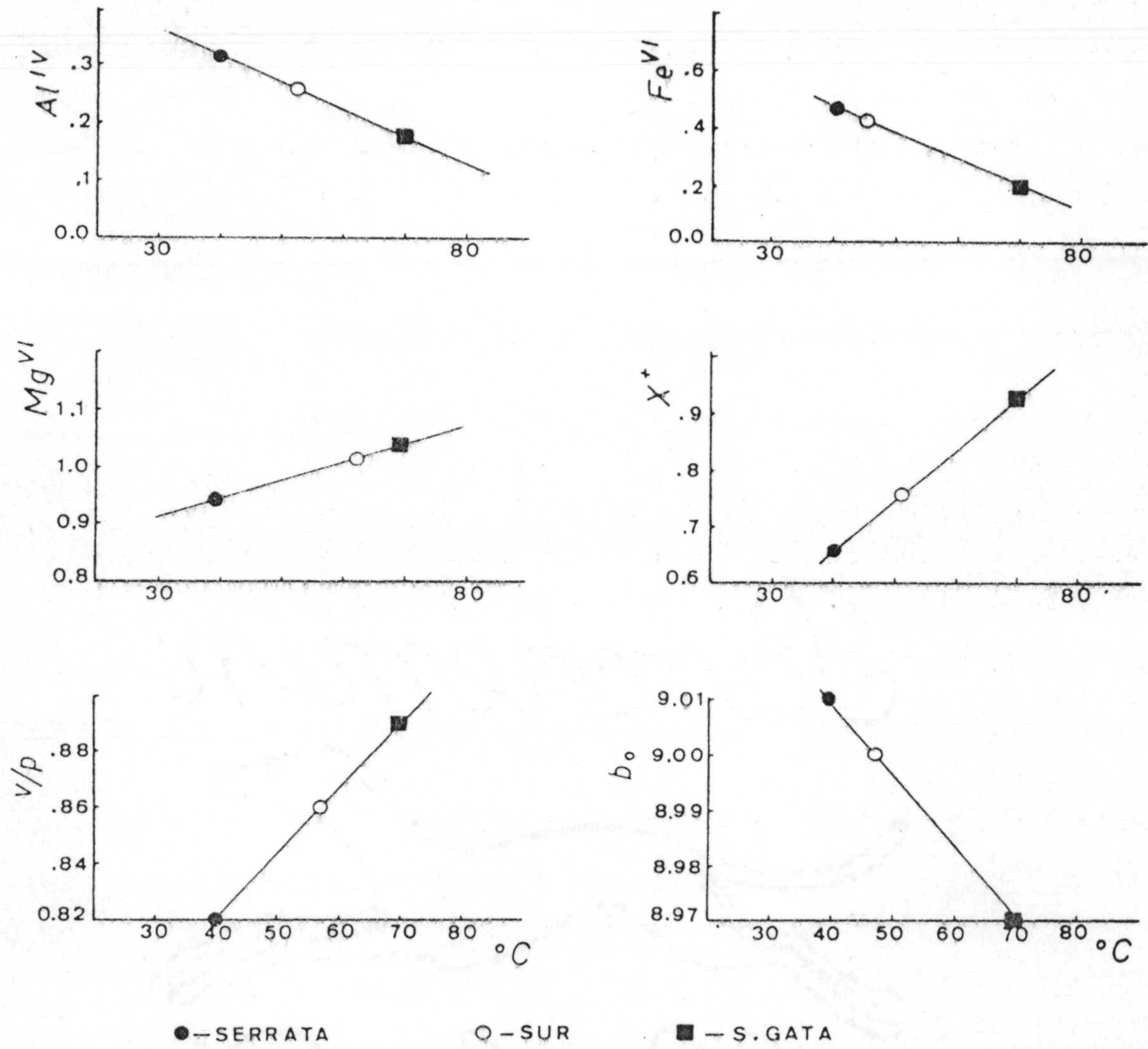


Fig. 4.8



#### 4.4.- CONDICIONES DE FORMACION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ESMECTITAS.

De acuerdo con los resultados expuestos últimamente, es posible deducir las condiciones óptimas que deben existir para que se formen los distintos tipos de esmectitas mas comunes. Como se recordará, las esmectitas procedentes de rocas ácidas tendian a poseer mayor carga tetraédrica. Por otra parte, en los primeros estados de alteración se formarían esmectitas muy ricas en hierro. Finalmente, el aumento de temperatura favorecía la formación de esmectitas con baja sustitución tetraédrica.

En consecuencia, pueden establecerse las siguientes condiciones para la formación de esmectitas:

a) Beidellita: Debe formarse a partir de rocas ácidas, en los primeros estados de alteración y a temperaturas bajas.

b) Montmorillonita: Debe formarse a partir de rocas básicas, en los estados finales de alteración y a temperaturas altas.

c) Nontronita: Puede formarse a partir de cualquier tipo de roca, siempre en los primeros estados de alteración y a temperaturas bajas.

Estos resultados son aplicables para las condiciones imperantes en la región de Cabo de Gata. En el estado actual del conocimiento no se puede asegurar que estos resultados puedan ser extrapolables, y correspondan a condiciones de formación generalizadas.

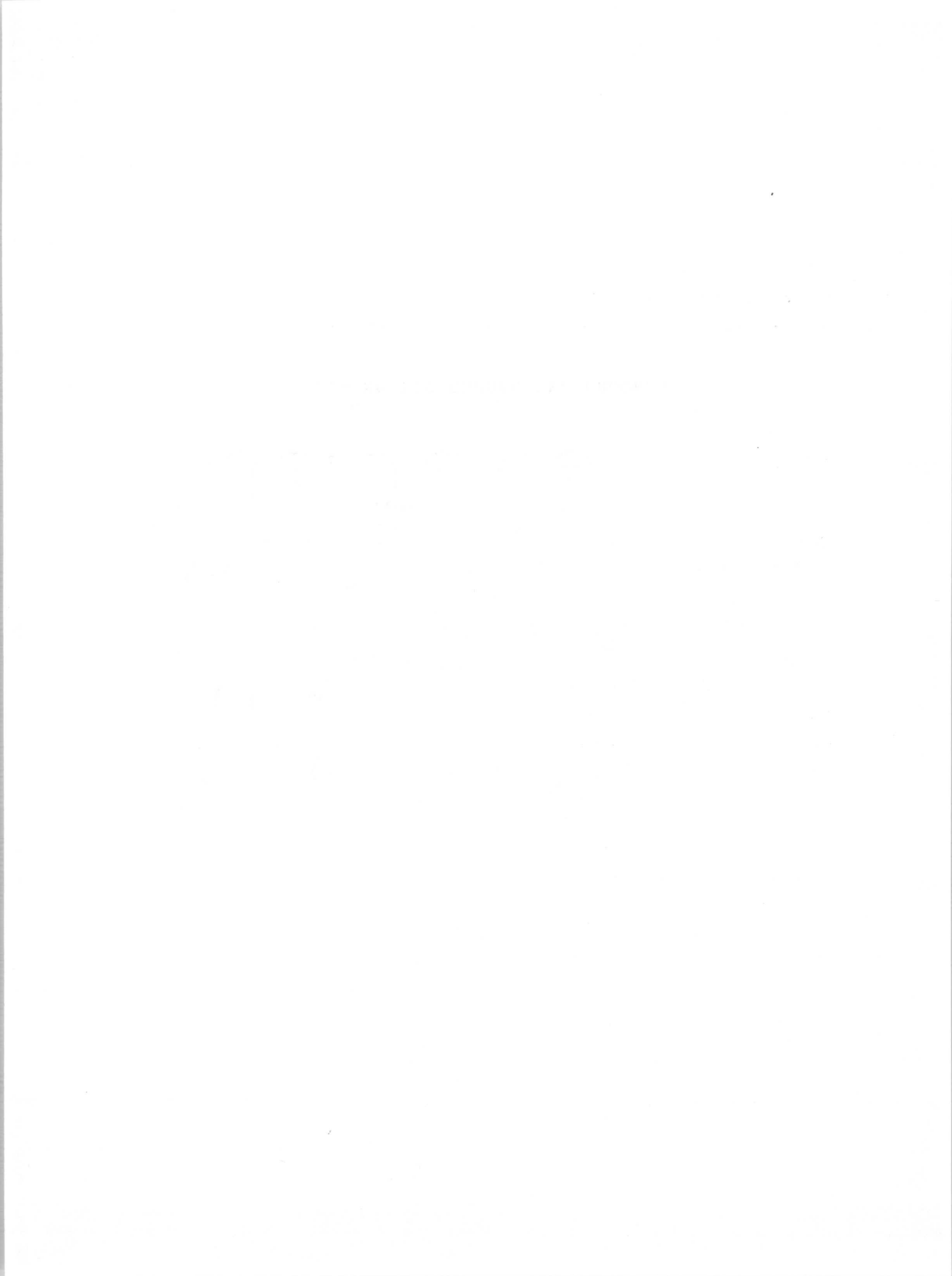
Faint, illegible text covering the majority of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

REMARKS:

1. - [Illegible text]



5.- MODELO GLOBAL DEL PROCESO



## MODELO GLOBAL DEL PROCESO

Trás el estudio de los apartados anteriores y teniendo en cuenta algunos aspectos especulativos y comparativos, vamos a intentar comprender el proceso global de formación de las bentonitas y el cuadro general del sistema hidrotermal que las originó. Con este objeto, además, se han extraído algunos puntos de la recapitulación hecha por Linares (1984), sobre la génesis de las bentonitas, y que pueden ser de interés para complementar este apartado.

En primer lugar se deben conocer los datos aportados sobre la síntesis de esmectitas en el laboratorio. La revisión bibliográfica efectuada, confirma un hecho ya conocido: la dificultad de interpretación de los resultados. Las experiencias de síntesis no permiten, en ocasiones, alcanzar el equilibrio entre el mineral a atacar y la solución, ó entre los componentes de una mezcla. La diversidad de materiales de partida, su granulometría, flujo de agua, los distintos equipos utilizados y los tiempos de reacción tan cortos, suministran resultados faltos de coherencia.

Velde (1977) ha podido demostrar que son necesarios tiempos de reacción de un mes como mínimo, para conseguir cierta garantía en las relaciones de fases y las cantidades de materiales que permitan su correcta identificación cristalquímica.

Con los datos que cumplen estas condiciones se pueden obtener algunas nociones generales. Por ejemplo, para el sistema Si-Mg-Al-H<sub>2</sub>O, el campo de composición química de las esmectitas se res-

tringe al aumentar la temperatura (Roy et al. 1955). Este hecho puede haber ocurrido en el caso de la región de Cabo de Gata, ya que al ser las temperaturas inferiores a 100° C la variabilidad en la composición de las esmectitas es muy grande.

Otros autores han demostrado que las esmectitas dioctaédricas potásicas son más inestables que las sódicas y cálcicas (250° C como máximo frente a 400° C respectivamente), y que las esmectitas con Mg-Al, pueden formarse a temperaturas más bajas, incluso cercanas al ambiente (Velde, 1977).

Otro dato, aún no bien establecido, es que al aumentar la temperatura, la esmectita sintética posee una carga tetraédrica más alta, este hecho está en aparente contradicción en las esmectitas naturales de la zona, en las que la sustitución tetraédrica disminuye al aumentar la temperatura, sin embargo las esmectitas obtenidas por alteración experimental a temperaturas más altas que las naturales, presentan también una carga tetraédrica mayor, por tanto debe haber otros factores como, el grado de alteración, contenido en aluminio de la roca original, etc., que regulen la sustitución tetraédrica.

El efecto de la presión sobre los equilibrios ha sido estudiada por varios investigadores (Hemley, 1959, Roy et al. 1955), en todos los casos encuentran que entre cien y dos mil atmósferas, el efecto producido es desplazar los equilibrios no más de 30° C. Por consiguiente, puede despreciarse su contribución.

En resumen, las experiencias de síntesis de esmectitas aportan datos de estabilidad siempre por debajo de 350° C. Si las so-



luciones en contacto contienen potasio, las esmectitas se transforman en interestratificados illita-esmectita y finalmente en illita, a temperaturas incluso inferiores a los 200° C. Queda también patente que deben realizarse nuevas experiencias que aclaren definitivamente las relaciones entre composición y temperatura de formación de las esmectitas.

Un campo particular de la síntesis es la que se realiza a temperatura ordinaria a partir de soluciones. En este caso Reyes et al. (1982 a y b) han contribuido con algunos datos muy ilustrativos.

En las figs. 5.1 y 5.2, se representan los datos de composición de los precipitados sintéticos en función de la solución original, para diferentes valores de pH de equilibrio. Puede observarse, que las esmectitas pueden formarse a cualquier pH, y que una esmectita de composición definida puede formarse a diversos valores de pH con sólo variar la composición de la solución original.

Estos hechos demuestran la enorme variabilidad en la composición de las esmectitas y la gran diversidad de condiciones de formación.

Así, considerando tanto los datos de síntesis como las observaciones en la naturaleza, puede indicarse que los parámetros que regulan la existencia y composición de las esmectitas son entre otros: quimismo y textura del material original, quimismo de la solución en equilibrio, temperatura, grado de alteración, etc.

Otros problemas importantes a resolver son: el lugar de origen e hidrodinámica de las soluciones hidrotermales, la forma de

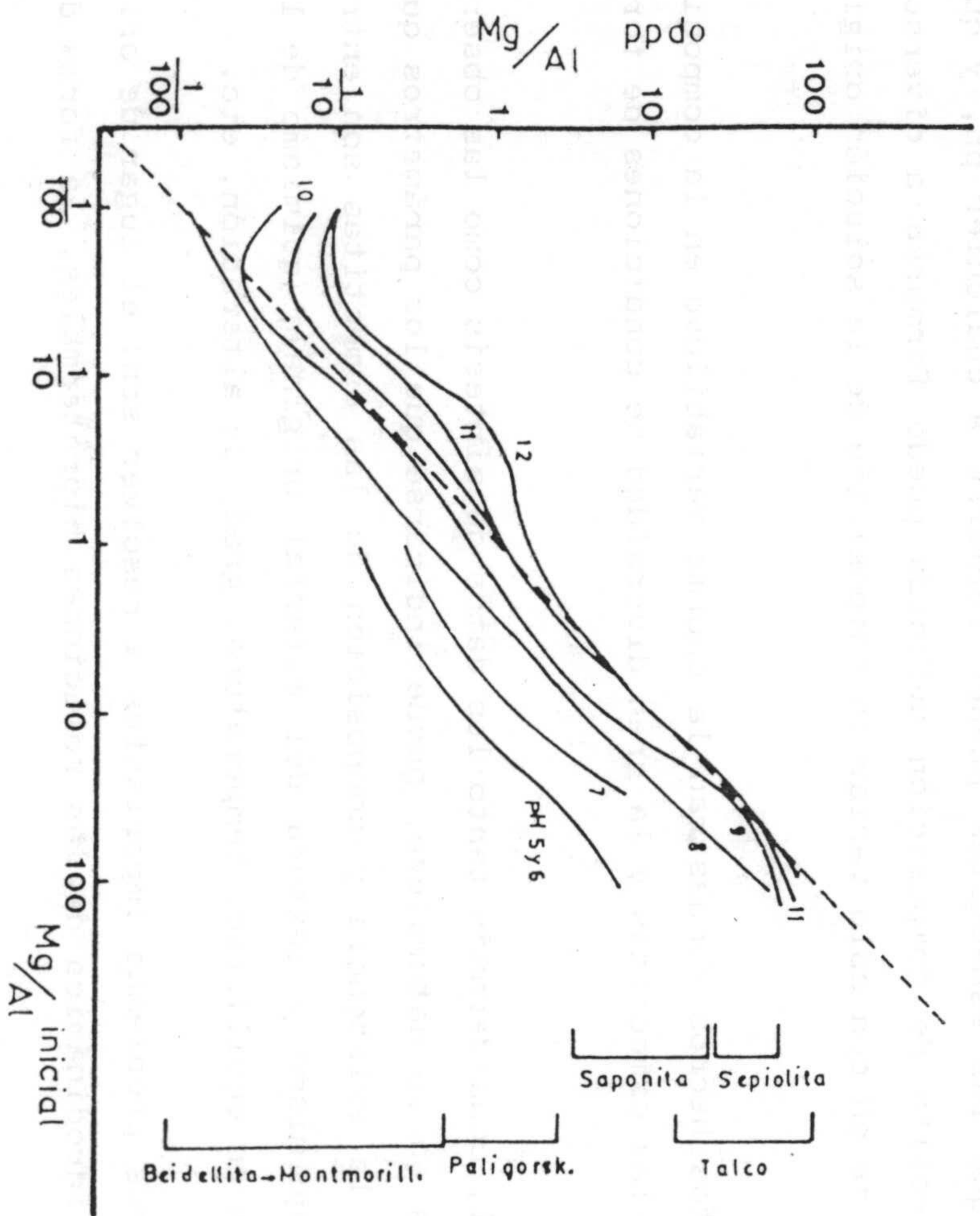


Fig. 5.2

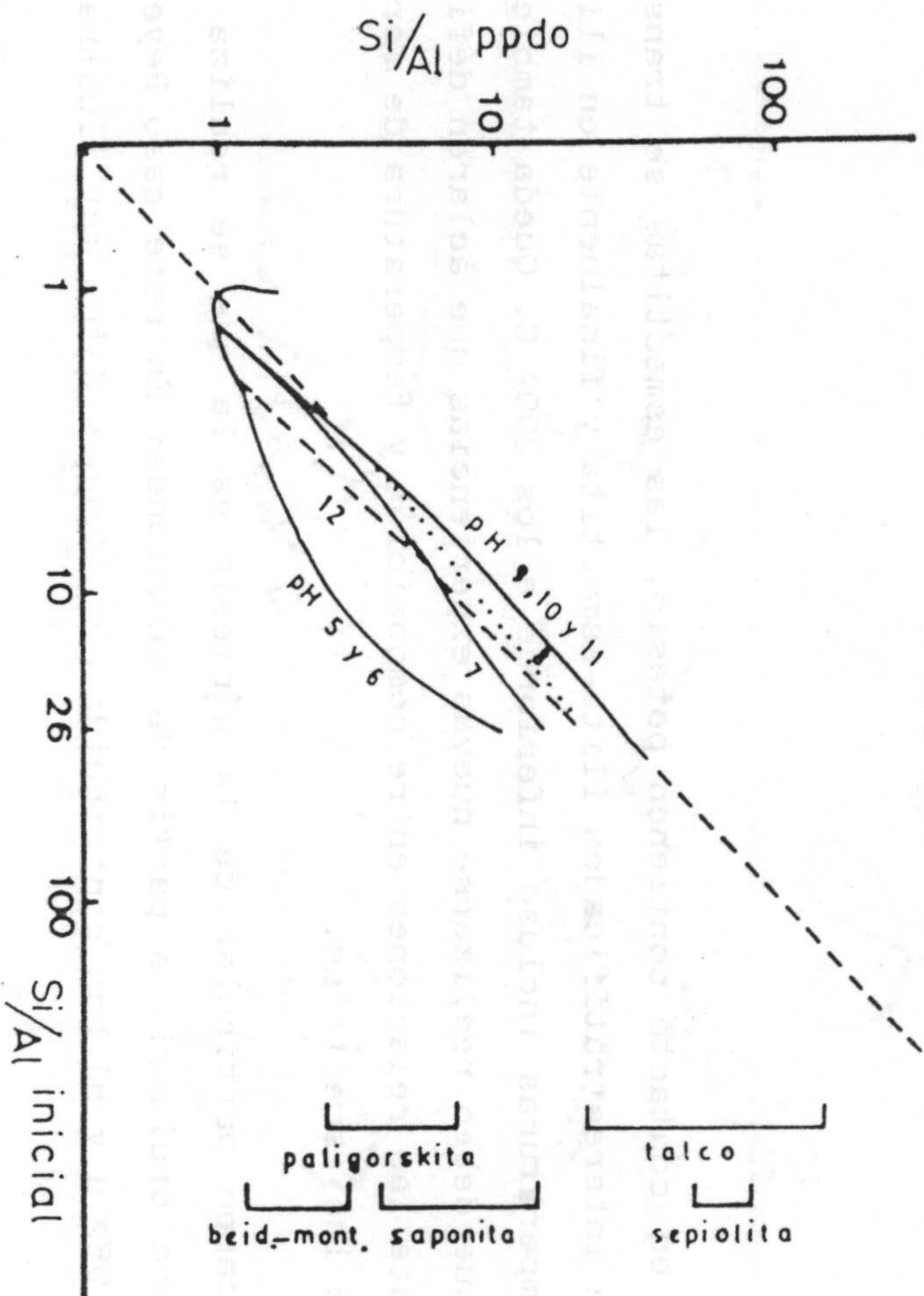


Fig. 5.1

enriquecimiento de solutos por la solución, los aspectos térmicos del sistema hidrotermal, la termodinámica de las reacciones de alteración y los tiempos de reacción.

Ya se ha mencionado que en la región de estudio, las soluciones que han contribuido a la formación de esmectitas son de origen meteórico, y debieron proceder de acuíferos recargados en las montañas metamórficas situadas al Norte de la zona. Para que estas soluciones puedan actuar deben ser conducidas, a las temperaturas convenientes, a través de los niveles cineríticos por algún mecanismo de transporte, siendo necesarios los siguientes condicionantes: una estructura geológica que permita circular el agua a niveles profundos, un paso lento de la solución y una elevada área de contacto por parte de la roca, y un camino de retorno a la superficie a través de fracturas, fallas o estratos permeables.

Por otra parte, la fuerza motriz de las soluciones puede ser debida a: diferencias de presión hidrostática, presiones litostáticas, presiones osmóticas (efecto de membrana en pizarras), gradientes de densidad e intrusión de soluciones (magmáticas ó meteóricas).

En nuestro caso, los niveles cineríticos debieron ser excelentes medios porosos de transporte de las soluciones. Como se discutirá más adelante, las aguas meteóricas debieron descender por gravedad a través de fracturas hasta atravesar los niveles cineríticos volcánicos. Estas soluciones, ya calientes, alteraron el material durante su infiltración.

Dadas las temperaturas de alteración mencionadas, 40 a 70° C, no cabe pensar que las soluciones hayan tenido que alcanzar grandes profundidades para su calentamiento. Por otra parte, los nive-

les cineríticos tampoco debieron estar muy profundos. Las evidencias de campo indican claramente que la profundidad máxima de emplazamiento de los niveles piroclásticos no debió superar en ningún caso los 100 metros. En estas condiciones la presión a que estuvieron sometidas las soluciones, tampoco debió superar varias decenas de atmósferas.

Todos estos datos son coherentes con los suministrados por otros yacimientos minerales de origen hidrotermal, que han tenido su emplazamiento a presiones siempre inferiores a 1 Kb (Skinner, 1979).

Por otra parte, para la existencia de un sistema hidrotermal, debe presentarse una anomalía geotérmica. Ahora bien, la energía térmica en la corteza terrestre procede de algunos de los procesos siguientes:

- a) emplazamiento de magmas desde zonas subcrustales.
- b) desintegración radiactiva de  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ .
- c) eliminación de tensiones a lo largo de zonas de fallas.
- d) reacciones exotérmicas mineral-solución.

En nuestro caso, no es necesario invocar ninguno de los tres primeros procesos. Simplemente puede haber existido un sistema de fracturas, que mediante un gradiente geotérmico normal pudieron calentar las aguas metamórficas.

No obstante, la influencia de una cámara magmática en periodo de enfriamiento, puede ser tenida en cuenta, dado que existen algunas evidencias de que las alteraciones hidrotermales han sido relativamente coetáneas del volcanismo de la región.

Se ha podido calcular (Norton y Cathles, 1979) las variaciones de temperatura en el entorno de un cuerpo intrusivo ígneo. En la fig. 5.3 se muestra un plutón emplazado a 2,75 Km por debajo de la superficie, con una temperatura inicial de 750° C. Se han dibujado las anomalías térmicas en función de la distancia al plutón para diferentes tiempos de enfriamiento. Así, se muestran las isothermas y las líneas de flujo hasta 100.000 años. Puede observarse, que la aureola térmica permanece durante grandes periodos de tiempo, y por ejemplo, después de 40.000 años del emplazamiento del plutón, pueden existir temperaturas de 100° C a unos 700 m. de la superficie. Esta temperatura es bien superior a la que existiría con un gradiente geotérmico normal.

Con un foco energético del tipo descrito, pudieron calentarse las soluciones infiltradas, a través de las fracturas provocadas por la presencia de un plutón o de rocas subvolcánicas, que son bastante normales en la región de Cabo de Gata.

Por otra parte, Schoen et al. (1974) han elaborado un modelo de sistema de convección hidrotermal (fig. 5.4) que puede aplicarse perfectamente en nuestro caso y que representa un caso similar al expuesto. Se trata de un simple sistema de convección provocado por aguas de infiltración meteóricas, que se recalientan por un gradiente procedente de un foco magmático. Sin embargo, este foco no es necesario y puede ser válida la presencia de fracturas profundas en un ambiente dominado por un gradiente geotérmico normal.

Las aguas penetran en profundidad, aumentando su temperatura hasta encontrar un nivel poroso, en nuestro caso serian las cenizas volcánicas. La circulación en esta zona permeable se realiza a presión constante y con un aumento de temperatura. Si existe un

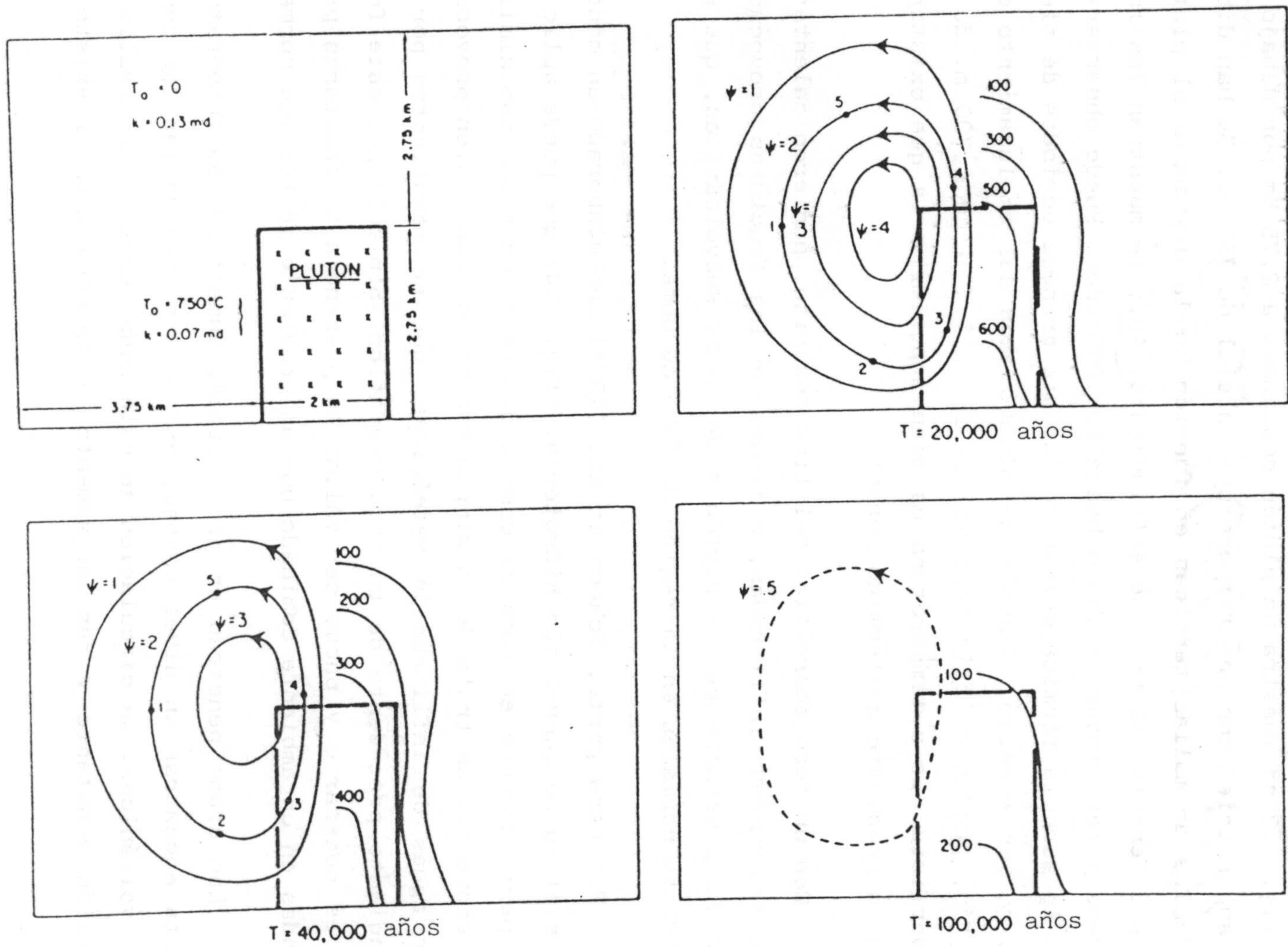
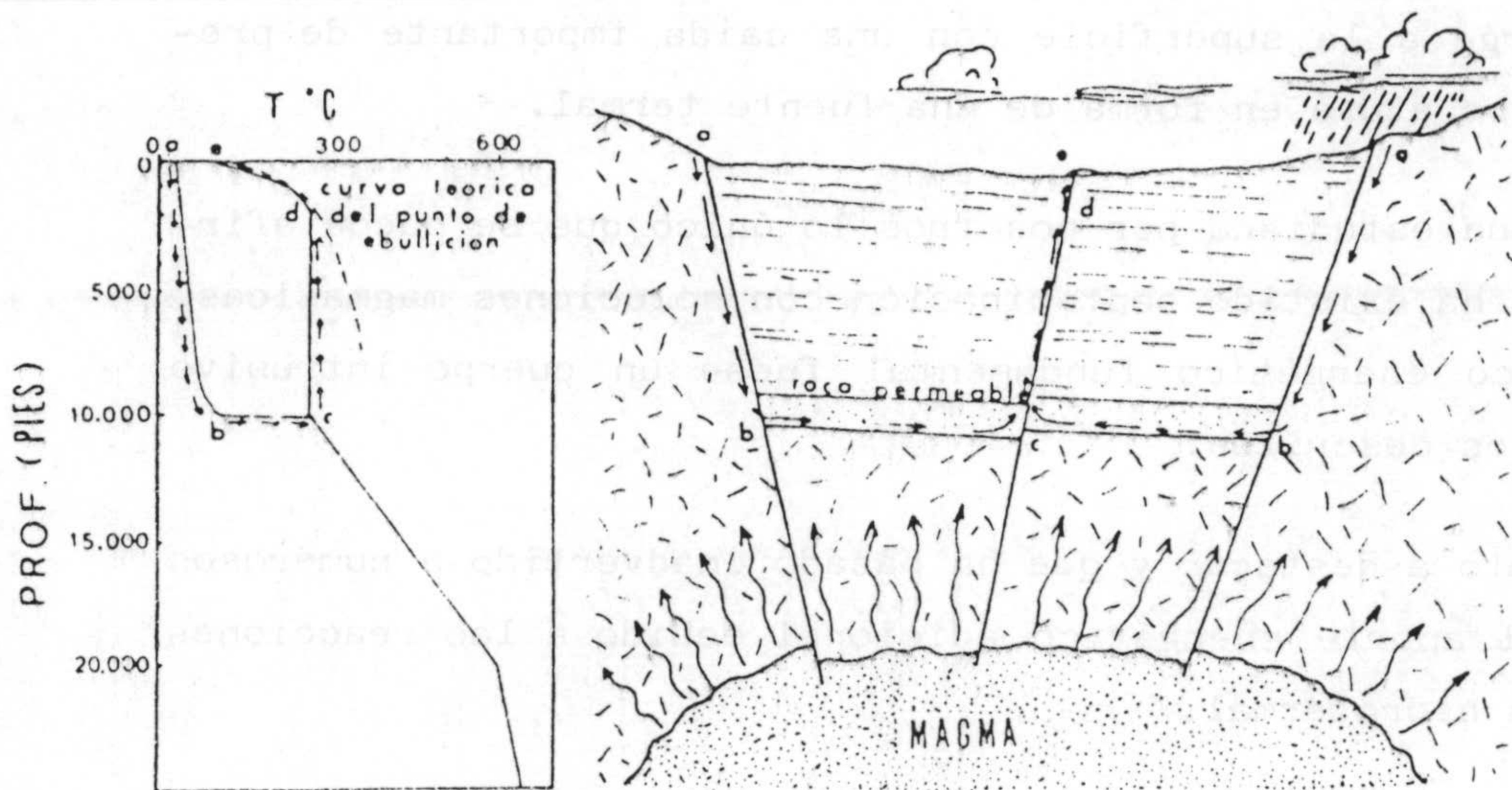


Fig. 5.3



MODELO DE SOLUCION HIDROTHERMAL

Fig. 5.4

sistema de fracturas, NE-SW en la región de Cabo de Gata, la solución comienza su ascenso. Tampoco es necesario que ocurra el caso representado en la figura, en la que el fluido llega a alcanzar la fase de vapor hasta que vuelve al estado líquido en una zona de presión y composición de la solución conveniente. Finalmente, la solución emerge a la superficie con una caída importante de presión y de temperatura en forma de una fuente termal.

En la zona estudiada por nosotros lo único que se puede afirmar es que no ha existido contaminación con soluciones magmáticas, aunque el foco energético fundamental fuese un cuerpo intrusivo del tipo de los descritos.

Un aspecto a destacar y que ha pasado inadvertido a numerosos autores es el aporte energético adicional debido a las reacciones de alteración hidrotermal.

El calor de las reacciones de hidrólisis puede deberse según Norton y Cathles (1979), a: disolución irreversible de minerales primarios, calores de precipitación ó disolución reversible de los minerales hidrotermales, calores de asociación ó disociación de complejos acuosos y calores de reacciones de óxido-reducción entre componentes de la solución.

En el sistema hidrotermal actuante en Cabo de Gata, no parecen haber sido importantes los dos últimos casos. Sin embargo, el proceso de hidrólisis de los materiales vitreos cineríticos y el de precipitación de esmectita deben ser tenidos en consideración.

Con este motivo, Linares (1984) ha realizado el cálculo de variación de la entalpía de reacción en la hidrólisis de la albita, teniendo en cuenta los datos termodinámicos correspondientes tabu-



lados por Robie y Waldbaum (1978). El resultado final suministra, un valor de -48,79 Kcal/mol de albita. En consecuencia la reacción es exotérmica. Este hecho es importante, ya que implica que una vez comenzada la hidrólisis en un nivel piroclástico, la reacción va a continuar espontáneamente, eliminando energía y manteniendo e incluso aumentando la temperatura del sistema. Concretamente se puede deducir de estos datos, que un metro cúbico de cinerita de características típicas de Cabo de Gata podría aumentar en 1° C la temperatura de 150 l de solución.

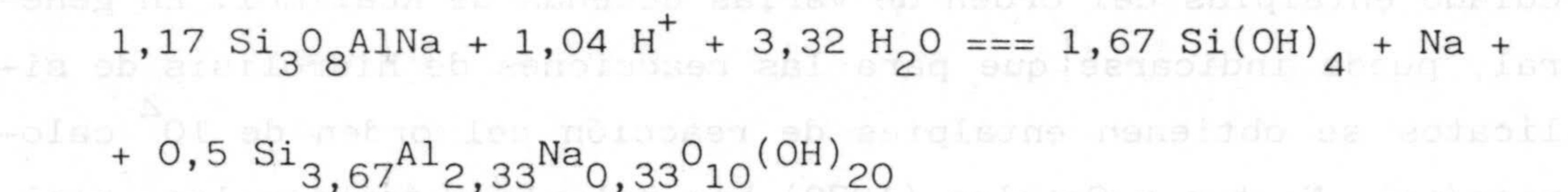
El valor calculado para la reacción de hidrólisis de la albita está en pleno acuerdo con otros calculados por diversos autores. Por ejemplo, Helgeson et al. (1969) y Hemley (1959) han calculado entalpías del orden de varias decenas de Kcal/mol. En general, puede indicarse que para las reacciones de hidrólisis de silicatos se obtienen entalpías de reacción del orden de  $10^4$  calorías/mol. Norton y Cathles (1979) han calculado también las entalpías de hidrólisis de una cuarzodiorita de 300° C; y encuentran que para todas las reacciones de alteración se desprenden entre 44 y 68 Kcal/g. de roca original.

En conexión con esto hay que tener en cuenta que las entalpías de hidrólisis disminuyen al aumentar la temperatura (Helgeson, 1969). En efecto, a bajas temperaturas la relación de masas: minerales destruidos/minerales neoformados es más alta, y las altas entalpías de disolución incrementan la energía total.

Por consiguiente, el efecto de las reacciones de hidrólisis en un sistema hidrotermal va a consistir en ampliar la duración de la anomalía térmica, especialmente en las etapas de más bajas temperaturas.

Esto es un dato más para suponer que no fué necesaria la existencia de un cuerpo intrusivo como foco energético del sistema hidrotermal actuante en Cabo de Gata. Un gradiente normal y las entalpías de hidrólisis fueron, probablemente suficientes, para provocar la alteración a bentonita de los niveles piroclásticos.

Ahora bien, desde un punto de vista estrictamente termodinámico, no basta solo conocer si la reacción es exotérmica, es más importante conocer si la variación de energía libre de la alteración hidrotermal es también negativa. De esta forma, no solo se tendrán en cuenta los efectos entálpicos, sino también los debidos a la entropía. Para simplificar el sistema se ha tomado como reacción tipo la siguiente:



En primer lugar se ha calculado la variación de la energía libre en condiciones normales, para después calcularla en función de la temperatura. Se han utilizado los datos termodinámicos de Robie y Waldbaum (1978) y de Weast y Astle (1982). Para la energía libre standard se ha obtenido un valor de -46,75 Kcal, y como ecuación de variación con la temperatura:

$$G_{p,t} = 46750 + 1,39 (T - 298)$$

Este resultado indica que la reacción de formación de esmectita a través de albita será siempre espontánea, prácticamente para cualquier temperatura. Por todo ello, puede decirse que la formación

de esmectita transcurre a través de un proceso que podría denominarse "autopropulsante" ó "autocatalizado", que conducirá a la destrucción total de los materiales originales.

El aspecto dinámico de las reacciones hidrotermales ha llevado a pensar que no pueden darse condiciones de equilibrio en un auténtico sentido termodinámico. Diversos autores han sugerido los términos de "equilibrio local o en mosaico" (Korzhinskii, 1955; Thompson, 1959). Helgeson (1971) ha sugerido el término de "equilibrio parcial" según el cual solo existe equilibrio entre solución y las nuevas fases que se están formando.

Toda esta controversia ha traído como consecuencia la modificación de la Regla de las Fases de Gibbs de la forma siguiente:

$$P = C - M$$

en la que

P = es el número máximo de fases presentes en un sistema a presión, temperatura y composición de la solución determinados.

C = es el número total de componentes inertes, definidos por su presencia o ausencia en el sistema.

M = es el número de componentes móviles, cuya concentración o potencial químico está controlado por condiciones externas del sistema.

Por ello, en muchos sistemas hidrotermales, al ser muy elevado el número de componentes móviles, el número de fases resultantes es mínimo, e incluso puede ser la unidad. Esta es la razón de por qué en nuestra zona de estudio solo aparecen como máximo cuatro fases, esmectita, zeolita, tridimita y feldespato potásico, como productos de la alteración. En esta situación los componentes móviles son casi todos los elementos clásicos, Si, Mg, Ca, Na, K, e incluso Al, Fe y Ti.

El proceso de hidrólisis a pequeña escala debe comenzar con la hidratación del material vítreo feldespático de los niveles cineríticos. Posteriormente debe seguir la desvitrificación con formación de núcleos de crecimiento de minerales neoformados.

La hidratación consiste en la ruptura de los grupos -Si-O-Si- de la estructura más o menos vítrea para formar grupos -Si-OH, produciéndose una expansión en la red de poliedros de  $\text{SiO}_4$ . La velocidad de este proceso, en función de la temperatura, ha sido estudiado por diversos autores (Friedman et al. 1960, 1966), (Marshal, 1961) por su importancia en la posible datación de obsidianas en base a los espesores de la capa de hidratación.

La desvitrificación es un fenómeno más complejo, ya que incluye la nucleación y crecimiento de los cristales de esmectita, en nuestro caso. Lofgren (1970) ha podido demostrar que la hidratación es un proceso más rápido que la desvitrificación, entres o cuatro ordenes de magnitud. Tambien ha demostrado Lofgren la gran importancia que tiene la composición de la solución en el proceso de desvitrificación; por ejemplo, la presencia de pequeñas cantidades de cationes alcalinos en la solución aumenta cuatro o cinco veces el orden de magnitud del proceso de desvitrificación. Está

demostrado, también, que la expansión de la red, durante la hidratación permite un mayor intercambio entre elementos de la solución y del material.

Por consiguiente, la presencia de electrolitos en las soluciones hidrotermales debe acelerar la velocidad de las reacciones de hidrólisis. Al existir reacciones de intercambio de materia entre solución y el material sólido, es fácil que se puedan alcanzar los productos de solubilidad de las esmectitas en el caso que estudiamos.

Desde un punto de vista macroscópico, la reacción de formación de esmectita provoca pérdidas importantes de materia, tal como se ha podido ver en las reacciones antes citadas. Para el caso de la formación de esmectita a partir de un material albitico se puede calcular que por cada Kg. de albíta se pueden formar unos 500 gr. de esmectita, perdiéndose una cantidad igual de materia, en la que se incluye a la sílice y el sodio, en este caso. Para que la sílice se pueda eliminar en forma soluble, son necesarias grandes cantidades de solución hidrotermal. Ahora bien, dada la inestabilidad de estas soluciones, la sílice precipita en forma de  $\alpha$ -tridimita, al descender ligeramente la temperatura.

A nivel de yacimientos, se han podido calcular las pérdidas de materia que tienen lugar durante el proceso de formación de bentonita, realizando cálculos de balances geoquímicos. En el apartado correspondiente ya se vieron las pérdidas de materia tan importantes producidas en la zona estudiada.

Por consiguiente, el proceso de formación de esmectitas puede considerarse como uno de los casos más destructivos de la naturaleza.

Los procesos de alteración hidrotermal son un caso típico de fenómeno irreversible. En consecuencia, el estudio de los equilibrios no puede realizarse en base a los métodos de la Termodinámica clásica. Helgeson (1970) ha sido el pionero en aplicar los métodos de la termodinámica de los procesos irreversibles, de Prigogine, a los sistemas naturales, junto con las teorías de la mecánica de fluidos, la cinética química, la teoría del transporte y la tecnología de los ordenadores.

Un aspecto que se deduce directamente de los estudios de procesos irreversibles, es la posibilidad de calcular el tiempo necesario para la formación de un yacimiento de bentonita. Para ello se va a hacer uso de las ecuaciones deducidas por Helgeson (1970). La capacidad reactiva de una solución se puede definir en términos de actividad del  $H^+$ ; cuanto más ácida sea una solución, mayor será su reactividad. Se puede definir una función de velocidad:

$$m_i - m_i^0 = 2\psi\eta kt^{1/2}$$

en donde:

$t$  = tiempo en días.

$m_i - m_i^0$  = moles hidrolizados del mineral  $i$ .

$\psi$  = razón entre el área superficial del mineral reactante y de la roca expuesta a la solución.

$\eta$  = razón entre el agua superficial de los poros y la masa de agua en el sistema ( $cm^2/Kg H_2O$ ).

$K$  = constante de velocidad.

En un sistema poroso, como puede ser una toba o una ignimbrita, la porosidad media es:

$$\eta = \frac{A_g \cdot N_g}{P_o}$$

donde:

$A_g$  = área superficial media de los granos minerales.

$N_g$  = número de granos/dm<sup>3</sup> de roca.

$P_o$  = porosidad de la roca.

Si suponemos que la porosidad es de 0,25, el radio de los granos de 10<sup>-3</sup> cm;  $\phi = 0,8$ ,  $K = 10^{-9}$  y  $m_i - m_i^o = 10^{-3}$ /Kg H<sub>2</sub>O, el tiempo que se obtiene es de 5 x 10<sup>-3</sup> días.

Por tanto, para alterar 1 Kg de roca serian necesarios 13,3 días, y si suponemos un yacimiento con unas reservas de 5 x 10<sup>5</sup> Tm, el tiempo para su alteración total sería de 1,8 x 10<sup>6</sup> años, y el agua necesaria para provocar esta alteración de 2,67 x 10<sup>9</sup> Kg.

Todos estos valores aunque son especulativos, están dentro de los órdenes de magnitud citados para algunos yacimientos minerales conocidos.

Para finalizar es conveniente comparar el conjunto de datos expuestos con otros deducidos en áreas geotérmicas actuales, e intentar como resultado global elaborar un diagrama de equilibrio de fases para los filosilicatos del tipo 2:1.

Recientemente Ellis (1979), ha realizado una recopilación de datos de áreas geotérmicas, algunos de cuyos resultados, más directamente relacionados con nuestro tema, se han incluido en la tabla 5.1. En esta tabla, se muestran las temperaturas máximas a



las que persisten montmorillonita y mordenita; en otros casos se indica la profundidad máxima. Por encima de estas temperaturas, las esmectitas pasan inexorablemente a interestratificados ilita/esmectita y posteriormente a ilita. Por tanto, parece deducirse que las máximas temperaturas de existencia de esmectita son 200° C y la máxima profundidad a 400 metros.

El conjunto de estos datos se pueden comparar con el diagrama de fases para sedimentos propuesto por Velde (1977) (fig. 5.5). En efecto, todos los datos correspondientes a las esmectitas caen dentro de su campo. Sin embargo, cabría hacer una distinción, y es que el campo de la esmectita debería reducirse; ya que no existen en ambientes hidrotermales esmectitas por encima de los 400 metros de profundidad.



Tabla 5.1

Temperatura máxima o profundidad para esmectita y mordenita en áreas geotérmicas actuales.

Localidad		Esmectita	Mordenita
Hveragerdi,	Islandia	100 m	-
Reykjavik,	Islandia	200 m	120° C
Reykjanes,	Islandia	400 m. 200° C	230° C
Wairakei,	Nueva Zelanda	130° C	100° C
Yellowstone,	USA	-	170° C
Hatchobaru,	Japón	100-200° C	-
Salton Sea ,	USA	100° C	-

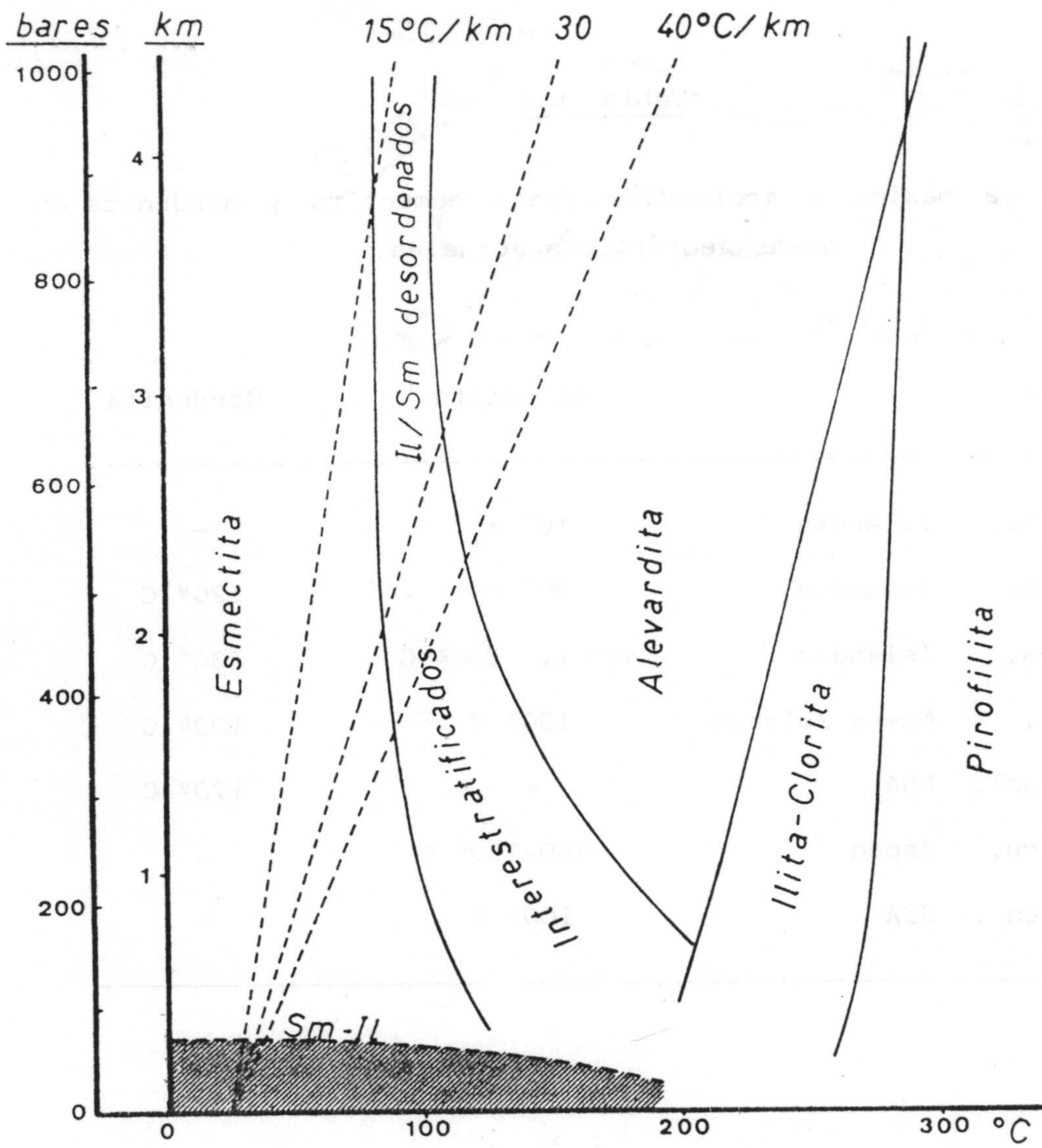


Fig. 5.5

CONCLUSIONES GENERALES

CONDENSED STATEMENTS

## CONCLUSIONES

1.- Las bentonitas estudiadas en esta memoria, son las más silíceas y férricas de toda la región, en cambio presentan menores contenidos de magnesio y sodio, y son las de menor grado de alteración.

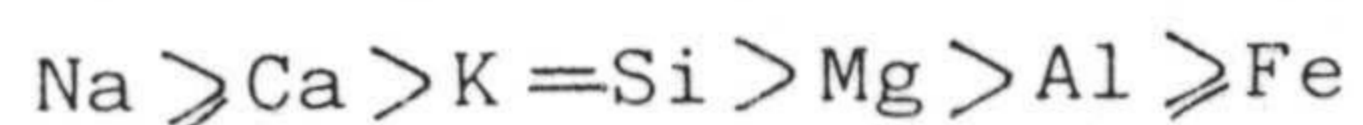
Aunque las esmectitas correspondientes son las menos silíceas de la región de Cabo de Gata presentan, sin embargo, mayor contenido en sílice que la mayoría de las descritas en la bibliografía. Asimismo son más férricas, sódicas y potásicas que las del resto de la región.

2.- Estas bentonitas presentan como minerales neoformados, además de esmectita que es claramente mayoritaria, ilita, jarosita, zeolitas (mordenita, clinoptilolita/heulandita y filipsita) y tridimita de baja temperatura. Como minerales heredados de la roca original se encuentran, cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, anfíbol y mica.

3.- En la fracción fina, se encuentran, igualmente, como mineral mayoritario la esmectita, salvo en zonas muy localizadas en que se trata de una ilita o interestratificados ilita-montmorillonita. Los parámetros cristalográficos de las esmectitas son muy similares a las del resto de la región de Cabo de Gata. Los valores del índice de cristalinidad son, en su mayor parte, característicos de esmectitas hidrotermales.

4.- A partir de la experiencia de alteración experimental realizada sobre rocas frescas procedentes de la zona de estudio, se

puede deducir que el grado de hidrólisis depende, fundamentalmente, de las características texturales de la roca estudiada. Considerando la pérdida real de materia durante el proceso, el orden de movilidades de los elementos es:



El magnesio liberado de las rocas pasa en su mayor parte a la esmectita neoformada. El hierro, al menos en los primeros estados de alteración, también se integra en la esmectita. Las esmectitas neoformadas, al corresponder a grados de alteración bajos, presentan claras diferencias en las fórmulas estructurales, respecto a las esmectitas naturales: alta sustitución tetraédrica, hierro octaédrico elevado y magnesio octaédrico bajo.

5.- A partir del estudio de los cationes y aniones extraíbles de las bentonitas, se puede ver que las soluciones hidrotermales de la zona Norte de Sierra de Gata son fundamentalmente, bicarbonatadas cálcicas, mientras que al desplazarse hacia el Sur se van haciendo más cloruradas y sódicas, asimismo se observa una progresiva disminución en magnesio. Por otra parte, la composición de estas soluciones están de acuerdo con un origen meteórico. Asimismo, teniendo en cuenta el geotermómetro Na K Ca de Fournier y Truessedell, las soluciones deducidas debieron estar en equilibrio con las temperaturas calculadas mediante el fraccionamiento isotópico. Y estas soluciones además, se encuentran dentro del campo de estabilidad de la montmorillonita.

6.- El conjunto de afloramientos de bentonitas de la región de Cabo de Gata se ha asociado, según su contexto geológico en seis grupos. Trás la realización del balance geoquímico de Barth, se han podido deducir las respectivas rocas originales, siendo, según la clasificación de Araña y Ortiz (1984), dacitas con potasio medio y alto; riolitas con potasio alto y andesitas básicas y ácidas con potasio medio.

Durante el proceso de bentonitización de estas rocas, se produce una importante pérdida de materia, que depende de su composición. En cada caso se tiende hacia una esmectita tipo, de composición definida; por tanto si sobran elementos en las cineritas se produce su movilización, por el contrario si no existen o son deficitarios deben ser aportados por la solución alteradora.

El rendimiento en la producción de bentonita es muy variable, oscilando desde un 47% hasta un 87%, dependiendo del grado de acidez de la roca. Por tanto, es necesaria una mayor cantidad de roca original para dar la misma cantidad de bentonita, conforme dicha roca sea más ácida. La cantidad de material original puede oscilar, desde el doble, hasta casos en que la roca prácticamente ni pierde ni gana elementos, y en consecuencia, la alteración se efectúa a peso constante.

7.- La composición de las esmectitas depende, aproximadamente en un 50%, del tipo de roca original, así la sustitución tetraédrica y el aluminio octaédrico aumentan con el grado de acidez de la roca, mientras que el Mg octaédrico y la carga total disminuyen. El Fe octaédrico permanece constante.

8.- Otro factor que condiciona la composición de las esmectitas es el grado de alteración, cuanto mayor es este se produce un aumento en el contenido de aluminio octaédrico, así como en la carga total, mientras que la sustitución tetraédrica y el hierro octaédrico disminuyen; el magnesio octaédrico es prácticamente constante. Las esmectitas que se forman al principio de la alteración tienden hacia la serie beidellita-nontronita, mientras que la esmectita que existe cuando la alteración es completa, correspondería a una montmorillonita típica.

Químicamente el cambio más importante que experimentan las esmectitas, conforme avanza la alteración, es la disminución del Fe octaédrico que lleva consigo una disminución de "b" octaédrico, ya que el magnesio octaédrico es prácticamente constante.

9.- El aumento de la temperatura de formación de las esmectitas provoca un aumento en  $\text{Si}^{\text{IV}}$ ,  $\text{Mg}^{\text{VI}}$ , carga total e índice de cristalinidad, mientras que el  $\text{Fe}^{\text{VI}}$  y el parámetro "b" disminuyen. La temperatura de formación de las bentonitas de la zona Sur de Sierra de Gata ha debido oscilar alrededor de los 50° C.

10.- Para las condiciones imperantes en la región de Cabo de Gata, se han podido deducir las condiciones óptimas de formación de las distintas esmectitas, así:

a) Una Beidellita necesitará una roca original ácida, se formará en los estados iniciales de alteración y a temperaturas bajas.

b) Una Montmorillonita debe formarse a partir de rocas básicas, a temperaturas altas y en los estados finales de alteración.



c) Una Nontronita se formará a temperaturas bajas, en los primeros estados de alteración y a partir de cualquier tipo de roca.





Handwritten text, possibly a title or name, appearing as bleed-through from the reverse side of the page.



BIBLIOGRAFIA

Handwritten text, possibly a signature or name, located at the bottom of the page. The text is faint and appears to be written in cursive or a similar script.

## BIBLIOGRAFIA

- ALEIXANDRE, V., 1949., Análisis Térmico Diferencial de algunas arcillas y caolines españoles., An. Edaf. Fis. Veg., 8, 631-662.
- ARAÑA, V. y ORTIZ, R., 1984., Volcanología., Ed. Rueda. Madrid., 510 pp.
- ARAÑA, V. y VEGAS, R., 1974., Plate tectonics and volcanism in the Gibraltar arc., Tectonophysic., 24, 197-212.
- ATANASOV, G. y GORANOV, A., 1963., Bentonitic clays from the region of Kurdjali., Ann. Univ. Sofia., 56, 149-188.
- AUGUSTIN, V., 1973., Estudio geoquímico de las alteraciones de tobas volcánicas en el sector del Pozo de los Frailes, Cabo de Gata, Almería., Tes. Univ. Granada., 260 pp.
- BARAHONA, E., 1974., Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: Evaluación de algunos ensayos de materias primas., Tesis Doct. Univ. Granada., 398 pp.
- BARAHONA, E y colaboradores (Grupo de trabajo de Normalización de métodos analíticos, C.S.I.C.), 1984., Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos IV. Determinación de carbonatos totales y caliza activa., I Congreso Nacional de suelos, Madrid., 1, 53-67.

- BARNES, H. L., 1979., Geochemistry of hydrothermal ore deposits., John Wiley and sons. New York., 798 pp.
- BARTH, T. W., 1948., Oxigen in rocks: a basis for petrographic calculations., Jour. Geology., 56, 60-61.
- BELLON, H. y BROUSSE, R., 1977., Le magmatism perimediterraneen occidentale. Essai de synthese., Bull. Soc. Geol. France., 19, 469-480.
- BELLON, H., y LETOUZEY, J., 1977., Volcanism related to plate-tectonic in the western and eastern Mediterranean. en: Int. Sym. Structural Hist. Mediterranean basins. (B. Biju-Duval y L. Montadert edit.), Ed. Technip. Paris., 165-184.
- BISCAYE, P.E., 1965., Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic and adyacent seas and ocean. Bull. Soc. Am., 76, 803-832.
- BOLT, G.H. y BRUGGENWERT, M.G.M., 1978., Soil chemistry. A basic elements., Elsevier Sci.Pub. Co. Amsterdan., 281 pp.
- BOUSQUET, J.C., 1977., Contribution a l'etude de la tectonique recente en Mediterranee occidentale: Les donnees de la neotectonique dans l'arc de Gibraltar et dans l'arc tyrrhenien. En: Inter. Sym. Structural History of the Mediterranean Basins (B. Biju-Duval y L. Montadert, edit.) ed. Technip. Paris., 199-214.

- BROWN, G., 1961., The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals., Mineralogical society. London., 544 pp.
- BUSENBERG, E. y CLEMENCY, C.V., 1976., The dissolution kinetics of feldspar at 25<sup>a</sup> C and 1 atm. CO<sub>2</sub> partial pressure., Geochim. Cosmochim. Acta., 40(1), 41-50.
- CABALLERO, E., 1982., Composición Química y Mineralógica de las bentonitas de la Serrata de Níjar (Almería)., Tes. Univ. Granada, 198 pp.
- CABALLERO, E., FERNANDES PORTO, M.J., LINARES, J. y REYES, E., 1983., Las bentonitas de la Serrata de Níjar. Mineralogía, Geoquímica y mineralogénesis., Estud. Geol., 39, 121-140.
- CARPENTER, A.B., TROUT, M.L. y PICKETT, E.E., 1974., Preliminary report on the origin and chemical evolution of lead- and zinc-rich oil field brines in Central Mississippi., Econ. Geol., 69, 1191-1206.
- CAVINATO, A., 1957., Geology and genesis of some Italian bentonites., Accad. Nazionale dei Lincei, Rome., 23, 10 pp.
- CLARK, S.P., 1966., Handbook of physical constants., Geol. Soc. Amer. Inc. Mem. 97.
- COELLO, J. y CASTAÑON, A., 1965., Las sucesiones volcánicas de la zona de Carboneras (Almería)., Estud. Geol., 21, 145-166.



- COLMAN, S.M., 1981., Rock-weathering rates as functions of time.,  
Quaternary Research., 15, 250-264.
- COLMAN, S.M. y PIERCE, K.L., 1980., Weathering rinds on andesitic  
and basaltic stones as a quaternary age indicator,  
western United States., U.S. Geological Survey Professional Paper., 1210 pp.
- COOLEY, W.W. y LOHNES, P.R., 1971., Multivariate data analysis.,  
Wiley and sons. New York., 364 pp.
- CORRENS, C.W., 1963., Experiments on the decomposition of silicates  
and discussion of chemical weathering., Clays and  
Clay Minerals 12, 443-459.
- CORRENS, C.W. y VON ENGELHART, W., 1938., Neue Untersuchungen über  
die Verwitterung des Kalifeldspats., Chem. Erde., 12,  
1-22.
- DECARREAU, A., 1977., Etudes experimentales d'alteration en système  
ouvert de matériaux géologiques naturels. Approche  
experimentale des mécanismes d'alteration. Comportement  
géochimique des éléments majeurs et en traces.,  
Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr., 100, 289-301.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. y ZUSSMAN, J., 1975., Rock forming mineralogy  
Framework silicates., Vol. 4, 435 pp.
- DECOURT, J., 1970., L'expansion océanique actuelle et fossile; ses  
implications géotectoniques., Bull. Soc. Geol. France.,  
12, 261-317.



- DEWEY, J.F., PITMAN, W.C., RYAN, W.B.F. y BONNIN, J., 1973., Plate tectonics and the evolution of the alpine system., Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 3137-3180.
- DIAZ, A., GOMEZ-PUGNAIRE, M.T., PUGA, E. y TORRES ROLDAN, R., 1979., Igneous and metamorphic processes in the geotectonic evolution of the Betic Cordilleras. Southern Spain., Cuad. Geol., 8-9; 37-60.
- DITTLER, E. y KIRNBAUER, F., 1933., The bentonite occurrence at Tomasti, Rumania. Z. Prakt. Geol., 41, 121-127.
- DIXON, J.B. y WEED, S.B., 1977., Minerals in soil environments., Soil environments., Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, U.S.A., 948 pp.
- DRAPER, N.R. y SMITH, H., 1981., Applied Regression analysis., Wiley. New York., 708 pp.
- ELLIS, A.J., 1979., Explored geothermal systems. En: Geochemistry of hydrothermal ore deposits. (H.L. Barnes ed.), John Wiley and sons. New York., 632-683.
- ELLIS, A.J. y MAHON, W.A.J., 1964., Natural hydrothermal systems and experimental hot-water/interactions., Geochim. Cosmochim. Acta., 28, 1323-1357.
- ESTEBAN, E., GOMEZ, M. y LAVADO, R., 1973., Determinación de azufre asimilable en suelos típicos de la provincia de Granada., Agrochim., 18, 210-217.

- FONTES, J. Ch., 1980., Environmental isotopes in Groundwater hydrology. En: Handbook of environmental isotope geochemistry. (Fritz, P. y Fontes, J.Ch. Ed.)., Elsevier Scientific Company, New York., 75-140.
- FOURNIER, R.O. y TRUESDELL, A.H., 1973., An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters., Geochim. Cosmochim. Acta., 37, 1255-1275.
- FRIEDMAN, J.J. y SMITH, R.L., 1960., A new dating using obsidian. I: The development of the method., Antiquity., 25, 476-522.
- FUSTER, J.M., AGUILAR, M.J. y GARCIA, A., 1965., Las sucesiones volcánicas en la zona del Pozo de los Frailes, dentro del volcanismo cenozoico del Cabo de Gata (Almería)., Estud. Geol., 21, 199-222.
- GALAN, E. y CASTILLO, A., 1984., Sepiolite paligorskite in Spanish Tertiary basins: Genetical, patterns in continental environments. En: Paligorskite-sepiolite: occurrences, genesis and uses (Singer, A. y Galan E. ed.). Elsevier, Nueva York., 87-124.
- GILL, J., 1981., Orogenic andesites and plate tectonics., Springer Verlag, Berlin, 390 pp.
- GOLDICH, S.S., 1938., A study in rock-weathering., J. Geol. Chicago., 46, 17-58.

- GONZALEZ GARCIA , S. y MARTIN VIVALDI , J.L., 1949., Caracterización y propiedades de una bentonita de Almería., An. Ed. Fis. Veg. 8, 567-582.
- GONZALEZ GARCIA, S. y BEUTELSPACHER, P., 1956., Estudio al microscopio electrónico de la bentonita de Almería., Anal. R.S.E. Fis. y Quim., 52, 339-346.
- GRIM, R.E., 1968., Clay Mineralogy., McGraw-Hill Book Company. New York, 596 pp.
- GRIM, R.E. y GUVEN, N., 1978., Bentonites: Geology, mineralogy, properties and uses., Elsevier Scientific, publishing company. New York., 256 pp.
- HARDER, H., 1972., The role of magnesium in the formation of smectite minerals., Chem. Geol., 10, 31-39.
- HAY, R.L., 1964., Phillipsite of saline lakes and soils., Am. Mineral., 49, 1366-1387.
- HELGESON, H.C., 1970., Reactions rate in hydrothermal flow systems., Econ. Geol., 65, 299-303.
- HELGESON, H.C., 1971., Kinetics of mass transfer among silicates and aqueous solutions., Geochim. Cosmochim. Acta., 35, 421-469.
- HELGESON, H.C., GARRELS, R.M. y MACKENZIE, F.J., 1969., Evaluation of irreversible reaction in geochemical processes in-

- volving minerals and aqueous solutions-II. Applications., *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 33, 455-481.
- HEM, J.D., 1970., Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water., *Geol. Sur. Water-Supply Paper.*, 1473 pp.
- HEMLEY, J.J., 1959., Some mineralogical equilibria in the system:  $K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ ., *Am. Jour. Sci.*, 257, 241-270.
- HEMLEY, J.J., MEYER, C. y RITCHER, D.H., 1961., Some alteration reactions in the system:  $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ ., *Geol. Surv. Prof. Paper.*, 424, 338-340.
- HEMLEY, J.J. y JONES, W.R., 1964., Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogen metasomatism. *Econ. Geol.* 59, 538-569.
- HOEFS, J., 1980., *Stable isotope geochemistry.*, Springer-Verlag. Berlin. 208 pp.
- HOFFMANN, F. y JAGER, E., 1959., Saponite as and alteration production of basaltic tuff at Karlihof., *Schweiz. Mineral Petrogr. Mitt.* 39, 117-124.
- HOLDREN, G.R. y BERNER, R.A., 1979., Mechanism of feldspars weathering-I. Experimental studies., *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 43, 1161-1171.

- HOLGREM, G.G.S., 1967., A rapid citrate ditionite extractable iron procedure., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31, 210-211.
- HUERTAS, F., LINARES, J. y MARTIN VIVALDI. J.L., 1971., Minerales fibrosos de la arcilla en cuencas sedimentarias españolas I. Cuenca del Tajo:., B.G. y M.T., LXXXII-VI.
- HUERTAS, F., LINARES, J., PESCATORE, T. y POZZUOLI, A., 1977., Su alcuni depositi miocenici dell'Appennino lucano., Geologia Applicata Idrogeologia XII, 251-259.
- IIJIMA, A. y UTADA, M., 1971., Present-day zeolitic diagenesis of the Neogene geosinclinal deposits in the Niigata oil field Japan. En: Molecular sieve zeolites-I., Ad. Chem. Ser., 101, 342-349.
- JEFFERY, P.G., 1970., Chemical methods of rocks analysis., Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto., 507 pp.
- JORESKOG, K.G., KOGLAN, J.E. y REYMENT, R.A., 1976., Geological factors analysis., Elsevier, New York., 178 pp.
- KHAN, A., 1959., Studies on the size and shape of clay particles in suspensions., Clays and Clay Min., 6, 220-236.
- KLUG, H.P. y ALEXANDER, L.E., 1954., X-Ray Diffraction Procedures (for polycrystalline and amorphous materials)., J. Wiley and sons. New York., 716 pp.

- KORZHINSKII, D.S., 1965., The theory of systems with perfectly mobile components and processes of mineral formation., Amer. J. Sci., 263, 193-205.
- KRAUSKOPF, K.B., 1967., Introduction to Geochemistry., McGraw-Hill Book Company. New York. 721 pp.
- LAGACHE, M., 1965., Contribution a l'etude de l'alteration des feldspaths, dans l'eau, entre 100 et 200° C sous diverses pressions de CO<sub>2</sub>, et application a la synthese des mineraux., Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr., 88, 223-253.
- LAGACHE, M., 1976., New data on the kinetics of the dissolution of alkali feldspars at 200° C in CO<sub>2</sub> charged water., Geochim. Cosmochim. Acta., 40, 157-162.
- LE PICHON, X., PAUTOT, G. Y WEIL, J.P., 1972., Opening of the Alboran sea., Nature phys. sci., 236, 83-85.
- LEBEDEV, L.M. y NIKITINA, I.B., 1968., Chemical properties and ore content of hydrothermal solutions at Cheleken., Dokl. Akad. Nauk, SSSR, Engl. transl. Earth, Sci. Sect., 68, 30-36.
- LEON, C., 1967., Las formaciones volcánicas del Cerro de los Lobos (Almería), (Sureste de España)., Estud. Geol., 23, 15-28.
- LEONE, G., REYES, E., CORTECCI, G., POCHINI, A. y LINARES, J., 1983., Genesis of bentonites from Cabo de Gata, Alme-

- ría, Spain: A stable isotope study., Clay Minerals., 18, 227-238.
- LINARES, J., 1963., Bentonitas de Almería. Estudio mineralógico y técnico., Tes. Doc. Univ. Granada, 167 pp.
- LINARES, J., 1984., The proces of bentonite formation in Cabo de Gata, Almería, SE Spain., The First Italian-Spanish Congress "Clays and Clay Minerals". Seiano de Vico Equense, Italia, 1984. (En prensa).
- LINARES, J. y HUERTAS, F., 1971., Kaolinite: synthesis at room temperature., Science., 171, 896-897.
- LINARES, J., HUERTAS, F., LACHICA, M. y REYES, E., 1972., Geochemistry of trace elements during the genesis of coloured bentonites., Proceedings 1972 International Clay Conference., I, 351-360.
- LINARES, J., HUERTAS, F., REYES, E., TERRER, A., PUY, J.L., AUGUSTIN, V. y MARTINEZ, J.J., 1972., Bentonite deposits of Cabo de Gata, Almería, SE Spain., Field trips guide, 1972 Int. Clay Conf. Madrid, 1/III, 44-59.
- LINARES, J., HUERTAS, F., BARAHONA, E., REYES, E., AUGUSTIN, V. y PUY, J.L., 1974., Some precissions on the genesis of bentonite from Almería (SE Spain)., Deuxieme reunion des groupe europeens des argiles. Estrasburgo (Francia).

- LODDER, W., 1966., Gold alunite deposits and zonal wall-rock alteration near Rodalquilar SE Spain., Acad. Proefschrift, Amsterdam.
- LOFGREN, G., 1970., Experimental devitrification rate of rhyolite glass. Geol. Soc. Amer. Bull., 81, 553-560.
- LOPEZ RUIZ, J. y RODRIGUEZ BADIOLA, E., 1980., La región volcánica neógena del Sureste de España., Estud. Geol., 36, 5-63.
- LOUGHNAN, F.C., 1969., Chemical weathering of the silicate minerals., American Elsevier Publishing Company, Inc. New York., 154 pp.
- LUPINO, R., 1954., A bentonite from the Island of Ponza., Ric. Sci. Rome., 1954, 2326-2339.
- MACKENZIE, R.C., 1957., The montmorillonite, D.T.A. curve(I)., Bull. Gr. Franc. des Argiles., 9, 7-15.
- MARSHALL, C.E., 1949., The colloid chemistry of the silicate minerals., Academic Press, Inc. New York., 195 pp.
- MARTIN VIVALDI, J.L., CANO, J. y FONTBOTE, J.M., 1956., The bentonites from the volcanic region of Cabo de Gata, Almería., Clays Clay Min. Nat. Research. Council Publ., 456, 181-184.



- MARTIN VIVALDI, J.L., SIERRA, J. y LEAL, J., 1971., Some aspects of the mineralization and wall-rock alteration in the Rodalquilar goldfield, SE Spain., Soc. Mining, Geol. Japan, Spec. Issue., 2, 145-152.
- MASON, B. y MOORE, C.B., 1982., Principles of Geochemistry., John Wiley and sons. New York., 344 pp.
- MILLOT, G., 1964., Geologie des argiles. Alterations, Sedimentologie, Geochimie., Masson et Cie. Ed. Paris., 499 pp.
- MUFFLER, L.J.P. Y WHITE, D.E., 1969., Active metamorphism of Upper Cenozoic sediments in the Salton Sea geothermal field and the Salton Trough, Southeastern. California., Bull. Geol. Soc. Am., 80, 157-182.
- NIXON, R.A., 1979., Differences in incongruent weathering of plagioclase and microcline., Geology., 7, 221-224.
- NORTON. D. y CATHLES, L.M., 1979., Thermal aspects of ore deposition. En: Geochemistry hydrothermal ore deposits (H.L. Barnes ed.), John Wiley and sons. New York., 611-631.
- PACES, T., 1973., Steady-State kinetics and equilibrium between ground water and granitic rocks., Geochim. Cosmochim. Acta., 40, 1409-1522.
- PAEZ, A. y SANCHEZ SORIA, P., 1965., Vulcanología del Cabo de Gata entre San José y Vela Blanca., Estud. Geol. 21, 223-246.

- PARKER, C.A. y GODDARD, A.P., 1950., The reaction of aluminium ion with alizarin-3-sulphonate, with particular reference to the effect of calcium ions., *Anal. Chim. Acta.*, 4, 517-536.
- PATTERSON, S.H., 1955., *Geology of the Northern Black Hills Bentonite Mining District.*, Ph. D. Thesis Univ. Illinois., 137 pp.
- PECERILLO, A. y TAYLOR, S., 1976., Geochemistry of Eocene calco-alcaline volcanic rocks from the Kastamoun area, Northern Turkey., *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63-81.
- PETROVIC, R., 1976., Rate control in feldspars dissolution-II. The protective effect of precipitates., *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 40, 1509-1522.
- PUY, J.L., 1973., *Estudio geoquímico sobre alteraciones de rocas volcánicas en el sector de Rodalquilar (Cabo de Gata, Almería).*, Tesis Univ. Granada. 208 pp.
- PUY, J.L., HUERTAS, F. y LINARES, J., 1974., Estudio geoquímico de las alteraciones de rocas volcánicas en el sector de Rodalquilar, Cabo de Gata. Almería., *Estud. Geol.*, 30, 337-345.
- RATEEV, M.A., 1967., Sequence of hydrothermal alteration of volcanic rocks into bentonitic clays of the Askana deposit in the Georgian S.S.R., *Dokl. Akad. Nauks S.S.R.*, 175, 675-678.

- REYES, E., 1977., Mineralogía y geoquímica de las bentonitas de la zona Norte del Cabo de Gata (Almería)., Tesis Doc. Univ. Granada., 650 pp.
- REYES, E., HUERTAS, F. y LINARES, J., 1981a., Bentonitas de Andalucía, (España). Yacimientos hidrotermales del norte de Rodalquilar (Almería)., Proc. First Congress on bentonites., Sassari Italia., 1, 126-142.
- REYES, E., HUERTAS, F. y LINARES, J., 1971., Alteración de tobas volcánicas a montmorillonita, en el sector de las Negras (Almería)., Estud. Geol., 30, 327-336.
- REYES, E., HUERTAS, F. y LINARES, J., 1981b., Génesis y geoquímica de esmectitas de Andalucía (España)., Proc. First, Congress on bentonites., Sassari Italia., 1, 143-161.
- REYES, M., HUERTAS, F., LINARES, J. y REYES, E., 1982., Estudio del sistema  $\text{Si(OH)}_4 - \text{Al}^{3+} - \text{Mg}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{H}_2\text{O}$  a temperatura y presión ordinarias. II Composición química y mineralógica de los precipitados., Anal. Edaf. Agrob., 41, 1291-1310.
- RITTMAN, A., 1963., Les volcans et leur activité., Masson et Cie. 419 pp.
- ROBIE, R.A. y WALDBAUM, D.R., 1968., Thermodynamic properties of mineral and related substances at 298,15° K(25,0° C) and one atmosphere (1,013 bars) pressure and at higher temperatures. Geol. Surv. Bull., 1259, 256 pp.

- ROEDDER, E., 1971., Fluids inclusions studies on the porphyry-type ore deposits at Bingham, Utah, Butte, Montana and Climax, Colorado., *Econ. Geol.*, 66, 98-120.
- ROEDDER, E., INGRAM, B. y HALL, W.E., 1963., Studies of fluid inclusions III. Extraction and quantitative analysis of inclusions in milligram range., *Econ. Geol.*, 58, 353-374.
- ROSS, C.S. y HENDRICKS, S.B., 1945., Minerals of the montmorillonite group., *Prof. Paper U.S. Geol. Surv.*, 2058, 23-79.
- ROY, D.M. y ROY, R., 1955., Synthesis and stability of minerals in the system  $Mg-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ ., *Amer. Mineral.*, 40, 147-178.
- RUCKDECHEL, F.R., 1981., Basic scientific subroutines. Vol. 2., *Byte/McGraw-Hill*, New York., 790 pp.
- SANCHEZ CELA, J., 1968., Estudio petrológico de las sucesiones volcánicas del sector central de la formación del Cabo Gata (Almería)., *Estud. Geol.*, 24, 1-38.
- SAND, L.B. y MUMPTON, F.A., 1976., Natural zeolites. Occurrence, Properties, Use., *Pergamon Press.*, 135-345.
- SCHOEN, R., WHITE, D.E. y HEMLEY, J.J., 1974., Argillization by descending acid at steamboat springs, Nevada., *Clays Clay Min.*, 22, 1-22.

- SHAPIRO, L. y BRANNOCK, W.W., 1962., Rapid analysis of silicate, carbonate and phosphate rocks., Geol.Sur.Bull. 1144a.
- SHULTZ, L.G., 1964., Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-Ray and chemical data for the Pierre Sgale., Geol. Surv. Prof. Paper, Washington. 391-C.
- SKINNER, B.J., 1979., The many origins of hydrothermal mineral deposits. En: Geochemistry of hydrothermal ore deposits. (H. L. Barnes ed.), John Wiley and sons. New York., 1-21.
- SKINNER, B.J. y BARTON, P.B. Jr., 1973., Genesis of mineral deposits., Annual Review of Earth and Planetary Science. Vol. 1, Palo Alto, Calif., Annual Reviews., 183-211.
- SMITH, A.G., 1971., Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic., Geol. Soc. Amer. Bull., 82, 2039-2070.
- TERRER, A., 1974., Estudio geoquímico de las alteraciones de rocas volcánicas en el sector de la Mesa de Roldán, Cabo de Gata, Almería., Tes. Univ. Granada., 217 pp.
- THOMPSON, J.B., 1956., The thermodynamic basis for the mineral facies concept., Amer. J. Sci., 253, 65-103.
- TORRES ROLDAN, R.L., 1979., The tectonic, subdivision of the Betic zone (Betic Cordilleras, Southern Spain): Its significance and one possible geotectonic scenario for the

- westernmost Alpine belt., Amer. J. Sci., 279, 19-51.
- VELDE, B., 1977., Clays and clay minerals in natural and synthetic systems., Elsevier. Amsterdam., 218 pp.
- VOINOVICHT, I.A., DEBRAS-GUEDON, J. y LOUVRIER, J., 1966., The analysis of silicates., Israel program for scientific translation. Jerusalem., 381 pp.
- WEAST, R.C. y YASTLE, M.J., 1982., Handbook of chemistry and physics., CRC Press. Inc. Boca Ratón. Florida., D52/95.
- WEAVER, C. y POLLARD, L.D., 1973., The chemistry of clay minerals., Elsevier Scientific. Publishing. Company., 213 pp.
- WEIR, A.H. y GREEN KELLY, R., 1962., Beidellite., Am. Mineral., 47., 137-146.
- WILSON, M.J., RUSSELL, J.D. y TAIT, J.M., 1974., A new interpretation of the structure of disordered -Cristobalite., Contrib. Mineral Petrol., 47, 1-6.
- WOLLAST, R., 1967., Kinetics of the alteration of K-feldspar in buffered solutions at low temperature., Geochim. Cosmochim. Acta., 31, 635-648.
- YUREVICH, A.L. y SKOLOVA, A.L., 1965., Formation of fine-grained fraction minerals in the Upper Pliocene ash and tuffs of the Balkhash area in Turkmenia., Litol. Polezn. Iskop., 1965, 34-53.

APENDICE-1

DATOS NUMERICOS PROCEDENTES DE ESTUDIOS ANTERIORES Y  
EMPLEADOS EN ESTA MEMORIA

RECEIVED BY THE SECRETARY OF THE  
DEPARTMENT OF THE INTERIOR

1900



LAS VARIABLES SELECCIONADAS SON:

- 1 : SiO2
- 2 : Al2O3
- 3 : Fe2O3
- 4 : TiO2
- 5 : CaO
- 6 : MgO
- 7 : Na2O
- 8 : K2O
- 9 : CO2
- 10 : H2O+
- 11 : SiO2
- 12 : Al2O3
- 13 : Fe2O3
- 14 : TiO2
- 15 : CaO
- 16 : MgO
- 17 : Na2O
- 18 : K2O
- 19 : H2O+
- 20 : %GEL
- 21 : %Fe L.
- 22 : %Sm
- 23 : %P1g
- 24 : % Q
- 25 : % Z
- 26 : % Anf.
- 27 : % Try.
- 28 : % M.
- 29 : % Cal.
- 30 : % F.K.
- 31 : CCC
- 32 : Ca2+
- 33 : Mg2+
- 34 : Na+
- 35 : K+
- 36 : SO4=
- 37 : CO3=
- 38 : HCO3=
- 39 : Cl-
- 40 : Si
- 41 : Al
- 42 : Fe
- 43 : Ti
- 44 : Ca
- 45 : Mg
- 46 : Na
- 47 : K
- 48 : H
- 58 : b
- 59 : T(A)
- 60 : V/P
- 61 : Si (IV)
- 62 : Al (IV)
- 63 : Al (VI)
- 64 : Fe3+ (VI)
- 65 : Mg (VI)
- 66 : CARGA TOT.

Análisis Químico de bentonitas.

Análisis Químico de la fracción fina.

Mineralogía de las bentonitas.

C.C.C. y cationes y aniones extraíbles.

Cálculo de Barth.

Parámetros cristalográficos.

Fórmulas estrccturales.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
D1	63.390	18.400	5.330	.480	.930	2.880	1.090	.480	.140	6.140
D2	66.540	17.610	4.190	.490	1.770	1.420	1.360	.620	.070	6.160
D3	63.830	19.500	5.100	.610	1.570	2.340	1.280	.410	0.000	5.840
D4	62.320	20.100	5.850	.560	1.350	2.390	2.310	.750	0.000	4.570
D5	64.260	16.060	9.630	1.360	2.040	1.760	1.360	.520	.010	3.120
D6	64.450	16.630	5.490	.420	3.670	2.000	1.370	.660	1.220	3.580
D7	67.960	15.530	4.660	.540	1.690	1.660	2.280	.670	.710	4.480
D8	63.400	19.930	5.420	.710	3.120	1.610	2.090	.550	.250	3.310
D9	65.910	19.070	4.100	.650	2.020	1.410	2.160	.700	.260	4.360
D10	58.910	17.370	4.650	.730	6.380	1.360	1.960	.550	4.840	3.230
D11	64.930	20.410	4.130	.490	2.130	.920	1.550	1.030	.070	5.000
D12	64.260	18.070	4.560	.550	1.950	1.400	1.650	.880	.890	5.260
D13	60.380	20.710	6.850	.630	3.260	1.460	1.660	.970	.480	3.170
D14	66.760	18.310	3.320	.390	1.260	1.190	1.870	1.350	.160	5.980
D15	65.200	19.920	5.330	.380	1.350	1.460	1.490	.460	.120	4.270
D16	65.580	19.520	4.100	.410	1.070	2.520	1.290	.380	.040	5.350
D17	61.980	20.660	6.420	.680	2.710	1.390	2.160	.750	.300	2.880
D18	65.350	17.820	3.540	.540	2.000	.960	1.910	1.020	.200	6.150
D19	59.880	17.740	4.910	.420	5.470	2.340	1.110	.330	2.130	6.390
D20	69.290	15.840	4.270	.540	1.050	1.560	2.200	.500	.150	4.650
D21	65.850	16.180	4.230	.130	.820	3.200	1.740	.310	.280	7.180
D22	66.940	15.740	3.440	.120	.940	3.400	.980	.250	.270	7.430
D23	61.540	17.860	7.210	.570	2.770	2.240	2.220	.380	1.350	4.340
D24	69.530	16.360	4.020	.360	1.710	1.550	2.550	.770	.240	3.370
D25	64.210	19.460	1.960	.100	.930	2.810	2.410	.200	.350	7.330
D26	60.660	21.530	6.390	.690	2.280	2.300	2.480	.290	0.000	6.210
D27	63.830	21.280	4.750	.620	1.070	2.350	1.940	.320	.060	5.840
D28	60.290	20.790	6.860	.780	2.390	1.990	2.060	.280	.040	4.050
D29	57.570	23.450	5.110	.570	1.190	3.070	1.180	.370	.300	7.300
D30	59.520	19.840	6.400	.540	2.230	2.940	1.410	.470	.790	6.230
D31	57.720	17.310	6.750	.690	4.120	2.140	1.280	.460	2.700	6.520
D32	64.000	18.000	8.050	.830	1.010	2.660	1.400	.610	.190	6.320
D33	67.100	17.320	5.370	.540	.920	1.060	2.080	1.390	0.000	5.260
D34	44.760	12.970	2.560	.320	18.890	1.560	1.280	.700	14.150	3.430
D35	62.080	17.740	5.480	.520	1.460	2.120	1.640	1.580	.520	7.450
D36	59.610	22.110	6.360	.680	2.200	2.280	2.180	.230	.400	4.570
D37	77.000	14.320	1.070	.110	1.040	.640	.640	3.030	.600	2.560
D38	76.770	13.870	.840	.100	1.220	.660	.310	2.780	.730	2.610
D39	72.790	15.600	2.080	.090	.380	1.610	.550	1.980	.070	4.240
D40	69.770	17.940	1.450	.100	.750	.580	1.400	4.040	.380	3.070
D41	71.650	16.370	2.000	.100	.880	.840	1.330	3.930	.450	2.140
D42	62.030	19.740	4.570	.410	1.920	2.460	2.720	.540	0.000	4.620
D43	66.420	18.450	3.430	.300	1.650	1.150	2.310	.700	.070	5.160
D44	69.310	13.320	2.010	.120	4.520	.690	2.580	1.320	3.490	2.320
D45	64.610	21.470	2.770	.120	.280	2.290	1.010	1.570	.050	6.060
D46	63.900	23.960	1.630	.650	.370	1.620	1.020	1.330	.040	6.410
D47	69.260	17.320	3.120	.420	.920	1.190	1.450	1.110	.070	5.710
D48	57.810	15.570	3.420	.460	8.180	1.600	1.470	.670	4.460	5.970
D49	61.910	18.760	4.460	.420	2.330	2.210	.840	1.900	1.050	5.400
D50	58.610	22.630	6.320	.630	1.260	2.030	2.610	.980	.090	4.430
D51	61.110	19.770	5.530	.700	1.660	1.950	2.040	1.080	.430	5.380
D52	62.370	18.710	3.780	.410	2.320	1.410	1.080	1.030	1.070	6.820
D53	64.580	18.590	5.420	.580	2.560	1.720	1.650	.650	.620	4.590
D54	63.040	19.560	5.580	.580	2.380	1.870	1.110	.480	.240	4.590
D55	62.790	18.460	5.580	.530	3.070	1.730	1.340	.600	1.610	5.190
D56	69.310	19.800	1.000	.730	.410	.990	.440	3.010	.040	3.780
D57	69.180	19.570	.890	.870	.310	.800	.500	3.350	.060	4.350
D58	63.730	23.170	3.400	.740	.470	1.010	.850	1.280	.030	6.110
D59	63.540	23.290	2.790	.690	.330	.670	.750	1.250	.060	6.850
D60	64.520	21.500	1.770	.570	.700	.860	.790	3.690	1.550	4.300
D61	65.480	17.860	6.480	.630	.360	.940	.700	1.350	.100	6.260
D62	64.660	19.220	1.720	.630	.410	.900	.750	1.670	0.000	9.730
D63	62.840	17.950	7.760	.700	2.530	1.860	1.900	.670	0.000	2.970
D64	61.970	18.290	8.120	.660	2.390	2.540	1.230	.240	.040	3.970
D65	64.390	17.040	8.070	.790	2.440	2.530	1.570	.290	.050	3.090
D66	60.060	17.160	9.940	.830	2.740	2.300	1.920	.310	0.000	3.740
D67	57.120	20.940	8.610	.620	3.320	2.250	1.130	.330	.560	4.580

D68	49.780	15.150	8.270	.770	9.260	2.350	1.160	.900	6.900	5.760
D69	47.640	15.250	7.640	.620	10.320	1.930	1.640	.740	7.640	5.700
D70	56.560	19.580	6.550	.680	4.130	1.840	1.340	.900	2.740	5.070
D71	61.080	17.450	5.150	.490	6.260	2.040	1.140	.350	4.540	1.540
D72	61.870	17.220	4.110	0.000	1.500	6.470	1.980	.340	0.000	6.970
D73	57.250	19.510	5.110	0.000	1.560	5.330	2.350	2.440	0.000	6.300
D74	57.650	19.180	3.660	0.000	1.070	5.930	2.780	4.470	.040	5.840
D75	60.800	18.580	3.190	0.000	1.970	5.790	2.270	.530	.040	6.340
D76	60.310	17.700	4.180	0.000	1.530	6.180	2.740	1.700	0.000	6.610
D77	71.690	18.600	2.410	0.000	1.790	5.560	2.520	1.920	0.000	5.890
D78	59.470	18.610	3.610	0.000	1.710	6.130	3.140	2.030	0.000	6.200
D79	60.920	18.240	3.140	0.000	1.940	5.710	2.920	1.030	0.000	6.180
D80	61.940	18.500	3.350	0.000	1.930	5.810	2.910	.780	0.000	5.720
D81	61.870	19.010	1.760	0.000	2.120	5.690	2.540	1.720	0.000	6.400
D82	59.790	18.240	3.440	0.000	1.560	6.120	2.450	1.390	0.000	6.330
D83	58.930	18.180	4.340	0.000	1.580	6.120	2.780	1.060	0.000	6.230
D84	60.740	18.860	2.840	0.000	.960	6.770	2.800	1.370	0.000	6.150
D85	61.880	18.500	3.450	0.000	1.570	6.330	2.560	1.050	0.000	6.060
D86	58.790	17.730	4.390	0.000	1.420	6.250	3.030	2.850	0.000	6.210
D87	59.770	21.180	2.830	0.000	1.340	5.080	1.730	1.450	.090	6.690
D88	57.480	23.210	3.780	0.000	1.210	4.090	1.650	1.760	.180	7.020
D89	61.900	19.420	2.530	0.000	1.140	6.800	1.510	.470	0.000	6.780
D90	59.770	20.930	3.110	0.000	1.340	5.380	1.830	.820	.040	7.220
D91	62.500	18.440	3.720	0.000	.980	6.590	1.570	.350	0.000	6.800
D92	60.310	20.160	3.380	0.000	1.150	5.910	1.670	.530	0.000	7.400
D93	60.950	20.230	2.570	0.000	1.150	6.630	1.540	.530	0.000	6.800
D94	61.540	18.940	3.100	0.000	1.150	6.330	1.820	.740	0.000	6.680
D95	61.770	20.770	2.060	0.000	.980	6.320	1.710	1.030	0.000	6.170
D96	63.180	18.990	.300	0.000	1.060	6.240	2.070	0.000	0.000	7.270
D97	61.540	18.610	.630	0.000	1.410	7.060	2.620	.500	0.000	7.320
D98	64.990	17.590	0.000	0.000	1.220	6.840	1.930	.350	0.000	6.660
D99	65.080	17.360	.800	0.000	1.410	6.100	2.160	0.000	.040	6.320
D100	65.320	18.420	.050	0.000	1.490	6.420	2.270	0.000	0.000	6.620
D101	63.870	18.060	.320	.510	1.500	6.330	2.290	.190	.040	6.710
D102	65.100	19.100	.310	0.000	1.440	5.680	2.190	0.000	0.000	5.720
D103	64.410	17.250	.580	0.000	1.490	6.030	2.070	0.000	0.000	7.760
D104	62.610	18.960	.790	0.000	1.390	5.120	1.930	.350	0.000	8.000
D105	64.870	17.260	.420	0.000	1.850	5.460	1.950	0.000	0.000	7.510
D106	64.390	16.950	.310	.780	1.640	5.600	2.240	0.000	0.000	7.380
D107	62.340	17.170	1.610	1.810	1.640	5.490	2.120	0.000	0.000	7.480
D108	63.650	17.730	.770	.240	1.690	5.440	2.150	0.000	0.000	7.060
D109	63.920	17.620	.850	0.000	1.870	5.760	2.170	0.000	0.000	6.910
D110	63.690	18.270	.050	0.000	2.050	6.030	2.040	0.000	0.000	6.920
D111	64.700	16.960	1.010	0.000	1.360	6.100	2.070	0.000	0.000	7.090
D112	64.410	17.860	.820	0.000	1.590	5.580	1.900	0.000	0.000	7.290
D113	65.480	18.220	1.800	0.000	1.410	4.800	1.860	.350	.040	7.040
D114	60.640	19.880	0.000	0.000	1.530	5.330	2.010	.370	.040	8.220
D115	64.340	18.140	.320	.270	1.330	6.290	2.210	.180	.040	6.990
D116	63.490	18.760	1.310	.300	1.070	5.630	2.080	.350	.130	6.650
D117	64.960	18.050	0.000	0.000	1.660	5.680	1.940	0.000	.040	6.720
D118	64.600	16.750	.300	2.550	1.610	5.790	1.990	0.000	.040	6.830
D119	62.290	16.720	.570	2.080	1.820	5.760	1.920	0.000	0.000	8.300
D120	63.620	18.630	0.000	0.000	1.640	5.270	1.930	0.000	.040	7.890
D121	63.740	17.070	.540	1.240	1.740	5.630	2.230	0.000	0.000	7.880
D122	63.280	17.550	.810	1.020	1.610	5.400	2.180	0.000	.090	8.460
D123	63.710	16.780	0.000	1.010	1.590	6.000	1.980	0.000	0.000	8.140
D124	62.830	16.820	1.110	0.000	1.480	7.060	1.850	0.000	0.000	8.000
D125	65.360	17.330	.790	.500	1.730	4.740	2.000	.330	.040	7.070
D126	67.120	15.600	.940	0.000	1.850	2.900	3.720	2.710	0.000	5.560
D127	64.010	17.110	.880	0.000	1.250	4.960	3.100	2.520	.130	5.670
D128	60.180	18.570	1.270	0.000	1.800	4.660	3.630	4.350	.440	5.850
D129	62.890	17.500	2.140	0.000	1.870	5.500	3.200	.840	.040	6.670
D130	62.500	16.350	1.120	0.000	1.750	4.220	3.860	4.570	.350	5.280
D131	63.030	17.320	.860	0.000	1.700	4.450	3.280	2.800	0.000	6.040
D132	61.940	16.770	1.720	0.000	2.750	4.080	3.640	3.540	1.100	4.820
D133	61.320	18.100	1.010	0.000	1.440	5.320	3.820	2.910	0.000	6.270
D134	63.160	17.870	1.300	0.000	1.670	5.190	3.170	1.490	0.000	6.050

D135	63.260	16.020	2.300	0.000	2.600	2.690	3.140	5.100	1.850	3.120
D136	63.290	19.340	1.060	0.000	1.330	5.440	2.860	.680	0.000	6.680
D137	60.740	16.570	3.450	0.000	1.700	4.210	3.260	4.630	.350	4.600
D138	59.090	16.810	.970	0.000	4.870	5.260	2.630	.760	2.680	6.620
D139	61.210	17.750	.680	0.000	1.830	5.850	3.590	2.830	0.000	6.750
D140	62.850	19.220	.470	0.000	1.230	5.710	2.400	1.900	0.000	9.960
D141	53.060	15.510	.980	0.000	8.690	5.690	2.840	1.740	6.470	4.890
D142	62.980	19.630	0.000	0.000	2.210	5.280	2.960	.990	0.000	6.030
D143	59.940	19.080	.210	0.000	4.610	4.310	2.930	2.140	2.820	4.520
D144	58.170	21.920	2.300	0.000	1.610	3.940	3.230	1.280	0.000	7.520
D145	63.000	19.510	1.280	0.000	2.270	5.460	2.640	.970	1.100	4.860
D146	60.410	20.530	1.540	0.000	1.810	5.600	2.920	.970	0.000	6.090
D147	59.920	19.880	2.650	0.000	1.480	6.190	2.690	1.320	0.000	6.240
D148	56.850	19.990	2.500	0.000	3.300	5.110	2.320	2.120	1.450	6.210
D149	58.890	20.280	2.670	0.000	2.160	4.530	2.630	2.100	.440	5.960
D150	59.190	21.560	2.480	0.000	1.050	5.800	2.290	1.260	.040	6.580
D151	54.310	17.700	.700	0.000	7.530	5.190	2.600	1.840	5.810	5.140
D152	60.030	20.890	1.790	0.000	1.720	5.640	2.810	1.600	0.000	6.320
D153	60.810	21.680	2.070	0.000	1.090	4.680	2.360	1.620	0.000	6.440
D154	62.400	21.470	1.260	0.000	1.650	4.620	2.310	.990	0.000	6.300
D155	62.300	19.010	3.160	0.000	1.640	3.550	2.760	3.110	.040	5.230
D156	62.790	18.570	1.010	0.000	1.550	5.540	2.930	1.140	0.000	7.260
D157	61.800	17.970	.740	0.000	1.530	6.070	3.820	2.590	0.000	6.120
D158	63.190	17.550	1.770	0.000	1.320	6.780	2.670	.950	0.000	6.760
D159	60.720	18.010	2.070	0.000	1.350	6.920	2.380	.980	0.000	7.000
D160	58.470	19.870	1.820	0.000	1.750	6.270	2.670	1.310	0.000	7.000
D161	56.900	20.350	2.020	0.000	1.720	5.850	3.060	1.630	0.000	7.440
D162	58.170	19.350	2.420	0.000	3.380	4.290	2.360	3.030	.620	6.070
D163	57.890	15.210	3.490	0.000	6.410	3.450	2.610	4.640	4.180	2.920
D164	61.070	18.540	3.280	0.000	1.620	5.580	2.530	1.610	.090	6.180
D165	63.200	18.200	1.050	0.000	2.800	5.460	2.470	.670	0.000	6.410
D166	62.410	18.810	0.000	0.000	1.500	5.660	3.290	1.900	0.000	6.220
D167	62.710	19.420	.940	0.000	1.580	5.950	3.080	1.000	0.000	6.370
D168	57.540	20.330	.440	0.000	1.770	6.670	3.560	2.240	0.000	6.930
D169	52.260	15.610	.890	0.000	11.260	5.120	2.490	1.580	8.400	3.060
D170	58.280	18.840	.890	0.000	3.000	5.260	3.480	3.170	1.510	6.550
D171	59.620	22.540	.660	0.000	.980	5.470	2.870	1.970	.180	6.570
D172	54.810	26.150	2.370	0.000	1.190	4.560	.940	.420	0.000	9.110
D173	56.020	26.380	1.520	0.000	1.190	4.430	.750	.500	0.000	9.960
D174	59.240	24.110	.060	0.000	1.180	5.080	.930	.330	.040	9.620
D175	57.950	23.510	1.670	0.000	1.760	4.350	.740	.330	.090	9.750
D176	59.180	22.710	1.170	0.000	1.750	4.900	.830	.250	0.000	9.960
D177	53.910	21.660	1.690	0.000	8.830	3.860	1.000	.400	5.370	3.980
D178	60.170	22.080	.900	0.000	3.550	3.260	.660	.330	.440	9.530
D179	57.530	23.340	1.390	0.000	3.120	4.480	.920	.330	0.000	9.610
D180	59.650	23.420	1.110	0.000	.780	4.920	.660	.250	0.000	9.720
D181	60.040	22.270	.860	0.000	1.410	5.050	.580	.340	0.000	9.630
D182	58.190	23.660	1.410	0.000	1.380	4.960	.610	.250	0.000	9.440
D183	58.600	23.400	2.240	0.000	1.150	5.250	.630	.240	.660	8.720
D184	58.870	23.310	1.410	0.000	1.390	5.580	.620	.170	.040	8.810
D185	57.860	23.350	3.110	0.000	1.950	4.490	.650	.330	0.000	9.390
D186	54.800	26.100	2.600	0.000	1.560	5.180	.740	.330	0.000	9.470
D187	58.640	23.670	0.000	0.000	2.020	4.630	.660	.250	0.000	9.310
D188	57.980	22.940	1.960	0.000	1.580	5.670	.700	.330	.090	9.570
D189	59.620	22.640	.330	0.000	1.440	6.430	.690	.250	.090	9.510
D190	58.410	23.920	1.090	0.000	1.940	4.870	.690	.250	0.000	9.270
D191	58.990	24.470	.630	0.000	1.400	4.040	.760	.340	0.000	9.770
D192	57.000	25.030	1.220	0.000	1.980	4.780	.660	.330	0.000	9.640
D193	55.130	25.930	2.960	0.000	1.190	4.840	.380	.250	0.000	9.250
D194	56.410	25.380	2.810	0.000	1.140	4.640	.490	.300	0.000	9.470
D195	61.790	21.170	0.000	0.000	.800	6.140	.380	.250	0.000	9.440
D196	58.590	21.460	1.920	0.000	1.940	5.150	1.290	.540	.130	8.970
D197	57.980	14.560	4.600	.680	5.130	5.180	2.310	5.140	.040	3.750
D198	58.010	14.850	3.270	1.150	3.240	5.240	3.410	5.510	.620	5.360
D199	49.230	11.850	3.850	1.340	9.260	4.410	3.320	5.980	7.080	4.480
D200	56.060	18.100	3.480	.910	3.210	4.280	2.860	5.320	.570	5.730
D201	55.670	15.540	3.420	.970	3.390	4.630	3.480	6.020	1.630	5.540

D202	56.030	14.630	4.400	1.380	3.540	4.740	3.400	5.560	1.850	5.660
D203	56.020	12.540	4.380	2.740	3.850	5.190	3.030	5.260	1.850	5.700
D204	54.020	12.730	3.410	2.650	4.390	5.340	3.370	5.530	2.550	5.230
D205	58.040	14.830	3.600	1.190	2.830	4.790	3.240	5.990	.090	5.550
D206	59.250	13.230	6.310	.490	1.690	3.780	3.200	5.550	1.280	5.520
D207	53.100	14.380	2.950	1.940	3.910	5.140	3.400	7.060	2.820	5.930
D208	53.660	14.160	3.370	1.770	3.740	5.150	3.370	6.920	2.240	6.160
D209	53.130	14.200	4.350	.480	4.030	5.310	3.360	6.880	2.380	6.100
D210	55.530	14.930	3.460	1.220	1.710	6.030	3.420	7.340	0.000	6.710
D211	53.990	14.460	3.970	1.160	3.570	5.370	3.700	6.690	2.020	5.950
D212	48.120	12.940	4.090	.910	9.230	5.170	3.200	6.190	6.950	3.730
D213	57.590	14.450	5.070	.680	2.250	5.770	2.860	6.590	0.000	5.460
D214	57.790	14.470	2.790	1.370	1.450	5.900	3.220	6.800	0.000	6.560
D215	57.800	14.840	3.600	1.420	1.340	5.640	3.430	6.990	0.000	6.470
D216	42.210	12.800	2.600	.850	13.170	5.070	3.000	6.470	10.080	4.690
D217	47.280	11.630	4.040	0.000	10.280	5.380	2.770	7.050	7.570	4.760
D218	58.010	14.350	3.940	.920	1.620	5.910	2.870	7.290	.090	6.130
D219	56.760	15.060	4.940	0.000	2.300	5.660	2.930	7.030	.090	6.140
D220	55.360	14.550	4.980	1.410	2.640	5.690	2.940	7.260	.130	5.970
D221	55.150	20.380	.050	0.000	4.650	6.960	.910	.650	2.380	7.830
D222	63.050	18.040	2.390	0.000	1.390	5.270	.820	1.320	.130	8.470
D223	58.010	18.480	0.000	0.000	4.720	7.070	.600	.910	2.950	7.770
D224	66.000	15.870	1.370	0.000	1.730	2.540	1.470	2.760	.090	8.680
D225	46.270	14.090	2.430	0.000	14.640	4.690	.510	.840	10.870	6.520
D226	58.760	18.460	2.830	0.000	.750	5.910	.880	2.500	0.000	8.930
D227	82.370	18.680	1.240	0.000	1.540	1.380	2.360	5.010	0.000	7.510
D228	62.240	19.410	1.270	0.000	1.520	7.360	.760	.870	.130	6.770
D229	64.480	18.430	0.000	0.000	1.940	4.180	1.880	2.360	.090	7.060
D230	58.410	10.590	5.320	.590	.410	10.990	.390	1.220	0.000	11.600
D231	68.190	15.090	.540	0.000	1.510	.810	1.770	3.070	.090	8.190
D232	58.820	20.820	2.040	.250	.710	7.150	.850	.450	.040	8.550
D233	28.910	6.380	1.660	.480	30.180	2.850	.470	1.250	22.400	5.940
D234	59.310	15.840	3.900	0.000	5.870	3.840	2.360	2.390	.090	6.190
D235	57.390	15.140	.110	0.000	10.850	1.670	2.470	2.960	5.500	5.140
D236	61.500	19.530	.130	0.000	1.520	7.180	1.440	1.110	.090	6.930
D237	63.230	19.530	0.000	0.000	1.520	7.250	1.620	1.090	.180	6.070
D238	64.090	17.030	.130	0.000	2.400	4.240	2.780	3.680	0.000	6.490
D239	30.390	14.010	1.110	0.000	26.390	1.840	.480	.310	20.460	5.580
D240	55.320	18.320	3.480	0.000	5.400	5.180	1.360	1.440	2.900	5.640
D241	48.740	15.970	5.570	0.000	10.620	4.920	.930	.900	7.390	5.250
D242	50.910	15.880	3.960	0.000	10.400	5.650	.840	.680	7.390	4.870
D243	49.940	15.930	4.470	0.000	10.800	4.580	.980	.660	8.450	5.030
D244	50.160	20.040	4.900	.490	9.000	3.270	.660	.730	4.840	6.720
D245	53.610	22.820	7.560	0.000	2.660	4.100	.670	.640	.790	7.510
D246	43.910	16.130	4.530	0.000	14.500	5.480	.900	.760	9.720	4.510
D247	55.080	17.720	6.260	0.000	6.740	5.860	1.300	1.260	2.550	4.370
D248	54.280	17.810	5.710	.310	7.020	5.330	1.310	.930	3.300	5.030
D249	55.000	16.590	6.590	0.000	5.860	5.680	1.190	.900	3.210	5.370
D250	54.940	16.920	5.690	0.000	5.860	6.320	1.160	.850	3.560	5.570
D251	59.500	18.900	4.740	0.000	2.700	6.100	1.370	.970	0.000	5.720
D252	57.220	18.110	4.170	0.000	3.770	5.690	1.290	1.110	.920	7.350
D253	59.870	18.660	4.640	0.000	2.780	6.260	1.150	1.100	.350	5.630
D254	56.240	19.150	6.510	.150	4.000	5.740	1.330	1.600	0.000	6.130
D255	68.930	14.460	.360	0.000	1.790	3.310	1.560	2.400	0.000	6.570
D256	63.190	18.160	1.160	0.000	2.030	6.900	.960	.850	0.000	7.750
D257	60.900	19.290	1.640	0.000	1.960	6.110	1.000	1.100	0.000	7.170
D258	62.970	18.720	.280	0.000	1.990	6.570	1.130	1.330	0.000	7.980
D259	64.380	18.240	4.740	.250	1.540	1.680	2.600	.870	.040	5.250
D260	61.390	17.820	4.720	.240	1.050	4.560	2.060	.590	0.000	6.600
D261	63.960	17.040	8.420	.220	1.010	1.220	2.990	1.140	.050	5.920
D262	63.680	18.320	3.760	.230	1.380	3.280	2.180	.820	.050	6.170
D263	59.790	20.610	2.860	.240	2.620	3.910	2.750	.610	1.050	7.500
D264	62.370	19.090	4.490	.240	2.390	3.200	1.630	.660	.260	6.260
D265	64.050	18.570	5.730	.230	2.300	3.230	1.140	.970	.230	4.700
D266	57.410	18.570	7.250	.210	1.930	3.280	2.490	1.350	.340	6.500
D267	61.510	19.810	4.670	.530	4.940	1.150	2.440	.580	.050	4.720
D268	58.710	18.560	8.740	.500	4.070	1.110	2.370	.750	.170	4.550

D269	59.320	21.170	3.530	.470	1.870	2.360	1.410	1.120	.490	6.540
D270	60.950	18.060	6.850	.470	4.180	.860	2.890	1.000	.180	4.310
D271	65.860	16.680	2.860	.240	1.940	.990	3.170	1.280	.050	5.630
D272	60.330	17.350	2.840	.240	1.250	3.880	2.490	.240	.270	8.400
D273	55.440	15.380	1.970	.150	1.590	2.440	2.300	.550	1.050	6.860
D274	67.160	15.860	3.420	.180	.570	4.790	1.200	.880	.160	6.370
D275	61.470	22.530	3.350	.510	2.600	2.050	2.450	.610	.070	6.230
D276	61.930	20.040	3.590	.520	1.940	3.000	2.740	.670	.180	6.940
D277	52.630	15.940	13.790	.390	1.230	1.240	3.640	.810	.040	8.490
D278	59.830	22.420	4.150	.460	2.850	1.580	2.880	.810	0.000	5.040
D279	60.780	20.590	4.880	.290	1.110	3.790	1.950	.580	0.000	6.090
D280	62.030	20.670	3.010	.220	1.050	5.280	2.510	.500	.420	6.570
D281	63.920	20.620	2.740	.250	.720	5.210	2.140	.470	.050	5.810
D282	60.110	19.100	3.410	.300	1.280	5.110	2.160	.800	.080	5.920
D283	61.220	20.410	3.960	.260	1.050	5.360	1.850	.530	0.000	6.390
D284	61.310	20.060	3.780	.380	1.000	5.310	1.890	.570	0.000	6.250
D285	65.980	16.470	1.920	.240	2.060	1.340	3.120	1.800	0.000	6.680
D286	67.070	17.260	2.210	.220	.390	5.020	1.940	.410	.100	6.220
D287	63.560	20.110	2.980	.450	.850	5.130	2.420	.870	.060	6.080
D288	61.180	20.080	3.640	.240	1.370	5.120	2.400	.670	0.000	6.890
D289	62.360	20.040	4.420	.390	1.620	4.760	2.540	.780	0.000	6.930
D290	61.960	20.300	3.010	.250	.580	3.600	3.330	1.250	0.000	6.230

	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
D1	59.110	17.510	5.440	.260	1.120	6.900	.810	.340	8.800	.840
D2	61.050	14.740	6.980	.460	1.320	6.430	.840	.420	8.190	1.740
D3	58.440	27.980	5.610	.250	1.050	8.020	1.110	.190	8.120	.870
D4	58.160	17.280	6.240	.300	1.330	7.560	.990	.340	8.420	1.800
D5	72.150	9.220	5.700	.240	1.200	5.280	.490	.310	5.450	11.210
D6	63.560	9.740	8.770	.230	1.760	8.400	.580	.400	7.140	3.200
D7	62.100	10.710	8.040	.240	1.380	8.210	1.040	.560	7.830	2.670
D8	64.220	9.170	9.150	.250	1.050	8.170	1.140	.570	6.100	3.320
D9	64.200	12.840	7.710	.280	.840	6.830	1.220	.530	6.400	2.510
D10	63.220	11.490	8.250	.270	1.720	6.550	1.100	.430	7.820	2.320
D11	58.140	17.190	7.480	.360	1.600	6.130	.710	.740	8.150	.860
D12	61.050	14.740	7.240	.390	1.420	6.250	.620	.670	8.010	1.200
D13	57.140	10.200	13.310	.340	1.500	8.980	.480	1.090	7.340	2.830
D14	61.410	16.160	5.740	.390	.990	5.310	1.440	.870	7.040	1.090
D15	61.100	16.700	5.750	.350	.340	7.670	1.120	.250	7.360	1.750
D16	63.440	16.620	4.820	.310	.750	6.070	.930	.140	7.220	2.310
D17	55.270	15.620	10.620	.410	1.340	7.830	.920	.320	8.230	.850
D18	59.400	16.880	6.670	.450	1.150	6.600	.950	.590	8.190	.940
D19	59.770	17.480	6.510	.340	1.240	6.390	.690	.190	8.000	.760
D20	61.270	15.320	6.470	.380	1.190	6.770	.400	.270	7.440	5.540
D21	60.890	16.390	4.330	.230	1.270	7.910	.640	.090	8.750	1.880
D22	60.670	16.740	3.820	.240	1.210	8.480	.680	.200	8.520	1.370
D23	57.650	17.890	6.860	.500	2.480	6.410	1.190	.260	7.740	.650
D24	59.400	14.450	8.150	.240	2.260	6.270	.950	.410	7.370	2.240
D25	61.090	18.440	2.440	.140	1.350	7.110	1.150	.140	8.380	1.220
D26	58.120	20.040	4.700	.250	1.070	7.050	1.310	.100	7.750	.560
D27	59.450	19.110	4.760	.330	1.050	6.250	1.550	.090	6.970	.720
D28	55.440	17.060	7.910	.520	1.510	7.920	1.360	.100	7.180	.900
D29	53.830	22.770	4.070	.210	1.190	7.340	.990	.300	8.830	.430
D30	52.610	22.670	4.570	.200	1.810	7.020	.980	.300	8.870	.480
D31	59.100	19.270	5.740	.250	2.120	5.440	1.160	.200	7.620	.550
D32	59.340	18.240	6.010	.180	.890	6.060	1.380	.270	7.020	.670
D33	62.160	18.230	6.150	.490	.990	3.980	1.510	.960	5.920	.500
D34	53.160	17.090	4.090	.250	7.250	5.530	.890	.400	12.020	.500
D35	59.300	18.400	6.750	.490	1.050	5.470	.940	1.100	6.770	.570
D36	59.350	17.800	6.880	.350	1.110	6.120	1.450	.130	7.470	.770
D37	55.380	27.690	3.010	.130	.830	3.800	.310	3.320	5.840	.510
D38	53.570	29.760	2.800	.120	.520	3.530	.380	3.330	6.120	.290

D39	53.170	29.780	2.130	.120	.260	4.620	.600	2.960	6.780	.300
D40	54.220	28.110	3.670	.190	.340	3.490	.760	3.440	6.260	.300
D41	58.630	23.820	4.830	.220	.510	3.480	.400	3.330	5.480	.400
D42	60.810	17.570	4.900	.290	1.130	6.180	.770	.250	8.610	5.370
D43	63.490	16.770	4.200	.330	1.290	5.570	.760	.350	7.790	3.290
D44	66.050	16.510	3.950	.180	.410	3.600	1.410	1.320	6.530	1.710
D45	59.930	21.400	2.900	.110	1.000	5.240	.780	.950	8.090	.610
D46	59.450	23.780	2.600	.490	.720	3.420	.910	.520	8.790	.410
D47	64.010	17.070	5.280	.240	1.110	4.400	1.070	.460	6.860	2.000
D48	62.230	15.020	5.630	.330	2.340	5.600	.530	.470	8.250	1.790
D49	54.510	20.960	6.150	.240	.540	7.050	.920	1.410	8.100	.460
D50	48.730	20.660	10.830	.340	.950	7.640	1.480	.550	8.640	.510
D51	53.490	20.080	7.200	.230	1.200	6.680	1.170	.720	8.820	.410
D52	53.200	21.280	6.580	.120	2.840	5.240	.610	.670	9.630	.650
D53	60.890	16.000	7.150	.230	1.850	5.310	.620	.450	7.370	5.660
D54	60.470	17.280	6.490	.260	1.950	4.950	.470	.400	8.390	2.170
D55	60.240	13.600	5.900	.270	3.860	6.620	.540	.460	8.900	5.040
D56	62.890	20.960	2.460	.550	1.060	4.030	.680	.680	7.460	2.200
D57	61.790	20.620	2.290	.760	1.270	4.160	.440	.830	7.120	2.180
D58	51.650	26.860	5.650	.230	.910	4.120	.710	.820	9.060	.430
D59	51.640	29.800	2.980	.250	1.240	3.260	.610	1.060	9.530	.430
D60	49.290	21.690	2.520	.520	9.310	2.340	.420	1.210	13.240	.400
D61	56.000	24.000	5.020	.110	1.140	3.270	.680	1.310	8.360	1.110
D62	49.900	23.950	8.350	.270	.690	2.900	.670	2.130	10.850	.100
D63	61.980	14.460	7.570	.110	1.400	4.930	.740	.430	8.780	2.060
D64	58.090	16.600	6.150	0.000	.650	8.570	1.000	.240	8.720	.750
D65	57.710	15.530	7.700	.120	.930	7.850	1.710	.360	8.500	.840
D66	58.440	15.150	8.790	.110	1.020	7.020	.910	.290	8.160	.580
D67	56.400	15.180	10.160	.420	1.560	7.640	.350	.140	8.820	.730
D68	55.160	21.520	6.540	0.000	1.480	5.980	.390	.540	9.160	.490
D69	55.620	21.360	5.750	0.000	1.440	6.140	.450	.420	9.060	.590
D70	54.510	20.960	5.600	.130	2.660	5.840	.700	.870	9.200	.700
D71	56.910	17.190	6.660	.230	1.910	7.500	.860	.230	8.920	.790
D72	61.530	19.430	.650	0.000	1.510	6.810	1.150	.700	7.590	1.040
D73	62.170	19.050	.420	0.000	1.640	6.430	1.220	.500	7.270	1.030
D74	62.490	18.660	.550	.250	1.770	5.960	1.570	.650	6.720	1.190
D75	62.890	17.830	.300	0.000	1.410	7.110	1.570	.510	7.530	1.140
D76	61.300	17.270	1.280	0.000	1.390	6.950	1.910	.660	8.060	1.030
D77	62.660	18.270	1.060	0.000	1.240	6.480	1.570	.390	7.770	1.130
D78	62.990	18.490	.300	.500	1.430	6.670	1.390	.510	7.620	1.110
D79	63.240	18.280	.300	0.000	1.800	6.580	1.200	.350	7.600	.870
D80	63.400	17.900	.320	0.000	1.290	7.070	1.020	.360	7.780	.890
D81	62.790	18.420	.300	0.000	1.520	6.810	1.570	.370	7.620	.970
D82	62.680	18.080	.350	.480	1.360	7.580	.700	.400	7.990	.750
D83	62.560	17.230	1.250	.240	1.340	6.670	1.310	.350	8.060	1.060
D84	63.320	18.450	.300	0.000	1.740	6.270	1.160	.340	8.460	.980
D85	62.410	17.670	.520	0.000	1.620	6.330	1.900	.490	7.960	.990
D86	62.070	17.210	1.710	.710	1.500	6.110	1.480	.510	8.100	1.010
D87	62.480	19.110	1.080	0.000	2.540	5.080	1.520	1.350	7.570	1.210
D88	60.910	21.130	.500	0.000	1.780	4.480	1.770	1.660	8.500	.920
D89	63.990	18.290	0.000	0.000	1.620	6.200	2.450	0.000	8.480	1.200
D90	63.600	20.100	.450	0.000	1.090	5.600	1.900	.170	8.090	1.000
D91	64.360	19.610	.500	0.000	1.240	5.990	1.860	0.000	7.570	1.020
D92	64.770	19.310	.450	0.000	1.390	6.010	2.010	0.000	7.150	1.110
D93	64.240	19.550	.500	0.000	1.420	5.880	2.040	0.000	7.520	1.210
D94	63.910	18.280	.300	0.000	1.420	6.910	2.050	0.000	7.960	1.260
D95	63.330	19.380	.690	0.000	1.680	5.080	1.940	.630	7.860	.950
D96	63.480	19.300	.500	.290	1.400	5.570	1.550	0.000	8.740	1.050
D97	63.950	19.120	.570	0.000	1.280	6.430	1.720	0.000	8.740	.920
D98	63.570	18.800	.280	.280	1.420	5.890	1.960	0.000	8.450	1.070
D99	64.140	19.340	.500	.510	1.260	5.830	1.510	0.000	7.520	1.100
D100	64.240	18.820	.840	.260	1.300	6.250	1.550	0.000	7.580	.980
D101	64.290	18.280	.550	0.000	4.390	4.470	1.250	0.000	7.610	1.160
D102	64.070	18.990	.550	0.000	4.850	2.950	1.570	0.000	7.870	.550
D103	63.120	18.390	.500	0.000	2.230	5.340	1.750	0.000	8.280	1.070
D104	62.080	19.610	.500	0.000	1.830	5.260	1.730	.340	8.690	1.070
D105	64.430	18.630	.500	0.000	2.000	5.270	1.710	0.000	7.970	1.240
D106	62.820	18.590	.500	0.000	1.880	6.210	1.860	0.000	7.800	1.180

D107	63.080	18.900	.500	0.000	2.020	5.430	2.120	.170	8.210	1.220
D108	63.190	18.810	.570	0.000	1.810	5.610	2.090	.170	7.510	1.110
D109	63.590	18.960	.400	0.000	1.450	6.120	2.090	0.000	7.710	1.210
D110	63.810	18.260	.450	0.000	1.480	6.100	1.930	0.000	8.190	1.120
D111	63.760	18.490	.500	0.000	1.380	5.970	2.000	0.000	7.600	.630
D112	63.670	18.930	.400	0.000	1.560	5.600	2.240	0.000	7.540	1.240
D113	62.910	20.290	.550	0.000	1.860	4.820	2.540	.170	7.270	1.160
D114	61.560	20.800	.500	0.000	1.830	5.130	2.210	.170	7.720	1.220
D115	63.250	17.480	.310	0.000	1.830	5.800	2.880	.170	7.620	1.230
D116	62.920	19.930	.400	0.000	1.450	5.210	1.900	.170	7.970	1.120
D117	63.400	18.520	.500	0.000	1.840	5.410	1.930	0.000	8.420	1.270
D118	63.460	19.230	.400	.180	1.430	5.940	1.600	.330	8.330	1.100
D119	63.190	18.940	.300	.260	1.590	5.710	2.040	0.000	7.980	1.070
D120	63.750	18.390	.560	.030	1.440	5.580	1.890	0.000	8.110	1.230
D121	63.730	15.590	.560	.270	1.420	5.870	1.670	0.000	7.930	1.020
D122	61.600	19.770	.570	.060	1.450	5.600	1.800	0.000	8.440	1.140
D123	62.630	18.170	1.070	0.000	1.440	6.080	2.170	0.000	8.360	1.090
D124	62.440	18.710	1.090	0.000	1.270	5.490	1.810	0.000	8.250	1.150
D125	62.630	19.080	.500	.520	1.660	5.560	1.930	.170	8.250	1.150
D126	62.270	18.540	.400	0.000	2.180	5.840	1.500	.820	7.430	2.020
D127	63.210	20.020	.450	0.000	1.810	6.260	1.530	.730	6.950	.920
D128	62.770	20.880	.500	0.000	1.640	6.160	1.550	.720	6.910	.990
D129	65.390	19.310	0.000	0.000	1.990	5.570	2.160	.400	6.970	1.000
D130	62.640	20.170	.360	0.000	1.430	6.180	2.200	1.050	6.440	1.030
D131	59.460	21.020	.310	0.000	2.310	6.040	2.030	.530	7.260	1.010
D132	61.600	19.610	.660	0.000	1.930	5.820	2.370	1.200	6.580	.980
D133	61.310	19.720	.410	0.000	1.980	6.240	2.140	.540	7.180	.990
D134	62.090	19.990	.400	0.000	1.680	6.160	2.270	.540	6.810	1.080
D135	60.180	19.990	1.410	0.000	2.380	5.010	2.430	2.310	6.150	1.030
D136	62.330	20.710	.450	0.000	1.630	6.460	2.070	.340	6.830	1.020
D137	59.810	16.950	4.290	0.000	1.960	5.920	1.760	2.300	6.110	1.300
D138	62.410	19.730	0.000	0.000	2.410	6.360	1.800	.330	7.730	1.010
D139	61.490	19.770	.500	0.000	1.360	6.720	2.090	.460	7.480	1.000
D140	62.770	20.940	.400	0.000	1.700	5.840	1.700	.640	7.550	1.034
D141	61.020	19.040	.450	0.000	3.290	6.650	1.750	.350	8.200	1.013
D142	60.470	21.160	.400	0.000	1.940	6.280	1.750	.320	7.700	1.100
D143	58.910	22.510	0.000	0.000	2.380	15.000	2.010	1.480	7.130	1.050
D144	61.520	22.070	.970	0.000	1.610	3.910	1.900	.850	8.300	.810
D145	61.260	20.880	.560	0.000	1.390	6.120	1.630	.820	7.030	1.070
D146	61.650	20.820	.500	0.000	1.700	6.260	1.790	.800	7.180	1.140
D147	59.950	21.570	0.000	0.000	1.610	5.780	1.810	1.010	7.240	1.140
D148	58.000	19.650	.430	0.000	1.760	5.690	1.610	1.370	7.890	1.060
D149	61.190	20.720	1.180	0.000	1.340	5.150	1.600	1.900	6.670	1.130
D150	60.630	21.340	.270	0.000	1.680	5.630	1.710	1.260	7.560	1.040
D151	59.140	20.820	.110	0.000	3.900	5.750	1.970	1.200	8.130	.860
D152	61.450	21.120	.470	0.000	1.970	6.270	1.770	.890	7.560	.990
D153	59.840	23.310	1.080	0.000	1.730	4.850	1.480	1.230	7.440	.990
D154	60.530	22.670	0.000	0.000	1.890	4.900	1.520	.890	7.760	1.000
D155	60.270	21.260	1.520	0.000	1.340	5.930	1.660	1.820	7.260	1.000
D156	63.250	20.630	.300	0.000	1.250	6.440	1.580	.350	7.210	1.070
D157	62.750	29.740	.550	0.000	1.430	6.780	1.840	.520	7.180	1.110
D158	62.830	19.850	.500	0.000	1.110	6.790	1.750	.470	7.270	1.100
D159	61.510	20.090	.450	0.000	1.130	7.200	1.520	.480	7.810	1.140
D160	61.700	21.710	.400	0.000	1.360	6.000	1.520	.490	7.550	1.150
D161	61.740	21.140	.360	0.000	1.470	5.930	.980	.650	6.680	1.000
D162	69.960	22.150	1.160	0.000	1.110	5.580	1.660	1.260	7.050	.880
D163	61.000	19.970	.310	0.000	2.480	4.950	1.540	2.090	7.080	1.030
D164	61.120	21.410	.500	0.000	.760	6.560	1.620	1.120	6.980	.930
D165	62.420	19.820	.550	0.000	1.260	6.940	1.390	.350	7.180	1.100
D166	63.730	19.280	.500	0.000	1.100	7.230	1.440	.230	7.100	1.090
D167	73.430	20.280	.300	0.000	1.010	6.650	1.840	.340	6.960	1.080
D168	63.180	20.880	.470	0.000	1.030	7.140	1.570	.350	6.910	1.110
D169	62.430	21.110	.400	0.000	1.580	6.710	1.330	.440	6.920	1.130
D170	61.240	21.460	.500	0.000	1.150	6.350	1.450	.450	6.930	1.110
D171	61.050	23.690	0.000	0.000	.970	5.460	1.290	.790	7.720	1.110
D172	53.730	25.400	2.870	0.000	1.450	3.520	1.520	.460	10.480	1.000
D173	54.850	25.080	2.140	0.000	1.880	3.780	1.320	.340	10.340	.690
D174	57.180	23.100	1.350	0.000	1.710	4.640	1.380	.250	9.340	.680



D175	57.240	23.230	1.330	0.000	2.050	4.290	1.130	.330	10.110	.550
D176	57.500	23.510	.930	0.000	1.880	4.850	.980	.250	9.340	.710
D177	57.810	24.840	2.060	0.000	1.990	3.390	1.460	.320	9.340	.510
D178	58.080	22.790	0.000	0.000	2.090	5.470	1.190	.310	9.390	.850
D179	55.900	22.920	1.310	.080	4.050	3.710	1.670	.330	10.340	.830
D180	57.170	22.640	1.610	0.000	1.890	4.350	1.140	.250	9.140	.640
D181	58.100	22.380	1.030	0.000	1.810	5.460	1.680	.320	8.130	.770
D182	58.060	22.370	1.900	0.000	1.910	4.260	1.640	1.310	9.070	.800
D183	58.700	22.290	1.130	0.000	1.590	5.010	1.810	.280	8.890	.870
D184	59.710	20.290	.660	.640	3.060	4.270	1.310	.810	9.710	1.310
D185	57.060	23.840	2.130	0.000	1.690	4.180	1.600	.340	9.680	.690
D186	54.980	23.580	1.600	0.000	2.070	3.780	1.360	.300	10.630	.610
D187	55.000	23.190	1.790	0.000	2.690	3.360	1.900	.320	9.630	.920
D188	59.390	22.170	2.220	0.000	1.760	5.080	.980	.210	8.740	.830
D189	59.660	21.980	1.190	0.000	2.050	4.950	1.220	.230	8.180	.800
D190	57.480	22.430	1.880	0.000	2.260	4.340	1.650	.250	8.930	.990
D191	58.760	22.810	.660	0.000	1.540	4.860	1.100	.210	9.030	.810
D192	56.580	24.230	1.820	0.000	1.830	4.200	1.560	.330	9.910	.860
D193	54.370	24.940	1.940	0.000	1.870	4.040	1.630	.340	10.770	.390
D194	55.160	24.080	1.830	0.000	2.390	3.700	1.670	.330	10.170	.990
D195	58.490	22.330	.810	0.000	1.890	4.890	1.620	.240	9.250	.720
D196	59.930	21.290	.500	0.000	1.940	5.830	1.280	.270	8.150	.850
D197	60.850	17.170	3.470	0.000	1.050	6.290	2.610	1.100	7.020	.930
D198	60.630	21.390	4.970	0.000	.560	1.910	1.800	1.050	7.610	.830
D199	59.810	19.850	2.800	0.000	.880	5.200	2.310	.990	8.100	.900
D200	59.210	23.440	1.290	0.000	1.400	2.890	1.960	1.060	9.840	.600
D201	59.880	21.070	1.850	0.000	.910	4.300	2.380	.840	7.940	.830
D202	58.740	20.670	2.170	0.000	1.860	4.030	2.250	1.360	8.330	.800
D203	60.920	19.790	1.990	0.000	1.140	4.490	2.000	1.170	7.720	.840
D204	61.140	20.490	.930	0.000	.960	5.260	2.040	.990	7.670	.900
D205	61.090	18.960	2.910	0.000	.790	5.660	1.870	1.050	7.680	.950
D206	59.010	20.690	2.050	0.000	1.360	4.620	2.080	1.590	8.170	.790
D207	61.100	20.470	1.170	1.070	.750	5.130	2.000	.860	8.250	.910
D208	57.610	18.540	2.100	0.000	1.050	4.560	3.150	5.140	8.050	1.010
D209	58.940	18.330	1.640	0.000	1.080	4.790	3.060	5.420	7.820	1.020
D210	60.920	19.490	1.120	0.000	1.070	5.140	2.760	5.230	8.620	1.100
D211	57.780	19.050	.860	0.000	1.060	4.850	2.750	5.350	8.330	.950
D212	57.270	18.920	.500	0.000	1.950	5.110	2.840	5.330	8.800	1.040
D213	56.500	19.430	1.960	0.000	1.490	4.950	2.780	5.440	8.960	.800
D214	58.500	18.030	1.350	0.000	1.050	5.050	2.970	5.220	8.550	.950
D215	58.880	18.630	.800	0.000	.830	5.240	2.970	5.000	7.980	1.100
D216	57.350	18.050	1.460	0.000	3.100	5.240	3.360	5.050	8.040	.770
D217	56.240	18.390	2.200	0.000	2.030	5.560	2.940	5.630	8.330	.640
D218	57.760	18.060	2.300	0.000	1.120	5.220	3.040	5.830	8.250	.770
D219	58.140	17.530	2.150	0.000	1.340	5.300	3.100	5.990	8.180	.840
D220	57.500	17.400	2.120	0.000	1.120	5.040	3.160	5.790	8.700	.900
D221	59.360	18.900	.500	0.000	3.710	7.250	.770	.570	9.820	1.320
D222	60.900	19.160	.770	0.000	1.980	6.400	.780	.830	10.170	1.110
D223	61.480	18.120	.460	0.000	2.820	6.670	.760	.850	9.660	1.700
D224	62.320	18.250	3.420	0.000	1.970	5.940	.840	1.820	8.370	3.620
D225	59.700	19.440	2.280	0.000	3.440	5.770	.950	1.120	8.520	1.190
D226	59.350	19.290	2.030	0.000	.770	5.840	.820	3.240	8.090	1.420
D227	59.820	17.900	2.050	0.000	1.160	4.440	1.530	3.560	8.680	2.290
D228	60.270	19.580	.500	0.000	1.560	7.860	1.200	.820	8.850	1.350
D229	62.460	17.620	1.710	0.000	.750	6.200	2.520	1.910	7.570	1.680
D230	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	1.970
D231	61.930	19.940	.380	0.000	1.560	5.040	1.290	1.630	8.620	2.860
D232	63.070	20.060	.500	0.000	.830	7.490	1.080	.350	7.810	1.260
D233	59.880	19.440	.500	0.000	1.250	9.260	1.080	.470	8.120	2.280
D234	59.500	20.000	.300	0.000	1.430	8.350	1.250	.650	7.960	3.020
D235	65.420	15.390	.400	0.000	1.810	7.100	1.430	1.270	7.930	2.100
D236	47.310	22.780	2.130	0.000	8.510	2.620	.760	.680	14.730	1.110
D237	61.120	19.080	3.300	0.000	1.390	4.250	2.520	1.720	6.950	1.030
D238	59.250	20.090	1.900	0.000	2.300	4.950	1.080	.550	10.750	3.320
D239	61.960	19.700	2.070	0.000	1.980	5.400	.930	.670	8.010	1.670
D240	63.590	18.850	3.150	0.000	1.430	4.880	1.730	1.110	6.860	.990
D241	60.210	19.870	4.620	0.000	1.360	3.880	1.540	1.370	8.290	.960

D242	60.690	20.110	3.890	0.000	1.490	3.760	.930	1.970	9.110	1.040
D243	59.700	18.910	2.570	0.000	1.990	3.870	1.210	.950	8.970	.980
D244	61.980	17.200	3.530	0.000	1.200	5.440	2.140	1.520	7.440	.910
D245	61.260	17.660	3.160	0.000	2.010	5.790	1.180	.560	8.170	.970
D246	61.450	19.330	1.770	0.000	1.090	5.700	1.070	.630	7.880	1.090
D247	61.410	17.710	4.350	0.000	1.400	5.550	1.700	1.170	7.210	2.150
D248	62.380	13.330	6.720	0.000	1.380	6.580	1.980	.780	7.360	1.350
D249	59.390	19.680	4.140	0.000	.810	5.520	1.950	.990	7.930	1.110
D250	63.040	17.300	2.080	0.000	1.400	6.290	1.160	1.180	7.860	1.090
D251	66.120	16.000	.360	0.000	1.880	5.930	.890	1.570	7.550	1.170
D252	61.280	17.110	.390	0.000	2.010	7.790	.380	.670	10.140	2.130
D253	62.140	17.860	1.470	0.000	2.750	6.230	1.120	.160	8.360	1.570
D254	60.110	18.010	.380	0.000	1.560	7.560	.920	1.310	9.780	1.160
D255	58.110	20.570	2.940	0.000	.990	5.570	1.970	.670	8.310	5.090
D256	61.830	18.180	2.140	0.000	1.790	5.170	2.240	1.460	7.740	1.630
D257	61.540	18.110	2.220	0.000	1.310	6.200	2.150	.330	7.570	1.470
D258	61.340	20.150	2.350	0.000	.840	6.900	1.080	.700	8.470	1.320
D259	59.880	18.960	6.010	.250	.490	5.690	1.580	.580	6.630	.930
D260	60.670	18.830	4.850	.250	.690	7.270	1.280	.540	7.700	.720
D261	60.780	16.670	7.730	.380	.560	6.130	1.450	.480	6.070	1.600
D262	61.100	19.350	4.560	.260	.350	6.880	1.270	.700	7.140	.730
D263	61.080	21.490	3.040	.230	.570	7.020	1.350	.290	4.840	.650
D264	60.270	20.090	5.080	.260	1.250	6.490	.480	.620	5.340	.630
D265	59.700	19.190	5.890	.210	1.360	6.240	.830	.870	5.030	.520
D266	60.310	19.450	6.060	.270	.920	6.290	.390	.950	6.020	.520
D267	59.960	17.130	8.080	.340	1.180	5.970	.910	.660	5.700	.960
D268	58.310	16.200	10.150	.260	1.430	5.620	.960	.710	6.710	.510
D269	60.470	20.520	4.310	.310	.720	4.270	.790	1.080	7.550	.510
D270	59.790	15.460	8.430	.420	1.590	5.410	2.400	1.230	4.740	.850
D271	60.740	19.520	5.550	.330	.840	5.440	1.340	.550	6.260	1.350
D272	62.500	18.520	3.180	.130	.570	7.870	.920	.180	7.790	1.080
D273	48.320	14.700	2.980	.740	1.300	1.680	2.240	.500	9.190	1.070
D274	62.220	18.890	4.480	.210	.580	6.880	.570	.100	6.920	1.500
D275	60.610	22.730	4.530	.260	1.050	4.590	1.220	.500	6.690	.560
D276	60.000	23.000	4.630	.390	.880	3.990	2.120	.770	5.840	.960
D277	55.080	20.130	10.340	.250	.430	3.140	1.780	1.140	6.580	.740
D278	59.450	19.110	6.670	.520	.900	5.240	1.040	.650	6.920	.660
D279	60.120	21.040	5.530	.250	.440	5.200	1.630	.820	5.780	.650
D280	60.080	22.170	3.250	.250	.160	6.180	2.310	.340	6.220	.540
D281	60.720	20.870	3.070	.260	.450	7.030	1.920	.320	5.490	.540
D282	62.370	20.120	3.600	.200	.690	6.760	1.850	.850	5.160	.640
D283	61.700	20.210	4.020	.250	.420	7.010	1.280	.360	4.310	.530
D284	61.310	20.080	3.190	.240	1.030	6.240	1.250	.340	6.730	.560
D285	56.160	16.300	3.820	.250	1.160	6.080	2.860	.760	14.310	1.710
D286	63.990	19.520	2.020	.200	.240	7.490	1.920	.280	4.240	2.530
D287	62.880	21.550	3.750	.240	.380	5.880	1.820	.560	5.170	.730
D288	63.320	21.320	3.860	.300	.320	6.350	1.530	.510	5.360	.670
D289	61.180	18.990	5.410	.260	1.030	7.180	2.380	.740	6.010	1.000
D290	61.960	20.300	4.040	.420	.370	6.170	1.860	.570	5.030	1.100

	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30
D1	.450	97.000	2.000	.500	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D2	.410	83.000	10.000	1.000	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D3	.340	85.000	8.000	1.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D4	.490	86.000	5.000	1.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.000
D5	.520	30.000	15.000	1.000	7.000	5.000	42.000	0.000	0.000	0.000
D6	.400	60.000	21.000	5.000	7.000	0.000	0.000	4.000	3.000	0.000
D7	.340	76.000	11.000	4.000	8.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D8	.480	40.000	50.000	5.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D9	.390	70.000	13.000	5.000	9.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
D10	.430	72.000	11.000	5.000	6.000	0.000	0.000	0.000	6.000	0.000
D11	.380	81.000	13.000	1.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D12	.650	82.000	7.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000
D13	.300	47.000	30.000	10.000	0.000	7.000	0.000	0.000	6.000	0.000
D14	.300	83.000	8.000	1.000	8.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

D15	.360	81.000	8.000	3.000	0.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000
D16	.290	85.000	4.000	2.000	1.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000
D17	.910	78.000	17.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D18	.370	71.000	14.000	5.000	7.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000
D19	.190	83.000	5.000	1.000	2.000	0.000	0.000	0.000	9.000	0.000
D20	.680	65.000	9.000	2.000	2.000	0.000	22.000	0.000	0.000	0.000
D21	.230	99.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D22	.170	99.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D23	.380	62.000	28.000	1.000	0.000	7.000	0.000	0.000	2.000	0.000
D24	.580	75.000	13.000	7.000	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D25	.030	94.000	6.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D26	.220	63.000	25.000	1.000	6.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D27	.210	93.000	5.000	.500	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000
D28	.320	82.000	6.000	1.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.000
D29	.210	92.000	2.000	.500	0.000	3.000	0.000	2.000	1.000	0.000
D30	.210	88.000	3.000	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000	6.000	0.000
D31	.410	91.000	2.000	2.000	0.000	.500	0.000	0.000	5.000	0.000
D32	.310	97.000	1.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D33	.720	84.000	6.000	6.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D34	.160	77.000	3.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.000	0.000
D35	.340	89.000	3.000	5.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D36	.520	85.000	10.000	.500	0.000	3.000	0.000	0.000	2.000	0.000
D37	.150	44.000	0.000	40.000	2.000	0.000	0.000	0.000	4.000	10.000
D38	.140	41.000	5.000	38.000	6.000	0.000	0.000	0.000	5.000	5.000
D39	.180	64.000	2.000	31.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
D40	.190	55.000	0.000	29.000	4.000	0.000	0.000	0.000	2.000	10.000
D41	.320	41.000	0.000	32.000	8.000	0.000	0.000	0.000	5.000	14.000
D42	.250	68.000	8.000	.500	2.000	4.000	3.000	15.000	0.000	0.000
D43	.160	40.000	20.000	5.000	12.000	0.000	0.000	23.000	0.000	0.000
D44	.290	50.000	0.000	3.000	9.000	0.000	17.000	3.000	1.000	13.000
D45	.130	97.000	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D46	.440	75.000	3.000	2.000	2.000	0.000	15.000	0.000	0.000	3.000
D47	.240	84.000	7.000	0.000	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
D48	.410	66.000	0.000	2.000	4.000	0.000	17.000	0.000	5.000	6.000
D49	.360	88.000	0.000	6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	4.000
D50	.510	83.000	13.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D51	.400	78.000	4.000	6.000	5.000	2.000	0.000	0.000	1.000	4.000
D52	.370	74.000	7.000	3.000	8.000	0.000	0.000	0.000	4.000	4.000
D53	.370	81.000	12.000	3.000	0.000	2.000	0.000	0.000	2.000	0.000
D54	.280	78.000	16.000	2.000	0.000	1.000	0.000	0.000	3.000	0.000
D55	.350	74.000	12.000	2.000	0.000	5.000	2.000	0.000	5.000	0.000
D56	1.030	79.000	0.000	8.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.000
D57	.570	80.000	0.000	6.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.000
D58	1.220	90.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000
D59	1.060	89.000	0.000	9.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000
D60	.250	74.000	0.000	8.000	5.000	0.000	0.000	0.000	2.000	11.000
D61	1.720	83.000	0.000	11.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D62	2.080	87.000	0.000	12.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D63	.380	58.000	18.000	15.000	0.000	9.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D64	.380	56.000	27.000	6.000	0.000	11.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D65	.540	71.000	11.000	8.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D66	.540	53.000	34.000	3.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D67	.680	90.000	8.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D68	.460	81.000	0.000	5.000	0.000	6.000	0.000	0.000	8.000	0.000
D69	.800	83.000	0.000	2.000	0.000	3.000	0.000	0.000	12.000	0.000
D70	.360	75.000	10.000	3.000	0.000	5.000	0.000	0.000	7.000	0.000
D71	.450	69.000	17.000	2.000	0.000	4.000	0.000	0.000	8.000	0.000
D72	-1.000	100.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D73	-1.000	91.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	9.000	0.000	0.000
D74	-1.000	93.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D75	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D76	-1.000	99.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D77	-1.000	96.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D78	-1.000	97.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000	.500	.500	0.000
D79	-1.000	96.000	3.000	1.000	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	0.000
D80	-1.000	95.000	.500	1.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D81	-1.000	98.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	.500	0.000
D82	-1.000	97.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000

D83	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D84	-1.000	100.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D85	-1.000	98.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D86	-1.000	98.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D87	-1.000	96.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D88	-1.000	93.000	1.000	3.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D89	-1.000	96.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D90	-1.000	96.000	3.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D91	-1.000	97.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D92	-1.000	96.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D93	-1.000	96.000	1.000	2.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D94	-1.000	98.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D95	-1.000	97.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D96	-1.000	96.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D97	-1.000	98.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D98	-1.000	99.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D99	-1.000	99.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000
D100	-1.000	91.000	3.000	3.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D101	-1.000	96.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D102	-1.000	96.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D103	-1.000	97.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D104	-1.000	98.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D105	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	.500	.500	0.000	0.000
D106	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	.500	.500	0.000	0.000
D107	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D108	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D109	-1.000	100.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D110	-1.000	98.000	.500	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D111	-1.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D112	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	.500	.500	0.000	0.000
D113	-1.000	96.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D114	-1.000	96.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	0.000
D115	-1.000	99.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D116	-1.000	97.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D117	-1.000	96.000	.500	3.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D118	-1.000	98.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D119	-1.000	95.000	.500	.500	0.000	0.000	3.000	2.000	0.000	0.000
D120	-1.000	94.000	0.000	4.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000
D121	-1.000	91.000	2.000	6.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D122	-1.000	97.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D123	-1.000	100.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D124	-1.000	98.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D125	-1.000	93.000	2.000	4.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D126	-1.000	94.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	3.000
D127	-1.000	94.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000
D128	-1.000	89.000	5.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
D129	-1.000	97.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000
D130	-1.000	82.000	6.000	5.000	0.000	0.000	6.000	0.000	0.000	0.000
D131	-1.000	96.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	2.000
D132	-1.000	79.000	9.000	8.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.500	4.000
D133	-1.000	87.000	2.000	2.000	0.000	0.000	9.000	.500	0.000	0.000
D134	-1.000	93.000	3.000	1.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	.500
D135	-1.000	57.000	17.000	9.000	0.000	0.000	0.000	.500	7.000	10.000
D136	-1.000	98.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D137	-1.000	55.000	16.000	17.000	0.000	0.000	0.000	3.000	3.000	6.000
D138	-1.000	87.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	3.000	6.000	0.000
D139	-1.000	91.000	5.000	2.000	0.000	0.000	0.000	2.000	.500	0.000
D140	-1.000	99.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D141	-1.000	86.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	12.000	.500
D142	-1.000	91.000	3.000	2.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000	1.000
D143	-1.000	80.000	6.000	4.000	0.000	0.000	0.000	2.000	6.000	2.000
D144	-1.000	92.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	2.000
D145	-1.000	89.000	5.000	.500	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	2.000
D146	-1.000	92.000	5.000	2.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	1.000
D147	-1.000	97.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	2.000
D148	-1.000	98.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	.500	2.000	0.000
D149	-1.000	89.000	0.000	.500	0.000	0.000	4.000	3.000	2.000	2.000

D150	-1.000	91.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.000	4.000	0.000	0.000
D151	-1.000	86.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	10.000	1.000
D152	-1.000	88.000	5.000	0.000	0.000	0.000	5.000	2.000	0.000	0.000
D153	-1.000	96.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	0.000
D154	-1.000	98.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D155	-1.000	72.000	7.000	12.000	0.000	0.000	0.000	5.000	0.000	4.000
D156	-1.000	89.000	3.000	3.000	0.000	0.000	4.000	1.000	0.000	0.000
D157	-1.000	96.000	2.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D158	-1.000	92.000	4.000	2.000	1.000	1.000	0.000	.500	0.000	0.000
D159	-1.000	95.000	3.000	2.000	.500	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D160	-1.000	98.000	1.000	1.000	.500	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D161	-1.000	95.000	2.000	2.000	.500	0.000	0.000	.500	0.000	1.000
D162	-1.000	81.000	2.000	4.000	0.000	0.000	4.000	1.000	2.000	6.000
D163	-1.000	52.000	12.000	13.000	1.000	4.000	7.000	0.000	6.000	5.000
D164	-1.000	79.000	3.000	4.000	.500	2.000	8.000	2.000	2.000	.500
D165	-1.000	98.000	.500	2.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	.500
D166	-1.000	96.000	.500	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.500
D167	-1.000	95.000	1.000	3.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D168	-1.000	97.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D169	-1.000	84.000	3.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	12.000	0.000
D170	-1.000	92.000	3.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000
D171	-1.000	93.000	5.000	2.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	.500
D172	-1.000	98.000	.500	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D173	-1.000	98.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D174	-1.000	98.000	1.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D175	-1.000	97.000	1.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D176	-1.000	98.000	.500	2.000	.500	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D177	-1.000	83.000	1.000	3.000	1.000	0.000	5.000	0.000	7.000	0.000
D178	-1.000	99.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D179	-1.000	93.000	3.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	0.000
D180	-1.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D181	-1.000	100.000	0.000	.500	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D182	-1.000	100.000	0.000	.500	.500	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D183	-1.000	98.000	0.000	1.000	.500	0.000	0.000	.500	1.000	0.000
D184	-1.000	99.000	0.000	1.000	.500	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D185	-1.000	99.000	.500	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D186	-1.000	100.000	.500	.500	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D187	-1.000	96.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D188	-1.000	96.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000
D189	-1.000	97.000	1.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	.500	0.000
D190	-1.000	98.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000
D191	-1.000	99.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D192	-1.000	98.000	0.000	.500	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D193	-1.000	100.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D194	-1.000	100.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D195	-1.000	100.000	.500	.500	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D196	-1.000	93.000	2.000	3.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000
D197	-1.000	68.000	15.000	9.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D198	-1.000	88.000	3.000	3.000	2.000	3.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D199	-1.000	76.000	5.000	3.000	0.000	5.000	0.000	0.000	11.000	0.000
D200	-1.000	82.000	3.000	4.000	2.000	2.000	6.000	0.000	1.000	0.000
D201	-1.000	87.000	0.000	4.000	0.000	5.000	0.000	0.000	4.000	0.000
D202	-1.000	84.000	0.000	4.000	0.000	5.000	0.000	0.000	7.000	0.000
D203	-1.000	83.000	.500	3.000	2.000	5.000	3.000	0.000	4.000	0.000
D204	-1.000	87.000	.500	1.000	1.000	2.000	0.000	0.000	9.000	0.000
D205	-1.000	86.000	.500	3.000	2.000	5.000	4.000	0.000	0.000	0.000
D206	-1.000	89.000	.500	2.000	0.000	3.000	4.000	0.000	2.000	0.000
D207	-1.000	87.000	.500	1.000	0.000	2.000	7.000	0.000	3.000	0.000
D208	-1.000	85.000	1.000	5.000	.500	3.000	3.000	0.000	3.000	0.000
D209	-1.000	84.000	2.000	6.000	0.000	3.000	0.000	.500	5.000	0.000
D210	-1.000	96.000	.500	2.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D211	-1.000	85.000	1.000	3.000	0.000	5.000	0.000	2.000	4.000	0.000
D212	-1.000	78.000	2.000	3.000	.500	5.000	0.000	0.000	12.000	0.000
D213	-1.000	87.000	2.000	0.000	0.000	5.000	6.000	.500	0.000	0.000
D214	-1.000	91.000	4.000	4.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D215	-1.000	89.000	2.000	2.000	0.000	2.000	5.000	0.000	0.000	0.000
D216	-1.000	76.000	.500	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000	21.000	0.000
D217	-1.000	71.000	2.000	4.000	0.000	5.000	0.000	2.000	26.000	0.000

D218	-1.000	85.000	6.000	4.000	0.000	5.000	0.000	.500	0.000	0.000
D219	-1.000	89.000	4.000	2.000	0.000	5.000	.500	.500	0.000	0.000
D220	-1.000	87.000	4.000	5.000	0.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D221	-1.000	91.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	3.000	5.000	0.000
D222	-1.000	93.000	3.000	4.000	0.000	.500	0.000	.500	0.000	0.000
D223	-1.000	95.000	0.000	1.000	.500	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000
D224	-1.000	66.000	0.000	0.000	34.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D225	-1.000	71.000	0.000	8.000	4.000	0.000	0.000	1.000	16.000	0.000
D226	-1.000	96.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D227	-1.000	0.000	56.000	3.000	14.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D228	-1.000	98.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D229	-1.000	75.000	10.000	2.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
D230	-1.000	81.000	10.000	9.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D231	-1.000	76.000	0.000	0.000	19.000	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000
D232	-1.000	98.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D233	-1.000	34.000	0.000	7.000	0.000	0.000	3.000	0.000	59.000	0.000
D234	-1.000	13.000	52.000	7.000	0.000	22.000	0.000	0.000	6.000	0.000
D235	-1.000	18.000	0.000	23.000	0.000	0.000	7.000	15.000	44.000	0.000
D236	-1.000	91.000	3.000	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
D237	-1.000	96.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D238	-1.000	85.000	5.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D239	-1.000	59.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000	2.000	41.000	0.000
D240	-1.000	77.000	6.000	4.000	0.000	4.000	0.000	2.000	6.000	0.000
D241	-1.000	69.000	6.000	.500	0.000	5.000	0.000	.500	18.000	0.000
D242	-1.000	86.000	2.000	2.000	0.000	2.000	0.000	.500	8.000	0.000
D243	-1.000	79.000	2.000	3.000	0.000	2.000	0.000	0.000	14.000	0.000
D244	-1.000	91.000	0.000	.500	0.000	0.000	4.000	0.000	5.000	0.000
D245	-1.000	90.000	4.000	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000	2.000	0.000
D246	-1.000	82.000	3.000	.500	0.000	3.000	0.000	0.000	12.000	0.000
D247	-1.000	77.000	7.000	6.000	0.000	5.000	0.000	0.000	5.000	0.000
D248	-1.000	76.000	3.000	5.000	3.000	5.000	0.000	0.000	8.000	0.000
D249	-1.000	86.000	4.000	4.000	.500	2.000	0.000	0.000	4.000	0.000
D250	-1.000	86.000	1.000	2.000	0.000	3.000	0.000	0.000	8.000	0.000
D251	-1.000	82.000	2.000	13.000	0.000	0.000	0.000	2.000	1.000	0.000
D252	-1.000	87.000	0.000	0.000	7.000	0.000	4.000	0.000	2.000	0.000
D253	-1.000	94.000	4.000	.500	.500	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D254	-1.000	85.000	6.000	5.000	.500	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D255	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D256	-1.000	96.000	1.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D257	-1.000	96.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D258	-1.000	94.000	3.000	3.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D259	-1.000	88.000	9.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D260	-1.000	95.000	4.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D261	-1.000	83.000	15.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D262	-1.000	90.000	4.000	4.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
D263	-1.000	93.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.000	0.000
D264	-1.000	93.000	5.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D265	-1.000	96.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D266	-1.000	96.000	2.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D267	-1.000	72.000	25.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D268	-1.000	83.000	15.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D269	-1.000	93.000	5.000	2.000	0.000	0.000	.500	0.000	0.000	0.000
D270	-1.000	78.000	17.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.500	0.000
D271	-1.000	73.000	24.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
D272	-1.000	98.000	2.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D273	-1.000	73.000	10.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D274	-1.000	88.000	3.000	2.000	0.000	0.000	7.000	0.000	0.000	0.000
D275	-1.000	86.000	12.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D276	-1.000	89.000	9.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D277	-1.000	51.000	15.000	7.000	0.000	0.000	8.000	0.000	0.000	0.000
D278	-1.000	87.000	12.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
D279	-1.000	92.000	7.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D280	-1.000	96.000	4.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D281	-1.000	96.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D282	-1.000	94.000	4.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D283	-1.000	94.000	6.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D284	-1.000	88.000	12.000	.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

D285	-1.000	77.000	18.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D286	-1.000	95.000	3.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D287	-1.000	95.000	3.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D288	-1.000	93.000	7.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D289	-1.000	90.000	8.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D290	-1.000	88.000	10.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40
D1	104.000	41.000	44.000	26.000	1.000	.300	0.000	.400	1.600	52.550
D2	125.000	52.000	22.000	50.000	3.000	.400	0.000	.600	2.100	54.354
D3	104.000	36.000	35.000	35.000	2.000	.200	.200	2.300	1.600	52.380
D4	85.000	26.000	27.000	30.000	1.000	.600	0.000	.900	7.900	52.314
D5	53.000	19.000	14.000	24.000	2.000	.300	0.000	1.500	5.800	55.074
D6	77.000	30.000	18.000	35.000	2.000	.200	.200	4.200	.800	56.020
D7	98.000	44.000	15.000	53.000	3.000	.200	.400	4.100	1.600	57.122
D8	68.000	27.000	11.000	33.000	2.000	.500	.100	3.100	.500	53.944
D9	99.000	33.000	15.000	42.000	4.000	.200	.200	3.800	.500	54.884
D10	73.000	30.000	14.000	40.000	2.000	.400	.400	4.900	1.000	55.389
D11	99.000	44.000	20.000	41.000	2.000	1.000	0.000	.400	11.000	53.620
D12	103.000	65.000	17.000	44.000	2.000	1.100	0.000	1.100	10.000	54.365
D13	38.000	26.000	14.000	14.000	1.000	1.300	0.000	1.600	7.900	52.540
D14	122.000	23.000	18.000	85.000	3.000	.900	0.000	1.400	4.500	54.563
D15	73.000	17.000	23.000	33.000	1.000	.200	.500	4.000	1.000	54.431
D16	90.000	22.000	31.000	32.000	1.000	.200	0.000	1.500	.500	53.778
D17	52.000	18.000	18.000	23.000	1.000	0.000	0.000	1.500	.500	53.458
D18	118.000	48.000	26.000	70.000	2.000	2.000	0.000	.800	25.600	54.080
D19	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	51.411
D20	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	57.313
D21	99.000	42.000	34.000	18.000	1.000	.100	0.000	.600	7.900	53.648
D22	100.000	36.000	36.000	31.000	4.000	0.000	0.000	.800	.100	54.261
D23	75.000	30.000	20.000	36.000	1.000	.900	.200	3.400	4.700	53.225
D24	40.000	19.000	12.000	17.000	1.000	.300	0.000	.300	12.400	58.218
D25	122.000	52.000	43.000	46.000	1.000	.900	0.000	.200	20.200	52.197
D26	96.000	21.000	33.000	64.000	1.000	1.400	0.000	.800	19.900	49.311
D27	97.000	28.000	28.000	56.000	1.000	1.800	0.000	.700	14.800	51.653
D28	73.000	23.000	17.000	32.000	1.000	1.000	0.000	1.400	4.700	51.470
D29	103.000	36.000	38.000	35.000	1.000	.100	.300	3.600	.300	47.380
D30	112.000	56.000	25.000	41.000	1.000	.500	.200	2.300	7.400	50.041
D31	119.000	57.000	27.000	54.000	1.000	1.500	.300	1.800	10.300	50.765
D32	115.000	34.000	27.000	55.000	1.000	1.300	0.000	1.500	9.200	51.773
D33	80.000	15.000	14.000	73.000	1.000	1.200	0.000	.800	28.000	55.136
D34	69.000	28.000	25.000	45.000	1.000	1.100	0.000	.800	24.000	54.162
D35	84.000	28.000	29.000	74.000	3.000	.900	0.000	1.200	35.900	51.208
D36	84.000	27.000	23.000	43.000	1.000	1.200	.200	1.900	8.400	50.401
D37	26.000	24.000	6.000	29.000	1.000	.800	0.000	.800	30.100	63.822
D38	22.000	36.000	6.000	20.000	1.000	.900	0.000	.700	21.900	64.229
D39	30.000	11.000	11.000	24.000	1.000	1.100	0.000	.200	21.600	59.939
D40	23.000	20.000	11.000	39.000	1.000	1.600	0.000	.700	48.300	59.261
D41	23.000	25.000	8.000	38.000	1.000	1.400	0.000	.800	37.500	61.250
D42	64.000	25.000	20.000	30.000	1.000	1.500	0.000	.500	16.100	52.551
D43	50.000	21.000	13.000	29.000	2.000	.900	0.000	.200	19.500	55.041
D44	144.000	21.000	5.000	123.000	8.000	2.400	0.000	.400	17.400	62.718
D45	107.000	34.000	27.000	50.000	2.000	1.000	0.000	.500	8.400	52.652
D46	77.000	28.000	29.000	28.000	1.000	1.000	0.000	.900	2.600	51.386
D47	121.000	42.000	15.000	54.000	3.000	.800	0.000	1.000	2.400	56.214
D48	85.000	25.000	20.000	61.000	3.000	1.200	.100	2.800	8.200	52.992
D49	73.000	27.000	20.000	35.000	1.000	1.200	.300	3.100	2.100	52.954
D50	77.000	18.000	12.000	38.000	2.000	.100	0.000	1.600	0.000	50.013
D51	95.000	43.000	13.000	41.000	2.000	0.000	.300	2.300	0.000	51.681
D52	129.000	80.000	14.000	32.000	3.000	0.000	0.000	1.800	0.000	52.440
D53	61.000	39.000	19.000	30.000	3.000	1.400	0.000	1.000	18.700	54.152
D54	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	53.214
D55	50.000	28.000	16.000	12.000	1.000	.200	.200	3.300	0.000	53.441
D56	58.000	21.000	16.000	25.000	1.000	.100	0.000	.400	1.600	57.556

D57	58.000	23.000	20.000	17.000	1.000	1.400	0.000	.100	15.600	57.098
D58	58.000	28.000	13.000	25.000	0.000	2.000	0.000	.200	11.100	51.662
D59	59.000	23.000	14.000	27.000	1.000	1.600	0.000	.200	8.900	51.319
D60	59.000	45.000	14.000	1.000	1.000	.200	0.000	.400	0.000	55.117
D61	48.000	24.000	12.000	19.000	2.000	1.900	0.000	.600	7.100	53.760
D62	42.000	24.000	13.000	20.000	1.000	2.700	0.000	.600	10.600	51.155
D63	30.000	8.000	11.000	14.000	1.000	1.100	0.000	.400	8.200	54.380
D64	60.000	27.000	26.000	20.000	2.000	1.400	0.000	.800	5.500	52.931
D65	53.000	7.000	20.000	25.000	2.000	1.200	0.000	.500	6.900	54.934
D66	51.000	9.000	21.000	20.000	1.000	.900	0.000	.700	7.400	52.274
D67	78.000	29.000	47.000	8.000	1.000	.200	0.000	1.900	.500	49.494
D68	77.000	30.000	46.000	35.000	1.000	1.300	0.000	1.000	34.800	49.233
D69	73.000	15.000	43.000	70.000	1.000	2.000	0.000	1.000	45.900	48.736
D70	105.000	50.000	15.000	29.000	13.000	.100	0.000	2.600	.200	50.732
D71	57.000	25.000	20.000	18.000	2.000	.100	.400	4.500	1.000	57.628
D72	105.000	29.000	49.000	50.000	4.000	.700	0.000	11.600	.500	50.642
D73	98.000	21.000	43.000	45.000	5.000	.600	0.000	0.000	.600	48.404
D74	96.000	30.000	40.000	31.000	3.000	1.000	0.000	4.500	.600	48.983
D75	115.000	35.000	49.000	37.000	2.000	.600	0.000	11.600	.600	50.552
D76	112.000	45.000	48.000	37.000	2.000	.500	0.000	4.600	.400	49.924
D77	105.000	35.000	47.000	35.000	2.000	.500	0.000	0.000	.700	53.974
D78	115.000	54.000	49.000	36.000	2.000	.500	0.000	13.800	.500	49.579
D79	111.000	38.000	47.000	35.000	2.000	.800	0.000	13.700	.400	50.678
D80	109.000	38.000	46.000	32.000	3.000	1.800	0.000	18.300	.600	51.215
D81	114.000	37.000	49.000	24.000	2.000	.800	0.000	9.200	.500	50.763
D82	113.000	36.000	48.000	35.000	3.000	.700	0.000	4.600	.400	50.114
D83	113.000	35.000	47.000	35.000	2.000	.800	0.000	11.300	.500	49.656
D84	118.000	38.000	51.000	37.000	3.000	.700	0.000	16.300	.800	50.285
D85	113.000	37.000	48.000	36.000	3.000	.700	0.000	9.200	.400	50.811
D86	114.000	34.000	47.000	37.000	3.000	.700	0.000	0.000	.600	49.455
D87	100.000	24.000	45.000	47.000	5.000	.700	0.000	9.000	.500	49.296
D88	78.000	20.000	37.000	44.000	4.000	.800	0.000	21.900	.600	47.514
D89	115.000	29.000	51.000	47.000	5.000	.500	0.000	4.600	.600	50.340
D90	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.829
D91	116.000	30.000	54.000	53.000	4.000	.600	0.000	18.600	.600	50.732
D92	118.000	32.000	53.000	52.000	5.000	.900	0.000	24.000	.500	49.039
D93	111.000	31.000	51.000	45.000	4.000	.500	0.000	0.000	.600	49.702
D94	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.426
D95	110.000	28.000	47.000	43.000	4.000	.400	0.000	9.200	.600	50.434
D96	114.000	31.000	51.000	46.000	4.000	.400	0.000	6.900	.500	51.318
D97	119.000	32.000	52.000	49.000	5.000	.500	0.000	11.600	.600	50.232
D98	115.000	31.000	53.000	46.000	4.000	.200	0.000	9.200	.600	52.809
D99	113.000	32.000	50.000	45.000	4.000	.300	0.000	0.000	.800	53.265
D100	117.000	31.000	51.000	46.000	3.000	.300	0.000	23.100	.700	52.591
D101	115.000	29.000	51.000	42.000	3.000	.300	0.000	23.000	.600	52.000
D102	107.000	29.000	47.000	39.000	3.000	.300	0.000	13.000	.700	53.267
D103	113.000	29.000	50.000	41.000	3.000	.400	0.000	16.000	.800	51.927
D104	105.000	28.000	47.000	36.000	4.000	.300	0.000	17.900	.500	50.709
D105	115.000	32.000	52.000	42.000	3.000	.500	0.000	18.200	.400	52.471
D106	110.000	29.000	49.000	41.000	4.000	.500	0.000	15.900	.500	52.249
D107	109.000	29.000	50.000	44.000	4.000	.300	0.000	20.500	.600	50.750
D108	112.000	29.000	50.000	41.000	3.000	.400	0.000	22.800	.500	52.107
D109	114.000	31.000	50.000	56.000	4.000	.500	0.000	18.400	.600	52.257
D110	115.000	30.000	50.000	53.000	3.000	.500	0.000	20.700	.600	51.993
D111	113.000	30.000	53.000	48.000	3.000	.700	0.000	20.700	.600	52.616
D112	113.000	31.000	50.000	51.000	4.000	.400	0.000	21.200	.500	52.176
D113	101.000	28.000	47.000	46.000	3.000	.600	0.000	18.100	.600	52.558
D114	98.000	28.000	46.000	44.000	3.000	.800	0.000	15.600	.600	49.609
D115	115.000	32.000	53.000	48.000	3.000	.400	0.000	18.300	.600	52.031
D116	101.000	30.000	47.000	46.000	3.000	.200	0.000	9.100	.600	51.862
D117	112.000	29.000	53.000	55.000	3.000	.400	0.000	11.400	.600	52.939
D118	110.000	30.000	51.000	52.000	3.000	.400	0.000	13.600	.500	52.198
D119	109.000	29.000	50.000	54.000	3.000	.400	0.000	13.500	.500	50.332
D120	110.000	30.000	51.000	51.000	3.000	.300	0.000	10.200	.600	51.425
D121	106.000	29.000	49.000	46.000	3.000	.600	0.000	22.500	.700	51.286
D122	110.000	30.000	51.000	50.000	3.000	.400	0.000	15.700	.700	50.614
D123	112.000	31.000	51.000	49.000	3.000	.500	0.000	15.800	.600	51.394



D124	112.000	29.000	51.000	47.000	3.000	.400	0.000	20.400	.700	50.963
D125	108.000	29.000	46.000	39.000	3.000	.400	0.000	17.900	.600	52.919
D126	55.000	17.000	20.000	30.000	4.000	1.400	0.000	4.200	.700	55.621
D127	94.000	32.000	36.000	52.000	3.000	2.300	0.000	24.400	1.200	53.521
D128	88.000	36.000	31.000	50.000	5.000	3.600	0.000	39.400	1.400	51.022
D129	104.000	36.000	41.000	58.000	3.000	12.600	0.000	13.600	1.800	51.554
D130	83.000	32.000	30.000	47.000	3.000	2.600	0.000	30.600	1.000	53.436
D131	95.000	26.000	36.000	54.000	4.000	4.500	0.000	9.000	.600	52.736
D132	68.000	49.000	27.000	45.000	2.000	2.400	0.000	38.400	.600	53.607
D133	97.000	31.000	36.000	54.000	2.000	2.500	0.000	13.300	1.200	51.169
D134	101.000	27.000	37.000	53.000	3.000	2.700	0.000	11.200	.900	52.327
D135	41.000	55.000	14.000	30.000	1.000	1.400	0.000	36.900	1.000	56.729
D136	108.000	42.000	41.000	56.000	2.000	2.600	0.000	13.500	1.000	51.402
D137	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	52.888
D138	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	51.515
D139	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.727
D140	111.000	37.000	43.000	40.000	3.000	1.000	0.000	18.100	.400	48.621
D141	90.000	86.000	34.000	33.000	1.000	.700	4.400	53.100	.800	51.829
D142	94.000	31.000	37.000	42.000	2.000	1.000	0.000	18.000	.600	51.801
D143	74.000	71.000	30.000	36.000	3.000	1.500	8.600	43.100	.900	53.086
D144	78.000	22.000	33.000	40.000	3.000	2.500	0.000	8.700	1.300	47.892
D145	99.000	26.000	41.000	47.000	4.000	2.300	0.000	8.900	1.000	52.939
D146	101.000	26.000	40.000	48.000	3.000	1.200	0.000	8.900	.800	50.102
D147	94.000	24.000	38.000	45.000	4.000	2.500	0.000	6.700	1.000	49.657
D148	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.070
D149	95.000	44.000	42.000	47.000	4.000	3.300	8.900	31.100	1.500	49.881
D150	102.000	29.000	43.000	46.000	5.000	2.900	0.000	9.000	1.200	48.817
D151	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	51.286
D152	106.000	33.000	42.000	44.000	4.000	2.700	0.000	9.100	1.000	49.483
D153	105.000	25.000	43.000	43.000	3.000	2.200	0.000	14.900	2.000	49.833
D154	109.000	25.000	46.000	45.000	3.000	2.600	0.000	18.200	1.200	50.749
D155	78.000	21.000	31.000	32.000	3.000	1.600	0.000	12.900	.900	52.220
D156	105.000	23.000	54.000	40.000	2.000	2.500	0.000	18.000	1.000	50.927
D157	104.000	23.000	54.000	51.000	3.000	2.700	0.000	15.900	1.100	51.320
D158	111.000	26.000	59.000	40.000	2.000	2.300	0.000	13.600	1.000	51.404
D159	108.000	25.000	58.000	35.000	2.000	2.200	0.000	13.600	1.000	50.162
D160	107.000	24.000	58.000	31.000	2.000	1.600	0.000	18.000	.700	48.691
D161	106.000	24.000	58.000	30.000	1.000	1.200	0.000	23.600	.400	47.550
D162	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.789
D163	39.000	71.000	20.000	11.000	1.000	.300	12.400	61.000	.500	55.082
D164	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.718
D165	115.000	24.000	56.000	40.000	2.000	1.000	0.000	13.700	.600	51.825
D166	111.000	24.000	57.000	42.000	2.000	1.600	0.000	20.500	.600	51.664
D167	110.000	23.000	57.000	42.000	2.000	1.700	0.000	18.300	.700	51.124
D168	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.108
D169	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	53.946
D170	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.832
D171	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.979
D172	95.000	25.000	65.000	35.000	1.000	1.800	0.000	13.100	1.600	44.249
D173	92.000	26.000	53.000	23.000	1.000	1.200	0.000	8.800	1.000	44.249
D174	102.000	45.000	54.000	26.000	1.000	1.000	0.000	11.000	.600	46.651
D175	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	46.114
D176	99.000	40.000	51.000	14.000	0.000	1.100	0.000	8.700	.400	46.594
D177	68.000	25.000	43.000	8.000	1.000	.200	2.100	7.700	0.000	50.613
D178	98.000	32.000	67.000	10.000	1.000	.200	.900	7.500	-1.000	47.869
D179	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	0.000	45.774
D180	105.000	25.000	59.000	17.000	1.000	.200	0.000	2.000	0.000	46.929
D181	115.000	29.000	63.000	16.000	1.000	.400	0.000	13.400	0.000	47.466
D182	101.000	30.000	55.000	13.000	1.000	.600	0.000	15.400	0.000	46.336
D183	105.000	30.000	56.000	14.000	0.000	.500	0.000	12.000	0.000	47.086
D184	100.000	28.000	58.000	12.000	0.000	.500	0.000	8.900	-1.000	47.000
D185	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	0.000	45.949
D186	81.000	27.000	46.000	7.000	1.000	.400	0.000	8.700	0.000	43.707
D187	90.000	37.000	53.000	9.000	0.000	.400	0.000	8.800	0.000	46.896
D188	98.000	33.000	50.000	8.000	0.000	.300	0.000	8.800	0.000	46.020
D189	78.000	41.000	55.000	10.000	1.000	.300	0.000	8.800	0.000	46.941
D190	95.000	39.000	53.000	7.000	1.000	.300	0.000	8.800	0.000	46.392
D191	96.000	37.000	52.000	8.000	1.000	.300	0.000	17.700	0.000	46.486

D192	90.000	29.000	57.000	7.000	0.000	.300	0.000	.800	0.000	45.170
D193	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	44.251
D194	74.000	27.000	55.000	8.000	0.000	.300	0.000	13.100	0.000	44.842
D195	76.000	34.000	59.000	13.000	0.000	.300	0.000	11.200	0.000	48.688
D196	98.000	30.000	53.000	15.000	0.000	.300	0.000	13.200	0.000	47.250
D197	57.000	9.000	26.000	23.000	1.000	.300	.100	1.200	1.100	51.793
D198	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.763
D199	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.950
D200	49.000	25.000	21.000	23.000	2.000	.300	.500	2.700	.300	48.814
D201	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.999
D202	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.072
D203	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.374
D204	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.304
D205	104.000	11.000	50.000	48.000	2.000	1.100	0.000	1.300	2.600	50.555
D206	89.000	33.000	43.000	43.000	2.000	1.500	.200	3.700	6.100	52.516
D207	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.977
D208	47.000	25.000	25.000	21.000	1.000	3.000	.100	2.600	.800	48.868
D209	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.858
D210	94.000	10.000	48.000	35.000	2.000	2.900	0.000	2.000	2.600	48.179
D211	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.926
D212	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.414
D213	82.000	10.000	42.000	24.000	1.000	.300	0.000	.700	.300	50.164
D214	108.000	11.000	53.000	36.000	2.000	.800	0.000	1.900	.300	49.692
D215	102.000	10.000	50.000	35.000	2.000	.500	0.000	1.000	.300	49.386
D216	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	47.603
D217	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	.900	-1.000	-1.000	-1.000	49.945
D218	97.000	17.000	46.000	32.000	2.000	1.100	0.000	.700	.300	50.026
D219	94.000	18.000	43.000	32.000	2.000	.500	.100	2.000	.300	49.271
D220	85.000	32.000	38.000	26.000	2.000	-1.000	-1.000	2.300	.300	48.475
D221	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	47.459
D222	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.499
D223	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.538
D224	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	52.991
D225	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.080
D226	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.159
D227	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	56.461
D228	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.669
D229	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	52.470
D230	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	46.932
D231	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	55.276
D232	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	47.498
D233	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	46.811
D234	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.641
D235	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	54.102
D236	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.431
D237	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	51.694
D238	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	52.849
D239	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	44.524
D240	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.846
D241	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.851
D242	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.482
D243	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.532
D244	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	46.265
D245	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	45.120
D246	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	47.371
D247	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.599
D248	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.184
D249	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.777
D250	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.574
D251	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	49.898
D252	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	48.460
D253	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.309
D254	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	47.479
D255	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	56.368
D256	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.654
D257	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.081

D258	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.412
D259	78.000	15.000	19.000	43.000	2.000	.800	0.000	.900	7.900	53.809	
D260	88.000	12.000	27.000	46.000	1.000	1.200	0.000	.900	9.200	51.079	
D261	134.000	9.000	15.000	97.000	15.000	1.100	0.000	1.300	5.000	52.724	
D262	76.000	15.000	25.000	36.000	1.000	1.000	0.000	1.100	5.300	52.555	
D263	103.000	15.000	51.000	47.000	1.000	1.100	.400	3.200	3.700	49.084	
D264	88.000	30.000	40.000	22.000	2.000	.300	0.000	1.600	1.000	51.495	
D265	94.000	38.000	46.000	18.000	1.000	.200	0.000	.300	.500	53.341	
D266	93.000	38.000	44.000	13.000	1.000	.200	0.000	2.000	.800	48.960	
D267	55.000	17.000	17.000	22.000	1.000	1.000	0.000	.800	6.900	51.924	
D268	51.000	26.000	20.000	20.000	1.000	1.100	0.000	1.300	9.100	50.887	
D269	86.000	38.000	28.000	30.000	1.000	.700	1.000	1.000	3.700	50.080	
D270	50.000	26.000	16.000	23.000	2.000	.900	0.000	1.400	6.100	52.541	
D271	94.000	21.000	15.000	65.000	11.000	1.800	0.000	.900	12.400	55.180	
D272	97.000	27.000	49.000	77.000	1.000	2.300	0.000	.300	59.100	50.207	
D273	60.000	26.000	27.000	36.000	1.000	2.800	0.000	.400	27.200	52.207	
D274	71.000	20.000	28.000	43.000	1.000	1.000	0.000	1.000	17.100	54.543	
D275	62.000	25.000	16.000	34.000	1.000	1.000	0.000	.500	16.600	50.020	
D276	60.000	23.000	16.000	47.000	1.000	1.600	0.000	.100	31.400	50.381	
D277	25.000	8.000	6.000	18.000	1.000	1.500	0.000	.300	9.800	45.496	
D278	66.000	17.000	22.000	30.000	4.000	1.000	0.000	.600	5.800	50.327	
D279	80.000	22.000	23.000	33.000	4.000	1.500	0.000	.600	4.700	50.301	
D280	103.000	24.000	27.000	47.000	3.000	.900	0.000	1.000	6.900	50.268	
D281	105.000	34.000	28.000	45.000	3.000	.900	0.000	.600	6.100	51.653	
D282	91.000	15.000	24.000	68.000	3.000	1.100	0.000	.900	6.600	50.744	
D283	97.000	18.000	33.000	51.000	2.000	1.300	0.000	.700	6.100	49.986	
D284	99.000	39.000	34.000	38.000	2.000	1.200	0.000	.700	5.500	50.314	
D285	50.000	7.000	8.000	32.000	5.000	1.200	0.000	.600	9.500	54.338	
D286	91.000	22.000	25.000	49.000	3.000	1.200	0.000	1.200	9.000	54.158	
D287	93.000	17.000	19.000	57.000	3.000	1.200	0.000	.400	7.100	51.262	
D288	94.000	11.000	24.000	65.000	4.000	1.600	0.000	1.200	7.100	49.644	
D289	86.000	26.000	22.000	40.000	3.000	1.500	0.000	.900	8.700	49.727	
D290	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	50.998	

	V41	V42	V43	V44	V45	V46	V47	V48	V58	V59
D1	17.977	3.325	.299	.668	3.559	1.752	.508	33.982	8.994	73.000
D2	16.954	2.576	.301	1.471	1.729	2.154	.646	33.594	8.981	60.000
D3	18.860	3.149	.376	1.380	2.862	2.037	.429	31.995	9.007	63.000
D4	19.886	3.695	.354	1.214	2.990	3.760	.803	25.612	8.968	82.000
D5	16.222	6.211	.877	1.862	2.248	2.260	.569	17.852	9.007	82.000
D6	17.036	3.591	.275	1.972	2.591	2.309	.732	20.775	9.001	82.000
D7	15.384	2.947	.341	.708	2.080	3.716	.718	25.140	8.981	69.000
D8	19.986	3.470	.454	2.554	2.042	3.448	.597	18.802	8.981	73.000
D9	18.715	2.569	.407	1.507	1.750	3.487	.744	24.239	9.020	60.000
D10	19.248	3.290	.516	.222	1.906	3.573	.660	20.275	9.027	69.000
D11	19.865	2.567	.304	1.806	1.132	2.482	1.085	27.566	9.026	82.000
D12	18.017	2.903	.350	.741	1.765	2.706	.950	29.710	8.994	63.000
D13	21.239	4.485	.412	2.470	1.894	2.801	1.077	18.416	9.060	77.000
D14	17.637	2.042	.240	.925	1.450	2.963	1.408	32.630	9.030	58.000
D15	19.600	3.348	.239	1.071	1.817	2.412	.490	23.799	8.994	73.000
D16	18.866	2.530	.253	.895	3.080	2.051	.398	29.290	9.015	73.000
D17	21.001	4.167	.441	2.152	1.787	3.612	.825	16.584	9.007	65.000
D18	17.380	2.204	.336	1.548	1.184	3.065	1.077	33.978	8.994	69.000
D19	17.951	3.172	.271	2.538	2.995	1.848	.361	36.627	9.020	63.000
D20	15.442	2.658	.336	.761	1.923	3.528	.528	25.679	9.002	63.000
D21	15.536	2.593	.080	.405	3.886	2.748	.322	39.053	9.007	46.000
D22	15.037	2.098	.073	.518	4.108	1.540	.259	40.209	8.994	43.000
D23	18.205	4.693	.371	.975	2.888	3.723	.419	25.060	9.020	55.000
D24	16.144	2.533	.227	1.260	1.934	4.140	.822	18.838	9.020	51.000
D25	18.644	1.199	.061	.422	3.405	3.798	.207	39.781	8.994	77.000
D26	20.627	3.909	.422	1.986	2.787	3.909	.301	33.703	8.994	169.000
D27	20.295	2.893	.377	.862	2.834	3.044	.330	31.551	8.994	169.000
D28	20.918	4.407	.501	2.140	2.532	3.410	.305	23.083	9.036	82.000

D29	22.746	3.165	.353	.713	3.766	1.883	.388	40.110	9.031	48.000
D30	19.659	4.049	.341	1.103	3.684	2.298	.504	34.969	9.023	48.000
D31	17.943	4.467	.456	.644	2.805	2.183	.516	38.284	9.007	100.000
D32	17.161	4.900	.505	.666	3.207	2.196	.629	34.133	8.994	87.000
D33	16.773	3.320	.334	.810	1.298	3.314	1.457	28.855	9.007	100.000
D34	18.497	2.331	.291	1.142	2.814	3.003	1.081	27.709	8.994	82.000
D35	17.246	3.402	.323	.705	2.606	2.623	1.663	41.027	8.994	60.000
D36	22.033	4.047	.432	1.532	2.873	3.574	.248	25.797	8.994	108.000
D37	13.989	.667	.069	.245	.791	1.028	3.204	14.166	8.994	-1.000
D38	13.676	.529	.063	.261	.823	.503	2.967	14.578	8.994	-1.000
D39	15.140	1.289	.056	.257	1.976	.878	2.080	23.310	9.007	-1.000
D40	17.959	.927	.064	.242	.734	2.305	4.377	17.409	8.994	-1.000
D41	16.493	1.287	.064	.281	1.070	2.204	4.286	12.213	9.007	-1.000
D42	19.710	2.913	.261	1.743	3.106	4.468	.584	26.131	8.994	69.000
D43	18.019	2.139	.187	1.386	1.420	3.711	.740	28.548	9.007	87.000
D44	14.206	1.369	.082	.076	.931	4.526	1.524	14.016	9.007	73.000
D45	20.621	1.699	.074	.189	2.782	1.596	1.632	32.970	8.994	66.000
D46	22.708	.986	.393	.275	1.942	1.590	1.364	34.414	8.981	77.000
D47	16.568	1.906	.256	.723	1.440	2.282	1.149	30.941	8.994	63.000
D48	16.821	2.359	.317	2.459	2.186	2.613	.783	36.536	9.007	66.000
D49	18.911	2.871	.270	.911	2.818	1.393	2.073	30.836	9.020	43.000
D50	22.759	4.058	.404	1.047	2.582	4.318	1.067	25.237	9.190	63.000
D51	19.705	3.519	.445	1.008	2.458	3.345	1.165	30.376	9.031	44.000
D52	18.540	2.392	.259	.863	1.767	1.761	1.105	38.283	9.007	34.000
D53	18.372	3.420	.366	1.591	2.150	2.682	.695	25.696	8.981	80.000
D54	19.460	3.545	.368	1.876	2.353	1.817	.517	25.867	8.994	117.000
D55	18.517	3.574	.339	.931	2.195	2.211	.651	29.491	8.994	64.000
D56	19.378	.625	.456	.319	1.225	.708	3.189	20.956	8.981	128.000
D57	19.037	.553	.540	.207	.984	.800	3.527	23.970	8.981	119.000
D58	22.136	2.074	.451	.375	1.220	1.336	1.324	33.067	8.981	77.000
D59	22.170	1.696	.419	.219	.807	1.174	1.288	36.936	8.981	77.000
D60	21.646	1.138	.366	0.000	1.095	1.308	4.021	24.524	8.977	100.000
D61	17.282	4.003	.389	.205	1.150	1.114	1.414	34.312	8.981	141.000
D62	17.921	1.024	.375	.348	1.061	1.150	1.685	51.392	8.968	169.000
D63	18.307	5.053	.456	2.346	2.399	3.188	.740	17.159	9.047	38.000
D64	18.412	5.219	.424	2.141	3.234	2.037	.262	22.639	9.047	63.000
D65	17.134	5.181	.507	2.172	3.217	2.597	.316	17.600	9.001	58.000
D66	17.602	6.510	.543	2.555	2.984	3.240	.344	21.732	9.034	60.000
D67	21.385	5.614	.404	2.421	2.906	1.898	.365	26.495	9.020	69.000
D68	17.659	6.155	.573	.507	3.464	2.224	1.136	38.033	9.007	93.000
D69	18.387	5.882	.477	.654	2.943	3.253	.966	38.930	9.007	85.000
D70	20.699	4.421	.459	.618	2.460	2.330	1.030	30.361	9.034	36.000
D71	19.404	3.656	.348	.487	2.869	2.085	.421	9.700	9.007	66.000
D72	16.612	2.532	0.000	1.315	7.894	3.142	.355	38.088	9.000	92.000
D73	19.441	3.251	0.000	1.413	6.717	3.852	2.632	35.561	9.000	82.000
D74	19.207	2.340	0.000	.928	7.510	4.580	4.845	33.128	9.000	85.000
D75	18.207	1.996	0.000	1.710	7.175	3.659	.562	35.193	8.964	93.000
D76	17.268	2.604	0.000	1.357	7.625	4.398	1.795	36.530	8.970	65.000
D77	16.504	1.365	0.000	1.444	6.239	3.678	1.844	29.606	8.952	71.000
D78	18.285	2.265	0.000	1.527	7.617	5.075	2.159	34.508	8.976	93.000
D79	17.883	1.966	0.000	1.729	7.080	4.710	1.093	34.322	8.964	90.000
D80	18.028	2.084	0.000	1.710	7.160	4.665	.823	31.575	8.976	76.000
D81	18.382	1.087	0.000	1.864	6.958	4.041	1.800	35.057	8.958	90.000
D82	18.018	2.170	0.000	1.401	7.646	3.981	1.486	35.421	8.970	-1.000
D83	18.055	2.752	0.000	1.426	7.687	4.542	1.139	35.048	8.976	82.000
D84	18.402	1.769	0.000	.852	8.354	4.494	1.447	33.992	8.970	83.000
D85	17.903	2.132	0.000	1.381	7.747	4.076	1.100	33.221	8.976	85.000
D86	17.578	2.779	0.000	1.280	7.837	4.942	3.058	34.876	8.952	70.000
D87	20.588	1.756	0.000	1.083	6.245	2.766	1.526	36.837	8.952	65.000
D88	22.612	2.351	0.000	.869	5.039	2.644	1.856	38.741	8.958	92.000
D89	18.614	1.548	0.000	.993	8.243	2.381	.488	36.812	8.958	90.000
D90	20.152	1.912	0.000	1.128	6.551	2.899	.855	39.379	8.970	85.000
D91	17.641	2.272	0.000	.852	7.973	2.471	.362	36.850	8.970	92.000
D92	19.320	2.068	0.000	1.002	7.163	2.633	.550	40.171	8.958	71.000
D93	19.443	1.577	0.000	1.005	8.058	2.435	.551	37.020	8.964	83.000
D94	18.291	1.911	0.000	1.010	7.731	2.891	.774	36.543	8.952	76.000
D95	19.986	1.266	0.000	.857	7.691	2.707	1.073	33.632	8.952	83.000

D96	18.179	.183	0.000	.922	7.555	3.260	0.000	39.424	8.940	90.000
D97	17.903	.387	0.000	1.233	8.589	4.146	.521	39.890	8.964	103.000
D98	16.846	0.000	0.000	1.062	8.284	3.041	.363	36.130	8.946	108.000
D99	16.745	.493	0.000	1.192	7.441	3.428	0.000	34.533	8.982	86.000
D100	17.479	.030	0.000	1.285	7.704	3.543	0.000	35.584	8.952	-1.000
D101	17.329	.196	.312	1.264	7.682	3.615	.197	36.472	8.982	79.000
D102	18.419	.191	0.000	1.262	6.927	3.474	0.000	31.247	8.994	71.000
D103	16.390	.352	0.000	1.287	7.246	3.236	0.000	41.767	8.958	63.000
D104	18.098	.481	0.000	1.206	6.181	3.031	.362	43.258	8.952	41.000
D105	16.454	.256	0.000	1.603	6.583	3.058	0.000	40.555	8.958	52.000
D106	16.210	.189	.476	1.426	6.773	3.524	0.000	39.980	8.958	78.000
D107	16.474	.986	1.108	1.430	6.662	3.346	0.000	40.654	8.976	73.000
D108	17.107	.474	.148	1.482	6.638	3.412	0.000	38.586	8.958	-1.000
D109	16.977	.523	0.000	1.638	7.019	3.440	0.000	37.716	8.976	93.000
D110	17.578	.031	0.000	1.793	7.337	3.229	0.000	37.714	8.964	47.000
D111	16.255	.618	0.000	1.185	7.394	3.264	0.000	38.494	8.982	58.000
D112	17.051	.500	0.000	1.380	6.737	2.984	0.000	39.425	8.964	86.000
D113	17.236	1.087	0.000	1.169	5.743	2.895	.358	37.725	8.958	32.000
D114	19.168	0.000	0.000	1.296	6.499	3.188	.386	44.895	8.958	43.000
D115	17.289	.195	.164	1.108	7.582	3.465	.186	37.739	8.964	32.000
D116	18.061	.805	.184	.792	6.855	3.294	.365	36.266	8.982	71.000
D117	17.336	0.000	0.000	1.405	6.899	3.065	0.000	36.562	8.970	82.000
D118	15.951	.182	1.549	1.350	6.973	3.118	0.000	36.845	8.958	90.000
D119	15.923	.347	1.264	1.576	6.937	3.008	0.000	44.775	8.952	93.000
D120	17.748	0.000	0.000	1.376	6.349	3.025	0.000	42.579	8.970	86.000
D121	16.187	.327	.750	1.500	6.752	3.479	0.000	42.329	9.000	99.000
D122	16.544	.488	.614	1.282	6.438	3.381	0.000	45.176	8.970	82.000
D123	15.953	0.000	.613	1.374	7.214	3.097	0.000	43.839	8.976	86.000
D124	16.080	.678	0.000	1.286	8.536	2.909	0.000	43.322	8.970	92.000
D125	16.537	.481	.304	1.457	5.720	3.140	.341	38.217	8.976	92.000
D126	15.236	.586	0.000	1.643	3.582	5.977	2.865	30.760	9.000	86.000
D127	16.861	.554	0.000	.972	6.182	5.025	2.688	31.651	8.964	82.000
D128	18.556	.810	0.000	1.126	5.889	5.967	4.705	33.112	8.970	93.000
D129	16.907	1.320	0.000	1.598	6.720	5.086	.878	36.503	8.952	79.000
D130	16.475	.721	0.000	1.195	5.378	6.399	4.984	30.138	8.952	100.000
D131	17.079	.541	0.000	1.524	5.550	5.321	2.989	33.739	8.964	72.000
D132	17.106	1.120	0.000	1.252	5.263	6.108	3.908	27.850	8.994	85.000
D133	17.801	.634	0.000	1.287	6.617	6.180	3.098	34.931	8.946	86.000
D134	17.449	.810	0.000	1.482	6.409	5.092	1.575	33.464	8.958	79.000
D135	16.931	1.552	0.000	.236	3.596	5.459	5.834	18.679	8.982	86.000
D136	18.512	.648	0.000	1.157	6.585	4.503	.705	36.220	8.964	86.000
D137	17.004	2.261	0.000	1.170	5.464	5.503	5.143	26.740	8.982	65.000
D138	17.272	.636	0.000	1.363	6.835	4.445	.845	38.531	8.976	80.000
D139	17.337	.424	0.000	1.625	7.226	5.768	2.992	37.347	8.964	81.000
D140	17.524	.274	0.000	1.020	6.584	3.600	1.875	51.441	8.970	81.000
D141	17.855	.720	0.000	.477	8.284	5.378	2.168	31.889	8.946	103.000
D142	19.029	0.000	0.000	1.948	6.473	4.720	1.039	33.112	8.952	79.000
D143	19.916	.140	0.000	.969	5.690	5.031	2.418	26.726	8.946	82.000
D144	21.270	1.425	0.000	1.420	4.835	5.156	1.344	41.335	8.940	53.000
D145	19.322	.809	0.000	.783	6.839	4.301	1.040	27.265	8.952	80.000
D146	20.068	.961	0.000	1.608	6.923	4.695	1.026	33.721	8.940	82.000
D147	19.417	1.653	0.000	1.314	7.646	4.322	1.395	34.524	8.970	96.000
D148	20.336	1.624	0.000	1.345	6.574	3.883	2.334	35.786	9.000	65.000
D149	20.245	1.702	0.000	1.452	5.719	4.319	2.269	33.703	9.000	61.000
D150	20.957	1.539	0.000	.883	7.130	3.662	1.326	36.231	8.994	40.000
D151	19.699	.497	0.000	.137	7.305	4.760	2.217	32.405	8.970	55.000
D152	20.295	1.110	0.000	1.519	6.930	4.491	1.682	34.781	8.958	54.000
D153	20.939	1.277	0.000	.957	5.716	3.750	1.694	35.233	8.946	49.000
D154	20.579	.771	0.000	1.438	5.600	3.642	1.027	34.207	8.970	40.000
D155	18.780	1.993	0.000	1.427	4.435	4.485	3.325	29.267	8.958	47.000
D156	17.751	.616	0.000	1.347	6.697	4.607	1.180	39.312	8.970	86.000
D157	17.587	.462	0.000	1.361	7.513	6.150	2.744	33.929	8.970	96.000
D158	16.826	1.084	0.000	1.151	8.221	4.211	.986	36.714	8.952	76.000
D159	17.535	1.287	0.000	1.195	8.521	3.812	1.033	38.608	8.970	82.000
D160	19.502	1.141	0.000	1.561	7.783	4.311	1.392	38.918	8.952	86.000
D161	20.043	1.270	0.000	1.540	7.287	4.958	1.738	41.509	8.958	89.000
D162	19.520	1.559	0.000	2.376	5.473	3.916	3.308	34.686	8.958	86.000
D163	17.057	2.499	0.000	1.111	4.893	4.815	5.632	18.549	9.000	59.000

D164	18.147	2.050	0.000	1.340	6.907	4.074	1.706	34.265	8.940	65.000
D165	17.589	.648	0.000	2.460	6.674	3.927	.701	35.092	8.946	78.000
D166	18.352	0.000	0.000	1.330	6.984	5.280	2.006	34.376	8.982	86.000
D167	18.659	.577	0.000	1.380	7.230	4.868	1.040	34.670	8.952	96.000
D168	20.033	.277	0.000	1.586	8.312	5.771	2.389	38.682	8.952	86.000
D169	18.991	.691	0.000	.629	7.878	4.983	2.081	21.088	8.958	96.000
D170	18.985	.573	0.000	.988	6.704	5.769	3.458	37.390	8.958	86.000
D171	21.824	.408	0.000	.661	6.698	4.571	2.065	36.034	8.958	79.000
D172	24.881	1.440	0.000	1.029	5.487	1.471	.433	49.102	8.958	32.000
D173	24.558	.903	0.000	1.007	5.216	1.149	.504	52.523	8.940	32.000
D174	22.377	.036	0.000	.953	5.963	1.420	.332	50.577	8.940	49.000
D175	22.049	1.000	0.000	1.403	5.159	1.142	.335	51.798	8.982	59.000
D176	21.073	.693	0.000	1.476	5.750	1.267	.251	52.354	8.952	47.000
D177	23.967	1.194	0.000	2.007	5.402	1.820	.479	24.947	8.976	47.000
D178	20.703	.539	0.000	2.549	3.866	1.018	.335	50.617	8.958	64.000
D179	21.887	.832	0.000	2.660	5.313	1.419	.335	51.048	8.952	55.000
D180	21.716	.657	0.000	.657	5.769	1.007	.251	51.054	8.976	63.000
D181	20.750	.512	0.000	1.194	5.951	.889	.343	50.828	8.982	69.000
D182	22.204	.845	0.000	1.177	5.887	.942	.254	50.185	8.970	44.000
D183	22.160	1.354	0.000	.267	6.288	.981	.246	46.778	8.982	60.000
D184	21.933	.847	0.000	1.145	6.640	.960	.173	46.958	8.958	67.000
D185	21.854	1.859	0.000	1.659	5.315	1.001	.334	49.784	9.000	44.000
D186	24.534	1.560	0.000	1.333	6.158	1.144	.336	50.426	8.994	37.000
D187	22.310	0.000	0.000	1.731	5.519	1.023	.255	49.708	8.952	45.000
D188	21.459	1.171	0.000	1.246	6.708	1.077	.334	50.712	8.970	47.000
D189	21.009	.196	0.000	1.118	7.546	1.053	.251	49.989	8.988	65.000
D190	22.391	.651	0.000	1.651	5.765	1.063	.253	49.155	8.964	58.000
D191	22.726	.374	0.000	1.182	4.745	1.161	.342	51.400	8.988	65.000
D192	23.377	.728	0.000	1.681	5.646	1.014	.334	51.002	8.970	34.000
D193	24.530	1.788	0.000	1.023	5.791	.591	.256	49.569	9.000	26.000
D194	23.778	1.681	0.000	.971	5.498	.755	.304	50.258	-1.000	28.000
D195	19.660	0.000	0.000	.675	7.211	.581	.251	49.660	8.970	58.000
D196	20.397	1.165	0.000	1.533	6.190	2.017	.556	48.295	8.976	39.000
D197	15.329	3.092	.457	4.861	6.897	4.001	5.857	22.364	8.982	43.000
D198	15.315	2.153	.757	2.298	6.835	5.785	6.151	31.314	8.958	64.000
D199	14.454	2.998	1.043	.276	6.803	6.662	7.895	30.955	8.940	22.000
D200	18.575	2.280	.596	2.318	5.555	4.828	5.909	33.310	8.928	32.000
D201	16.449	2.311	.655	1.266	6.198	6.060	6.897	33.218	8.982	52.000
D202	15.409	2.959	.927	1.135	6.314	5.891	6.339	33.769	8.940	68.000
D203	13.290	2.964	1.853	1.441	6.956	5.283	6.034	34.219	-1.000	78.000
D204	13.971	2.390	1.856	1.142	7.412	6.084	6.569	32.515	8.970	86.000
D205	15.224	2.360	.779	2.534	6.219	5.472	6.656	32.275	8.994	86.000
D206	13.820	4.209	.327	.058	4.994	5.499	6.275	32.664	8.970	80.000
D207	15.632	2.048	1.346	.317	7.066	6.080	8.307	36.516	9.000	73.000
D208	15.198	2.309	1.212	.868	6.991	5.950	8.039	37.453	9.000	60.000
D209	15.390	3.010	.332	.986	7.278	5.991	8.071	37.450	8.952	59.000
D210	15.267	2.259	.796	1.590	7.798	5.753	8.124	38.868	8.982	76.000
D211	15.444	2.707	.791	.970	7.253	6.501	7.734	35.998	9.000	63.000
D212	15.978	3.224	.717	.432	8.073	6.500	8.273	26.089	-1.000	48.000
D213	14.834	3.323	.445	2.100	7.491	4.830	7.323	31.752	8.952	53.000
D214	14.664	1.805	.886	1.336	7.562	5.368	7.459	37.659	8.970	71.000
D215	14.944	2.315	.912	1.227	7.183	5.682	7.619	36.908	9.036	54.000
D216	17.013	2.206	.721	.412	8.522	6.560	9.308	35.312	9.012	55.000
D217	14.479	3.212	0.000	.731	8.471	5.673	9.501	33.570	9.000	47.000
D218	14.585	2.557	.597	1.391	7.597	4.799	8.020	35.292	8.982	43.000
D219	15.408	3.227	0.000	2.033	7.323	4.931	7.785	35.584	9.000	45.000
D220	15.015	3.281	.928	2.322	7.426	4.991	8.110	34.900	8.970	49.000
D221	20.670	.032	0.000	1.494	8.927	1.518	.714	44.984	8.970	70.000
D222	17.029	1.440	0.000	1.051	6.291	1.273	1.349	45.291	8.982	86.000
D223	18.599	0.000	0.000	.883	8.999	.993	.991	44.299	8.976	111.000
D224	15.017	.828	0.000	1.390	3.040	2.288	2.827	46.527	-1.000	55.000
D225	17.614	1.940	0.000	.915	7.415	1.049	1.137	46.172	8.970	82.000
D226	17.831	1.745	0.000	.659	7.220	1.398	2.614	48.863	8.994	-1.000
D227	15.091	.640	0.000	1.131	1.410	3.136	4.381	34.367	-1.000	-1.000
D228	18.623	.778	0.000	1.181	8.931	1.200	.904	36.795	8.994	90.000
D229	17.675	0.000	0.000	1.592	5.070	2.966	2.450	38.355	8.964	60.000
D230	10.028	3.217	.356	.353	13.162	.608	1.250	62.225	9.018	-1.000

D231	14.416	.329	0.000	1.212	.979	2.782	3.175	44.323	-1.000	73.000
D232	19.815	1.240	.152	.570	8.606	1.331	.464	46.094	8.958	54.000
D233	12.175	2.023	.584	2.899	6.878	1.475	2.582	64.212	9.000	-1.000
D234	15.940	2.506	0.000	5.265	4.887	3.907	2.603	35.285	-1.000	-1.000
D235	16.821	.078	0.000	3.889	2.347	4.515	3.560	32.350	-1.000	-1.000
D236	18.875	.080	0.000	1.235	8.776	2.289	1.161	37.939	8.976	55.000
D237	18.818	0.000	0.000	1.131	8.835	2.568	1.137	33.131	8.952	93.000
D238	16.551	.081	0.000	2.120	5.211	4.445	3.871	35.729	8.958	68.000
D239	24.191	1.224	0.000	.549	4.018	1.363	.579	54.580	-1.000	73.000
D240	19.455	2.360	0.000	1.650	6.957	2.376	1.655	33.928	-1.000	65.000
D241	18.865	4.201	0.000	1.304	7.350	1.807	1.151	35.130	8.994	86.000
D242	18.559	2.955	0.000	1.057	8.351	1.615	.860	32.240	8.958	73.000
D243	18.997	3.404	0.000	.049	6.908	1.923	.852	33.980	8.982	96.000
D244	21.785	3.401	.340	2.807	4.496	1.180	.859	41.380	9.000	80.000
D245	22.636	4.788	0.000	1.492	5.143	1.093	.687	42.198	-1.000	45.000
D246	20.509	3.678	0.000	2.461	8.812	1.882	1.046	32.483	8.970	61.000
D247	18.806	4.242	0.000	3.372	7.865	2.270	1.447	26.272	9.000	34.000
D248	19.020	3.893	.211	2.738	7.199	2.301	1.075	30.429	8.952	45.000
D249	17.696	4.488	0.000	1.721	7.662	2.088	1.039	32.447	9.000	73.000
D250	17.994	3.864	0.000	1.285	8.500	2.029	.978	33.554	9.000	48.000
D251	18.680	2.991	0.000	2.426	7.625	2.228	1.038	32.025	8.958	52.000
D252	18.076	2.658	0.000	2.358	7.183	2.118	1.199	41.558	8.988	-1.000
D253	18.480	2.934	0.000	2.102	7.841	1.874	1.179	31.585	9.000	58.000
D254	19.054	4.136	.095	3.618	7.223	2.177	1.723	34.550	-1.000	63.000
D255	13.936	.222	0.000	1.568	4.035	2.473	2.504	35.869	-1.000	-1.000
D256	17.157	.700	0.000	1.744	8.244	1.492	.869	41.476	8.970	58.000
D257	18.696	1.015	0.000	1.727	7.489	1.594	1.154	39.364	8.982	73.000
D258	17.663	.169	0.000	1.707	7.840	1.754	1.358	42.651	8.952	80.000
D259	17.967	2.981	.157	1.333	2.093	4.213	.928	29.295	9.002	21.000
D260	17.475	2.955	.150	.936	5.655	3.323	.626	36.662	8.987	21.000
D261	16.555	5.223	.136	.836	1.499	4.779	1.199	32.580	9.026	22.000
D262	17.819	2.335	.143	1.164	4.035	3.488	.863	33.996	9.013	20.000
D263	19.941	1.767	.148	1.129	4.784	4.377	.639	41.106	8.994	30.000
D264	18.576	2.790	.149	1.821	3.938	2.609	.695	34.506	9.020	25.000
D265	18.227	3.591	.144	1.791	4.009	1.841	1.031	26.132	9.007	25.000
D266	18.665	4.653	.135	1.368	4.169	4.117	1.469	37.008	9.013	27.000
D267	19.709	2.967	.336	4.410	1.447	3.993	.625	26.601	9.026	20.000
D268	18.960	5.701	.326	3.579	1.434	3.983	.829	26.329	9.007	27.000
D269	21.064	2.243	.298	1.127	2.970	2.308	1.206	36.861	8.994	28.000
D270	18.348	4.444	.305	3.649	1.105	4.830	1.100	24.805	9.000	23.000
D271	16.471	1.803	.151	1.684	1.236	5.149	1.368	31.492	9.000	24.000
D272	17.017	1.779	.150	.808	4.813	4.018	.255	46.670	9.007	28.000
D273	17.069	1.396	.106	.256	3.425	4.199	.661	43.128	8.994	24.000
D274	15.181	2.090	.110	.319	5.798	1.890	.912	34.538	9.013	16.000
D275	21.607	2.051	.312	2.189	2.486	3.865	.633	33.845	9.013	17.000
D276	19.214	2.198	.318	1.491	3.638	4.322	.695	37.693	9.020	20.000
D277	16.240	8.971	.254	1.092	1.598	6.101	.893	48.998	8.974	19.000
D278	22.227	2.627	.291	2.569	1.981	4.697	.869	28.304	9.020	21.000
D279	20.083	3.039	.180	.984	4.675	3.129	.612	33.648	9.004	18.000
D280	19.742	1.836	.134	.448	6.378	3.944	.517	35.546	9.007	22.000
D281	19.638	1.666	.152	.568	6.275	3.353	.485	31.345	9.007	29.000
D282	19.003	2.166	.190	1.066	6.430	3.535	.862	33.365	9.007	20.000
D283	19.641	2.433	.160	.919	6.523	2.929	.552	34.833	8.994	24.000
D284	19.402	2.334	.235	.879	6.495	3.007	.597	34.243	8.994	34.000
D285	15.986	1.190	.149	1.818	1.645	4.982	1.891	36.728	9.020	19.000
D286	16.426	1.343	.134	.227	6.042	3.037	.422	33.531	8.994	25.000
D287	19.115	1.809	.273	.669	6.167	3.784	.895	32.738	8.994	23.000
D288	19.203	2.223	.146	1.191	6.192	3.776	.694	37.325	8.994	23.000
D289	18.834	2.652	.234	1.384	5.658	3.927	.793	36.894	9.020	32.000
D290	19.692	1.864	.155	.511	4.417	5.314	1.312	34.235	8.987	26.000

	V60	V61	V62	V63	V64	V65	V66
D1	.836	7.767	.233	2.517	.500	1.188	.804
D2	.759	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000

D3	.678	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D4	.867	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D5	.864	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D6	.866	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D7	.875	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D8	.891	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D9	.802	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D10	.809	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D11	.894	7.635	.365	2.367	.739	1.164	.717
D12	.863	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D13	.791	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D14	.742	7.942	.058	2.406	.595	1.074	.907
D15	.840	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D16	.886	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D17	.734	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D18	.833	7.680	.320	2.292	.678	1.266	.880
D19	.783	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D20	.840	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D21	.815	7.854	.146	2.424	.411	1.433	.775
D22	.831	7.820	.180	2.421	.362	1.524	.783
D23	.754	7.672	.328	2.452	.668	1.178	.614
D24	.926	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D25	.882	7.790	.210	2.617	.236	1.353	.945
D26	.949	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D27	.935	7.731	.269	2.613	.462	1.139	.768
D28	.867	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D29	.693	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D30	.688	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D31	.876	7.670	.330	2.644	.526	.944	.932
D32	.857	7.701	.299	2.522	.562	1.077	.892
D33	.911	7.920	.080	2.648	.614	.828	.638
D34	.893	7.769	.231	2.720	.433	1.073	.627
D35	.822	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D36	.891	7.775	.225	2.440	.648	1.144	.674
D37	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D38	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D39	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D40	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D41	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D42	.794	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D43	.887	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D44	.737	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D45	.818	7.687	.313	2.955	.270	.904	.832
D46	.843	7.546	.454	3.383	.217	.531	.593
D47	.784	7.611	.389	2.582	.570	.910	1.113
D48	.798	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D49	.611	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D50	.769	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D51	.760	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D52	.686	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D53	.854	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D54	.879	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D55	.806	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D56	.960	7.945	.055	3.194	.152	.778	.459
D57	.917	7.870	.130	3.156	.195	.846	.385
D58	.870	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D59	.829	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D60	.912	7.441	.559	3.415	.279	.495	.487
D61	.911	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D62	.830	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D63	.857	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D64	.811	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D65	.804	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D66	.833	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D67	.830	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D68	.872	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D69	.857	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D70	.600	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000



D71	.815	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D72	.922	7.844	.156	2.924	.066	1.169	.849
D73	.910	7.865	.135	2.955	.043	1.123	.893
D74	.912	7.871	.129	2.908	.062	1.144	.931
D75	.919	7.672	.328	2.649	.034	1.613	1.052
D76	-1.000	7.560	.440	2.476	.159	1.708	1.120
D77	.857	7.782	.218	2.799	.121	1.234	.990
D78	.947	7.816	.184	2.865	.053	1.224	1.041
D79	.957	7.824	.176	2.891	.033	1.200	1.006
D80	.934	7.779	.221	2.835	.035	1.318	.974
D81	.932	7.794	.206	2.813	.034	1.307	1.052
D82	.952	7.742	.258	2.783	.038	1.401	.994
D83	.947	7.855	.145	2.937	.032	1.134	.971
D84	.915	7.856	.144	2.942	.032	1.108	1.006
D85	.934	7.784	.216	2.768	.064	1.298	1.127
D86	.917	7.784	.216	2.768	.064	1.298	1.127
D87	.895	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D88	.878	7.949	.051	3.232	.052	.753	.695
D89	.889	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D90	.895	7.951	.049	3.051	.046	.939	.880
D91	.910	7.900	.100	2.992	.052	.992	.987
D92	.873	7.881	.119	2.950	.048	1.037	1.050
D93	.898	7.889	.111	2.922	.056	1.069	1.038
D94	.907	7.776	.224	2.774	.035	1.339	1.119
D95	.884	7.940	.060	3.012	.076	.899	.997
D96	.917	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D97	.961	7.858	.142	2.932	.058	1.089	.991
D98	.918	7.888	.112	2.941	.032	1.073	1.046
D99	.929	7.908	.092	3.007	.052	.987	.994
D100	-1.000	7.830	.170	2.906	.088	1.058	1.075
D101	.867	7.979	.021	3.113	.060	.743	1.014
D102	.943	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D103	.944	7.907	.093	2.978	.057	.967	1.054
D104	.916	7.952	.048	3.028	.055	.932	.937
D105	.941	7.992	.078	3.000	.057	.938	1.033
D106	.936	7.841	.159	2.871	.057	1.184	1.006
D107	.892	7.913	.087	2.957	.058	1.015	1.010
D108	-1.000	7.883	.117	2.909	.067	1.069	1.049
D109	.919	7.870	.130	2.934	.044	1.103	.991
D110	.931	7.845	.155	2.907	.050	1.121	1.042
D111	.922	7.861	.139	2.903	.057	1.112	1.034
D112	.897	7.902	.098	2.950	.046	1.040	1.030
D113	.882	7.998	.002	3.051	.062	.857	.948
D114	.905	7.916	.084	3.077	.055	.899	.891
D115	.878	7.806	.194	2.726	.043	1.299	1.288
D116	.914	7.980	.020	3.080	.042	.887	.880
D117	.925	7.916	.028	3.013	.055	.930	1.023
D118	.926	7.910	.090	3.017	.041	.997	.992
D119	.908	7.913	.087	2.998	.033	.998	.998
D120	.925	7.857	.143	2.924	.065	1.041	1.092
D121	.930	7.862	.138	2.937	.062	1.054	1.031
D122	.920	7.905	.095	2.992	.062	.977	.981
D123	.937	7.797	.203	2.803	.126	1.181	1.054
D124	.934	7.856	.144	2.953	.120	.964	.998
D125	.930	7.898	.102	2.948	.056	1.022	1.044
D126	.892	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D127	.869	7.981	.019	2.987	.044	1.069	.787
D128	.863	7.841	.159	2.960	.048	1.138	.767
D129	.856	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	1.000
D130	.945	7.943	.057	2.970	.037	1.105	.824
D131	.822	7.764	.236	3.048	.032	1.088	.820
D132	.868	7.980	.020	2.969	.070	1.085	.732
D133	.924	7.921	.091	2.944	.042	1.104	.912
D134	.922	7.926	.074	2.944	.042	1.104	.912
D135	.909	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D136	.926	7.868	.132	2.962	.045	1.115	.880
D137	.850	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D138	.945	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000

D139	.931	7.871	.129	2.861	.052	1.198	.994
D140	.891	7.888	.112	3.027	.041	1.000	.910
D141	.928	7.942	.076	2.822	.049	1.275	.913
D142	.921	7.770	.230	3.018	.041	1.060	.842
D143	.894	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D144	.747	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D145	.920	7.835	.165	3.035	.055	1.012	.871
D146	.904	7.837	.163	3.002	.050	1.066	.876
D147	.921	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D148	.864	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D149	.870	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D150	.785	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D151	.826	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D152	-1.000	7.803	.197	3.003	.047	1.047	.955
D153	.851	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D154	.841	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D155	.779	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D156	.965	7.928	.072	3.013	.029	1.010	.924
D157	.936	7.953	.047	2.937	.055	1.109	.856
D158	.927	7.936	.064	2.907	.051	1.105	.980
D159	.983	7.842	.158	2.890	.046	1.209	.931
D160	.902	7.798	.202	3.067	.041	.988	.901
D161	.912	7.878	.122	3.109	.035	.908	.872
D162	.903	7.720	.280	3.044	.124	.955	.864
D163	.943	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D164	.917	7.766	.234	3.011	.050	1.066	.920
D165	.944	7.913	.087	2.916	.054	1.129	.920
D166	.905	7.988	.012	2.857	.050	1.188	.918
D167	.911	7.944	.056	2.948	.030	1.091	.938
D168	.923	7.838	.162	2.924	.046	1.154	.945
D169	.926	7.838	.162	3.002	.040	1.076	.886
D170	.939	7.777	.223	3.028	.051	1.020	.947
D171	.866	7.682	.318	3.258	0.000	.837	.870
D172	.441	7.209	.791	3.348	.312	.479	.852
D173	.738	7.296	.704	3.328	.237	.591	.830
D174	.805	7.553	.447	3.199	.146	.758	.900
D175	.711	7.576	.424	3.241	.144	.763	.796
D176	.870	7.537	.463	3.224	.100	.811	.867
D177	.671	7.388	.612	3.214	.234	.763	.744
D178	.965	7.633	.367	3.213	0.000	.918	.892
D179	.857	7.645	.355	3.231	.155	.610	.975
D180	.832	7.599	.401	3.186	.178	.693	.925
D181	.951	7.560	.440	3.027	.120	.968	1.071
D182	.931	7.607	.393	3.095	.225	.738	.954
D183	-1.000	7.614	.386	3.047	.135	.909	1.091
D184	.868	7.958	.042	3.154	.077	.707	.935
D185	.795	7.382	.618	3.105	.253	.740	1.064
D186	.688	7.331	.669	3.320	.192	.679	.775
D187	.829	7.418	.582	3.236	.236	.589	.988
D188	-1.000	7.631	.369	3.016	.240	.861	.879
D189	.864	7.761	.239	3.148	.133	.842	.713
D190	.933	7.549	.451	3.078	.232	.793	.935
D191	.821	7.653	.347	3.197	.073	.838	.860
D192	.652	7.371	.629	3.215	.219	.720	.885
D193	.812	7.174	.826	3.204	.239	.703	1.092
D194	-1.000	7.349	.651	3.303	.231	.650	.747
D195	.874	7.698	.302	3.186	.096	.869	.718
D196	.949	7.775	.225	3.038	.055	1.015	.918
D197	.611	7.898	.102	2.323	.424	1.522	.819
D198	.878	7.790	.210	3.045	.523	.398	.714
D199	.611	7.796	.204	2.812	.318	.973	.869
D200	.543	7.743	.257	3.394	.148	.541	.550
D201	.914	7.817	.183	3.061	.205	.743	.901
D202	.883	7.818	.182	3.065	.243	.691	.876
D203	.919	7.951	.049	3.012	.206	.719	.958
D204	.894	7.918	.082	3.048	.099	.940	.760
D205	.952	7.790	.210	2.771	.313	.959	1.039

D206	.919	7.801	.199	3.037	.222	.779	.865
D207	.911	7.910	.090	3.079	.125	.841	.918
D208	.855	7.989	.011	3.072	.223	.830	.446
D209	.808	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D210	.907	8.000	0.000	3.072	.113	.827	.787
D211	.932	7.969	.031	3.117	.091	.787	.834
D212	.928	7.935	.065	3.082	.053	.830	1.000
D213	.851	7.819	.181	3.033	.207	.834	.793
D214	.908	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D215	.861	7.996	.004	3.034	.083	.847	.956
D216	.869	7.972	.028	2.969	.155	.854	.948
D217	.829	7.827	.173	2.878	.233	.908	1.023
D218	.842	7.932	.068	2.894	.241	.856	.953
D219	.812	7.995	.005	2.877	.226	.904	.888
D220	.535	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D221	.914	7.881	.119	2.853	.055	1.242	.912
D222	.911	7.952	.048	2.926	.080	1.029	.971
D223	.917	7.889	.111	2.840	.052	1.190	1.055
D224	.737	7.926	.074	2.511	.347	1.195	1.111
D225	.907	7.808	.192	2.798	.253	.995	1.047
D226	.219	7.859	.141	2.932	.211	1.048	.615
D227	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D228	.903	7.780	.220	2.786	.053	1.307	1.090
D229	.774	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D230	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D231	.810	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D232	.949	7.776	.224	2.723	.049	1.456	.996
D233	.429	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D234	.667	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D235	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D236	.926	7.686	.314	2.634	.053	1.593	1.068
D237	.918	7.703	.297	2.785	.003	1.469	.996
D238	.769	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D239	.863	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D240	.912	7.917	.083	2.832	.346	.683	1.181
D241	.893	7.842	.158	3.022	.194	.776	.956
D242	.889	7.948	.052	2.976	.203	.845	.823
D243	.944	7.829	.171	2.848	.338	.844	.926
D244	.897	7.754	.246	2.745	.509	.846	.791
D245	.791	7.862	.138	2.971	.393	.588	.871
D246	.910	7.931	.069	3.005	.289	.650	.888
D247	.787	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D248	.864	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D249	.914	7.893	.107	2.872	.169	1.111	.762
D250	.922	7.943	.057	2.601	.469	.949	.948
D251	.829	7.615	.385	2.816	.331	1.022	.900
D252	-1.000	7.996	.004	2.780	.228	.920	1.036
D253	.862	7.947	.053	2.648	.253	1.158	1.036
D254	.846	7.769	.231	2.797	.243	1.205	.701
D255	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D256	.800	7.768	.232	2.721	.043	1.425	1.091
D257	.896	7.748	.252	2.766	.167	1.228	.997
D258	.877	7.942	.058	2.778	.040	1.332	.941

D259	.831	7.754	.246	2.574	.604	1.048	.617
D260	.823	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D261	.847	7.695	.305	2.234	.764	1.128	1.053
D262	.812	7.725	.275	2.631	.446	1.225	.592
D263	.867	7.626	.374	2.830	.290	1.121	.772
D264	.871	7.653	.347	2.684	.490	1.077	.670
D265	.874	7.683	.317	2.611	.575	1.024	.712
D266	.814	7.670	.330	2.603	.585	1.028	.710
D267	.817	7.760	.240	2.402	.808	1.091	.430
D268	.861	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D269	.791	7.386	.614	2.952	.479	.822	.677
D270	.818	7.944	.056	2.354	.859	1.014	.388
D271	.869	7.641	.359	2.625	.565	1.014	.760
D272	.863	7.845	.155	2.626	.305	1.301	.758
D273	.761	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D274	.644	7.800	.200	2.656	.433	1.194	.547
D275	.746	7.590	.410	2.997	.439	.809	.483
D276	.800	7.560	.440	3.054	.460	.716	.466
D277	.781	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D278	.800	7.708	.292	2.652	.658	.925	.511
D279	.740	7.623	.377	2.791	.533	.898	.609
D280	.901	7.559	.441	2.868	.310	1.062	.781
D281	.861	7.638	.362	2.751	.293	1.217	.793
D282	.761	7.758	.242	2.730	.340	1.172	.687
D283	.872	7.700	.300	2.689	.381	1.182	.725
D284	.824	7.789	.211	2.815	.307	1.044	.755
D285	.667	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D286	.888	7.831	.169	2.756	.193	1.323	.675
D287	.872	7.405	.595	2.984	.336	.969	.698
D288	.849	7.710	.290	2.792	.357	1.067	.709
D289	.779	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
D290	.886	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000

FE DE ERRATAS

DICE

DEBE DECIR

Pág. 68, Tabla 3.4:

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,97$$

$$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,97$$

Pág. 77, Párrafo 1º:

Como puede observarse, el histograma es polimodal y el margen de variación oscila de 30 a .....

Como puede observarse, el histograma es polimodal y el margen de variación oscila de 20 a .....

Pág. 113, Párrafo 2º:

Aunque las esmectitas de la Zona Sur .....

Las esmectitas de la Zona Sur de Cabo Gata son menos silíceas y alumínicas - que el valor medio mundial, y más férricas y magnésicas. Al compararlas con las del resto de la región son también menos silíceas y alumínicas y su contenido en hierro es muy superior a las de Sierra de Gata.

Pág. 143, VR Esmectita:

$$\text{SiO}_2 = 687$$

$$\text{SiO}_2 = 678$$

Pág. 197, Párrafo 1º:

afloramientos similares en cuanto a su contenido geológico.

afloramientos similares en cuanto a su contexto geológico.

Pág. 247, Tabla 4.6, Factor de Variación.

$$\text{Al}^{\text{IV}} = 1,65$$

$$\text{Al}^{\text{IV}} = 1,95$$

Pág. 283, Párrafo 2º:

Aunque las esmectitas correspondientes .....

Las esmectitas de la Zona Sur de Cabo de Gata son menos silíceas y alumínicas que el valor medio mundial, y más férricas y magnésicas. Al compararlas con las del resto de la región son también menos silíceas y alumínicas y su contenido en hierro es muy superior a las de Sierra de Gata.