

**PROSPECCION MINERA DE LAS ZONAS DE  
MARINA DE CUDEYO - MEDIO CUDEYO,  
PRELLEZO, NANSA - CABANZON Y  
COMILLAS (CANTABRIA)**

**M E M O R I A**

**TOMO I**

**Madrid, Diciembre 1990**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **ITGE**

- **Francisco Arquer Prendes-Pando**                      **Director del Proyecto**  
**Geólogo**

### **INYPESA**

- **Alfredo García de Domingo**                      **Geólogo**
- **Juan González Lastra**                              **Geólogo**
- **Jesús Rey de la Rosa**                              **Geólogo**
- **Manuel Alonso Fernández**                      **Geólogo**

### **LABORATORIOS**

- **Watson Gray Española de Control, S.A.**

## INDICE

### 1. INTRODUCCION

- 1.1. Justificación del Proyecto
- 1.2. Objetivos del Proyecto
- 1.3. Zonas de estudio
- 1.4. Trabajos realizados
- 1.5. Encuadre geológico
- 1.6. Antecedentes

### 2. ESTUDIOS SEDIMENTOLOGICOS DE LAS ZONAS DE PRELLEZO Y MERINA DE CUDEYO - MEDIO CUDEYO

#### 2.1. Zona de Prellezo

##### 2.1.1. Litoestratigrafía

- 2.1.1.1. Cuarcitas (Ordovícico) (1)
- 2.1.1.2. Areniscas y conglomerados (Devónico) (2)
- 2.1.1.3. Calizas masivas (Carbonífero) (3)
- 2.1.1.4. Calizas dolomíticas negras (Carbonífero) (4)
- 2.1.1.5. Dolomías (5)
- 2.1.1.6. Calizas tableadas (Gargasiense-Clansayense) (6)
- 2.1.1.7. Calizas tableadas (Gargasiense-Clansayense) (7)
- 2.1.1.8. Dolomías (8)
- 2.1.1.9. Arenas amarillas (Albiense) (9)
- 2.1.1.10. Calizas y calcarenitas (sistemas de barras) (Albiense) (10)
- 2.1.1.11. Arenas con intercalaciones calcáreas (Cenomaniense) (11)
- 2.1.1.12. Margas y calizas arcillosas (Senoniense) (12)
- 2.1.1.13. Areniscas y calizas (Eoceno) (13)
- 2.1.1.14. Cuaternario (unidades 14, 15, 16)

## 2.1.2. Tectónica

### 2.1.2.1. Descripción de las principales estructuras

## 2.1.3. Indicios mineros

## 2.2. Zona de Marina de Cudeyo - Medio Cudeyo

### 2.2.1. Litoestratigrafía

- 2.2.1.1. Arcillas, yesos y sales (Triásico) (1)
- 2.2.1.2. Ofitas (2)
- 2.2.1.3. Dolomías y calizas (Hettangiense-Sinemuriense) (3)
- 2.2.1.4. Margas y calizas arcillosas (Pliensbachiense-Toarciense) (4)
- 2.2.1.5. Areniscas y arcillas limolíticas (Valanginiense-Barremiense) (Facies Weald) (5)
- 2.2.1.6. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Bedouliense) (6)
- 2.2.1.7. Areniscas y arcillas (Gargasiense-Clansayense) (7)
- 2.2.1.8. Calcarenitas (barras) (Gargasiense) (8)
- 2.2.1.9. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense - Clansayense) (9)
- 2.2.1.10. Dolomías (10)
- 2.2.1.11. Calizas grises (construcciones de rudistas y barras) (Bedouliense) (11)
- 2.2.1.12. Calizas tableadas (barras) (Gargasiense - Clansayense) (12)
- 2.2.1.13. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense - Clansayense) (13)
- 2.2.1.14. Dolomías (14)
- 2.2.1.15. Dolomías (15)
- 2.2.1.16. Calizas tableadas (construcciones de rudistas y barras) (Gargasiense-Clansayense) (16)



- 2.2.1.17. Calizas tableadas (construcciones de rudistas y barras)  
(Gargasiense-Clansayense) (17)
- 2.2.1.18. Arenas amarilas (Albiense) (18)
- 2.2.1.19. Calcarenitas (Cenomaniense) (19)
- 2.2.1.20. Margas y calizas arenosas (Senoniense) (20)
- 2.2.1.21. Cuaternario (unidades 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

## 2.2.2. Tectónica

- 2.2.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

## 2.2.3. Indicios mineros

# 3. PROSPECCION GEOQUIMICA

## 3.1. Metodología

### 3.1.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje

- 3.1.1.1. Desmuestre en aluvión
- 3.1.1.2. Análisis de las muestras
- 3.1.1.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos
  - 3.1.1.3.1. Para un solo elemento
  - 3.1.1.3.2. Para dos elementos
  - 3.1.1.3.3. Para todo el conjunto

### 3.1.1.4. Valoración de los puntos anómalos

### 3.1.2. Prospección geoquímica de suelos

- 3.1.2.1. Desmuestre
- 3.1.2.2. Análisis de las muestras
- 3.1.2.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos
- 3.1.2.4. Valoración de puntos anómalos

### **3.1.3. Geoquímica de rocas**

**3.1.3.1. Desmuestre**

**3.1.3.2. Análisis de las muestras**

**3.1.3.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos**

**3.1.3.4. Valoración de los resultados**

### **3.2. Zona de Medio Cudeyo (Peña Cabarga)**

#### **3.2.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje**

**3.2.1.1. Trabajos realizados**

**3.2.1.2. Datos estadísticos**

**3.2.1.3. Resultados obtenidos**

**3.2.1.4. Valoración de los puntos anómalos**

#### **3.2.2. Prospección geoquímica de suelos**

**3.2.2.1. Trabajos realizados**

**3.2.2.2. Datos estadísticos**

**3.2.2.3. Resultados obtenidos**

#### **3.2.3. Muestras de rocas**

#### **3.2.4. Muestras de comprobación**

### **3.3. Zona de Prellezo**

#### **3.3.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje**

**3.3.1.1. Trabajos realizados**

**3.3.1.2. Datos estadísticos**

**3.3.1.3. Resultados obtenidos**

**3.3.1.4. Valoración de los puntos anómalos**

### **3.3.2. Prospección geoquímica de suelos**

**3.3.2.1. Trabajos realizados**

**3.3.2.2. Datos estadísticos**

**3.3.2.3. Resultados obtenidos**

### **3.3.3. Geoquímica de rocas**

## **3.4. Zona de Nansa - Cabanzon (red de drenaje)**

**3.4.1. Trabajos realizados**

**3.4.2. Datos estadísticos**

**3.4.3. Resultados obtenidos**

**3.4.4. Valoración de resultados**

## **3.5. Zona de Comillas (red de drenaje)**

**3.5.1. Trabajos realizados**

**3.5.2. Datos estadísticos**

**3.5.3. Resultados obtenidos**

**3.5.4. Valoración de los puntos anómalos**

## **3.6. Zona de La Secada (Matienzo)**

### **3.6.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje**

**3.6.1.1. Trabajos realizados**

**3.6.1.2. Datos estadísticos**

**3.6.1.3. Resultados obtenidos**

**3.6.1.4. Valoración de los puntos anómalos**

### **3.6.2. Geoquímica de suelos**

**3.6.2.1. Trabajos realizados**

**3.6.2.2. Datos estadísticos**

**3.6.2.3. Resultados obtenidos**

**3.6.3. Prospección geoquímica de rocas**

**3.6.4. Muestras de comprobación**

**4. TELEDETECCION**

**5. CONCLUSIONES Y REOMENDACIONES**

**5.1. Zona de Prellezo**

**5.2. Zona de Nansa - Cabanzón**

**5.3. Zona de Comillas**

**5.4. Zona de La Secada (Matienzo)**

**5.5. Zona de Marina de Cudeyo - Medio Cudeyo**

**6. BIBLIOGRAFIA**

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En el presente Proyecto se realiza un estudio geoquímico y sedimentológico analítico de los depósitos carbonatados "Urgonianos" de las zonas de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo y de Prellezo, con el objeto de determinar las relaciones que existen entre las mineralizaciones de sulfuros de plomo y zinc, que arman en los sedimentos citados con el ambiente sedimentológico y su posterior evolución diagenética, llegándose a determinar zonas preferenciales en lo que se refiere a las posibilidades de albergar mineralizaciones metálicas.

En estas zonas y en otras tres, Nansa-Cabanzón, Comillas y Matienzo (esta última se ha incluido en el estudio, de acuerdo con el Director del Proyecto) en las que ya se han realizado previamente estudios sedimentológicos, se ha efectuado una prospección geoquímica, con el fin de evaluar las posibilidades mineras de cada una de ellas.

Los estudios geoquímicos aplicados a investigaciones mineras han tenido un importante desarrollo en las últimas décadas. Ello se debe a que, como ha dicho ROUTHIER (1980), éstas están pasando de ser centrífugas a centripetas, es decir, que el agotamiento de indicios directos, tales como monteras de oxidación, labores antiguas, etc., obliga al descubrimiento de nuevos indicios de forma indirecta (indicios indirectos, ILARRI JUNQUERA, et al. 1984) en los que se han de centrar las posteriores investigaciones de detalle. Este es el caso del Urgoniano de Cantabria, en el que la importante actividad minera histórica que ha existido, casi ha agotado la posibilidad de investigaciones en torno a indicios directos.

Este Proyecto constituye la continuidad de otros anteriores, realizados durante 1985-1986, 1987-1988 y 1989-1990, en los que se han puesto de manifiesto las relaciones existentes entre ambientes sedimentarios, evolución diagnética y las mineralizaciones de sulfuros de plomo y zinc.

## 1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos de este Proyecto, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas elaborado por el ITGE, se pueden esquematizar en las siguientes:

- Recoger y analizar la información geológica minera existente, relativa a los yacimientos minerales incluidos en los sedimentos calcáreos "Urgonianos" de las áreas de estudio.
- Realizar en las zonas de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo y Prellezo un estudio sedimentológico que comprende:
  - . Cartografía de facies sedimentarias a escala 1:10.000.
  - . Levantamiento de columnas sedimentológicas de detalle.
  - . Estudio sedimentológico de muestras.
- Establecimiento del modelo sedimentológico que pueda llegar a definir los sectores aptos para futuras investigaciones puntuales de detalle.
- Reconocer los indicios mineros existentes en las zonas de estudio.

El objetivo fundamental de la prospección geoquímica en el presente Proyecto es la delimitación y valoración de las zonas geoquímicamente anómalas en Pb-Zn, y sus elementos guía, en base a las siguientes fases:

- Diseño de una red geoquímica de drenaje y desmuestra de la misma.
- Análisis de las muestras obtenidas, tratamiento estadístico de los resultados y delimitación de anomalías.
- Valoración de las áreas anómalas, tanto con datos previos (gabinete) como en campo.
- Diseño de una red de geoquímica de suelos en los lugares más idóneos.
- Análisis de muestras, tratamiento estadístico e interpretación de resultados.
- Valoración de las áreas anómalas.

### 1.3. ZONAS DE ESTUDIO

Las zonas objeto de este estudio se encuentran situadas dentro de la Comunidad Autónoma de Cantabria (Fig. 1.1.).

- Zona de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo. Se encuentra enclavada dentro de los M.T.N. a escala 1:50.000 nº 34 (Torrelavega) y 35 (Santander), con las siguientes coordenadas geográficas:

pp	1	3º 51' 40"	43º 20' 20"
	2	3º 51' 40"	43º 22' 40"
	3	3º 51' 00"	43º 22' 40"
	4	3º 51' 00"	43º 23' 20"
	5	3º 50' 20"	43º 23' 20"
	6	3º 50' 20"	43º 25' 20"
	7	3º 47' 20"	43º 25' 20"
	8	3º 47' 20"	43º 26' 00"
	9	3º 46' 40"	43º 26' 00"
	10	3º 46' 40"	43º 27' 00"
	11	3º 45' 00"	43º 27' 00"
	12	3º 45' 00"	43º 24' 00"
	13	3º 42' 00"	43º 24' 00"
	14	3º 42' 00"	43º 22' 40"
	15	3º 44' 20"	43º 22' 40"
	16	3º 44' 20"	43º 22' 20"
	17	3º 45' 00"	43º 22' 20"
	18	3º 45' 00"	43º 21' 40"
	19	3º 46' 20"	43º 21' 40"
	20	3º 46' 20"	43º 21' 20"
	21	3º 47' 40"	43º 21' 20"
	22	3º 47' 40"	43º 21' 00"
	23	3º 50' 00"	43º 21' 00"
	24	3º 50' 00"	43º 20' 20"
	pp		

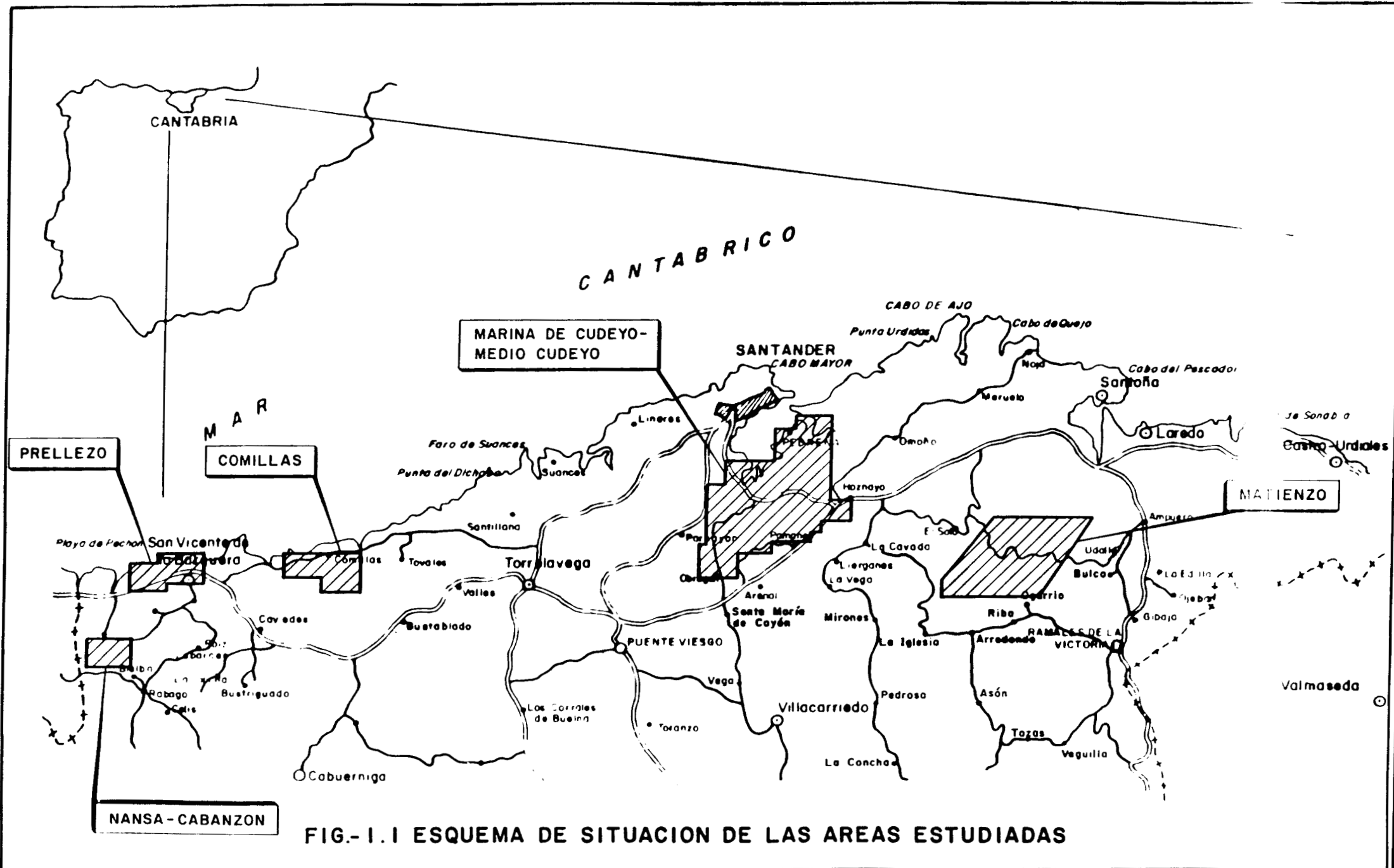


FIG.- I. I ESQUEMA DE SITUACION DE LAS AREAS ESTUDIADAS



- Zona de Prellezo. Se encuentra situada dentro del M.T.N. a escala 1:50.000 nº 33 (Comillas), con las siguientes coordenadas:

pp	1	4º 28' 00"	43º 22' 40"
	2	4º 28' 00"	43º 23' 20"
	3	4º 26' 40"	43º 23' 20"
	4	4º 26' 40"	43º 23' 40"
	5	4º 25' 40"	43º 23' 40"
	6	4º 25' 40"	43º 24' 00"
	7	4º 23' 00"	43º 24' 00"
	8	4º 23' 00"	43º 23' 00"
	9	4º 26' 20"	43º 23' 00"
	10	4º 26' 20"	43º 22' 40"
	pp		

- Zona de Nansa-Cabanzón. Se encuentra dentro del M.T.N. a escala 1:50.000 nº 33 (Comillas) y 57 (Cabezón de la Sal), con las siguientes coordenadas:

pp	1	4º 31' 00"	43º 19' 20"
	2	4º 31' 00"	43º 21' 20"
	3	4º 28' 00"	43º 21' 00"
	4	4º 28' 00"	43º 19' 20"
	pp		

- Zona de Comillas. Se encuentra incluida dentro del M.T.N. a escala 1:50.000 nº 33 (Comillas) y sus coordenadas son:

pp	1	4º 17' 40"	43º 23' 00"
	2	4º 17' 40"	43º 23' 40"
	3	4º 13' 40"	43º 23' 40"
	4	4º 13' 40"	43º 22' 40"
	5	4º 15' 40"	43º 22' 40"
	6	4º 15' 40"	43º 23' 00"
	pp		

- Zona de Matienzo. Se encuentra dentro del M.T.N. a escala 1:50.000 nº 35 (Santander), 36 (Castro Urdiales), 59 (Villacarriedo) y 60 (Valmaseda) con las siguientes coordenadas:

pp	1	3° 38' 00"	43° 18' 00"
	2	3° 38' 00"	43° 19' 00"
	3	3° 36' 20"	43° 20' 20"
	4	3° 31' 00"	43° 20' 20"
	5	3° 31' 00"	43° 19' 00"
	6	3° 32' 00"	43° 18' 00"
	pp		

#### 1.4. TRABAJOS REALIZADOS

En función del Pliego de Condiciones Técnicas del ITGE; de la Oferta Técnica de INYPSA y de las variaciones realizadas durante la ejecución práctica, la investigación ha consistido esencialmente en:

- Recopilación y análisis de los trabajos y documentación existentes.
- Cartografía de facies sedimentarias (escala 1:10.000) 98 Km<sup>2</sup>
- Columnas sedimentológicas de detalle 700 m.
- Estudio sedimentológico de muestras 20 muestras
- Estudio por teledetección de las zonas que comprende este proyecto
- Prospección geoquímica de drenaje 265 muestras
- Prospección geoquímica de suelos 348 muestras
- Prospección geoquímica de rocas 20 muestras
- Estudio de indicios mineros
- Estudio sedimentológico y reconstrucción paleogeográfica
- Tratamiento estadístico de los datos geoquímicos y valoración de los indicios obtenidos.
- Informe final

## 1.5. ENCUADRE GEOLOGICO

Las zonas estudiadas forman parte de la gran cuenca de sedimentación cantábrica, que básicamente constituye el "Dominio Peri-Asturiano", según el esquema de división de FEUILLEE y RAT (1.971).

Esta cuenca, presumiblemente originada en las últimas etapas de la orogenia Hercínica, durante el Pérmico, controla el depósito de sus sedimentos por movimientos diferenciales de las estructuras del basamento Hercínico, originando amplios sectores muy poco deformados, sólo afectados por pliegues de gran radio y fallas de pequeño salto.

Esta estructuración primaria de la cuenca, favorece el posterior ascenso diapírico de las masas triásicas, originando pequeños umbrales y surcos, fácilmente detectables con un estudio detallado de facies, que condicionarán la situación de las principales zonas mineralizadas.

En el Aptiense-Albiense se depositó en esta zona el "Complejo Urganiano" y "Supra-Urganiano", definido por RAT (1.959) y constituido por una alternancia de rocas detríticas y carbonatadas en las que se definen a grandes rasgos cuatro secuencias deposicionales. Las unidades calcáreas están formadas por depósitos de plataforma, fundamentalmente calizas con construcciones de rudistas y corales, en los que existen grandes variaciones de espesor y cambios de facies, incluso acompañadas de emersiones, que producen la eventual dolomitización de estos tramos carbonatados. Estas variaciones son originadas por ascensos diferenciales de las masas triásicas dando lugar a zonas elevadas y deprimidas dentro de la cuenca Urganiana.

En el Albiense superior se instala en esta zona un régimen litoral, que se traduce en los depósitos de areniscas (Facies Utrillas) y barras litorales con pequeñas construcciones de rudistas y corales.

Posteriormente y durante el Cretácico superior, se instala un régimen marino de plataforma con gran desarrollo de arcillas y calizas.

Es importante destacar la evolución tectónica que ha sufrido este sector, en concreto a partir de la falla de Ramales-Laredo en donde cambia las direcciones estructurales, produciéndose una inflexión en los ejes de los pliegues, pasando de direcciones NW-SE en el sector Vasco a direcciones SW-NE en el sector Cántabro.

Después de una primera fase de ascenso diapírico de las masas triásicas, en esta zona, se ha desarrollado una intensa tectónica en escamas, sin que se observen en superficie señales claras de accidentes cabalgantes, en las que el Keuper aparece en las suelas de los cabalgamientos. El límite de estas estructuras cagalantes está delimitado en Matienzo por el sur y en las proximidades de San Vicente de la Barquera por el oeste, definiendo un dominio autóctono o parautóctono.

## 1.6. ANTECEDENTES

El estudio bibliográfico se ha planteado como continuación de los elaborados en proyectos anteriores, con especial énfasis en la interpretación de los sondeos profundos de petróleo que se han efectuado en Cantabria. Todos ellos se han realizado entre 1956 y 1973.

En el sector occidental, se ha perforado el sondeo Oreña 1. Con 503 m. de profundidad, atraviesa una serie normal comprendida entre el Aptiense y el Keuper, en la que falta toda la serie calcárea del Jurásico.

En el sector central se han efectuado el sondeo Ajo 1, con 4.970 m. de profundidad, observándose una compleja estructura, repitiendo cuatro veces una serie calcárea de sedimentos pertenecientes al "Complejo Urganiano" y Cretácico superior, con niveles de arcillas yesíferas del Keuper entre 1.334-1.450 m., 2.905-3.000 m. y 3505-3718 m. En este mismo sector se ha efectuado el sondeo Liermo 1, con 2.460 m. de profundidad, repitiendo al menos dos veces materiales del Aptiense-Albiense con un nivel de arcillas rojas entre 695 m. y 750 m.

En el sector oriental se han realizado los sondeos de Castro Urdiales con 1.678 m. de profundidad y Monillo con 1.679 m. en donde se repite la serie del Jurásico, situándose éste en posición invertida en los metros inferiores del sondeo.

En el sector meridional se ha realizado el sondeo de Matienzo con 1.950 m., en el que se aprecia una serie normal comprendida entre las facies Weald y el Buntsandstein.

La interpretación de estos datos, determina que la zona de máxima complejidad tectónica se encuentra situada en las proximidades de Ajo, amortiguándose hacia el este, sur y oeste, situando la zona de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo en el sector en donde deben existir al menos varias escamas de materiales del Complejo Urganiano y el sector de Prellezo en un frente de cabalgamiento sobre un autóctono relativo definido por la unidad de Nansa.

## 2. ESTUDIOS SEDIMENTOLOGICOS DE LAS ZONAS DE PRELLEZO Y MARINA DE CUDEYO-MEDIO CUDEYO

Según el Pliego de Condiciones Técnicas se han estudiado las zonas de Prellezo y de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo.

### 2.1. ZONA DE PRELLEZO

El área estudiada se encuentra situada dentro del M.T.N. a escala 1:50.000, nº 33 (Comillas). Se trata de una banda de dirección E-O, con una extensión de 12 Km<sup>2</sup>, incluyendo las poblaciones de Prellezo, Santillán y la Espina (Fig. 2.1).

Geológicamente está formada por un anticlinal cuyo núcleo está constituido por sedimentos del Ordovícico y orientación del eje E-O, curvándose en el sector occidental hasta tomar una orientación NE-SW.

El flanco meridional se encuentra roto, mediante fallas inversas de gran ángulo que hacia el este se diverticularizan en varias escamas en relevo a favor de los materiales más competentes.

Los indicios mineros se concentran en el sector occidental de la zona estudiada situándose sobre la falla inversa que limita el flanco meridional del anticlinal principal.

#### 2.1.1. **Litoestratigrafía**

En este epígrafe se describen las características litológicas y sedimentológicas de cada unidad cartográfica, siguiendo su orden cronológico el plasmado en la leyenda que acompaña a la cartografía.

La serie estratigráfica comprende materiales desde el Ordovícico hasta el Eoceno, observándose los depósitos del ciclo "Urgoniano" representados por dolomías y calizas tableadas con miliólidos. Es importante destacar que en este sector no se han observado depósitos pertenecientes a los grupos

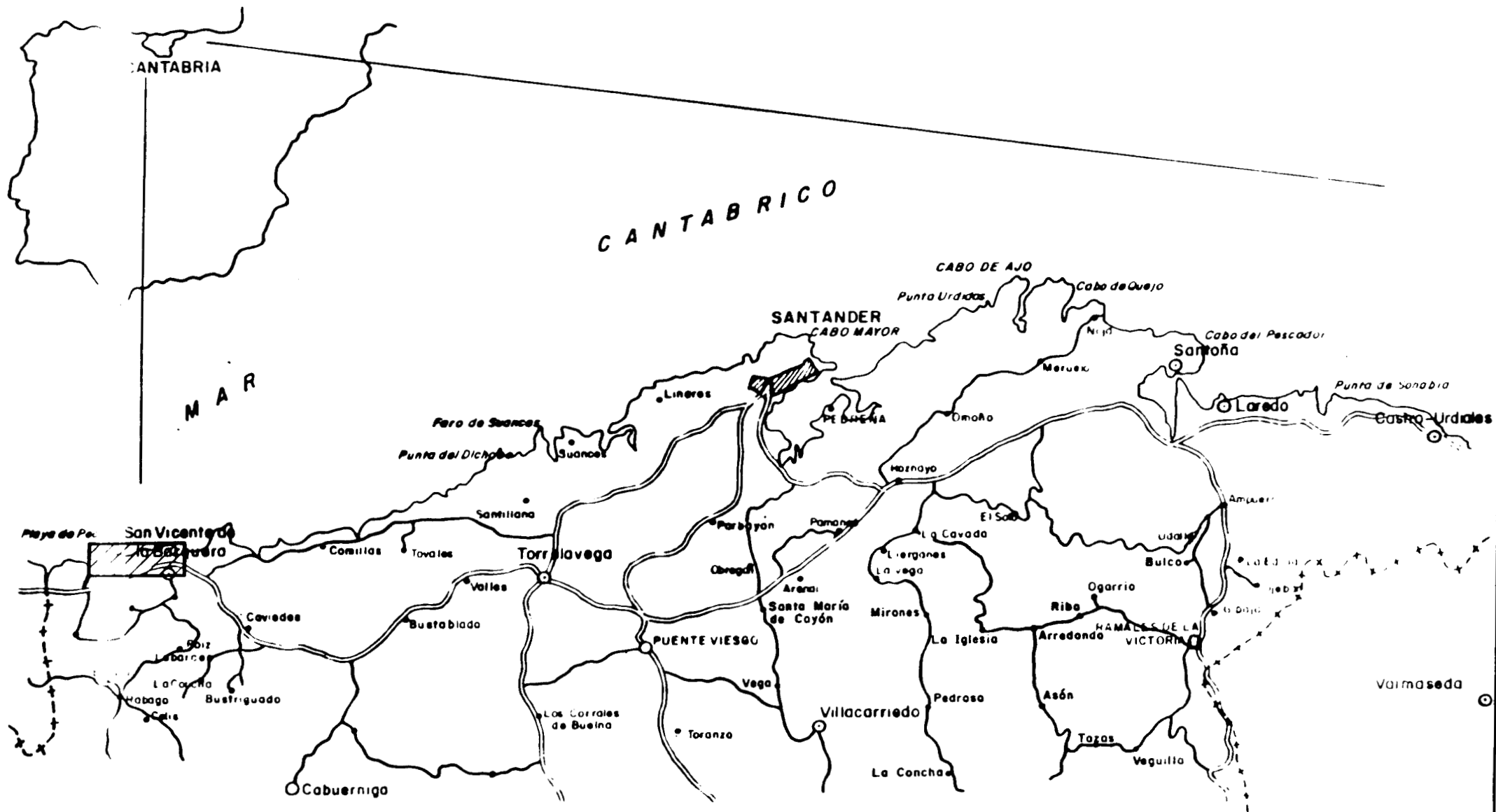


FIG.- 2.1 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA DE PRELLEZO



deposicionales 1 y 2 de edad Bedouliense, comenzando la serie por materiales dolomíticos en parte interestratificados entre niveles calcáreos.

#### 2.1.1.1. Cuarcitas (Ordovícico) (1)

Sus afloramientos se encuentran situados en el sector occidental de la zona, constituyendo el núcleo del anticlinal que conforma este sector.

Se trata de un conjunto de cuarcitas blanquecinas con intercalaciones de pizarras y niveles carbonosos.

La potencia total de este conjunto es del orden de 500 metros, distribuidos en bancos de 0,1 a 0,5 m. de espesor. Presentan gran abundancia de estructuras de corriente, laminación cruzada, paralela y ripples.

#### 2.1.1.2. Areniscas y conglomerados (Devónico) (2)

Aflora en la Sierra de Jerra, discordantes sobre cuarcitas descritas anteriormente, aunque sus mejores afloramientos se sitúan en las proximidades de el Pechón en el límite occidental del área estudiada.

Están formadas por arenas y areniscas glauconíticas, microconglomerados, conglomerados feldespáticos y conglomerados de cantos blandos, con un espesor aproximado de 80 m.

Este tramo, dada la naturaleza poco coherente de sus materiales, se encuentra explotado como graveras.

#### 2.1.1.3. Calizas masivas (Carbonífero) (3)

Afloran en una pequeña banda, adosadas a los niveles detríticos descritos anteriormente.

Se denominan "calizas griotte" y están formadas por radiolaritas rojas, verdes y calizas nodulosas, con intercalaciones en el muro de la formación

de niveles de lilitas negras y arcillas rojas, con abundantes restos de Crinoideos, Goniatitidos, Ostrácodos y Radiolarios.

Este nivel se encuentran generalmente muy replegado con una potencia máxima de unos 20 m., distribuidos en bancos de 20 a 30 cm.

#### 2.1.1.4. Calizas dolomíticas negras (Carbonífero) (4)

Esta unidad aflora en el sector nor-occidental de la zona estudiada y constituye los materiales de base, sobre los que se asienta el complejo "Urgoniano".

Regionalmente se denominan "calizas de montaña" y están constituidas por calizas masivas negras, recrystalizadas, micríticas, observándose muy dolomitizadas en algunos sectores, como ocurre en las proximidades del arroyo Prollezo.

Estas calizas son completamente azoicas con una potencia de más de 300 m, encontrándose muy carstificadas en algunos sectores.

#### 2.1.1.5. Dolomías (5)

Afloran en el sector central de la zona cartografiada, próximas a Punta del Fraile, constituyendo el eje del anticlinal y en una banda de dirección NE-SO que se extiende hasta las proximidades de Prollezo.

Estos niveles constituyen la base del complejo "Urgoniano", apoyándose discordantemente sobre los tramos calcáreos del Carbonífero (Foto 1).

El aspecto de esas dolomías es prácticamente masivo (Foto 2), homogéneo y de tonos rojizos en alteración. Frecuentemente se observan restos calcáreos no dolomitizados.

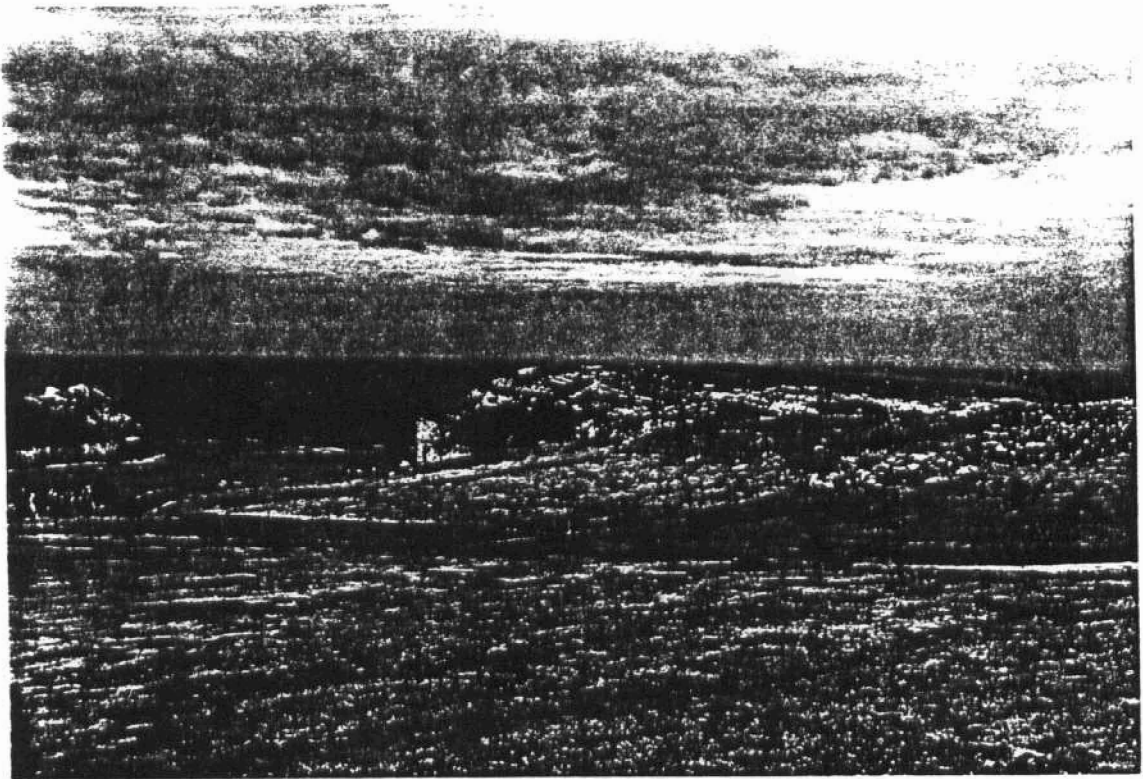


Foto 1. Dolomías del "Complejo Urganiano" en el anticlinal de Prellezo.

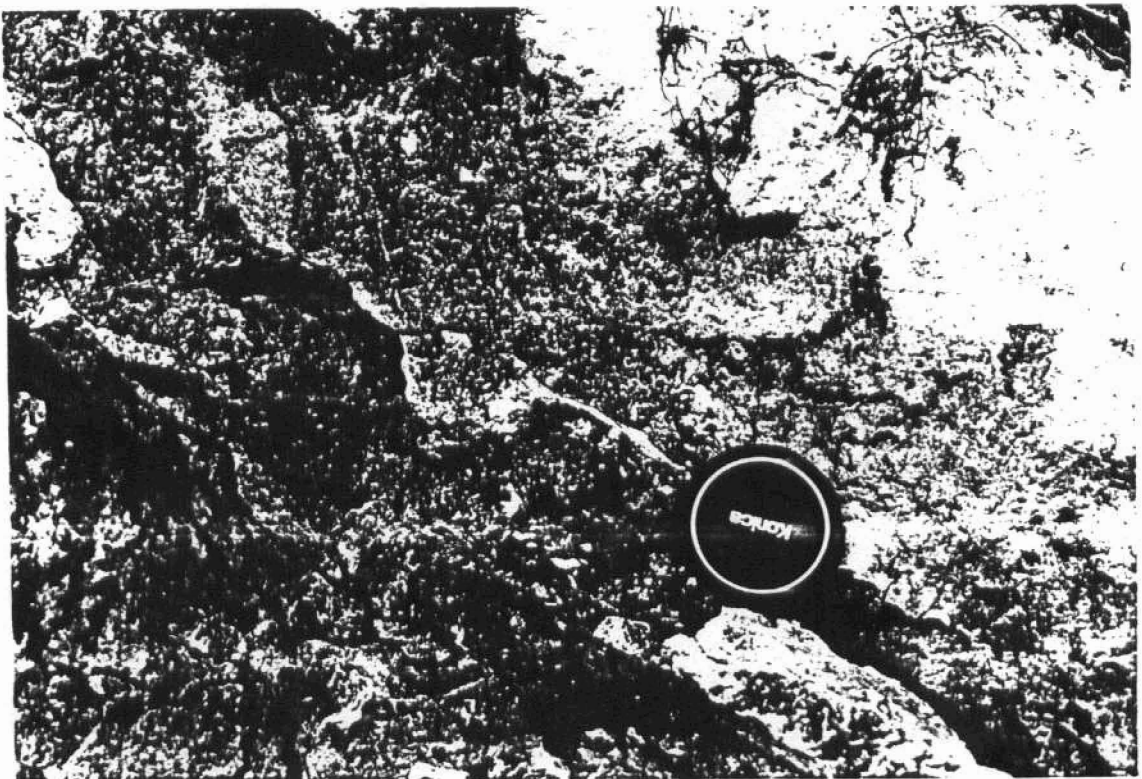


Foto 2. Detalle de las dolomías anteriores.

Estos materiales dolomíticos se disponen dentro del conjunto de la serie de dos formas. Los situados en las proximidades del eje del anticlinal, presentan una disposición estratiforme (Foto 3), y su origen puede ser debido a procesos de dolomitización por mezcla de aguas, mientras que los situados en la banda de dirección NE-SO, cortan ligeramente la estratificación y su origen, está relacionado con procesos de dolomitización a favor de fracturas. Parte de estos depósitos pueden corresponder al Gargasiense-Clansayense inferior, que en esta zona se encontraría escasamente representado debido a causas sedimentarias o tectónicas.

#### 2.1.1.6. Calizas tableadas (Gargasiense-Clansayense) (6)

Están formadas por un conjunto de calizas (wackestone y packstone) de aspecto noduloso y lajoso. Incluidos en estas calizas se observan escasos rudistas de unos 8 cm., de diámetro, distribuidos tanto en pequeñas colonias como aislados, siendo esta última disposición la que se observa más frecuentemente. Asimismo, son frecuentes los corales y restos rotos de rudistas.

Intercalados entre estos niveles, se observan varias pasadas de calizas (packstone y grainstone) con Miliólidos.

Este conjunto se organiza en bancos planoparalelos de 1 a 2 m., de espesor, con gran continuidad lateral y una potencia máxima visible del orden de 100 m. El medio deposicional es una plataforma abierta con energía relativamente baja y buena circulación de agua.

El contenido faunístico es muy alto con Palorbitolina lenticularis, Ethelia alba, Orbitolinopsis praesimplex, Orbitolina texana parva, (IGME, 1976) que datan el Gargasiense-Clansayense.

#### 2.1.1.7. Calizas tableadas (Gargasiense-Clansayense) (7)

Afloran sobre los tramos calcáreos descritos anteriormente. El contacto con las calizas infrayacentes se realiza mediante un nivel margo-calcáreo, de tonos amarillos y muy noduloso (Foto 5).



Foto 3. Dolomías estratiformes entre calizas en Pallezo.

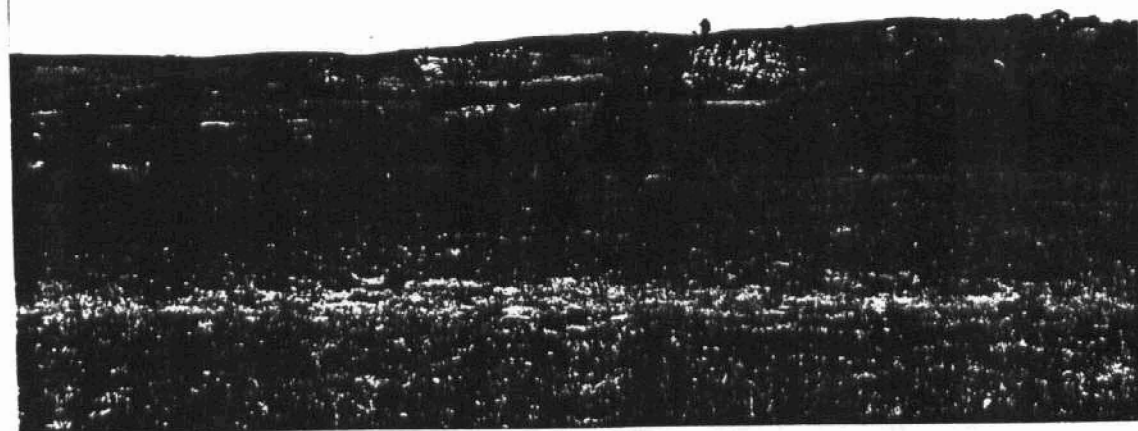


Foto 4. Calizas estratiformes de la unidad superior.

En el sector de Prellezo de Arriba (Foto 4) se puede observar una disarmonía tectónica local entre los dos tramos calcáreos que desaparece hacia el Este.

Litológicamente está formada por un conjunto de calizas bioclásticas (wackestone y packstone) grises (Foto 6), de aspecto lajoso y noduloso, con numerosas interrupciones (sinéresis) a techo de cada paquete.

Incluidos en estas calizas se observan ocasionalmente pequeñas construcciones de rudistas grandes y son muy abundantes los rudistas aislados. El tamaño de estos rudistas suele ser mayor de 10 cm de diámetro. Asimismo es frecuente observar gran cantidad de miliólidos y corales.

El contenido faunístico es muy amplio con abundantes restos de Orbitolina texana texana, Orbitolina texana parva, Simplorbitolina manasi, Coskinolina sp, Sabaudia minuta, Everticyclammina greigi, Ataxophragmium sp, Cytherella ovata, Neocythere vanveeni, Protocythere derooi, Clithrocytheridea aff brevis (IGME, 1976), que asignan a esta unidad una edad Gargasiense-Clansayense.

Estas calizas se disponen en bancos plano-paralelos con gran extensión lateral y unos 2-3 m. de espesor, con una potencia total del orden de 100 m.

#### 2.1.1.8. Dolomías (8)

Este tipo de dolomías afloran en el sector meridional de la Sierra de Jerra, adosadas a la fractura que con dirección NE-SO surca este sector. Asimismo se ha incluido en este nivel, un pequeño afloramiento de dolomías, situado en el margen izquierdo del camino que une la Ría de Tina Menor con Prellezo.

Se trata de unas dolomías grises (Foto 7) de grano medio a fino, masivas y en las que se aprecia sombras de grandes rudistas.



Foto 5. Nivel margoso de tránsito.



Foto 6. Aspecto de las calizas superiores en Prellezo.

#### 2.1.1.9. Arenas amarillas (Albiense) (9)

Afloran discordantemente sobre los materiales calcáreos del Aptiense descritos anteriormente.

Se trata de un conjunto terrígeno constituido por arcillas, limos y areniscas de tonos amarillentos. En la base se observa niveles de conglomerados y microconglomerados cuarcíticos. Intercalados en esta serie se observan restos carbonosos y de azufre y localmente pueden intercalarse delgadas capas de calizas arenosas.

Contienen algunos restos fósiles: Everticyclammina greigi, Haplophragmium sp, Haplostiche sp, Playtycythereis cf laminata, Schuleridea jonesiana, Cythereis sp, Orbitolina texana texana (IGME, 1976).

El espesor de esta unidad es muy variable, oscilando entre 50 y 100 m y suele presentarse muy cubierta por vegetación en la mayor parte de los lugares.

Este tramo presenta frecuentemente laminación cruzada y "ripples" de corriente, observándose en los niveles más finos, gran cantidad de huellas producidas por bioturbación.

#### 2.1.1.10. Calizas y calcarenitas (sistemas de barras) (Albiense) (10)

Están formadas por un conjunto de calcarenitas (packstone y grainstone) grises, de aspecto noduloso, distribuidas en bancos de 0,5 a 1 m. de espesor en el muro de la formación, mientras que en el techo, estas calizas se distribuyen en bancos grandes, presentando estratificación cruzada planar y de surco con abundantes costras ferruginosas y glauconita.

La microfauna más característica es: Neorbitolinopsis conulus, orbitolina texana texana, Buccicrenata subgoodlandensis (IGME, 1976).

La potencia de esta unidad es muy irregular, oscilando entre 30 y 50m.



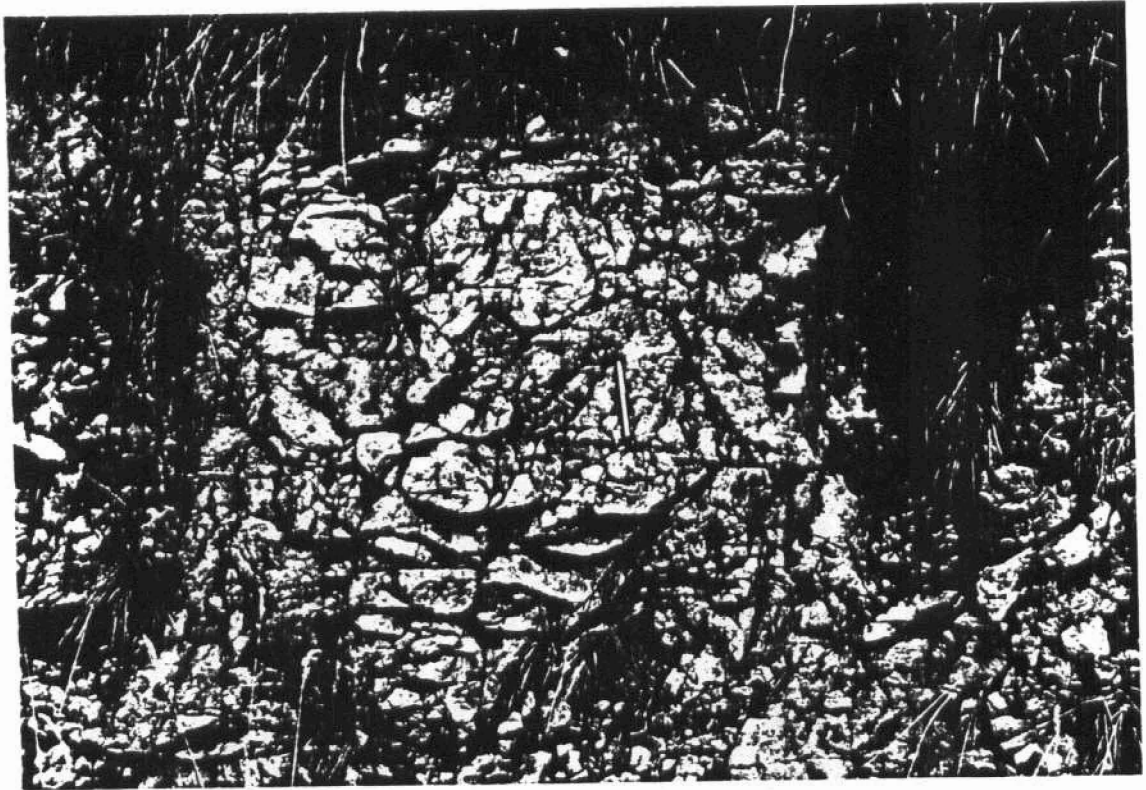


Foto 7. Dolomías grises de fractura.



Foto 8. Fractura de dirección E-O en Pallezo.

#### 2.1.1.11. Arenas con intercalaciones calcáreas (Cenomaniense) (11)

Están constituidas por calcarenitas grises (packstone y grainstone) con glauconita en la base, pasando a techo a unos niveles de arcillas, limos y areniscas con pequeñas intercalaciones de calcarenitas grises con estratificación cruzada.

El contenido faunístico es alto con Orbitolina concava gatarica, Paratrocholina lenticularis, Daxia cenomana, Quinqueloculina sp, Haplophragmium sp, Neoiraquia convexa, Orbitolina aperta, Flabellamina alexanderi, Thomassinella punica, Praeglobotruncana delrioensis, Cytherella ovata, Dolocytheridea bosquetiana, Rotalipora appenninica (IGME, 1976) que datan el Cenomaniense inferior.

El techo de esta unidad se encuentra afectado por una falla inversa de dirección NE-SO, por lo que su potencia visible es del orden de 30 m. aunque regionalmente puede alcanzar el centenar de metros.

#### 2.1.1.12. Margas y calizas arcillosas (Senoniense) (12)

Esta unidad aflora en el flanco meridional del anticlinal de Prellezo, limitado por varias fracturas inversas de dirección NE-SO.

Está formada por un conjunto de calizas arcillosas de aspecto noduloso en la base y margas con delgadas intercalaciones de calizas arcillosas de tonos azules en el muro.

Contienen gran cantidad de microfauna, entre ella: Globotruncana sigali, Globotruncana lapparenti coronata, Globotruncana schneegansi, Globotruncana renzi, Guadryna cf laevigata, Tritaxia tricarinata, Marssonella trochus, Globotruncana concavata concavata, Globotruncana concavata carinata, Globotruncana lapparenti lapparenti, Globotruncana marginata, Globotruncana fornicata, Globotruncana ventricosa, que confirman la edad de esta unidad como Senoniense (Coniaciense-Santoniense).

La potencia total de esta unidad es del orden de 120 m.

2.1.1.13. Areniscas y calizas (Eoceno) (13)

Esta unidad constituye el límite meridional de la zona estudiada. El contacto con la unidad anterior se realiza mediante una fractura de carácter inverso, de dirección sub-paralela, que concluye en la ría de San Vicente.

Se trata de una serie que comienza con arenas y areniscas, poco cementadas, con intercalaciones de conglomerados calcáreos, culminando en un conjunto calcáreo denominado "calizas de Peña Saría", formado por calcarenitas grises con glauconita, de aspecto masivo en el muro y tableado en el techo, en bancos de unos 50 cm. y algo arenosas.

El contenido faunístico es muy amplio con Alveolina oblonga, Alveolina schwageri, Alveolina distefanoi, Alveolina indicatrix, Nummulites planulatus, Orbitolites biplanus, Nummulites planulatus, Nummulites aff aquitanicus, Assilina cf granulosa, que datan en conjunto, el Cuisiense.

La potencia total del conjunto es del orden de 125 m., aunque en esta zona se encuentra muy afectado por la tectónica, desapareciendo frecuentemente los tramos basales, menos competentes.

2.1.1.14. Cuaternario (unidades 14, 15, 16)

Estas unidades se han agrupado en tres grupos, según sus características genéticas:

- Depósitos de origen fluvial (14)

Están formados por arenas y arcillas y constituyen un depósito de origen poligénico, genéticamente relacionados con procesos de laderas, con retoques fluviales posteriores.

- Depósitos de origen cárstico (15)

Formados por arcillas de descalcificación, constituidos por arcillas arenosas rojizas, generalmente muy cubiertas que rellenan el fondo de las depresiones cársticas.

- Depósitos de origen marino. Rasas (16)

Se trata de unas superficies de arrasamiento, con depósitos de gravas y arenas muy poco potentes.

### 2.1.2. Tectónica

Esta zona se encuentra enclavada dentro de la unidad denominada "Entrante Mesoterciario Costero", y en particular forma parte de la "Zona plegada del río Nansa".

Este sector se caracteriza por la falta de sedimentación y/o erosión parcial de los sedimentos comprendidos entre el Carbonífero y el Aptiense y por lo tanto no existen depósitos del Keuper ni del Weald, por lo que la configuración tectónica final de esta unidad, es diferente a la observada en otros sectores de Cantabria. El resultado de esta falta de sedimentos incompetentes, es la creación durante las fases alpinas, de amplias estructuras con reactivación de antiguos accidentes de zócalo que se resuelven, en el flanco meridional de los anticlinales, con varios cabalgamientos de gran ángulo, ya que la deformación rígida del zócalo, no puede ser adsorbida al no existir materiales plásticos intermedios.

Los primeros movimientos de los que se tienen evidencia, pertenecen al subciclo Palealpino, estando representados por los impulsos de las fases Neociméricas. Estos procesos parecen estar en relación con las primeras manifestaciones diapíricas el Keuper, en otros sectores, dando lugar a altos paleogeográficos, con zonas de erosión preferentes, acompañadas de un proceso regional de levantamiento.

### 2.1.2.1. Descripción de las principales estructuras

#### - **Estructuras de plegamiento**

En esta zona existen dos sistemas de plegamiento, con direcciones perpendiculares entre sí.

##### • Anticlinal de Prellezo

Es una estructura anticlinal, con vergencia hacia el sur, y cuyo flanco meridional se encuentra surcado por un cortejo de fallas inversas de gran salto.

El núcleo del anticlinal está constituido por sedimentos de edad Ordovícico-Carbonífero. La orientación del eje es subparalela, llegando a cortarse por la falla principal en las proximidades de Prellezo, en donde toma una dirección NE-SO.

##### • Anticlinal-sinclinal de el Fraile

Se trata de unas estructuras muy suaves que pliegan el flanco norte del anticlinal de Prellezo. Presentan una dirección NNW-SSE y cortan casi ortogonalmente el eje del anticlinal mayor. Se desarrollan exclusivamente sobre materiales calcáreos de edad Aptiense.

#### - **Fracturas**

Por lo que respecta a los sistemas de fracturas se han detectado fundamentalmente tres sistemas de fracturas.

##### • Cabalgamientos de dirección E-O

Se trata de varias fracturas inversas en relevo, posiblemente divarticulación de la más importante que afecta al sector occidental de la zona estudiada (Foto 8).

La fractura principal, que surca la localidad de Prollezo, se amortigua hacia el este hasta desaparecer entre materiales calcáreos del complejo "Urgoniano" relevándose en cuanto a su importancia con otras situadas más al sur.

• Fracturas de dirección NE-SO

Se trata de un cortejo de fallas normales que surcan el flanco norte del anticlinal de Prollezo. Son fracturas de pequeño salto relacionadas con los últimos procesos de acomodación tectónica de la zona.

• Fracturas de dirección NW-SE

Este cortejo de fallas se encuentra relacionadas con las fallas descritas anteriormente. Son asimismo fallas normales de pequeño salto en un sistema conjugado con el anterior.

### 2.1.3. Indicios mineros

En esta zona existen varios indicios mineros, correspondientes a labores de antiguas explotaciones situadas al oeste de Prollezo (Foto 9).

La mineralización está constituida por Esfalerita y Galena como minerales de los componentes principales y Piritita y Smithsonita como minerales secundarios.

Las mineralizaciones de este yacimiento se localizan fundamentalmente incluidas dentro de dolomías del Gargasiense-Clansayense, siguiendo la dirección ENE-OSO de la fractura principal que surca esta región, generando un rosario de mineralizaciones de pequeño espesor.



Foto 9. Antiguas explotaciones sobre dolomías del Aptiense.

## 2.2. ZONA DE MARINA DE CUDEYO-MEDIO CUDEYO

El área estudiada se encuentra situada dentro del M.T.N. a escala 1:50.000, nº 34 (Torrelavega) y nº 35 (Santander), con una extensión cartografiada de 86 Km<sup>2</sup> (Fig. 2.2).

Geológicamente esta zona se encuentra limitada por un conjunto de diapiros: Parbayon, Solares, Obregón y Marina de Cudeyo cuyos movimientos han afectado a la sedimentación del conjunto calcáreo del "Urgoniano" dando lugar a una gran variedad de facies, así como a cambios bruscos en el espesor de los depósitos carbonatados y detríticos de edad Aptiense-Albiense.

En la transversal N-S de la zona estudiada es posible observar al menos una gran fractura, posiblemente de carácter inverso, que con dirección E-O, enlaza el diapiro de Parbayón con el de Solares, delimitando dos zonas concretas con características sedimentológicas y de espesor diferentes. La situada al norte de este límite, comprende el anticlinal de Gajano y la serie de Pedreña, que a su vez se encuentra surcada por una fractura de dirección E-W, de menor importancia que la anterior, aunque posiblemente con el mismo carácter inverso y buzamiento de plano de falla hacia el norte.

El sector meridional comprende la serie monoclinal de Peña Cabarga, en donde se observa un gran aumento de espesor, respecto al sector septentrional y una gran variación en las facies sedimentarias de los depósitos calcáreos del conjunto "Urgoniano".

### 2.2.1. Litoestratigrafía

En este epígrafe se describen las características litológicas y sedimentológicas de cada unidad cartografiada, siguiendo el orden cronológico plasmado en la leyenda que acompaña a la cartografía, poniendo especial énfasis en los materiales comprendidos dentro del "Conjunto Urgoniano".



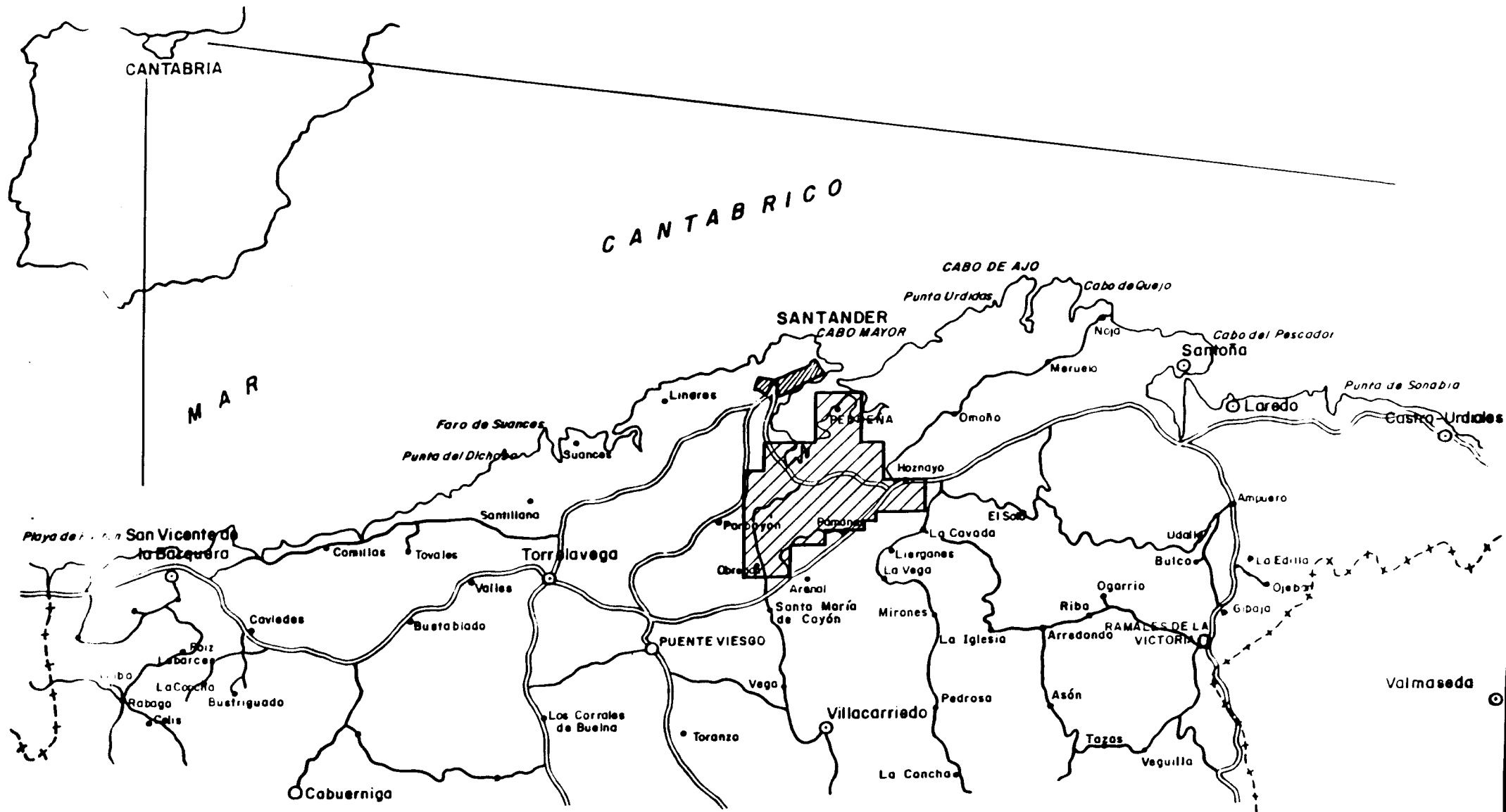


FIG.- 2.2 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA DE MARINA DE CUDEYO - MEDIO CUDEYO

#### 2.2.1.1. Arcillas, yesos y sales (Triásico) (1)

Aflora en el sector meridional definido anteriormente, delimitando los afloramientos cretácicos de Peña Cabarga. Se observan formando parte de los diapiros de Obregón, Parbayon, Solares y Marina de Cudeyo.

Están constituidas por arcillas plásticas versicolores con niveles de yeso que han sido explotados en algunos sectores, no pudiendo descartarse la presencia de sales en profundidad.

Incluidos en estas arcillas, es frecuente observar bloques de rocas dolomíticas vacuolares y restos de materiales jurásicos y cretácicos que se han incorporado a las arcillas, en los procesos halocinéticos de ascenso de estas masas diapíricas.

#### 2.2.1.2. Ofitas (2)

Presentan estructura holocristalina, ofítica o diabásica y están compuestas por piroxenos, anfíboles y plagioclasas, presentando minerales opacos como accesorios, observándose todos los pasos entre ofitas y diabasas.

Generalmente se encuentran englobados dentro de la masa arcillosa de los depósitos triásicos, aunque se han encontrado pitones ofíticos que perforan a los materiales calcáreos del Bedouliense.

#### 2.2.1.3. Dolomías y calizas (Hettangiense-Sinemuriense) (3)

Se pueden observar en un pequeño afloramiento próximo a la localidad de Heras, incluidas dentro de la masa arcillo-yesífera de los materiales triásicos.

Están constituidas por dolomías masivas en el muro y tableadas en el techo, alternando con calizas microcristalinas estratificadas en bancos de unos 50 cm. Intercaladas entre los tramos calcáreos y dolomíticos es frecuente observar brechas calizo-dolomíticas.

El espesor es difícil de calcular, ya que sus afloramientos se encuentran incluidos como bloques dentro de la masa arcillo-yesífera del Trías, no obstante puede estimarse en más del centenar de metros.

#### 2.2.1.4. Margas y calizas arcillosas (Pliensbachiense-Toarciense) (4)

Afloran en la margen derecha de la ría de San Salvador, en un afloramiento estrecho, de dirección Este-Oeste, que se encuentra limitado por fracturas y por sedimentos arcillo-yesíferos del Trías incluidos en el diapiro de Marina de Cudeyo.

Los afloramientos son de mala calidad y se encuentran totalmente cubiertos por vegetación. Están formadas por una alternancia de calizas arcillosas grises microcristalinas, con margas negruzcas, satinadas, con abundante materia orgánica y pirita.

El contenido faunístico es muy rico, tanto en macrofósiles: Belenmites, Braquiópodos y algunos Ammonites, como en microfósiles: Lingulina pupa, Lenticulina cf mümsteri, Dentalina terquemi, Astaculus matutina, Vaginulina (IGME, 1976). La potencia total es difícil de observar, no obstante es superior al centenar de metros.

#### 2.2.1.5. Areniscas y arcillas limolíticas (Valanginiense-Barremiense) (Facies Weald) (5)

Los afloramientos de esta unidad se concentran en el sector meridional de la zona cartografiada entre los diairos de Solares y Obregón-Penagos y en una pequeña banda de dirección E-O, limitada por fracturas, situada al Norte de las calizas jurásicas descritas anteriormente.

Estos niveles constituyen el infrayacente del "Complejo Urgoniano", con una potencia visible del orden de 600 m.

Están formadas por un conjunto terrígeno de areniscas ferruginosas y micaceas, con estratificación cruzada e intercalaciones de niveles de limolitas y

arcillas de colores amarillos, rojizos y localmente negruzcos con presencia de materia orgánica. Su origen es fluvial y deltaico.

#### 2.2.1.6. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Bedouliense) (6)

Esta unidad aflora exclusivamente, en el sector septentrional de la zona estudiada, y sobre él se asienta gran parte de la localidad de Pedreña. Se trata de un afloramiento con orientación norte-sur, formado por calizas (wackestone-packstone) oscuras con miliólidos, corales y aspecto noduloso en la base de la formación, que pasan a techo de la serie a calizas (mudstone-wackestone) grises con construcciones de rudistas pequeños, entre 1 y 2 cm. de diámetro y alguno disperso de unos 5 cm. de diámetro. Asimismo se ha observado alguna construcción de ostreidos.

Esta serie calcárea se organiza en bancos de 1 m. de espesor formando cuerpos plano paralelos de gran extensión lateral, con una potencia visible del orden de 50 m.

El contenido faunístico es muy amplio con Orbitolinopsis praesimplex, Everticyclammina greigi, Sabaudia minuta, Quinqueloculina sp, Ataxophragmium sp, Coskinolinella daguini, (IGME, 1976) que datan el Bedouliense.

#### 2.2.1.7. Areniscas y arcillas (Gargasiense-Clansayense) (7)

Sus afloramientos se sitúan en el sector septentrional de la zona estudiada, al norte de la fractura Parbayón-Solares con una calidad de afloramiento muy deficiente, no obstante se han observado algunos cortes de calidad al Norte de Pontejos en unos afloramientos próximos a la costa.

Están constituidas por una serie monótona de arcillas margosas, margas limolíticas y areniscas de tonos amarillentos, (Fotos 10 y 11), distribuidas en niveles centimétricos, con laminación paralela y abundantes ripples de corriente.

La potencia total de esta unidad, es del orden de 70 m., no presentando criterios paleontológicos que determinen con exactitud su edad, no

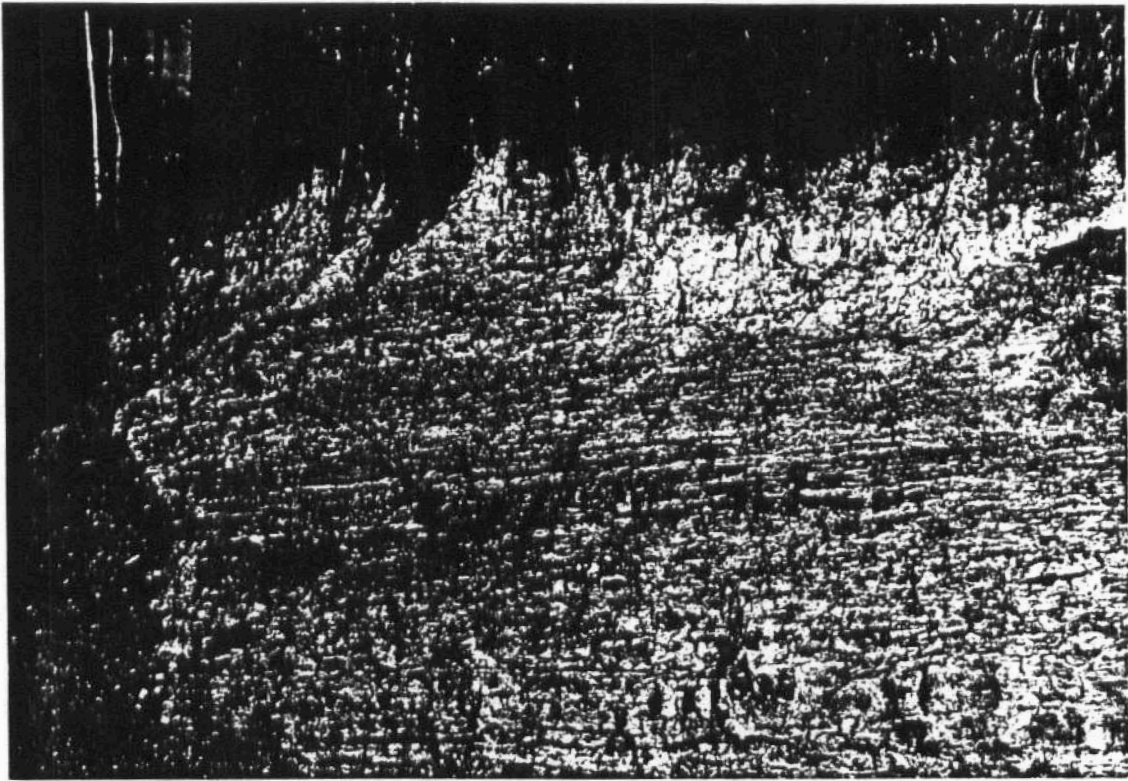


Foto 10. Materiales detríticos del Gargasiense-Clansayense.



Foto 11. Detalle de la foto anterior.

obstante, basándose en criterios regionales se asigna una edad Gargasiense inferior.

#### 2.2.1.8. Calcarenitas (barras) (Gargasiense) (8)

Se trata de una estrecha banda que con dirección E-O se puede observar en las proximidades de la Punta de Pontejos. La calidad de afloramiento es muy deficiente, ya que se encuentra muy cubierto por la vegetación.

Litológicamente, se trata de un conjunto de calizas marrones (grainstone y packstone) distribuidas en bancos de unos 2 m. de espesor, algo arenosas, con estratificación cruzada y ripples de corriente. Este nivel se encuentra, parcialmente dolomitizado, con mayor intensidad en el muro del paquete. Sedimentariamente, se trata de un sistema de barras bioclásticas, intercaladas entre los niveles detríticos descritos anteriormente.

El contenido faunístico es muy variado con restos de Equinodermos, Briozoos, Corales, Rudistas, Lamelibranquios y microfauna: Orbitolinopsis simplex, Cytherella ovata, Doloccytheridea intermedia, Protocythere derooi, Cythereis büchlerae (IGME, 1976), con un espesor medio de 10 m.

#### 2.2.1.9. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense-Clansayense) (9)

Este tramo presenta características similares en todo el ámbito del estudio, no obstante, en el sector septentrional disminuye apreciablemente el espesor total de este conjunto.

En este epígrafe se describen las calizas aflorantes en el sector septentrional. En la zona de Pedreña están formadas por calizas grises (wackestone-packstone), en bancos de 1 m. de espesor y aspecto algo lajoso y noduloso, con construcciones de Rudistas de unos 5 cm. de diámetro y niveles con Corales, Rudistas dispersos y Miliólidos (Foto 12).

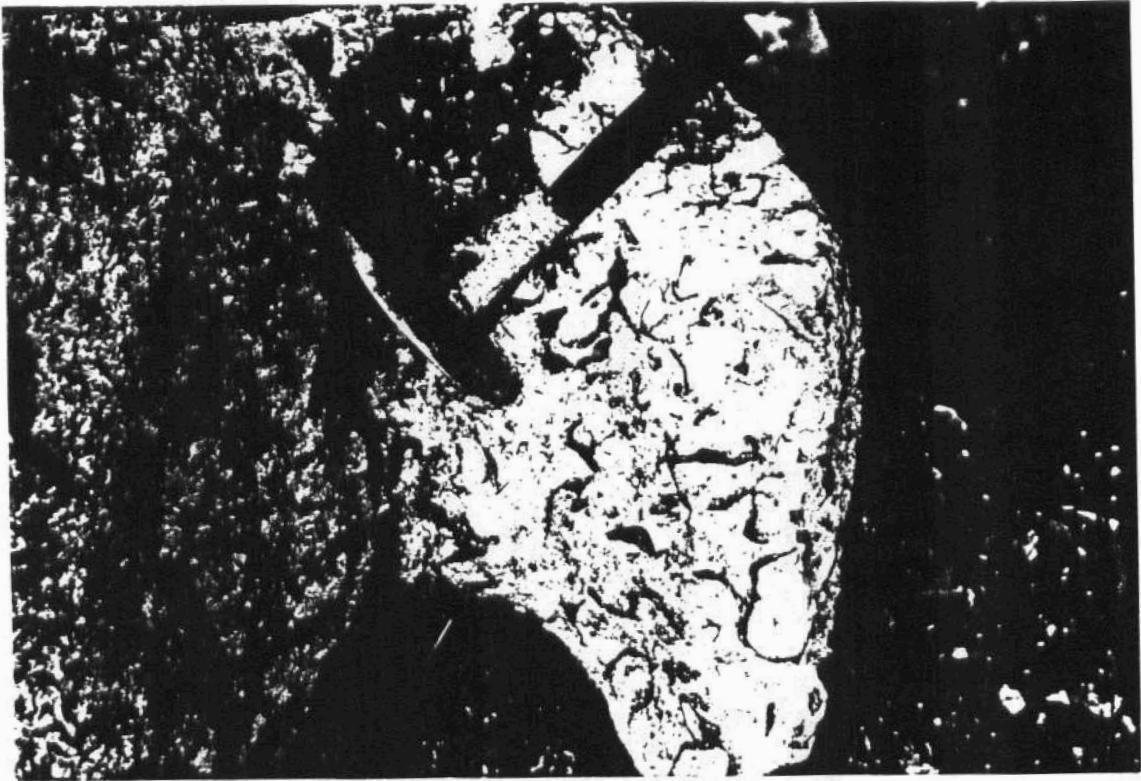


Foto 12. Construcciones de rudistas en Pedreña.

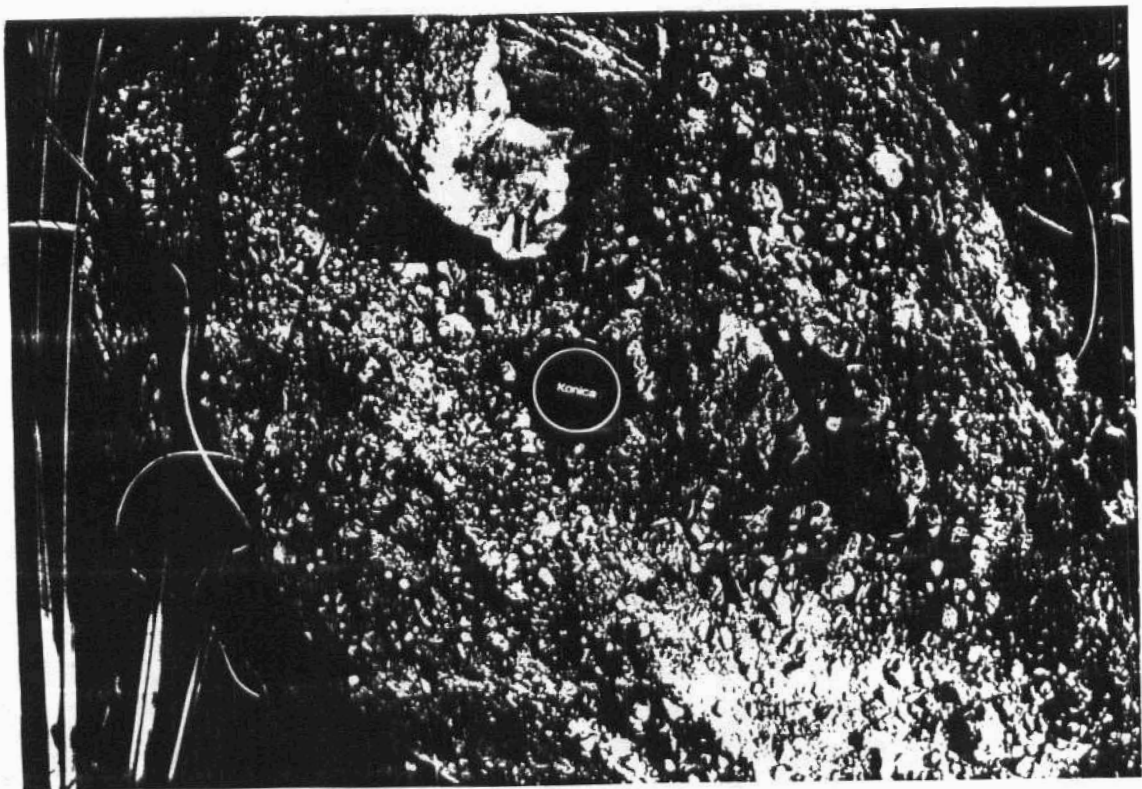


Foto 13. Dolomías en las canteras de Gorgolo.

En el techo de este paquete se observa un nivel de calizas crema (packstone) con laminaciones cruzadas.

En el sector de Gajano, este tramo está representado por calizas marrones (mudstone-wackstone) con construcciones de rudistas de unos 3 a 5 cm. de diámetro distribuidos en bancos de 1 a 1,5 m. de espesor, con aspecto masivo.

El espesor de este nivel oscila entre 40 y 80 m., aumentando hacia la zona de Gajano, en donde se puede observar el máximo espesor.

#### 2.2.1.10. Dolomías (10)

Estos niveles constituyen el núcleo del anticlinal de Gajano. Se trata de una cuña dolomítica, cuyo ápice oriental, se puede observar en las proximidades del Barrio de Arriba y dando lugar a que todo el flanco septentrional del anticlinal así como el sinclinal que se observa en las canteras de Gorgolo, se encuentren los tramos basales dolomitizados.

El aspecto de estas dolomías es prácticamente masivo, homogéneo y de tonos rojizos, localmente presenta un aspecto brechoso (Foto 13).

Petrográficamente está formado por un mosaico de cristales anhedrales a euhedrales de tamaño variable, con zonaciones debida a la concentración de hierro.

Los contactos con las rocas encajantes son netos con una disposición estratiforme, y siempre se encuentran incluidas dentro de los tramos calcáreos descritas anteriormente.

Frecuentemente se observan restos calcáreos no dolomitizados, incluidos dentro de las dolomías. Estas inclusiones calcáreas están formadas por calizas micríticas con construcciones de rudistas.

La potencia visible de esta unidad es muy variable, ya que forman una cuña con una potencia máxima de aproximadamente 60 m. en el sinclinal de



Gorgolo, acuñándose hacia el sur en donde desaparecen.

El origen de estas rocas está relacionado con procesos de dolomitización por mezcla de aguas.

#### 2.2.1.11. Calizas grises (construcciones de rudistas y barras) (Bedouliense) (11)

Afloran en el sector meridional de la zona estudiada, formando parte del macizo de Peña Cabarga.

Constituyen los niveles basales de este macizo y litológicamente están formados por calizas grises (mudstone-wackestone) con construcciones de rudistas pequeños, aunque también se observan algunos de diámetro mayor de 5 cm. Intercalados entre estos niveles se observan calizas negras (wackestone-packstone) fetidas, con aspecto lajoso, y abundantes restos de Coralarios, Braquiópodos y Miliólidos.

Estos niveles se encuentran organizados en bancos de unos 0,5 m. de espesor, observándose en el techo de cada capa ripples de corriente y pequeñas interrupciones (sinéresis).

El espesor total de este conjunto es difícil de calcular, ya que su muro se encuentra en parte dolomitizado y en algunas ocasiones afectado por fracturas importantes. No obstante, la potencia visible es superior al centenar de metros.

Aunque no existen criterios concluyentes, posiblemente estos niveles representan en este sector al Bedouliense o por lo menos a parte de él.

#### 2.2.1.12. Calizas tableadas (barras) (Gargasiense-Clansavense) (12)

Están formadas por calizas bioclásticas (packstone y grainstone) grises (Foto 14) con nódulos de silex en la base de la unidad. Estos niveles presentan estratificación cruzada y ripples.

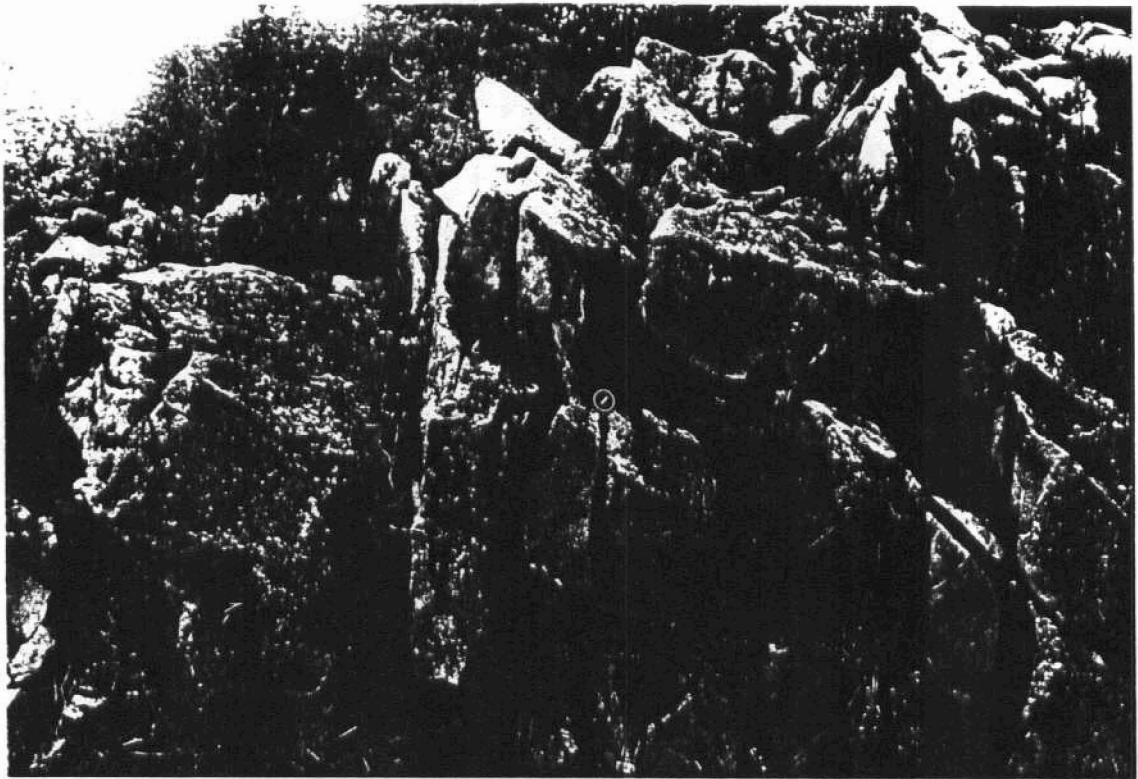


Foto 14. Calizas bioclásticas (unidad 12) en Peña Cabarga.

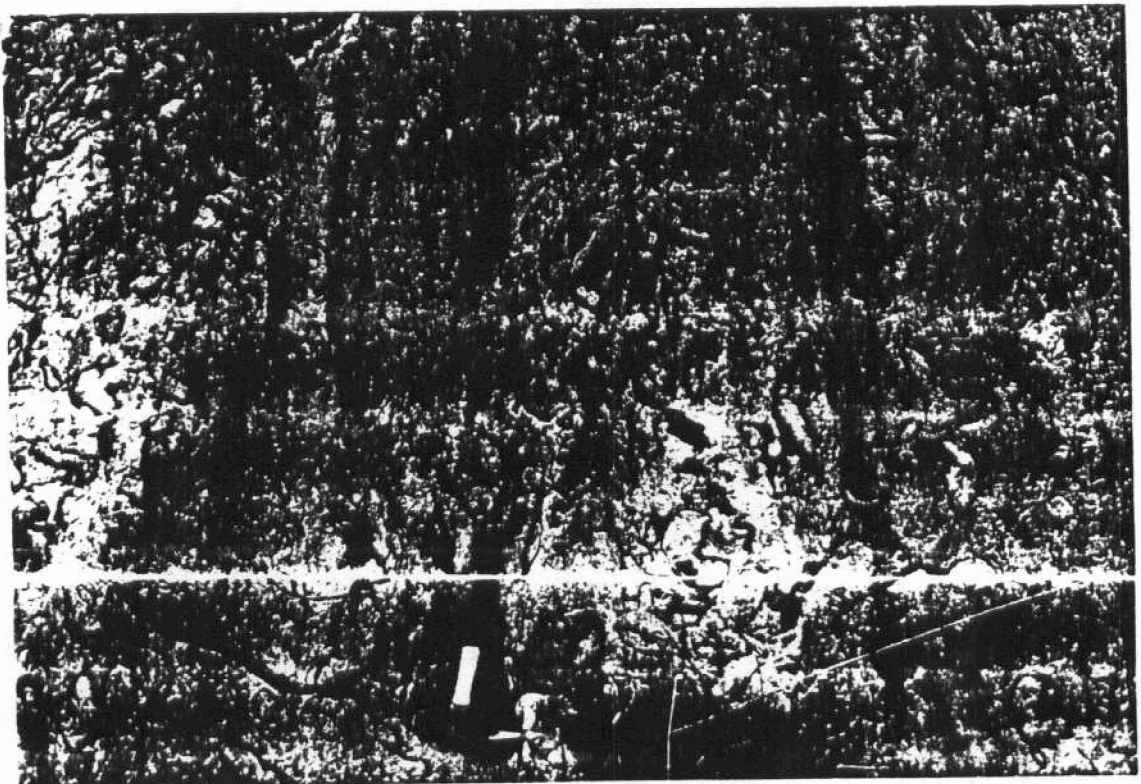


Foto 15. Construcciones de rudistas en Peña Cabarga.

Se organizan en bancos de 0,3 a 1 m. de espesor, presentando en algunos sectores estratificación lajosa y nodular, observándose en algunas ocasiones pequeñas construcciones de Rudistas y Ostreidos.

Esta unidad se apoya siempre sobre los niveles calcáreos descritos anteriormente y solo se ha observado en el sector meridional de la zona estudiada, concretamente en la zona oriental de Peña Cabarga.

La potencia es variable, alcanzando el máximo en las proximidades de Peña Cabarga con 200 m., acunándose hacia el este, en el sector de Lechino en donde no excede del centenar de metros. Hacia el oeste en las proximidades de las minas de Orconera este nivel se dolomitiza completamente.

En contenido faunístico es muy amplio con: Toucasia, Palorbitolina lenticularis, Orbitolinopsis simplex, Sabaudia minuta, Everticyclammina greigi, Quinqueloculina sp (IGME, 1976), que datan a esta unidad como Gargasiense-Clansayense.

#### 2.2.1.13. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense-Clansayense) (13)

Esta unidad aflora dentro de todo el ámbito de la zona estudiada, aunque adquiere un mayor espesor en el sector meridional, en la zona de Peña Cabarga.

El tránsito con la unidad anterior se realiza mediante unos niveles de calizas bioclásticas tableadas con silex, algo nodulosas en la base y con pequeñas construcciones de corales y rudistas intercaladas en estos niveles basales. Hacia el techo de la unidad se desarrolla un conjunto calcáreo con dos litologías dominantes. carbonatos bioconstruidos y carbonatos bioclásticos. Los primeros están formados por construcciones de rudistas (Foto 15) de diverso tamaño, con matriz micrítica (mudstone y wackestone). En la base de este nivel se han observado pequeñas construcciones de ostreidos.

Los carbonatos bioclásticos son calizas (wackestone y packstone),

formadas por detritus de la bioconstrucción, se organizan en capas de 20-30 cm. de espesor y presentan abundantes fragmentos de rudistas y corales.

El contenido faunístico es muy amplio con: Pseudotoucasia santanderensis, Orbitolina gr texana, Pseudochoffatella cuvillieri, Coskinolinella daguini (IGME, 1976), que asignan a esta unidad una edad comprendida entre el Gargasiense-Clansayense.

La potencia de este tramo es del orden de 200 m. en Peña Cabarga.

#### 2.2.1.14. Dolomías (14)

Estas dolomías afloran en el sector meridional de la zona estudiada, concretamente en la zona de Peña Cabarga, alcanzando su máximo desarrollo en la vertical de Penagos en donde toda la serie calcárea se encuentra dolomitizada, desde el techo de las arenas en facies "Weald" hasta los detríticos del Albiense.

Su aspecto es masivo y homogéneo, gran parte de ellas incluidas dentro de los niveles calcáreos descritas anteriormente (Foto 16). Se trata de una cuña dolomítica cuyo ápice se sitúa en la vertical de Peña Cabarga expandiéndose hacia el oeste, en los primeros metros con una disposición estratiforme (Foto 17), cortando posteriormente, a la altura de la mina de Orconera, la estratificación oblicuamente. Este proceso es debido a que en esta unidad cartográfica se han incluido dos tipos de dolomías al ser muy difícil su diferenciación en campo. Las primeras, con disposición estratiforme, genéticamente corresponden a procesos de dolomitización por mezcla de agua, mientras que las que cortan la estratificación están relacionadas con fracturas. En el cerro del Lechino, al este de Peña Cabarga, se han observado dolomías con estas mismas características.

Petrográficamente están constituidas por mosaicos de cristales anhedrales y euhedrales de tamaño variable. Es frecuente la existencia en los cristales, de núcleos zonados bien desarrollados.

La potencia de esta unidad es muy variable, con un máximo de más de



Foto 16. Dolomías de la unidad 14.

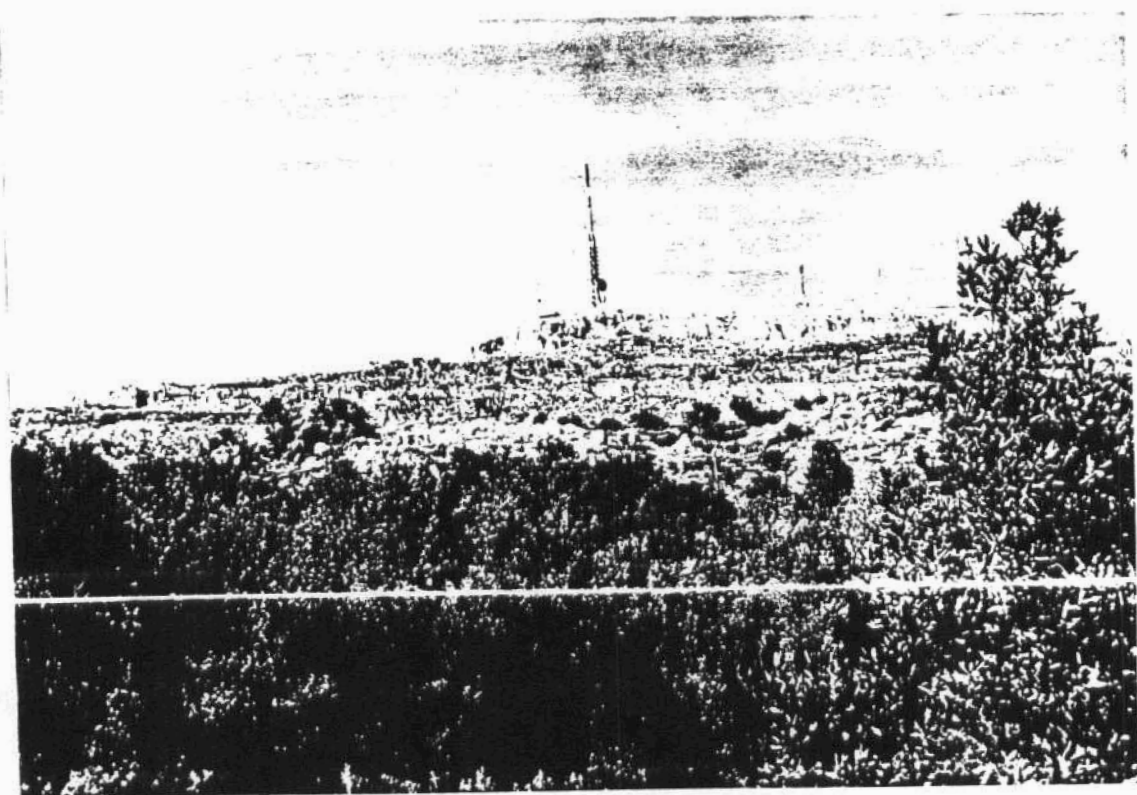


Foto 17. Intercalaciones dolomíticas estratificadas en Peña Cabarga.

500 m. acuñándose hacia el este hasta llegar prácticamente a desaparecer.

#### 2.2.1.15. Dolomías (15)

Afloran en el sector meridional de la zona estudiada. Se trata de un conjunto de dolomías grises, heterogranulares, cuyo contenido en hierro es escaso o nulo.

Estas bandas dolomíticas se encuentran siempre relacionadas con fracturas, por lo que el espesor de afloramiento varía mucho, dependiendo fundamentalmente del tipo de fractura y de la naturaleza de la roca encajante. Así se pueden observar zonas con espesores mínimos de 1 m. que cortan la estratificación y que longitudinalmente llegan a alcanzar centenares de metros y otras con grandes afloramientos, relacionados con zonas de intensa fracturación.

La característica fundamental de este tipo de dolomías es que siempre cortan la estratificación y presentan unos tonos grises característicos debido a su bajo contenido en hierro.

#### 2.2.1.16. Calizas tableadas (construcciones de rudistas y barras) (Gargasiense-Clansayense) (16)

Este tipo de materiales, afloran en el sector septentrional de la zona estudiada, en concreto los mejores afloramientos se sitúan en las canteras de Gorgolo.

Se trata de calizas bioclásticas marrones (wackestones y packstone), en bancos de orden métrico, con gran extensión lateral (Foto 18). Su aspecto es algo noduloso y lajoso, observándose pequeñas construcciones de rudistas grandes, ostreidos y corales ramosos sueltos. Asimismo es frecuente observar intercalaciones de calizas (packstone y grainstone) de aspecto lajoso y noduloso con abundantes Orbitolinas y en el techo de las capas, pequeños "hard ground" ferruginosos y procesos de "sineresis".

En las canteras de Gorgolo, se han observado incluidos en estas

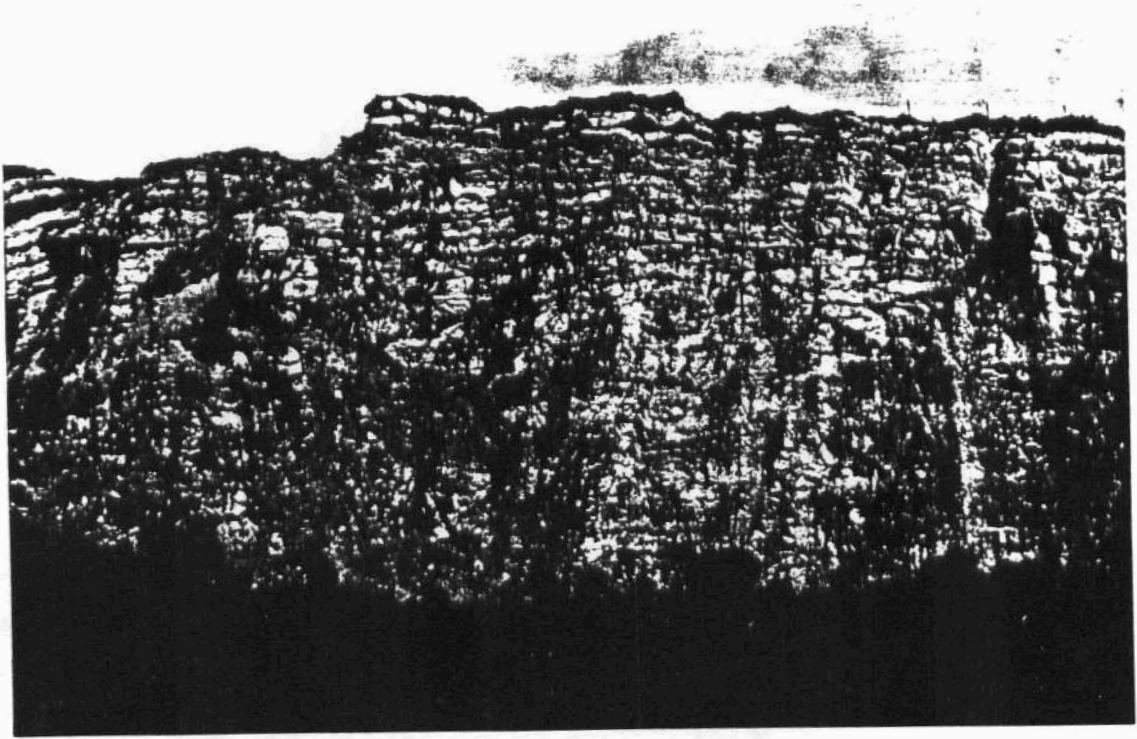


Foto 18. Unidad 18 en las canteras de Gorgolo.

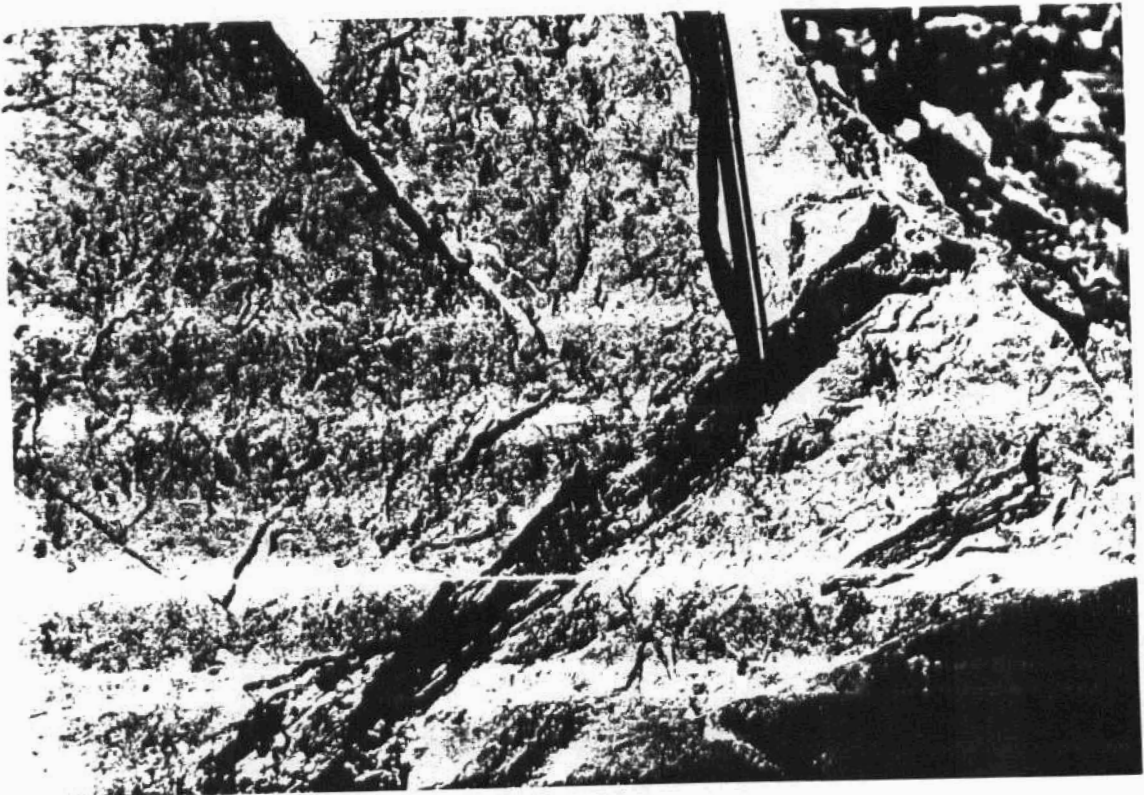


Foto 19. Azabache en esta unidad.



calizas pequeños trozos de azabache (Foto 19), cuyo origen puede estar relacionado con una gran superficie de interrupción, situada en las proximidades de esta zona.

La potencia de esta unidad es constante en los afloramientos observados en este sector y oscila alrededor de 60 m.

El contenido faunístico es muy amplio con: Pseudotoucasia santanderensis, Orbitolina texana texana, Orbitolina texana melendezi, Sabaudia minuta, Everticyclammina greigi, Pseudochoffatella cuvillieri, Simplorbitolina manasi, Coskinolinella daguini, Marinella sp, Solenopora sp, Acicularia sp, Quinqueloculina sp (IGME, 1976) que asignan a esta unidad una edad comprendida en el Gargasiense-Clansayense.

#### 2.2.1.17. Calizas tableadas (construcciones de rudistas y barras) (Gargasiense-Clansayense) (17)

Estos niveles calcáreos constituyen los tramos superiores del "Conjunto Urgoniano" en el sector meridional de la zona estudiada.

Este conjunto comienza por unos niveles de calizas grises (wackestone y packstone) con margas de aspecto noduloso (foto 20). La serie continúa con unos niveles de calizas grises (packstone) con laminación cruzada y señales de transporte en la base, intercalándose construcciones de rudistas y ostreidos. En el techo de este conjunto se observan calizas grises oscuras (packstone y grainstone), fetidas, masivas, con intervalos nodulosos y nódulos de silex interestratificados e intervalos de laminación cruzada (Foto 21).

Este conjunto se organiza en bancos planoparalelos, con gran extensión lateral distribuidos en bancos grandes, mayores de 1 m. de espesor, y una potencia total mayor de 150 m.

El contenido faunístico es muy amplio con Pseudotoucasia santanderensis, Orbitolina texana texana, Tritasia sp, Quinqueloculina sp, Lithothamnium sp, Coralarios, Briozoarios (IGME, 1976) que asignan a esta



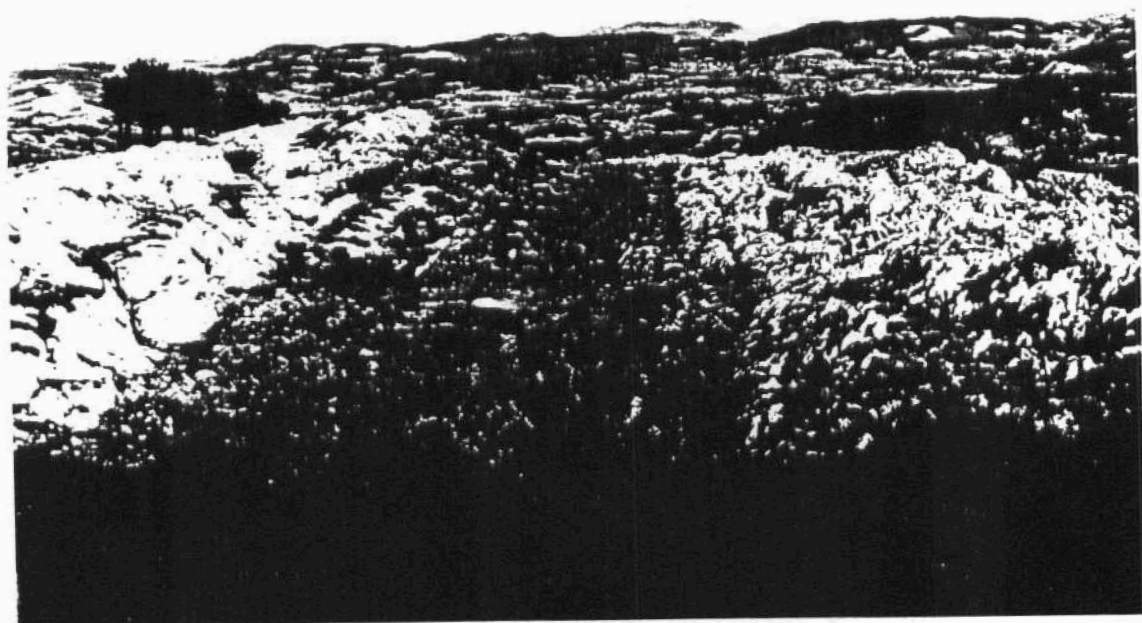


Foto 20. Interrupción en Peña Cabarga.

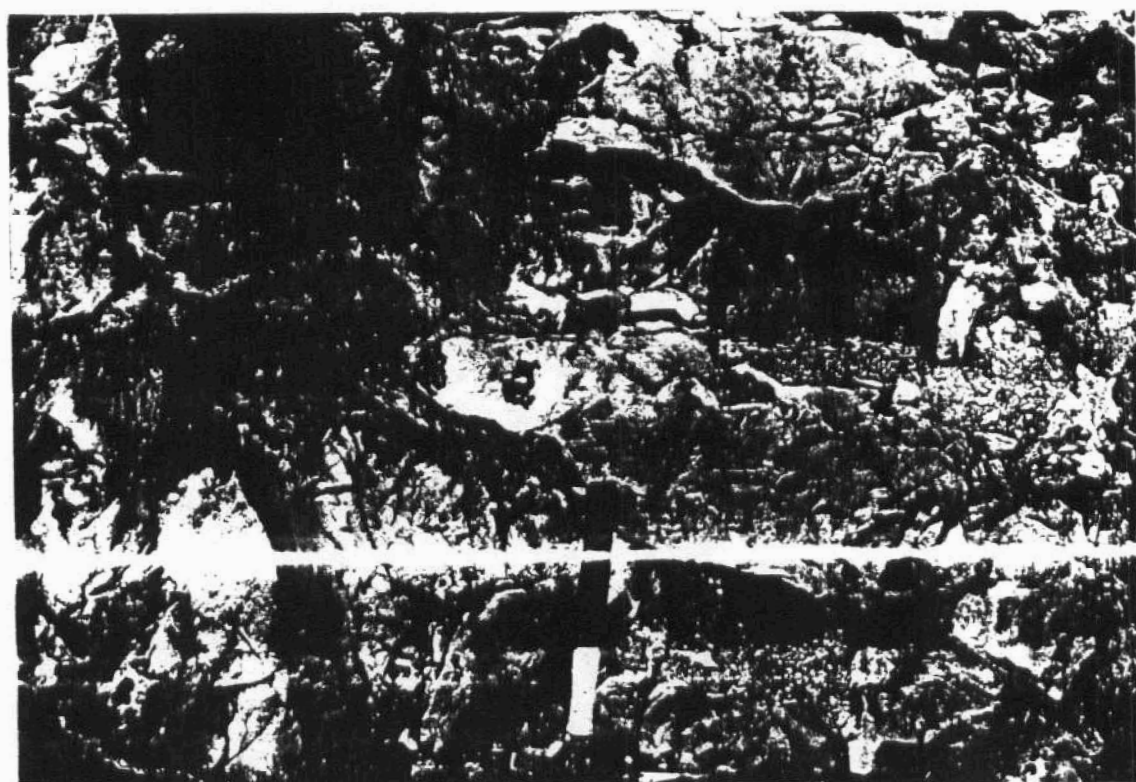


Foto 21. Calizas superiores (unidad 17) en Peña Cabarga.

unidad una edad Gargasiense-Clansayense y posiblemente incluye los tramos basales del Albiense.

#### 2.2.1.18. Arenas amarillas (Albiense) (18)

Está formado por un conjunto detrítico y detrítico carbonatado en la base que comienza por niveles de arcillas, limolitas amarillas con intercalaciones de calizas arcillosas-margosas con estratificación ondulada en bancos de 0,5 a 1 m. que a techo pasan a areniscas y arcillas limolíticas pardo-amarillentas con intercalaciones finas e irregulares de sílex negro y estructuras orgánicas de espongiarios.

Esta unidad descansa ligeramente discordante sobre los dos últimos niveles descritos anteriormente que constituyen el "Complejo Urganiano" en esta área.

El espesor es muy variable observándose en las proximidades de Santiago unos 150 m.

El contenido faunístico es muy amplio con: Tritaxia pyramidata, Hedbergella washitensis, Gavelinella intermedia, Eoguttulina anglica, Ammobaculites subcretacea, Ammobaculites parvispira del Albiense.

#### 2.2.1.19. Calcarenitas (Cenomaniense) (19)

Está formado por calcarenitas bioclásticas de tonos gris-amarillentos, estratificadas en bancos de 0,2 a 1 m. de espesor, con intercalaciones de niveles arenosos finos.

El espesor es variable, del orden de 30 m., llegando incluso a desaparecer en las proximidades de la Ría de Solia. A techo de este conjunto se observa una costra ferruginosa que indica la existencia de una superficie de erosión que lamina el Cenomaniense superior, e incluso todo este nivel en las proximidades de la Ría de Solia en donde las margas del Senoniense descansan directamente sobre los detríticos del Albiense.

El contenido faunístico es muy amplio con: Orbitolina concava concava, Hedbergella washitensis, Orbitolina conica, Rotalipora cf cushmani, Pithonella sphaerica del Cenomaniense medio.

2.2.1.20. Margas y calizas arenosas (Senoniense) (20)

Está formado por una serie monótona de margas y calizas arcillosas limolíticas nodulosas, en conjunto de color gris, distribuidas en bancos de 20 a 40 cm.

Sus afloramientos se encuentran limitados a la zona septentrional de Peña Cabarga, en las proximidades de las Rías de Solia y San Salvador.

El contenido faunístico es muy amplio, con abundantes Micraster, Globotruncana concavata concavata, Globotruncana concavata carinata, Globotruncana lapparenti lapparenti, Globotruncana fornicata, Pseudovalvulineria cf costata, Gaudryina rugosa, Verneuilina limbata, Echinocorys vulgaris, Globotruncana aff elevata elevata, Pseudovalvulineria, Goupillaudina aff daguini (IGME, 1976), que datan el Santoniense-Campaniense.

La potencia total de este conjunto es del orden de 500 m.

2.2.1.21. Cuaternario (unidades, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

Estos depósitos se han agrupado en cinco grupos, atendiendo fundamentalmente a sus características genéticas.

- Depósitos litorales (21)

Se han incluido en este epígrafe a los depósitos de marismas desarrolladas en las Rías de Solia, San Salvador y Cubas. Litológicamente están formados por arcillas, limos y fangos, saturados en aguas con abundante materia orgánica.

- Depósitos de vertientes (22)

Están formados por cantos angulosos de calizas con matriz arcillosa-margosa situados al pie de las zonas montañosas.

- Depósitos de origen cárstico (23)

Formados por arcillas arenosas rojizas, que rellenan el fondo de las depresiones cársticas, desarrolladas sobre los materiales calcáreos del Aptiense.

- Depósitos antrópicos (25)

Se trata de materiales de desecho procedentes de los lavaderos mineros situados en las proximidades de la zona estudiada. Asimismo se han incluido los terrenos artificialmente ganados al mar, situados en los márgenes de la bahía de Santander.

- Depósitos de origen fluvial (24, 26, 27, 28)

Se incluyen en este apartado los aluviales (28) y los niveles de terrazas cartografiadas en el río Miera, situándose el nivel superior a 40 m. (26) y el inferior a 10 m. (27) sobre el nivel del río. Litológicamente están formados por bolos, gravas, arenas y limos.

Se incluyen también en este epígrafe los depósitos de origen poligénico, aluvial-coluvial (24) formados por cantos, arenas y limos, que genéticamente están relacionados con procesos de laderas, con un retoque fluvial posterior.

### 2.2.2. Tectónica

La tectónica de este sector, se encuentra determinada por dos factores importantes. El primero de ellos, es que se encuentra limitada por varias zonas diapíricas situadas en la Bahía de Santander, Ría de Solía, Parbayón-Penagos, Marina de Cudeyo y Solares. Estos movimientos halocinéticos de las masas triásicas son los responsables de los distintos hiatos sedimentarios y de las numerosas erosiones locales durante el Jurásico y Cretácico, creando zonas móviles, de erosión preferente con pequeños umbrales, dando lugar a las grandes variaciones de espesor que se observan en el "Complejo Urganiano".

Asimismo estos procesos diapíricos han creado numerosas fracturas inversas con vergencias opuestas y han sido responsables de la inclusión dentro de los materiales Triásicos de numerosos bloques calcáreos del Jurásico.

El segundo factor determinante de la tectónica de esta zona está condicionado por la serie de grandes cabalgamientos, difícilmente observables en superficie, pero bien definidos en los sondeos profundos de petróleo realizados en las proximidades de este sector, en donde se han cortado, al menos, cuatro escamas tectónicas con repetición de los materiales del "Complejo Urganiano" y "Supraurgoniano".

Estos cabalgamientos presentan una orientación ENE-OSO y según CAMARA-RUPELO (1988) se producen como herencia de accidentes tardihercínicos, con relleno de cuencas permotriásicas en una fase de "rifting" precoz, que culmina con la sedimentación del Jurásico en una fase de plataforma estable. Este autor considera que el desplazamiento tectónico es hacia el NO, no obstante no hay que descartar, que el sentido del desplazamiento sea totalmente opuesto, es decir hacia el sur, como parece más probable, dada la gran cantidad de series manoclinales con buzamiento al norte que encontramos en esta región.

### 2.2.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

Como se ha indicado anteriormente, la zona estudiada se ha dividido en dos sectores, cuyo límite está representado por una alineación de dirección ENE-OSO y que actualmente se encuentra soterrada por los depósitos cuaternarios de las Rías de Solia y San Salvador, enlazando los diapiros de Parbayón con el de Marina de Cudeyo-Solares.

Al norte de este límite, los depósitos del "Complejo Urgoniano", presentan una potencia reducida, observándose el sector de Gajano suavemente plegado con dirección NE-SO.

#### - Estructuras de plegamiento

Sólo se han observado estructuras de plegamiento en el sector septentrional, estando el resto de la zona estudiada constituida por series monoclinales afectadas por diversas fracturas.

#### . Zona plegada de Gajano.

Se trata de un anticlinal y un sinclinal de dirección ENE-OSO. El flanco sur del anticlinal se encuentra cortado por una fractura de dirección paralela al eje de las estructuras, el flanco norte enlaza con el sinclinal de Gorgolo. En general estas estructuras son muy suaves, no alcanzando en ninguna momento buzamientos mayores de 45°. Los cierres periclinales occidentales de ambas estructuras se encuentran cortados por una fractura de dirección NO-SE.

#### . Sinclinal de Maliaño.

Es una suave estructura sinclinal de dirección NO-SE, cuyo núcleo está ocupado por materiales del Cenomaniense. Posiblemente las estructuras de esta dirección, interfieren con las ENE-OSO descritas anteriormente.

Ambas direcciones pueden estar relacionadas con el emplazamiento de las masas diapíricas adyacentes a estas estructuras.

- **Fracturas**

Por lo que respecta a las fracturas se han determinado varios sistemas:

. **Sistema ENE-OSO.**

Este sistema es el más importante de cuantos surcan esta región. Fundamentalmente se han detectado dos lineaciones con esta dirección. La situada más al sur, enlaza los diapiros de Penagos y Solares, y limita este estudio en su vertiente meridional. Al norte de ésta existe otra fractura con esta dirección que enlaza el diapiro de Parbayón, con el de Medio Cudeyo-Solares, esta alineación se encuentra actualmente oculta bajo los depósitos cuaternarios de las Rías de Solia y San Salvador, aunque un reflejo de esta alineación puede observarse en los afloramientos calcáreos del Aptiense en el Lechino en donde existe una falla inversa con dirección ESE-ONO que pasa a dirección E-O hacia el sector oriental. Esta alineación se encuentra cortada por fallas normales de dirección meridiana y repite gran parte de la serie Urgoniana.

Existe una fractura con esta dirección en las proximidades de la ermita de San Roque (Pedreña), que pone en contacto materiales albienses con materiales del Bedouliense.

. **Sistema N-S.**

Se trata de un cortejo de fallas que cortan desplazando al sistema antes descrito. Estas fracturas también favorecen la intrusión de los materiales triásicos y posiblemente se trate de fallas de desgarre.

## **Sistema NO-SE.**

Este sistema es poco frecuente en esta región aunque estas fracturas, en las zonas donde se desarrolla adquieren una gran importancia. Unidos a estas fracturas se han observado dolomitizaciones de distinta intensidad.

### **2.2.3. Indicios mineros**

En esta zona existen varios indicios mineros de hierro y de sulfuros y zinc.

El principal indicio de hierro está representado por las minas de Orconera, abandonadas recientemente. La génesis de estos yacimientos es cárstico residual y la paragénesis está formada por limonita, hematites, goetita y pirita con un porcentaje medio de mineral lavado de: Fe (50,4), Mn (0,4), P (0,03), S (0,06), S<sub>12</sub> (5,7), CaO (0,6), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,7).

Estos yacimientos se explotaban a cielo abierto (Foto 22), extrayendo el mineral de hierro, en "chirteras", que se disponen dentro de una ganga formada por arcillas de descalcificación, incluidas en sistemas cársticos desarrollados sobre dolomías de edad Aptiense.

Al norte del anterior, en las proximidades de Gajano existen dos antiguas labores de blenda y smithsonita que arman sobre dolomías ferríferas de edad Aptiense en masas irregulares.



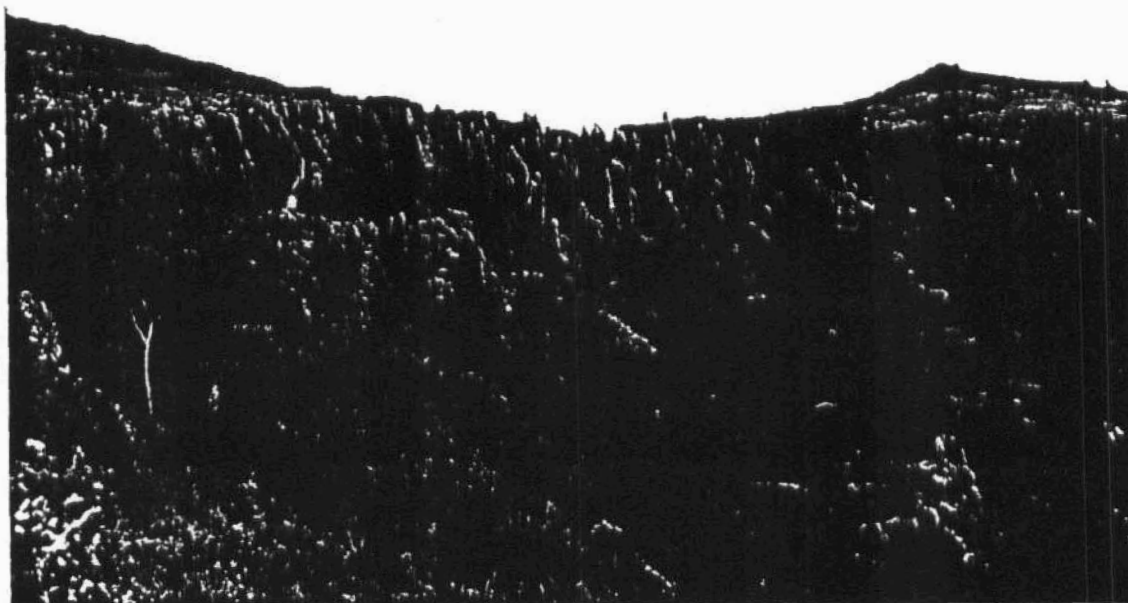


Foto 22. Mineralización de hierro en un relleno cárstico en Peña Cabarga.

### **3. PROSPECCION GEOQUIMICA**

#### **Introducción**

La investigación geoquímica realizada en el presente Proyecto se puede dividir en tres partes bien diferenciadas:

1. Geoquímica de la red de drenaje. Esta fase pretende efectuar una valoración general de las características geoquímicas de las distintas zonas y la identificación de áreas anómalas.
2. Geoquímica de suelos. Se corresponde con una segunda fase de actuación encaminada al estudio de zonas anómalas que a su vez puedan tener algún interés metalogenético.
3. Geoquímica de rocas. Se utiliza como complemento de las anteriores con el fin de determinar una posible respuesta litológica en relación con las anomalías.

Se han establecido perfiles y en ellos se han obtenido las muestras con una separación aproximada de 25 m.

#### 3.1.2.2. Análisis de las muestras

Posteriormente a su secado y tamizado a una fracción inferior a 80 mallas se ha efectuado su análisis por A.A. para Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Mn y Hg. Con ello se ha pretendido obtener información directa de Pb y Zn, mientras que los restantes se han considerado como posibles elementos guía, intentándose efectuar también una valoración mercuriométrica (Hg como elemento acompañante de sulfuros metálicos de baja temperatura y con gran capacidad de difusión).

#### 3.1.2.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos

Se ha efectuado una valoración estadística de los resultados con la misma metodología utilizada en la prospección estratégica.

#### 3.1.2.4. Valoración de puntos anómalos

Con esta fase se ha pretendido sacar conclusiones válidas del conjunto de datos obtenidos, reflejando en mapa las líneas de isocontenidos y posteriormente ponderando los resultados.

### 3.1.3. **Geoquímica de rocas**

#### 3.1.3.1. Desmuestre

La geoquímica de rocas se ha realizado mediante un muestreo a lo largo de perfiles en zonas donde la litología presenta rasgos interesantes en el contexto minero-sedimentario en que se desarrolla el Proyecto.

El muestreo se efectúa de forma que afecte al conjunto de los materiales litológicos en puntos de posible interés metalogénico.

3.1.3.2. Análisis de las muestras

Las muestras han sido molidas y pulverizadas a un tamaño inferior a 80 mallas con el fin de realizar su análisis por A.A. para Pb, Zn, Cd, Fe, Mn, Mg, Hg.

3.1.3.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos

El tratamiento estadístico utilizado es similar al empleado en las fases descritas anteriormente.

3.1.3.4. Valoración de los resultados

Los datos obtenidos en los análisis son interpretados y relacionados con el contexto geominero de las zonas.

### 3.2. ZONA DE MEDIO CUDEYO (PEÑA CABARGA)

Esta zona se encuentra situada en la parte occidental de la Hoja del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, nº 35 (Santander).

El acceso se realiza por la Carretera Nacional 634 que, a la altura de Solares, se divide en dos variantes que circunvalan las sierras de la zona.

La orografía está dominada por una zona central formada por las Sierras de la Gándara y Cabarga que alcanza las mayores alturas, elevándose por encima de los 500 m., y descendiendo de forma abrupta hasta alcanzar las zonas más planas situadas en su base con alturas medias de 100 m.

La pluviosidad es elevada, superando la media anual de los 700 mm. (Mapa Hidrogeológico Nacional, escala 1:1.000.000) llegando a rondar los 800 mm. en las zonas más elevadas.

El predominio de materiales carbonatados condiciona el desarrollo de la red de drenaje, que presenta una morfología característica de zonas cársticas, en las que el desarrollo de la red tiene un alto contenido centrípeto, con un importante desarrollo de campos de dolinas y sistemas de lapiazes que canalizan la escorrentía de una forma muy particular; las distintas salidas cársticas, cuando lo hacen sobre materiales arenosos-arcillosos como son los que rodean el macizo calcáreo, provocan el desarrollo de arroyos que se encajan rápidamente en los mismos, produciéndose cauces abruptos con abundantes deslizamientos de laderas.

Es interesante constatar la gran tradición minera de la zona, considerada ya como importante en la época romana, aprovechándose desarrollos cársticos que fueron rellenados por óxidos de hierro en elevada concentración. El escaso coste que supone la extracción de este relleno, así como su tratamiento, es lo que ha motivado que se hayan realizado labores mineras hasta fechas muy recientes.

Otra característica de la zona digna de mención es la presencia de

surgencias de aguas "viejas" con elevada salinidad y carácter termal, como es el agua de Solares, o las Termas de Liérganes, próximas a la zona de estudio.

### **3.2.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje**

#### **3.2.1.1. Trabajos realizados**

Para esta zona se ha diseñado una red de muestreo en aluvión con un total de 129 muestras (números de orden 1-129) (Mapa 3.1). La prospección ha estado condicionada por la diferencia litológica (carbonatada o no). Las muestras de macizos calcáreos representan la mayoría de las obtenidas en la zona.

Las litologías calcáreas se caracterizan por presentar un drenaje de superficie muy particular ya que incluso en zonas de elevada pluviosidad, como es ésta, predominan los fenómenos de infiltración sobre los de escorrentía superficial. Esta facilidad de disolución de los materiales calcáreos provoca que la continuidad de los cursos de arroyos y ríos sea escasa, originando que lo que en principio se podría pensar que es un arroyo continuo se traduzca en una sucesión de dolinas, que recogen agua en épocas de lluvia, de una superficie bastante reducida. En consecuencia, las muestras de este tipo van a tener un carácter de muestras en fondo de valle (según la terminología aplicada por el ITGE en los proyectos PES) y un ámbito espacial menor del que en principio se podría pensar.

El resto de las muestras se encuentran tomadas en arroyos que se encajan profundamente en materiales arenosos o arcillosos.

El desmuestre se ha efectuado en lecho vivo procurando que el material prospectado corresponda con materiales finos de depósitos aluviales, si bien en ocasiones, pueden tener cierta componente de carácter coluvional.

El total de muestras prospectadas han sido analizadas por el método de "absorción atómica" para los elementos Pb, Zn, Cd, Ba. De estos el Pb y el Zn son los elementos objeto del estudio, mientras que el Cd y Ba se han elegido con el fin de que aporten información complementaria del tipo de asociación o paragénesis de los primeros. Así el Ba es un elemento que se cita en la

bibliografía asociado a yacimientos hidrotermales de baja temperatura, precipitando en la secuencia después del Zn. El Cd suele encontrarse asociado al Zn y puede ser utilizado para complementar la aureola de anomalía de este elemento.

### 3.2.1.2. Datos estadísticos

El listado de los datos obtenidos de los análisis se encuentran en el Anexo correspondiente.

El conjunto de los datos obtenidos ha sido tratado estadísticamente, teniendo un extracto de los mismos en la Tabla 1 (el conjunto del tratamiento se lista en el Anexo) que muestra los valores de la media, la desviación típica, la varianza de los distintos elementos, así como los coeficientes de correlación binarios y los coeficientes deducidos con un estudio de regresión lineal múltiple.

Las poblaciones de los distintos elementos se "visualizan" en las curvas de frecuencias (Fig. 3.1, 3.2, 3.3). El Cd no se ha representado ya que, por lo general, está por debajo del límite de detección. Se puede decir que una población es más homogénea cuando mejor se adapte a una curva de Gauss y ésta tenga una base menor (mayor coeficiente de apuntamiento).

A partir de los datos estadísticos se ha calculado el valor de fondo de la zona y se han establecido los umbrales de anomalía para los distintos elementos, que han quedado como sigue.

Elemento	Valor regional (ppm)	Umbral de anomalía (ppm)	
		Posible	Cierta
Pb	30	65	83
Zn	90	196	250
Ba	350	580	710

STATISTICS OF DATA

BASED ON 129 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	DEPENDEN
Pb	36.2636	858.3362	29.2974	
Cd	.8295	.5488	.7408	
Ba	411.8837	28139.4200	167.7481	
Zn	151.8760	95769.9500	309.4672	DEPENDEN

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

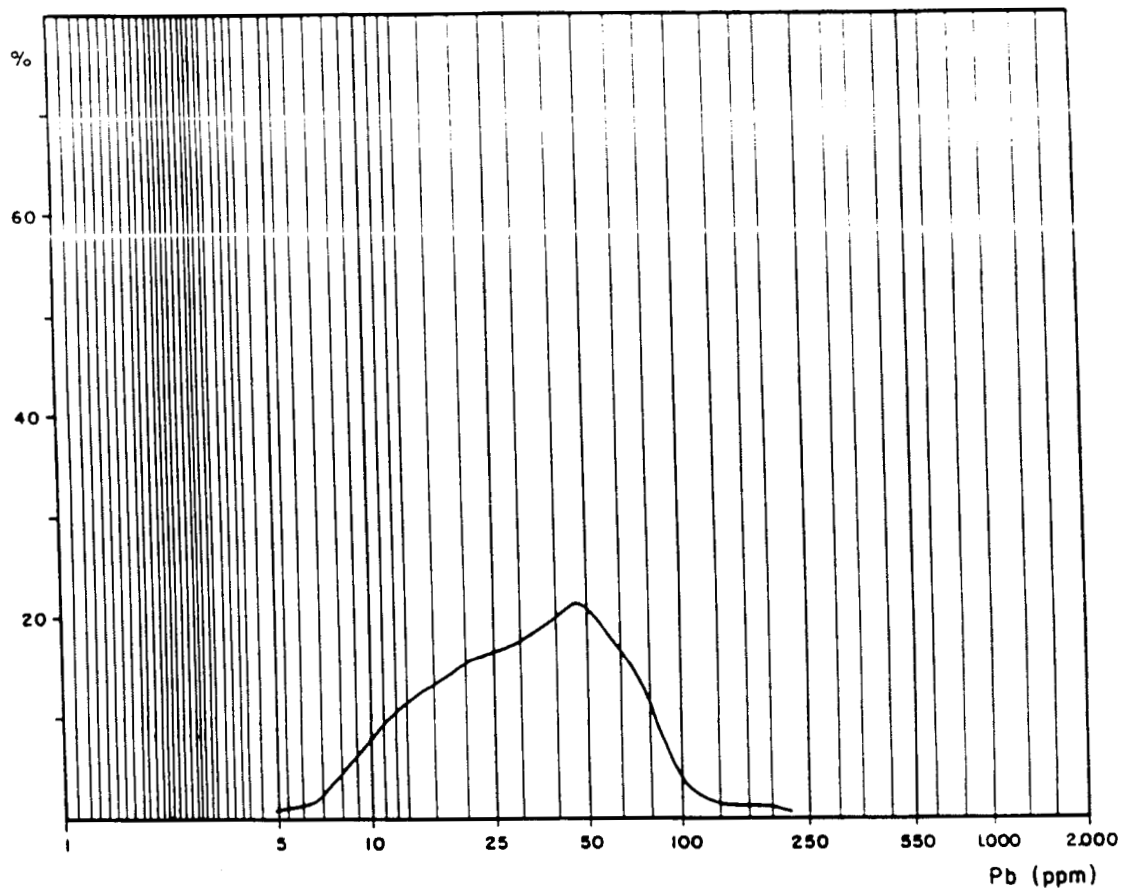
VARIABLE	Pb	Cd	Ba	Zn
Pb	1.0000	.2499	.0000	.4481
Cd	.2499	1.0000	-.0338	.2782
Ba	.0000	-.0338	1.0000	.0000
Zn	.4481	.2782	.0000	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	4.297560	.1614
Cd	77.073550	.0320
Ba	.020963	.0000

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
-76.532230	.2385	.2202	273.2781

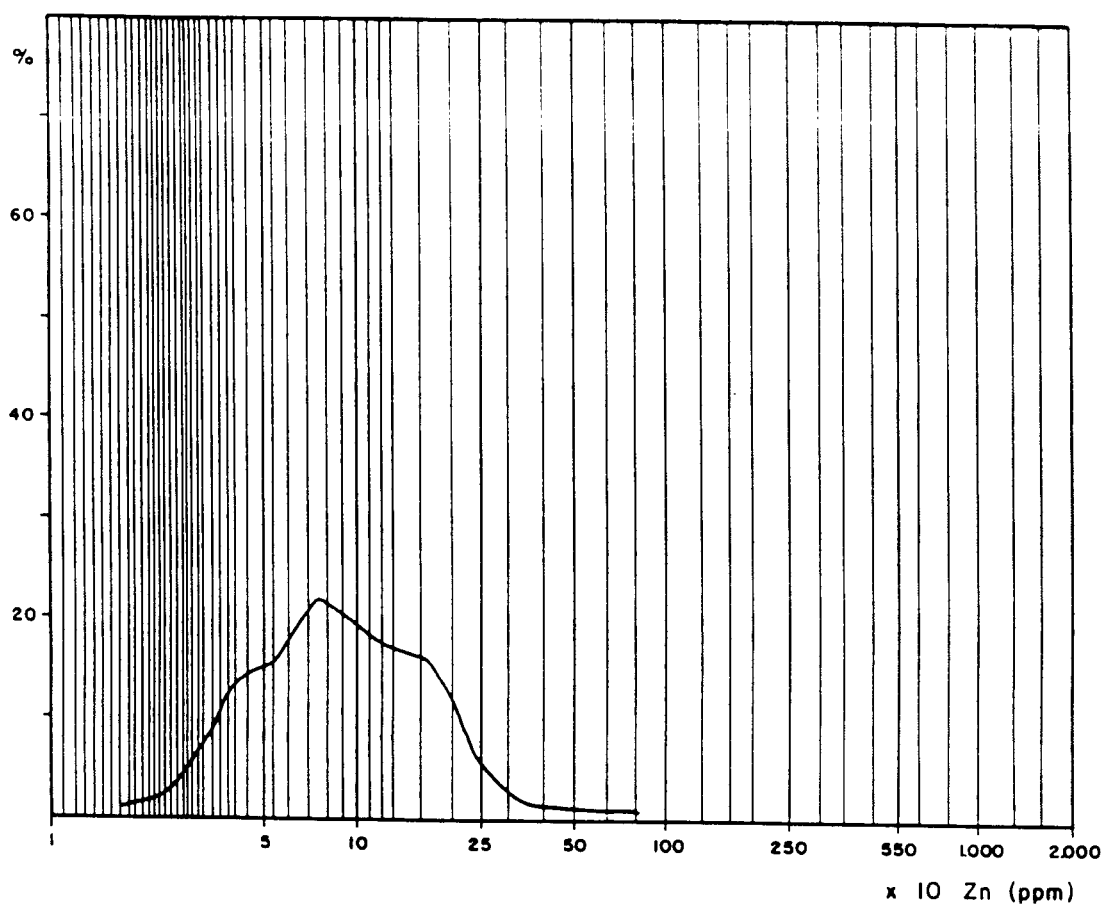
TABLA 1





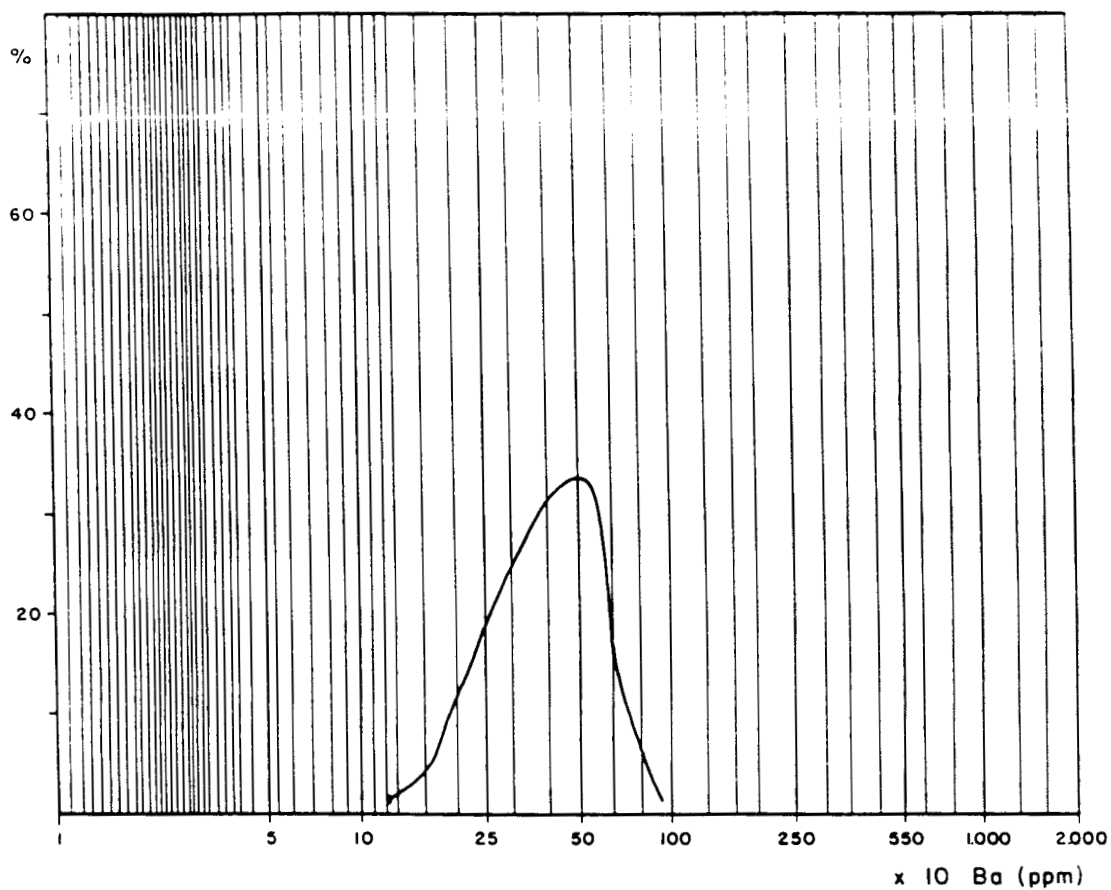
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
4,1 - 5,9	1	0,77	0,77
6,0 - 8	3	2,37	3,14
9 - 12	14	10,85	13,99
13 - 17	16	12,4	26,39
18 - 25	20	15,5	41,89
26 - 36	22	17,05	58,94
37 - 52	28	21,70	80,64
53 - 79	19	14,72	95,36
80 - 115	3	2,32	97,68
116 - 165	2	1,55	99,23
166 - 249	1	0,77	100,00

Fig. 3.1. Zona de Medio Cudeyo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
15 - 18	2	1,55	2,32
19 - 30	3	2,32	3,87
31 - 44	18	13,95	17,82
45 - 65	20	15,5	33,32
66 - 96	29	22,48	55,79
97 - 139	23	17,82	73,61
140 - 200	20	15,5	89,11
201 - 300	7	5,42	94,53
301 - 420	2	1,55	96,08
421 - 640	2	1,55	97,63
641 - 900	1	0,77	98,4
901 - 1.299	0	0	98,4
1.900 - 2.700	2	1,55	99,95

**Fig. 3.2.** Zona de Medio Cudeyo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
97 - 139	2	1,55	1,55
140 - 200	6	4,65	6,20
201 - 289	32	24,80	31,00
290 - 420	33	25,58	56,58
421 - 620	43	33,33	89,91
621 - 920	11	8,52	98,43
921 - 1.299	2	1,55	99,98

Fig. 3.3. Zona de Medio Cudeyo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Ba.

La asociación existente entre pares de elementos se ha representado gráficamente (ver Anexo) con el fin de visualizar de forma rápida el significado de los coeficientes de correlación.

#### 3.2.1.3. Resultados obtenidos

De la valoración de los datos obtenidos se han podido localizar 6 puntos con valores superiores al segundo umbral de anomalía. A ellos hay que sumar otros siete con valores anómalos menos definidos (Mapa 3.2).

Cinco de los seis puntos claramente anómalos se relacionan con materiales carbonatados, mientras que el otro se encuentra en facies arenosas.

Estas anomalías están claramente definidas para el Zn, mientras que la presencia de Pb es más escasa; si bien se establece una cierta evolución paralela de ambos.

Los valores obtenidos en Cd son muy bajos, muchos son inferiores al límite de detección, por lo que no parece lógico intentar correlacionarlos con los valores de Zn.

El Ba evoluciona independientemente del resto de los elementos, presentando coeficientes de correlación nulos tanto con el Pb, como con el Zn, por lo que hay que descartar una posible relación genética con dichos elementos. Los máximos de Ba se presentan geográficamente asociados con materiales de edad triásica y carácter clástico.

#### 3.2.1.4. Valoración de los puntos anómalos

Los puntos anómalos han sido valorados con el objeto de caracterizar sus áreas anómalas y con ello poder conocer el origen de su anomalía.

En general se han considerado los datos geoquímicos anómalos obtenidos y los condicionantes tectónico-sedimentarios para la ubicación de los perfiles de la red de suelos.

### 3.1. METODOLOGIA

La campaña geoquímica se ha desarrollado en dos fases, una inicial de geoquímica de drenaje (aluviales) y otra posterior de geoquímica de suelos, de tal forma que la segunda está condicionada por los resultados obtenidos en la primera.

#### 3.1.1. **Prospección geoquímica de la red de drenaje**

##### 3.1.1.1. Desmuestre en aluvión

El desmuestre geoquímico de la red de drenaje tiene como objeto el acotar, a partir de áreas extensas, zonas anómalas geoquímicamente.

Se basa en el diseño de una red apropiada, de forma que cada punto de la misma delimite el área geográfica que proporciona información, aportando el mayor número de datos con el mínimo de muestras posibles.

Los puntos de desmuestre se han localizado aguas arriba de las intersecciones de arroyos y a distintas alturas de éstos cuando su longitud así lo aconsejaba (con una equidistancia en la red de unos 400-500 m.).

##### 3.1.1.2. Análisis de las muestras

Las muestras prospectadas se han analizado por el método de espectrometría de absorción atómica para los elementos Pb, Zn, Cd, Ba, correspondiendo los primeros a la investigación básica y actuando los dos últimos como posibles elementos guía.

##### 3.1.1.3. Tratamiento estadístico de los datos analíticos

La información procedente de los análisis químicos se ha sometido a un tratamiento estadístico con el fin de aislar los datos de interés.

Por un lado se ha efectuado una valoración estadística informatizada (programa de regresión lineal múltiple) con el fin de delimitar los datos estadísticos y definir el Zn como variable dependiente de los restantes elementos, deduciendo sus coeficientes y constante de regresión, eliminando progresivamente las variables con menor coeficiente de correlación. Por otro lado se han efectuado cálculos estadísticos para obtener los valores del fondo regional una vez eliminadas las muestras que se asocian a poblaciones anómalas.

#### 3.1.1.3.1. Para un solo elemento

Para cada elemento se ha calculado la media aritmética, la desviación típica y la varianza, y a partir de ellas se ha definido el valor del fondo regional y el umbral de anomalía. Considerando que el valor del fondo regional se corresponde con la media aritmética, debe tenerse en cuenta que en zonas con anomalías este valor no corresponde al valor real de fondo, ya que una zona anómala produce un aumento del valor medio; por ello es necesario depurar los datos eliminando los valores anómalos (superiores en dos veces la desviación típica más la media) y recalculando el valor de éste.

El umbral de anomalía se ha considerado a partir de tres veces la desviación típica más la media, siendo todos los valores superiores claramente anómalos, si bien pueden ya considerarse como posiblemente anómalos los que superen dos veces la desviación típica más la media.

Las curvas de frecuencias, representadas en las correspondientes figuras, aportan información sobre el grado de homogeneidad de la población.

#### 3.1.1.3.2. Para dos elementos

Se ha calculado el grado de correlación entre pares de elementos mediante el coeficiente (matriz) de correlación y se han representado los diagramas de correlación binarios.

#### 3.1.1.3.3. Para todo el conjunto

Para el conjunto de elementos investigados se ha efectuado un tratamiento de regresión lineal múltiple considerando el Zn como variable dependiente y los restantes como variables independientes. Los coeficientes de regresión se calculan usando el método de Crout; la constante de regresión completa el cálculo para poder definir la ecuación básica de correlación entre las distintas variables. Esta ecuación define el valor calculado para la variable dependiente, incluyendo los correspondientes valores residuales con respecto a los valores analíticos reales, así como las diferencias y errores. Todo ello se calcula progresivamente eliminando aquellas variables independientes con menor significado.

La determinación del coeficiente de ajuste múltiple es utilizado para computar el error standard de estimación. El coeficiente de determinación parcial de una variable corresponde con el incremento porcentual en una variable cualquiera causado por la eliminación de esta variable en la ecuación de regresión.

#### 3.1.1.4. Valoración de los puntos anómalos

Determinados los puntos anómalos, se ha efectuado su valoración en campo con el fin de ponderar las causas que generan su contenido anómalo (caracteres geológicos, efectos de contaminación minera, relación con indicios, etc.).

### 3.1.2. **Prospección geoquímica de suelos**

#### 3.1.2.1. Desmuestre

El criterio básico ha sido obtener la muestra en el horizonte B, siempre que ello ha sido posible. En la libreta de campo se han anotado las características del muestreo efectuado. Las áreas a investigar han sido delimitadas en función de los datos obtenidos previamente en el estudio geológico y en la prospección de la red de drenaje.

- Un punto anómalo (MC-5) corresponde a un indicio minero de Zn ya conocido y otro (MC-125) está próximo a una labor minerada la que no se disponen de más datos.
- Dos puntos anómalos (MC-102, MC-120) se localizan en un contexto geológico favorable, y fueron valorados con más detalle con geoquímica de suelos.
- Dos puntos anómalos (MC-3 y MC-54) han sido valorados con muestras de confirmación.

### **3.2.2. Prospección geoquímica de suelos**

Los perfiles de geoquímica de suelos se han localizado sobre materiales carbonatados formados por una alternancia de calizas y dolomías. Se ha muestreado el horizonte B.

En general se presenta una cubierta edáfica de escasa potencia que raramente sobrepasa el medio metro de potencia, formada fundamentalmente por arcillas de descalcificación con escaso manto-vegetal.

En las zonas con mayor pendiente la potencia del suelo disminuye fuertemente, llegando incluso a desaparecer, desarrollando suelos inmaduros formados por pequeños fragmentos de roca.

El mayor desarrollo edáfico se origina en los fondos de dolinas, asociado en gran medida a los arrastres del entorno de las mismas.

La vegetación es escasa, teniendo el horizonte A pequeño desarrollo.

#### **3.2.2.1. Trabajos realizados**

Se han realizado en esta zona cinco perfiles con las siguientes características (Mapa 3.3):



	Nº Muestras	Orientación	Longitud (m)
P - 1	194 - 224	N - 10° E	890
P - 2	225 - 262	N - 20° E	1.110
P - 3	263 - 287	N - 80° E	770
P - 4	288 - 324	N - 20° E	1.100
P - 5	325 - 348	N - 80° E	710

La longitud de estos perfiles se ha determinado en función de las características orográficas de la zona siguiendo el criterio de rebasar cumbres, es decir, comprobar cómo responde el contenido geoquímico de los suelos en distintas vertientes de la montaña y en consecuencia eliminar una posible asociación anomalía-drenaje. La equidistancia entre muestras se ha establecido en 25 m. dentro de cada perfil.

La orientación se traza de forma que corte a las estructuras geológicas más interesantes y suele ser perpendicular a las mismas.

De los cinco perfiles realizados, cuatro corresponden a la valoración de un punto fuertemente anómalo en geoquímica de drenaje (muestra nº 102; x=43150 y=4802) con valores de Zn=1630 ppm y Pb=83 ppm, mientras que el otro se ha realizado a cierta distancia hacia el E, con el fin de encontrar una posible correlación en las dolomías. Este perfil se encuentra justificado por el importante papel que representan las dolomías como roca almacén de las posibles mineralizaciones.

El P-1 es el que más dificultades incluye, debido a que se ha realizado en una zona con elevada pendiente y escasa o nula vegetación, lo que condiciona notablemente el desarrollo edáfico.

El resto de los perfiles se han realizado en zonas con menor pendiente y mayor desarrollo edáfico, lo que ha favorecido la prospección de las mismas.

Las muestras han sido analizadas, por el método de absorción atómica, para los elementos Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Mn, Hg. Los resultados han sido

tratados estadísticamente, calculando el valor de fondo, y los umbrales de anomalía, así como la matriz de correlación simple y los distintos valores de coeficientes de regresión. Se ha considerado oportuno calcular los datos estadísticos para distintos intervalos de la población (muestras totales, muestras con contenidos inferiores a 3.000 ppm en Zn, muestras con contenidos inferiores a 1.500 ppm y Zn y muestras no claramente anómalas con contenidos inferiores a 800 ppm en Zn) (Tablas 2, 3, 4 y 5, respectivamente).

Se han representado gráficamente las curvas de frecuencia de los distintos elementos (Fig. 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7).

#### 3.2.2.2. Datos estadísticos

Los valores regionales y los umbrales de anomalía para los suelos de la zona se definen como sigue (contenidos en ppm salvo para el Fe que lo es en %).

Elemento	Valor de fondo	Anomalía	
		Posible	Cierta
Pb	55	105	160
Zn	600	1.400	2.000
Fe	12,2	25	31
Mn	5.000	10.000	12.000
Ag	0,6	1	1,2
Cd	6,0	11	14
Hg	0,3	0,6	0,75

#### 3.2.2.3. Resultados obtenidos

Del cálculo del valor de fondo se deduce en la zona una alta concentración de todos los elementos investigados. Ya se ha indicado que para valorar los resultados se han realizado los cálculos estadísticos para todo el conjunto de las muestras de la zona y desgloses para contenidos inferiores a 3.000 ppm, inferiores a 1.500 y menores de 750 ppm. De la observación de los

STATISTICS OF DATA

BASED ON 155 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	DEF. VARIABLE
Pb	58.6968	691.2127	26.2909	
Ag	.6419	.0706	.2658	
Cd	6.4581	11.3115	3.3633	
Fe	129245.2000	3745107000.0000	61197.2800	
Mn	5129.7350	5990927.0000	2447.6370	
Hg	.3371	.0241	.1551	
Zn	979.9484	1289264.0000	1135.4580	

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	Zn
Pb	1.0000	.1661	.0598	.0782	.0000	.2497	.4224
Ag	.1661	1.0000	.0755	.1080	.0957	.3599	.4717
Cd	.0598	.0755	1.0000	.1662	.1472	.1082	.4556
Fe	.0782	.1080	.1662	1.0000	.8475	.1184	.1969
Mn	.0000	.0957	.1472	.8475	1.0000	.1427	.2011
Hg	.2497	.3599	.1082	.1184	.1427	1.0000	.3489
Zn	.4224	.4717	.4556	.1969	.2011	.3489	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	13.094230	.1400
Ag	1447.206000	.1602
Cd	125.078200	.2046
Fe	-.000930	.0000
Mn	.055508	.0013
Hg	665.107200	.0068

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
-1914.102000	.5101	.4902	810.7140

TABLA 2

STATISTICS OF DATA

BASED ON 144 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	
Pb	56.3958	598.9681	24.4738	
Ag	.6042	.0415	.2038	
Cd	6.0417	7.6451	2.7650	
Fe	127630.6000	3854962000.0000	62088.3400	
Mn	5055.3130	6204685.0000	2490.9200	
Hg	.3226	.0212	.1457	
Zn	716.6111	344507.4000	586.9475	DEP.VARIABLE

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	Zn
Pb	1.0000	.0783	.0000	.1598	.0000	.1138	.3504
Ag	.0783	1.0000	-.2263	.0900	.0000	.3108	.0369
Cd	.0000	-.2263	1.0000	.1611	.1404	-.0905	.0063
Fe	.1598	.0900	.1611	1.0000	.8478	.0885	.2650
Mn	.0000	.0000	.1404	.8478	1.0000	.1228	.2556
Hg	.1138	.3108	-.0905	.0885	.1228	1.0000	.0538
Zn	.3504	.0369	.0063	.2650	.2556	.0538	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE

REGRESSION COEFFICIENT

PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT

Pb	8.134285	.1099
Ag	148.637800	.0000
Cd	18.460910	.0010
Fe	.000140	.0000
Mn	.049306	.0072
Hg	51.944260	.0000

REGRESSION CONSTANT  
-227.306400

R SQUARE  
.1953

R BAR SQUARE  
.1600

STANDARD ERROR OF ESTIMATE  
537.9404

TABLA 3

STATISTICS OF DATA

BASED ON 129 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	
Pb	55.0853	412.8287	20.3182	
Ag	.6008	.0405	.2014	
Cd	5.8760	7.4650	2.7322	
Fe	122641.9000	4004537000.0000	63281.4100	
Mn	4879.4180	6485697.0000	2546.7030	
Hg	.3198	.0215	.1465	
Zn	561.2946	138846.7000	372.6214	DEPENDENT VARIABLE

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	
Pb	1.0000	.0000	.0000	.1682	.0000	.0000	.4
Ag	.0000	1.0000	-.2429	.0774	.0000	.2907	.0
Cd	.0000	-.2429	1.0000	.1176	.0863	-.0552	.0
Fe	.1682	.0774	.1176	1.0000	.8425	.0935	.1
Mn	.0000	.0000	.0863	.8425	1.0000	.1481	.1
Hg	.0000	.2907	-.0552	.0935	.1481	1.0000	.0
Zn	.4158	.0000	.0000	.1427	.1752	.0000	1.0

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	7.778082	.1694
Ag	15.577490	.0000
Cd	-5.112554	.0000
Fe	-.000924	.0001
Mn	.042963	.0215
Hg	13.509340	.0000

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
52.865700	.2136	.1749	338.4720

TABLA 4

STATISTICS OF DATA

BASED ON 89 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	
Pb	50.8764	417.9278	20.4433	
Ag	.6067	.0425	.2060	
Cd	5.8876	7.3225	2.7060	
Fe	113652.8000	4017367000.0000	63382.7000	
Mn	4512.7980	6578461.0000	2564.8510	
Hg	.3129	.0196	.1399	
Zn	343.4494	30198.2500	173.7764	DEPENDENT VARIABLE

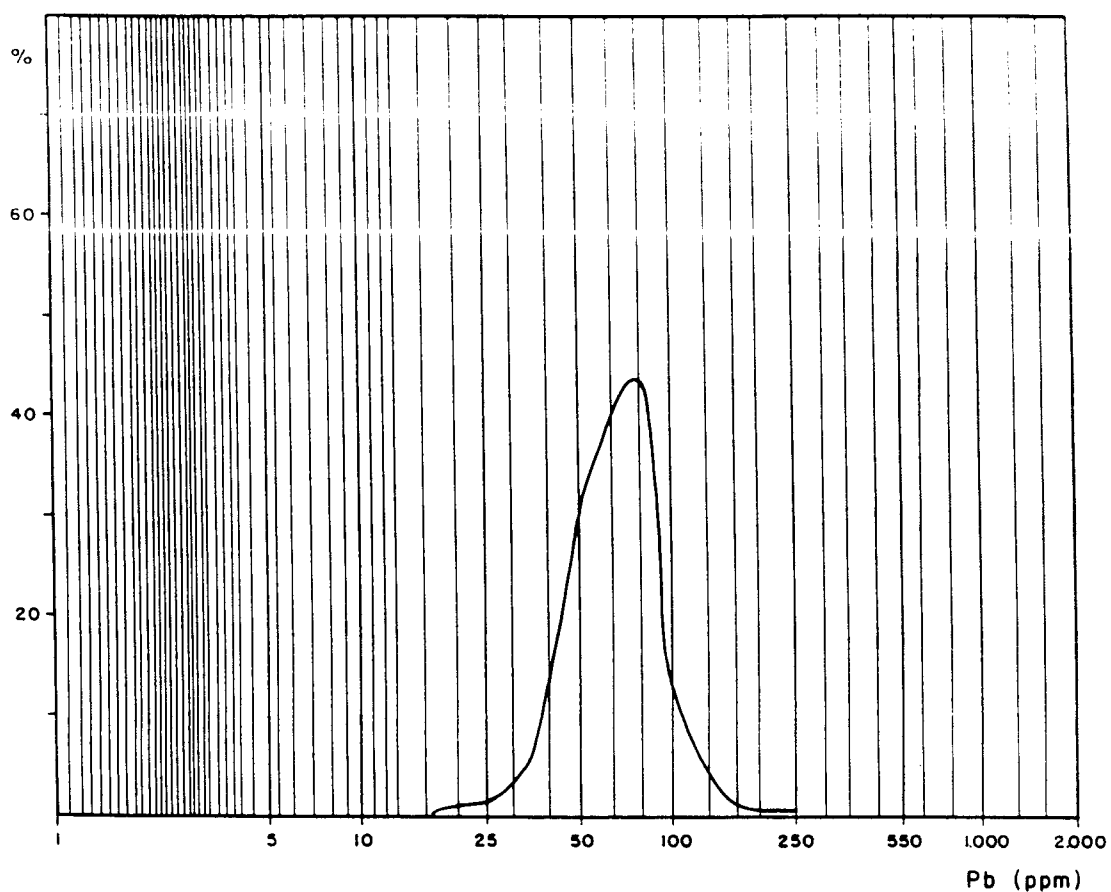
SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	
Pb	1.0000	.1267	.0000	.1489	.0000	.0000	.32
Ag	.1267	1.0000	-.2255	.1642	.1547	.1559	.20
Cd	.0000	-.2255	1.0000	.2661	.2392	.0000	-.22
Fe	.1489	.1642	.2661	1.0000	.8374	.0000	.00
Mn	.0000	.1547	.2392	.8374	1.0000	.0809	.00
Hg	.0000	.1559	.0000	.0000	.0809	1.0000	.00
Zn	.3254	.2091	-.2258	.0000	.0000	.0000	1.00

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	3.458187	.1622
Ag	133.558900	.0171
Cd	-9.383599	.0122
Fe	-.001804	.1280
Mn	.041876	.1193
Hg	-102.490300	.0000

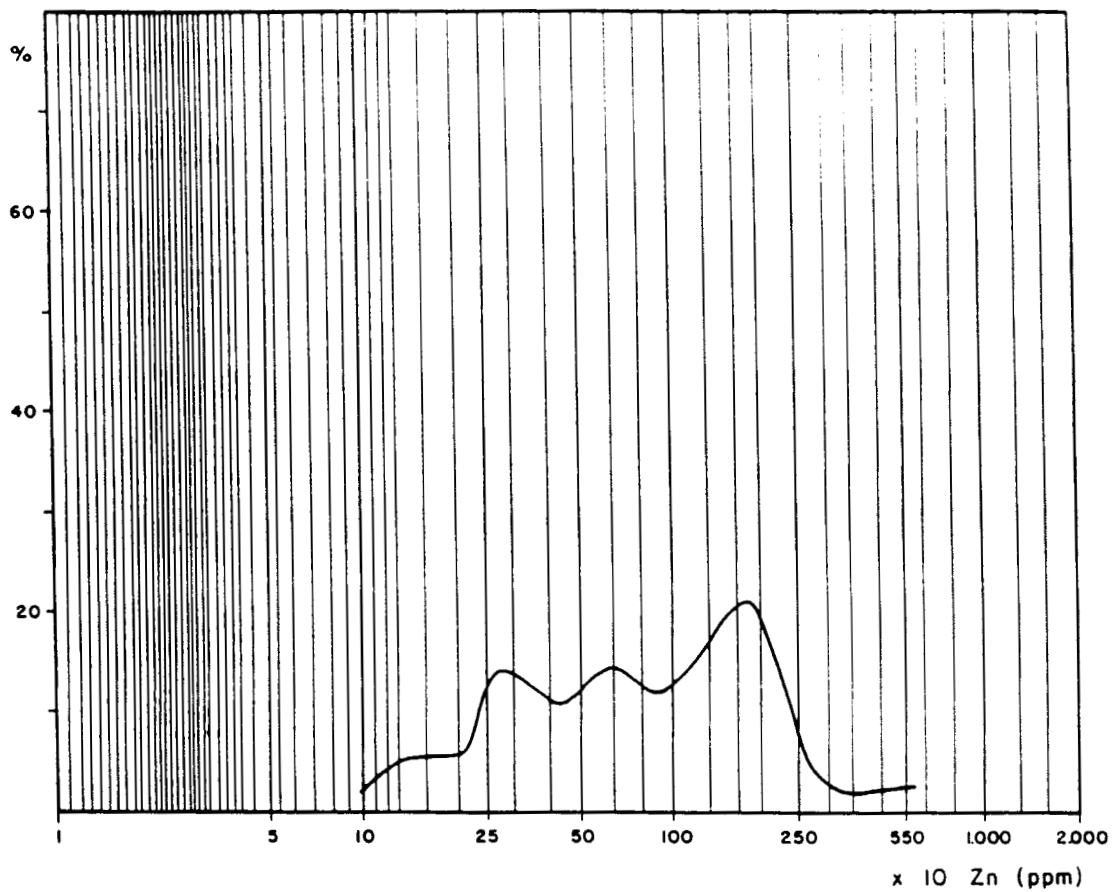
REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
189.800000	.3009	.2497	150.5240

TABLA 5



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
12 - 17	1	0,64	-
18 - 25	2	1,29	1,93
26 - 36	17	10,96	12,89
37 - 52	50	32,25	45,14
53 - 79	67	43,22	88,36
80 - 115	14	9,03	97,39
116 - 165	2	1,29	98,68
166 - 249	2	1,29	99,97

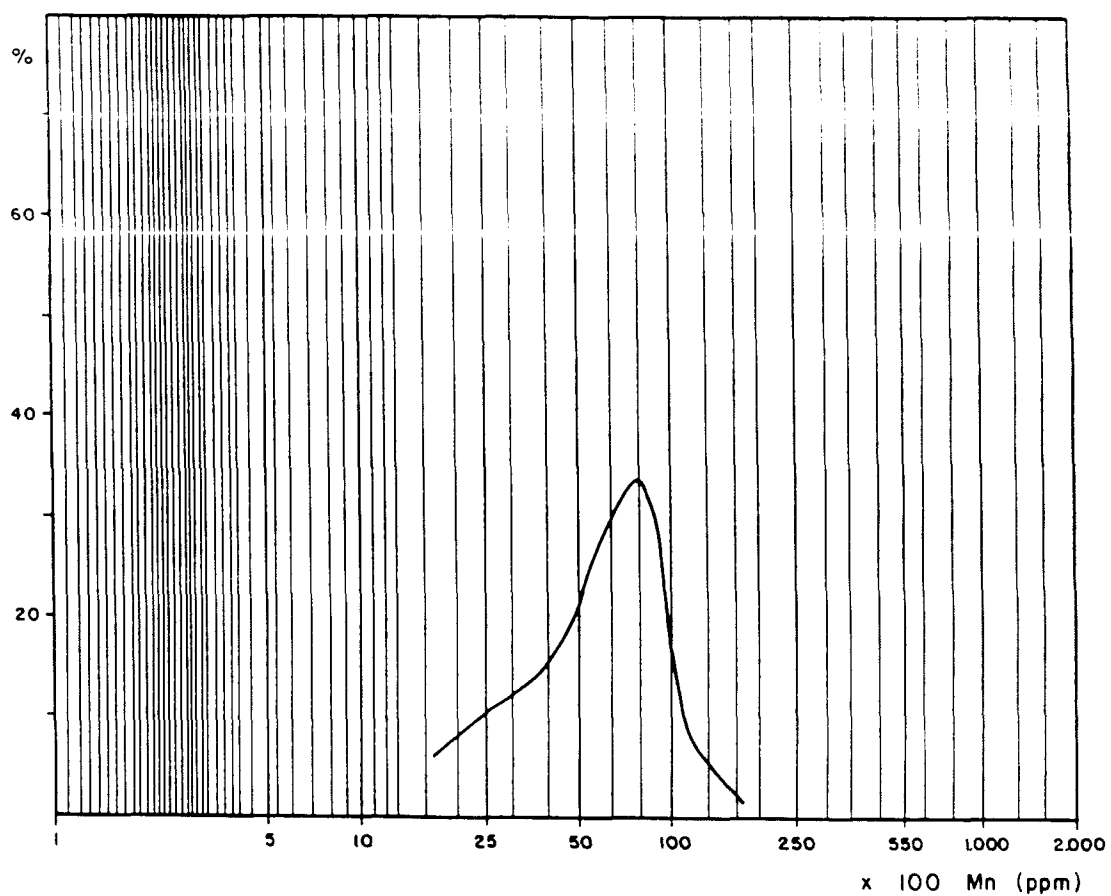
Fig. 3.4. Zona de Medio Cuyedo (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
65 - 96	3	1,93	-
97 - 139	8	5,16	7,09
140 - 200	9	5,80	12,89
200 - 300	22	14,19	27,08
301 - 420	17	10,95	38,03
421 - 640	22	14,19	52,92
641 - 900	20	12,90	65,12
901 - 1.899	35	22,58	81,7
1.900 - 2.700	7	4,51	92,21
2.701 - 3.750	4	2,58	94,79
3.751 - 5.300	6	3,87	98,66
5.301 - 7.000	2	1,29	99,95

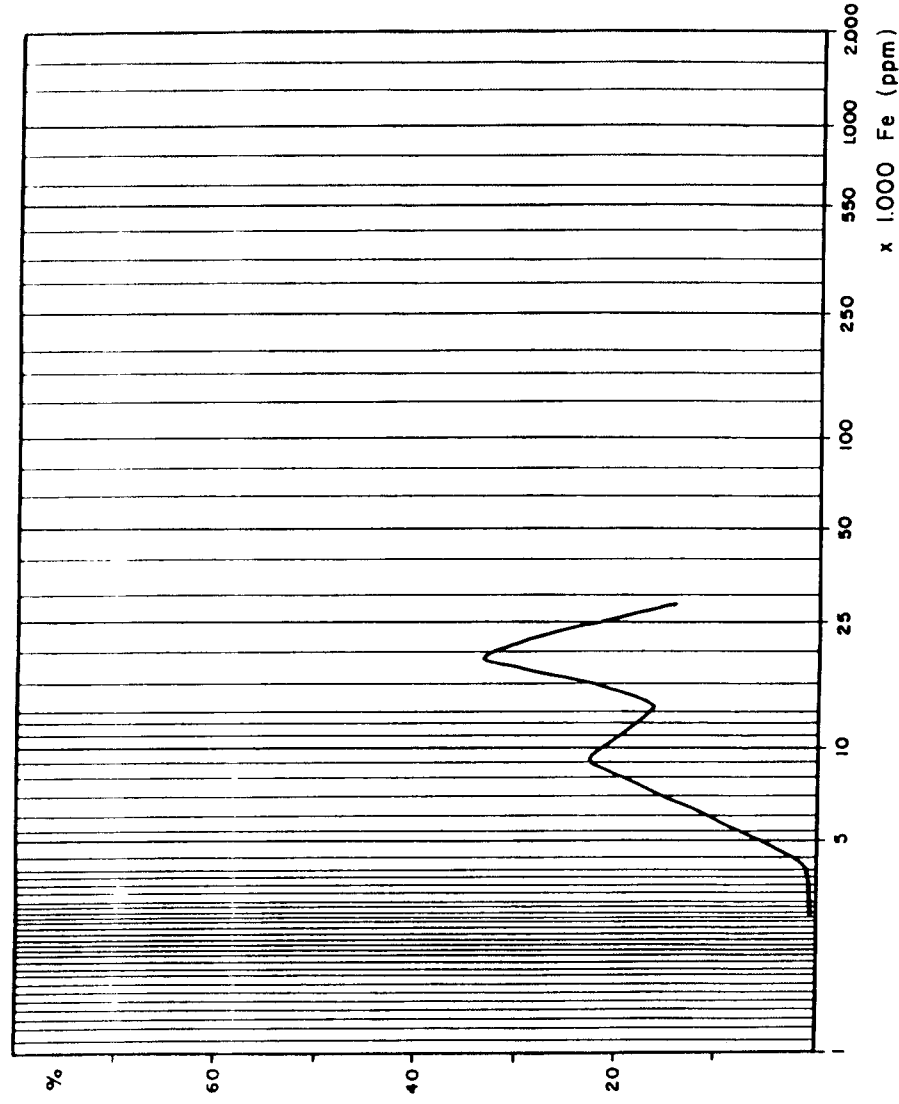
Fig. 3.5. Zona de Medio Cuyedo (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Zn.





Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
180 - 370	1	0,64	-
371 - 800	-	-	-
801 - 1.700	9	5,80	6,44
1.701 - 2.600	16	10,32	16,76
2.601 - 3.800	22	14,19	30,95
3.801 - 5.300	39	25,16	56,11
5.301 - 8.000	52	33,54	89,65
8.001 - 12.000	13	8,38	98,03
12.001 - 16.500	3	1,93	99,96

Fig. 3.6. Zona de Medio Cuyedo (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Mn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
19.000 - 28.000	1	0,64	-
28.001 - 40.000	1	0,64	1,28
40.001 - 60.000	18	11,61	12,89
60.001 - 90.000	36	23,22	36,11
90.001 - 135.000	25	16,12	52,23
135.001 - 190.000	52	33,54	85,77
190.001 - 300.000	22	14,19	99,96

**Fig. 3.7.** Zona de Medio Cuyedo (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Fe.

mismos se puede deducir:

- Existe para el conjunto de los datos una asociación entre Pb, Zn, Cd, Ag y en menor proporción con el Hg y el tandem Fe, Mn.
- El Zn presenta un alto grado de correlación con el Pb, Zn, Cd, siendo algo menor con Hg, Mn y Fe, para el conjunto de todas las muestras de la zona; pero a medida que se eliminan muestras con altos contenidos se observa un cambio en la evolución de los mismos, así Cd, Ag, Hg reducen rápidamente su correlación con Zn, haciéndose nula la interdependencia para valores menores de 1.500 ppm. en Zn. El Pb, por el contrario, mantiene prácticamente constante la interdependencia con el Zn a lo largo de todas las concentraciones. El Fe y Mn que están algo relacionados con el Zn en valores altos de éste, su interdependencia, atenuan más ligeramente que Ag, Hg y Cd, pero también termina desapareciendo su asociación para valores de menor concentración de Zn.
- El Pb, aparte de su asociación con el Zn, presenta una relación con Ag y Hg, que desaparece rápidamente al bajar las concentraciones. Presenta una pequeña interdependencia con el hierro, pero poco significativa.
- La Ag, que presenta una correlación para valores altos, con el Pb y el Zn, se atenúa rápidamente al disminuir la concentración, presentado nuevamente un cierto grado de correlación para las muestras con una concentración de Zn menor de 750 ppm.
- Tanto Fe como Mn presentan altas concentraciones en la zona y están asociados espacialmente con un grado de interdependencia muy alto, que se mantiene constante a lo largo de toda la gama de concentraciones, independientemente del resto de los elementos.
- El Hg mantiene su grado de asociación con la plata a lo largo de todos los valores.

Como síntesis, se puede indicar que existe una zona con unos valores de fondo en Pb y Zn muy elevados, que definen anomalías altas y que presentan

para estas concentraciones una buena correlación con Hg, Ag y Cd (Mapas 3.4 y 3.5).

El perfil situado hacia el E, presenta valores inferiores a los definidos en la zona anterior, pero que tratados aisladamente pueden definir puntos anómalos dentro del mismo, si bien la distancia a la zona indicada anteriormente no permite una correlación con ella (Mapas 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7).

### **3.2.3. Muestras de rocas**

La prospección de rocas se ha realizado con 8 muestras mediante un perfil de dirección aproximada N-170-E, alternando muestras en calizas y dolomías con el fin de estudiar la posible respuesta litológica a la mineralización.

Los análisis de las muestras aportan poca información ya que se obtienen valores de los elementos similares a los que figuran en la bibliografía para este tipo de rocas.

### **3.2.4. Muestras de comprobación**

En la zona de Medio Cudeyo se ha realizado comprobación sobre dos muestras de drenaje MC-3 (x=4375, y=8067) y MC-54 (x=357, y=4804).

Estos puntos se corresponden con anomalías geoquímicas claramente definidas y que, sin embargo, en la valoración efectuada en el campo no se las ha podido relacionar con unas características metalogenéticas claras.

La muestra MC-3 se sitúa en arenas amarillentas de edad Jurásica con un posible banco intermedio calizo. La comprobación se ha realizado mediante tres muestras tomadas a distinta altura del arroyo que originó la anomalía inicial. El análisis de éstas ha vuelto a confirmar la anomalía inicial con elevados valores de Pb, Zn a los que se asocia Cd.

El otro punto con las características indicadas anteriormente se localiza en la muestra de drenaje MC-54. Su confirmación se ha realizado

mediante cuatro muestras tomadas a distintas alturas de la vaguada y cuyo resultado proporciona valores que podrían considerarse algo anómalos, pero muy por debajo de la anomalía obtenida con el drenaje.

### **3.3. ZONA DE PRELLEZO**

La zona de Prellezo se encuentra situada en la parte Noroeste de la Hoja del MTN nº 33 (Comillas) y está delimitada al sur por la Carretera Nacional 634 entre los Km. 63 y 70.

La mayor cumbre corresponde al pico Jarca, situado en una mesa de altura ligeramente superior a los 200 m. rodeada por fuertes pendientes, que dan paso hacia el E a lomas más suaves que descienden hasta el mar en donde se desarrollan acantilados, cortados por la entrada de pequeñas vaguadas.

La zona presenta una pluviosidad media del orden de 500 mm. al año con una pequeña variación E-O en función de las distintas cotas.

El desarrollo de la red fluvial está condicionada por las diferentes litologías existentes en la zona. En la parte occidental (O de Prellezo), con materiales fundamentalmente detríticos, se aprecia el desarrollo de vaguadas bastante definidas; mientras que hacia el E la presencia de materiales carbonatados condiciona notablemente el sistema fluvial, con el desarrollo de lapiazes en las calizas y vaguadas relativamente amplias en los materiales más dolomíticos asociadas a fenómenos de disolución-colapso.

#### **3.3.1. Prospección geoquímica de la red de drenaje**

##### **3.3.1.1. Trabajos realizados**

La prospección geoquímica de la red de drenaje para esta zona se ha realizado con 18 muestras (nº 130-147) (Mapa 3.8). La abundante presencia de materiales calcáreos condiciona el desarrollo de la red fluvial, afectada por proceso de infiltración a través de los mismos.

Las muestras presentan, por lo general, escasa cantidad de material arrastrado y éste, cuando existe, procede de un entorno muy reducido. La clasificación de las mismas está dentro del término de muestras de suelo en fondo de valle.

Un escaso número de muestras se ha prospectado fuera del entorno calcáreo con un desarrollo apreciable de los arroyos, estando aquellas tomadas en aluvión y sobre lecho vivo.

Las muestras han sido analizadas mediante "absorción atómica" para Pb, Zn, Cd, Ba, siendo la metodología aplicada la que se ha indicado en apartados anteriores.

### 3.3.1.2. Datos estadísticos

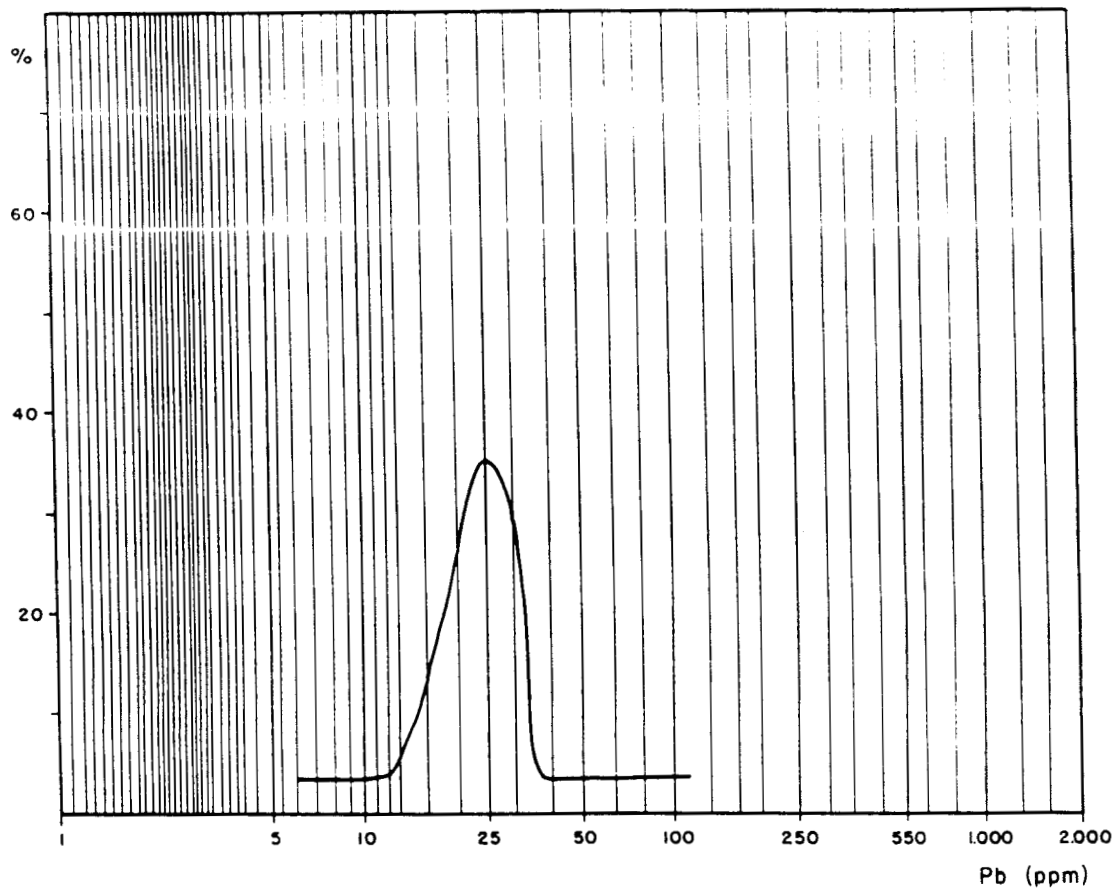
El listado del total de los resultados obtenidos para el conjunto de las muestras se encuentra en el Anexo correspondiente.

Los resultados se han tratado estadísticamente para calcular el valor de fondo y los umbrales de anomalía. La presencia de puntos anómalos importantes en la zona, provoca que en un primer cálculo se obtengan valores de desviación típica similares a los de la media, por lo que se han vuelto a calcular eliminando dichos puntos (muestras con valores superiores a dos veces la desviación típica más la media) resultando así los siguientes valores:

Elemento	Valor regional (ppm)	Umbral de anomalía (ppm)	
		Posible	Cierta
Pb	24	65	85
Zn	52	134	176
Ba	500	648	725

El Cd presenta valores insignificantes, por lo que no se ha tenido en cuenta, si bien presenta un incremento en las muestras con valores anómalos en Zn.

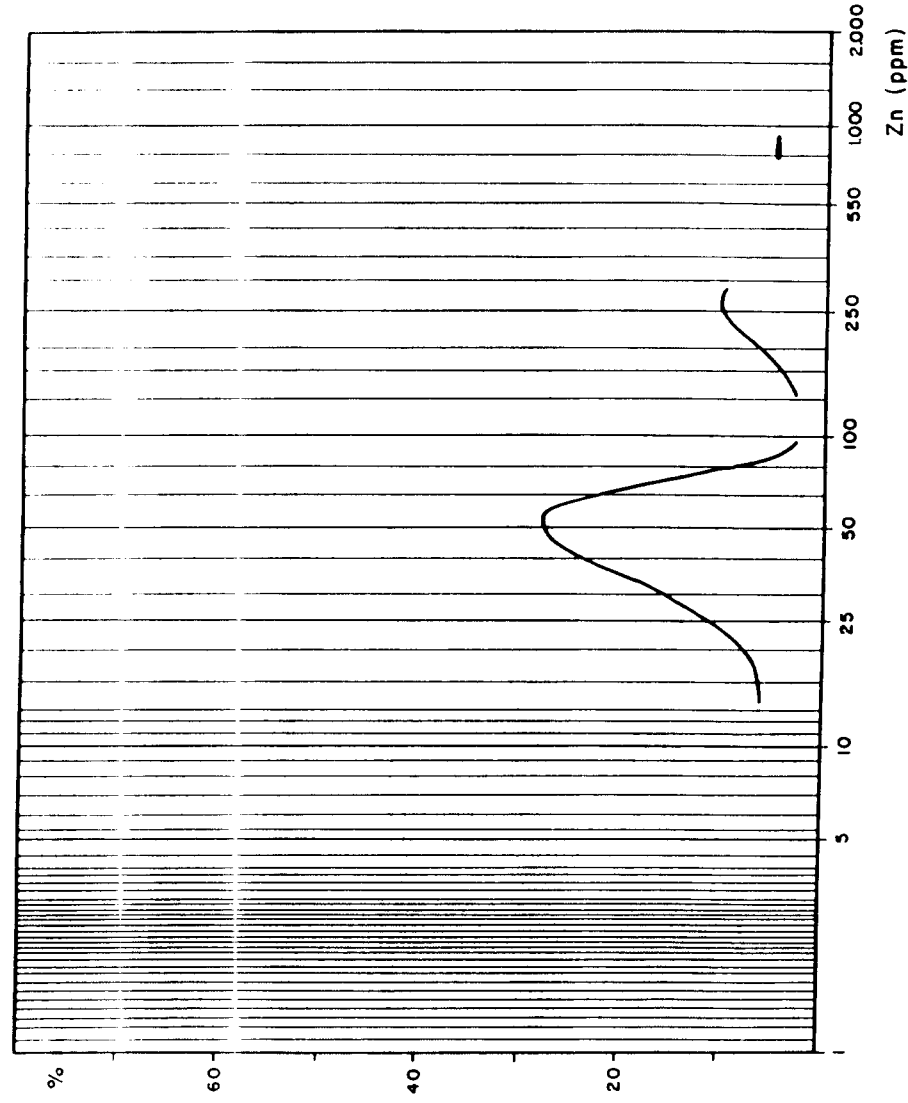
Las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 representan las curvas de frecuencia de los distintos elementos para la zona.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
4,1 - 5,9	1	5,55	-
6,0 - 8	1	5,55	11,1
9 - 12	1	5,55	16,65
13 - 17	3	16,66	33,31
18 - 25	7	38,88	72,19
26 - 36	1	5,55	77,74
37 - 52	1	5,55	83,29
53 - 79	1	5,55	88,84
80 - 115	1	5,55	94,39
116 - 165	-	-	-
166 - 249	1	5,55	99,94

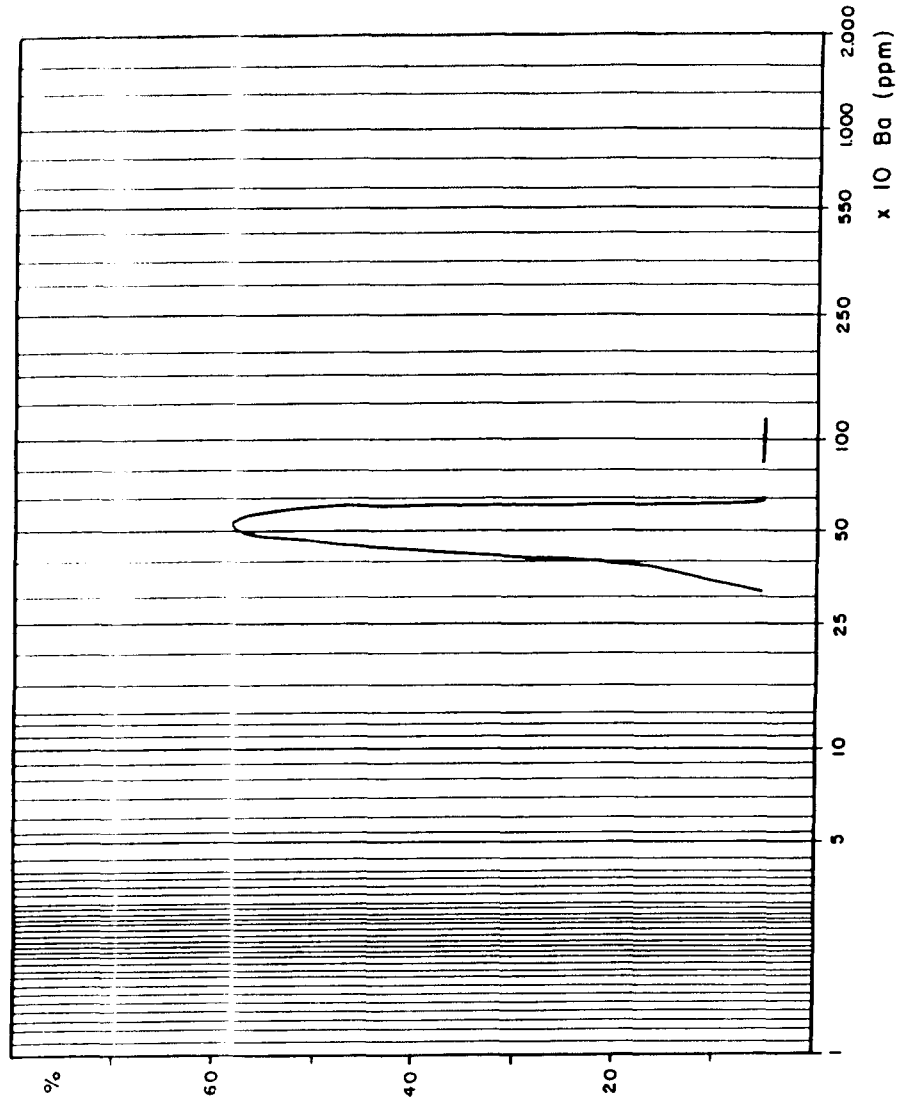
Fig. 3.8. Zona de Prellezo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Pb.





Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
10 - 14	1	5,55	11,1
15 - 21	1	5,55	27,77
22 - 30	3	16,66	44,43
31 - 45	3	16,66	72,20
46 - 65	5	27,77	77,75
66 - 96	1	5,55	-
97 - 139	-	-	-
140 - 200	1	5,55	83,30
201 - 300	2	11,1	94,40
301 - 420	-	-	-
421 - 640	-	-	-
641 - 900	1	5,55	99,95

Fig. 3.9. Zona de Pallezo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
343 - 410	3	16,60	-
411 - 500	4	22,22	38,86
501 - 600	10	55,55	94,37
601 - 730	-	-	-
731 - 890	-	-	-
891 - 1.060	1	5,55	99,9

**Fig. 3.10.** Zona de Prellezo (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Ba.

#### 3.3.1.3. Resultados obtenidos

En función de los datos estadísticos se han localizado cuatro puntos netamente anómalos para Pb, Zn y uno para el Ba.

La existencia de dos poblaciones bien definidas está muy clara para el Zn, tal y como puede observarse en la curva de frecuencias (Fig. 3.9). El plomo tiene una evolución similar aunque menos marcada.

El Cd presenta valores muy bajos (inferiores al límite de detección) salvo en las muestras con anomalía en Pb y Zn.

El Ba se encuentra en la zona distribuido de una forma muy homogénea, salvo en un punto (muestra 139) en que origina un valor anómalo, aunque dicho punto no presenta ninguna respuesta anómala en el resto de los elementos analizados.

El conjunto de muestras anómalas presenta una disposición con una dirección aproximada NE-SO (muestras de drenaje 144; 145; 140; 139).

#### 3.3.1.4. Valoración de los puntos anómalos

Los puntos anómalos se han valorado con los objetivos y procesos expuestos para la zona de Medio Cudeyo.

El resultado obtenido ha sido la asociación de los mismos con un importante cabalgamiento de dirección NE-SO, a favor del cual posiblemente han circulado los fluidos mineralizantes, correspondiendo la muestra 145 a un indicio en el que se ha realizado alguna pequeña labor minera (Mapa 3.9).

Estas características y el hecho de que la fractura corta a materiales dolomíticos hacia el E induce a pensar en la posible existencia de zonas anómalas (ya que están presentes los dos condicionantes básicos, es decir unas dolomías que pueden actuar como caja y una fractura que actúa como camino de fluidos mineralizantes) en esa dirección.

### 3.3.2. Prospección geoquímica de suelos

La litología calcárea de la zona provoca la presencia de suelos poco desarrollados y en general carentes de vegetación.

Se puede observar una cierta evolución de los mismos con una dirección E-O, ya que en el E la presencia de calizas con fenómenos cársticos provoca la desaparición de la vegetación y con ésta la escasa cubierta edáfica. La parte central está dominada por materiales dolomíticos muy carstificados y colapsados, lo que provoca la aparición de suelos formados fundamentalmente por arcillas de descalcificación. En el O las calizas van dando paso a materiales arenosos sobre los que la cubierta edáfica se desarrolla más fácilmente.

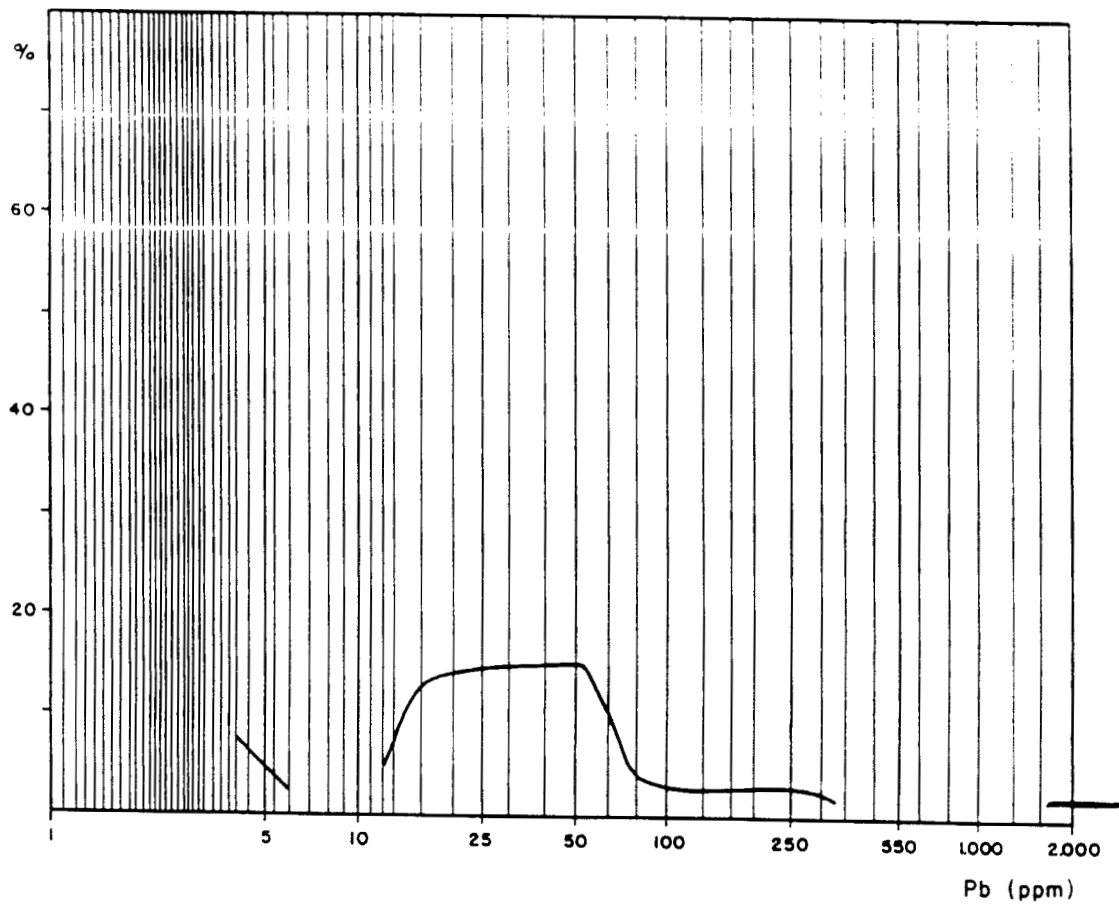
#### 3.3.2.1. Trabajos realizados

Se han diseñado y prospectado cuatro perfiles con un total de 82 muestras separadas aproximadamente 25 m. en cada perfil (Mapa 3.10).

	Nº Muestras	Orientación	Longitud (m)
P - 1	112 - 131	N - 150°E	500 (aprox.)
P - 2	132 - 159	N - 150°E	800 (aprox.)
P - 3	160 - 177	N - 150°E	450 (aprox.)
P - 4	178 - 195	N - 150°E	400 (aprox.)

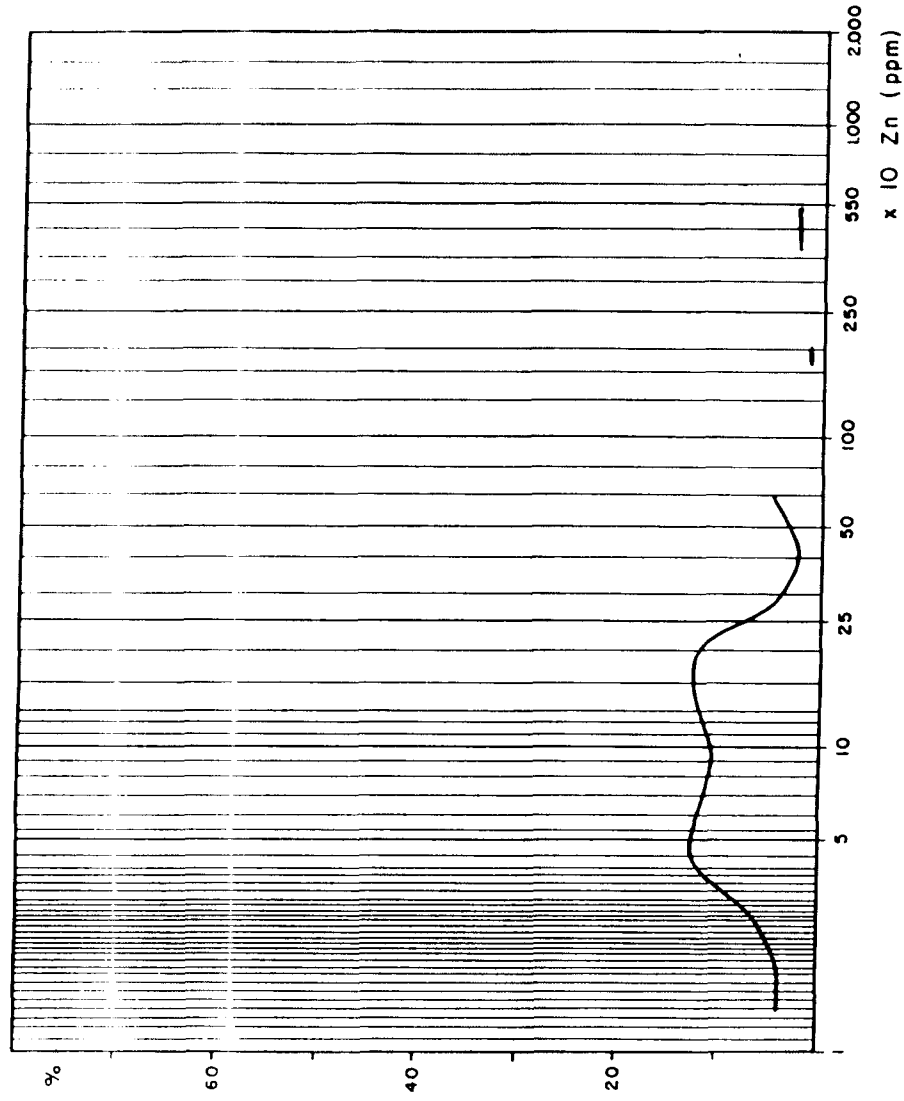
La orientación de los perfiles se ha localizado perpendicularmente a una gran fractura, que, como se ha indicado anteriormente, ha favorecido la circulación de fluidos mineralizantes. La separación entre los distintos perfiles es del orden de 1 Km., con el objeto de poder muestrear las proximidades de la fractura, desde los puntos anómalos hasta las rocas dolomíticas. Este planteamiento presenta, en contraprestación, una difícil correlación entre las muestras de los distintos perfiles.

Las muestras han sido analizadas por "absorción atómica" para los elementos Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Mn, Hg, obteniendo los resultados que se indican



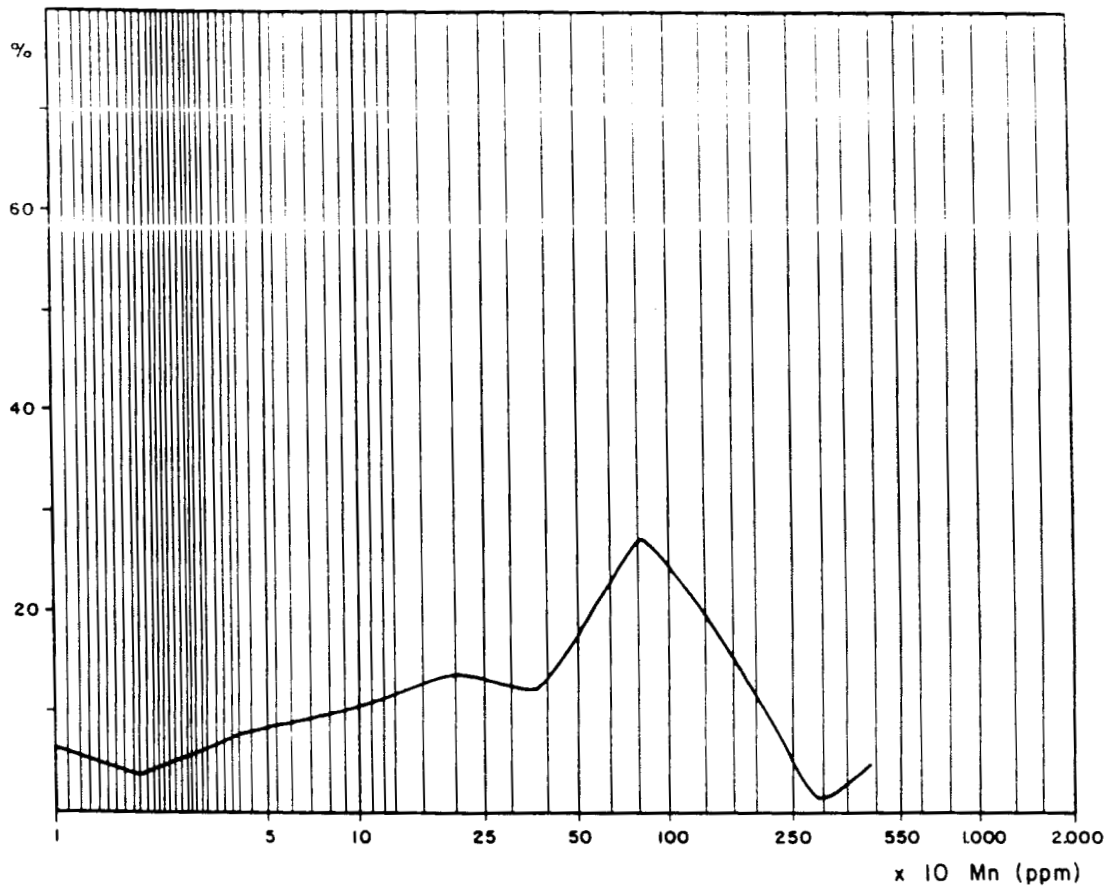
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
0 - 4	6	7.31	-
5 - 5.9	2	2.43	9.74
6 - 8	-	-	9.74
9 - 12	4	4.87	14.61
13 - 16	13	15.8	30.4
17 - 25	14	17	47.41
26 - 36	14	17	64.41
37 - 52	14	17	81.41
53 - 79	3	3.65	85.06
80 - 115	2	2.43	87.49
116 - 165	2	2.43	89.92
166 - 249	4	4.87	94.79
250 - 339	1	1.2	95.99
340 - 499	-	-	-
500 - 699	-	-	-
700 - 1.610	1	1.2	97.19
1.611 - 2.250	1	1.2	98.3
2.251 - 3.330	1	1.2	99.5

Fig. 3.11. Zona de Prollezo (muestreo de suelos). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



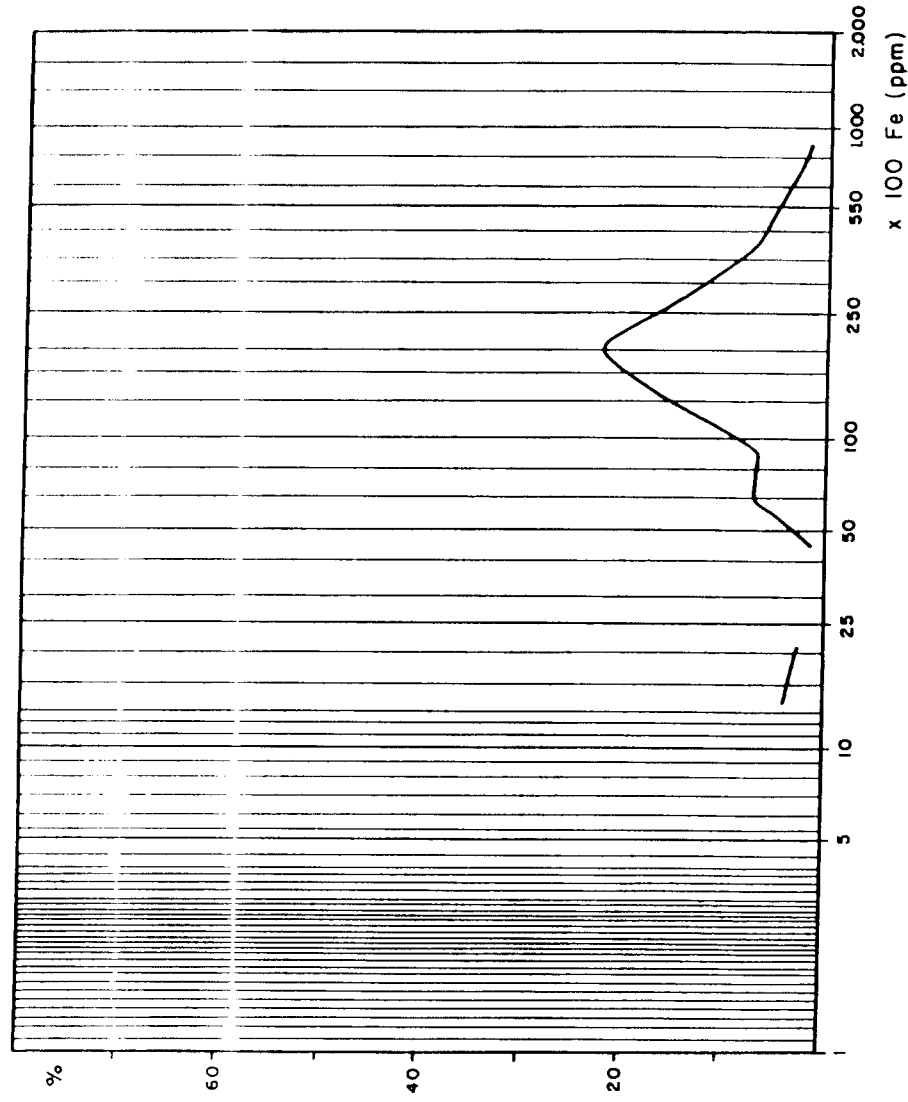
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
0 - 14	3	3,65	-
15 - 18	3	3,65	7,30
19 - 30	6	7,31	14,61
31 - 43	12	14,63	29,24
44 - 66	11	13,45	42,65
67 - 96	10	12,19	54,84
97 - 139	12	14,63	69,47
140 - 200	11	13,41	82,88
201 - 300	3	3,65	86,53
301 - 420	2	2,43	88,96
421 - 640	4	4,87	93,83
641 - 900	-	-	-
901 - 1.899	1	1,2	95,03
1.900 - 2.700	-	-	-
2.701 - 3.750	2	2,43	97,46
3.751 - 5.300	2	2,43	99,89

Fig. 3.12. Zona de Prelezo (muestreo de suelos). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
0 - 10	5	6,09	-
11 - 19	3	3,65	9,74
20 - 40	6	7,31	17,05
41 - 85	8	9,75	26,8
86 - 180	11	13,41	40,2
181 - 370	10	12,00	52,2
371 - 800	22	25,82	79,03
801 - 1.700	12	14,63	93,6
1.701 - 3.000	1	1,2	94,8
3.001 - 4.000	4	4,87	99,73

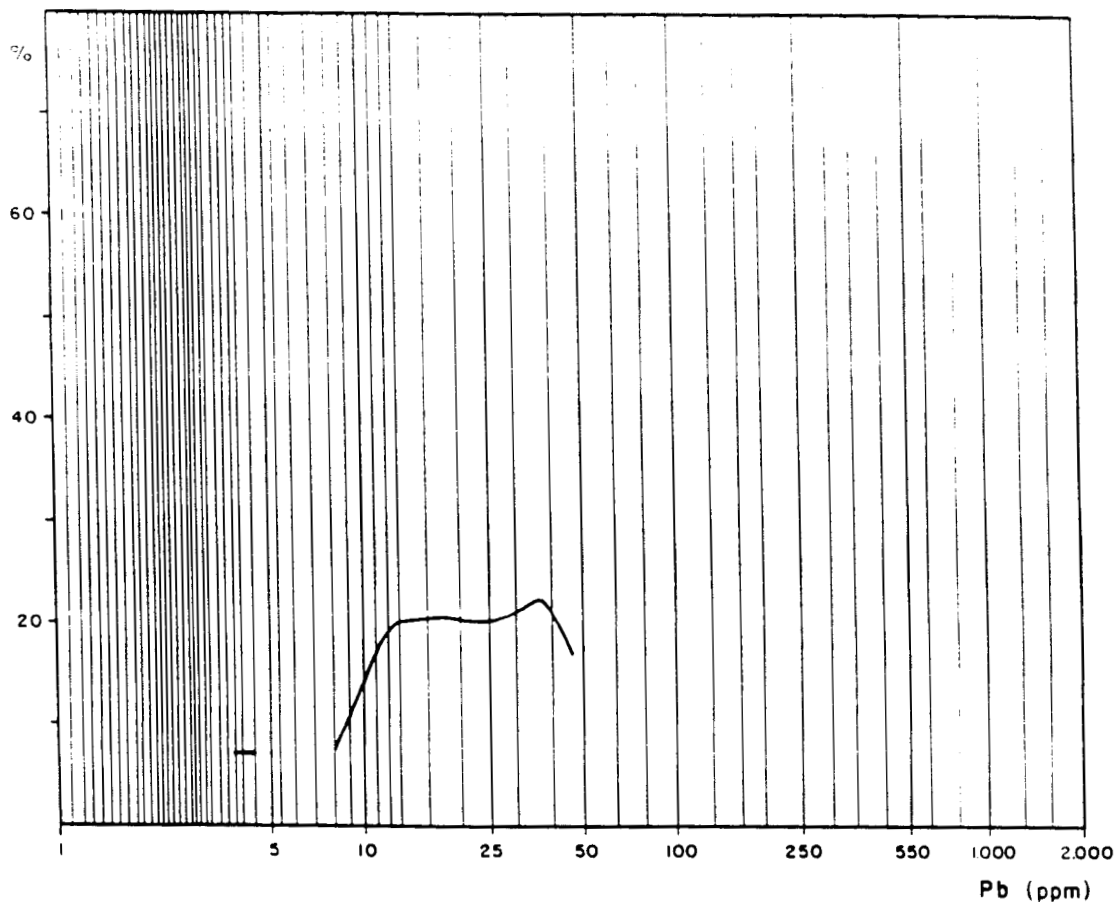
Fig. 3.13. Zona de Prollezo (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Mn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
1.000 - 1.480	3	3,65	-
1.481 - 2.100	2	2,43	6,08
2.101 - 3.000	-	-	6,08
3.001 - 4.500	1	1,2	7,28
4.501 - 6.400	6	7,31	14,59
6.401 - 9.300	6	7,31	21,9
9.301 - 13.500	13	15,85	37,75
13.501 - 19.000	22	26,82	64,57
19.001 - 28.000	17	20,73	85,3
28.001 - 40.000	6	7,31	92,61
40.001 - 60.000	4	4,87	97,48
60.001 - 90.000	2	2,43	99,9

Fig. 3.14. Zona de Prollezo (muestreo en suelos). Curva frecuencias del contenido en Fe.





Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
2,9 - 4,0	2	8	8
4,1 - 5,9	-	-	8
6,0 - 8	2	8	16
9 - 12	5	20	36
13 - 17	5	20	56
18 - 25	5	20	76
26 - 36	6	24	100

Fig. 3.15. Zona de Nansa-Cabanzón (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Pb.

en el Anexo y se agrupan en las curvas de frecuencias (Fig. 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14).

### 3.3.2.2. Datos estadísticos

A partir de los resultados se ha realizado su tratamiento estadístico, desglosado en el conjunto total de las muestras y en las muestras con contenidos de Zn inferiores a 1.000 ppm., con el fin de poder observar la evolución de los distintos elementos para concentraciones de Zn normales y claramente anómalas (Tabla 6 y 7).

Los resultados del cálculo del valor de fondo y los umbrales de anomalía son los siguientes:

Elemento	Valor regional (ppm)	Umbral de anomalía (ppm)	
		Posible	Cierta
Pb	28	71	93
Zn	79	186	240
Fe	1,7%	4,1%	5,3
Mn	533	2.055	2.816
Ag	0,5	-	-
Cd	3	-	-
Hg	0,5	-	-

### 3.3.2.3. Resultados obtenidos

El cálculo estadístico revela una alta asociación de los elementos Pb, Zn, Ag, Cd, Hg para todo el conjunto de las muestras, que desaparece para las muestras con contenido inferior a 1.000 ppm en Zn (Tabla 6). Se observa también una asociación entre el Fe y el Mn que evolucionan totalmente diferenciados de la asociación definida anteriormente.

Para las muestras con valores de Zn inferiores a 1.000 ppm (Tabla 7) se observa un cambio en las distintas asociaciones:

STATISTICS OF DATA

BASED ON 32 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	
Pb	380.5610	6319931.0000	2513.9470	
Ag	.6707	.2977	.5456	
Cd	5.2256	309.0688	17.5804	
Fe	18363.4100	179946400.0000	13414.4100	
Mn	544.6707	563752.8000	750.8347	
Hg	.7238	2.0255	1.4232	
Zn	743.5000	18637450.0000	4317.1110	DEF. VARIABLE

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	Zn
Pb	1.0000	.9245	.9220	.0000	.0000	.7050	.9943
Ag	.9245	1.0000	.8721	.0000	.0000	.7095	.9204
Cd	.9220	.8721	1.0000	.0000	.0000	.7704	.9487
Fe	.0000	.0000	.0000	1.0000	.8487	.4270	.0000
Mn	.0000	.0000	.0000	.8487	1.0000	.3713	.0000
Hg	.7050	.7095	.7704	.4270	.3713	1.0000	.7266
Zn	.9943	.9204	.9487	.0000	.0000	.7266	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	1.404062	.9314
Ag	-223.062400	.0116
Cd	52.217150	.5222
Fe	.002678	.0000
Mn	-.124057	.0151
Hg	33.122510	.0000

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
80.329830	.9958	.9955	290.7979

TABLA 6

STATISTICS OF DATA

BASED ON 78 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	DEP.VARIABLE
Pb	38.9872	2362.0650	48.6011	
Ag	.5897	.0373	.1931	
Cd	3.2244	47.0626	6.8602	
Fe	17653.8500	154671400.0000	12436.7000	
Mn	533.2308	580366.4000	761.8179	
Hg	.5071	.7393	.8598	
Zn	157.5256	147147.2000	383.5977	

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	Zn
Pb	1.0000	.0000	.3094	.7375	.8123	.7054	.4685
Ag	.0000	1.0000	.2064	.0000	.0000	.0000	.1669
Cd	.3094	.2064	1.0000	.0000	.0938	.6247	.9529
Fe	.7375	.0000	.0000	1.0000	.8991	.4686	.1341
Mn	.8123	.0000	.0938	.8991	1.0000	.5246	.1992
Hg	.7054	.0000	.6247	.4686	.5246	1.0000	.7085
Zn	.4685	.1669	.9529	.1341	.1992	.7085	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	2.403861	.2920
Ag	16.620870	.0000
Cd	46.913410	.8784
Fe	-.000225	.0000
Mn	-.085093	.0621
Hg	27.090800	.0095

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
-61.648120	.9511	.9469	88.3541

TABLA 7

- El Zn reduce sensiblemente su asociación con el Pb, aunque la mantiene con el Cd y el Hg.
- El Pb, a la vez que disminuye su unión con el Zn, empieza a evolucionar paralelamente al Fe y Mn que continúan estando fuertemente asociados.
- La Ag disminuye radicalmente su contenido en este intervalo.
- El Hg continúa relacionado tanto con el Pb como con el Zn, si bien sus coeficientes de correlación son algo inferiores.
- El Cd continúa fuertemente asociado al Zn y algo menos al Hg, disminuyendo sensiblemente con respecto al resto de los elementos.

Se puede indicar la presencia de una zona con altas anomalías en Zn (Pb), representante posiblemente de una paragénesis hidrotermal de media-baja temperatura y que se sitúa en la parte occidental de la zona, como muestra los mapas de isocontenidos (Mapas 3.11, 3.12, 3.13, 3.14).

La distancia entre perfiles y la ausencia de puntos fuertemente anómalos en los perfiles situados hacia el E hace difícil una correlación entre los mismos, definida en torno a una, o varias fracturas.

### **3.3.3. Geoquímica de rocas**

La prospección geoquímica de rocas en la zona se ha realizado con un perfil compuesto por 5 muestras (nº 1-5).

Su localización está próxima al perfil nº 4 de suelos. Su elección en este lugar se debe al afloramiento de dolomías de edad Gargasiense a las que se relaciona, en el contexto minero regional, como caja de las mineralizaciones de Pb-Zn.

Se han analizado para Pb, Zn, Cd, Mg, Mn, Fe, Hg, dando valores normales para este tipo de rocas.

### 3.4. ZONA DE NANSA-CABANZON (red de drenaje)

Esta zona se sitúa en la provincia de Santander, muy próxima al límite con Asturias, comprendiendo la parte SO de la hoja del MTN Nº 33 y la NO de la Nº 57. La carretera comarcal 6314 divide la zona en dos mitades casi simétricas.

La orografía es muy abrupta, propiciada por el río Nansa que circula profundamente encajado en los materiales carbonatados de la zona, lo cual provoca que se salven desniveles mayores de trescientos metros en apenas 2 Km.

Según los datos del Mapa Hidrogeológico Nacional E 1:1.000.000 la zona presenta una elevada pluviosidad, que ronda los 700 mm. al año, y desagua por el río Nansa, que forma un gran meandro, condicionado por el cierre de un pliegue que hace aflorar los materiales carbonatados del Aptense. El profundo encajamiento del río en los materiales carbonatados induce pequeños arroyos y vaguadas de elevada pendiente que descargan en él sus aportes. La escasa altitud del río al atravesar la zona de estudio provoca la entrada del mar, dándole un carácter de ría.

#### 3.4.1. **Trabajos realizados**

El diseño de la red de muestreo para la zona de Nansa-Cabanzón ha originado su prospección con 25 muestras (nº 148-172) (Mapa 3.15).

El muestreo ha estado condicionado, en parte, por la elevada pendiente que presentaban algunos arroyos y que provoca gran escasez de aluvión.

La presencia de abundantes términos detríticos en las proximidades del macizo calcáreo provoca que, a pesar de situar puntos de desmuestra en carbonatos, el sedimento tenga en numerosas ocasiones una mezcla de aportes detríticos y carbonatados.

### 3.4.2. Datos estadísticos

Los resultados procedentes del análisis por absorción atómica para Pb, Zn, Cd, Ba, se han tratado estadísticamente, calculando la media y desviación típica de cada elemento. En base a ellas se han obtenido los valores de fondo y el umbral de anomalía, que son los siguientes (p.p.m.):

Elemento	Valor de fondo	Anomalía	
		Probable	Cierta
Zn	37	70	100
Pb	17	35	45
Ba	570	650	700

El Cd no se ha considerado, ya que gran número de muestras se encuentran por debajo del límite de detección (1p.p.m.).

Las curvas de frecuencia de los distintos elementos se muestran en las Fig. 3.15, 3.16, 3.17.

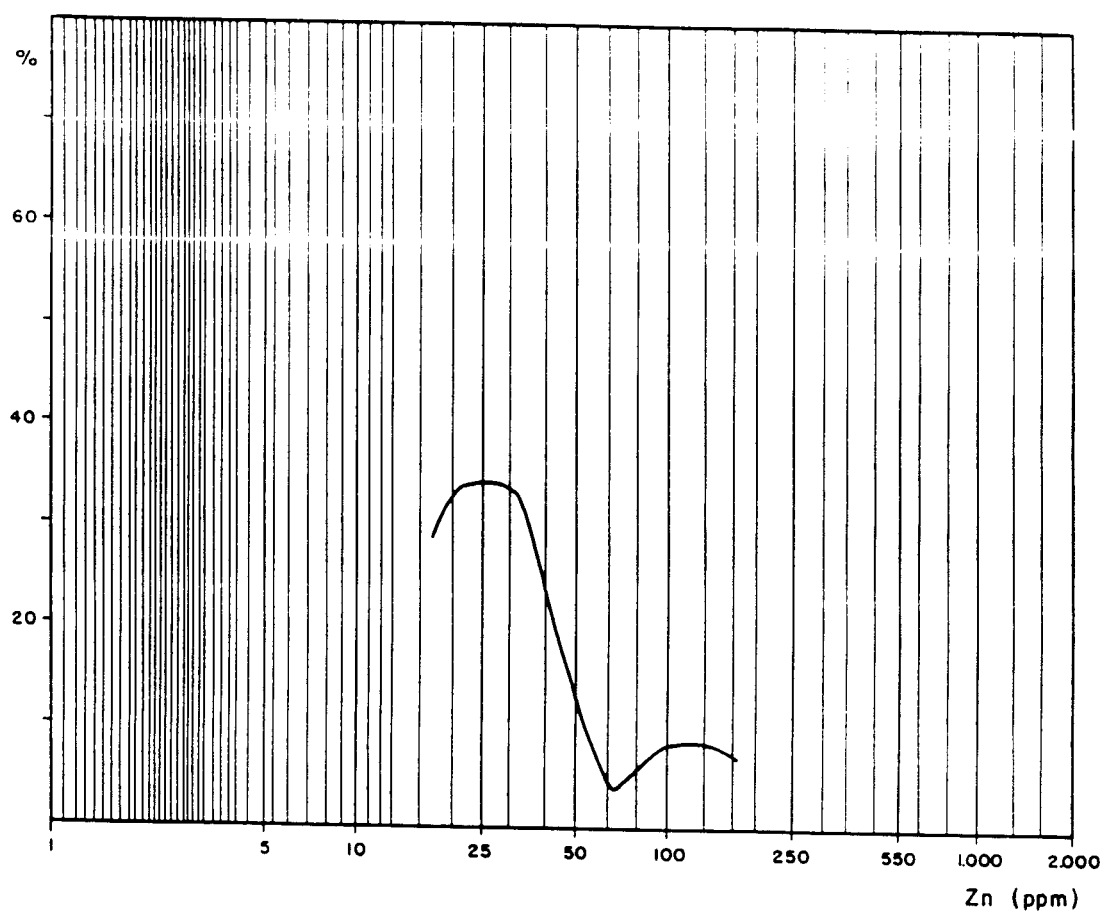
### 3.4.3. Resultados obtenidos

El tratamiento estadístico diferencia un conjunto bimodal (Fig 3.16) y ha permitido localizar dos puntos anómalos en Zn (nº 150 y 148) que corresponden a dos muestras situadas a distintas alturas de un mismo arroyo (Mapa 3.16).

La muestra Nº 163 corresponde a un punto anómalo en Ba.

### 3.4.4. Valoración de resultados

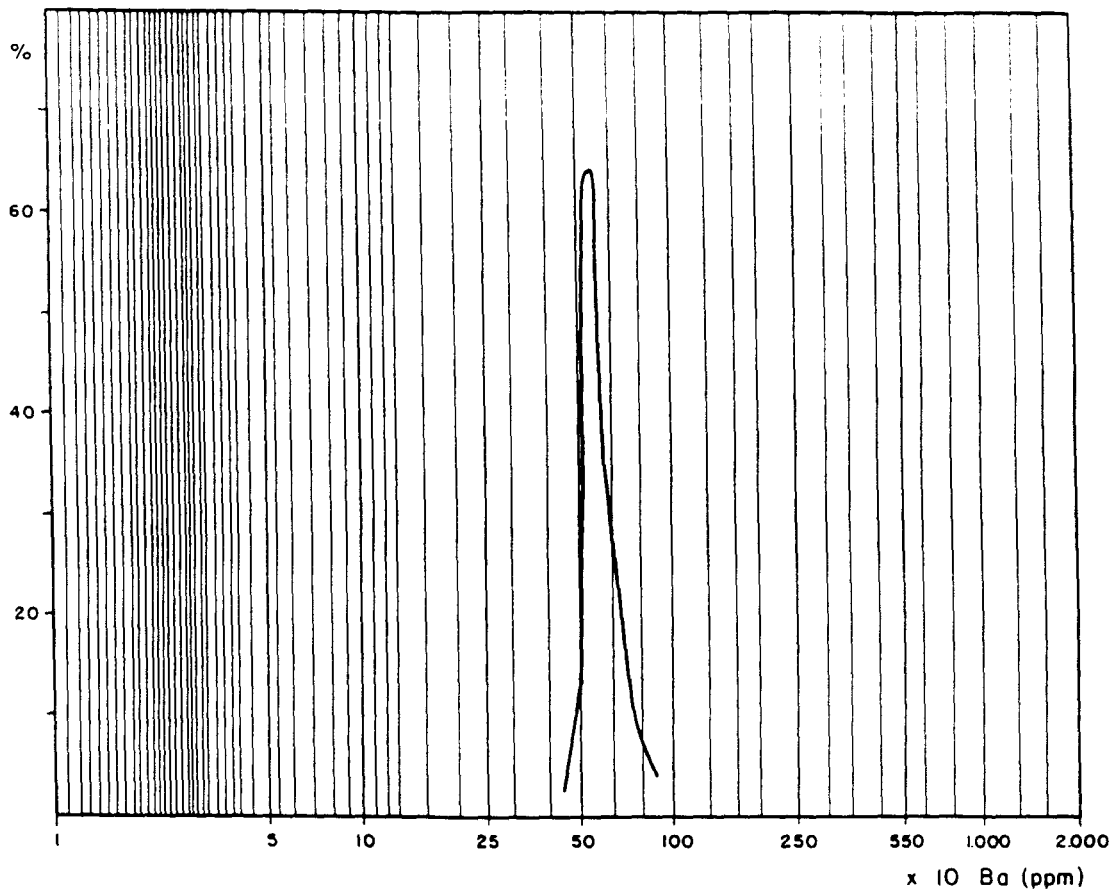
Como se ha indicado anteriormente las dos muestras anómalas en Zn están asociadas al mismo arroyo que se sitúa en las proximidades de un indicio de Pb-Zn ya conocido. Este hecho es lo que ha inducido a no entrar a valorar la zona con más detalle mediante geoquímica de suelos.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
15 - 21	8	32	-
22 - 30	8	32	64
31 - 45	4	16	70
46 - 65	1	4	74
66 - 96	2	8	92
97 - 139	2	8	100

Fig. 3.16. Zona de Nansa-Cabanzón (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Zn.





Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
416 - 500	3	12	12
501 - 600	16	64	76
601 - 730	5	20	96
731 - 890	1	4	100

Fig. 3.17. Zona de Nansa-Cabanzón (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Ba.

### 3.5. ZONA DE COMILLAS (red de drenaje)

La Zona de Comillas se encuentra situada en la hoja del M.T.N. nº 33 (Comillas) entre los kilómetros 18 y 24 de la Carretera Comarcal 6316 e incluyendo las localidades de Comillas y de Ruiloba.

Presenta una orografía suave, formada por pequeñas lomas, que se alternan con vaguadas poco profundas y amplias en la parte oriental, que son sustituidas hacia el oeste (proximidades de Comillas) por vaguadas que se encajan en materiales de carácter siliciclástico, que han sustituido a las series carbonatadas de la zona oriental.

Esta evolución geológica de materiales va a condicionar la red de drenaje, prácticamente inexistente en la zona oriental, por el desarrollo importante de dolinas. Hacia el centro se disponen amplias vaguadas, con cursos secos relacionados con materiales dolomíticos y que evolucionan a redes jerarquizadas bien desarrolladas al entrar en las facies arenosas de la zona occidental.

La escasa altitud de la zona provoca una precipitación anual no muy elevada (si se considera el contexto regional) que se sitúa por debajo de los 500 mm (según el Mapa Hidrológico Nacional E 1.1.000.000).

#### 3.5.1. **Trabajos realizados**

Se ha diseñado y prospectado una red de muestreo de drenaje con 23 muestras (nº 173-195), de las cuales 18 corresponden a un entorno calcáreo y 5 a un contexto siliciclástico (Mapa 3.17).

Las muestras han sido analizadas, para los elementos Pb, Zn, Cd, Ba, mediante el método de absorción atómica.

### 3.5.2. Datos estadísticos

El conjunto de los valores de las concentraciones de Pb, Zn, Cd y Ba para las muestras de la zona, indicado en el Anexo, se ha sometido a tratamiento estadístico, calculando la media y la desviación típica. La presencia de algún valor fuertemente anómalo ha aconsejado recalcular dichos parámetros eliminando estos valores claramente anómalos y así estimar el valor de fondo y el umbral de anomalía que se establece en:

Elemento	Valor regional (ppm)	Umbral de anomalía (ppm)	
		Posible	Cierta
Pb	35	55	65
Zn	55	110	140
Ba	650	900	1.050

Asimismo, se han calculado y representado las curvas de frecuencia para dichos elementos (Fig. 3.18, 3.19, 3.20).

### 3.5.3. Resultados obtenidos

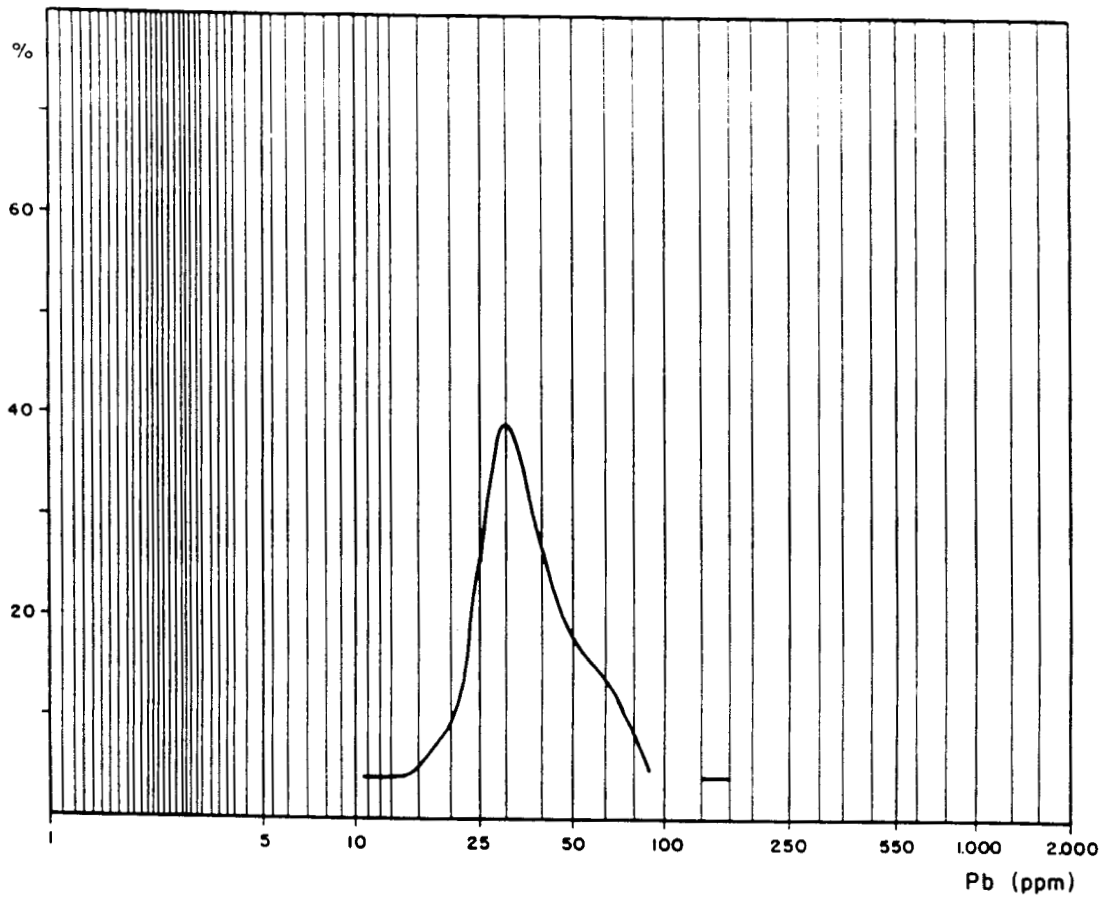
Se han detectado en esta zona un punto fuertemente anómalo (muestra 174), al que se asocian otros dos menos definidos (nº 173, 175), así como otros cuatro puntos con valores anómalos (nº 179, 189, 194, 195; Mapa 3.18).

Las anomalías son claras para el Zn, al que en ocasiones acompaña el Pb.

El Ba no presenta ningún punto anómalo en la zona.

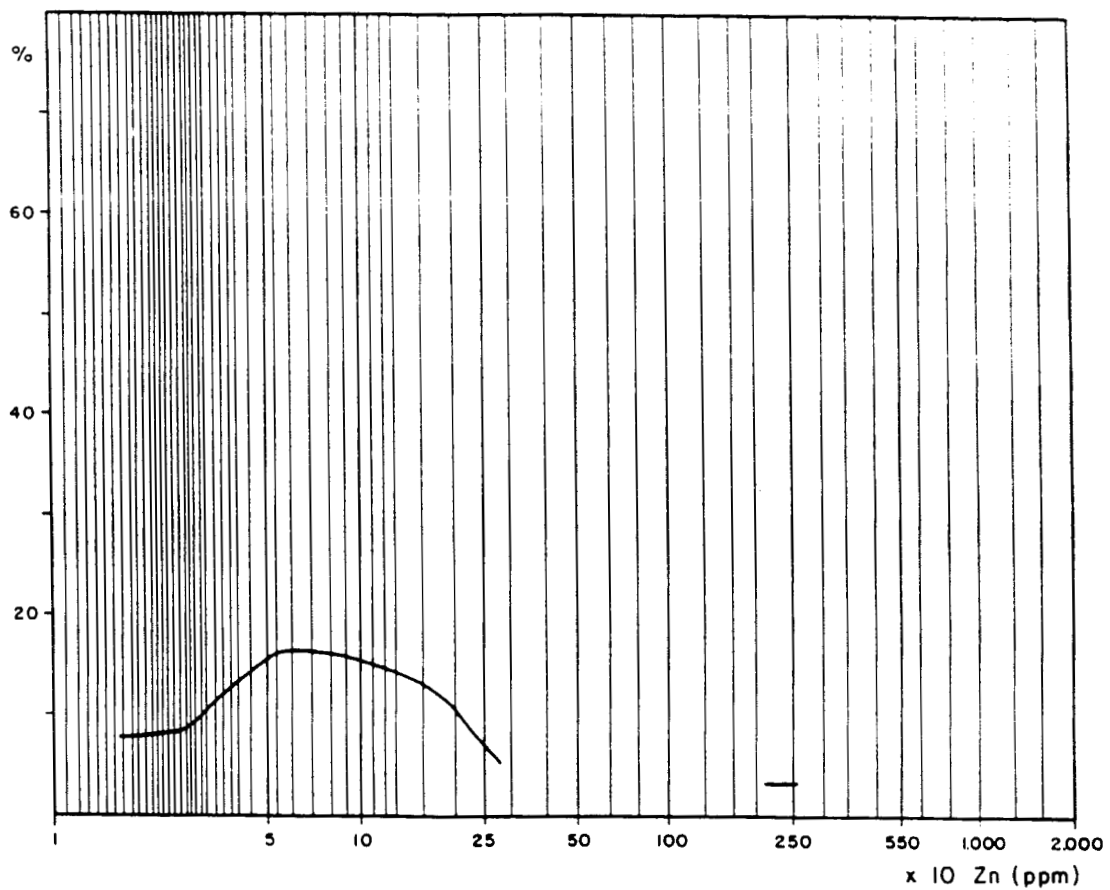
### 3.5.4. Valoración de los puntos anómalos

La principal zona anómala viene definida por la muestra de drenaje nº 174, con valores de Zn superiores a 2.500 ppm, a la que se asocian las muestras 173 y 175. Esta fuerte anomalía no encaja en el contexto minero



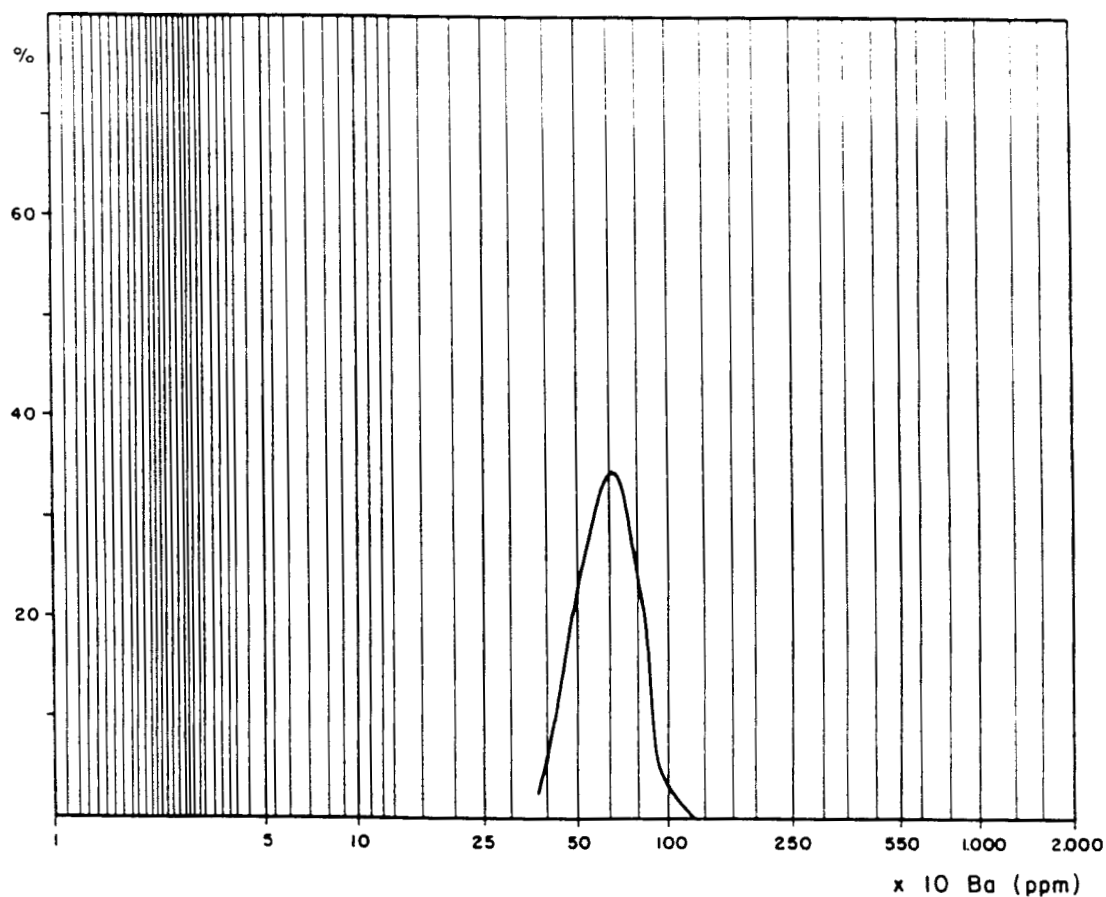
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
9 - 12	1	4,34	-
13 - 17	1	4,34	8,68
18 - 25	3	13,04	20,05
26 - 36	9	39,1	61,15
37 - 52	5	21,73	82,88
53 - 79	3	13,04	95,92
80 - 115	-	-	-
116 - 165	1	4,34	100,20

Fig. 3.18. Zona de Comillas (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
15 - 21	2	8,69	-
22 - 30	2	8,69	17,38
31 - 45	3	13,04	30,42
46 - 65	4	17,39	47,81
66 - 95	3	13,04	60,85
96 - 139	3	13,04	73,89
140 - 200	3	13,04	86,93
201 - 300	2	8,69	95,62
1.900 - 2.700	1	4,34	99,96

Fig. 3.19. Zona de Comillas (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
343 - 415	1	4,34	-
416 - 500	2	8,69	13,03
501 - 604	8	34,78	47,81
606 - 739	6	26,086	73,89
740 - 890	5	21,73	95,62
891 - 1.060	1	4,34	99,9

Fig. 3.20. Zona de Comillas (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Ba.

regional, ya que se sitúa en una zona de arenas de edad Albiense. En la valoración de campo que se realizó se pudo comprobar que la anomalía está relacionada con procesos de carácter antrópico, ya que era frecuente emplear material procedente de escombreras de explotaciones de Pb, Zn (próximas a la zona de estudio) como firme para los caminos de la región.

Esta característica, y la dispersión geográfica de la anomalías, hace que la valoración de las zonas anómalas se tenga que realizar con un especial cuidado, no considerándose oportuno entrar a valorar las mismas con una fase táctica (geoquímica de suelos) en el presente Proyecto.

### 3.6. ZONA DE LA SECADA (MATIENZO)

Esta zona se sitúa en el NE de la hoja del Mapa Topográfico Nacional nº 59 (Villacarriedo) rebasando sus límites hacia las hojas nº 35 (Santander), 36 (Castro Urdiales) y 60 (Valmaseda).

Se trata de una zona muy abrupta, con alturas máximas que llegan a superar los 800 m., que contrastan con las zonas bajas (fondo de los valles), que apenas superan los 100 m., salvándose esos desniveles en ocasiones mediante paredes semiverticales.

Geomorfológicamente el valle de Matienzo-La Secada se corresponde con un "poljoe" por el fondo del cual circulan dos ríos (Matienzo y Careahueza) que nuevamente vuelven a ser absorbidos por sumideros en las calizas. A lo largo de su recorrido van recibiendo tributarios que no son otra cosa que abruptas vaguadas por las que el agua se encauza en épocas de lluvia, pasando a estar secas el resto del tiempo.

La gran potencia de la serie calcárea presente en esta zona provoca un importante desarrollo cárstico del que dan cuenta las numerosas simas y cuevas presentes.

Cabe señalar la presencia de abundantes "bancos arenosos", algunos de gran potencia intercalados entre las calizas y dolomías, que corresponden a depósitos sedimentarios dentro del edificio cárstico. En ocasiones se llega a observar la presencia de estratificaciones cruzadas, lo que da idea de la amplitud de los canales del carst.

Al ser la primera barrera que se ofrece a los vientos procedentes del océano, estos descargan gran parte de la humedad provocando en la zona una precipitación anual próxima a los 900 mm.



### 3.6.1. **Prospección geoquímica de la red de drenaje**

#### 3.6.1.1. Trabajos realizados

El barrido sistemático de la zona de Matienzo-La Secada se ha realizado mediante 70 muestras (nº 196-265) Mapa 3.19.

A pesar de tratarse de una zona fundamentalmente calcárea, la presencia en las partes altas de alternancias de calizas con facies arenosas provoca que los arroyos presenten algún transporte de tipo aluvionar que se deposita en las proximidades de los sumideros cársticos, siendo las muestras tomadas en estos sitios clasificadas como suelos sobre coluvión o bien muestras de coluvión.

La presencia del nivel de base del carst en el núcleo de los valles hace que por éstos circulen ríos relativamente caudalosos, en los que el muestreo se ha realizado sobre el lecho vivo del aluvión. Es de destacar el hecho de que entre los sedimentos arrastrados por estos ríos se encuentran clastos de una costra ferruginosa.

Las muestras prospectadas se han analizado para los elementos Pb, Zn, Cd y Ba por el método de absorción atómica, según los objetivos indicados para las zonas anteriores. Casi el 90% de las muestras no supera el límite de detección analítica en Cd (1 p.p.m.).

#### 3.6.1.2. Datos estadísticos

El conjunto de resultados obtenidos del análisis químico (ver Anexo) se ha tratado estadísticamente, obteniendo los valores medios y desviación típica de cada elemento y a partir de ellos calculando los valores de fondo y umbrales de anomalía, que corresponden a los siguientes (p.p.m.):

Elemento	Valor de fondo	Anomalía	
		Posible	Cierta
Pb	250	49	61
Zn	40	70	88
Ba	450	620	700

Se han calculado la frecuencia de las distintas concentraciones para diversos intervalos y representado las curvas de frecuencia de cada elemento (Fig. 3.21, 3.22, 3.23).

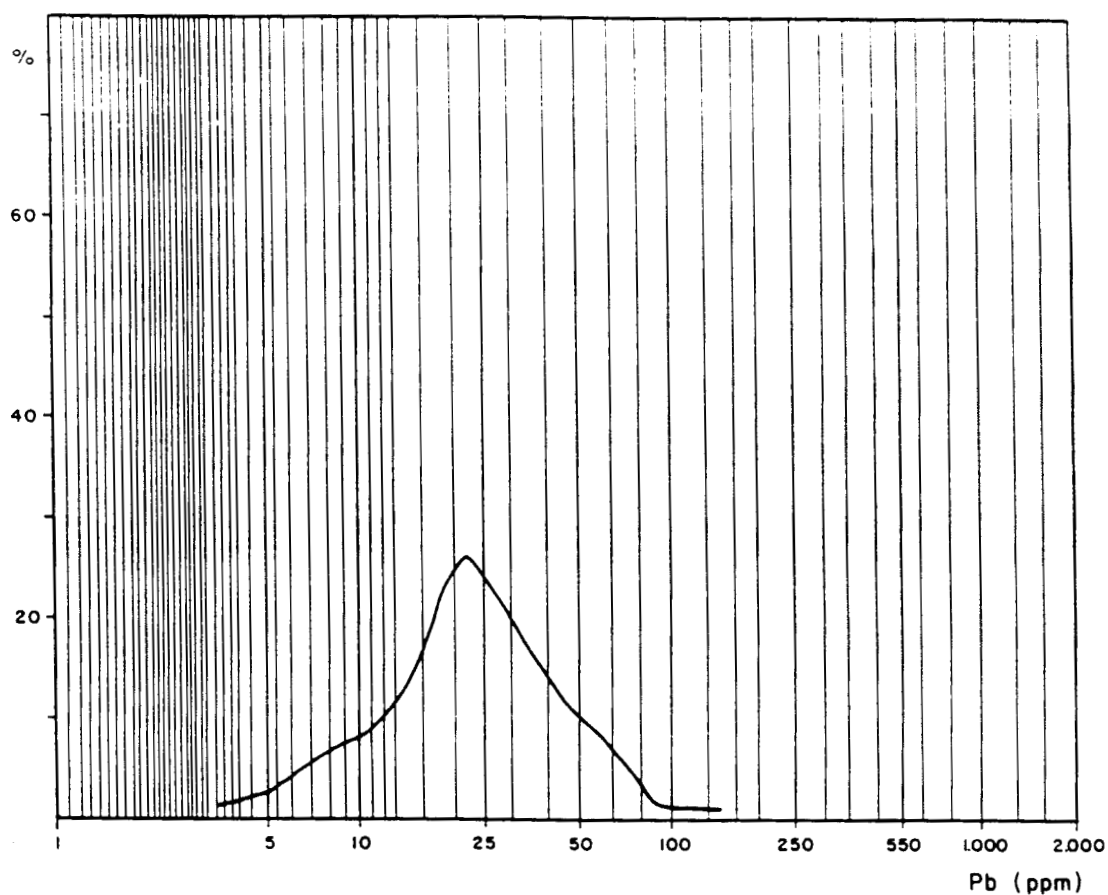
#### 3.6.1.3. Resultados obtenidos

Se han identificado dos puntos claramente anómalos (muestras de drenaje 252 y 256) tanto para Pb como para Zn, a los que se pueden unir otros tres algo anómalos en Zn y cuatro ligeramente anómalos en Pb (Mapa 3.20).

#### 3.6.1.4. Valoración de los puntos anómalos

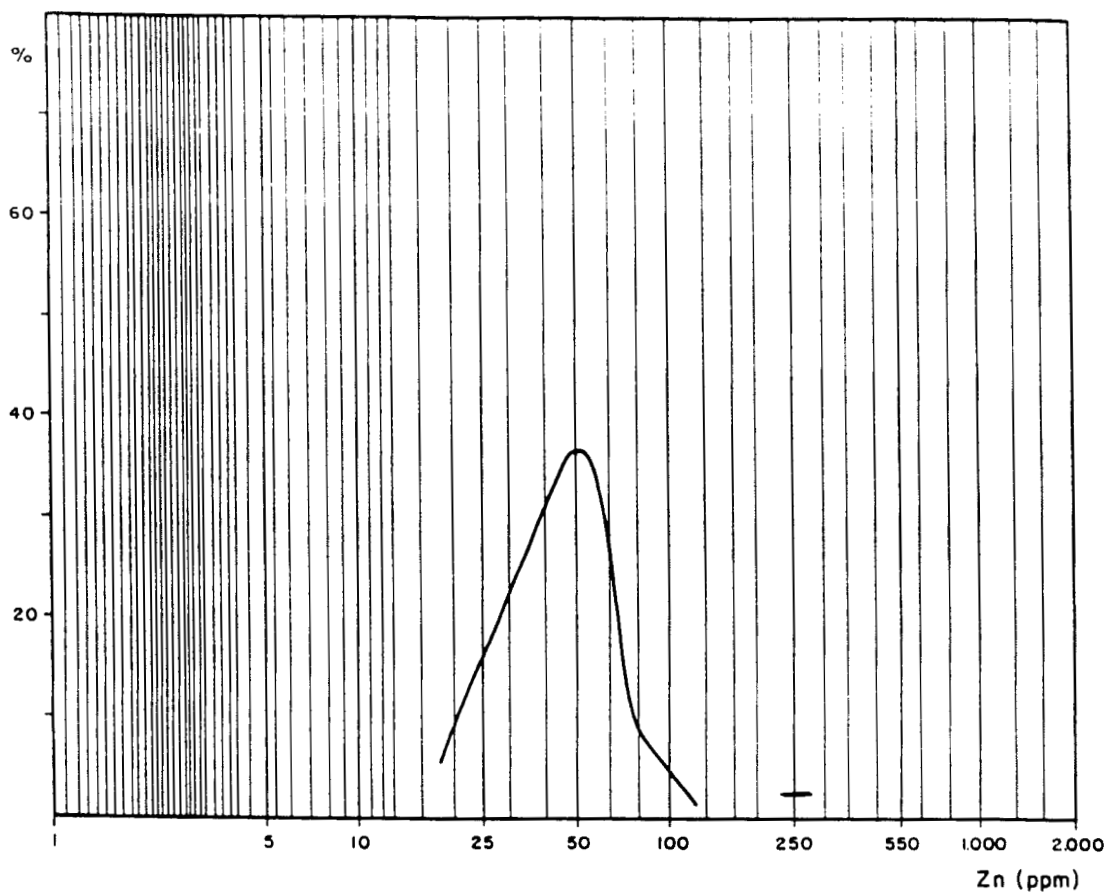
De los dos puntos claramente anómalos, uno de ellos (muestra 256) se encuentra situado en materiales clásticos de facies "weald" sin un claro contexto geominero regional por lo que ha sido valorado mediante muestras de comprobación.

El otro punto (muestra 252) se encuentra en materiales carbonatados de edad Aptiense (Gargasiense) y en el entorno de la muestra se localiza una importante fractura que por su dirección puede ser asimilable a la familia de fracturas que han dado mineralización en La Cavada (no muy alejada de la zona de estudio). Este hecho y la importante cuña dolomítica existente en la zona, cortada por la fractura, es lo que ha motivado a considerar la zona como interesante para una valoración posterior mediante geoquímica de suelos.



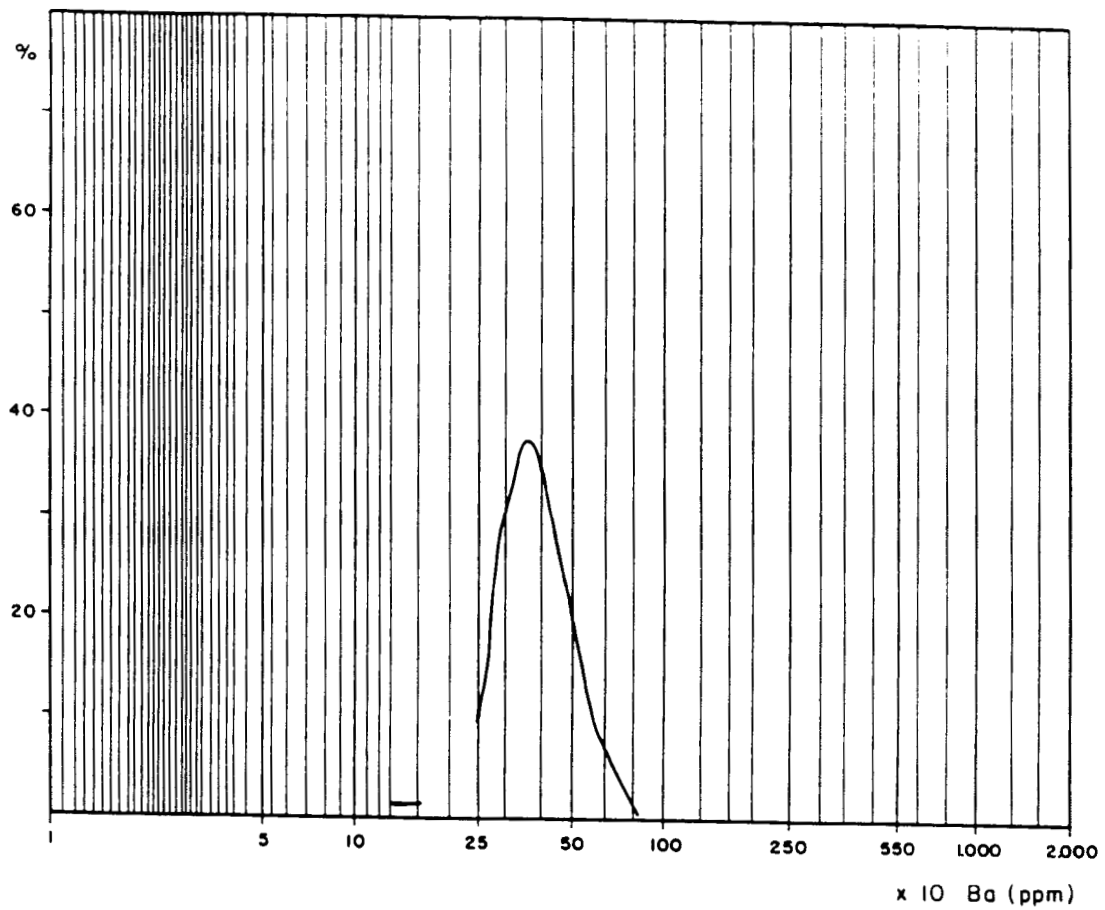
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
2,9 - 4,0	1	1,4	-
4,1 - 5,9	2	2,85	4,25
6,0 - 8	4	5,71	9,96
9 - 12	6	8,57	18,53
13 - 17	10	14,28	32,81
18 - 25	18	25,71	58,52
26 - 36	14	20	78,52
37 - 52	8	11,42	89,94
53 - 79	5	7,14	97,08
80 - 115	1	1,4	98,48
116 - 165	1	1,4	99,88

Fig. 3.21. Zona de La Secada (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
15 - 21	4	5,71	-
22 - 30	13	18,57	24,28
31 - 45	18	25,71	49,99
46 - 65	26	37,14	87,13
66 - 96	6	8,57	95,7
97 - 139	1	1,42	97,12
140 - 200	-	-	-
201 - 300	2	2,85	99,97

Fig. 3.22. Zona de La Secada (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
135 - 164	1	1,42	-
343 - 415	26	37,14	38,56
416 - 500	19	27,14	65,70
501 - 600	17	24,28	89,95
601 - 730	6	8,57	98,52
731 - 890	1	1,42	99,94

Fig. 3.23. Zona de La Secada (red de drenaje). Curva de frecuencias del contenido en Ba.

### 3.6.2. Geoquímica de suelos

Como se ha indicado en el apartado anterior, los perfiles se han localizado en el entorno de la muestra 252 y con una dirección aproximada N-150°E (Mapa 3.21).

En esta zona el desarrollo edáfico está fuertemente asociado a la litología. Así, la alternancia de materiales carbonatados y arenosas provoca el desarrollo de suelos en los que se asientan prados (arenas) que se alternan con suelos muy poco desarrollados o inexistentes (carbonatos) donde la vegetación ha desaparecido.

En general, la cubierta edáfica presenta muy poco desarrollo, estando el horizonte A muy reducido y pasando, al profundizar 30-40 cm., a las arenas. En las calizas el suelo no suele tener más de 20 cm. de potencia.

En las zonas carbonatadas es importante la presencia de dolinas, en cuyo fondo se aprecia un pequeño desarrollo edáfico sobre arcillas de descalcificación.

#### 3.6.2.1. Trabajos realizados

Con 199 muestras se han realizado tres perfiles de desmuestra en suelos con una dirección aproximada N-150°E, situados topográficamente por encima de la muestra de drenaje 252.

La elección de la dirección de los mismos está relacionada con la presencia de una fractura (posiblemente mineralizante?) a la que corta perpendicularmente.

Las características de los perfiles son:

	<b>Nº Muestras</b>	<b>Orientación</b>	<b>Longitud (m)</b>
P - 1	1 - 33	N - 190°E	850 (aprox.)
P - 2	34 - 66	N - 150°E	850 (aprox.)
P - 3	67 - 99	N - 160°E	850 (aprox.)

La mayor dificultad en la prospección ha correspondido al P-2, ya que en su parte central presenta una elevada pendiente que influye notablemente en el desarrollo edáfico.

Las muestras prospectadas se han analizado mediante absorción atómica para los elementos Pb, Zn, Cd, Ag, Fe, Mn y Hg.

### 3.6.2.2. Datos estadísticos

Los resultados de los análisis han sido tratados estadísticamente, calculándose la media, desviación típica y los coeficientes de correlación simple, así como los coeficientes de regresión (Tabla 8). El conjunto de los parámetros procedentes del cálculo de regresión múltiple se listan en el Anexo. Casi el 90% de las muestras no superan el límite de detección analítica en Ag (1 p.p.m.).

Con estos datos se han calculado los valores de fondo regional y los umbrales de anomalía que son los siguientes (p.p.m.):

<b>Elemento</b>	<b>Valor de fondo</b>	<b>Anomalía</b>	
		<b>Posible</b>	<b>Cierta</b>
Pb	16	34	38
Zn	31	64	81
Fe	1.5%	3.1%	3.9%
Mn	244	950	1.200
Ag	-	-	-
Cd	1,6	-	-
Hg	0,1	-	-

STATISTICS OF DATA

BASED ON 99 OBSERVATIONS

VARIABLE	AVERAGE	VARIANCE	STANDARD DEVIATION	
Pb	15.7071	85.6174	9.2530	
Ag	.5556	.0249	.1579	
Cd	1.6061	.7208	.8490	
Fe	15420.2000	76907160.0000	8769.6730	
Mn	244.9798	132975.3000	364.6578	
Hg	.1045	.0055	.0739	
Zn	30.5859	303.2451	17.4139	DEP.VARIABLE

SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS

VARIABLE	Pb	Ag	Cd	Fe	Mn	Hg	Zn
Pb	1.0000	.0000	.2618	.4435	.6859	.0000	.6014
Ag	.0000	1.0000	.0000	.0000	-.0643	.0000	.0000
Cd	.2618	.0000	1.0000	.7217	.6322	.2325	.4925
Fe	.4435	.0000	.7217	1.0000	.6951	.1303	.5644
Mn	.6859	-.0643	.6322	.6951	1.0000	.0000	.6407
Hg	.0000	.0000	.2325	.1303	.0000	1.0000	.1643
Zn	.6014	.0000	.4925	.5644	.6407	.1643	1.0000

INDEPENDENT VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	PARTIAL DETERMINATION COEFFICIENT
Pb	.636807	.0894
Ag	2.393644	.0000
Cd	2.398899	.0000
Fe	.000280	.0045
Mn	.011596	.0200
Hg	30.543550	.0189

REGRESSION CONSTANT	R SQUARE	R BAR SQUARE	STANDARD ERROR OF ESTIMATE
5.043853	.5261	.4952	12.3726

TABLA 8



Las Fig. 3.24, 3.25, 3.26, 3.27 representan las curvas de frecuencia de los distintos elementos.

### 3.6.2.3. Resultados obtenidos

La zona presenta algún punto anómalo, aunque poco importante, como muestran los mapas de isolíneas (Mapas 3.22, 3.23, 3.24, 3.25).

Se aprecia una cierta interdependencia entre el Pb, Zn, Fe y Mn, siendo el Mn el que más ligado se encuentra tanto al Pb como al Zn. Esto puede estar relacionado con el importante papel que juega el Mn como elemento coprecipitador.

Tanto la Ag como el Hg presentan valores muy bajos y apenas relacionables con los elementos anteriores.

El Cd también acusa la asociación con el Fe y Mn y en menor grado con el Zn.

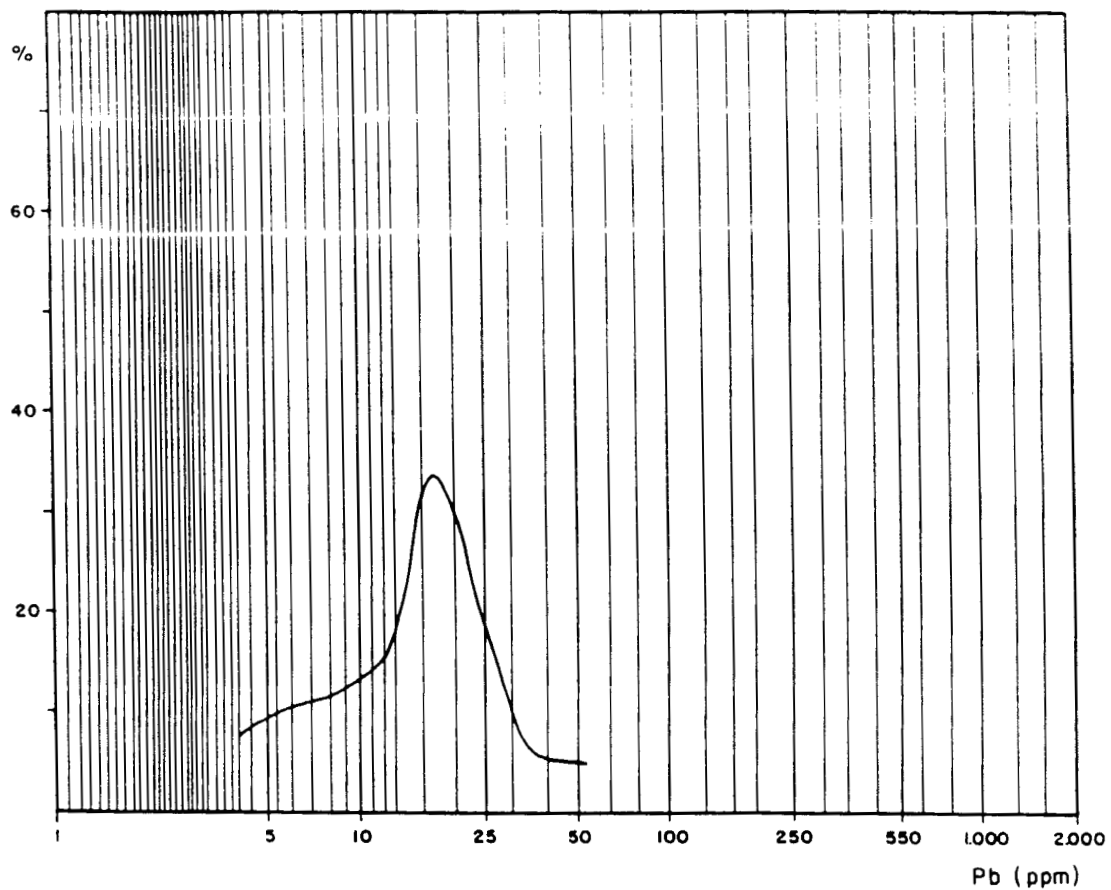
### 3.6.3. **Prospección geoquímica de rocas**

En esta zona se ha realizado un muestreo de rocas con un total de 7 muestras (nº 6-12), situadas en la "collada de Esquito", en las inmediaciones del Puerto de Varas.

El muestreo se ha realizado perpendicularmente a la fractura indicada en apartados anteriores, muestreando calizas, dolomías y zonas recristalizadas (núcleo de la fractura).

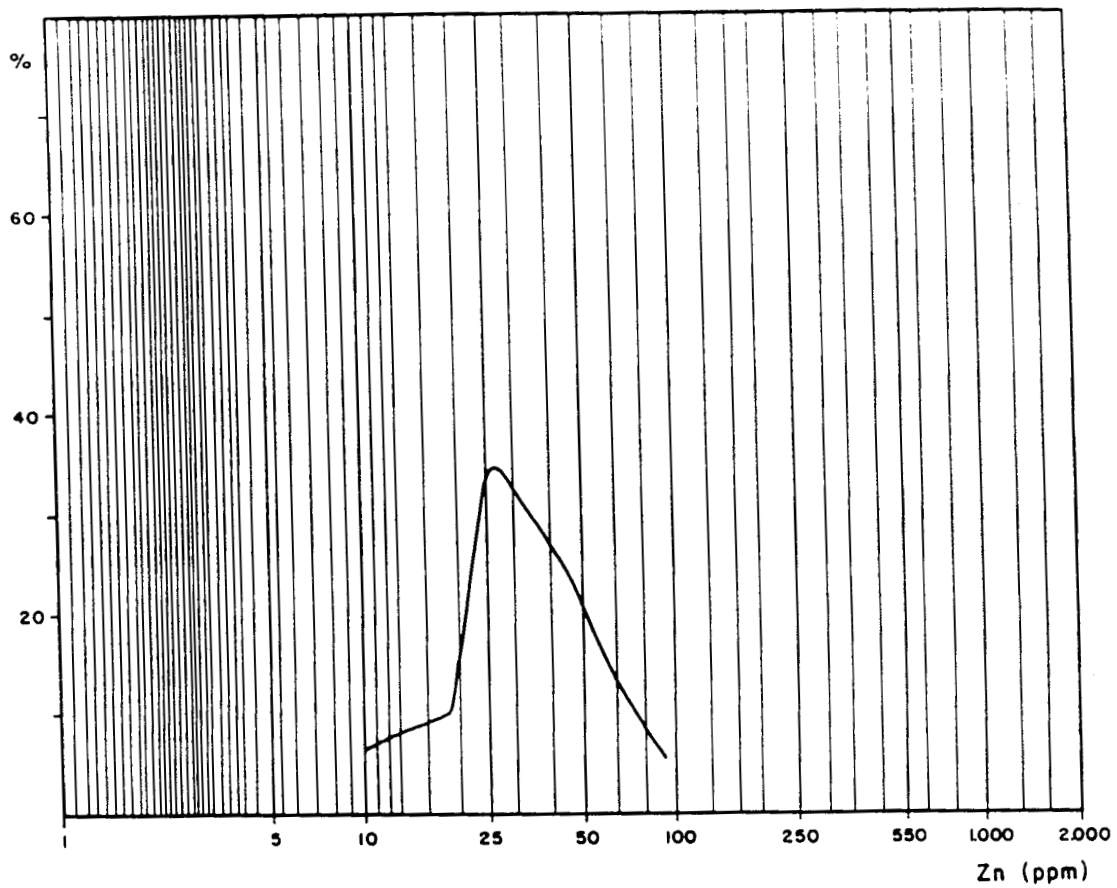
Las muestras se han triturado y analizado por absorción atómica para los elementos Pb, Zn, Cd, Fe, Mg, Mn y Hg.

Dado el escaso número de muestras para someterlas a tratamiento estadístico, este se ha realizado con el conjunto de muestras de rocas de otras zonas (Medio Cudeyo y Prellezo), cuyo listado aparece en el Anexo .



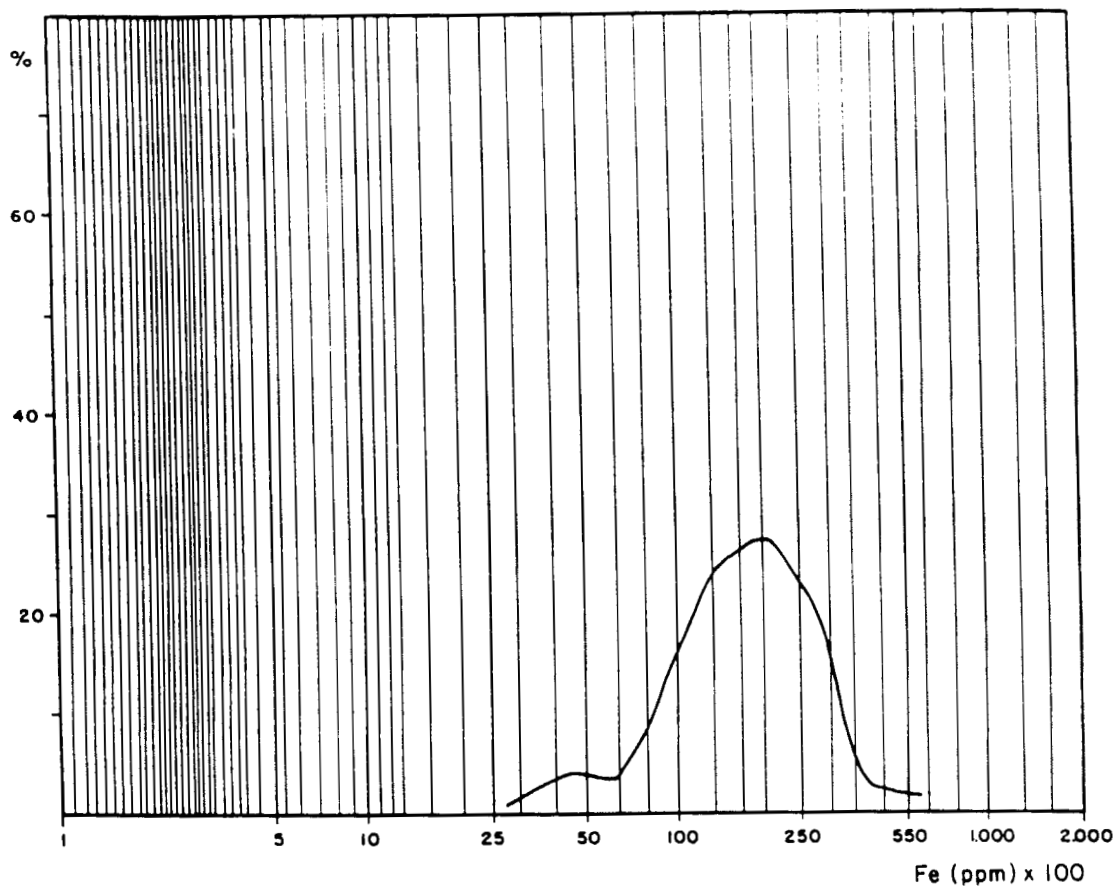
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
1,8 - 2,8	1	1,01	-
2,9 - 4,0	7	7,07	8,08
4,1 - 5,9	10	10,10	18,18
6 - 8	3	3,03	21,21
9 - 12	15	15,15	36,36
13 - 17	33	33,33	69,69
18 - 25	19	19,19	88,89
26 - 36	6	6,06	94,94
37 - 52	5	5,05	99,99

Fig. 3.24. Zona de La Secada (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Pb.



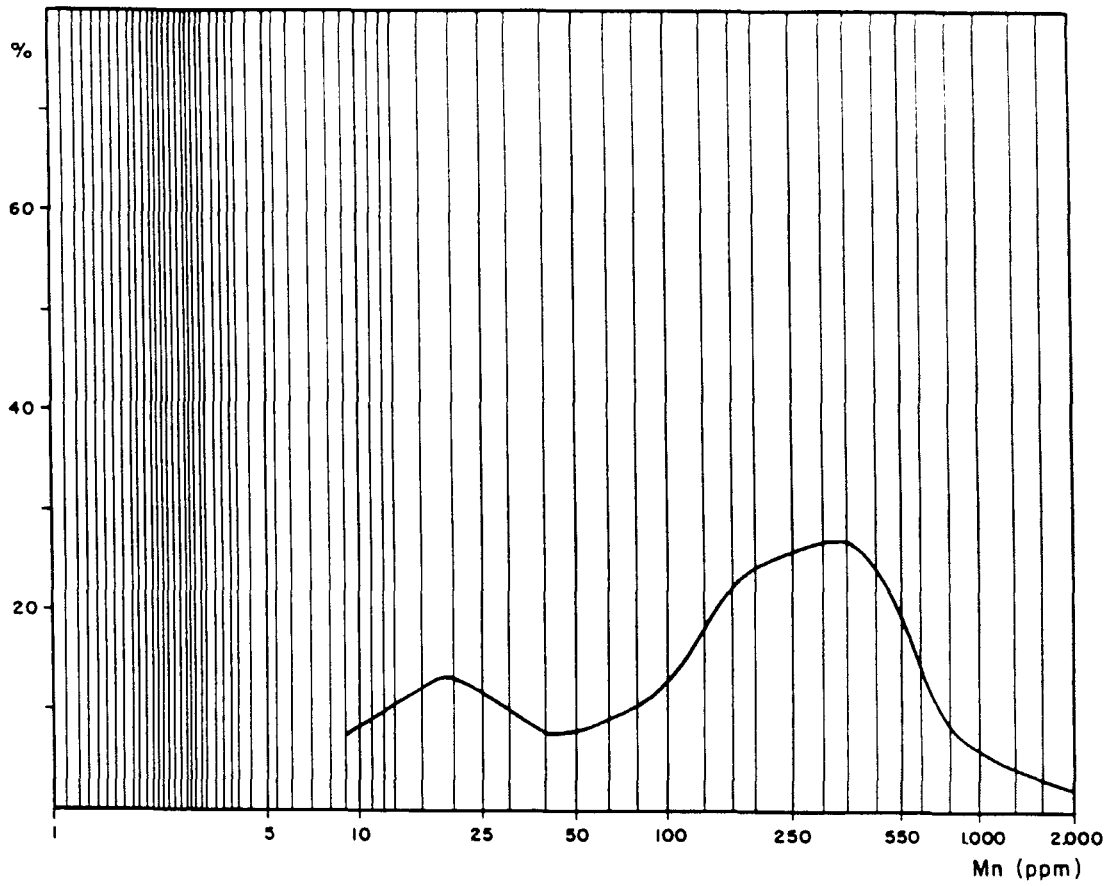
Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
0 - 10	6	6,06	-
10 - 14	8	8,08	14,14
15 - 18	9	9,09	23,23
19 - 30	34	34,34	57,57
31 - 44	24	24,24	81,81
45 - 65	13	13,13	94,94
66 - 96	5	5,05	99,99

**Fig. 3.25.** Zona de La Secada (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Zn.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
1.000 - 1.480	1	1,01	-
1.481 - 2.100	-	0	1,01
2.101 - 3.000	1	1,01	2,02
3.001 - 4.500	4	4,04	6,06
4.501 - 6.400	3	3,03	9,09
6.401 - 9.300	13	13,13	22,22
9.301 - 13.500	24	24,24	46,46
13.501 - 19.000	27	27,27	73,73
19.001 - 28.000	21	21,21	94,94
28.001 - 40.000	3	3,03	97,97
40.001 - 60.000	2	2,02	99,99

**Fig. 3.26.** Zona de La Secada (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Fe.



Contenido ppm	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
4,5 - 9	7	7,07	-
9,1 - 19	13	13,13	20,2
20 - 40	7	7,07	27,27
41 - 85	10	10,10	37,37
86 - 180	23	23,23	60,6
181 - 370	26	26,26	86,86
371 - 800	8	8,08	94,94
801 - 1.700	3	3,03	97,97
1.701 - 3.000	2	2,02	99,99

Fig. 3.27. Zona de La Secada (muestreo en suelos). Curva de frecuencias del contenido en Mn.

Los valores obtenidos no aportan ninguna información geoquímica-minera, ya que se trata de valores que pueden considerarse normales para este tipo de litología.

#### **3.6.4. Muestras de comprobación**

La muestra de drenaje 256 presenta valores de Pb y Zn claramente anómalos y sin embargo no se encuentra encuadrada en un contexto minero regional claro, por ello se entró a valorar en profundidad mediante cinco muestras de comprobación (nº 100-104).

Los arroyos que han sido prospectados para esta comprobación circulan sobre arenas de tonos rojizos, que en su parte más baja pasan a arenas moscovíticas de color grisáceo.

El análisis de las muestras revela valores anómalos o muy cercanos a la anomalía cierta de la zona.

Es preciso considerar que los umbrales de anomalía se han calculado para muestras fundamentalmente carbonatadas, por lo que estos valores podrían estar relacionados con un diferente valor de fondo en función de la litología.

#### 4. TELEDETECCION

Como elemento complementario se ha realizado un omero análisis por teledetección de las zonas de estudio. Se ha utilizado la imagen 202-030 del Thematic mappas (TM) de LANDSAT, con las bandas siguientes:

Banda	Longitud de onda	Espectro
1	0,45 - 0,52	Azul
2	0,52 - 0,60	Verde
3	0,63 - 0,69	Rojo
4	0,76 - 0,90	Infrarrojo visible
5	1,55 - 1,75	Infrarrojo visible
6	10,40 - 12,50	Infrarrojo térmico
7	2,08 - 2,35	Infrarrojo lejano

Se han realizado básicamente las siguientes combinaciones con la intención de discriminar las diferentes litologías y marcar los principales lineamientos:

- Bandas 1-2-3 (Azul-Verde-Rojo) utilizada como base de referencia geográfica.
- Combinaciones de bandas con los 5 y 7 como base para distinguir tipos de rocas y suelos.
- Principales componentes de las bandas 3-4-5-7 para separar tipos de suelos y minimizar la influencia de la vegetación.
- Sombrado Lambertiano sobre las bandas 5 y 7 para distinguir discontinuidades de importancia (fracturas y lineamientos).

El uso de estas técnicas ha permitido definir lineamientos no detectados por la cartografía convencional ni por la fotografía aérea. La descripción de estos sistemas se realiza en cada capítulo, dentro del apartado de tectónica.



Imagen general del área estudiada (45 x 45 km.). Obtenida a partir de las bandas del espectro visible de una imagen LANDSAT-5.





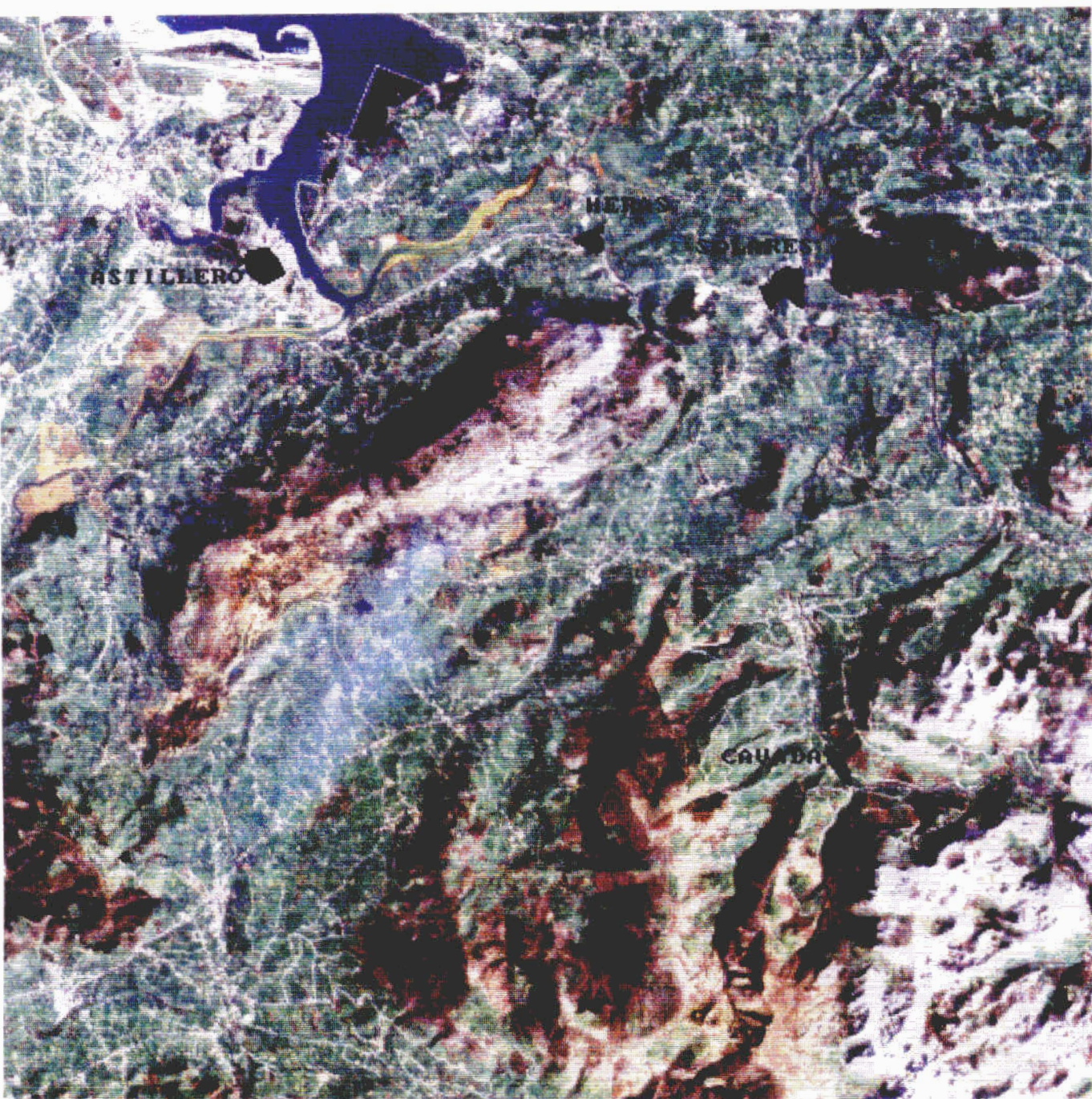


Imagen de la zona de Peña Cabarga (15 x 15 Km.). Obtenida a partir de las bandas del espectro visible de una imagen LANDSAT-5.



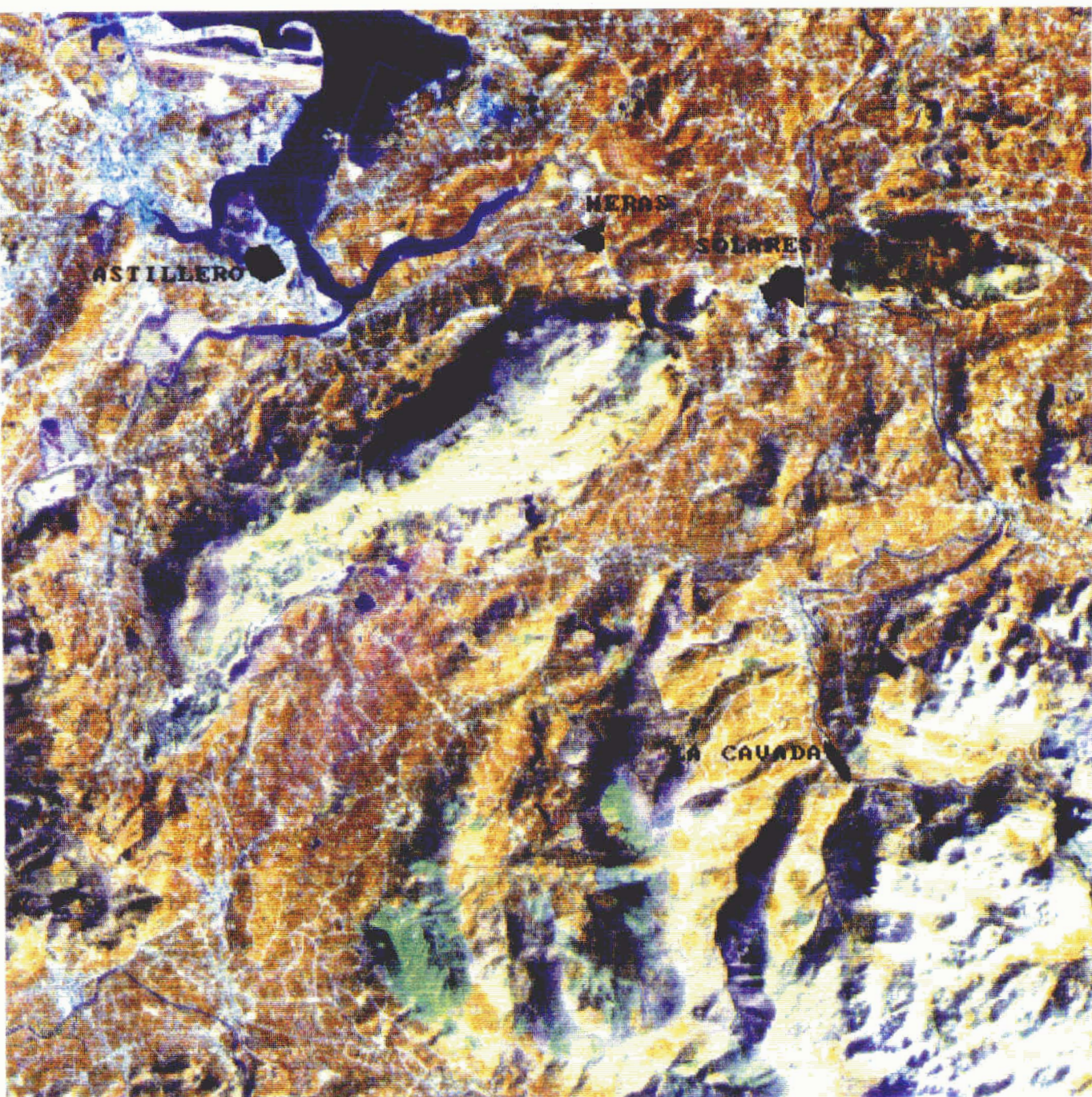


Imagen en falso color de Peña Cabarga, Obtenida por combinación de las bandas 5 y 7 de una imagen LANDSAT-5 con la banda 1 de los principales componentes de las bandas 3, 5 y 7. Destacan las zonas con carstificación enriquecidas en Fe (tonos turquesa en Peña Cabarga).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las mineralizaciones de Pb-Zn de las zonas estudiadas se encuentran incluidas en los sedimentos carbonatados del Urgoniano.

### 5.1. ZONA DE PRELLEZO

La litología de este sector es eminentemente calcárea, con un desarrollo poco potente del complejo Urgoniano. No se han observado los tramos inferiores del Bedouliense y la serie comienza con sedimentos dolomíticos del Gargasiense-Clansayense.

La interrupción intra-Gargasiense no se encuentra bien marcada, debido a que los tramos inferiores son de escasa potencia y se encuentran intensamente dolomitizados o asociado con procesos tectónicos.

La tectónica de esta región se encuentra condicionada por la serie de cabalgamientos de dirección subparalela y vergencia sur.

Los indicios se sitúan en el sector occidental sobre el cabalgamiento principal son de pequeña entidad y relacionados con circulación de fluidos mineralizantes por esta fractura.

La prospección geoquímica de drenaje ha determinado un conjunto de muestras anómalas (números 139, 150, 144, 145) asociadas al cabalgamiento principal.

La valoración del desmuestre en suelos confirma el indicio conocido en Zn (Pb), determinando pequeñas concentraciones en los perfiles situados hacia el E como continuación de la mineralización en una amplia distancia y asociada a una fractura.

La geoquímica de rocas no aporta información complementaria sobre los puntos anómalos, ya que aporta valores normales para este tipo de materiales.

Por lo tanto esta zona parece no presentar características sedimentarias, ni geoquímicas favorables para el emplazamiento de una gran zona mineralizada, que fuera manifiestamente superior a la ya explotada.

#### 5.2. ZONA DE NANSA-CABANZON

En esta zona se han identificado dos muestras con pequeña anomalía relativa (geoquímica de drenaje) situadas a distintas alturas de un mismo arroyo, que se sitúan en las proximidades de un indicio de Pb-Zn ya conocido, lo que ha inducido a no valorarlas con más detalle mediante geoquímica de suelos.

#### 5.3. ZONA DE COMILLAS

La geoquímica de drenaje delimita una zona anómala (con valores máximos en Zn del orden de 2.500 ppm) localizada en arenas de edad Albiense.

En la valoración de campo que se realizó se pudo comprobar el carácter antrópico de la anomalía, ya que se empleaba material procedente de escombrera de explotaciones de Pb, Zn como firme de los caminos de la zona.

#### 5.4. ZONA DE LA SECADA (MATIENZO)

Esta zona, como se ha indicado en informes anteriores, presenta características sedimentológicas favorables para el posible emplazamiento de mineralizaciones.

La exploración sistemática de la zona (geoquímica de drenaje) identificó dos puntos claramente anómalos, que se corresponden con las muestras 256 y 252, situados el primero en materiales elásticos (facies Weald) y el segundo en carbonatados.

El punto 252 se encuentra en el entorno de una fractura que puede ser asimilable a la familia de fracturas que han dado mineralización en la Cavada y próxima a una importante cuña dolomítica, por lo que se consideró interesante valorarla mediante geoquímica de suelos, sin obtenerse anomalías manifiestas.



En los bajos valores existentes se observa una asociación del Pb-Zn con el Mn.

La muestra 256 presenta valores anómalos (en relación al conjunto de muestras de drenaje) que pueden estar relacionados con un diferente valor de fondo en función de la litología (arenas).

#### 5.5. ZONA DE MARINA DE CUDEYO-MEDIO CUDEYO

La zona de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo, presenta una serie Urganiana muy desarrollada con presencia de materiales dolomíticos en el sector occidental. Estas dolomías, en parte, son producto de procesos diagenéticos tempranos, originadas por mezcla de aguas salobres y continentales, con interferencia de dolomías encajadas a favor de fracturas. En el sector occidental, en donde se integran estos dos tipos de dolomías, la potencia de las mismas adquiere un gran desarrollo, dolomitizando toda la serie calcárea del Aptiense-Albiense.

La tectónica regional de este sector está condicionada por una franja de cabalgamientos, difícilmente observables en superficie, que puede condicionar la continuidad lateral de todo el conjunto.

La valoración de los datos obtenidos mediante la geoquímica de arroyos, ha permitido localizar seis puntos anómalos, de los cuales cinco se corresponden con materiales carbonatados (MC-5; MC-54; MC-102; MC-120; MC-3; MC-175) y uno con facies arenosa.

La prospección geoquímica de suelos revela una alta concentración de todos los elementos investigados, especialmente en Zn, Fe y Mn. En el área occidental se determina una zona claramente anómala en Zn. Existe un manifiesta asociación entre Mn y Fe, así como entre Zn y Pb, en cualquier gama de valores. Hay buena asociación de Zn con Ag, Cd y Hg, en valores altos de aquél (más de 3.000 p.p.m. en Zn), que se reduce o anula en valores inferiores. Se observa una pequeña asociación de Zn (0,2 de coeficiente de correlación) con Fe y Mn en muestras con valores de Zn medios o altos (más de 1.500 p.p.m.) y aquella asociación se hace baja o nula en valores inferiores.

Cabe destacar un área en la zona de Astillero claramente anómala en prospección geoquímica de drenaje y que fue reafirmada en muestras de comprobación.

El muestreo efectuado en rocas aporta poca información sobre la zona ya que da contenidos normales de este tipo de litologías.

De todo lo anterior se deduce que esta zona presenta unas características bastante interesantes que podrían aconsejar su estudio con mayor profundidad, dado que en el presente proyecto no ha sido posible (debido al limitado número de muestras) delimitar claramente la extensión anómala, así como ver la relación tectónico-geológica de la misma.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Se ha reunido y estudiado todo el material bibliográfico del que se ha tenido conocimiento y acceso, tanto de temas monográficos como de trabajos geológicos y geológico-mineros que tratan sobre las áreas propuestas por el proyecto.

### A.- Geológicos

- **AGUILAR, M.J. (1.971).**- Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos. vol. 27. pp. 325.334.
- **AGUILAR, M.J. (1.975).**- Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos, vol. XXXI, pp. 1-123.
- **BRINKMANN, R.; y LÖGTERS, H. (1.968).**- Diapirs in Western Pyrenees and Foreland, Spain (in Diapirism and Diapirs, Ed. by BRAUNSTEIN, J., y O'BRIEN, G.D.). Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., pp. 275-292.
- **CAMARA RUPELO, P.** La terminación estructural occidental de la cuenca vasco-cantábrica. Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo (A.G.G.E.P.). Libro Homenaje a Rafael Soler 1989.
- **CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J.; FEUILLE; Ph.; AMIOT, P.; COLCHEN, M., y DELANCE, J.H. (1.967).**- Reunión Extraordinaire de la Société Geologique de France, des Pyrenées aux Asturies, C.R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 9. pp. 389-444.
- **CUETO y RUIZ DIAZ, E. (1.928).**- Orografía y geología tectónica del País Cántabro-Astórico. Bol. Inst. Geol. Min. España, t 47, núm. 2, pp. 9-109.
- **FEUILLEE, P. RAT, P. (1971).**- Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques. In: Histoire structural du Golfe de Gascogne, 2, V. 1-1 a V 1-48, Paris (Technip).

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.975).**- Aspectos paleogeográficos del Complejo Urgoniano de la Cuenca Cantábrica en la provincia de Santander. Primer coloquio de estratigrafía y paleogeografía del Cretácico de España, Enadimsa, Madrid, pp. 73-84.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.977).**- Sedimentos deltaicos aptienses en la zona de Castro-Valnera-Rio Miera (SE provincia de Santander). VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 a).**- El Complejo Urgoniano del sur de Santander. Tesis doctoral, Unversal de Bilbao, Ann. Arbor, Michigan, University Microfilms International, 673 pp., 203 figs.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 b).**- Successions paléogéographiques du Complexe Urgonien dans le SW de la Région Basco-Cantabrique (nord de l'Espagne). Géobios. Mém. sp., nº 3, pp. 71-78.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.982).**- Tectónica sinsedimentaria en el Aptiense y Albiense de la región Vasco-cantábrica occidental. Cuadernos Geología Ibérica, Vol. 8, pp. 23-26.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1985).**- Aptian and Albian reefs (Urgonian) in the Asón-Soba area. International Association of Sedimentologist, Excursion Guide Book no. 9. 6th European Regional Meeting, 329-352.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. y FERNANDEZ MENDIOLA, P.A. (1989).**- Evolución plataforma, cuenca en el Albiense de Lunada y Soba (Burgos y Cantabria). Sucuencias, asociaciones de sistemas sedimentarios y cambios del nivel del mar. XII Congreso Español de sedimentología. Guía de Excursiones Geológicas.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PASCAL, A. (1.978).**- Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sudoccidentales dy systemes urgonieu bascocantabrique (Espagne du Nord). Bull. Soc. Geol. de France, 20. 179-183.



- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.975).**- Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of central Santander province, North Spain. IX Inter. Congr. on Sedimentology. Nice. Tectonic and Sedimentation, t. IV, pp. 131-137.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.977).**- Ciclos sedimentarios mayores del Jurásico superior-Cretácico inferior de Santander VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.
  
- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.981).**- El Jurásico superior y Cretácico inferior de la Región Vasco.Cantábrica (parte occidental). Libro-guía de Jornadas de Campo, 9-12 septiembre 1.982. Grupo Español del Mesozoico. P.I.G.C. Mid Cretaceous Events. Dpto. Geología, Bilbao, 133 pp., 95 figs.
  
- **HIMES, F.M. (1.985).**- Sedimentation and tectonics in north-west Santander. 6<sup>th</sup> EUROPEAN REGIONAL MEETING, Lérida pp, 371-391.
  
- **IGME (1972).**- Mapa hidrogeológico Nacional, Escala 1:1.000.000.
  
- **IGME (1.973).**- Mapa Metalogenético de España, E-1:200.000, Hoja de Reinosa (nº 11). Primera edición.
  
- **IGME (1.975).**- Mapa Metalogenético de España, E-1:200.000, Hoja de Santander (nº 4). Primera edición.
  
- **IGME (1976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Comillas (nº 34). Segunda serie.
  
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Santander (nº 35). Segunda serie.
  
- **IGME (1976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Torrelavega (nº 34). Segunda serie.

- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Los Corrales de Buelna (nº 58). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Villacarriedo (nº 59). Segunda serie.
- **IGME (1.978).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Castro Urdiales (nº 36). Segunda serie.
- **IGME (1.978).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Valmaseda (nº 60). Segunda serie.
- **IGME (1987).**- Contribución de la explotación petrolífera al conocimiento de la geología de España. Publicaciones ITGE.
- **MANGIN, J. Ph., y RAT, P. (1.962).**- L'évolution posthercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne). Livre à la Mémoire du Prof. P. Fallot, t. 1, Mém. h. sér. Soc. Geol. Fr., pp. 333-349.
- **PASCAL, A (1.980).**- Importance du facteur tectonique dans la répartition et la morphologie des dispositifs sédimentaires urgoniens basco-cantabriques (Espagne). VIIIe. Réun. Ann. Sc. Terre.
- **PASCAL, A.; RAT, P., y SALOMON, J. (1.976).**- Sédimentation, stratigraphie et dynamique dans le complexe continental et marin basco-cantabrique (Jurassique terminal-Albien). 4<sup>a</sup>. Réun. ann. Sc. Terre, París.
- **RAMIREZ DEL POZO, J. (1.971).**- Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Región Cantábrica). "Mem. IGME", 78 (3 vol.). Madrid.
- **RAT, P. (1.954).**- Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne). C.R. Seand. Acad. Scienc., t. 239, pp. 1.820-1.821.

- **RAT, P. (1.956).**- Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé. Actes du 2éme. Congres. Internat. d'études Pyreneenes, t. 2, pp. 147-157.
- **RAT, P. (1.959).**- L'extension vers L'ouest du Crétace Supérieur á Faciès Basque. Colloque sur le Crétacé Sup. en France. (84 Congr. Soc. Sav. París). Dijon, pp. 523-533.
- **RAT, P. (1.959).**- Les milieux Urgoniens Cantabriques. Bull. Soc. Géol. France (7è. serie), t. 1, pp. 378-384.
- **RAT, P. (1.959).**- Les pays Crétacés Basque.Cantabrique (Espagne). Publ. Univ. Dijon, núm. 18, pp. 1-525.
- **RAT, P. (1.961).**- La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España). Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España, núm. 61, pp. 181-184.
- **RAT, P. (1.962).**- Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne). Bull. Soc. Géol. France, t. 7, número 4, pp. 2-12.
- **RAT, P. (1.963).**- Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrenées et le nord de l'Espagne. Sonderd. Geol. Rudschau, núm. 53. pp. 205-220.
- **RAT, P. (1.969).**- Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne). C. R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 6, pp. 216-217.
- **RAT, P., y PASCAL, A. (1.979).**- De l'étage aux systèmes biosédimentaires urganiens. Géobios. Mém. spec., nº 3, pp. 385-399.

## B.- Geológicos-Mineros

- **BRAVO F.J. (1.987).**- "Investigación de aureolas geoquímicas en yacimientos Zn-Pb, en medios carbonatados de la provincia de Santander". Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- **BRAVO, J.L. (1989).**- Las relaciones Pb-Zn en las rocas carbonatadas del Cretácico inferior del Noroeste de Cantabria. Geogaceta nº 6.
- **BRAVO, J.L. (1990).**- Estudio de los contenidos de estroncio en las rocas carbonatadas del Cretácico inferior del Noroeste de Cantabria. Geogaceta nº 7.
- **BRAVO, J.L. (1990).**- Estudio de determinados elementos traza en rocas carbonatadas del Aptiense, en el área de Novalés (Cantabria). Geogaceta nº 7.
- **BARBANSON, L.; SAULAS, D. TOURAY, J.C. y VADALA, P. (1.983).**- Distribution à différentes échelles et chronologie relative de carbonates de l'Aptien de la province de Santander: relation entre auréole ferrifère et minéralisations Zn-Pb du type Reocin. Chron. Rech. Min. nº 473, 9 fig., 1 tabl., 39-48 pp.
- **BERNARD, A.J. (1.973).**- Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation. Ig: G. C. Amstutz and A.J. Bernard (editors), Ore in Sediments. Springer, Berlín, 43-57 pp.
- **BERNARD, A.J. (1.978).**- Le rôle métallogénique de la karstification. Assoc. des Géol. du Sud-Ouest, Colloque de Tarbes, 135-162 pp.
- **BUSTILLO, M. (1.984a).**- Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico de la provincia de Cantabria. I Congreso Español de Geología, 2, 435-446.

- **BUSTILLO, M. (1.984b).**- Estudio de los procesos de dedolomitización en las dolomías asociadas a las mineralizaciones Pb-Zn de Reocín (Cantabria). I Congreso Español de Geología 1, 149-157.
- **BUSTILLO, M. (1.984c).**- Estudio Petrológico y Geoquímico de las Mineralizaciones Zn-Pb del Cretácico Inferior (Aptiense) de Cantabria (Zona Oeste). Tesis doctoral (inédita). 403 págs.
- **BUSTILLO, M. (1.985).**- Procesos de dolomitización en los materiales calcáreos aflorantes en el anticlinal de Caborredondo (Cantabria). Revista de Materiales y Procesos Geológicos, 3.
- **BUSTILLO, M. (1.985).**- Contribución al conocimiento de las mineralizaciones de Pb-Zn del tipo Reocin en el sector oeste de Cantabria. Estudios geol. nº 41, pp 127-138.
- **BUSTILLO, M.; FORT R.; (1.986).**- Evolución geoquímica del estroncio en los procesos de dolomitización: Aplicación a las dolomías del Cretácico Inferior de la zona oeste de Cantabria". Bol. Geol. y Min. T. XCVII-V, pp. 122-131.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.980).**- Posible origen diagenético de los sulfuros sedimentarios en facies carbonáticas (Provincia Metalogénica de Cantabria). Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas, Universidad de Barcelona, 34, 339-249.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.982).**- Aplicación de un modelo fisicoquímico a la génesis de yacimientos supergénicos en mineralizaciones de Zn-(Pb) en rocas carbonatadas. V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina, Actas, 2, 545-555.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.985).**- Los yacimientos de Pb-Zn del tipo Reocin en el sector oeste de Cantabria : Estudio comparativo y aspectos genéticos. Boletín Gral. y Min. T. XCVI-VI (262-631).

- **HERRERO, J.M., y VELASCO, F. (1.985).**- "Rasgos geológicos y metalogenéticos del extremo oeste de la cadena pirenaica". En "Yacimientos de Zn, Fe y Mg asociados a rocas carbonatadas en la región vasco-cantábrica". II Reunión AEGYM. Reocin, Gallarta, Eugui, octubre 1.985, 13-33.
  
- **HERRERO, J.M.; VELASCO, F.; FAMO, M. (1.987).**- "Dolomitización, silicificación y concentración de sulfuros de Zn, Pb y Fe en calcarenitas urgonianas. (Mina de Legorreta, Guipúzcoa)". Bol. Geol. y Min. t. XCVIII-IV pp. 70-80.
  
- **HERRERO, J.M; VELASCO, F. y FORTUNE, J.P. (1.982).**- Estudio preliminar sobre las mineralizaciones de hierro y de plomo-cinc-flúor en ambiente carbonatado del oeste de Vizcaya. Bol. Soc. Esp. Mineralogía, 5 183-190.
  
- **IGME (1986).**- "Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urgoniano de Cantabria, en el área Torrelavega-Santander". ITGE.
  
- **IGME (1988).**- "Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urgoniano de Cantabria en las áreas de San Vicente de la Barquera y Sector Oriental". ITGE.
  
- **ITGE (1990).**- "Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos del Urgoniano de Cantabria". Area de Ampuero. ITGE.
  
- **MANERA BASSA A. (1.987).**- "El yacimiento Pirítico-Polimetálico, Mina Troya". Bul. Geol. y Min., T. XCVIII-II, pp. 35-47.
  
- **MAZARRASA, J.M. (1.930).**- Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander (criaderos de cinc). Bol. Ofic. Min. y Metalurgia. núm 11, pp. 529-600.

- **MONSEUR, G. (1.959).**- Observations sur des gisements metalliferes de la region de Torrelavega (Santander). Bull. Soc. Geol. Belgique, t, 83, núm. 6, pp. 209-223.
- **MONSEUR, G. (1.961).**- Etude metalogénique du secteur central du gisement de cinc de Reocin (Province de Santander, Espagne). Ann. Soc. Géol. Belgique, t. 85. núm. 1 pp. 3-70.
- **MONSEUR, G. (1.966).**- Contribution a l'étude sedimentologique et génétique du gisement plombo-zincifère de Reocin (Espagne). Ac. Roy. Soc. outre-mer. t, 16, vol. 5, pp 1-27.
- **MONSEUR, G. (1.967).**- Synthesis des connaissances actuelles sur le gisement stratiforme de Reocin (Province de Santander, Espagne). Economic Geology Monograph. núm. 3, pp. 278-293.
- **MONSEUR, G. (1.980).**- Importance des métallotectes dans quelques gisements metalliferes espagnols. Livre Jubilaire en hommage a L. Calembert, Liegé, 183-207 pp.
- **ORDOÑEZ, S. y BUSTILLO, M. (1.981).**- The  $Sr^{2+}/Ca^{2+}$  ratio in the interpretation of carbonate rocks associated with Zn-Pb ores.
- **RIOS, J.M. (1.948).**- Estudio geológico de los criaderos de Fe en Vizcaya-Santander. Div. Gen. Min. y Com., Temas Profesionales, nº 9, 48 p.
- **RIOS, J.M. (1.974).**- Diapirismo. Bol. Inst. Geol. Min. de España, t. 60, 155-232 pp.
- **SANCHEZ, J.B., (1.970).**- Conclusiones a un estudio sobre Reocin. La terminación oriental de los Picos de Europa. VI Congreso Internacional de Minería, pp. 913-920.
- **VADALA, P. (1.981).**- La gite de ZnS-PbS a gangue ankeritique de Reocin (Santander, Espagne). Tectonique diapirique, phenomenes karstiques et

mineralisations. Université d'Orleans, 288 págs.

- **VADALA, P., TOURAY, J.C., GARCIA IGLESIAS, RUIZ, F. (1.981).**- Nouvelles donne sur le gisement de Reocin (Santander, Espagne). Cronique de la recherche miniere nº 462.

### **C.- Sedimentológicos**

- **ACHUER, C.W., (1.984).**- Red, lagoon and off-reef facies james atoll reef (lower cretaceons), fairway field, Texas.
- **ADAMS, J. E., RHODES, M.L. (1.960).**- "Dolomitization by seepage refluxion. Am. Assoc. Petroleum Geologits, Bull., V. 44, p 1912-1921.
- **ALDERMAN, A.R., SKINNER, H. C. (1.957).**- Dolomite sedimentation in the southeast of South Australia. Am. Jour. Science, V. 255 p. 561-567.
- **ATWOOD, D. K., and BUBB, J, N. (1.970).**- Distribution of dolomite in a tidal flat environment, Sugar loaf Key, Florida: Jour. Sed. Petrology, V, 43, p. 965-984.
- **BADIOZAMANI, K (1.973).**- The Dorag dolomitización model-application to the Middle Ordovician of Wiscosin. Jour. Sed. Petrology, V. 43, p. 965-984.
- **BAY, A.R., BEBOUT, D. G., (1.984).**- Cyclic, shoaling-carbonate banks in the lower glen rose formation (cretaceous), south Texas.
- **BEALES, F.W., JENNA, L.M., (1.980).**- Criteria for the recognition of diverse dolomite types with an emphasis on studies on host rocks for Mississippi valley-type ore deposits. SEPM, Special Publicarion nº 28, pp 197-213.
- **CARBONE, F., SIRNA; G. (1.981).**- Upper cretaceous reef models from rocca di cave and adjacent areas in latium, central Italy. SEPM, Special



Publication nº 30, pp 427-445.

- **CARPENTER, A.B., (1.980).**- The chemistry of dolomite formation I: the stability of dolomite. SEPM, Special Publication nº 28 pp, 111-121.
- **CURTIS, R., EVANS, G., KINSMAN, D. SHEARMAN, D. (1.963).**- Association of dolomite and anhydrite in the recent sediments of the Persian Gulf. Nature, V. 197, p. 679-680.
- **CHOQUETTE, P.W., STEINEN, R.P. (1.980).**- Mississippian non-supratidal dolomite, STE. Genevieve limestone, Illinois basin : evidence for mixed-water dolomitization. SEPM, Special Publication nº 28 163-195.
- **DUNHAM, J.B., OLSON, E.R. (1.980).**- Shallow subsurface dolomitization of subtidally deposited carbonate sediments in the Hanson Creek Formation (Ordovician-Silurian) of Central Nevada. SEPM, Special Publication nº 28 p. 139-161.
- **ENOS, P., (1.974).**- Reefs, Platforms, and Basins of Middle Cretaceous in Northeast Mexico. American Association of Petroleum Geol. Bull. V. 58, nº 5.
- **FISHER, W.L., RODDA, P.V. (1.969).**- Edwards Formation (lower Cretaceous) Texas : Dolomitization in a Carbonate Platform System. American Association of Petroleum Geol. Bull., V. 53, nº 1.
- **FOLK, R. L., LAND, L. S. (1.975).**- Mg/Ca ratio and salinity: Two controls over crystallization of dolomite. Am. Assoc, Petroleum Geologists Bull., V. 59, p. 60-68.
- **FRIEDMAN, G.M. (1.980).**- Dolomite is an evaporite mineral : evidence from the rock record and from sea marginal ponds of the red sea. SEPM special Publication nº 28 p. 69-80.

- **FRIEDMAN, G.M., SANDERS, J.E. (1.967).**- Origin and occurrence of dolostones; In G.V. Chilingar, H. J. Bissell, and R. W. Fairbridge (eds), carbonate rocks, Part A: Origin, occurrence, and classification: Elsevier Amsterdam, The Netherlands, p. 267-348.
  
- **FROST, S.M., BLIEFNICK, D.M., HARRIS, P.M. (1.984).**- Deposition and porosity evolution of a lower Cretaceous rudist buildup, Shuaiba of Eastern Arabian Peninsula.
  
- **GAINES, A.M. (1.980).**- Dolomitization kinetics : recent experimental studies. SEPM, Special Publication, nº 20 pp, 81-89.
  
- **GEBELEIN, C.D., STEINEN, R.P., GARRETT, P. HOFFMAN, E.J., QUEEN, J.M., PLUMMER, L.N. (1.980).**- Subsurface dolomitization beneath the tidal flats of central west Andros Island, Bahamas. SEPM, Special Publication, nº 28, pp 31-49.
  
- **HANSHAW, B.B., BACK, W., DEIKE, R.G. (1.971).**- A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. Econ. Geology, V. 66, p. 710-724.
  
- **HSÜ, K.J., SIEGENTHALER, C. (1.969).**- Preliminary experiments and hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing on the dolomite problem. Sedimentology, V. 12 p. 11-25.
  
- **ILARRI JUNQUERA, A.; LOCUTURA RUPEREZ, A.; URBVANO VICENTE, R. (1984).**- Exploración sistemática del Territorio Nacional. I Congreso Español de Geología. Tomo II, pag. 527-540.
  
- **ILLING, L. V., WELLS, A. J., TAYLOR, J.C. (1.965).**- Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf. In L.C. Pray - Murray (eds.), Dolomitization and limestone diagenesis. Soc. Econ. Pale. and Minera. Spec. Pub. 13, p. 89-111.

- **KAUFFMAN, E. G. (1.969).**- Form, function and evolution In Moore, R.C. Ed. "Bivalvia", Mollusca 6, Part. N., V. 1, p. N. 129-205.
- **KAUFFMAN, E.G., SOML, N. F. (1.974).**- Structure and evolution of Antillean Cretaceous Rudist frameworks. Verhandl Naturf. Ges. Basel, V. 84, n<sup>o</sup> 1, p. 399-467.
- **KOHOUT, F.A, (1.967).**- Groundwater flow and the geothermal regime of the Floridian plateau. Gulf. Coast Assoc. Geol. Societies trans., V. 17, p. 339-354.
- **LAND, L. S. (1.973).**- Holocene meteoric dolomitization of Pleistocene limestones, north Jamaica. Sedimentology, V, 20, p. 411-424.
- **LAND, L.S. (1.980).**- The isotopic and trace element geochemistry of dolomite : the state of the art. SEPM, n<sup>o</sup> 28 pp, 87-110.
- **LUMSDEN, D.N., CHIMAHUSKY, J.S. (1.980).**- Relationship between dolomite nonstoichiometry and carbonate facies parameters. SEPM Special Publication n<sup>o</sup> 28 pp, 123-137.
- **MANHEIM, F.T. (1.967).**- Evidence for submarine discharge of water on the Atlantic continental slope of the southern United States, and suggestions for further search. New York Acad. Sci. Trans. ser 2, V. 29. pp. 839-853.
- **MASSE, J.P., PHILIP, J., (1.981).**- Cretaceous coral-rudist buildups of France. SEPM special publication n<sup>o</sup> 30 pp, 399-426.
- **MATTES, B.W., MOUNTJOY, E.W., (1.980).**- Burial dolomitization of the upper Devonian miette buildup, Jasper National Park, Alberta. SEPM Special Publication. n<sup>o</sup> 28 pp, 259-297.
- **McKENZIE, J.A., HSU, K.J., SCHNEIDER, J.F., (1.980).**- Movement of subsurface waters under the sabkha, Abu Dhabi, UAE, and its relation to

evaporative dolomite genesis. SEPM, Special Publication, n° 28 p. 11-30.

- **MUIR, M., LOCK, D. (1.980).**- The coorong model for penecontemporaneous dolomite formation, in the middle proterozoic McArthur Groups northern territory Australia. SEPM, n° 28 pp, 51-67.
- **NICHOLS, K.M., SILBERLING, N.J. (1.980).**- Eogenetic dolomitization in the pre-tertiary of the Cret basin. SEPM, Special Publication, n° 28 pp. 237-246.
- **PHILIP, J. (1.972).**- Paleoeologie des formations a rudistes du cretace superieur l'exemple du sud-est de la France. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. Elsevier Publishing Company Amsterdam.
- **POLSAK, A. (1.981).**- Upper cretaceous biolithitic complexes in a subduction zone : examples from the inner Dinarides, Yugoslavia. SEPM, Special Publication n° 30 pp, 447-472.
- **SCOTT, R.W. (1.979).**- Depositional model of early Cretaceous Coral-Algal-Rudist Reefs, Arizona. the American Association of Petroleum Geol. Bull. V. 63, n° 7.
- **SCHLLE, P.A., BEBOUT, D.G., MOORE, C.H., (1.983).**- Carbonate deposition environments. AAPG Memoir 33.
- **SEARS, S.O., LUCIA, F.J. (1.980).**- Dolomitization of northern Michigan Niagara reefs by brine refluxion and fresh water-sea water mixing. SEPM, Special Publication n° 28 pp, 215-235.
- **SHINN, E.A., GINSBURG, R.N. (1.964).**- Formation of recent dolomite in Florida and the Bahamas. Am. Assoc. Petroleum Geologists, V. 48, p. 547.
- **SHINN, E.A., GINSBURG, R.M., LLOYD, R.M. (1.965).**- Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas. In L.C. Pray and R.C. Murray

(Eds). Dolomitization and limestone diagenesis. Soc. Econ. Pale. and. Mine., Spec. Pub. 13, p. 112-123.

- **SOCIETY OF ECONOMIC PALEINTOLOGISTS AND MINERALOGISTIS. (1.980).**- Concepts and models of Dolomitization. Ed. by Zenger D et al S. Publication nº 28, A.A. P.G.
- **SOLOVOV, A.P. (1987).**- Geochemical Prospecting for Mineral Deposits. MIR PUBLISHERS. MOSCOW.
- **VON DER BORCK, C.C., RUBIN, M., AND SKINNER, B.J. (1.964).**-Modern dolomite from South Australia, Am. Jour. Sci, v, 262, p. 1116-1118.
- **WILSON, J. L. (1.975).**- Carbonate facies in geologic history: Springer-Verlag, New York, 471 p.

#### **D.- Prospección minera**

- **AMSTUTZ, G.C. (1.959).**- Syngene und Epigene in Petrographie und Lagerstättenkunde. Schweiz. Min, Petrology Mitt. v. 39, p.1-84.
- **BEALES, F.W., HARDY, J.L. (1.981).**- Criteria for the recognition of diverse dolomite types with an emphasis on studies on host rocks for Mississippi-Valley. Type ore deposits. SEPM Special Publication, nº 28 pp, 197-213.
- **BERNARD, A.J. (1.973).**- Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation. In G.C. Amstutz and A.J. Bernard, Eds., ores in sediments, Sringer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, p.43.53.
- **BILLINGS, G.K. (1.969).**- Relation of Zinc-rich formation waters, northern Alberta, to the Pine Point ore deposits. Econ. Geol. V. 64, p. 385-391.
- **BOAST, A.M. (1.981).**- Textural and stable isotope evidence for the genesis of the Tynagh/base metal deposity Ireland. Econ. Geol. V. 76, p. 27-55.

- **BROWN, J. S. (1.970).**- Mississippi Valley tipe lead-zinc ores. Min. Dep. V.5., p. 103-119.
  
- **CALLAHAN, W.H. (1.964).**- Paleophysiographie Premises for Prospecting for Strata Bound Base Metal Deposits in Carbonate Rocks. Cento Sym. Min. Geol. Ba. Metals, Ankara, Turkey p. 191-248.
  
- **CALLMAN, W.H. (1.977).**- Some thoughts regarding premises and procedure for prospecting for base metal ores in carbonate rocks in the North American Cordillera. Journaal Economic Geology, vol 7 pp, 71-81.
  
- **CAMPBELL, F.A. et al (1.978).**- Isotopic composition of sulfur in the sullivan orebody, British Columbia. Econ. Geol., V. 73, p. 246-268.
  
- **CAMPENTER, A.B. (1.974).**- Preliminary report on the origin and chiminal evolution of lead - zinc-rich oil field brines in central Mississippi. Econ. Geol. V. 69 p. 1191-1206.
  
- **COLLINS, J.A., SMITH, L. (1.973).**- Lithostratigraphic controls of some Ordovician sphalerite. In Amstutz and Bernard Edic. Ores in sediments. Springer-Verlag, N.Y., Heidelberg, Berlin, p. 79-92.
  
- **ETHIER, V.G, et al (1.976).**- Geological setting of the Sullivan orebody and estimates of temperatures and pressure of metamosphism: Econ. Geol., v. 71, p. 1570-1588.
  
- **FUCHS, Y. (1.984).**- Migration of Fluids During Diagenesis : An Ore-Forming Process in Carbonate Rocks. Synsenesis and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wansch. Kuhn et al. Edit. Springer-Verlay.
  
- **HAGNI, R.D. (1.984).**- The Influence of Original Mos Rock. Character Upon Alteration and Mineralization in the Tri-State District of Missouri, Kansas, and Oklahoma, USA. Ore Genesis the State of the Art. Ed. by Amstutz, et al. Special Publication n<sup>o</sup> 2 of the Society for Geology Applied to Mineral

Deposits. Edit. Springer-Verlag.

- **HOAGLAND, A.D. (1,976).**- Appalachian lead-zinc deposits. In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits, Amsterdam, v. 6, p. 495-534.
- **HSÜ, K.J. (1.984).**- A Nonsteady State Model for Dolomite, Evaporite, and Ore Genesis. Syngeneses and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wansch Kuhn et al. Edit. Spinger-Verlag.
- **KYLE, J.R. (1.982).**- Geology of the Pine Point lead zinc district, In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, v. 9 (in press).
- **LAMBERT, I.B. (1.976).**- The McArthur zinc-lead-silver deposit: features, metallogenesis and comparisons with some other stratiform ores. In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, v. 6, p. 535-585.
- **LAMBERT, I.B. (1.982).**- Constraints on the genesis of major Australian lead-zinc-silver deposits: from Ramdohr to present. In: G.C. Amstutz, A. El Goresy, G. Frenzel, C. Kluth, G. Moh, A. Wauschkuhn, and R.A. Zimmermann, Eds, Ore Genesis: The State of the Art. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, p. 625-636.
- **MAYNARD, J.B. (1.983).**- Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits. Edit. Springer-Verlag.
- **ROEDDER, E. (1.976).**- Fluid-inclusion evidence on the genesis of ores in sedimentary and volcanic rocks. In K. H. Wolfe, Ed. Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, V. 2, p. 67-134.
- **ROUTIER, P. (1980).**- On sont les métaux pour l'avenir. Memorie B.R.G.M. n° 105.

- **SANGSTER, D.F. (1.976).**- Carbonate-Hosted lead-Zinc Deposits. Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits nº 6. Ed. by WOLF, K.M. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company.
- **SCHOLL, E. (1.984).**- Geochemical Indicator Parameters of Lead-Zinc Ore Deposits in Carbonate Rocks. Syngenesi and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wauschkuhn et al. Edit. Springer-Verlag.
- **SONG, X. (1.984).**- Geochemistry of Minor Elements in Host Rocks of the Fankon Pb-Zn Deposit, South China. Syngenesi and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wauschkuhn et al. Edit. Springer-Verlag.
- **WILLIAMS, N. (1.978).**- Studies of the base metal sulfide deposits at McArthur River, Northern territory, Australia. I the Cooley and Ridge deposits. Econ. Geol., V. 73, p. 1005-1035.
- **WRIGHT, V.P. (1.982).**- The recognition and interpretation of paleokarsts : two examples from the lower Carboniferous of south wales. Journal of sedimentary Petrology. Vol. 52, nº 1.