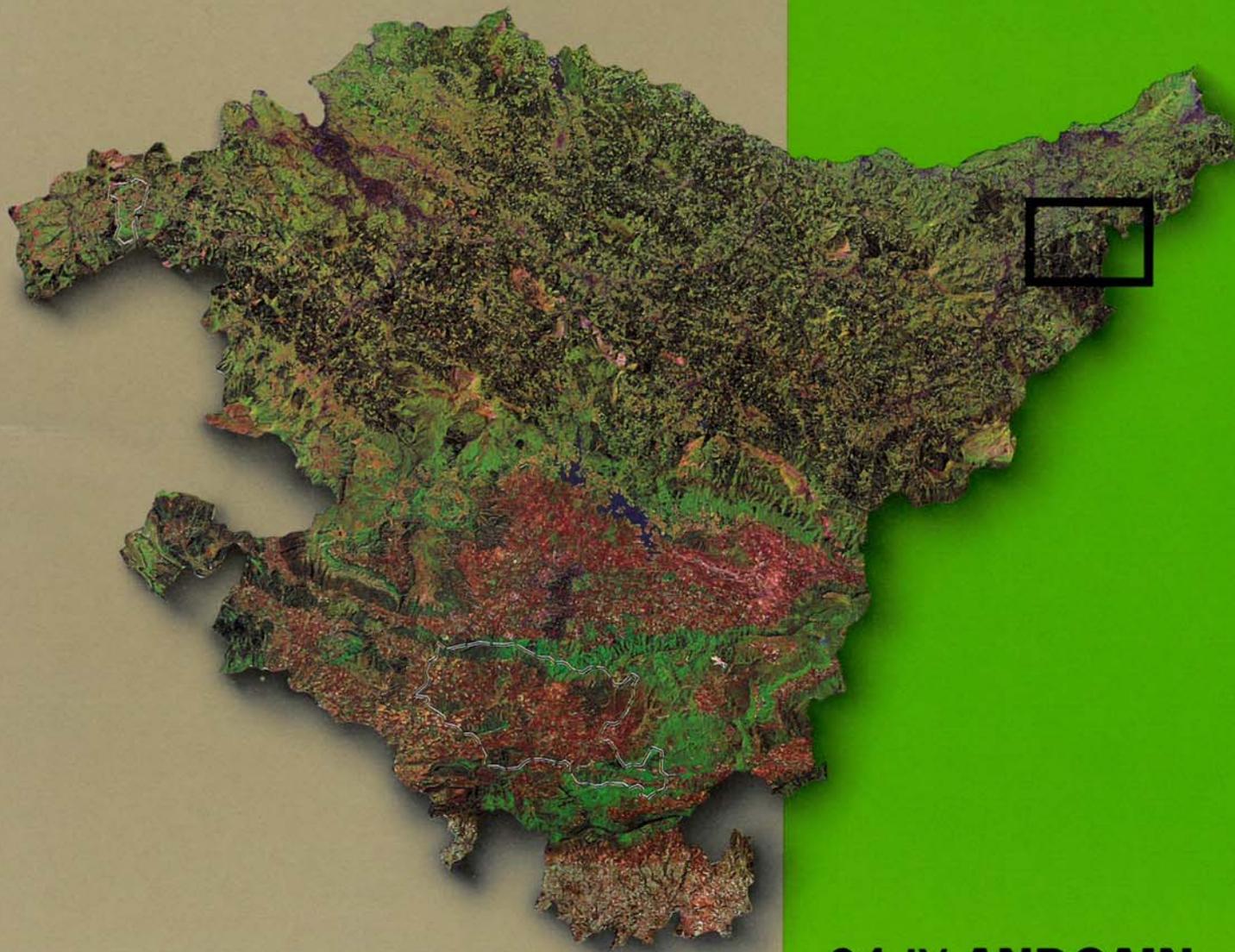




EVE

Mapa Geológico
del País Vasco

*Euskal Herriko
Mapa Geologikoa*

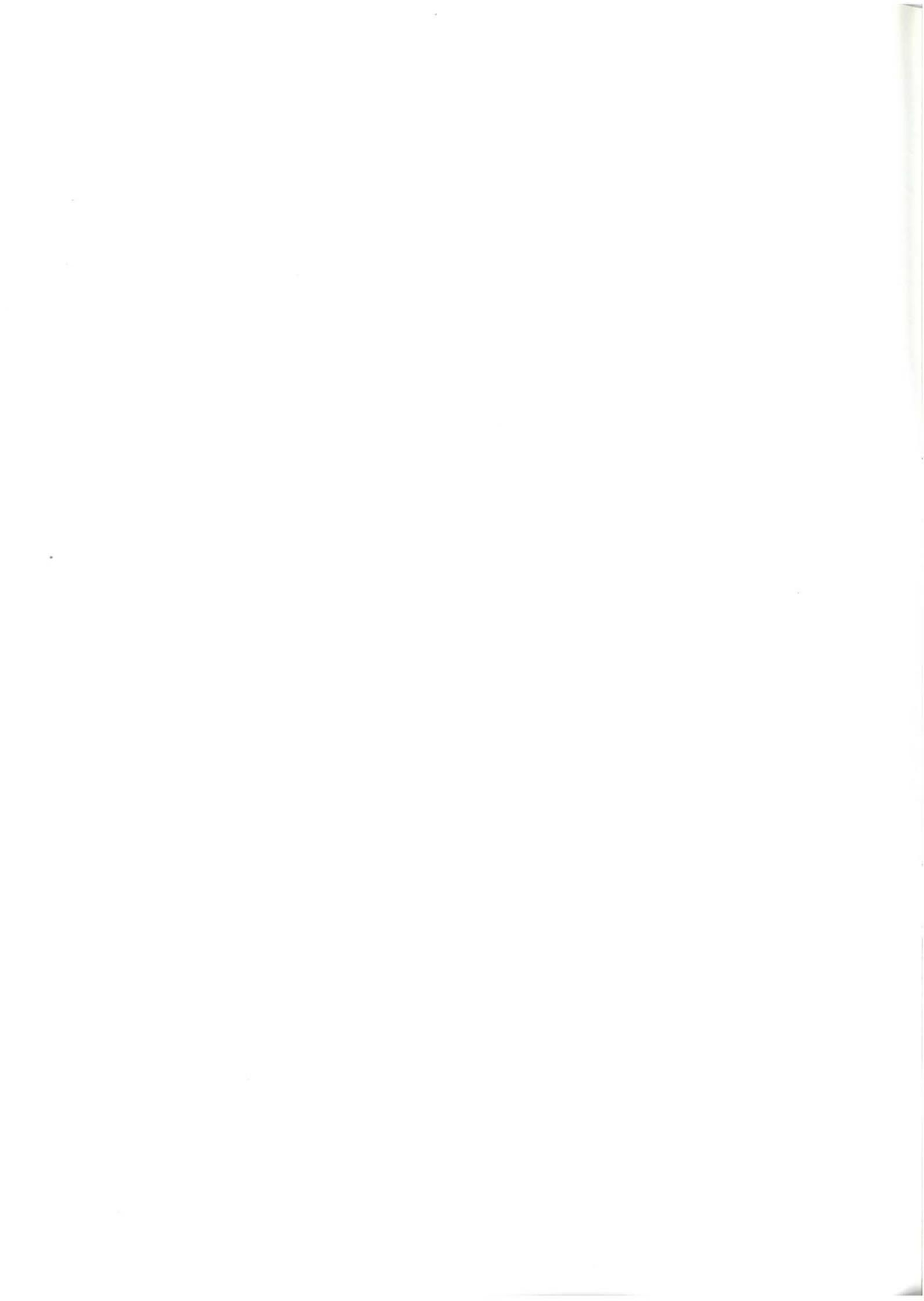


64-IV ANDOAIN

E: 1/25.000







**Mapa Geológico
del País Vasco**

***Euskal Herriko
Mapa Geologikoa***

64-IV ANDOAIN

E: 1/25.000

Edita: **ENTE VASCO DE LA ENERGIA**

Fotocomposición : **RHEA Consultores, S.A.** Paseo de la Habana, 206 28036 (Madrid)

Impreso en: **Gráficas Mawijo, S.A.** Fuenlabrada (Madrid)

Depósito Legal: M-7801-1991

La presente hoja del MAPA GEOLOGICO DEL PAIS VASCO a escala 1:25000 ha sido realizada por el siguiente equipo de trabajo:

ENTE VASCO DE LA ENERGIA

A. Garrote Ruiz
J. García Portero
L. Muñoz Jiménez

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

J. Fernández Carrasco
A. Cerezo Arasti
F. Tijero Sanz
M. Zapata Sola

Los trabajos de campo fueron realizados en el año 1988.

INDICE

	<i>Pág.</i>
INTRODUCCION	9
1.- ESTRATIGRAFIA	11
1.1. UNIDAD DE SAN SEBASTIAN. (BLOQUE DE EREÑOZU)	11
1.1.1. PALEOZOICO SUPERIOR INDIFERENCIADO (3, 4, 5, 6)	11
1.1.2. TRIASICO (7, 8, 9, 10, 11)	14
1.1.2.1. Triásico en facies Buntsandstein (7, 8, 9)	14
1.1.2.2. Triásico en facies Keuper (10, 11)	16
1.1.3. JURASICO	16
1.1.3.1. Infralías. Lías calizo-dolomítico	16
1.1.3.2. Lías margoso	17
1.1.3.3. Dogger	17
1.2. UNIDAD DE SAN SEBASTIAN (s.str.)	17
1.2.1. TRIASICO (FACIES KEUPER)	17
1.2.2. JURASICO	18
1.2.2.1. Lías margoso	18
1.2.2.2. Dogger	20
1.2.2.3. Malm I	20
1.2.2.4. Malm II	21
1.2.3. JURASICO TERMINAL. CRETACICO INFERIOR (NEOCOMIENSE)	21
1.2.4. CRETACICO INFERIOR. APTIENSE-ALBIENSE INFERIOR (URGONIANO S.L.)	21
1.2.5. ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE INFERIOR (COMPLEJO SUPRAURGONIANO)	22
1.2.5.1. Formación Oyarzun	22
1.2.5.2. Flysch Negro	24
1.2.6. CENOMANIENSE INFERIOR-CAMPANIENSE (FORMACION CALCAREA DEL CRETACICO SUPERIOR)	24
1.2.6.1. Flysch calcáreo	24

1.2.6.2. Flysch detrítico calcáreo	25
1.2.7. CUATERNARIO	25
1.2.7.1. Depósitos coluviales	25
1.2.7.2. Depósitos aluviales	25
2.- SEDIMENTOLOGIA	27
3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL	33
3.1. ESTRUCTURAS DEL BASAMENTO PALEOZOICO (OROGENIA HERCINICA) .	33
3.1.1. PRIMERA FASE (F ₁)	33
3.1.2. SEGUNDA FASE (F ₂)	38
3.1.3. ESTRUCTURAS TARDIHERCINICAS	38
3.2. ESTRUCTURAS DE LA COBERTERA MESOZOICA (OROGENIA ALPI- NA)	38
3.2.1. DEFORMACIONES	38
3.2.2. FRACTURAS	39
3.2.2.1. Falla inversa de Ereñozu y Mangonea	39
3.2.2.2. Corredor tectónico de Urnieta	39
3.2.2.3. Falla de Easo	40
4.- PETROLOGIA	41
4.1. ROCAS FILONIANAS	41
4.1.1. FILONES DE CUARZO	41
4.1.2. DIQUES DE DIABASAS	41
4.2. MASAS DE OFITAS	41
BIBLIOGRAFIA	43
INFORMES CONSULTADOS	47

INTRODUCCION

El cuadrante de Andoain a escala 1:25.000 forma parte de la hoja nº 64 "San Sebastián" del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

La totalidad del área que cubre este cuadrante pertenece al territorio histórico de Gipuzkoa. Los principales núcleos de población son: Andoain y Urnieta. Las cotas topográficas más elevadas corresponden a los montes Anchusta (836 m), Adarra (820 m), Caumene (817 m) y Aucisco (780 m).

Los principales cauces fluviales que constituyen la red hidrográfica de esta zona son el río Urumea y el río Leizaran, además de un gran número de afluentes y arroyos.

Las principales carreteras que constituyen la red viaria del cuadrante son: ctra. Andoain-Hernani y ctra. Hernani-Goizueta (SS-415).

La hoja de Andoain se sitúa al E de la Cuenca Vasco-Cantábrica formando parte de la rama oriental del Arco Vasco. Los materiales aflorantes son de las siguientes edades: Paleozoico superior indiferenciado, Triásico, Jurásico, Cretácico y Cuaternario.

Las directrices estructurales, para los materiales mesozoicos, llevan una orientación comprendida entre N30° y N70°E.

1.- ESTRATIGRAFIA

En el cuadrante de Andoain afloran materiales con edades comprendidas entre Paleozoico (indiferenciado) y el Cretácico superior. Además aparecen materiales cuaternarios, representados por depósitos aluviales y coluviales recientes. Aunque todos ellos pertenecen a la Unidad de San Sebastián, su disposición estructural ha llevado a dividirlos en dos grandes conjuntos; la Unidad de San Sebastián propiamente dicha, situada en el sector NW del cuadrante y el Bloque de Ereñozu que constituye la mayor parte del cuadrante y que está formado en su mayoría por materiales paleozoicos y triásicos. Este se superpone a la unidad anterior. Fig. 1.1.

1.1. UNIDAD DE SAN SEBASTIAN. (BLOQUE DE EREÑOZU)

Ocupa la mayor parte del área del cuadrante, e incluye materiales del Paleozoico superior indiferenciado, Triásico y Jurásico.

1.1.1. Paleozoico superior indiferenciado (3, 4, 5, 6)

Definido por CAMPOS (1979) como "sucesión esquistosa de Cinco Villas", está constituido principalmente por un conjunto de materiales, que por sus características litológicas y tectónicas hacen muy difícil su

diferenciación cartográfica.

No obstante se han diferenciado en este área cuatro términos cartográficos:

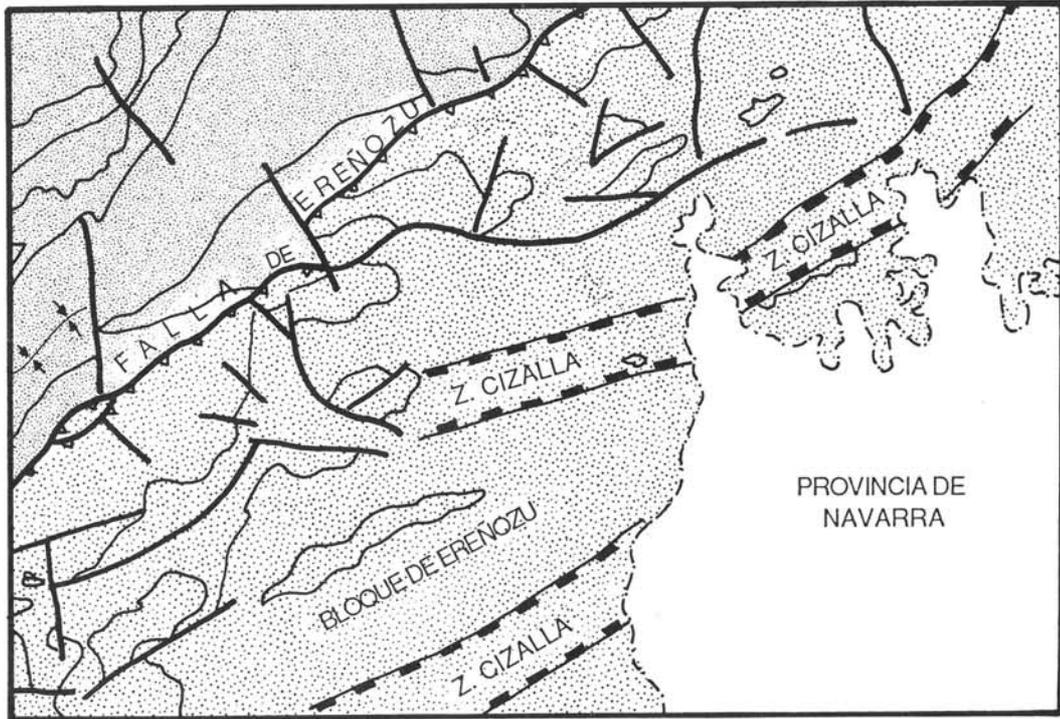
- Alternancia de pizarras y grauvacas. Pizarras dominantes (3). Son los materiales más abundantes en el Paleozoico. Se trata de una alternancia de pizarras de grano fino y muy fino (tamaño limo y arcilla) y niveles centimétricos de grauvacas.

Presentan una tonalidad gris a negra, en ocasiones con aspecto satinado. Es frecuente observar finas láminas paralelas ocasionadas por el diferente contenido en cuarzo, micas y materia carbonosa. En otras ocasiones, es frecuente observar estos materiales con aspecto masivo, en los que es muy difícil distinguir una S_0 .

Por otra parte, es en estos materiales de granulometría fina, en los que mejor se pueden observar las diferentes S tectónicas.

Petrográficamente oscilan entre lutitas cuarzosas y lutitas micáceas.

La fracción limo suele estar formada principalmente por cuarzo que, por lo general, se presenta elongado en el sentido



Escala 1:100.000



FIG. 1.1

de la esquistosidad más penetrativa. Además de cuarzo es frecuente encontrar feldespatos (plagioclasas) y micas. Menos frecuentes son el circón, turmalinas y menas metálicas.

La fracción fina la constituyen arcillas, micas y diferentes óxidos.

- Alternancia de pizarras y grauvacas. Grauvacas dominantes (4). Representado en el mapa con una trama, se trata de una alternancia de proporción variable, de pizarras y grauvacas con claro predominio de las segundas.

Los niveles grauváquicos se encuentran interestratificados entre las pizarras, en bancos de potencia variable (entre 5 y 60 cm). Son de color gris a gris oscuro en corte fresco. En ocasiones es frecuente observar bandeados composicionales de espesores milimétricos, así como escasas granoclasificaciones.

Petrográficamente, se las puede clasificar como grauvacas inmaduras, formadas por una trama compuesta principalmente por cuarzo y, en menor proporción, feldespato y fragmentos de rocas. Los granos se encuentran subredondeados y elongados en el sentido de la esquistosidad. El tamaño de los mismos varía de un lugar a otro, oscilando entre grano fino a muy grueso, e incluso en ocasiones microconglomerático. La matriz está formada predominantemente por minerales micáceos y arcillosos. El cemento aunque escaso, suele ser silíceo.

- Pizarras (5). Afloran al N del pantano de Añarbe. Están constituidas por un conjunto de lutitas esquistosas de tonalidades rojizas a nacaradas en alteración y gris oscuro a negras en corte fresco. No presentan estructuras sedimentarias.

- Conglomerados (6). Son cuerpos discontinuos, de morfología lenticular y con escasa potencia (no suelen superar los 20 m). Están constituidos por cantos heterométricos de cuarcita blanca, aunque también se han observado pequeños fragmentos de cherts y esquistos. Es frecuente observar estos cantos elongados en el sentido de la esquistosidad. La matriz de proporción variable, aunque por lo general superior al 30% de la roca, está constituida por lutita negra, rojiza en ocasiones, cementada por sílice e hierro.

Petrográficamente muestran una textura clástica, con tamaño de grano variable, pero predominando el de grava media (tamaño medio de 0,5 cm). A veces presentan blástesis orientada.

Los fragmentos muestran un redondeamiento desde subredondeados a subangulosos (índice 0,5), y están constituidos fundamentalmente por cuarzo de origen ígneo, fragmentos de cuarcita y rocas silíceas-microcristalinas (liditas). Los cuarzos suelen mostrar fuerte extinción ondulante.

Presentan cemento y matriz silíceos, con micas y cloritas orientadas en superficies penetrativas, a veces se observa una incipiente formación de biotita.

La potencia de estos materiales en el cuadrante, es difícil de calcular, debido a sus características litológicas (ausencia de niveles guía) y a su estructura interna (tectónica intensa y compleja).

El contacto con los materiales triásicos es discordante. Por lo general, son los conglomerados y areniscas triásicas, las que descansan sobre estos materiales. En otras ocasiones, estos materiales no están pre-

sentes y el contacto se produce entre pizarras de color rojizo y lutitas triásicas, algo esquistosadas, de color rojo. Es en estas ocasiones cuando el contacto es difícil de definir.

La ausencia de fauna hace difícil su datación. No obstante, CAMPOS (1979) les atribuye un Paleozoico alto, posiblemente Carbonífero, sin descartar la posibilidad de la inclusión de un Devónico terminal.

1.1.2. Triásico (7, 8, 9, 10, 11)

Dentro de los materiales de edad Triásico se han diferenciado dos facies principales: Buntsandstein y Keuper.

1.1.2.1. Triásico en facies Buntsandstein (7, 8, 9)

Se trata de los materiales que se sitúan de forma discordante sobre el Paleozoico plegado. Se han diferenciado tres términos cartográficos:

- Alternancia de areniscas y conglomerados (7). Se sitúan por lo general a muro, aunque no es raro encontrar facies de características similares en diferentes niveles de la serie. Se trata de una alternancia de areniscas y conglomerados, en proporción variable, aunque siempre con dominio de la fracción areniscosa.

La figura 1.2 muestra un log de detalle típico de esta facies.

Los conglomerados son generalmente de naturaleza cuarcítica, aunque no es difícil observar brechas poco evolucionadas de cantos angulosos de naturaleza areniscosa. Presentan, generalmente, morfología lenticular, y es mucho más frecuente encontrarlos a muro, en el contacto con los materiales paleozoicos. Los clastos de

cuarzo lechoso, son heterométricos y se presentan subredondeados. La matriz es de naturaleza arenoso-lutítica y su proporción es variable, siendo generalmente superior al 20% de la roca.

Es difícil observar estructuras de orden interno en estos materiales. Por lo general, presentan un marcado carácter masivo, aunque en ocasiones se puede adivinar alguna laminación cruzada de alto ángulo.

Las areniscas son micáceas, de grano fino a medio, estratificadas, de tonos rojizos y blancos nacarados. Los bancos oscilan entre los 0,20 y 1 metro de potencia. Las micas se suelen concentrar en determinados niveles, lo que facilita el lajamiento de la roca.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son laminaciones cruzadas de alto ángulo, en ocasiones bipolares, estratificaciones cruzadas y laminaciones paralelas.

- Areniscas cuarzo-feldespáticas y limolitas rojas (8). Son las facies más abundantes dentro del cuadrante. Están constituidas por una alternancia de areniscas y limolitas con dominio de estas.

Las areniscas son micáceas, de grano fino, estratificadas, de tonos rojizos y blancos nacarados. Presentan laminaciones y estratificaciones cruzadas de alto ángulo, así como laminaciones paralelas.

Las lutitas son limosas, de color rojizo, aunque en algunas ocasiones, pueden presentar tonalidades amarillentas. Generalmente son masivas, aunque ocasionalmente se puede observar una laminación gruesa.

- Conglomerados (9). Se han cartografiado pequeños lentejones de conglomerada

dos intercalados en diferentes puntos de la serie. Las características litológicas que presentan, son muy similares a las que presentan los conglomerados basales.

Estos materiales son azoicos. No obstante presentan una litología muy uniforme a nivel regional, lo que les hace fácilmente correlacionables con otros materiales dados en otros puntos de la península.

La potencia es difícil de precisar, ya que en el área no aparece el techo.

Petrográficamente, las areniscas presentan una textura clástica con tamaño de grano de arena media y composición de fragmentos de cuarzo, de sílice microcristalina y plagioclasa (como fundamentales). Sericita, clorita, opacos y turmalina como accesorios. Los feldespatos suelen estar muy seritizados. Se clasifican como subarcosas.

1.1.2.2. *Triásico en facies Keuper (10, 11)*

Aflora en el extremo SW del cuadrante y en pequeños lentejones inyectados a favor de la falla de Ereñozu. Se han diferenciado dos términos cartográficos:

- Ofitas (10). Afloran en tres puntos diferentes dentro de esta unidad. El más amplio, es el situado en el extremo SW del cuadrante. Los dos restantes son pequeños cuerpos elongados e inyectados a favor de la falla de Ereñozu. Los tres están constituidos por rocas microgranudas, de color verdoso. Presentan un grado de alteración importante y originan resaltes suaves y redondeados.

- Rocas volcanosedimentarias (11). Se trata de unos materiales situados entre el techo del Trías Keuper y la base del Infra-

Lías, abarcando su edad por tanto, parte de ambos.

Están constituidas por un conjunto de rocas brechoides, estratificadas en bancos delgados, compuestos por fragmentos de rocas volcánicas y rocas sedimentarias con abundante matriz ferruginosa. Como estructuras sedimentarias aparecen abundantes laminaciones paralelas.

El mejor punto de observación de estos materiales se encuentra en la trinchera del gaseoducto, situada 500 metros al E del caserío Larrarte.

1.1.3. **Jurásico (12, 13, 14, 15, 16)**

Los afloramientos jurásicos del "bloque de Ereñozu" se restringen a una pequeña área situada en el extremo SW del cuadrante. Afloran términos comprendidos entre el Infra-Lías y el Dogger.

1.1.3.1. *Infralías. Lías calizo-dolomítico (12, 13, 14)*

Se apoya indistintamente en contacto mecánico sobre los materiales triásicos (Buntsandstein y Keuper). Hemos diferenciado varios términos cartográficos:

- Brechas calcáreas y carniolas (12). Se trata de un conjunto de calizas oquerosas y brechas de escasa potencia. Presentan huecos centimétricos amigdaloides (¿yeso disuelto?) aunque no muy abundantes.

- Calizas dolomíticas y calizas grises estratificadas (13). Presentan escasa potencia (20 m). Están constituidas por un conjunto de calizas dolomíticas y calizas grises estratificadas.

Las dolomías se restringen a unos po-

cos bancos del conjunto. Se trata de las típicas dolomías "Rubanéas" con una laminación milimétrica de carácter algal.

Las calizas son grises y se encuentran bien estratificadas en bancos que no suelen superar los 0,3 metros de espesor.

- Calizas grises y calizas margosas (14). Es el término que peor aflora. Se trata de una alternancia, en bancos que oscilan entre 0,2 y 0,5 m de calizas grises y calizas margosas.

1.1.3.2. *Lías margoso (15)*

Está constituido por las facies típicas de margas gris azuladas que alternan con bancos decimétricos de calizas margosas, calizas limosas grises, y margocalizas. Estos materiales se encuentran frecuentemente alterados, presentando un aspecto arcilloso con tonalidades pardo-amarillentas.

En los bancos más duros es frecuente encontrar una macrofauna compuesta principalmente por ammonites, belemnites y pectínidos.

La micropaleontología observada, en diversos estudios realizados en las inmediaciones (hoja de Villabona), EVE 1987, data estos materiales como Sinemuriense-Toarciense superior.

1.1.3.3. *Dogger (16)*

Se trata de un pequeño afloramiento situado en el extremo SW del cuadrante. Está constituido por un conjunto de calizas estratificadas grises, con intercalaciones de calizas margosas y arenosas, en las que es frecuente observar nódulos de sílex negros.

La macrofauna observada, está constituida principalmente por belemnites, braquiópodos y abundantes artejos de *Pentacrinus*.

1.2. UNIDAD DE SAN SEBASTIAN (S.STR.)

Definimos en este cuadrante la "Unidad de San Sebastián s.str.", como el conjunto de materiales situados al Norte de la falla de Ereñozu. Estos ocupan el extremo NW del cuadrante y comprenden edades que van desde el Triásico al Cretácico superior.

1.2.1. Triásico (Facies Keuper) (17, 18, 19, 20)

Aflora en un corredor de dirección aproximada N 40° E, situado entre Andoain y Urnieta.

Se han diferenciado los siguientes términos cartográficos:

- Arcillas abigarradas versicolores (17). Están formadas principalmente por arcillas abigarradas de colores rojizos, verdosos y ocre, que intercalan delgados niveles de lutitas limosas versicolores. En este área no se han observado niveles evaporíticos y no se tiene constancia de ninguna explotación de los mismos.

En realidad, y salvo pequeños afloramientos, estos materiales no llegan a aflorar, estando cubiertos por aluviales cuaternarios y suelos de alteración rojizos.

- Ofitas (18). Se trata de cuerpos elongados en dirección N 35° E. Están constituidos por rocas microgranudas de color verdoso, de origen subvolcánico. Dan resaltes redondeados y es muy difícil su ob-

servación en corte fresco.

- Rocas volcanosedimentarias (19). Constituyen un conjunto de materiales, situados entre el techo de Trías Keuper y la base del Infra-Lías, abarcando su edad, por tanto, parte de ambos tramos.

Están constituidas por un conjunto de rocas brechoides, estratificadas en bancos delgados, compuestas por fragmentos de rocas volcánicas y rocas sedimentarias con matriz ferruginosa (oligisto).

Como estructuras sedimentarias aparecen abundantes laminaciones paralelas.

También se ha cartografiado, en las afueras de Andoain y junto a la carretera que la une con Urnieta, un enclave de dolomías (20) pertenecientes posiblemente al Infra-Lías.

1.2.2. Jurásico (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30)

Los materiales jurásicos de esta unidad, afloran en dos áreas diferentes situadas al Norte y Sur de Andoain. En ellas, están representados todos los términos comprendidos entre el Lías margoso y el Malm II. (Fig. 1.3).

1.2.2.1. Lías margoso (21, 22, 23)

Este término aflora tanto al Norte como al Sur de Andoain. Se han diferenciado tres términos cartográficos:

- Calizas y brechas calcáreas (21). Afloran en las inmediaciones de la piscifactoria Olaberri. Están constituidas por un conjunto de brechas calcáreas, de origen sinsedimentario. Los clastos son de caliza micrítica gris oscura, angulosos, con tama-

ños comprendidos entre 10 y 15 cm. La matriz, en ocasiones abundante, es de naturaleza margosa.

A grosso modo, se observa una alternancia métrica entre calizas margosas grises y brechas, con abundantes cambios laterales.

Son muy abundantes las silicificaciones en forma de enrejado.

- Margas grises (22). Se trata de una alternancia de margas gris azuladas, calizas margosas y calizas limosas grises. Estos materiales se encuentran por lo general muy alterados, presentando un aspecto arcilloso de tonalidades pardo-amarillentas.

- Calizas y margocalizas grises (23). Originan pequeños resaltes dentro de los materiales margosos. Están constituidos por un conjunto de calizas micríticas gris oscuro a negras, masivas o estratificadas en bancos métricos.

Petrográficamente se muestran como grainstones oolíticos, muy recristalizados. Esta recristalización impide estimar con precisión los porcentajes de elementos alquímicos y de cemento.

Se identifica alguna microfauna con mucha dificultad: *Mayncina?* termieri HOTT, *Ataxophragmiidos*, restos de crinoides.

La macrofauna se suele concentrar en los niveles calizos y margocalizos, siendo abundantes los belemnites, ammonites, braquiópodos y pectínidos.

La potencia es difícil de precisar, ya que en este área.

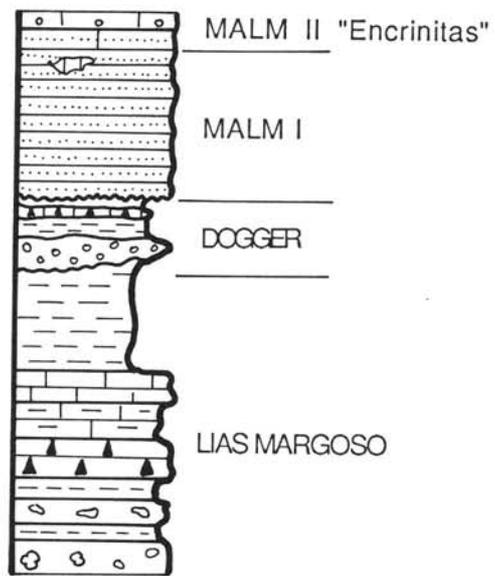


FIG.- 1.3.- COLUMNA ESQUEMATICA DEL JURASICO EN EL AREA DE ANDOAIN

1.2.2.2. *Dogger* (24, 25, 26)

Es quizá el más atípico de los términos jurásicos de este área.

Se han diferenciado tres términos cartográficos:

- Conglomerados silíceos (24). Se trata de una serie de areniscas silíceas de grano grueso a muy grueso, microconglomerados, conglomerados silíceos y liditas.

Presentan estratificaciones cruzadas y abundantes acuñamientos de las capas.

Las secuencias son estratogranodecipientes, pudiéndose interpretar como rellenos de canal.

La potencia oscila entre 20 y 35 m.

- Margocalizas (25). Es la facies más abundante. Se trata de una sucesión de margas y margocalizas de color gris oscuro, estratificadas en bancos decimétricos. Presentan esporádicos nódulos de sílex.

En conjunto estos materiales son bastante azoicos.

La potencia media es de 35 m.

- Calizas bioclásticas (26). Afloran de forma discontinua. Son calizas micríticas grises con abundantes nódulos de sílex negro. Presentan una estratificación grosera.

La macrofauna es rica en belemnites y braquiópodos.

La potencia aunque variable puede ser superior a los 40 m.

1.2.2.3. *Malm I* (27, 28, 29)

Está constituido por una serie predominantemente terrígena.

Se han diferenciado tres términos cartográficos:

- Lutitas rojas (27). Representan un cambio lateral hacia el NE de las facies más terrígenas. Son de color gris oscuro a negro en corte fresco, presentando un color rojizo en superficie.

- Areniscas silíceas (28). Son areniscas de grano fino a medio, silíceas, beige, estratificadas en bancos de 30 a 50 m, con abundantes laminaciones paralelas y acuñamientos entre bancos.

En ocasiones intercalan olistones métricos de calcarenitas bioclásticas grises.

Es frecuente observar tinciones de óxidos de hierro, posiblemente debidas a la alteración de piritas.

La potencia media oscila entre 50 y 70 m.

Las areniscas silíceas petrográficamente están constituidas por cuarzo en una proporción mayor del 90%. Los granos están poco redondeados y son de tamaño medio (del orden de 0,2 mm). La matriz es diagenética de tipo sericítico y cuarcítico. Como accesorio más abundante aparecen menas opacas.

- Conglomerados de cantos silíceos (29). Se presentan como lentejones intercalados entre los materiales terrígenos. Los clastos son silíceos, bien redondeados y embebidos en una matriz areniscosa en

ocasiones abundante.

Como estructuras típicas están las laminaciones cruzadas.

Estas facies se pueden interpretar, como rellenos de canal.

Presentan una potencia media de unos 15 metros.

1.2.2.4. *Malm II (30)*

A este término se atribuye un pequeño afloramiento situado en la carretera que conduce de Andoain a la antigua vía de ferrocarril de Leiza.

Se trata de calcarenitas bioclásticas grises, generalmente bien estratificadas, con fragmentos de crinoides y lamelibranquios. Presentan intercalaciones de escasa potencia de calcirruditas y conglomerados de abundante matriz.

Se observan abundantes tinciones de óxidos de hierro, probablemente debidas a la alteración de piritas.

La potencia del afloramiento es de 13 metros, siendo difícil estimar la potencia real de estos materiales, ya que el contacto de techo con los materiales margosos del Cretácico superior es mecánico.

1.2.3. **Jurásico terminal. Cretácico inferior (Neocomiense) (31)**

El Jurásico terminal-Neocomiense se apoya aquí directamente sobre los materiales lutíticos del Malm I.

Se trata de un conjunto de calizas, en ocasiones calizo-dolomías, de color gris, estratificadas en bancos de 30 a 70 cm, en los que es frecuente observar laminaciones

de origen algal.

Petrográficamente, las calizas, son pel (gravel) micritas, con deformación en los pellets según una superficie. Muestran raros Ataxophragmiidos y restos de crinoides. La facies dolomítica presenta estructura brechoide, con clastos angulosos junto a otros redondeados de un tamaño máximo de 10 mm. Algunos clastos dolomíticos conservan pellets, espículas silicificadas y restos de crinoides.

1.2.4. **Cretácico inferior. Aptiense-Albiense inferior. (Urgoniano s.l.) (32, 33, 34)**

En este apartado se agrupa el conjunto de materiales de edad Aptiense-Albiense cartografiados al N de la carretera que une las localidades de Andoain y Urnieta.

Se han diferenciado tres términos cartográficos:

- Calizas margosas y calizas nodulosas (32). Situadas en la base del conjunto calcáreo.

Se trata de niveles en los que es frecuente observar una "nodulosidad incipiente" debido principalmente a un aumento considerable en terrígenos.

- Calizas bioclásticas (33). Son los materiales más abundantes en este área. Se trata de las clásicas calizas arrecifales, grises, micríticas, masivas o mal estratificadas, con fragmentos abundantes de corales, rudistas, lamelibranquios, equinodermos, orbitolinas y algas rojas.

- Areniscas y limolitas (34). Representan un cambio lateral de las calizas arrecifales. Están constituidas por una alternan-

cia de areniscas, areniscas arcillosas, limos y arcillas de colores beige.

La potencia total de estos materiales es de aproximadamente 100 m.

RAMIREZ DEL POZO, 1971 (en CAMPOS, 1979) cita para la parte alta de este paquete asociaciones referentes al tránsito Aptiense-Albiense.

1.2.5. Albiense superior-Cenomaniense inferior (Complejo Supraurgoniano) (35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42)

Dadas las diferencias litoestratigráficas que presentan en este cuadrante los materiales del Complejo Supraurgoniano, se ha visto conveniente dividirlos en dos formaciones diferentes:

- Formación Oyarzun
- Flysch Negro.

En el ámbito de este cuadrante, no se observa el tránsito entre ambas formaciones.

1.2.5.1. Formación Oyarzun (35, 36, 37, 38, 39, 40)

Aflora a lo largo de una franja de dirección N 60° E, situada en las inmediaciones del barrio de Besabi, al E de la carretera que une Andoain y Urnieta.

Se han diferenciado los siguientes términos cartográficos:

- Alternancia de areniscas silíceas y lutitas (35). Ocupan la mayor parte del área cartografiada.

Se trata de una alternancia de areniscas silíceas, de grano fino a medio, en ocasiones microconglomeráticas, y limolitas.

Presentan tonalidades grises y beige, aunque es frecuente observar también tonalidades rojizas distribuidas irregularmente.

Los niveles de grauvacas son masivos y con potencias comprendidas entre 0,1 y 1 m. Presentan techo y muro irregular, así como escasas laminaciones paralelas.

No se ha observado macrofauna en estos materiales.

- Calizas bioclásticas. Tinciones rojas (36). Originan gran parte de los resaltes de este área. Están constituidas por calizas micríticas y calizas bioclásticas algo arenosas, con intercalaciones de brechas, margas, calizas nodulosas y esporádicos e irregulares niveles de calizas dolomíticas y dolomías.

Presentan un color rosa, siendo este más intenso cuanto mayor sea la fracción margosa presente en la roca.

Los cambios laterales de facies son bruscos, pasando rápidamente de calizas a margas y limolitas.

Se ha observado una macrofauna compuesta principalmente por corales, rudistas, lamelibranquios, así como finas laminaciones paralelas de origen algal.

Las facies micríticas (biomicritas) presentan abundante microfauna: *Favusella washitensis* (CARSEY), *Hedbergella*, *Pseudocyclamina*, *Pithonella sphaerica* (KAUFM), espículas, *Lithothamnium*, *macroporella*, coralarios, moluscos, briozoos, restos de crinoides, ostrácodos, que datan un Cenomaniense inferior.

Las facies arenosas son calcarenitas bioclásticas con abundantes orbitolinas.

Orbitolina (M) subconcava, *Orbitolina (M) texana*, *Tritaxia*, *Eoguttulina*, *Haplophragmium*, *Lenticulina*, *Nezzazata*, *Haplophragmoides*, *Marssonella*, *Ataxophragmiidos*, *Solenopora*, *Agardhiellopsis cretacea*, *Lithophyllum rude*, restos de crinoides, tubos de anélidos. Esta asociación es característica del Albiense inferior, por lo que es fácil suponer que es fauna transportada y re sedimentada. Finalmente, las brechas presentan clastos de calizas, microdolomías, calizas con pellets, biomicritas, etc.

- Calizas bioclásticas grises (37). Presentan características litoestratigráficas similares a las anteriores. Se diferencian tan solo en el color, que en estas, es predominantemente gris.

- Margas y margocalizas estratificadas (38). Representan pequeños afloramientos intercalados entre las areniscas. Se trata de margas y margocalizas bien estratificadas en bancos de 5 a 15 cm. Son generalmente de color gris, aunque en ocasiones pueden presentar un rojo intenso.

- Lutitas rojo vino (39). Esta facies se encuentra bien representada al SW del monte Onyi. Está constituida por lutitas limosas de color rojo vino. Se pueden confundir fácilmente con las facies limolíticas del Trías Bunt.

- Conglomerados y microconglomerados de cantos silíceos (40). Intercalados entre las areniscas y limolitas (35), aparecen niveles, generalmente lenticulares de conglomerados y microconglomerados de cantos silíceos.

Los cantos, con un tamaño que oscila entre 0,5 y 7 cm, son de cuarcita blanca y están bien redondeados.

La matriz es arenosa, micácea. Pre-

senta finos niveles carbonosos correspondientes a pequeños troncos replotados.

El color de estos materiales es generalmente beige aunque en ocasiones pueden presentar tonalidades rosáceas.

El contacto de techo de los materiales de la Formación Oyarzun, con los materiales margosos del Cretácico superior es mecánico, salvo en el antiformal situado en Ereñozu, donde el contacto es normal. A muro, en el área de Besabi, estos materiales se superponen a los materiales del Jurásico terminal-Neocomiense. Hacia el NE, se ponen en contacto, mediante la falla de Ereñozu, con materiales triásicos y paleozoicos.

Dado que en este área no afloran simultáneamente el techo y el muro de estos materiales, es difícil calcular su potencia. No obstante, por observaciones realizadas en el cuadrante de San Sebastián, se puede decir que presentan una potencia muy variable, oscilando entre unos pocos metros (incluso puede llegar a erosionarse) y los 1000 m de potencia máxima.

RAMIREZ DEL POZO (enero 1973) cita para estos materiales las siguientes asociaciones: *Hedbergella cf. washitensis*, *Tritaxia cf. pyramidata*, políperos, briozoarios, secciones de *Lithotamium*, restos de moluscos y espículas, lo que permite datarlos como Albiense medio.

Resumiendo, podemos decir que esta formación está constituida principalmente por un conjunto de materiales siliciclásticos, con intercalaciones lentejonares de calizas, depositado en medios someros próximos al macizo de Cinco Villas del que reciben importantes aportes.

Estos presentan un fuerte diacronismo

y una dilatada actividad a lo largo del tiempo, de modo que llegan a constituir equivalentes laterales, tanto del Flysch Negro, como de las facies de carbonatos urgonianos.

1.2.5.2. *Flysch Negro* (41, 42)

Aflora en el extremo NW del cuadrante.

Se han diferenciado dos términos cartográficos:

- Limolitas calcáreas (41). Constituyen la litología más abundante. Se trata de limolitas negras, micáceas, masivas o mal laminadas, que alternan con pasadas escasas de areniscas (no superan el 20%). Son típicos los niveles de nódulos ferruginosos paralelos a S_0 , así como la disyunción en capas de cebolla.

- Areniscas silíceas estratificadas (42). Son areniscas silíceas de tonos claros. Se encuentran bien estratificadas en bancos de 20 a 80 cm. Intercalan escasos bancos de lutita negra, generalmente de poca potencia.

Se encuentran formando bancos de 10 a 20 m de potencia.

1.2.6. **Cenomaniense inferior-Campaniense (Formación calcárea del Cretácico superior) (43, 44, 45, 46)**

Aflora en el sector NW del cuadrante. Se pueden diferenciar dos grandes conjuntos. Uno inferior (Flysch calcáreo) y uno superior (Flysch detrítico-calcáreo).

1.2.6.1. *Flysch calcáreo* (43, 44)

Dentro del Flysch calcáreo se han diferenciado dos términos cartográficos:

- Megaturbiditas y calizas estratificadas (43). En algunos puntos, a muro o intercalados entre los materiales margosos, aparecen "eventos estratigráficos" (megaturbiditas), que por su continuidad lateral, potencia (superior en ocasiones a 30 m) y tamaño de los bloques, ha hecho conveniente su representación cartográfica.

En este cuadrante, la de mayor importancia se puede observar a muro, en el contacto con los materiales terrígenos de la Formación Oyarzun (Anticlinorio de Ereñozu). Está constituida principalmente por cantos angulosos y heterométricos (1 a 50 cm) de caliza micrítica, caliza arenosa, lutitas y cuarzo (estos últimos por lo general bien redondeados). Intercalados entre los niveles brechoides, aparecen en ocasiones bancos calizos de potencia variable.

- Margas gris oscuro (44). Son los materiales más abundantes de esta Formación. Se trata de margas y margocalizas grises (amarillentas en alteración), con aspecto arcilloso, masivas o mal estratificadas.

A techo intercala, gradualmente, bancos de calizas arenosas. También es frecuente encontrar intercalaciones de bancos de caliza micrítica negra. Petrográficamente son biomicritas y biomicritas arcillosas.

La edad de estos materiales, aunque no se puede descartar la existencia de importantes hiatos, incluye desde el Cenomaniense superior al Santoniense (CAMPOS 1979).

1.2.6.2. *Flysch detrítico-calcáreo* (45, 46)

Ocupa un amplio afloramiento en el sector NW del cuadrante. Se han diferen-

ciado dos términos cartográficos:

- Alternancia de margas y limolitas calcáreas (45). Son los materiales mayoritarios. Están formados por una alternancia de calizas limolíticas y lutitas calcáreas, o margas, en bancos centi-decimétricos (entre 5 y 20 cm generalmente), de color gris en afloramiento fresco.

Se trata de facies en las que por lo general las margas dominan ampliamente sobre las calizas arenosas, siendo estas además de grano muy fino.

Las estructuras más frecuentes observadas en los niveles calizo-arenosos son laminaciones paralelas y cruzadas de bajo ángulo, así como laminaciones convolutas. También es frecuente observar ripples a techo de los paquetes.

Petrográficamente se pueden clasificar como limolitas calcáreas, micritas arcillosas y areniscas calcáreas. El contenido detrítico, en ocasiones abundante, corresponde a tamaño limo o arena fina.

- Megaturbiditas (46). Solamente se ha cartografiado un pequeño afloramiento, al Este de Urnieta.

Se trata de un nivel de brechas de poca potencia (1 metro). Presenta cantos

angulosos, de pequeño tamaño (0,5 y 2 cm) de calizas arenosas, calizas micríticas y lutitas. La matriz de naturaleza margosa, es abundante.

Estas facies, alcanzan un mayor desarrollo al N, en el cuadrante de San Sebastián.

Sedimentológicamente, el Flysch detrítico-calcáreo se puede interpretar como facies de turbiditas distales.

La edad de estos materiales es Santoniense terminal-Campaniense. (CAMPOS, 1979).

1.2.7. Cuaternario (47, 48)

1.2.7.1. Depósitos coluviales (47)

Los más importantes son los formados en las pendientes originadas por los crestos areniscosos del Trías Buntsandstein.

Algunos de estos coluviones se han representado en cartografía con una trama.

1.2.7.2. Depósitos aluviales (48)

Solamente se ha cartografiado un depósito en el extremo W del cuadrante. Se trata de una parte de la cuenca aluvial del río Oria.

2.- SEDIMENTOLOGIA

Los materiales que afloran en este cuadrante conforman un registro sedimentario prácticamente continuo desde el Paleozoico hasta el Campaniense, lo que permitirá hacer un bosquejo de la evolución sedimentaria de este sector de la Cuenca para este intervalo concreto de tiempo.

Durante el Paleozoico superior debió existir una Cuenca turbidítica, tal y como lo demuestran las secuencias observadas en algunos niveles de grauvacas. No obstante, la deformación de las series hace imposible precisar más sobre el medio de depósito durante este tiempo.

Durante el Pérmico, que quizás no esté representado en este sector, debió producirse una emersión y peneplanización del sector, depositándose las series continentales y de transición del Buntsandstein. Se desarrollaron abanicos aluviales costeros con gran influencia de sistemas fluviales.

Sobre estos materiales del Bunt, más distales cuanto más a techo, se depositan las arcillas del Keuper, a las que se les atribuye un medio sedimentario típico de mares epicontinentales (formados en una etapa de distensión generalizada), con abundantes sebkhas litorales y un clima global bastante árido, que permitió la formación

de evaporitas. Hasta el final de este episodio, debieron permanecer abiertas numerosas fracturas en el fondo marino, con emisiones de material volcánico y subvolcánico. A este respecto hay que introducir aquí como novedad la aparición de un delgado nivel de rocas volcanoclásticas (término n° 11), descritas por vez primera en el vecino cuadrante de Villabona (EVE, 1987), que hace pensar que parte del material ígneo alcanzó el fondo marino, redepositándose posteriormente.

A techo de este episodio epicontinental, somero, una transgresión generalizada trae como consecuencia el inicio de una sedimentación claramente marina, que se describe a continuación bajo la denominación de JURASICO MARINO.

Los materiales del Jurásico marino se han dividido en cinco episodios, que de muro a techo son:

Durante el Triásico superior-Lías inferior ("Infralías-Lías calizo dolomítico") el medio de depósito correspondía a ambientes inter a supramareales representados por carniolas (generadas por disolución de evaporitas), y dolomías con frecuentes laminaciones algales. Son abundantes los lechos de tormenta, brechas de cantos pla-

nos y las secuencias de somerización, que evidencian el medio sedimentario antes reseñado.

El Lías medio-superior ("Lías margo-so") es claramente transgresivo con respecto al anterior, existiendo condiciones de plataforma marina abierta.

Si exceptuamos las variaciones en la potencia, podemos decir que estos dos términos mantienen unas características muy homogéneas a escala regional.

El Dogger supone un episodio de somerización muy claro, depositándose carbonatos en los que, sobre todo hacia su parte alta, es especialmente abundante la fauna típica de arrecife.

Es aquí, durante el Dogger, cuando se rompe la monotonía y encontramos las primeras variaciones laterales importantes, de modo que en la orla del paleomacizo de Cinco Villas (paleo-alto estructural), los niveles generalmente calizos someros del Dogger, dan paso a una serie detrítica, con areniscas silíceas, e incluso conglomerados silíceos. Estos materiales, descritos aquí por vez primera, han sido denominados JURASICO DE ORLA DEL MACIZO (JOM), forman una secuencia estrato y grano decreciente cuya base es muy irregular, que constituye un cuerpo canaliforme de varios centenares de metros de anchura. Aunque con muchísimas reservas, ya que no se han realizado estudios exhaustivos, suponemos que puede tratarse de depósitos proximales (facies canalizada) de abanicos submarinos, cuya profundidad desconocemos.

Durante el Malm ("Malm I") dominan ambientes sedimentarios someros, euxínicos, con abundante influencia terrígena, es decir, es claramente regresivo con respec-

to al anterior. Entre este episodio y el anterior existe una ruptura sedimentaria que se manifiesta aquí mediante una brusca entrada de terrígenos y la existencia de olistones de calizas del Dogger, que evidencian la caída a la cuenca de fragmentos de la plataforma.

Durante el techo del ciclo Jurásico (Malm II) se depositan facies bioclásticas oolíticas, correspondientes a medios de plataforma de alta energía. Son frecuentes las facies de arrecife. Este episodio corresponde al depósito de las "encrinitas" (término nº 30).

En resumen, el Jurásico inferior y medio se caracteriza por una escasa o nula actividad orogénica y débil subsidencia, desarrollándose amplias plataformas con facies muy homogéneas. A partir del Dogger comienza un megaritmo regresivo que culminará al final del Jurásico con la emergencia en sectores durante el Kimmeridgiense. Los últimos términos marinos considerados son los del Malm II.

Como ya hemos indicado, a partir del Dogger se inicia un megaritmo regresivo. Es en esta época cuando se configura un dispositivo paleogeográfico estructurado en altos fondos y cubetas, controlado por accidentes de zócalo.

Las cubetas, más o menos interconectadas, contienen las series más completas y no aparecen interrupciones en la sedimentación. En los altos fondos o umbrales aparecen series más reducidas y superficies de condensación. Cerca de los paleoaltos más importantes (Cinco Villas) aparecen, además, series "anómalas" con una fuerte influencia terrígena. En este sector las series evidencian la existencia de un umbral.

Como ya se ha citado anteriormente, durante el Jurásico se pueden diferenciar dos grandes megarritmos, uno inferior transgresivo (hasta el Dogger) y otro superior de tendencia básicamente regresiva. Este megarritmo culmina con la emersión en sectores durante el Kimmeridgiense (movimientos de gran radio neo-kimméricos). A partir de este momento se suceden un grupo de facies mixto, marinocostero, con frecuentes indentaciones. Las antiguas morfologías (cubetas y altos fondos) se acentúan durante este período, llegando a producirse emersiones en los umbrales más acentuados (término nº 31).

La denominada facies de "calizas de Sérpulas" es la de mayor extensión regional. Estas reposan, dependiendo de los cortes, sobre el Malm II o sobre el Malm I, faltando las "encrinitas" del Malm II por barrido erosivo.

Donde se han podido observar las calizas de Sérpulas, muestran asociaciones de facies inter-submareales (laminaciones algales/estromatolitos, lumaquelas de lamelibranquios, superficies de condensación-rubefacción, etc.) y son frecuentes las secuencias de somerización a escala decimétrica.

La distribución areal de las calizas de Sérpulas viene condicionada también por la morfología previa de surcos y umbrales, de manera que, en algunos puntos no llegan a depositarse, como en el sector de Zizurkil (EVE 1987), en el que encontramos un hiato sedimentario.

Este esquema sedimentario, con escasa y a veces nula velocidad de sedimentación (potencias máximas de 150 m) se mantiene durante el final del Jurásico y durante el Neocomiense. Al final de este culmina el megarritmo regresivo y comienza

una transgresión generalizada. No obstante, se debe recordar este esquema sedimentario de altos y surcos, porque va a condicionar la historia y medio sedimentario de los materiales suprayacentes, especialmente de los urgonianos.

Con la denominación de "Urgoniano" se califica al conjunto de materiales comprendidos entre los "regresivos" neocomienses (para no utilizar, a propósito, el término "Weald") y los materiales supraurgonianos. Incluye, por tanto, facies de carbonatos de plataforma, sus equivalentes laterales y las facies terrígenas previas, que solemos denominar "facies de implantación urgoniana".

Actualmente está aceptado de forma generalizada que, lo que en la literatura regional se describe como Complejo Urgoniano de la Cuenca Vasco-Cantábrica, está constituido por una serie de plataformas carbonatadas (con desarrollo o no de sistemas arrecifales) compartimentados por un sistema de fracturas que controlaban la subsidencia diferencial, condicionando la presencia de bancos de carbonatos insulares o de "off-shore" y la presencia de facies de talud y "cuenca" asociadas a los bordes de estas plataformas. Estos sistemas carbonatados se instalaban sobre bloques basculantes, limitados por fallas lístricas, en una corteza continental en extensión, en el extremo norte de la Placa Ibérica (aunque este último punto suscita aún controversias, al menos para los sistemas septentrionales). Durante la sedimentación del Complejo Urgoniano permanecieron activas numerosas fallas normales y desgarres sin-rift, que hacían sumamente complejo el "panorama sedimentario".

Sobre los materiales "regresivos" neocomienses, se instala en el área un régimen sedimentario de condiciones progresiva-

mente más marinas. La subida continua y paulatina del nivel del mar (subida relativa, claro) durante el Aptiense, trae como consecuencia que el mar urgoniano gane terreno a los macizos, probablemente emergidos, situados al Este y Sureste, retrasando cada vez más los aportes detríticos procedentes de estos, y permitiendo el desarrollo cada vez más generalizado de carbonatos de plataforma. Las facies de calizas son por lo tanto más modernas cuanto más hacia el Este y Sureste. En una estrecha franja paralela a la costa pudieron llegar a desarrollarse facies carbonosas, que previamente se desarrollaron en el actual sector de Hernani. Las áreas más orientales de esta plataforma carbonatada muestran evidencias de una relativamente alta energía, como sucede con las calizas de la alineación Zarate-Buruntza y las del sector de Hernani y Andoain.

En definitiva, y como resultado final de la transgresión generalizada durante el Aptiense y parte del Albiense, el área es ocupada por amplias y a veces potentes plataformas carbonatadas (calizas del monte Hernio y del monte Gatzume, en el vecino cuadrante de Villabona, alineación Zarate-Buruntza-Hernani), que "onlapan" perfectamente a las series, generalmente detríticas, infrayacentes. La sucesión que encontramos actualmente en los alrededores de Zizurkil, Aduna, Hernani y al Norte de Andoain es la consecuencia de este solapamiento.

Aunque no existen afloramientos para afirmarlo de manera concluyente, suponemos que al Este de la falla de Orio-Urumea no existen ya carbonatos urgonianos de edad Aptiense, siendo reemplazados por una serie detrítica de orla del macizo, fuertemente diacrónica y que corresponde a medios más someros.

Tras el depósito del último episodio urgoniano, tanto en facies de calizas como de lutitas adyacentes, se produce una importante ruptura sedimentaria causada por una fase de actividad tectónica ("fase austriaca") que rejuveneció los relieves del área fuente, provocando un masivo aporte de terrígenos que inhibió de manera brusca la sedimentación carbonatada, la cual en adelante sólo se volverá a manifestar de forma aislada y cuando las características del medio lo permitan (pequeños umbrales a "salvo" de la contaminación terrígena). La configuración paleogeográfica cambia totalmente, localizándose de forma simultánea en el tiempo una serie de dominios paleogeográficos y sedimentarios, afectados tanto por la morfología previa dejada por las construcciones arrecifales, como por la acción de fallas de zócalo que controla la sedimentación.

En el área del cuadrante están representados dos de estos dominios: Flysch Negro y Fm. Oyarzun, separados por la línea de falla del Orio-Urumea que, como ya se ha mencionado, pudo controlar también la sedimentación del Urganiano.

Los materiales del Flysch Negro se depositaron en una o varias cuencas turbidíticas, en forma de fosas alargadas.

Este sistema de fosas alargadas pudo tener su origen en la creación de cuencas de tipo pull-apart ligadas a los grandes sistemas transformantes (desgarres sinistralles) que permitieron la apertura del Golfo de Bizkaia.

En el área del cuadrante las asociaciones de facies encontradas corresponden a medios distales de llanura submarina.

El otro sistema deposicional represen-

tado en el área de estudio lo constituye la Fm. Oyarzun, restringida geográficamente a la orla del macizo (y paleomacizo) de Cinco Villas. Esta formación representa un sistema deposicional aluvial/fluviol, con alguna influencia marina hacia la parte alta (retrabajamiento por el oleaje). En el tránsito hacia facies más profundas de la Fm. Oyarzun, en zonas relativamente libres de la contaminación terrígena, pervivieron de forma aislada parches arrecifales, cuyas condiciones debieron ser muy precarias. Testigo de estos parches son los pequeños cuerpos de carbonatos cartografiados con los nº 36 y 37. Esta formación llega a reposar en clara discordancia sobre los materiales del Paleozoico de Cinco Villas, que debió constituir durante el Albiense supe-

rior-Cenomaniense inferior un relieve emergido y sometido a erosión activa.

Los materiales más modernos representados en el cuadrante corresponden al Flysch del Cretácico superior, separados de los anteriores por una importante ruptura sedimentaria y depositados en una amplia cuenca turbidítica. En este sector las asociaciones de facies encontradas corresponden a turbiditas distales cuyas paleocorrientes indican una clara procedencia "pirenaica". Estas turbiditas representan el relleno de un surco subparalelo a las directrices actuales, relleno que estuvo controlado principalmente por la posición relativa del mar en cada momento.

3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el cuadrante de Andoain, afloran materiales de edades comprendidas entre el Paleozoico superior y Cretácico superior.

La superposición en el espacio de dos orogenias (Hercínica y Alpina) y la complejidad de estas (influencia de sucesivas fases de deformación) hacen necesario dividir el estudio tectónico de este cuadrante en dos partes:

- Estructuras del basamento paleozoico (Orogenia Hercínica).
- Estructuras de la cobertera mesozoica (Orogenia Alpina).

3.1. ESTRUCTURAS DEL BASAMENTO PALEOZOICO (OROGENIA HERCINICA)

Las características estructurales del Paleozoico de esta zona son necesariamente complejas debido, tanto a la superposición de las Orogenias Hercínica y Alpina, como a la deformación adicional de bóveda producida por el stock granítico de Peñas de Aya.

El análisis estructural se hace francamente difícil, ya que a la complejidad estructural propia de los materiales se suman

dos dificultades adicionales: por un lado, la monotonía litológica y la falta de niveles guía; y por otro, la falta de afloramientos suficientemente extensos que permitan observar figuras de interferencia.

Son varios los trabajos precedentes que han abordado este tema en mayor o menor profundidad. Citaremos por su importancia y por ser relativamente recientes a CAMPOS, 1979; HEUSCHMIDT, 1977 y AIZPIRI, A. et al., 1984.

Este último autor hace un breve resumen de las conclusiones a las que llegan los dos anteriores. Textualmente dice:

“CAMPOS, 1979”

Establece 2 fases de plegamiento hercínicas y 2 alpinas.

Fase 1.- Da pliegues tumbados isoclinales (P_1) de flanco inverso bien desarrollado, con esquistosidad de flujo subhorizontal (S_1), subparalela a la estratificación (S_0). La (S_0) y la (S_1), se diferencian bien en las charnelas de los pliegues.

Las direcciones de los pliegues de esta fase son N-S y NE-SW. La

dispersión oscila en 15°.

Fase 2.- Da pliegues similares y también isopacos. En relación con los pliegues de F_2 se desarrolla una esquistosidad (S_2) poco penetrativa que crenula a la S_1 .

Las direcciones de los pliegues dan dos máximos, uno NE-SW (pliegues P_{2a}), y otro NW-SE (pliegues P_{2b}).

Según el autor los P_{2b} pueden ser conjugados de los P_{2a} .

Además de estas 2 fases en el Hercínico hay:

- Una deformación adicional de bóveda debida a la intrusión del granito de Peñas de Aya.
- Una fase hercínica tardía que produce kink bands.
- Estructuras de dirección E-W que coinciden con estructuras alpinas.
- Al final de la etapa hercínica se desarrollan fracturas que funcionarían por compresión durante la Orogenia Alpina. Son las fallas del borde S y NW del macizo y la falla de Aritxulegi.

En el ciclo Alpino se desarrollan 2 fases:

Fase 1.- Neokimmérica, da pliegues de dirección NE-SW y E-W al Sur del macizo, dibujando el Arco Vasco.

Fase 2.- Reactiva las fracturas NE-SW y E-W; posteriormente se producen traslaciones gravitacionales (formación de los macizos satélites de

San Narciso y San Marcial) y aparición de fracturas radiales NW-SE en el NW del Macizo“.

“HEUSCHMIDT, 1977“

Establece en la Orogenia Hercínica 4 fases, y 2 en la Alpina.

Fase 1.- Desarrolla pliegues isoclinales N-S vergentes al W y una esquistosidad S_1 subparalela a la estratificación S_0 . Asociada a esta fase se producen fallas inversas N-S.

Fase 2.- Pliegues isopacos de eje E-W. El plano axial es subvertical. Hay una S_2 poco desarrollada. Su dirección es N 90° E-N 100° E, con buzamientos al N y al S. Se producen fallas inversas E-W.

Fase 3.- Da pliegues en caja muy abiertos, disimétricos e isopacos de dirección NW-SE, vergentes al NE. La S_3 es de dirección N 130 E, con buzamientos al SW.

Fase 4.- Pliegues rectos e isopacos N-S de plano axial subvertical; puede haber una S_4 pero es casi inexistente. Se desarrollan fallas inversas N-S.

Posteriormente a la Orogenia Hercínica se desarrolla una fracturación que lleva asociados diques de cuarzo:

- Fallas normales N-S (a veces mineralizadas) con filones de cuarzo subverticales.
- Fallas normales NE-SW y filones de cuarzo subverticales.

En la Orogenia Alpina se desarrollan

otras 2 fases y antiguas fracturas vuelven a activarse.

Fase 5.- NE-SW. Da pliegues y fallas diversas como el sinforme de Etxalar y la falla de Ereñozu.

Fase 6.- E-W. Con estructuras como el sinclinal de Vera y la falla de Aritxulegi. Apunta que esta última es trar-dihercínica y se ha reactivado como un desgarre dextroso en la alpina“.

Por su parte AIZPIRI, A. et al., 1984, proponen un nuevo esquema estructural, en parte coincidente con los anteriores. Distinguen las siguientes fases:

1ª Fase: Son pliegues isoclinales tumbados, difíciles de observar y escasos, cuya dirección, aunque problemática, parece ser norteadada. Se acompaña de una esquistosidad (slate cleavage) S_1 muy tendida y subparalela a la S_0 . Pueden tener cizallas asociadas.

2ª Fase: Son pliegues angulares de longitud de onda decimétrica, plano axial subvertical y dirección N 40- N 60 E. Producen una crenulación de la S_1 que puede transformarse en planos de discontinuidad, coincidiendo con los planos axiales de los pliegues. Por tanto daría una familia de diaclasas, aproximadamente N 50, cuyo desarrollo inicial es desconocido. En las proximidades del granito de Peñas de Aya pueden observarse variaciones en su disposición.

3ª Fase: Son pliegues angulares con características semejantes a los de la 2ª fase y dirección NW (N 300°-320°

E). En el área estudiada está poco desarrollada. A escala microscópica origina una crenulación que coincidiendo con los planos axiales de los pliegues, puede originar discontinuidades.

Es evidente que no resulta fácil llegar a establecer con claridad las distintas fases de deformación que han sufrido estos materiales. Por otro lado, es posible que las distintas fases no hayan afectado con igual intensidad a todas las zonas, de tal forma que estructuras evidentes en unas áreas, prácticamente no existen en otras. Por esta razón nos limitaremos a describir las estructuras observadas en el ámbito de esta hoja.

En las figuras 3.1 y 3.2 se pueden observar los esquemas tectónicos y cortes estructurales de este cuadrante y sus limítrofes.

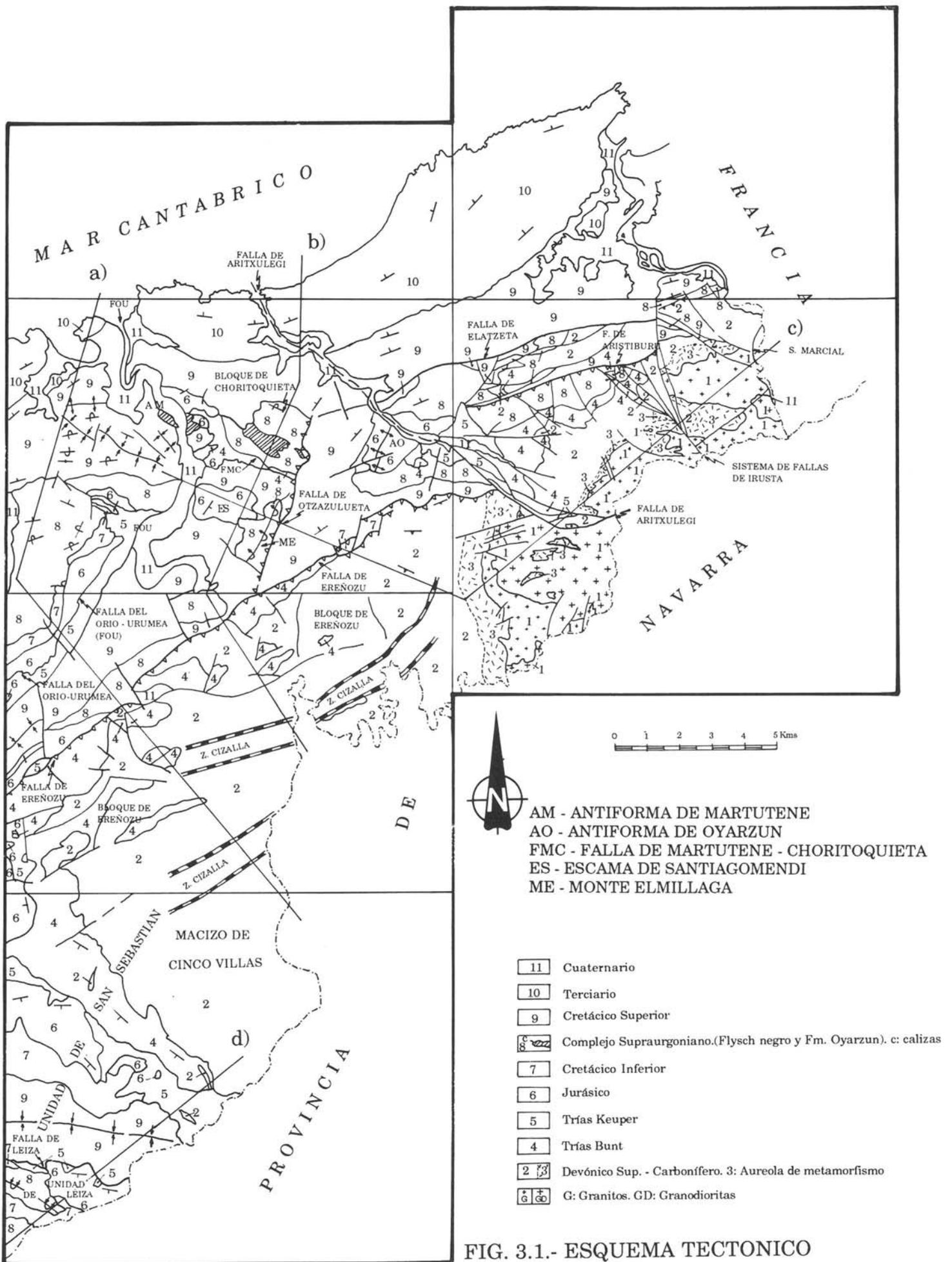
3.1.1. Primera Fase (F_1)

La F_1 da origen a pliegues isoclinales muy tumbados (subhorizontales) que desarrollan una esquistosidad subhorizontal (S_1), muy penetrativa, subparalela a S_0 en los flancos de los pliegues.

Es difícil sin embargo, observar en el campo pliegues métricos correspondientes a esta fase. No obstante si que son relativamente abundantes las charnelas centi-decimétricas en las que es muy frecuente observar estructuras de tipo “mullion“ y rods de cuarzo.

Las directrices principales de esta primera fase son N-S a N 20° E, aunque localmente, estas directrices pueden estar giradas hasta E-W.

Son frecuentes las bandas tectoniza-



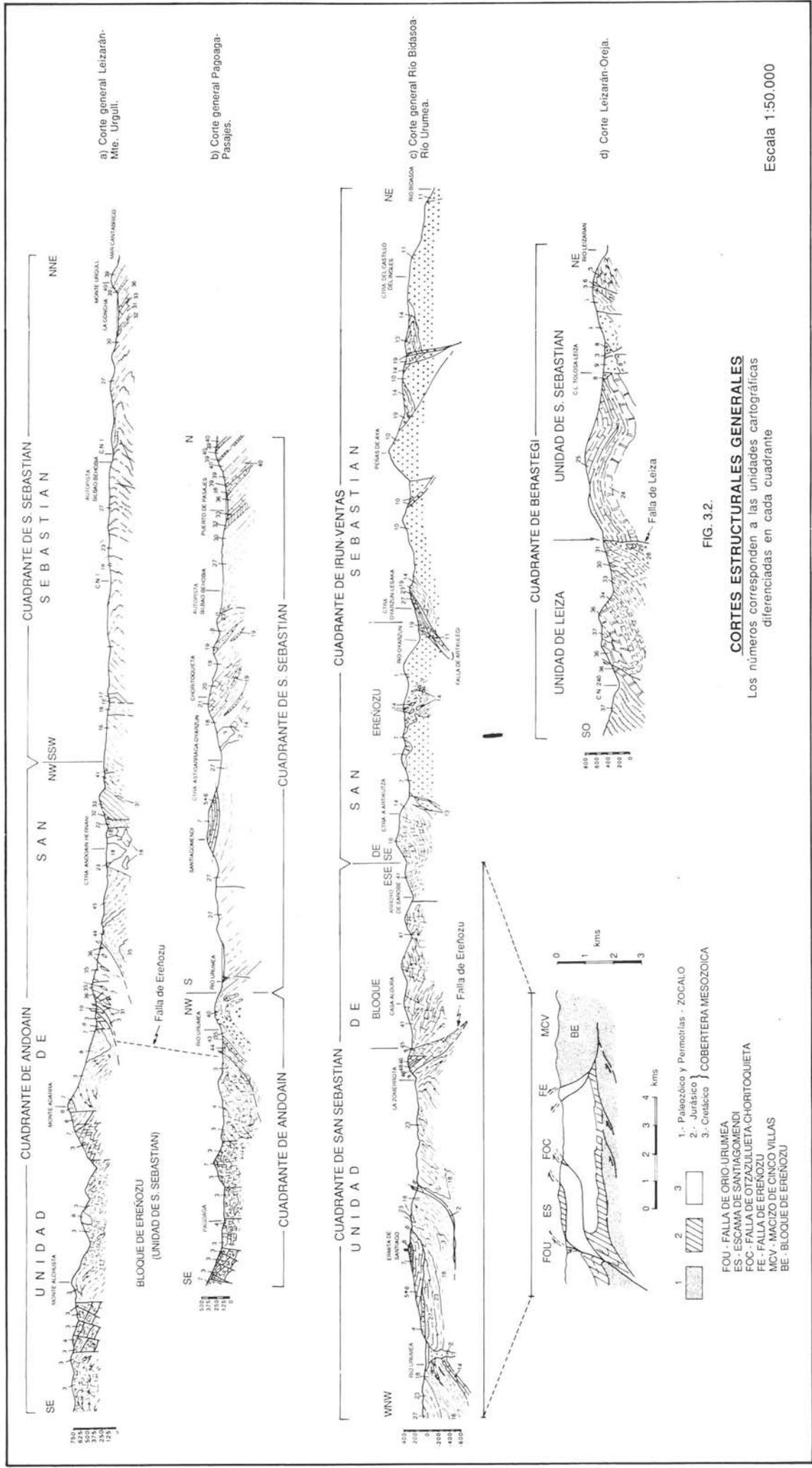


FIG. 3.2.

CORTES ESTRUCTURALES GENERALES
Los números corresponden a las unidades cartográficas diferenciadas en cada cuadrante

Escala 1:50.000

das (miloníticas) de esta fase, ligeramente tardías con respecto a S_1 y subparalelas a esta superficie.

3.1.2. Segunda Fase (F_2)

Se manifiesta por pliegues de geometría menos apretada que los anteriores.

Son pliegues simétricos y de plano axial subvertical.

En ocasiones pueden presentar una ligera vergencia debida a la inclinación preexistente de las capas (F_1).

Los pliegues de F_2 desarrollan una esquistosidad S_2 poco penetrativa (sólo observable en los bancos lutíticos) que adopta una posición en abanico con respecto a las superficies axiales de los pliegues.

Las directrices generales de esta fase son NE-SW a E-W.

3.1.3. Estructuras Tardihercínicas

Se han cartografiado dos bandas de cizalla compleja situadas al Sur de Pagoaga y en el monte Caumene (Sur del cuadrante).

Parece ser, que estas bandas han tenido una dilatada actividad en el tiempo, siendo posiblemente sus últimos movimientos tardihercínicos o alpinos.

Presentan unas directrices N 60-70° E, que vienen a coincidir con las directrices generales de las deformaciones alpinas en este cuadrante.

Por otra parte, al Sur de Pagoaga, se han cartografiado diversas cuñas de conglomerados y areniscas pertenecientes a la base del Trías Buntsandstein, elongados

según las directrices generales de la banda.

Se trata de bandas de cizalla complejas, de 600 a 750 metros de potencia, cuyas deformaciones principales están constituidas por bandas de 1 a 5 metros de potencia, de cizallas frágil-dúctil de buzamiento variable (en ocasiones subhorizontales o curvadas) que llevan asociados pliegues laxos de plano axial subvertical y en ocasiones pliegues métricos cilíndricos.

Presentan abundantes exudaciones de cuarzo e incluso inyecciones de cuerpos ígneos de naturaleza básica a través de planos de debilidad.

Las directrices de las cizallas y pliegues, coinciden por lo general con las directrices generales de las bandas (N 60-70° E). No obstante se han medido dentro de éstas diversos pliegues y fracturas de direcciones N 25-45° E, siendo probablemente vestigios de movimientos precedentes.

3.2. ESTRUCTURAS DE LA COBERTERA MESOZOICA (OROGENIA ALPINA)

Los principales elementos estructurales de esta orogenia están constituidos por grandes fracturas y pliegues de directrices N 50-70° E.

3.2.1. Deformaciones

Las principales deformaciones de este cuadrante afectan a los materiales del Trías Buntsandstein.

Estos se preservan generalmente a favor de estructuras sinclinales alineadas paralelamente al borde NW del "macizo de Cinco Villas" (falla de Ereñozu).

Se trata de pliegues suaves, cuyos flancos se encuentran frecuentemente retocados por fracturas.

En el monte Aucisco se puede observar un sinclinal tumbado de vergencia Norte.

Al Norte de Ereñozu se ha cartografiado una estructura anticlinal en cuyo núcleo afloran areniscas y conglomerados de la "Formación Oyarzun". Parte del flanco norte de esta estructura se encuentra cepillada por una fractura de dirección N 80° E.

3.2.2. Fracturas

Las principales fracturas que aparecen en este cuadrante son:

- Falla inversa de Ereñozu y Mangonea
- Corredor tectónico de Urnieta
- Falla de Easo.

3.2.2.1. *Falla inversa de Ereñozu y Mangonea*

La falla de Ereñozu limita el borde NW del "macizo de Cinco Villas".

Se trata de una falla inversa de dirección N 60° E cuyo plano buza aproximadamente 40° SE.

Presenta gran continuidad lateral, chocando al NE con la falla de Aritxulegi y amortiguándose al SW en los materiales del Trías Keuper del sector de Villabona. Se trata, por tanto, del límite NW del "bloque de Ereñozu". Este, es el resultado directo de la compresión al SE del zócalo que, mediante la falla de Ereñozu se ha desplazado hacia el NW.

Su mayor salto debe producirse en las inmediaciones de Ereñozu, donde pone en

contacto materiales paleozoicos con la "formación margosa del Cretácico superior".

La magnitud del salto es difícil de evaluar, ya que los materiales en este área sufren bruscos cambios de potencia así como importantes discordancias entre las diferentes formaciones. No obstante, se estima un salto cercano a los 2000 metros.

No son muchos los puntos en los que se puede observar esta falla. Al Sur en las proximidades del río Leizaran se puede observar en la trinchera del gaseoducto, donde aparecen inyectados varios cuerpos microgranudos de naturaleza básica. Otro punto de observación se encuentra situado al Norte de Ereñozu en la pista que va de Larrain al caserío de Acola.

La falla de Mangonea está íntimamente relacionada con esta. Se trata de una falla de componente inversa, pero con un salto mucho menos importante que la anterior.

3.2.2.2. *Corredor tectónico de Urnieta*

Se trata de una banda de dirección N 40° E, en cuyo núcleo afloran materiales del Trías Keuper.

Por observaciones realizadas en la vecina hoja de San Sebastián, parece tratarse de una falla de zócalo con una componente de desgarre sinistral y un salto medio, en las inmediaciones de Hernani, cercano a los 2000 metros.

Por criterios estratigráficos y sedimentológicos se deduce que esta falla ha venido funcionando, al menos intermitentemente, desde el Albiense hasta la actualidad (alineación sísmica).

3.2.2.3. *Falla de Easo*

Pone en contacto calizas urgonianas con los materiales margosos del Lías. Presenta una dirección variable, girando de N 60° E a N 15° E y buzando unos 45° al SE.

Se trata de una fractura intimamente relacionada con la extrusión del Trías Keuper a lo largo del corredor tectónico de Urnieta.

4.- PETROLOGIA

Existen dos tipos de manifestaciones ígneas en este cuadrante.

- Rocas filonianas
- Masas de ofitas

4.1. ROCAS FILONIANAS (1, 2)

En este apartado se incluyen debido a criterios morfológicos los diques de diabasas y los filones de cuarzo.

4.1.1. Filones de cuarzo (1)

Son filones de potencia generalmente inferior a los 10 metros, que encajan en las facies de pizarras y grauvacas del Paleozoico. Se desarrollan generalmente siguiendo direcciones preferentes de fractura, o a favor de los planos de debilidad que constituyen las superficies $S_0 + S_1$.

En general se trata de cuarzo lechoso, con frecuentes tintes amarillos debido a la presencia de óxidos de hierro. Frecuentemente van acompañados de pequeñas cantidades de goethita, y más raramente disseminaciones de pirita.

4.1.2. Diques de diabasas (2)

Se trata de dos pequeños diques (con

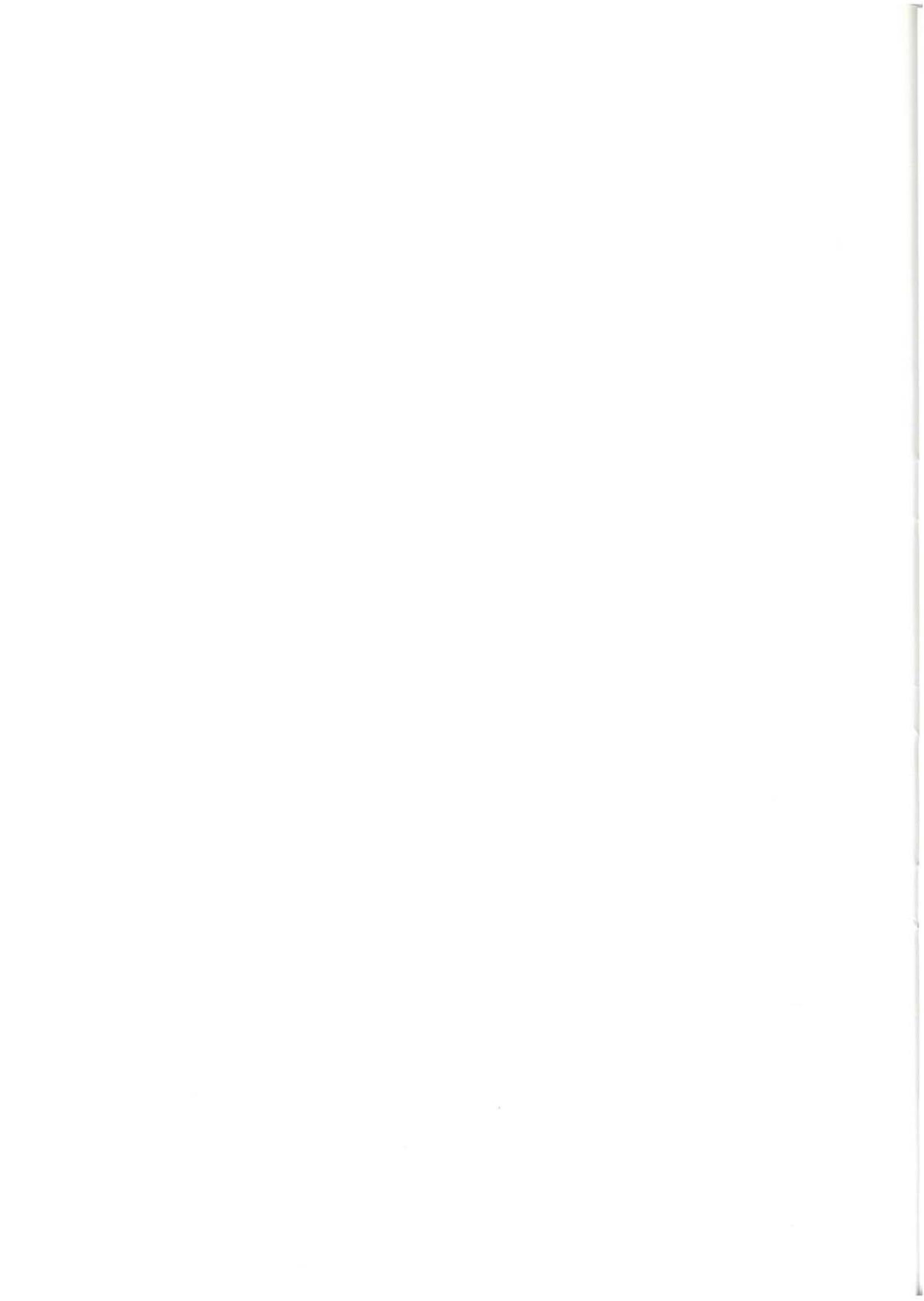
potencias de 4 y 1 metro respectivamente) de diabasas que intruyen en materiales paleozoicos a favor de planos de debilidad (fracturas, esquistosidad...). La roca se muestra en general muy alterada.

Al microscopio presentan una textura intersertal a subofítica de grano fino, con clinopiroxeno, anfíbol, plagioclasa cálcica y menas opacas como minerales principales. Los clinopiroxenos se encuentran muy opaquizados y los anfíboles parcialmente cloritizados.

4.2. MASAS DE OFITAS

Son cuerpos microgranudos, de naturaleza básica, embalados en arcillas abigarradas versicolores.

Es frecuente encontrarlos muy alterados en superficie. En aquellos lugares en los que se ha podido realizar estudios petrográficos se observa que son rocas de textura ofítica, con plagioclasa y clinopiroxenos como minerales principales y con sericita, epidota, anfíbol actinolítico, albita y clorita entre los minerales secundarios. Contienen rellenos granulares de epidota y más escasamente de cristales de albita maclada de origen hidrotermal.



BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR TOMAS, M.J. (1965).- "Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica". *Dep. de Publ. del Instituto "Lucas Mallada"*. Vol. XXXI, nº 1-2. Madrid 213 pp.
- AMIOT, M. (1983).- "Relations entre les trois domaines de sédimentation du Crétacé Supérieur". *Mémoire Géologiques de l'Université de Dijon*, T.9 (Vue sur le Crétacé Basco-Cantabrique et nord-ibérique. aptdo. 4 de) pp. 169-176.
- BOILLOT, G. (1981).- "De la subduction à la collision: l'exemple des pyrénées". *Bull. BrGM. I*, nº 2, 1980/1981 pp. 93-101. 12 figs.
- BOURROUILL, R; COUMES, F; OFFROY, B. (1984).- "Mecanismos sequentiales et événements exceptionnels du flysch nord-pyrénéen; correlations pour les dépôts gravitaires profonds". *Bull. Soc. Géol. France*. T. XXVI, nº 6, pp. 1223-1234.
- CAMPOS, J. (1979).- "Estudio geológico del piriñeo vasco al W del Río Bidasoa". *Tes. Doc. Munibe. Soc. Cienc. Aranzadi* nº 1-2 1979. pp. 3-139.
- DEBOURLE, A. y DELOFFRE, R. (1976).- "Pyrénées occidentales Béarns Pays Basque". *Cevide géologique regional*. París. Maazon.
- DURAND-DELGA, M. (1982).- "Evolution recente des idées sur la structure Alpine des Pyrénées. *Ined.*
- DUVERNOIS, C; FLOQUET, M; HUMBEL, B. (1972).- "La Sierra d' Aralar. Pyrénées Basques Espagnoles. Stratigraphie Structure". *Thèse Inst. Sc. de la Terre. Univ. Dijon*. pp. 1-292.
- FEUILLEE, P. y RAT, P. (1971).- "Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques". *En Histoire structurale du golfe de Gascogne*. Tomo 2, V.I-1 a V.I-48.
- FEUILLEE, P. y MATHEY, B. (1972).- "Le matériel des brèches du Crétacé Supérieur Basque (Pyrénées Basques occidentales)". *Interêt Paléogéographique. C.R. Acad. Sc. Paris*, T. CCLXCIV serie D (274), pp. 2419-2444.
- FEUILLEE, P. y MATHEY, B. (1976).- "The interstratified breccias and conglomerates in the Cretaceous flysch of the northern Basque Pyrenees; submarine outflow of diapiric masssome coments": *Sed. Geology* v. 16, pp. 85-87.
- GARCIA MONDEJAR, J. Y PUJALTE, V. (1982).- "Región Vasco Cantábrica y Piriñeo Navarro. Reconstrucción paleogeográfica, síntesis y evolución general. En Cretácico de España". *Univ. Complutense*. Madrid, pp. 145-160.
- HANISCH, J. (1978).- "A Sigsbee knoll in Early

- Tertiary Bay of and Associated Turbidity Currents". *Ass. petrol. Geol. Bull.* V. 62 n° 11. pp. 2232-2242.
- HANISCH, J. y PFLUG, R. (1974).- "The interstratified breccias and conglomerates in the Cretaceous flysch of the northern Basque Pyrenees: Submarine outflow of diapiric mass". *Sed. Geology*. T. 12, pp. 287-296.
- HEDDEBAUT, C (1973).- "Etudes géologiques dans les massifs paléozoïques Basques". *Thèse (Univ. de Lille)* 263 pp.
- HOYOS DE CASTRO, A; HERNANDO, I; HERNANDO, J. (1973).- "Historia tectónica, tipos y estratigrafía del flysch guipuzcuano". *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* 71 259-279.
- IGME (1971).- "Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa". *Mem. del IGME*. tomo 79. Madrid, 130 p.
- IGME (1973).- "Mapa geológico de España. 1:50.000 n°64/245". SAN SEBASTIAN.
- IGME (1980).- "Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Álava, Guipúzcoa y Vizcaya".
- INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE (1983).- "Vue sur le Crétacé Basco-Cantabrique et Nord-Ibérique". *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*. T. 9 DIJON. 191 p.
- JEREZ MIR, L. (1968).- "Nueva interpretación tectónica de la zona septentrional de la provincia de Guipúzcoa". *Bol. Geol. y Min.* T-LXXIX-II, pp. 16-21.
- JEREZ, L; ESNAOLA, J.M. y RUBIO, V. (1971).- "Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa". *Memo. IGME* n° 79, 130 p.
- LAMARE, P. (1936).- "Recherches géologiques dans les pyrénées basques de l'Espagne". *Mem. SGF Paris*, T-XII, n° 27.
- LOSANTOS, M; BERASTEGUI, X; MUÑOZ, J.A. y PUIGDEFABREGAS, C. (1988).- "Corte geológico cortical del Pirineo central (perfil ECORS): Evolución geodinámica de la Cordillera Pirenaica".
- LUCAS, C. (1987).- "Estratigrafía y datos morfo-estructurales sobre el Pérmico y Tránsito de fosas Norte pirenaicas". *Mad. Geol.* 11 4. II. pp. 25-40.
- LLANOS ACEBO, H. (1980).- "Estudio geológico del borde Sur del Macizo de Cinco Villas. Transversal Huici-Leiza (Navarra)". *Soc. Est. Vascos*. Vol. 1. pp. 79-160.
- MAGIN, Ph y RAT, P. (1961).- "L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)". *Livre P. Fallot. T-1. Mém. hors. Serie SGF*. Paris, pp. 339-349.
- MARTINEZ TORRES, L.M; EGUILUZ, L; RAMON LLUCH, R; LLANOS ACEBO, H. (1984).- "Geometría del Pirineo occidental y Arco Vasco". *I Congreso Español de Geología*. Tomo III, págs. 207-217.
- MATHEY, B. (1983).- "Le Crétacé Supérieur de la zone des flyschs anteplates-formes". *Mém. Géol. de L'Université de Dijon*, T. 9. *Inst. des Sc. de la Terre*, pp. 77-116.
- OLIVE, A; AGUILAR TOMAS, M.J; RAMIREZ DEL POZO, J; RAMIREZ MERINO, J.I. (1984).- "Influencia de las formaciones urgonianas en la sedimentación supraurgoniana en el sector oriental de la C. Cantábrica". *I Congreso Español de Geología*. tomo I, pp. 53-65.
- PESQUERA PEREZ, A. (1985).- "Contribución a la mineralogía, petrología y metodología del Macizo Paleozoico de Cinco Villas (Pirineos Vascos)". *Tesis Doctoral*.

RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).- "Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)". CIEPSA. Madrid, 2 tomos.

RAT P. (1959).- (Tesis Doctoral).- "Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques". *Publications de l'Université de Dijon*. T.XVIII, pp. 525, 68 figs. 9 pls, 1 carte au 1:200.000.

RIAZA MOLINA, C. (1984).- "De la importancia de las fallas N 20 en la creación del Golfo de Vizcaya. Estudio de detalle del Arco Santanderino". *I Congreso Español de Geología*. Tomo III, pp. 265-278.

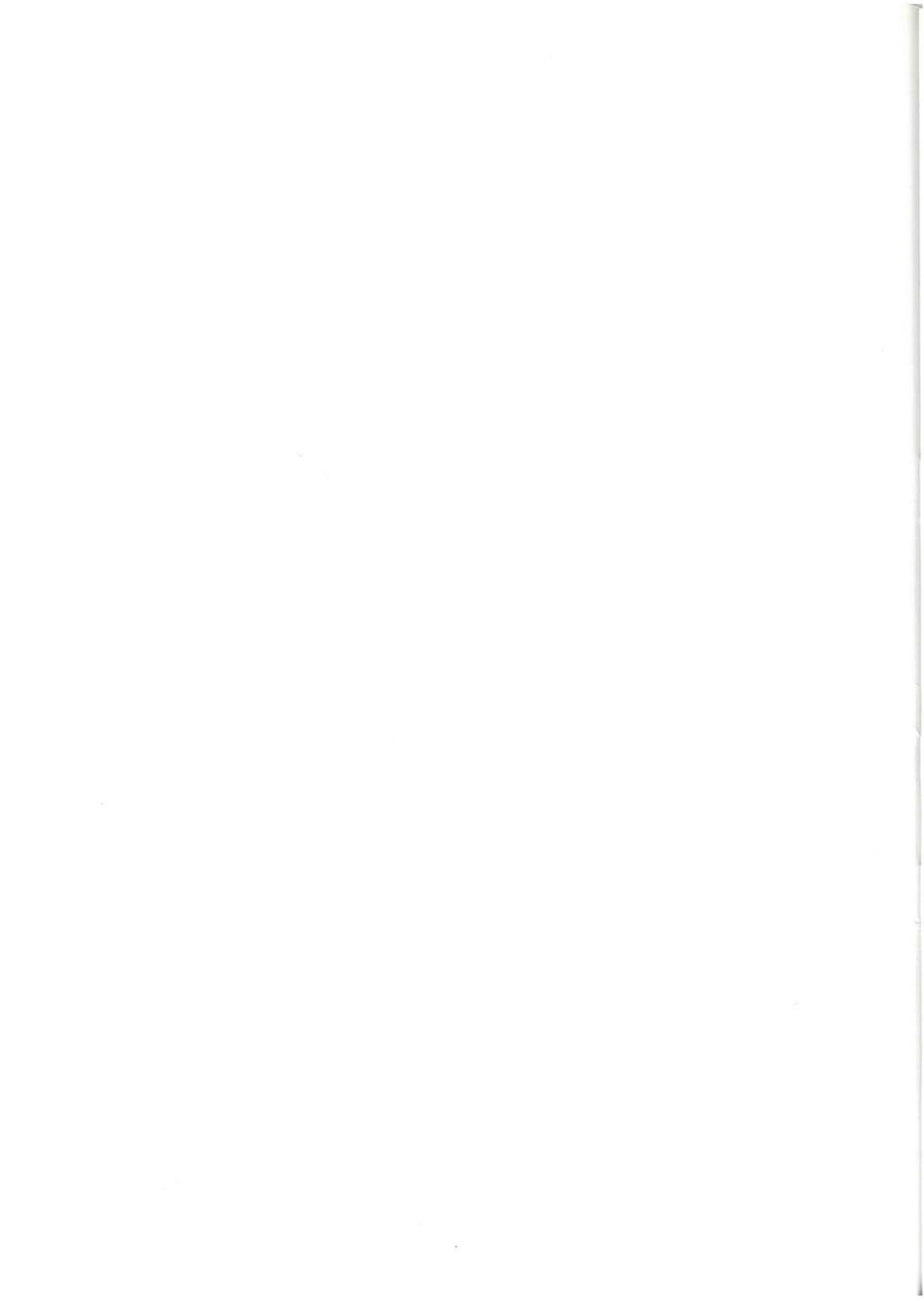
SOLER Y JOSE, R. (1972).- "El Jurásico y Cretácico inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica oriental)". *Bol. Geol. y Min.* T-LXXXIII-IUV. Año 1972 (528-594).

SOUQUET, P; BILOTTZ, M; CAMEROT, J; DEBROAS, E.J; PEUBERNES, B. y REY, J. (1975).- "Nouvelle interpretation de la structure des Pyrénées". *C.R. Acad. Sci. Paris*. T. 281, pp. 609-612 pp.

TEICHMULLER, M. (1953).- "Sobre el metamorfismo y las facies de los carbones del Cretácico inferior de Hernani (Guipúzcoa) y Utrillas, Escercuel (Teruel)". *Not. y Com. del IGME* nº 31, pp. 87-97.

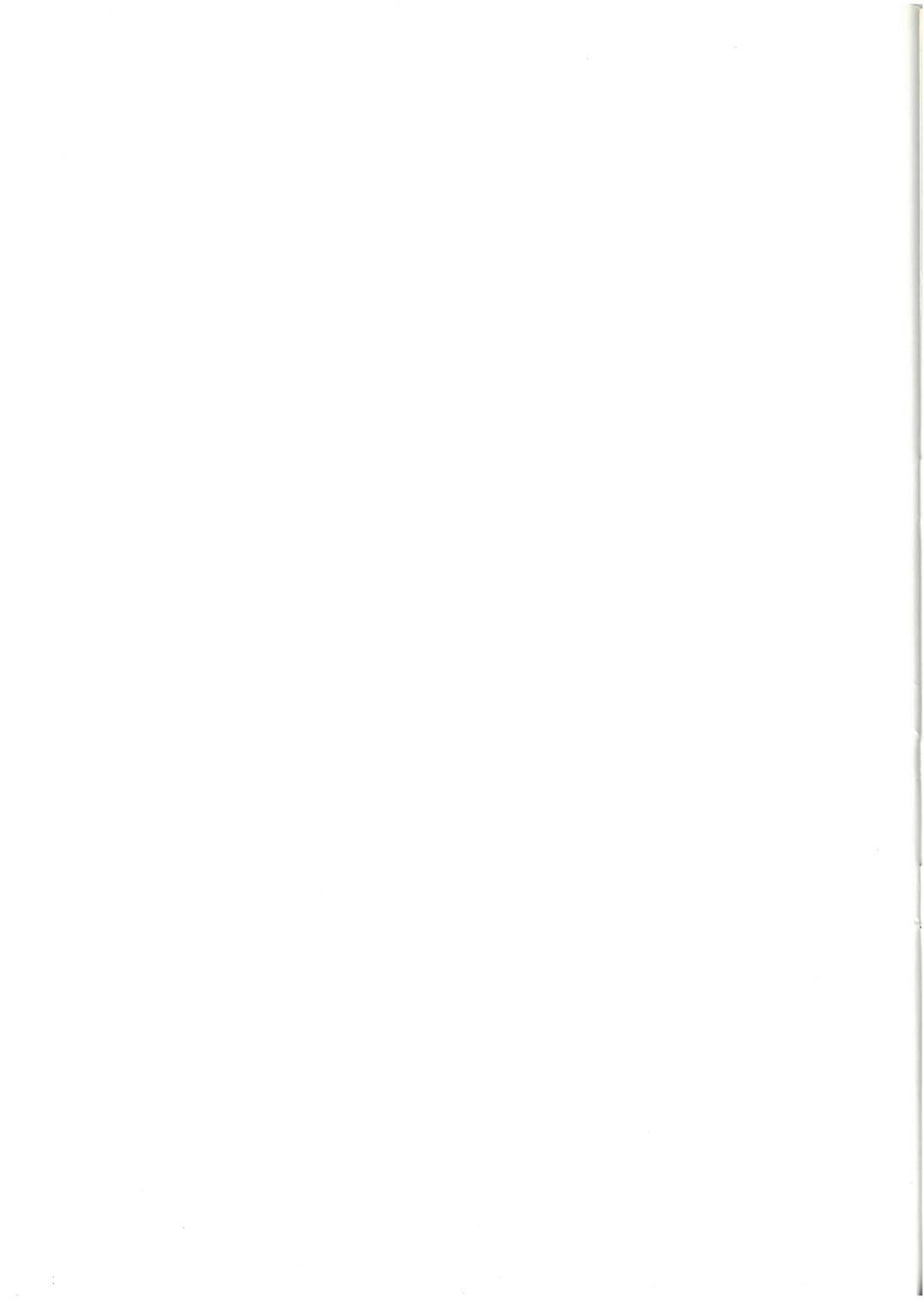
VILLALOBOS, L; RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).- "Estratigrafía del Jurásico del NW de Navarra". *Cuad. Geol. Ibérica*, V-2, pp. 541-558.

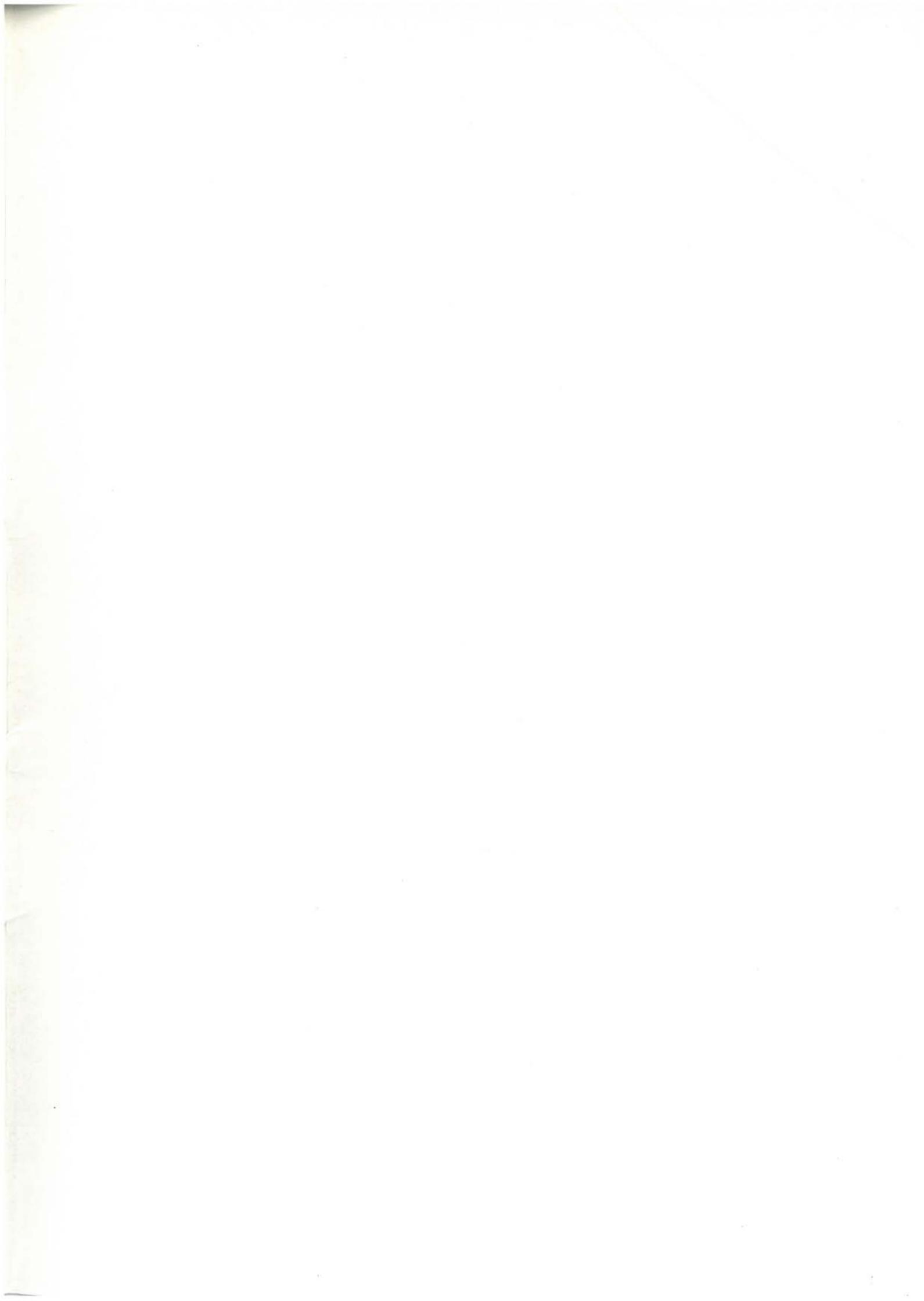
ZUAZO OSINAGA, J.A. (1986).- Geología del sector central del Arco Vasco, entre los meridianos de Tolosa y Berástegui". *Tesis de Licenciatura U.P.V.-E.M.U.* Inéd.



INFORMES CONSULTADOS

- AIZPIRI, A; RAMON LLUCH, R; ECHINIZ, L. (1984).- "Estudio de la fracturación del Paleozoico de Guipúzcoa. Su relación con el emplazamiento de mineralizaciones". *Inéd.*
- C.G.S. (1977).- Investigación de materias primas para la fabricación de cementos en la zona de Andoain. Cementos de Rezola, S.A.". *Informe privado.*
- CIEPSA (1967).- "Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA". *Inédito.*
- EUROESTUDIOS-INGEMISA (1985).- "Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos del territorio histórico de Guipúzcoa". *DFG. Inédito.*
- EUROESTUDIOS, S.A. (1988).- "Estudio geológico-hidrológico del Sector de Tolosa-Oriental. Cartografía 1:10.000. Sondeos". *Diputación Foral de Guipúzcoa. Inéd.*
- E V E (1985).- "Estudio geológico-minero del área comprendida en las hojas a E/1:50.000 de Eibar, Lequeitio y el cuadrante sur-oriental de la de Durango".
- E V E (1986).- Estudio geológico-minero del área comprendida en las hojas a E/1:50.000 de Elorrio (cuadrantes NE y SE) y Landaco (cuadrantes NW y SW)". *Inéd.*
- E V E (1987).- "Investigación geológico-minera del área comprendida en las hojas a E/1:50.000 de Vergara (cuadrantes NW y SW), San Sebastian (cuadrantes NW y SW)". *Inéd.*
- GOETHEKNIKA, S.A.- Estudio geológico-geotécnico: Lasarte-Usurbil". *DFG. Inéd.*
- GEOETHEKINIKA, S.A. (1985).- "Estudio geológico-geotécnico: Tolosa-Andoain". *DFG. Inéd.*
- I G M E (1969).- "Informe sobre la evacuación de residuos industriales por inyección en el subsuelo de Guipúzcoa".
- I G M E (1967).- "Permisos de investigación en las provincias de Alava, Guipúzcoa, Vizcaya, Navarra, para la explotación de yacimientos de sal".
- I G M E (1984).- "Inventario de recursos minerales del País Vasco".
- I G M E (1985).- "Exploración de las posibilidades ligníferas en el País Vasco".
- I G M E (1986).- "Investigación lignífera en Murguía y Hernani (País Vasco)".
- I G M E (1987).- "Prospección geoquímica del Macizo de Cinco Villas (País Vasco). Reconocimiento de anomalías".





Gobierno Vasco
Eusko Jaurlaritza



Departamento de Industria
y Comercio

