



**Gobierno de Navarra**

Departamento de Obras Públicas,  
Transportes y Comunicaciones

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE NAVARRA

ESCALA 1:25.000

**HOJA 91-II**

**LUZAIDE / VALCARLOS**

MEMORIA

---

La presente Hoja y Memoria, ha sido realizado por “TECNOLOGÍA DE LA NATURALEZA S.L. (TECNA)”, durante el año 2001-2002, con normas, dirección y supervisión del Gobierno de Navarra, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

**Dirección y Supervisión (GOBIERNO DE NAVARRA)**

Faci Paricio, E.                      Dirección del Proyecto

**Autores y Colaboradores (TECNA S.L.)**

Galán Pérez, G.                      Cartografía, Memoria e Informática

García de Domingo, A,              Cartografía y Memoria

Cabra Gil, P.                          Geomorfología y Cuaternario

González Lastra, J.                  Sedimentología

Martínez Torres, L.M.                Tectónica

Pesquera Pérez, A.                  Petrología

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ESTRATIGRAFÍA</b> .....	<b>3</b>
2.1. PALEOZOICO .....	3
2.1.1. Ordovícico .....	3
2.1.1.1. Cuarcitas en bancos potentes (8). Ordovícico inferior.....	3
2.1.1.2. Alternancia de cuarcitas y esquistos (10). Ordovícico inferior-medio .....	4
2.1.1.3. Cuarcitas blancas (12) Ordovícico medio-Caradoc.....	5
2.1.1.4. Esquistos negros con orthis y capas de cuarcita (13). (Ordovícico superior) .....	5
2.1.2. Silúrico .....	5
2.1.2.1. Pizarras negras con graptolites (14). Silúrico .....	6
2.1.3. Devónico.....	6
2.1.3.1. Areniscas con intercalaciones de calizas y esquistos (15). Gediense-Siegiense ...	7
2.1.3.2. Esquistos y brechas dolomíticas amarillentas. Calizas con encrinios (17). Gediense-Siegiense .....	7
2.1.3.3. Esquistos con braquiopodos (19). Siegiense-Emsiense inferior.....	8
2.1.3.4. Dolomías y areniscas con brechas y esquistos (20). Emsiense inferior-superior .....	9
2.1.3.5. Calizas arrecifales (23). Emsiense superior-Eifeliense.....	10
<b>3. TECTÓNICA</b> .....	<b>11</b>
3.1. TECTÓNICA REGIONAL.....	11
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS .....	12
<b>4. GEOMORFOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
4.1. SITUACION Y DESCRIPCION FISIOGRAFICA .....	14
4.2. ANALISIS GEOMORFOLOGICO .....	15
4.2.1. Estudio morfoestructural .....	15
4.2.2. Estudio del modelado .....	15
4.2.2.1. Formas fluviales .....	15
4.3. EVOLUCION DINAMICA .....	15
4.4. MORFOLOGIA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	16
<b>5. HISTORIA GEOLÓGICA</b> .....	<b>17</b>
<b>6. GEOLOGÍA ECONÓMICA</b> .....	<b>20</b>
6.1. RECURSOS MINERALES.....	20

6.2. HIDROGEOLOGIA .....	20
6.2.1. Introduccion .....	20
6.2.2. Climatologia e hidrologia .....	20
6.2.3. Geologia y estructura .....	21
6.2.4. Principales acuíferos .....	21
6.2.5. Principales manantiales.....	22
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este cuadrante a escala 1:25.000 de denominación Luzaide-Valcarlos (91-II), se incluye en la hoja de Valcarlos (91) a escala 1:50.000 del mapa topográfico nacional.

Solamente un sexto aproximadamente de la superficie de la hoja, está englobado en el extremo septentrional de la provincia de Navarra, correspondiendo el resto del territorio a Francia.

Los relieves montañosos son importantes, pertenecientes a los Pirineos Navarros, con cotas máximas de 1231 en Meatce y 1237 en Collado Baigorri. Las cotas mínimas discurren por el cauce del río Valcarlos próximas a los 200 m; y a unos 3 km. de los picos anteriormente citados, lo que da idea de lo abrupto del terreno.

La principal corriente fluvial corresponde al río Valcarlos que junto con los arroyos que discurren por los barrancos Chapitel, Salarren, Iruiaiceta, Pais y Archaro constituyen la red fluvial de la zona.

La densidad de población es baja, siendo el único núcleo de población Luzaide-Valcarlos con poco más de 200 habitantes.

La única vía de comunicación que atraviesa la hoja es la CN 135 que comunica con Francia, por el paso fronterizo de Arneguy.

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio se encuentra en el denominado macizo de Aldudes-Quinto Real dentro de la Zona Axial Pirenaica, constituido por materiales paleozoicos comprendidos entre el Ordovícico y el Devónico y escasos depósitos cuaternarios de recubrimiento. Desde el punto de vista estructural destacan las fallas y cabalgamientos comprendidos entre las direcciones N 25°E y N 80°E, y con vergencia mayoritario hacia el sur.

Los estudios previos en la zona aún no siendo muy numerosos sí son variados y correspondiendo a temas concretos y a veces en puntos muy localizados. Entre ellos, y de la zona que nos afecta, cabe destacar a K. KLARR que estudia el Paleozoico de la mitad oriental de la hoja 1:50.000 de Valcarlos, apoyándose en datos de H.F. KRAUSSE y H. REQUADR. C. HEDDEBAUT estudia los materiales paleozoicos del

macizo de Aldudres así como las estructuras que los afectan, y J.M. MERLE las relaciones paleogeográficas y estructurales entre los macizos vascos al sur de S.J. de Pied de Port. A. D. Muller se debe el estudio de los Pérmicos y Triásicos de la zona y A. CARBAYO estudia los mesozoicos y terciarios de la mitad sureste de la misma hoja.

Otros datos de gran interés se deben a G. LE POCHAT, que realiza el estudio estratigráfico y estructural muy detallado del sector francés próximo al área de este estudio.

Para la realización de la cartografía y la redacción de la presente memoria ha sido de gran utilidad la documentación cedida por la Diputación Foral de Navarra y cuyos autores son A. Carbayo, H.F. Krausse y A. Pilger.

## 2. ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio aflora una sucesión paleozoica que se encuentra deformada por las fases hercínicas y que abarcan desde el Ordovícico hasta el Devónico superior. En zonas próximas a esta, afloran materiales de edad carbonífera y discordantes con todos ellos, sedimentos pérmicos y trásicos, así como jurásicos y cretácicos.

### 2.1. PALEOZOICO

#### 2.1.1. Ordovícico

Está constituido por una sucesión de cuarcitas y esquistos, en la que K. KLARR (1971) divide en tres unidades:

- Formación cuarcítica basal
- Formación alternancias de cuarcitas y esquistos
- Formación de esquistos y filitas bandeadas

En la hoja de Luzaide-Valcarlos solamente afloran las dos primeras, próximas al borde meridional de la hoja (al sur de Valcarlos), y en las que se han diferenciado, además, a techo de la segunda, una unidad cartográfica característica, aunque no muy potente, de cuarcitas blancas.

##### **2.1.1.1. Cuarcitas en bancos potentes (8). Ordovícico inferior**

Afloran en dos zonas del borde sur de la hoja, por una parte en los relieves de Meatce, donde aparecen intensamente plegados y fracturados, y por otro en los márgenes del río Valcarlos, existiendo un buen corte de estos materiales en los desmontes de la carretera nacional de Roncesvalles a Valcarlos.

Esta unidad cartográfica está constituida en la base por un paquete de unos 120 m de potencia de cuarcitas en capas de 0,30 a 1 m de potencia y en ocasiones con intercalaciones finas de esquistos. Sobre estas se disponen unos 600 m de cuarcitas

en bancos gruesos (hasta 1,5 m y solo ocasionalmente 2 m de potencia) con finos entre capas, de escasa potencia.

Las estructuras sedimentarias que contienen, estratificaciones cruzadas, estructuras hummocky, techos de capas ondulados y ripples a techo de las mismas, corresponden a medios de alta energía, correspondientes a plataformas siliciclasticas, en zonas por debajo del nivel de base del oleaje, y en las que solamente en épocas de tormentas el oleaje profundizaría lo suficiente para remover las arenas del fondo.

No contienen fósiles, salvo pistas de gusanos inclasificables, por lo que la edad Ordovicio inferior (Tremadoc?-Arenig) se adjudica por comparación con unidades similares en áreas próximas.

#### **2.1.1.2. Alternancia de cuarcitas y esquistos (10). Ordovícico inferior-medio**

Afloran en zonas próximas a la unidad (8) anterior, en el borde sur de la hoja.

Esta unidad está constituida por una alternancia de capas de cuarcita, de 20 a 50 cm de potencia, en ocasiones de aspecto tableado, con niveles de esquistos. La proporción entre ambas litologías es aproximadamente del 50% en su base, aumentando hacia el techo la proporción de la fracción fina. Localmente intercalan, preferentemente hacia la base, bancos gruesos de orden métrico de cuarcitas blanquecinas, que facilitan el trazado de los pliegues en la cartografía. La potencia del conjunto se estima en unos 800 m. Por lo general estos materiales se encuentran intensamente replegados y, en este sector, con direcciones dominantes NE-SO.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son los ripples, principalmente a techo de capas, y estratificaciones cruzadas y de bajo ángulo, y sólo localmente hummocky. La bioturbación es de media a abundante, llegando a borrar en ocasiones las estructuras sedimentarias. Se interpretan como depósitos de una plataforma externa abierta.

La parte basal tiene una edad Arenig, habiéndose hallado fauna caradociense a techo (HAMMAN, 1982).

### **2.1.1.3. Cuarцитas blancas (12) Ordovícico medio-Caradoc**

Afloran a techo de la unidad anterior, en la esquina suroeste de la hoja.

Esta unidad cartográfica está constituida por unos 70 m de cuarcitas blanquecinas en capas de potencia decimétrica, ocasionalmente de aspecto masivo. Presentan frecuentes huellas de carga en la base de los estratos. Corresponden a sedimentos de plataforma interna somera, posiblemente barras submareales.

La escasa presencia de restos fósiles, reducidos a algunas pistas de bilobites, no permite la datación precisa de la unidad, asignándole una edad ordovícico-medio-caradociense por su posición estratigráfica.

### **2.1.1.4. Esquistos negros con orthis y capas de cuarcita (13). (Ordovícico superior)**

Esta unidad está formada en su base por unos 250 m. De esquistos de tonos gris-azulados a negros con un cierto contenido en limos. Intercalan niveles milimétricos de areniscas cuarcíticas con laminación flaser, que pueden llegar a alcanzar los 5 cm de grosor y capas algo más potentes de cuarcita.

Por encima se disponen otros 100 m de esquistos arcillosos de colores oscuros y que contienen fauna como *Orthis plicata* SW, *Calimene* sp. y *Cochlella* sp.

Corresponden afacies de plataforma interna protegida, bajo influjo de la acción mareal.

Por su contenido faunístico, que marcaría una edad probablemente Asghilliense, se atribuye la unidad al Ordovícico superior.

## **2.1.2. Silúrico**

Está representado por una única unidad cartográfica, que es equiparable a los "Esquistos de Arneguy" de la zona francesa. En esta hoja está localizado en el sector de Valcarlos, asociado a cabalgamientos que se han visto favorecidos por la plasticidad de estos materiales.

### **2.1.2.1. Pizarras negras con graptolites (14). Silúrico**

Esta unidad está constituida por pizarras y esquistos negros con finas intercalaciones de cuarcitas y areniscas y localmente de caliza. En la parte basal se encuentra a veces un banco dolomítico de unos 20 m. De potencia. La potencia total del tramo se estima es unos 130 m difícil de confirmar debido al intenso replegamiento que han sufrido.

Se interpretan como depósitos de plataforma marina somera.

Los niveles calcáreos presentan restos de conodontos mal conservados, determinados por WALLISER; 1957 como *Neoprioniodus bicurvatus* (BRANSON Y MELH), *Lonchodina greilingi* (WALL), *Trichonodella inconstans* (WALL), *Plectospathodus extensus* (RHODES), y *Spathognathodus aff. Inclinator inclinator* (RHODES), además de algunos graptolites que en el sector francés corresponden al género *Monograptus*. De acuerdo a esto, y por correlación con los niveles equivalentes en el valle de la Nive d'Arneguy se les atribuye una edad silúrica, Wenlockiense-Ludlowiense.

### **2.1.3. Devónico**

Regionalmente se ha diferenciado dentro del Devónico de la zona dos Dominios, el Grupo Valcarlos que se localiza en el sector oeste y el Grupo Quinto Real que se sitúa en el sector suroeste. Ambos están claramente relacionados por cambios laterales de facies, que en ocasiones pueden ser bastante bruscos, con litofacies en un sector que no están representadas en el otro, lo cual refleja una paleogeografía muy variada y por tanto en contradicción con la continuidad sedimentaria con los materiales del Silúrico, como tradicionalmente se viene aseverando.

En el sector estudiado, en los materiales de esta edad, que se corresponden con el primer dominio, pueden diferenciarse cinco tramos cartográficos de características litológicas diferentes. Los dos inferiores, una de carácter detrítico, y otro de transición a las unidades carbonatadas superiores, han sido representadas juntas en las cartografías realizadas con anterioridad como "Alternancia de areniscas calcáreas y esquistos silíceos." Los tres tramos superiores pueden ser fácilmente correlacionables

con las formaciones Ondarrolle, esquistos con braquiopodos y calizas arrecifales. Todos estos grupos están comprendidos entre el Gediense y el Emsiense superior.

#### **2.1.3.1. Areniscas con intercalaciones de calizas y esquistos (15). Gediense-Siegiense**

Esta unidad se localiza en la mitad oriental de la superficie de la hoja estudiada, presentando buenos afloramientos a lo largo de la carretera entre Valcarlos y la frontera con Francia.

Está constituida por una alternancia de capas de centimétricas a decimétricas, de aspecto tableado y microrítmico característico, constituidas por areniscas y esquistos de tonos grises oscuros. Localmente hay bancos de mayor potencia de carbonatos.

Las estructuras sedimentarias, visibles cuando los afloramientos son amplios, son laminaciones paralelas, ripples de oscilación y corriente y estratificaciones cruzadas de bajo ángulo. Se interpretan estos materiales como una serie turbidítica en transición a una plataforma carbonatada.

Asociados a estos materiales, se encuentran al noroeste de Valcarlos, en los barrancos y de Iruaiceta y Pais, fuertes resaltes constituidos por unas brechas cuarcíticas, cuyo origen es dudoso, pues aunque en el afloramiento aparentan tener un origen sedimentario, su disposición próxima a importantes cabalgamientos inducen a pensar, en su origen tectónico. En el primer caso podrían reflejar una zona de inestabilidad tectónica.

El espesor estimado es de unos 150 m a 200 m.

Los hallazgos faunísticos indican una edad Gediense-Siegiense inferior.

#### **2.1.3.2. Esquistos y brechas dolomíticas amarillentas. Calizas con encrinos (17). Gediense-Siegiense**

Por encima de la unidad anterior y en continuidad sedimentaria con ella, se dispone un tramo cartográfico constituido por una alternancia de esquistos calcareos y calizas dolomíticas de aspecto esquistoso, con encrinos. Por lo general se disponen en capas centimétricas de aspecto laminado.

Es característico de este tramo el constituir un blanco relativo entre las unidades litológicas entre las que se encuentra, que presenta mayor resistencia a la erosión. También es característico por sus tonos ocre-amarillentos por alteración, aunque en corte sea de tonos grises, beige y localmente rojizos.

La potencia de esta unidad supera los 200 m.

Debido a las características litológicas anteriormente citadas, es difícil realizar observaciones con cierta continuidad, que permitan hacer un análisis de las estructuras sedimentarias de la unidad, salvo en afloramientos puntuales en los que pueden apreciarse laminaciones. Se interpretan como un tramo de características mixtas terrígeno-carbonatadas que marcan la transición de una cuenca bierta a una plataforma carbonatada.

En el sector francés se han encontrado restos fósiles clasificados como *Uncinulus* sp., *Oligophycherhynchus daleidensis*, *Hysterlithes hystericus*, *Spirifer* sp., *Douvillina triculta*, *Howellella mercurii*, *Branikia*, *Mavispirifer goseleti*, *Brachyspirifer rousseani*, *Mulationella barroisi*, *Volynites velaini*, *Icriodus angustoides angustoides* y *Pelekygnathus serrata*, que datan el límite entre el Gediense y el Siegeniense.

### **2.1.3.3. Esquistos con braquiopodos (19). Siegeniense-Emsiense inferior**

Este tramo cartográfico está formado por esquistos fosilíferos de hasta unos 100 m de potencia, con abundantes braquiopodos. Está relacionada con la unidad anterior por cambio lateral de facies. No se descarta que pueda encontrarse en otras posiciones estratigráficas más altas, también como cuñas intercaladas en la unidad 18 que se describe a continuación.

Se interpretan como depositados en zonas internas de una plataforma carbonatada.

Se han determinado las siguientes especies de braquiopodos:

*Orthis* cf. *Orbicularis*, VERNEUIL, *Tentaculites* cf. *Scalaris* BARRIOS, y *Retzia adrieni* VERNEUIL-D'ARCHIAC, que datan al Emsiense (det. T. del PAN, 1973).

#### **2.1.3.4. Dolomías y areniscas con brechas y esquistos (20). Emsiense inferior-superior**

Esta unidad cartográfica aflora en el borde norte de la zona estudiada pasando a la zona estudiada pasando a la zona francesa, donde se la conoce con el nombre de Formación Ondarrolle (H. REQUAT, 1973).

Está constituido por una sucesión monótona de capas de dolomias, areniscas cuarcitas y calizas, de tonos amarillentos y ocre, distribuidas en bancos de orden métrico, algunos de los cuales dan resaltes de gran continuidad lateral, lo que permite el trazado de líneas de capa, y la determinación de las estructuras tectónicas.

Intercalan niveles de brechas, de cantos angulosos de variados tamaños (llegan a los 15 cm) y litologías, cementados por una matriz rojiza formada por granos de cuarzo impregnados de hematitas hidratada. También intercalan tramos de esquistos con braquiopodos (K. KLARR, que en algunas cartografías separan como unidad independiente, y que en el presente trabajo englobamos dentro de esta unidad cartográfica, porque como habíamos indicado en el apartado, estos niveles se intercalan como cambios de facies a lo largo de la serie estratigráfica. Por otra parte, hacia el techo de la unidad se hace predominante la serie carbonatada, estando constituida por una alternancia de capas de calizas y dolomías, que contienen crinoides y corales y que marcan el tránsito a la unidad siguiente Calizas arrecifales (23).

El espesor total del tramo se aproxima a los 500 m.

Esta sucesión representa el relleno rápido de pequeñas cuencas subsidentes e inestables, lo que explicaría tanto las variaciones de facies bruscas que presentan los materiales de esta edad de unas zonas a otras como las variaciones de potencia, y la complejidad de las leyendas de los mapas preexistentes.

H. REQUADT, 1973 encontró conodontos de edad Gedinense entre estos materiales, y a techo de los mismos encontró fauna del Emsiense inferior. La primera datación debe corresponder a materiales resedimentados de edades más tempranas, en parte como consecuencia de la inestabilidad tectónica de los bordes de la cuenca, que provocaría la caída en la misma no solo de fragmentos de roca que constituiría las

brechas, sino también las faunas asociadas. Por tanto, a pesar de los datos anteriores, consideramos para esta formación una edad Siegeniense-Emsiense.

En esta unidad se ha encontrado la siguiente fauna: Favosites aff. cervicornis GOLDFURS, Fenestella aff. explanata ROEMER, y Trematospira cf. multistriata (HALL).

#### **2.1.3.5. Calizas arrecifales (23). Emsiense superior-Eifeliense**

Sobre la unidad anterior y en claro tránsito gradual y en parte por cambio de facies, se dispone una serie carbonatada de carácter arrecifal que destaca en el paisaje de la zona, por dar un fuerte resalte morfológico, dando lugar al relieve de Madaira (al noroeste de Valcarlos).

Está constituida por unos 100-150 m (aunque en la zona francesa puede llegar a los 200 m) de calizas de aspecto masivo, o en gruesos bancos, con abundantes fragmentos de corales y braquiópodos, que intercalan, localmente, tramos de poco espesor y discontinuos de esquistos calcareos y margocalizas.

Se han clasificado entre otros: Favosites eifelensis, Staphylopora chaetetiformis, Alatiformia alatiformis y Paraspirifer cultrijugatus, que caracterizan al Emsiense superior-Eifeliense.

### 3. TECTÓNICA

#### 3.1. TECTÓNICA REGIONAL

Desde el punto de vista estructural la zona estudiada se encuentra situada en el sector vasco de la Cadena Pirenaica.

Las deformaciones en este sector tienen su origen en la superposición de dos ciclos orogénicos, cada uno de ellos a su vez de carácter polifásico.

La primera deformación registrada en los materiales aflorantes en el área de estudio corresponde a la orogenia Hercínica, cuyas fases de plegamiento principal se sitúan en esta región de los Pirineos entre el Namuriense B y el Estefaniense Medio. El siguiente evento deformativo importante queda registrado en la discordancia existente entre el conjunto Estefaniense-Autuniense y el conjunto en facies Saxonienses, que representa la transición del régimen compresivo residual de ciclo hercínico a un ciclo de carácter distensivo. Los siguientes eventos o pulsaciones tectónicas de entidad han quedado registrados en la sucesión cretácica de la Cuenca Vasco-Cantábrica, donde se han citado tres rupturas estratigráficas, que localmente aparecen como discordancias:

- Ruptura de la base de la sucesión Purbeck-Weald: cambio de sedimentación marina en el Cretácico inferior como culminación a la fase regresiva iniciada en el Dogger.
- Ruptura del Cretácico medio (Albiense medio-superior): fase regresiva y reorganización paleogeográfica. Desarrollo de fosas de flysch en el Pirineo.
- Ruptura del final del Cretácico superior: fase regresiva en relación con la deformación pirenaica. Desarrollo de cuencas de antepaís en el Pirineo.

En el Pirineo Centro-Oriental, la deformación principal alpina principal tiene lugar en el Cretácico superior (Maastrichtiense)-Mioceno inferior, cuando se produce la translación y apilamiento de las láminas cabalgantes.

En este sector de la cordillera pirenaica se diferencian tres grandes unidades estructurales, con un núcleo paleozoico y cobertera mesozoica, separadas entre sí, por grandes accidentes más o menos cabalgantes:

- Aldudes
- Mendibelza
- Baygoura

Y además la zona de antepaís plegada y cabalgada, constituida por las unidades tipo flysch del Cretácico superior-Paleoceno.

De ellas, la única que está presente en la hoja de Valcarlos es la primera.

### **ALDUDES**

Presentan un contraste estructural entre el sector norte y el sureste. En este segundo sector las estructuras reflejan una actividad tectónica intensa, que dando lugar a pliegues muy apretados con vergencia sur y cabalgamientos. Estas estructuras tienen una disposición arqueada, pasando de la N 120°E (en el sector sudeste) a la N 160°E (en el sector noroeste) y la N 20°E (al norte). La hoja de Valcarlos se encuentra situada en la zona de tránsito entre ambas (zona fallada de Artxurieta-Valcarlos) de direcciones generales N 20°E, y que afecta a distintos depósitos del Ordovícico, Silúrico y Devónico.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS**

Zona fallada de Artxurieta-Valcarlos: en este sector los materiales del Ordovícico, Silúrico y Devónico, están afectados por una serie de fallas subparalelas a la dirección N 20°, que trastocan las direcciones de pliegues, fallas y cabalgamientos que se definían en la unidad tectónica de Aldudes en la hoja 91-IV Roncesvalles, para tomar una orientación más noroesteada. Corresponde a una zona de inflexión de las citadas en el apartado 3.1. Se caracteriza por la presencia de fallas y pliegues muy apretados que dan un aspecto poligonal a la cartografía de las distintas unidades.

Cabalgamiento de Madaira: tiene una orientación N-45°E, por ella se ponen en contacto, mediante cabalgamiento, materiales del Silúrico y Devónico, sobre otros de edades equivalentes intensamente replegados (principalmente pliegues de arrastre) de trazado aproximadamente perpendicular al del cabalgamiento. Este se ha visto favorecido por la plasticidad de las pizarras silúricas, que le han servido de material de despegue.

Cabalgamiento de Meatze: con una orientación subparalela al anterior, pone en contacto distintos materiales del Ordovícico, Silúrico y Devónico con otro de edades equivalentes muy fracturadas y plegadas.

## **4. GEOMORFOLOGIA**

La hoja de Luzaide-Valcarlos se localiza en la parte más septentrional del territorio navarro en su límite con Francia.

En el ámbito de la hoja predomina el modelado estructural labrado sobre los materiales detríticos paleozoicos que constituyen el sustrato.

En el conjunto de la hoja es notable la presencia de frecuentes procesos de incisión de la red de menor orden, así como una regularización de vertientes bastante generalizada.

### **4.1. SITUACION Y DESCRIPCION FISIOGRAFICA**

La hoja de Luzaide-Valcarlos se sitúa, como ya se ha indicado, en la parte septentrional del territorio navarro, inscribiéndose en el dominio morfoestructural del Pirineo Occidental.

El conjunto del relieve axial pirenaico va progresivamente descendiendo hacia el Atlántico encontrándonos, en esta zona, realmente en la vertiente norte de esta zona axial, que viene definida por el Macizo de Aldudes-Quinto Real situado al Oeste de la hoja.

Morfológicamente, la hoja se caracteriza por la presencia de un relieve montuoso, con cotas máximas en torno a los 1.200 m. en la zona suroccidental (Meatze, 1.255 m.). Presenta, en conjunto, una evolución general descendente en cotas hacia el Este, donde se ubica el valle del río Luzaide, que es la zona de cota más baja (por debajo de los 200 m.)

El drenaje principal de la red fluvial en el ámbito de la hoja se efectúa hacia el Norte, siendo vertiente al río Nive, ya en territorio francés. Se trata de una red compuesta por pequeños cauces y barrancos, entre los que solo cabe destacar, por ser algo más importante el río Luzaide, que es el colector principal.

## **4.2. ANALISIS GEOMORFOLOGICO**

### **4.2.1. Estudio morfoestructural**

A nivel regional, la hoja de Luzaide-Valcarlos se enmarca dentro del dominio occidental pirenaico.

La hoja se encuentra ocupado, en su totalidad, por sedimentos predominantemente detríticos del Paleozoico (esquistos y cuarcitas)

Las morfologías de génesis estructural se localizan en relación con la composición litológica del sustrato, en el sentido que la presencia de niveles competentes, más resistentes a la erosión, propician la generación de formas, que pueden alcanzar una frecuencia y extensión notables y que, en general, son un reflejo de la disposición estructural de los materiales.

En el ámbito de la hoja son los materiales resistentes, sobre todo las cuarcitas, los principales responsables de la presencia de morfologías de génesis estructural.

Se han cartografiado las crestas, relacionados con los niveles más resistentes a la erosión, así como las morfologías con resalte correspondientes a líneas de capa.

### **4.2.2. Estudio del modelado**

Se describen a continuación las principales formas del modelado, de origen exógeno, presentes en la hoja, agrupadas en función de su génesis.

#### **4.2.2.1. Formas fluviales**

En el ámbito de la hoja, solamente se ha reconocido una morfología relacionada con la red fluvial de menor orden que presenta un proceso generalizado de incisión lineal.

## **4.3. EVOLUCION DINAMICA**

El registro morfológico más antiguo existente en la hoja de Urdax, está constituido por las formas estructurales que conforman la arquitectura principal del paisaje.

Por conocimiento regional, puede considerarse que la exhumación definitiva del relieve debió producirse, aproximadamente, en el Oligo-Mioceno que fué, por tanto, el momento del comienzo de la generación del relieve actualmente observable.

Aunque en el reducido ámbito de la hoja no existen datos al respecto, se conoce que, en zonas próximas se produce, sobre todo durante el Pleistoceno, el depósito de morfologías de glaciares y terrazas.

En el Holoceno se generalizan los procesos de acumulación de ladera y de erosión y depósito de la red fluvial que, por otra parte, ya debió ser activa desde los primeros estadios de generación del relieve.

Esta actividad, que se mantiene en la actualidad, acompañada por los procesos de disgregación mecánica y de movimiento en ladera, continúa el proceso de modelado del relieve del área.

#### **4.4. MORFOLOGIA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.**

Los procesos de erosión, ligados a la dinámica fluvial, junto a los de movilización y acumulación en ladera, aparecen como los más activos en la actualidad en la hoja de Luzaide-Valcarlos.

La zona presenta, en general, escasa cobertura vegetal, por lo que debe estimarse que los procesos potencialmente activos puedan desarrollarse con mayor eficacia. Por ello, y con objeto de minimizar las consecuencias de la actividad de estos procesos se recomienda favorecer, en lo posible, el desarrollo de una cobertura vegetal de protección, bien a nivel forestal o de cultivos.

En cualquier caso, y en la situación actual, deben considerarse como procesos potencialmente activos y generadores, por tanto, de riesgo en el desarrollo y ejecución de la obra pública, la movilización en ladera y los procesos relativos a la dinámica fluvial.

## 5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica del sector Vasco de la Cadena Pirenaica donde se encuadra la zona de estudio es muy compleja, tanto por el gran número de formaciones existentes, como por la complejidad de su evolución tectónica que llega hasta etapas muy recientes.

A grandes rasgos pueden diferenciarse dos grandes ciclos orogénicos, que a su vez comprenden varias fases, lo que complica la reconstrucción de la evolución histórica.

Las formaciones más antiguas que afloran en este sector pertenecen al Ordovícico, con unos 1.500 m de potencia, constituido por sedimentos detríticos, representados en la base por cuarcitas en bancos potentes, sobre las que se sitúan unas alternancias de cuarcitas y esquistos, para terminar en una serie eminentemente pizarrosa. En conjunto el Ordovícico constituye una megasecuencia que representa la evolución desde facies de plataforma somera en la base a sedimentos marinos de cierta profundidad a techo, disposición que continuará durante el Silúrico.

A partir del Devónico inferior la sedimentación se hace más variada tanto en la vertical como en la horizontal, con cambios bruscos de facies y potencias, lo que hemos interpretado como debidos a una fase de movimientos en la vertical que provocarían la formación de unas zonas elevadas y otras hundidas. Es en este contexto donde tuvo lugar la sedimentación durante el Devónico. En una primera etapa (durante el Gedinense-Siegeniense) se crea un alto relativo en el sector SO y una zona deprimida hacia el norte, donde se depositarían las facies detríticos-pelíticas de la base del Devónico, en otros sectores en las zonas elevadas, la sedimentación es más carbonatada, calizas de Encrinos.

Durante el Siegeniense-Emsiense los aportes detríticos van perdiendo importancia hacia el techo de la serie, reflejando por una parte el relleno de las zonas deprimidas y por otra el desbordamiento sobre las zonas elevadas.

Durante la mayor parte del Devónico medio predomina una sedimentación de tipo pelágico. En el Devónico superior, en los sectores situados al norte (Cinco Villas), este régimen continúa, mientras que hacia el sur se instaura una sedimentación más

variada con aportes detríticos de tipo turbidítico, acompañado de manifestaciones eruptivas y con episodios carbonatados que continua durante el Carbonífero inferior.

En el Carbonífero superior las facies detríticas de origen continental anuncian los primeros movimientos de la orogenia hercínica.

El Pérmico representa una etapa de relleno de pequeñas cuencas muy subsidentes con facies continentales a litorales. Estas cuencas están limitadas por los accidentes tardihercínicos, y separadas entre sí por umbrales con sedimentación nula o escasa. Algunos de estos accidentes presentan una actividad volcánica básica asociada, como ocurre en la hoja de Maya de Baztán (66-III).

El inicio del Triásico (facies Buntsandstein) supone la homogeneización de las cuencas pérmicas y la expansión de la sedimentación detrítica sobre el zócalo hercínico. En conjunto, el Buntsandstein dibuja una megasecuencia granodecreciente producida bajo condiciones climáticas áridas.

La facies Muchelkalk supone un episodio marino transgresivo, con sedimentación carbonatada, que da paso durante el Keuper de nuevo a ambientes litorales someros de tipo "sebhka".

El Triásico supone una etapa de estabilidad tectónica previa al inicio de la fase de "rifting" del orogeno pirenaico, la cual comienza en el Jurásico.

Al finalizar el Jurásico los movimientos que dan origen a la fracturación N-50°E, son los responsables de la erosión de los relieves recién constituidos, de la laguna estratigráfica existente en la base del Cretácico Inferior y de las discordancias existentes durante parte del Cretácico superior.

Los movimientos orogénicos más importantes en esta fase van asociados a la traslación sinistral de la falla nord-pirenaica, que origina una zona elevada (macizo de Aldudes), una zona de flexura inestable (Mendibelza), y hacia el norte una zona deprimida subsidente de orientación Este-Oeste.

En esta disposición tiene lugar la sedimentación de los materiales cretácicos marcados por la transgresión Albiense Cenomaniense. En el macizo de Aldudes se

origina una plataforma marina somera, mientras que en la flexura de Mendibelza se depositan brechas intraformacionales, y en la zona de cuenca los depósitos turbidíticos, con presencia de olistolitos procedentes de los bordes.

Esta disposición continúa durante el Cretácico superior, con episodios de mayor o menor actividad de la flexura del Medibelza.

Durante el Turoniense y parte del Coniaciense se registra un episodio regresivo al que sigue una etapa uniforme durante la sedimentación del Santoniense inferior.

Durante el Santoniense superior la flexura de Mendibelza se reactiva, creandose en la zona un régimen litoral con aportes detríticos, para continuar con episodios de sedimentación carbonatada con rellenos de las áreas deprimidas que igualaría los relieves y para finalizar se instala un regimen pelágico sin apenas aportes detríticos.

Este régimen de mar abierto con facies homogéneas de tipo pelágico continúa durante el inicio del Terciario.

Durante una parte del Paleoceno, la cuenca de sedimentación se individualizó en varias subcuencas, pasando progresivamente a una única cuenca que ocuparía este sector.

Una nueva fase situada en el Eoceno medio da lugar a la formación de grandes relieves contituidos por los materiales paleozoicos.

Despues de una primera fase, tiene lugar el rejuego de la falla nord-pirenaica y el accidente profundo N 40°-60°E que provoca una torsión de las escamas de la primera fase.

## **6. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

### **6.1. RECURSOS MINERALES**

En la hoja de Valcarlos (91-II) se localizan dos antiguas explotaciones que beneficiaban sulfuros de cobre, plomo y zinc, existiendo también citas de indicios de hierro y sulfuros que no han sido objeto de explotación conocida.

### **6.2. HIDROGEOLOGIA**

#### **6.2.1. Introduccion**

Las hojas 1:50.000 de Maya de Baztan y Valcarlos, no presentan gran interés en orden a sus recursos de agua subterránea. La naturaleza litológica de los materiales que componen el sustrato, predominantemente esquistos, cuarcitas y areniscas de edad paleozoica y triásica provoca la presencia de abundantes acuíferos, pero de escasa entidad, y repartidos de forma irregular. Solamente los materiales carbonatados del Cretácico, aflorantes en la zona septentrional, y las dolomías y magnesitas paleozoicas, al Sur, pueden llegar a constituir acuíferos de cierto interés.

En 1975, la Comunidad Foral puso en marcha el Proyecto Hidrogeológico de Navarra, que en dos fases, se prolongó hasta 1983. Este estudio permitió definir, dentro del Territorio Foral, once unidades hidrogeológicas, y conocer sus principales características y parámetros hídricos.

Teniendo en cuenta que las características hidrogeológicas del territorio no se circunscriben exclusivamente al ámbito de un cuadrante, se realizará en este capítulo una descripción general, incluyendo una explicación detallada de los manantiales que se localicen en cada cuadrante.

#### **6.2.2. Climatología e hidrologia**

El área comprendida en el ámbito de las hojas se incluyen en la zona que, dentro del territorio foral, presenta valores más elevados en cuanto a pluviosidad. Las precipitaciones medias se sitúan por encima de los 1.500 mm. anuales y, localmente,

alcanzan los 2.000 mm. El régimen de humedad puede, por tanto, considerarse como muy húmedo.

Hidrologicamente, las hojas de Maya de Baztán y Valcarlos se incluyen en la Cuenca Norte (subcuenca del Bidasoa)

### **6.2.3. Geología y estructura**

Las hojas 1:50.000 de Maya de Baztán y Valcarlos quedan integradas dentro de la Unidad Hidrogeológica Norte, constituida por materiales paleozoicos y triásicos que forman los macizos de Aldudes-Quinto Real. Los primeros son, fundamentalmente, esquistos, pizarras y cuarcitas, con tramos de calizas, dolomías y magnesitas. Los segundos son conglomerados, areniscas y arcillas.

En toda el área, existe una zona de alteración superficial, que puede tener importancia, provocada por las condiciones climáticas y la abundante cobertura vegetal existente.

### **6.2.4. Principales acuíferos**

Como consecuencia de la diversidad litológica y de la importante tectónica existente, que compartimenta de forma notable el territorio, se localizan abundantes acuíferos, en general poco importantes, repartidos por toda la unidad.

Normalmente, responden a dos tipos genéricos; el primero, formado por acuíferos superficiales, localizados a favor de zonas de alteración, que juega un papel importante en la retención de las aguas de lluvia. Son drenados por pequeños manantiales de circulación hipodérmica que se localizan en los fondos de los valles y en las laderas.

Existe otro tipo de acuíferos formado por calizas, dolomías y areniscas con permeabilidad por fisuración y que, debido a la estructura y litología, forman pequeños acuíferos compartimentados y aislados unos de otros. Como los anteriores, se alimentan a partir de las aguas de lluvia, y descargan por numerosos manantiales.

Posiblemente, el más importante es el formado por las calizas, dolomías y magnesitas del Carbonífero en la zona de Eugui. Se trata de un acuífero de permeabilidad media en una zona de elevada pluviometría y drenado por un buen número de manantiales y por los cauces que, como el río Arga, lo surcan.

Las aguas de la Unidad hidrogeológica Norte, suelen ser de mineralización débil y blandas, salvo las de acuíferos carbonatados, que son de dureza media y mineralización ligera. Por su composición, son bicarbonatadas cálcicas o magnésicas, y su variación en la composición química con el tiempo, no es significativa.

#### **6.2.5. Principales manantiales**

En la hoja 1:50.000 de Valcarlos todos los manantiales inventariados presentan caudales muy bajos, habitualmente inferiores a 10 l/seg., que proporcionan exclusivamente abastecimientos a particulares o pequeñas comunidades. Solo cabe destacar, en orden a su caudal, algunos manantiales que superan los 20 l/seg., en el Bidasoa (manantial de Negusarai II, con 65 l/seg.) y en el río Luzaide (manantiales de la Regata del Infierno con 26 l/seg.)

## 7. BIBLIOGRAFIA

BEUTHER, A.; KNEUPER-HAACK, F.; MENSINK, H. Y TISCHER, G.- (1966). "El Jurásico y el Wealdense en el NE de España". Inst. Federal de Investigaciones Geológ. y Servicios Geológ. Regionales de la República Federal Alemana.

BOER, H.U. DE, y MOHR, L. (1966).- "Zum magmatismus im Aldudes-Quinto Real Massiv, in dem Spanischen West pyrenäen". Clausthal-Zellerfed.

BOER, H.U. de; H.F. KRAUSSE; K. MOHR; R. MÜLLER; A. PILGER, y H. REQUADT (1971). "La région de magnésite d'Eugui dans les Pyrénées Occidentales espagnoles-une explication de la carte géologique". Actes VI Congrès Inter., Etudes Pyrénéennes, Bagnères-de-Bigorre, 18, 22. Sept. 1971 (im Druck). Toulouse, 1973.

BOER, H. U. (1954). "Phase de plissement dans les Pyrénées basques orientales". C.R. 19<sup>o</sup> Sess., Congrès géol. Intern. Alger., 1952, sect. XIII, fas. XIV, pp. 143-164, 2 figs., 1 pl., Alger.

BOISSONNAS, J.; LE POCHAT, G.; THIBAUT, C. Y BERNATZKY, M. (1976). "Notice explicative de la feuille lholdy". S.G.R. Aquitaine - Poitou - Charentes. Paris.

CAMARA P. Y KLIMOWITZ, J.- (1985).- "Interpretación geodinámica de la vertiente centro-occidental surpirenaica". Estudios Geológicos nº 41, pp. 391-404.

CAMPOS, J.- (1979).- "Estudio geológico del Pirineo Vasco al W del río Bidasoa". Rev. MUNIBE. Soc. Ciencias Aranzadi. T. 31. pp. 3-139.

CASTERAS, M. y SOUQUET, P. (1965).- "Sur la constitution et sur la stratigraphie du revêtement crétacé du massif de Mendibelza (Pyrénées occidentales)". C. R. Somm. Soc. Géol. France, 1965, 7, pp. 225-226, Paris.

CASTERAS, M. y SOUQUET, P. (1966). "Sur les accidents de la couverture de la zone primaire axiale au Sud du massif de Mendibelza (Basses-Pyrénées)". C.R. Somm. Soc. Géol. France, 1966, 9, pp. 368-369, 1 fig., Paris.

CASTERAS, M.; M. FREY, y J. GALHARAGUE (1967).- "Sur le terrains paléozoique s et sur la structure du massif de Mendibelza (Basses-Pyrénées)". C.R. Acad. Sc., 264, Sér. D, pp. 1.677-1.682, 1 fig., Paris.

CIRY, R. (1951).- "Observations sur le Crétacé de la Navarre espagnole au nord-ouest de Pamplone". C.R. Acad. Sc., 233, pp. 72-74, Paris.

- CIRY, R. ; M. AMIOT, y P. FEUILLE (1964). "Les transgressions crétaées sur le massif d'Oroz-Betelu (Navarre espagnole)". Bull. Soc. Géol. France, 5 sér., 5, pp. 701-707, Paris.
- DAMESTOY, G. (1961). "Esquisse tectonique du massif des Aldudes -Quinto Real (Basses-Pyrénées)". C.R. Soc. Géol. France, 4, pp. 86-89.
- DAMESTOY, G. (1961).- "Etude de la série dévonienne de la vallée de Quintua (Basses Pyrénées)". C.R. Soc. Geol. France n° 3. pp. 75-77.
- DESTOMBES, J.P. (1965). "Paleogéographie du Devonien des Pyrénées françaises". Rapp. Int. B.R.G.M. (Inedit).
- DESTOMBES, J.P., y C. GUIRAUDIE (1965).- "Tectonique et formations paléozoïques de la région d'Iraty, Massif de Mendibelza (Basses-Pyrénées)". Actes 4° Congrès Intern. Etudes Pyrénéennes Pau-Lourdes, 11, 16 sept., 1962, I (2), pp. 43-48, 2 fig., Toulouse.
- EWERT, F.K. (1964). "Geologie des Südteiles des Baskischen Pyrenäen". Diss. Univ. Münster, 223 p., Münster.
- FEUILLEE, P. (1962). "Contribution a la connaissance du Cretacé moyen du nord et de l'ouest de la Navarre espagnole". L. Geologie Sorbone.
- FEUILLEE, P. (1962). "Observation sur la Cretace moyen du bassin de Vera-Sare-Ainhoa (Basses Pyrénées et Navarre espagnole)". C.R. Soc. Géol. France. Fas. 5, p. 138
- FEUILLEE, P. (1964). "Sur l'âge cénomaniens des calcaires à Caprines de Pyrénées Basques occidentales". C.R. Somm. Géol. France, fasc. 2, pp. 90-82.
- FEUILLE, P. (1970). "Y-a-t-il des flysch Pyrénéens?". Bull. Soc. Géol. France, vol. 12, n° 4, pp. 603-611.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1965). "Presencia de un nivel con Globotruncana helvética Bolli (Turonense) en la región vasco cantábrica". Not. y Com. IGME, n° 80, pp. 85-90.
- FEUILLEE, P. y SIGAL, J. (1965). "La transgression du Cretacé Superior ("Flysch Nord-Pyrénéens") sur le Massif des Cinco-Villas (Pyrénées Basques)". Bull. Soc. Géol. France, t. VII, pp. 45-55.
- FEUILLE, P., y RAT, P. (1970). "Le déplacement du matériel bioclastique et l'importance des extraclastes (exemples dans le Crétacé pyrénéo-cantabrique)". Ext. Du C.R. Somm. des Sean. de la Soc. Géol. France, fascicule 2, p. 60.
- FEUILLE, P., y RAT, P. (1971). "Structures et paleogeographies pyrénées-Cantabriques". Histoire Structurale du Golf de Gascogne, V. 1-1, a V. 1-48, tome 2, technip.

FROUTE, J.Y. (1988). "Le role de l'accident Déstella dans l'histoire géologique Cretace superieur a Miocene des Navarra-Alavais". These. Universite de Pau.

GARCÍA, A.; VALLE, J. (1997). "Mapa geológico de Navarra 1:200.000. Memoria". Sev. Obras Publ. Gob. Navarra, pp. 1-142.

GÓMEZ DE LLARENA, J. (1950). "La magnesita de Eugui (Navarra)". Bol Soc. Esp. Hist. Nat. Madrid, 48, pp. 67-70.

GÓMEZ DE LLARENA, J. (1950). "La magnesite (giobertite) de la haute vallée de l'Árga (Pyrénées de la Navarre espagnole) et de Úrepel (Basses-Pyrénées)". C.R. Acad. Sc., 231, pp. 1.521-1.522, Paris.

GUBLER, Y.; M. CASTERAS; R. CIRY, y P. LAMARE (1947).- "Sur l'âge des poudingues dits de Mendibelza dans le bassin du Laurhibar, au Sud-Est de Mendive (Basses-Pyrénées)". C.R. Som. Soc. Géol. France, 1947, 16, pp. 329-330. Paris.

GUBLER, Y.; y D. SCHNEEGANS (1948).- "Tectonique embryonnaire dans le domaine pyrénéen pendant les temps crétacés (Crétacées Inférieur)". C.R. Somm. Soc. Géol. France, 1948, pp. 130-131, Paris.

HEDDEBAUT, C. (1965). "Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le massif des Aldudes (Basses-Pyrénées)". Bull. Soc. Géol. France (12), VII, pp. 631-639.

HEDDEBAUT, C. (1967). "Observations tectoniques sur le massif des Aldudes (Basses-Pyrénées)". C.R. Somm. Des Séan. De la Soc. Géol. France, fasc. 7, p. 280.

HEDDEBAUT, C. (1967). "Découverte dun Westphalien á plantes dans les Pyrénées basques francaises". C.R. Somm. Des Séan. de la Soc. Géol. France, fasc. 3, p. 81.

HEDDEBAUT, C. (1970). "Sur l'âge des formations paléozoiques du massif des Cinco-Villas (Pays basque espagnol)". C.R. Somm. Soc. Géol. France, fasc. 6, pp. 205-207.

HEDDEBAUT, C. (1973). "Études Géologiques dans les Massif Paléozoiques basques". Thése. Université des Sciences et Techniques de Lille. France.

JUCH, D. (1970). "Das variszikum von Maya del Baztán (spanische West-pyrenäen)". Tesis de Diploma (no publicada), Geol. Inst. T.H. Claustahl.

JUCH, D., y SCHÄFER, D. (1971). "L'Hercynien de Maya et de la vallée d'Árizakun dans la partie oriental du massif de Cinco Villas (Pyrénées Occidentales d'Espagne)". Acta VI Congrès Intern. Etudes Pyrénéennes Bagnères de Bigorre, 18-22 Sept. 1971 (en prensa).

KLARR, K. (1971). "Der geologische Bau des südostlichen Teiles vom Aldudes-Quinto Real-Massiv (spanische Westpyrenäen)". Clausthal Geol. abh. 11, 184 s., 42 Abb., 1 Tal., 16 Bell, Clausthal-Zellerfeld.

- KRAUSSE, H.F. (1971). "The tectonical Evolution of the Western Pyrénées". Bagnères de Bigorre, 18-22 Sept. 1971.
- KRAUSSE, H.F. (1973). "Strukturkarte und Achsenkarte der kleinfalten im Devon V. Karbon mit Permotriassischen Deckgebirge swischen Echalar V. Mugaire-Oronoz (östeiches Cinco Villas Massiv)" aus "Über den geologischen Ban variscischer Massive und ihrer alpidischen Mantelschichten in den baskischen Pyrenäen". Habil-Schrift, Fak. Natur. - V - geistes wiss. Techn. Univ. Claustal, VI + 2175 75 abb., 4 tab., 5 struckturkarte i. D. Aulage, Clausthal-Zellerfeld.
- KULLMANN, J. (1970). "Oberdevonische und karbonische Goniatiten Faunen in den Spanischen Westpyrenäen." Clausthaler Geol. Abh., H. 12 (In Vorbereitung), Mskrpt. 14s., b.d. Redaktion eingegangen 7. Sept.
- LAMARE, P. (1936). "Recherches géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne". Mém. Soc. Géol. France (N.S.) 12, 27, 464 p., 305 figs. 7 pls., 1 carte géol. au 1:200.000 Paris.
- LAMARE, P. (1943). "Les roches intrusives anté-hercyniennes des Pyrénées basques d'Espagne". Bull. Soc. Francaise Minér., 66 (1-6), pp. 337-370, Paris.
- LAMARE, P. (1946). "La terminaison orientale du massif des Aldudes, aux environ d'Árgégur (Rev. de la feuille de Saint Jean Pied de Port au 1:80.000)". Bull. Carte Géol. France, 45, 216, pp. 265-305, 4 figs., 4 pls., Paris, 1946.
- LE MAITRE, D., y C. HEDDEBAUT (1962).- "Découverte d'un gisement á Gastrocrinus dans le Dévonien Inférieur des Aldudes (Basses-Pyrénées)". C.R. Acad. Sc. , 254, Sér. D., 13, pp. 2.399-2.400, 1 fig., Paris.
- LE POCHAT, G.; LENGUIN, M.; NAPIAS, J.C.; THIBAUT, C.; ROGER, P. y BOIS, J.P. (1976). "Notice explicative de la feuille S. Jean de Pied-de-Port". SGR. Aquitaine-Poitou-Charentes. Paris
- MAILLARD, P. (1966).- "Etude géologique et métallogénique de la région de Valcarlos (Navarra). Thèse Doct. 3º Cycle, Fac. Sc. Univ. París, 108 p., 17 figs., 1 carte géol., au 1/20.000, Paris (non publiée).
- MARTÍNEZ TORRES, L. (1989). "El Manto de los Mármoles (Pirineo occidental)". Tesis. Universidad del País Vasco.
- MIROUSE, R., (1966). "Recherches géologiques dans la partie occidentale de la Zone primaire axiale des Pyrénées". Thèse Doct. Sc. Nat., 2 t, 672 p., 16 pls. 135 figs., 2 cartes, Toulouse, 1962; Mém. Carte Géol. France, 451 p., 122, figs. 16 pls, Paris.
- MULLER, D. (1969). "Perm und Trias im Valle del Baztán (spanische Westpyrenäen)". Dissertation, Fak. Natur. U. Geisteswiss. T.U. Claushthal, 128, 15 Abb., zahir, Profiltaf, u. 2 geol. karten, Clausthal-Zellerfeld.

MULLER, D. (1973). "Perm und Trias im Valle del Baztán-ein Beitrag zur Stratigraphie und Palaeogeographie der spanischen West-pyrenäen". N.Jb. Geol. Palaeont., Abh. 142, I, s. 30-43, 8 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

MOHR, R. Y PILGER, A. (1965). Das Nord-Süd-streichende Lineament von Elizondo in den westlichen Pyrenäen. Geol. Rdsch., 54 (1964), 2, s. 1044-1060, 7 Abb., Stuttgart.

REQUADT, H. (1972). "Zur Stratigraphie und Fazies des Unter-und-Mittelde-vons in den spanischen Westpyrenäen". Unversf. Diseser., Fak. Natur. U. Geistes. Techn. Univ. Claust. 170s., 40 Abb. 1 Taf., Clsusthal-Zellerfed, 1971, und in: Clsutha. Geol. Abh. 13, 113 s., 40 Abb., 1 Taf., Clausthal-Zellerfed, 1972.

REQUADT, H. (1973). "Aperçu sur la Stratigraphie et le facies du Devonien Inférieur et moyen dans les Pyrénées occidentales d'Espagne". Actes VI Congrès Int. Etudes Pyrénéenes. Bagnères de Bigorre, 18-22 sept., 1971, Toulouse.

SCHÄFER, D. (1970). "Das Westpyrenäenpaläozolkum in südlichen Arizcun-Tal, Valle del Baztán, Spanien". Diplomarbeit Geol., Inst., t. V, Clausthal.

SOUQUET, P. (1966). "Nouvelles observations sur le revêtement crétace des Massifs des Aldudes et de Mendibelza (Pyrénées basques)". C.R. Acad. Sc., 262, Sér. D. Pp. 2.413-2.434, 2 figs., Paris.

VOELTZ, H. (1964). "Zur Geologie der Pyrenäiden im nordwestlichen Navarra. Spanien". Diss. Westfälischen landesuniversität (Münster).

WALGENWITZ, R. (1976). "Etude petrologique des roches intrusives du trias, des eailles du socle profond et gites de chlorite de la region d'Élizondo (Navarre. Espagne)". These de l'Universite de Besancon, pp. 172.

WIRTH, M. (1967). "Zur Gliederung des höheren Palaeozoikums (Givet Namur) im Gebiet des Quinto Real (Westpyrenäen) mit Hilfe von Conodonten". N. Jb. Geol. Paläeont., Abh. 127, 2, s. 179-244, 14 Abb., 2 Tal., 4 Taf., Stuttgart.