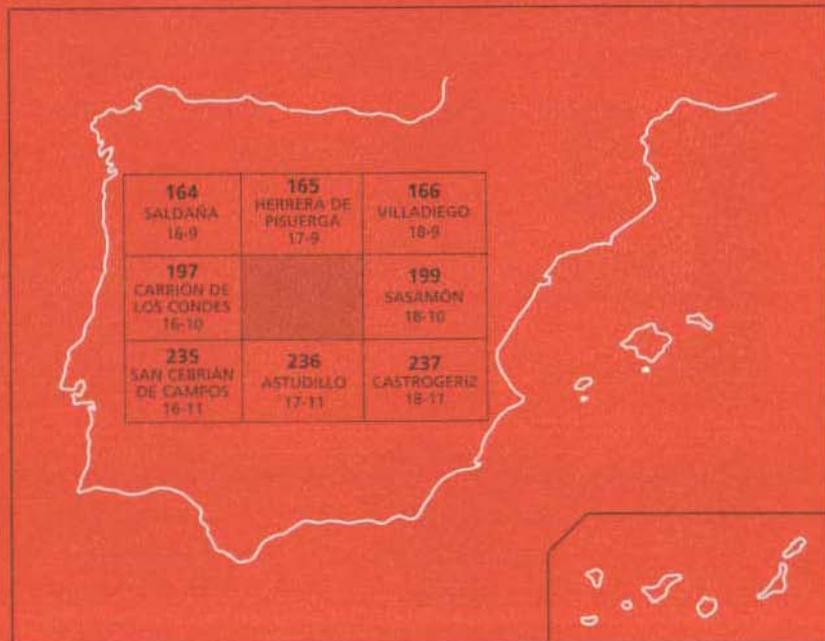




# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



# OSORNO

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

Escala 1:50.000

**OSORNO**

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-2752-1997

ISBN: 84-7840-278-0

NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: GEOTEM. S.L.

Impresión: Master's Gráfico, S.A.

La presente Hoja y Memoria, ha sido realizada por «Informe y Proyectos, S. A. (INYP-SA)», dentro del programa MAGNA durante el año 1990 con normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **Cartografía Geológica y Redacción de memoria**

F. López Olmedo (INYP-SA)

P. Cabra (INYP-SA)

A. Enrile (INYP-SA)

### **Cuaternario y geomorfología**

F. López Olmedo (INYP-SA)

P. Cabra (INYP-SA)

### **Neotectónica**

F. López Olmedo (INYP-SA)

P. Cabra (INYP-SA)

### **Sedimentología**

J. Solé (INYP-SA)

### **Estudio de muestras**

J. M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.)

J. P. Calvo (Carbonatos) (U.C.M.)

R. Fort (Minerales pesados) (U.C.M.)

M. Bustillo (Minerales pesados) (U.C.M.)

### **Paleontología de Vertebrados**

C. Sesé (C.S.I.C.)

J. Morales (C.S.I.C.)

### **Micropaleontología**

J. Civis (U. de Salamanca)

### **Recursos Naturales**

J. Rey de la Rosa (INYP-SA)

### **Hidrogeología**

B. R. García de Andoaín (EPTISA)

**Geotecnia**

J. Alameda (INYPISA)

**Puntos de interés geológico**

J. Palacio (INYPISA)

**Teledetección**

J. González Lastra (INYPISA)

**Jefe de Proyecto**

E. Piles (EPTISA).

**NORMAS Y DIRECCIÓN (ITGE)****Dirección y Supervisión del Proyecto**

A. Martín-Serrano (ITGE)

**Geomorfología**

A. Martín-Serrano (ITGE)

**Neotectónica**

E. Elízaga (ITGE)

**Recursos Minerales**

J. M. Baltuille (ITGE)

**Hidrogeología**

A. Ballester (ITGE)

**Puntos de Interés Geológico**

E. Elízaga (ITGE)

Se pone en conocimiento del lector que en el ITGE existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria.

# INDICE

1. INTRODUCCION.....	7
2. ESTRATIGRAFIA.....	11
2.1. MIOCENO.....	15
2.1.1. Lutitas ocre (fangos) con niveles discontinuos de calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) (1) Calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) (2). «Facies Tierra de Campos» Aragoniense superior (Astaraciense) .....	15
2.1.2. Lutitas ocre y rojizas (fanjos) y calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) con algunos niveles de arenas y limos (paleocanales) (4) Aragoniense superior (Astaraciense) .....	19
2.1.3. Lutitas rojas (fangos) con intercalaciones de areniscas y conglomerados (paleocanales) (3) «Facies Grijalba-Villadiego». Aragoniense superior (Astaraciense).....	20
2.1.4. Lutitas ocre y rojizas (fangos) con niveles discontinuos de areniscas y conglomerados (paleocanales) (5) «Facies de la Serna». Astaraciense superior-Vallesiense inferior .....	25
2.1.5. Margas blancas y lutitas oscuras y ocre con intercalaciones de calizas tableadas (6) «Facies Cuestas». Astaraciense superior-Vallesiense inferior .....	32
2.1.6. Análisis secuencial.....	36
2.1.6.1. <i>Unidad Inferior</i> .....	39
2.1.6.2. <i>Unidad Superior</i> .....	39
2.2. CUATERNARIO .....	45
2.2.1. Gravas, arenas y arcillas (7, 8 y 9). Terrazas .....	45
2.2.2. Arcillas y cantos (10). Glacis.....	51
2.2.3. Arcillas, limos y cantos (11). Coluviones.....	51
2.2.4. Arcillas y cantos (12). Conos aluviales .....	52
2.2.5. Arcillas, arenas y cantos (13). Fondos de valle Arcillas y gravas (14). Llanura de inundación.....	52
3. CRONOESTRATIGRAFIA .....	53
3.1. ANALISIS Y DISCUSION SOBRE LA BIOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO .....	53
3.2. ENSAYO DE SUBDIVISION CRONOESTRATIGRAFIA DEL NEOGENO POR MEDIO DE CHAROFITAS Y OSTRACODOS.....	55
4. TECTONICA .....	61
4.1. TECTONICA ALPINA.....	61
4.2. NEOTECTONICA.....	63

5. GEOMORFOLOGIA .....	67
5.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA .....	67
5.2. ANTECEDENTES .....	68
5.3. ANALISIS MORFOLOGICO .....	68
5.3.1. <b>Análisis morfoestructural</b> .....	68
5.4. ESTUDIO DEL MODELADO .....	70
5.4.1. <b>Formas fluviales</b> .....	70
5.4.2. <b>Formas estructurales</b> .....	73
5.4.3. <b>Formas de ladera</b> .....	73
5.4.4. <b>Formas lacustres</b> .....	73
5.4.5. <b>Formas poligénicas</b> .....	74
5.5. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	74
5.6. EVOLUCION DINAMICA .....	76
5.7. MORFOLOGIA ACTUAL.....	77
6. HISTORIA GEOLOGICA .....	79
7. GEOLOGIA ECONOMICA.....	83
7.1. RECURSOS MINERALES.....	83
7.1.1. <b>Minerales metálicos y no metálicos</b> .....	83
7.1.2. <b>Minerales energéticos</b> .....	83
7.1.3. <b>Rocas industriales</b> .....	83
7.1.3.1. <b>Aspectos generales e históricos</b> .....	83
7.1.3.2. <b>Descripción de los materiales</b> .....	84
7.1.3.2.1. Arcillas comunes.....	84
7.1.3.2.2. Gravas .....	85
7.2. HIDROGEOLOGIA .....	88
7.3. GEOTECNIA.....	92
7.3.1. <b>Zonas y unidades con características geotécnicas similares</b> .....	93
8. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO .....	97
9. BIBLIOGRAFIA.....	99

## 1. INTRODUCCION

La Hoja de Osorno nº 198 (17-10) se encuentra situada en el sector nororiental de la Cuenca del Duero.

Administrativamente pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, abarcando parte de las provincias de Palencia y Burgos. Destacan como poblaciones más importantes dentro de la cuadrícula: Osorno, en la provincia de Palencia, y Melgar de Fernamental, en la de Burgos, ambas situadas junto a las vegas de los ríos Valdavia y Pisuerga, respectivamente.

Desde el punto de vista fisiográfico, la Hoja se enmarca en la submeseta septentrional o meseta de Castilla la Vieja, dentro de la comarca denominada «Tierra de Campos», discurriendo por ella parte de los cursos de los ríos Pisuerga y Valdavia.

El relieve es en general muy suave, caracterizándose por zonas alomadas interrumpidas por el sucesivo encajamiento de la red fluvial. Este hecho contribuye a la presencia de plataformas escalonadas en la mitad septentrional, que se corresponden con los distintos sistemas de terrazas existentes. El desnivel máximo es de 163 m, siendo la cota más alta la de los Cerros Terrazo, situado al norte (943 m. de altitud), y Santa Olalla (854 m), en el ángulo suroriental. Las cotas más bajas se localizan en el valle del río Pisuerga (800 m) en el límite meridional de la Hoja.

La red fluvial está formada por los ríos Pisuerga, Valdavia, Boedo y Vallarna, todos ellos tributarios del primero; los más importantes, Pisuerga y Valdavia, confluyen en las proximidades de Melgar de Fernamental.

Por último, destaca la presencia de la traza del histórico Canal de Castilla, que con dirección norte-sur, discurre a lo largo de la Hoja de forma casi paralela al curso del río Pisuerga.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja se ubica relativamente próxima al borde septentrional de la Cuenca del Duero en su límite con las estribaciones mesozoicas de la Cordillera Cantábrica (Fig. 1). Aparece caracterizada por materiales continentales terciarios y cuaternarios que constituyen parte del relleno de la depresión en la que se encuentra ubicada.

La Cuenca del Duero posee en términos generales una configuración asimétrica, debido al comportamiento geodinámico de sus bordes constatándose en su sector septentrional la existencia de fracturas de gran salto, que condicionan subsidencias importantes.

El borde norte está formado por la Cordillera Cantábrica que constituye el basamento, al menos para ésta parte de la cuenca, observándose en ella dos unidades claramente diferenciables: la más occidental está constituida por materiales paleozoicos siliciclásticos y carbonatados, mientras que la oriental está formada por materiales mesozoicos correspondientes al dominio Vasco-Cantábrico de naturaleza carbonatada principalmente y detrítica en menor proporción. El accidente de Ventaniella parece poner límite



a ambos dominios, prolongándose en el subsuelo cerca del área objeto de estudio. Por último, la distribución de materiales de edad y litología diversas en dicha cordillera, que actúa como área madre en las distintas etapas de relleno de la cuenca, constituye uno de los indicadores sedimentarios más importantes para la caracterización de las diferentes unidades.

La construcción y relleno de la Cuenca del Duero resulta compleja, ya que comenzó en el Paleógeno con una configuración muy diferente de la actual. Dicho relleno, al menos cerca del área de estudio, en el borde septentrional, corresponde a una megasecuencia negativa, como consecuencia de la progradación de la facies proximales, en términos generales, hacia el sur (COLMENERO *et al.* 1982 y GARCIA RAMOS *et al.*, 1982) o suroeste, de la facies proximales llegando a alcanzar su máxima extensión durante el Paleógeno superior-Mioceno inferior.

A lo largo del Neógeno se producen la configuración y el relleno de la actual Cuenca del Duero. Los datos disponibles en estos momentos, corresponden por una parte a estudios regionales como los de HERNANDEZ PACHECO, E. (1915 y 1930); MABESOOONE, J.M. (1959, 1961), AEROSERVICE (1967), PORTERO *et al* (1979), CORRALES *et al* (1978), MEDIAVILLA y DABRIO (1986) y MARTIN SERRANO (1988 y 1989) y por otra, a las transversales realizadas con motivo de la confección de las Hojas del PLAN MAGNA. Interesa destacar por la proximidad o relación con la zona los trabajos de SANCHEZ DE LA TORRE (1978), ARAGONES (1978) y PORTERO *et al.* (1979).

Durante el Plioceno debió producirse un rejuvenecimiento del relieve con un consiguiente cambio climático, que dio lugar a la instalación de un importante sistema fluvial, en un principio con carácter de abanico, para evolucionar durante el Cuaternario a facies más restringidas geográficamente, encajadas sobre el sustrato neógeno. El carácter fluvial de este nuevo ciclo sedimentario da lugar a un importante y complejo desarrollo de terrazas fluviales, parte de las cuales aparecen representadas en la Hoja de Osorno.

## 2. ESTRATIGRAFIA

La Cuenca del Duero es en términos generales, una amplia depresión terciaria rellena de materiales depositados en ambientes continentales y recubiertos en parte por sedimentos cuaternarios.

Al norte se encuentra limitada por la Cordillera Cantábrica, en la que afloran materiales de edad paleozoica y mesozoica, predominando los primeros en su mitad occidental, mientras que los segundos, se extienden por su franja oriental desde Santander hasta San Sebastián (Cuenca Vasco-Cantábrica). En el borde meridional de la Cordillera, en su límite con la Cuenca del Duero, aparece una estrecha franja mesozoica que orla de forma continua toda la cuenca, en contacto con los depósitos del borde de la depresión.

El área objeto de estudio se sitúa en concreto en la mitad septentrional y borde nororiental de la Cuenca del Duero (Fig. 1).

El Paleógeno aflora de forma discontinua adosado a dicho borde localizándose sus afloramientos preferentemente al norte de la Provincia de Palencia, en la zona septentrional, y a los materiales mesozoicos del borde nororiental en la provincia de Burgos.

El Neógeno rellena la Depresión en todo este sector, apoyándose en los bordes de la misma tanto sobre los materiales mesozoicos, como sobre los paleógenos.

La construcción y el relleno de la cuenca se inician a principios del Terciario (en el Eoceno), según los esquemas bibliográficos, a partir de la instalación de aparatos sedimentarios del tipo «sistemas de abanicos aluviales», más o menos desarrollados; sus ápices se localizan en el borde septentrional de la orla cantábrica, dando lugar a su vez a distintos ambientes sedimentarios que vienen caracterizados por sus facies. El relleno de la depresión no es continuo a lo largo de todo el Terciario, sino que presenta interrupciones marcadas por una serie de discontinuidades o rupturas de carácter estratigráfico, originadas como consecuencia de la actividad en los márgenes o bordes de cuenca, debido a procesos diástróficos, y cambios climáticos como principales factores alocíclicos.

SANCHEZ DE LA TORRE (1978) propuso para la Cuenca del Duero un modelo de evolución de abanicos y sistemas fluviales durante el Mioceno, con ambientes lacustres situados en el centro de la cuenca en el Mioceno superior.

La sedimentación paleógena del borde norte y del sector de Palencia se inicia mediante el denominado «Complejo de Vegaquemada». COLMENERO *et al.* (1982) diferencian en él dos tramos: el inferior, equivalente a la «Facies Garumniense» y el superior, formado por secuencias aluviales granodecrecientes. Por encima se desarrolla una segunda unidad, denominada «Complejo Cuevas», equivalente a las «Facies de Las Cuevas» de MABESONE (1959 y 1961).

En el borde NE de la Cuenca, al norte de Burgos, aparecen de forma discontinua también unos conglomerados calcáreos, que se pueden relacionar con la actividad en el borde de la Cordillera, aunque en este área, resulta más difícil precisar su edad.

En el sector norte de Palencia se considera como Paleógeno-Mioceno inferior a todo este conjunto azoico de materiales. Sólo en el sector de Zamora-Salamanca, en el borde occidental de la cuenca, tienen soporte paleontológico.

La estratigrafía del Neógeno para el sector septentrional se inicia con los trabajos de HERNANDEZ PACHECO (1915), ROYO GOMEZ (1926) y MABESOONE (1959, 1961). Posteriormente es desarrollada por MANJON (1969), IGME (1970), CORRALES *et al.* (1978), ARAGONES (1978), DEL OLMO *et al.* (1982), PORTERO *et al.* (1979, 1983) y MEDIAVILLA (1986).

Los materiales neógenos más antiguos datados en este sector corresponden al Aragoniense (Orleaniense superior-Astaraciense inferior), correspondiendo a las denominadas «Facies Dueñas» aflorantes al norte de Valladolid. Los más modernos, datados como Plioceno medio, corresponden a los términos calcáreos superiores de las «Calizas de los Páramos».

El intento de correlación de facies y de las distintas unidades a nivel cuencal, en sentido norte a sur, se lleva a cabo por primera vez por PORTERO *et al.* (1979). Posteriores trabajos toman como punto de partida dicho documento. Durante la ejecución de las Hojas MAGNA en la Cuenca del Duero se definen nuevas facies y se establecen correlaciones entre las distintas unidades y los sistemas deposicionales que las han originado, situándose isocronas en los paneles de correlación. Recientemente, los trabajos de MEDIAVILLA (1986) y MEDIAVILLA y DABRIO (1989) aportan nuevos datos sobre la compleja estratigrafía de los materiales en este sector.

A continuación se realiza a una breve descripción de las unidades o facies más representativas de los sectores septentrional y nororiental de la Cuenca del Duero, desde el meridiano de Guardo hasta el de Burgos.

### **Complejo Vegaquemada**

Bajo este nombre denomina GARCIA RAMOS (1982) el «Grés de Les Bodes» en Boñar (León) de CIRY (1939) ó Formación Vegaquemada de EVERS (1967) y MABESOONE (1959, 1961).

Se trata de una unidad caracterizada por dos tramos. El inferior es de carácter más arcilloso y equivalente en parte a las «Facies Garum», mientras que el superior está formado por una potente sucesión de conglomerados poligénicos, areniscas y lutitas rojas, organizadas en secuencias granodecrescentes.

### **Complejo Cuevas**

Denominado por MABESOONE (1959, 1961) y EVERS (1967) en la Hoja de Guardo «Facies de las Cuevas» y posteriormente «Complejo Cuevas» por GARCIA RAMOS *et al.* (1982). Está integrado por conglomerados calcáreos y lutitas rojas, que se apoyan de forma gradual sobre la unidad anterior. La parte alta de este complejo se interdigita en parte con los conglomerados de Aviñante. Las direcciones de aporte observadas en la unidad, aunque dispersas, apuntan hacia el sur y sur-suroeste.

## **Abanico de Aviñante**

Equivale a las «Facies de Vega de Riacos» de MABESOONE (1959, 1961) y está formado por conglomerados poligénicos de calizas, pizarras, cuarzo y cuarcita, y fangos rojos. PORTERO *et al.* (1983) le hacen equivalente, en parte, a las facies «Tierra de Campos».

## **Conglomerados de Alar del Rey**

Son equiparables a las «Facies de Vega de Riacos-Alar del Rey» de AEROSERVICE (1966) e IGME (1970), así como al «Tramo conglomerático» de MANJON (1969). Se sitúan discordantes sobre la orla mesozoica del borde nor-oriental de la Depresión del Duero, extendiéndose entre Prádanos de Ojeda-Alar del Rey, en la provincia de Palencia, y el borde septentrional de la provincia Burgos.

Estos conglomerados son poligénicos y están formados por cantos de calizas mesozoicas, cuarzo y cuarcita, intercalando a veces niveles de lutitas rojas. Resultarían pues equivalentes a los conglomerados del abanico poligénico de Aviñante.

## **«Facies Grijalba-Villadiego»**

Fueron definidas por AEROSERVICE (1966) y están formadas por conglomerados poligénicos, areniscas cementadas y lutitas rojas. Son similares a las facies medias y distales del abanico poligénico de Aviñante. También equivalen al conjunto compuesto por el «Tramo arcilloso» y las «Facies de Herrera-Zorita y Sotobañado-Priorato» de MANJON (1969).

La distribución geográfica de estas facies es bastante extensa en todo el norte de la provincia de Palencia, desde las proximidades de Guardo (Aviñante) hasta la zona de Villadiego, cerca de Burgos. Hacia el sur parecen interrelacionarse con la «Facies Tierra de Campos».

## **«Facies Tierra de Campos»**

Fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915), siendo una de las unidades más características de la Cuenca del Duero. En este sector se caracterizan por la presencia de lutitas (fangos) ocreos con niveles discontinuos de suelos calcimorfos y pequeños canales formados por arenas y gravillas, cuyos aportes parecen proceder del noroeste.

Estas facies se extienden hacia el sur hasta la parte central de la cuenca y resultarían equivalentes de las «Facies de Grijalba-Villadiego». Se corresponden con parte de la unidad 1 de MEDIAVILLA (1986).

## **«Facies Dueñas»**

Su definición se debe a DEL OLMO (1982), tratándose de una unidad detrítico-carbonatada formada por margas y arcillas calcáreas grises con intercalaciones de calizas ricas en gasterópodos, ostrácodos y characeas. Se extienden a lo largo del valle del Pisuerga al norte de Valladolid, y en la provincia de Burgos, donde adquieren una gran representatividad. Algunos autores las han considerado en parte como cambio lateral de las Facies «Tierra de Campos» y de la «Unidad de Pedrajas de Portillo», situada mucho más al sur, fuera del sector en cuestión.

## **Abanicos de Guardo y Cantoral**

Fueron descritos por MANJON *et al.* (1969), y se extienden al norte de la provincia de Palencia. Están constituidos por depósitos conglomeráticos de cantos cuarcíticos y cuarzo fundamentalmente, así como algunos de pizarras paleozoicas intercaladas entre fangos ocreos que hacia el sur se hacen más potentes; en los que muestran una organización fluvial de tipo *braided*.

### **«Facies de la Serna»**

Equivale a las «Facies Relea y Carrión» de MABESOONE (1961). Han sido descritas por ARAGONES (1978) y CARRERAS (1978) y se extienden por la parte central de la provincia de Palencia.

Corresponden a facies detríticas integradas fundamentalmente por lutitas (fangos) ocreos entre las que se intercalan cuerpos arenosos y a veces calizas palustres. Son frecuentes las edafizaciones, con arritmia de suelos calcimorfos. Los canales están formados por arenas y gravillas con direcciones de aporte hacia el sur y sureste. Se las considera equivalente de los «Abanicos de Cantoral y Guardo». Hacia el centro de la cuenca (Palencia-Valladolid-Burgos) pasan a las «Facies Cuestas».

### **«Facies de las Cuestas»**

Fueron definidas inicialmente por HERNANDEZ PACHECO (1915) y han sido objeto de estudios posteriores por numerosos autores como los de ROYO GOMEZ (1926). Los trabajos más recientes corresponden principalmente a SANCHEZ DE LA TORRE (1978), PORTERO *et al.* (1983), MEDIAVILLA (1986) y MEDIAVILLA Y DABRIO (1989).

Litológicamente, están caracterizadas por un conjunto detrítico-carbonatado formado por margas, arcillas, arcillas carbonosas, yesos, margas yesíferas y calizas margosas. Morfológicamente, esta unidad destaca en el paisaje, constituyendo la parte mediana de las denominadas «mesas» coronadas por las «Calizas de los Parámos».

Es de resaltar el alto contenido faunístico (micromamíferos) que presentan estas facies, localizándose en ellas numerosos yacimientos, distribuidos de forma irregular por toda la cuenca, que permiten su control estratigráfico.

### **«Calizas de los Parámos»**

Se encuentran coronando las series miocenas, HERNANDEZ PACHECO (1915) las definió como el último resalte morfológico donde se construye la superficie del Parámo de naturaleza caliza.

En los últimos años han sido estudiadas y descritas por DEL OLMO *et al.* (1982), PORTERO *et al.* (1982), MEDIAVILLA (1986) y MEDIAVILLA Y DABRIO (1989).

La serie carbonatada del parámo, caracterizada por calizas con gasterópodos y margas, se encuentra muy bien representado al norte de Valladolid, Palencia y Burgos. En numerosos puntos se observan dos paquetes perfectamente individualizados, que se hacen corresponder con las denominadas «Calizas inferiores y superiores de la superficie del Parámo». Los eventos y procesos sedimentarios que separan ambas coinciden con los definidos por AGUIRRE *et al.* (1976) y PEREZ GONZALEZ (1979, 1982) en la submeseta meridional durante el Plioceno.

Recientemente MEDIAVILLA Y DABRIO (1989) estudian más en detalle estos niveles carbonatados, diferenciando dos ciclos, correspondientes ambos a los dos niveles del «Parámo», separados entre sí en algunas zonas de la Cuenca del Duero por un episodio detrítico de génesis fluvial. Ambos ciclos representan dos unidades tectosedimentarias distintas diferenciadas por una importante discontinuidad.

## 2.1. MIOCENO

De todo el conjunto de unidades descritas anteriormente, en la Hoja de Osorno, sólo aparecen representadas en el Mioceno las siguientes facies:

- «Facies Tierra de Campos». Aragoniense superior (Astaraciense).
- «Facies Grijalba-Villadiego». Aragoniense superior (Astaraciense).
- «Facies de la Serna». (Astaraciense superior-Vallesiense inferior).
- «Facies Cuestas». (Astaraciense superior-Vallesiense inferior).

Todo este conjunto de facies o unidades puede agruparse en dos episodios o secuencias de relleno separadas entre sí por una discontinuidad, que con los datos de que se dispone, corresponden a dos ciclos.

- El ciclo inferior de edad Aragoniense superior (Astaraciense) está constituido por las «Facies Tierra de Campos» y su equivalente lateral, las «Facies Grijalba-Villadiego».
- El ciclo superior, de edad Astaraciense superior-Vallesiense inferior, está integrado por los detríticos de las «Facies de la Serna» y su equivalentes en ambientes lacustres marginales o «Facies Cuestas», en la Hoja de Osorno, y lacustre s.l. a nivel regional.

### 2.1.1. Lutitas ocre (fangos) con niveles discontinuos de calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) (1); calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) (2). «Facies Tierra de Campos». Aragoniense superior (Astaraciense).

Las «Facies Tierra de Campos» constituyen una de las unidades más características de los depósitos continentales de la Cuenca del Duero y la más baja del Neógeno representado en la Hoja. Sus afloramientos se sitúan dentro de ésta en la mitad meridional, principalmente en los valles de los ríos Vallarna y Valdavia, en su margen derecha así como en el valle del Pisuerga a partir del meridiano de Melgar de Fernamental.

Litológicamente, se trata de una unidad caracterizada por la presencia fundamentalmente de arcillas, y a veces limos, de tonos ocres, con intercalaciones discontinuas de calizas limolíticas arenosas (unidad 1) y suelos calcimorfos (unidad 2) desarrollados sobre dichos fangos, correspondientes, por tanto, a paleosuelos. Este conjunto está presente tanto hacia el sur como hacia el oeste, fuera de los límites de la Hoja, presentando a veces frecuentes intercalaciones detríticas, como ocurre en la vecina Hoja de Carrión de los Condes, donde se observan canales de grava y arena con un contenido relativamente alto de cuarzo y de fragmentos de rocas. El espesor máximo observado es de 40 m. En la Hoja estas características cambian, siendo escasa la presencia de dichos canales, que cuando se observan son pequeños, de potencia métrica, incorporando en la mayoría de las ocasiones cantos blandos y cantos calcáreos poco rodados procedentes del desmantelamiento de los suelos calcimorfos de la propia unidad. En ocasiones, estos canales pueden haber sufrido procesos de edafización posteriores, una vez que han dejado de funcionar como tales, como se observa en el afloramiento de Castrillo de Villavega, junto al río Valdavia.

Las lutitas son los materiales más representativos; sus tonos ocres, a veces con tonalidades rojizas, debidas a procesos de edafización, imprimen la característica más dominante a dicha unidad (1). Morfológicamente da lugar a relieves deprimidos y a veces alomados, en general con mala calidad de afloramientos. Las mejores observaciones se pueden llevar a cabo en los taludes de la carretera Palencia-Osorno entre Marcilla y Santillana de Campos, en la trinchera del ferrocarril cerca de Cabañas de Castilla y en algunos puntos de la traza del Canal de Castilla en ese sector. También aflora en los taludes de la margen derecha del río Valdavia entre Bárcena de Campos y Abia de las Torres.

El estudio de la fracción arcillosa (Cuadro nº1) mediante difracción de R-X señala en estos materiales una composición mineralógica global de cuarzo (14%-23%), calcita (4-18%) y filosilicatos (64-80%). Entre estos últimos aparecen illita, caolinita, clorita, esmectita e interestratificados tipo illita-esmectita, generalmente en muy baja proporción. La illita se presenta en porcentajes comprendidos entre el 48 y el 70%, la caolinita, entre el 12 y 20%, la clorita entre el 22 y 26% y, por último la esmectita está generalmente ausente, si bien puede alcanzar el 17%. En conjunto se puede decir que la illita es el componente mayoritario y que estas arcillas presentan niveles de carbonatación bajos, aunque los afloramientos asociados a los suelos calcimorfos pueden tener un mayor contenido, precisamente por su relación con los procesos edáficos.

Los suelos calcimorfos (unidad 2), englobados en la unidad anterior, tienen un marcado carácter discontinuo, aumentando su proporción hacia el techo de la unidad. Suelen tener colores beige claros, indicativos de procesos de carbonatación. Sus espesores no suelen sobrepasar el metro de potencia siendo generalmente de tamaño decimétrico.

El grado de litificación es proporcional al contenido en carbonatos. Presentan procesos de bioturbación por raíces con tonos de oxidación-reducción y estructura prismática, correspondientes a suelos marmorizados de tipo pseudogley (CARRERAS *et al* 1978).

Ocasionalmente el contenido en carbonatos es alto, observándose incluso calizas detríticas, si se han encontrado durante un tiempo bajo lámina de agua.

Cartográficamente los paleosuelos han sido diferenciados en aquellos sitios donde parecen tener una continuidad lateral mayor. Las mejores observaciones se pueden realizar en los cortes naturales situados junto a las carreteras que unen Marcilla y Santillana de Campos, y esta última población y Arconada.

El límite inferior de la unidad (1) no es visible dentro de la Hoja por lo que se desconoce tanto su yacente como el tipo de contacto entre ambos (discontinuidad, paraconformidad, etc.)

Por lo que se respecta a su contacto con la unidad superior, está claramente marcado por una discontinuidad que se manifiesta a través de una interrupción sedimentaria reflejada por el desarrollo y aumento en la proporción de los procesos edáficos hacia el techo o partes altas de las Facies Tierras de Campos. Estos procesos se ponen claramente de manifiesto en distintos puntos de la Hoja y corresponden desde el punto de vista sedimentológico a una fuerte ralentización en la sedimentación, llegando a predominar los procesos edáficos sobre los deposicionales. Este hecho sería correlacionable con la discontinuidad observada más al sur, en el sector de Palencia, por **MEDIAVILLA y DABRIO (1987)** a techo de la Unidad 1 definida por dichos autores.

Desde el punto de vista sedimentológico, la monotonía de facies y la mala calidad de los afloramientos de la «Tierra de Campos» no permiten una descripción de más detalle. Sólo su contexto geológico induce a decir que corresponden a vastas llanuras de lodos en zonas de drenaje deficiente, dada la ausencia para este sector de encajamiento de cursos acuosos relacionados con sistemas aluviales procedentes de zonas más septentrionales. En estas llanuras tendrían lugar procesos de edafización con desarrollo discontinuo de suelos calcimorfos, si bien en ocasiones, se verían cortadas por canales de pequeña envergadura que, con un trazado discontinuo y efímero, desmantelarían parte de algunos de los suelos desarrollados.

Esta unidad, Facies Tierra de Campos, se considera cambio lateral de las Facies Grijalba-Villadiego, si bien se encuentra relacionada con un sistema fluvial más distal, cuyos aportes llegarían del norte y noroeste a una amplia llanura de lodos.

Tradicionalmente, desde **HERNANDEZ PACHECO (1915)**, este conjunto se asigna al Mioceno medio. Recientemente, **PORTERO et al (1979)** y **MEDIAVILLA (1986)**, le atribuyen una edad Astaraciense, es decir Aragoniense superior; además, este último autor le considera equivalente lateral de la Unidad dolomítica inferior, definida por **ORDOÑEZ et al (1981)** para otros sectores de la Cuenca del Duero.

En la Hoja se encuentra tanto topográfica como estratigráficamente por debajo del yacimiento de Santa Olalla, datado como Astaraciense superior-Vallesiense inferior. Conviene señalar igualmente que la unidad es correlacionable con los depósitos detríti-

**CUADRO N° 1**  
**COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ARCILLAS DE LA FACIES TIERRA DE CAMPOS**

N° Muestra	Srie y/o afloramiento	Composición mineralógica global					Composición mineralógica filosilicatos				
		Cuarzo	Calcita	Dolomita	Feldes- pato	Filosi- licatos	Illita	caolinita	Esmec- tita	clorita	Interstra- tificados
9030	Santillana de Campos	16	18	–	–	66	54	20	–	26	–
9038	Melgar de Fernamental	16	7	–	–	77	65	13	–		22
9046	Arenillas de Rio Pisuerga	14	10	–	–	76	66	12	–	22	–
9049	Villaherreros	23	5	8	–	64	48	12	17	23	–
9050	Villasarracino	16	4	–	–	80	70	12	–	18	indicios
<b>Media</b>		<b>17</b>	<b>9,8</b>	<b>1,6</b>	–	<b>72,6</b>	<b>60,6</b>	<b>13,8</b>	<b>3,4</b>	<b>17,8</b>	<b>4,4</b>

cos aflorantes en la Hoja de Burgos, dados durante la realización de estas Hojas como astaracienses. Estos datos corroboran las hipótesis planteadas y la edad estimada para dichos materiales.

#### **2.1.2. Lutitas ocre y rojizas (fangos) y calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) con algunos niveles de arenas y limos (paleocanales) (4). Aragoniense superior (Astaraciense).**

En el ángulo suroriental de la Hoja y a techo de la Facies Tierra de Campos aparece una sucesión litológica repetitiva formada por lutitas y calizas limolíticas arenosas. Esta unidad, que constituye la parte alta de la «Tierra de Campos» presenta tonalidades ocre y rojizas para las arcillas, mientras que los niveles carbonatados son de colores más claros.

Sus afloramientos se encuentran en las proximidades de Arenillas de Riopisuerga, al sur, y en los alrededores del Cerro Santa Olalla, en la margen izquierda del Pisuegra.

En este lugar se observa una sucesión rítmica ordenada secuencialmente, de arcillas y calizas limolíticas arenosas (suelos calcimorfos) que dan lugar a resaltes morfológicos y replanos estructurales característicos, que destacan en la base del cerro.

Las arcillas son similares a las de la unidad (1), si bien es la frecuente presencia de procesos edáficos la que ha marcado su diferenciación cartográfica. También cabe la posibilidad que en esta unidad exista una cierta interdigitación con las facies distales de «Grijalba-Villadiego».

Los colores ocre son los dominantes, si bien existen tonalidades rojizas debidas al desarrollo de procesos edáficos en dichos materiales. En ocasiones se observan niveles de limos arenosos intercalados, que corresponderían a facies de desbordamiento de canales.

Los suelos calcimorfos presentan un contenido en carbonatos variable y si bien parecen tener una relativa continuidad lateral, su espesor no suele alcanzar valores superiores al metro.

Su relación con la unidad inferior es transicional («Facies Tierra de Campos»; unidad 1) mientras que con la superior («Facies Cuestas»; unidad 6), en el Cerro Santa Olalla se observa una cierta discontinuidad marcada por la presencia de depósitos detríticos arenosos, sobre los paleosuelos y fangos edafizados que caracterizan esta unidad.

Las facies parecen tener mayor y mejor representación en la vecina Hoja de Sasamón, en la que durante la realización de estos trabajos y en niveles similares, se ha encontrado microfauna, la cual ha permitido atribuir a la presente unidad una edad Astaraciense.

### 2.1.3. Lutitas rojas (fangos) con intercalaciones de areniscas y conglomerados (paleocanales). «Facies Grijalba-Villadiego» (3). Aragoniense superior (Astaraciense).

Esta unidad aflora ampliamente en el valle del río Pisuerga, en su margen izquierda, así como en la mitad septentrional de la Hoja, entre Olmos de Pisuerga y Melgar de Fernamental.

Corresponde a las denominadas Facies Grijalba-Villadiego que se extienden al sur de la orla mesozoica de la Cordillera Cantábrica en este sector, y que a su vez equivalen a los conglomerados de borde de dicha orla denominados «Facies Vega de Riacos-Alar del Rey».

Desde el punto de vista litológico son unos depósitos que se caracterizan por la presencia de lutitas de color rojo entre las que se intercalan de forma discontinua niveles de areniscas y conglomerados bastante cementados. El espesor máximo observado en la Hoja es de 60 m. Geográficamente, los materiales aparecen representados también en las vecinas Hojas de Sasamón y Herrera de Pisuerga, donde adquieren mayor desarrollo y representación con predominio de los niveles detríticos.

En la Hoja de Osorno, su aspecto más típico muestra arcillas rojas con niveles detríticos discontinuos. Estos niveles cementados, que se intercalan proporcionan al relieve, típicamente alomado, una serie de replanos estructurales, sobre los que se han desarrollado algunas terrazas.

Las lutitas en general, y en particular los niveles arcillosos tienen fuertes tonalidades rojizas. A veces son algo limosas e incluso arenosas, pudiendo a veces adquirir puntualmente y en corte fresco ciertos tonos verdosos.

El estudio de la fracción arcillosa mediante difracción de R-X revela la presencia de cuarzo (10%), calcita (22%), filosilicatos (68%). Dentro de éstos, la illita está presente con porcentajes del orden del 52%, la caolinita, del 20%, la clorita del 23% y, por último, los interestratificados del tipo illita-esmectita, del 5%. En corte fresco las lutitas presentan suelos calcimorfos intercalados. Los niveles detríticos más groseros, es decir, las arenas y los cantos a parecen fuertemente cementados, siendo la naturaleza de este cemento calcáreo. El tamaño arena es muy variable oscilando desde el tamaño fino al grueso, como se observa en las curvas granulométricas representativas de estos materiales (Fig. 2). La clasificación y composición según Folk aparece reflejada en la Fig. 4.

Los cantos son poligénicos, con un alto porcentaje de cuarzo y cuarcita, si bien también son muy abundantes los calcáreos procedentes del área madre mesozoica. Los espesores observados para estos cuerpos oscilan entre 1 y 2 m. si bien localmente se encuentran potencias del orden de 3 e incluso 5 m.

También se observan pequeñas capas tabulares de arena muy fina cuyos espesores no superan los 20 cm y que corresponden a facies de desbordamiento de los canales.

El estudio de los minerales pesados (Cuadro nº2) ha señalado que el porcentaje de opacos fluctúa entre el 59,7 y el 71,7%, el de transparentes, entre el 22,6 y 37,1%, el de biotita, entre 1 y 2,1% y el de moscovita, entre el 0,6 y el 4,5%, la clorita es prácticamente inexistente.

Para los minerales pesados los intervalos de porcentajes máximo y mínimo quedan expresados en la siguiente tabla:

Turmalina	22,0%	38,3%
Circón	17,3%	52,0%
Rutilo	2,4%	6,2%
Granate	1,0%	6,5%
Estaurolita	1,6%	4,1%
Andalucita	2,0%	6,9%
Hornblenda	1,3%	2,3%
Apatito	0,8%	4,0%
Esfena	0,6%	1,3%
Epidota	0,5%	2,2%
Brooquita	0,8%	1,5%
Anatasa	0,4%	0,5%

Como resumen, se puede decir que la proporción de turmalina y circón es la mayor en todos estos depósitos. El rutilo, granate, estaurolita, andalucita, epidota, apatito y brooquita, aunque en bajas proporciones, siempre están presentes. La hornblenda no siempre aparece, al igual que la esfena y la anatasa.

Respecto a la composición de la fracción ligera, el Cuadro nº 3 resume los porcentajes observados para los diferentes componentes. Destaca la abundancia de cuarzo, así como la de fragmentos de rocas carbonáticas (caliza y dolomía). Los fragmentos de rocas metamórficas aparecen en bajas proporciones, estando siempre presentes meta-cuarzitas y, en ocasiones, pizarras.

La calidad de afloramientos, al igual que para el resto de las unidades, no es buena. Generalmente, las observaciones tienen carácter puntual a nivel de cuerpo sedimentario y facies asociadas (paleocanales y llanuras de inundación), resultando muy difícil la obtención de una sucesión litológica completa en la vertical de toda la unidad.

El mejor corte se halla al norte de la Hoja, en las proximidades de Valtierra de Riopisuerga, en la talud natural que queda al descubierto en la margen izquierda del Pisuerga. El resto corresponden a afloramientos puntuales en los canales, como en los alrededores de Oïmos y Naveros de Pisuerga.

Desde el punto de vista sedimentológico, los depósitos que caracterizan a esta unidad corresponden a un sistema fluvial de tipo meandriforme de alta sinuosidad, formado por baras con superficie de acreción lateral y laminaciones internas, que en ocasiones

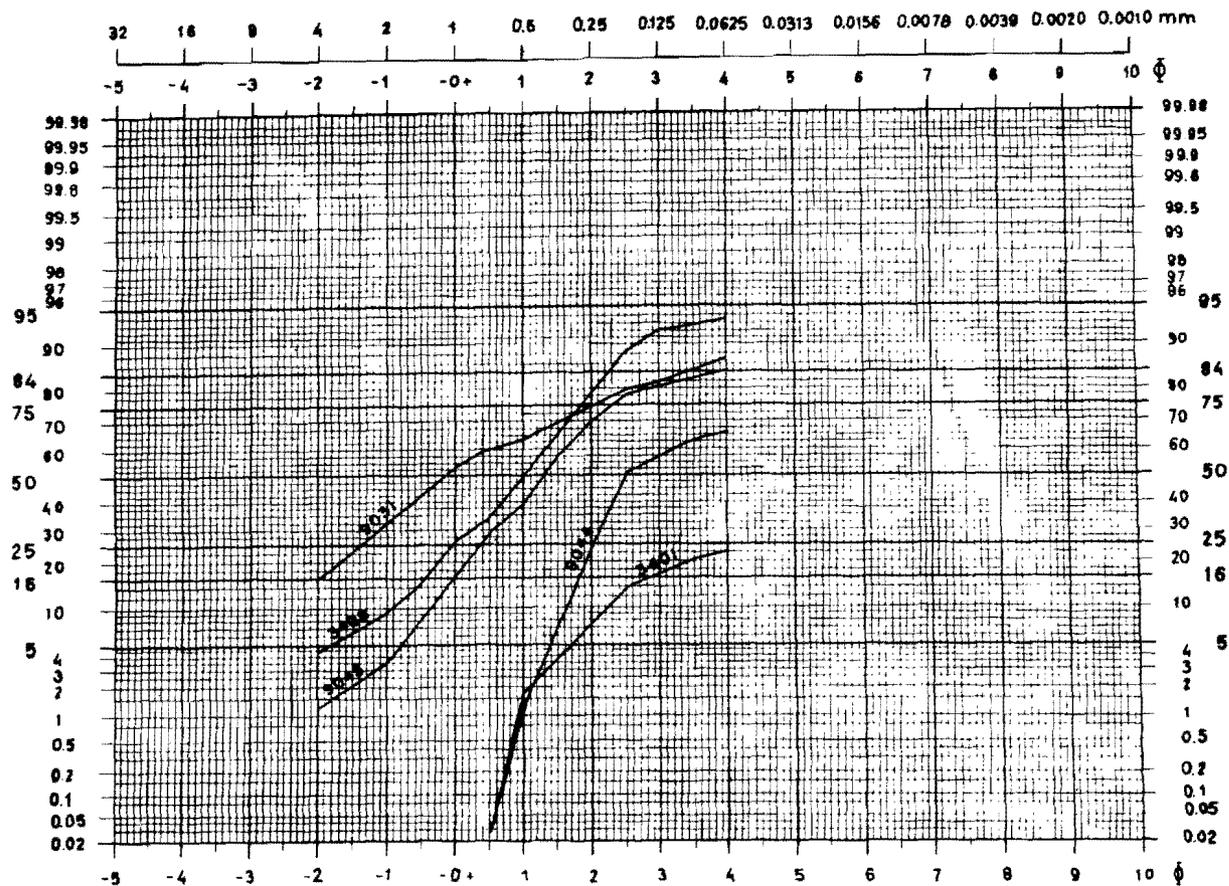


Fig. 2.- Granulometría de la fracción arena de la «Facies Grijalba-Villadiego» (Unidad 3)

**CUADRO N° 2**  
**MINERALES PESADOS**  
**COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS «FACIES GRIJALBA-VILLADIEGO»**

N° Muestra	Serie y/o afloramiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9031	Sta. María de Anamuñez	71,7	23,5	2,1	–	2,7	38,3	28	3,6	3,1	4,1	23,0	–	–	1,5	2,1	–	2,2	1,0	–	14,0
9044	Olmos de Pisuerga	59,2	33,9	1,2	0,7	4,5	22,0	22,0	4,5	1,0	3,8	6,3	–	–	2,3	0,8	1,0	0,5	1,0	0,4	34,3
9045	Naveros de Pisuerga	71,4	22,6	2,0	–	4,0	41,6	26,3	4,4	3,5	3,5	6,9	–	–	1,3	4,0	1,3	0,5	0,9	0,5	5,3
3401	Valtierra de Río Pisuerga	64,4	31,1	1,5	–	3,0	22,6	17,3	2,4	4,8	1,6	2,8	–	–	–	3,65		1,2	0,8	0,4	42,3
3402	Valtierra de Río Pisuerga	61,3	37,1	1,0	–	0,6	25,3	52,0	6,2	6,5	2,6	2,0	–	–	–	0,9	0,6	0,6	1,5	–	1,7
<b>Media</b>		<b>65,7</b>	<b>29,6</b>	<b>1,5</b>	<b>0,1</b>	<b>2,9</b>	<b>29,9</b>	<b>29,1</b>	<b>4,2</b>	<b>3,7</b>	<b>3,1</b>	<b>4,0</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,2</b>	<b>19,5</b>

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1. Opacos        | 11. Andalucita  |
| 2. Transparentes | 12. Distena     |
| 3. Biotita       | 13. Sillimanita |
| 4. Clorita       | 14. Hornblenda  |
| 5. Moscovita     | 15. Apatito     |
| 6. Turmalina     | 16. Esfena      |
| 7. Circón        | 17. Epidota     |
| 8. Rutilo        | 18. Brooquita   |
| 9. Granate       | 19. Anatasa     |
| 10. Estauroлита  | 20. Carbonatos  |

indican flujos helicoidales. A veces se observan dentro de este contexto tramos rectos de canales. Son frecuentes las facies de desbordamiento de los canales o zonas de encharcamiento locales dentro de la llanura aluvial.

**CUADRO Nº 3**  
**COMPOSICION DE LA FRACCION LIGERA**  
**COMPRENDIDA ENTRE 0,25 MM. Y 0,50 MM.**

Cuarzo monocristalino		
Extinción recta 5%	30,3%	57,2%
Extinción ondulante 5%	7,5%	15,6%
Cuarzo policristalino		
Feldespato potásico	1,6%	11,9%
Chert	0,4%	1,8%
Fragmentos Rocas Sedimentarias		
Carbonatos	44,2%	3,3%
Areniscas	3,1%	5,6%
Arcillas	0,4%	0,8%
Fragmentos Rocas Metamórficas		
Pizarras y Esquistos	0,4%	1,4%
Metocuarcitas	1,6%	9,6%
Fragmentos Rocas Autóctonas		
Carbonatos	1,8%	13,6%

También son importantes los procesos edáficos observándose a veces éstos en etapas posteriores al relleno y abandono del canal, produciéndose entonces calcificaciones en las propias arenas.

Existe una amplia dispersión de las paleocorrientes en las mediadas realizadas, lo que obedece, como es lógico, a la configuración sinuosa de la red. No obstante, se observa una tendencia general hacia el SSE y SE. El área madre sin duda alguna, son los materiales mesozoicos aflorantes algo más al norte.

Por último, respecto a las relaciones laterales de esta unidad, interesa destacar que al norte, en el sector de Alar del Rey-Prádanos de Ojeda, la unidad pasa lateralmente a los conglomerados neógenos de borde de la Cordillera Cantábrica («Facies Alar del Rey»). Hacia el sur, en el sector de Melgar de Fernamental parecen pasar lateralmente e interdentarse con las «Facies Tierra de Campos», si bien éstas últimas ocupan una posición topográfica ligeramente algo más baja.

Aunque la mala calidad de los afloramientos no permite hacer demasiadas precisiones, estos dos hechos llevan a pensar que ambas facies son isocronas, interrelacionándose en el sector antes citado. Por otra parte, la proximidad del borde mesozoico y la existencia en él de Fenómenos alocíclicos sugieren una cierta progradación de las «Facies Grijalba-Villadiego» sobre la «Tierra de Campos».

Desde el punto de vista paleontológico, no se ha encontrado en la Hoja ningún indicio faunístico. No obstante, PORTERO *et al.* (1979) en la Síntesis sobre el Terciario de la Cuenca del Duero citan dentro de la recopilación bibliográfica de la Hoja de Villadiego el yacimiento de Sandoval de la Reina, al que se asigna una posible edad Astaraciense superior.

De todo ello se deduce que la edad de estos materiales es al menos Aragoniense superior (Astaraciense), aunque no existen datos dentro de la Hoja que corroboren tal edad.

#### **2.1.4. Lutitas ocre y rojizas (fangos) con niveles discontinuos de areniscas y conglomerados (paleocanales). «Facies de la Serna» (5). Astaraciense superior-Vallesiense inferior**

Constituye los términos detríticos más altos de la serie miocena aflorantes dentro de la Hoja de Osorno, disponiéndose fundamentalmente en la mitad occidental de la cuadrícula, donde se observan también los mejores afloramientos de la misma.

Aparece caracterizada litológicamente por la presencia de lutitas de colores ocre y rojizos que contienen niveles de areniscas poco cementados y conglomerados, en general de poco espesor; ha sido denominada «Facies de la Serna» (CARRERAS, 1978) equivalente a las «Facies Relea» de MABESOONE (1959, 1961). El espesor máximo observado en la Hoja es de 130 m.

La diferencia fundamental en campo con la unidad infrayacente es la presencia de materiales detríticos (arenas, gravillas y gravas) intercalados entre los fangos y organizados en orden secuencial. En la vecina Hoja de Carrión de los Condes destacan estas facies por un mayor contenido en carbonatos que las «Facies Tierra de Campos» así como por la existencia de suelos calcimorfos y calizas palustres blanquecinas (CARRERAS, 1978) bien desarrolladas.

Sin embargo, en el área objeto de estudio, esas características no son la tónica dominante, utilizándose como criterio diferenciador fundamental la presencia de niveles detríticos, aunque a veces se observan también suelos calcimorfos.

El contacto con la unidad inferior es muy variable y cartográficamente se ha establecido a partir de la desaparición de suelos calcimorfos coincidente con la entrada de facies canalizadas, asimilables ya a la presente unidad.

En ocasiones, el contacto ha sido representado como supuesto, dada la homogeneidad y convergencia de facies entre ambas formaciones o porque la calidad del afloramiento no ha permitido su diferenciación.

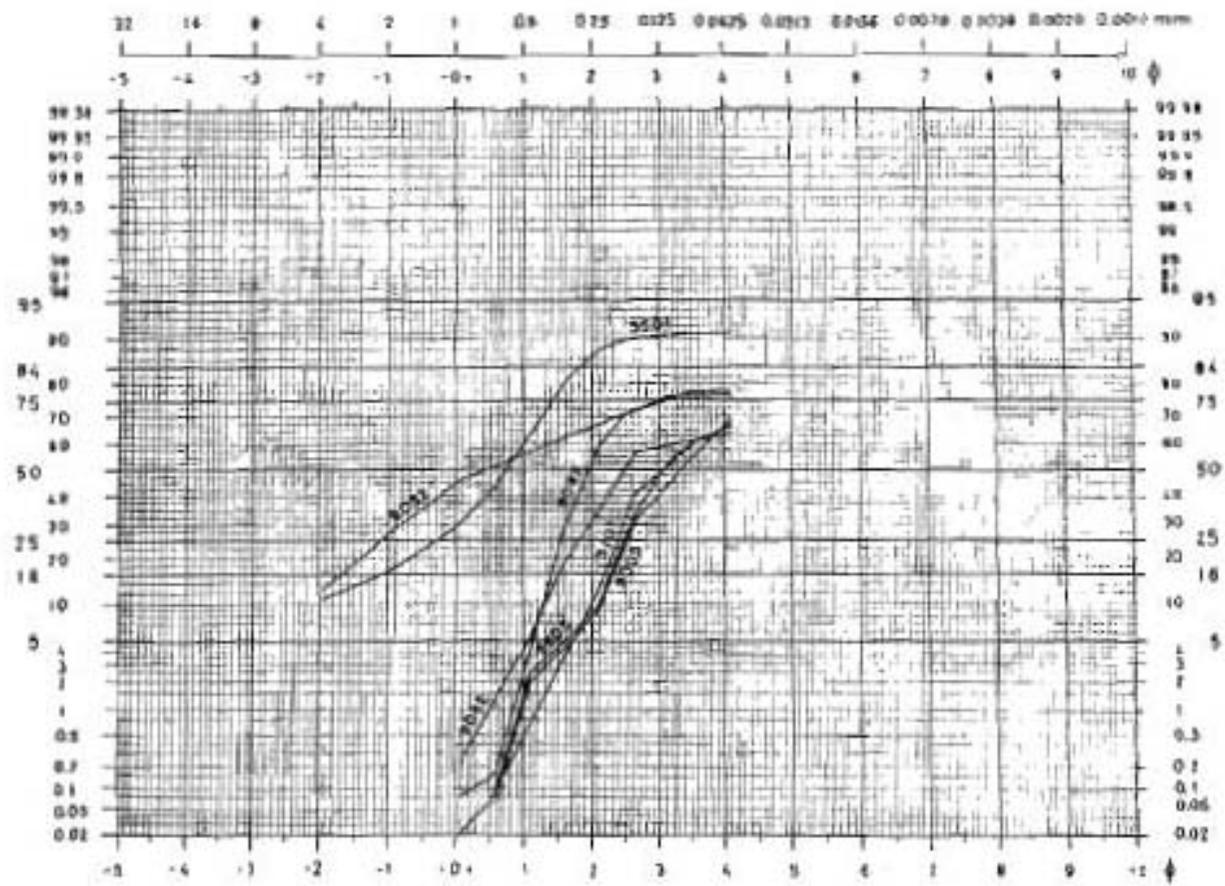


Fig. 3.- Granulometría de la fracción arena de la «Facies de la Serna» (Unidad 5)

Una de las características de los fangos son las tonalidades rojizas que presentan, debido a las frecuentes edafizaciones a que se han visto sometidos los fangos. Este hecho es más acusado hacia la parte meridional de la Hoja, imprimiendo un carácter al paisaje que, hasta cierto punto, puede llegar a ser utilizado como elemento diferenciador.

Los niveles detríticos, es decir, las arenas y conglomerados se encuentran en general poco cementados. Se trata de cuerpos (paleocanales) organizados en secuencias positivas con base erosiva. Los cantos son poligénicos, observándose carbonatos, caliza fundamentalmente, cuarzo y cuarcita. El espesor no suele superar 5m., por lo general, encontrándose valores medios de 2 a 3 m. para estos canales.

Existen dos tipos de facies canalizadas. Por un lado, canales amalgamados, como de los afloramientos del cementerio de Osorno o de Osornillo, formados por arena fina y muy fina con alto contenido en lutitas, que implican flujos con un porcentaje elevado de material en suspensión. La geometría de los canales corresponde a cursos de baja a alta sinuosidad, marcados por superficies de acreación lateral muy tendidas.

El otro tipo de canales, se caracteriza por una mayor granulometría con base, generalmente, más erosiva que en el caso de los anteriores. Se observa desarrollo de barras de gravas, *set* tabulares de estratificación cruzada, y en algún caso, incisión de canales sobre las gravas. La configuración de estos canales parece corresponder a cursos rectos de tendencia *braided*.

Las paleocorrientes marcan un sentido general hacia el sur; asociados a ambos tipos de relleno de canal se observan sobre los depósitos de llanura de inundación (lutitas), facies de desbordamiento (*crevasse splay*) representadas por capas tabulares de orden centimétrico a decimétrico de arenas finas a muy finas.

Las curvas granulométrica más representativas de las arenas aparecen representadas en la Fig. 3 y su clasificación y composición según Folk en la Fig. 4.

El estudio de los minerales pesados (Cuadro nº4) ha señalado que el porcentaje de opacos fluctúa entre el 92,6 y 69,7%, el de transparentes entre el 3,5 y el 26,9%, el de biotita, entre el 0,4 y 4,6%. La clorita es inexistente y la moscovita suele estar ausente y cuando aparece sus valores se encuentran comprendidos entre el 0,8 y 2,9%.

Para los minerales pesados los intervalos de porcentaje quedan reflejados en la siguiente tabla:

Turmalina	14,4%	43,2%	Hornblenda	1,3%	4,8%
Circón	13,6%	75,5%	Apatito	0,5%	6,8%
Rutilo	1,3%	6,2%	Esfena	0,9%	1,8%
Granate	7,4%	16,0%	Epidota	0,4%	0,9%
Estaurolita	0,4%	4,2%	Brooquita	0,8%	1,4%
Andalucita	2,0%	14,6%	Anatasa	0,4%	1,9%

**CUADRO N° 4**  
**MINERALES PESADOS**  
**COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS «FACIES DE LA SERNA»**

N° Muestra	Serie y/o afloramiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9005	Abia de las Torres	87,4	8,0	4,6	-	-	32,2	38,7	3,7	7,4	-	3,7	-	-	-	2,7	0,9	0,9	0,9	1,4	7,4
9042	Osorno	83,7	12,0	4,3	-	-	23,3	32,9	6,2	9,6	2,3	8,1	-	-	2,6	2,3	-	-	1,0	1,9	9,2
9047	Osornillo	90,4	6,0	3,6	-	-	14,4	48,8	3,8	10,0	1,9	14,4	-	-	4,8	0,5	-	-	-	-	1,4
9048	Osornillo	92,6	5,1	2,3	-	-	24,8	36,4	6,0	14,3	4,2	4,8	-	-	3,0	3,0	-	-	1,2	0,4	1,2
9052	Santillana de Campos	95,7	3,5	0,8	-	-	34,3	13,6	1,3	16,0	4,0	14,6	-	-	1,3	4,0	-	-	1,3	1,3	8,0
3101	Espinosa de Villagonzalo	69,7	26,9	1,0	-	2,4	10,0	75,5	2,8	4,4	0,8	2,0	-	-	-	0,8	-	0,4	0,8	-	2,4
<b>Media</b>		<b>86,5</b>	<b>10,2</b>	<b>2,7</b>	<b>-</b>	<b>0,4</b>	<b>23,1</b>	<b>40,9</b>	<b>3,9</b>	<b>10,2</b>	<b>2,2</b>	<b>7,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>4,9</b>

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 1. Opacos        | 11. Andalucira  |
| 2. Transparentes | 12. Distena     |
| 3. Biotita       | 13. Sillimanita |
| 4. Clorita       | 14. Hornblenda  |
| 5. Moscovita     | 15. Apatito     |
| 6. Turmalina     | 16. Esfena      |
| 7. Círcón        | 17. Epidota     |
| 8. Rutilo        | 18. Brooquita   |
| 9. Granate       | 19. Anatasa     |
| 10. Estaurolita  | 20. Carbonatos  |

De todo ello se deduce que la turmalina y el circón, al igual que en las «Facies de Grijalba-Villadiego», son los minerales más abundantes, apreciándose una mayor proporción de granate respecto a estas facies. También interesa señalar que la estauroлита no siempre está presente al igual que la distena, hornblenda, esfena, epidota, brooquita y anatasa.

Respecto a la composición de la fracción ligera, el siguiente cuadro (Cuadro nº 5) resume los intervalos en porcentajes de los diferentes componentes.

Como puede apreciarse el relativamente alto contenido en cuarzo, así como el de fragmentos de rocas carbonáticas y areniscas. También aparecen en porcentajes diversos los fragmentos de rocas metamórficas (esquistos, pizarras y metacuarcitas).

Los niveles arcillosos de esta mitad han proporcionado mediante difracción de R-X los datos expuestos en el Cuadro nº 6. De la observación del mismo se puede decir que la proporción de cuarzo fluctúa entre el 14 y 18%, los filosilicatos van desde el 73 al 85% y la calcita no siempre está presente; cuando aparece corresponde a edafizaciones con valores comprendidos entre el 9 y 10%.

**CUADRO Nº 5**  
**COMPOSICION DE LA FRACCION LIGERA**  
**COMPRENDIDA ENTRE 0,25 MM. Y 0,50 MM.**

Cuarzo monocristalino		
Extinción recta	15,9%	39,1%
Extinción ondulante	0,8%	25,2%
Cuarzo policristalino	0,9%	14,2%
Feldespato potásico	0,4%	7,2%
Chert	0,9%	2,6%
Fragmentos Rocas Sedimentarias		
Carbonatos	4,3%	45,9%
Areniscas	5,4%	38,0%
Arcillas	0,8	11,2%
Fragmentos Rocas Metamórficas		
Pizarras	0,9%	7,9%
Esquistos	0,3%	4,5%
Metacuarcitas	1,2%	11,7%
Fragmentos Rocas Autóctonas		
Carbonatos	1,2%	9,9%

CUADRO N° 6  
COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ARCILLAS DE LAS «FACIES DE LA SERNA»

N° Muestra	Site y/o afloramiento	Composición mineralógica global					Composición mineralógica filosilicatos				
		Cuanto	Calcita	Dolomita	Feldes- pato	Filosilicatos	Illita	caolinita	Esma- cita	clorita	Incrus- tificados
9006	Abia de las Torres	14	10	-	-	76	70	13	-	17	-
9021	Cuesta Terrazo	18	-	-	-	82	80	20	-	-	-
9043	Osorno	15	-	-	-	85	72	14	-	14	incios
9051	Santillana de Campos	18	9	-	-	73	65	13	-	-	22
Media		16,25	4,75	-	-	79	71,75	15	-	7,75	5,5

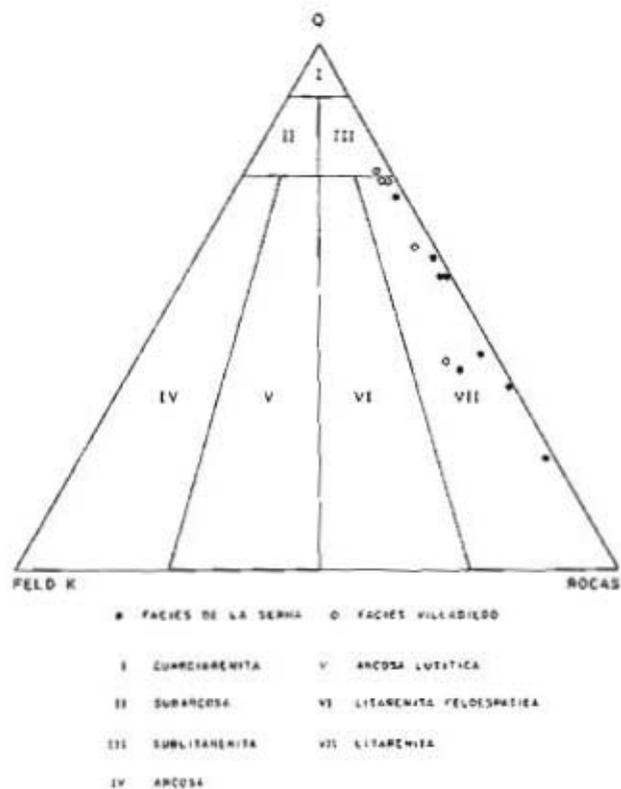
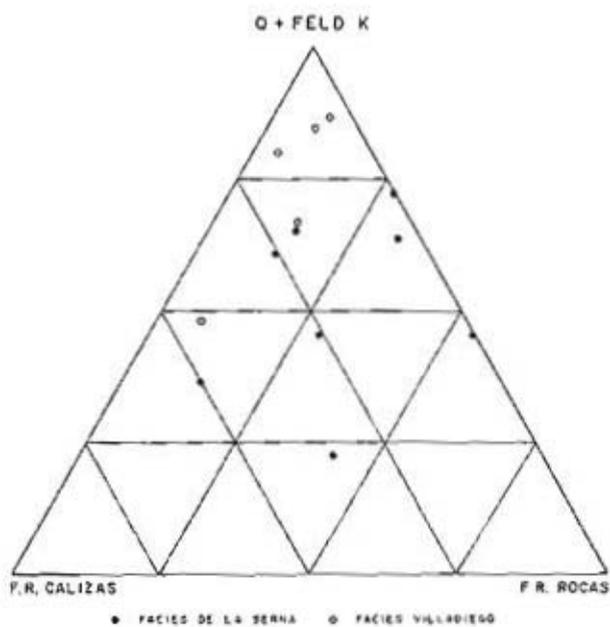


Fig. 4.- Clasificación y composición de las areniscas según los diagramas de Folk (1968)

Respecto a los filosilicatos, la illita es el componente mineralógico con porcentajes más altos, con valores que oscilan entre el 65 y 80%, y la caolinita, entre un 13 y 20%. La clorita no siempre está presente, mostrando en porcentajes variables entre 14 y 17% en los casos en que aparece. Los interestratificados muestran del orden del 22% y son del tipo illita-esmectita; la illita es de naturaleza dioctaédrica.

La calidad de los afloramientos de la unidad no es buena, pero siempre resulta mejor que la de sus infrayacentes «Tierra de Campos» o «Facies Grijalba-Villadiego», sobre las cuales se dispone en clara discordancia cartográfica. Las mejores observaciones se pueden llevar a cabo en el cementerio de Osorno, alrededores de Espinosa de Villagonzalo, Abia de las Torres y Castrillo de Villavega, así como en el talud natural del río Valdavia entre ambas localidades.

Al norte de la Hoja y en las partes altas de la unidad predominan los fangos ocre, dando lugar al desarrollo de cárcavas típicas en el paisaje, siendo muy escasa la presencia de canales en estos términos superiores.

Desde el punto de vista sedimentológico, los materiales que caracterizan esta unidad corresponden a un nuevo episodio fluvial cuya base marca el inicio de un nuevo ciclo sedimentario, que comprendería parte del Astaraciense superior y del Vallesiense inferior.

Las características sedimentológicas del episodio fluvial con extenso desarrollo de llanuras aluviales, han sido descritas con anterioridad en este apartado. No obstante, conviene destacar la variación existente en la sinuosidad de la red fluvial, surcada a veces por canales de configuración recta y trenzada, con un importante desarrollo de los sedimentos de llanura de inundación. Los fangos con frecuencia sufren edafizaciones en mayor o menor grado pudiendo dar lugar al desarrollo de suelos calcimorfos en el sentido de FREYTET (1973).

Lateralmente, hacia el centro de la cuenca, como se ha podido comprobar, esta unidad pasa a las «Facies Cuestas», si bien dicha hipótesis fue planteada ya por CARRERAS (1978) y ARAGONES (1978). Estos mismos autores también la consideran equivalentes distales del Abanico de Cantoral aflorante más al norte, en las Hojas de Saldaña y Guardo, que culminaría el ciclo de sedimentación miocena al menos en este sector de la Cuenca del Duero.

#### **2.1.5. Margas blancas y lutitas oscuras y ocre con intercalaciones de calizas tableadas. «Facies Cuestas» (6). Astaraciense superior-Vallesiense inferior**

Los afloramientos de esta unidad quedan restringidos al ángulo suroccidental de la Hoja, a unos 2 km al sur de Arenillas de Riopisuerga, en el Cerro Santa Olalla, elevación morfológica que destaca dentro de la monotonía del paisaje de dicho sector.

Se incluyen todos estos materiales dentro de las denominadas «Facies Cuestas» de HERNANDEZ PACHECO (1915), depósitos lacustres de colmatación de las series miocenas en el sector central de la Cuenca del Duero. Recientemente, las facies lacustres han sido objeto de estudio en diferentes trabajos de MEDIAVILLA (1986) y MEDIAVILLA y DABRIO (1978, 1989) al sur de la provincia de Palencia.

En el área objeto de estudio, las «Facies Cuestas» están formadas por un conjunto heterogéneo de depósitos detríticos y carbonatados, con predominio de estos últimos a lo largo de toda la serie. Resulta interesante destacar que en el único punto aflorante esta unidad no aparece completa ya que los tramos superiores faltan por erosión o desmantelamiento. Precisando más, el conjunto está formado por fangos ocreos y limos arenosos edafizados que a veces intercalan niveles más detríticos. Destacan también pasadas de arcillas carbonosas, ricas en materia orgánica y margas blancas. Los tramos superiores de la serie están formados por lutitas ocreas, margas blancas y calizas margosas tableadas, de espesor decimétrico, intercalados con esporádicos niveles arenosos de escasa potencia.

Se pueden diferenciar dos subtramos: el inferior, de naturaleza detrítica y el superior, carbonatado. El primero está constituido por fangos, limos arenosos y arenas que corresponden a lóbulos deltaicos, es decir, canales fluviales que verterían sus aguas en un lago, mediante la construcción de pequeños aparatos deltaicos. Estas afirmaciones se realizan a partir de las propias estructuras de los cuerpos arenosos y del contexto donde se desarrollan, por la existencia en las proximidades de facies canalizadas que tienen continuidad lateral con los lóbulos. Estos datos se encuentran corroborados por el estudio de paleocorrientes y por la presencia de las facies descritas en el entorno donde afloran.

Los lóbulos deltaicos se presentan como cuerpos tabulares de carácter arenoso, de escala métrica, no presentan gradación y están formados por *cosets* de *climbing ripples*. Se observan fluidificaciones y deformaciones hidroplásticas y a veces, en la base, acumulaciones de ostrácodos.

El estudio de los minerales pesados (Cuadro nº 7) ha señalado porcentajes del orden del 40% para la turmalina y del 27% para el circón, como componentes mineralógicos más altos. Se constata también la presencia de rutilo, granate, estauroлита, andalucita, distena, hornblenda, apatito, brooquita y anatasa, aunque en porcentajes muy bajos, destacando entre ellos el granate y la andalucita.

En la fracción ligera, el cuarzo monocristalino está presente en porcentajes del 26 %, mientras feldespato potásico y chert se encuentran en porcentajes muy bajos. Entre los fragmentos de roca destaca el alto contenido en carbonatos frente a los restos de areniscas, metacuarcitas, pizarras y esquistos.

El tramo superior que tiene carácter carbonatado, es el más característico de las «Facies Cuestas». Aparece constituido por arcillas ocreas carbonosas y margas blancas, calizas margosas y calizas tableadas de poco espesor. Localmente, se puede encontrar intercalado algún nivel arenoso de espesor centimétrico.

La organización de estos depósitos se realiza mediante dos tipos secuenciales. Por un lado, sobre niveles carbonatados y a veces detríticos, la secuencia comienza con arcillas oscuras carbonosas, ricas en materia orgánica. Ocasionalmente en la base, se observa

CUADRO N° 7  
MINERALES PESADOS COMPOSICION MINERALOGICA DE LOS NIVELES DETRITICOS DE LAS «FACIES CUESTAS»

N° Muestra	Serie y/o afloramiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3501	Santa Olalla	84,6	9,9	2,6	-	2,9	33,9	27,1	3,9	10,7	1,7	9,0	1,1	-	2,2	4,5	-	-	1,1	0,6	3,9
3506	Santa Olalla	84,7	14,1	0,4	-	0,8	43,2	14,5	3,2	13,2	0,4	3,6	-	-	2,7	6,8	1,8	0,9	1,4	0,9	7,2
Media		84,65	12,0	1,5	-	1,85	38,55	20,8	3,5	11,9	1,05	6,3	0,5	-	2,4	5,6	0,9	0,45	1,2	0,7	5,5

1. Opacos	5. Moscovita	9. Granate	13 Sillimanita	17 Epidota
2. Transparentes	6. Turmalina	10. Estauroлита	14 Hornblenda	18 Brooquita
3. Biotita	7. Circón	11 Andalucit	15 Apatito	19 Anatasa
4. Clorita	8. Rutilo	12 Distena	16 Esfena	20 Carbonatos

CUADRO N° 8  
COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ARCILLAS DE LAS «FACIES CUESTAS»

N° Muestra	Serie y/o afloramiento	Cuarzo	Calcita	Dolomita	Feldes-pato	Filosilicatos	Yesos	Illita	caolinita	Esmec-tita	clorita	Interestra-dificados
3502	Santa Olalla	7	25	-	-	63	5	88	12	-	-	indicios
3503	Santa Olalla	16	7	8	-	62	7	72	12	-	16	-
3504	Santa Olalla	5	27	-	-	68	-	71	8	21	-	-
Media		9,33	19,6	2,66	-	64,3	4	77	10,6	7	5,33	indictos

algún nivel delgado de arcillas verdes de escala centimétrica o decimétrica. Estas arcillas pasan insensiblemente a margas blancas. El aumento en carbonatos en el ciclo da lugar al desarrollo de niveles de calizas y calizas margosas de poco espesor con el que finaliza éste.

El otro tipo de secuencia de relleno, que caracteriza la parte alta de la serie en este sector, está formado por margas blancas y a veces calizas margosas en la base, que pasan hacia techo a fangos ocreos que pueden intercalar alguna pasada arenosa.

Desde el punto de vista mineralógico, estas arenas, al igual que los niveles basales, presentan también un alto contenido en turmalina, y porcentajes muy bajos similares entre sí, en el resto de los componentes mineralógicos. La fracción ligera presenta bajo contenido en cuarzo monocristalino, del orden del 20%, así como de feldespato potásico, predominando los fragmentos de roca de naturaleza carbonática y areniscosa.

Los fangos aparecen carbonatados, a veces son ricos en materia orgánica, e incluyen cristales de yeso de tipo lentejón o en rosetas de origen diagenético. Su crecimiento se encuentra en relación con el porcentaje del contenido orgánico de los fangos.

El estudio de la fracción arcillosa mediante difracción de R-X (Cuadro nº 8) ha arrojado una composición mineralógica global en las que el cuarzo constituye entre el 5 y 16 %, la calcita, entre el 25 y 27 %, con algunos valores en que disminuye al 7%, el yeso fluctúa entre el 5 y 7% y por último, los filosilicatos, entre 62 y 68 %.

Respecto a la composición mineralógica de estos últimos, predomina a la illita (71 a 88%), sobre caolinita (8 -12%), clorita, que, cuando aparece lo hace en porcentajes del 16. Por último, los indicios de interestratificados son del tipo illita-esmectita de naturaleza dioctaédrica.

Desde el punto de vista sedimentológico, estos materiales corresponden a depósitos de borde de lago. La falta de continuidad de los afloramientos dentro de la Hoja no permite observar su evolución lateral, si bien hacia el sur y el este se sabe que estos depósitos se desarrollan en un ámbito lacustre, predominando en los márgenes ambiente palustre.

El conjunto litológico de las «Facies Cuestas» representa ambientes sedimentarios muy diversos: ciénagas, lagunas, playas salinas y entradas fluviales, a veces de tipo deltaico.

Estas facies albergan la mayoría de los yacimientos de micromamíferos localizados en la Cuenca del Duero. Concretamente una muestra prospectada en el Cerro Santa Olalla ha proporcionado restos de micromamíferos que han permitido datar los sedimentos como Astaraciense superior-Vallesiense inferior.

Los estudios micropaleontológicos realizados en diferentes niveles litológicos dentro de esta unidad han proporcionado los siguientes géneros y/o especies:

Gasterópodos; *Gyraulus* sp. y operculos de *Bithyna* sp. y *Planorbarius*. Ostracodos; *Cyprideis tuberculata* (Méhes), *Hyocypris gibba* (Ramdar) *Candona* cf. *bitruncata* Carbonell y frecuentes valvas de *Limnocythere* cf. *inopinata* (Baird); Characeas; abundantes gironitos atribuidos a cf. *Shaerochara* y cf. *Mitellopsis* C. (*Tectochara*); Polen; presencia de *Fraxinus Pinus*, *Plantago*, *Juniperus*, Pinaceae Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceal.

Por otro lado, los niveles basales de la serie se apoyan en Santa Olalla en clara discontinuidad sobre los términos superiores de la «Facies Tierra de Campos» caracterizados por fangos y suelos calcimorfos. Esta discontinuidad aparece marcada por la entrada de depósitos de carácter fluvial en la base de las «Cuestas», resultando facies equivalentes a los términos detríticos de las «Facies de la Serna» aflorantes en la otra margen del Pisuerga. Este hecho corroboraría y demostraría las hipótesis planteadas hasta ahora en las que a las «Facies de la Serna» se las hace equivalentes de las «Facies Cuestas», tanto por su posición estratigráfica, como por correlación dentro del contexto sedimentario de la cuenca.

### 2.1.6. Análisis secuencial

En este apartado se adopta una nueva organización secuencial que difiere parcialmente de los esquemas propuestos por los autores que anteriormente han trabajado en la zona. La organización secuencial se ha realizado en base a los datos sedimentológicos y estratigráficos obtenidos en el sector nororiental de la Cuenca del Duero y es extensible al menos a los sectores centrales. Se han diferenciado cinco unidades separadas por rupturas sedimentarias que se manifiestan de formas distintas en función del ambiente sobre el que se desarrollan. Las rupturas son correlacionables para grandes áreas de la cuenca y las limitaciones del trabajo no permiten verificar si afectan a la totalidad de la misma. Este dato permitiría pues asimilar las unidades propuestas a UTS. En consecuencia se aplica un carácter informal para las mismas y se describe el tipo de discontinuidad que las separa.

La Unidad I está constituida por depósitos lacustres y corresponde a las Facies Dueñas de ROYO (1926) y a la Unidad Dolomítica Inferior de ORDOÑEZ *et al.* (1981). No se conocen los términos basales y está limitada a techo por una discontinuidad sedimentaria puesta de manifiesto por la existencia de procesos edáficos y de karstificación sobre las calizas lacustre-palustres terminales o por grandes acúmulos de yeso si se desarrolla sobre materiales de lago salino. No se descarta acúmulos de yeso si se desarrolla sobre materiales de lago salino. No se descarta la posibilidad apuntada por MEDIAVILLA Y DABRIO (1986) respecto a la equivalencia lateral de estas facies con los sistemas fluviales de Tierra de Campos en los sectores centrales. No obstante, en la mayor parte del sector nororiental, las «Facies Tierra de Campos» están claramente separadas de las «Facies Dueñas» por la ruptura interiormente mencionada. En todo caso esta discontinuidad es muy evidente en el sector de Burgos y Villadiego, y constituye un episodio generalizado de retracción lacustre seguido de un prolongado período de no sedimentación y exposición subaérea.

La Unidad II es esencialmente terrígena y corresponde a un momento de máximo desarrollo de los abanicos fluviales («Facies Tierra de Campos», «Grijalba-Villadiego» y «Santa María del Campo») que invaden la mayor parte de la cuenca, coincidiendo con una reactivación en los sistemas aluviales de los bordes («Facies Alar del Rey»). El límite superior está evidenciado por un elevado desarrollo de suelos calcimorfos, la intensa karstificación de calizas «charcustras» en áreas de escaso drenaje, y la existencia de una superficie de erosión fosilizada por los depósitos lacustres de la unidad suprayacente.

Se individualiza con gran facilidad cuando está limitada a muro y a techo por facies lacustres. Sin embargo, en zonas de alto drenaje puede producirse la superposición de facies fluviales, y las rupturas, por lo tanto, se manifestarán de forma mucho más sutil dificultando la individualización de esta Unidad.

La ruptura que limita con la unidad suprayacente marca un paro sedimentario prolongado, y la existencia de una superficie de erosión está conforme con el criterio de POZO *et al* (1984) y MEDIAVILLA Y DABRIO (1989) que consideran el contacto discordante.

La Unidad III corresponde a la UTS II de MEDIAVILLA Y DABRIO (1986). Comprende la parte inferior de las «Facies de Las Cuestas» donde se desarrollan ambientes lacustres. Probablemente existen facies fluviales del sistema Grijalba-Villadiego, pertenecientes a esta unidad y circunscritas a las áreas mejor drenadas. En la parte occidental del sector nororiental de la Cuenca del Duero (Hojas de Osorno, Herrera del Pisuegra y Prádanos de Ojeda) se desarrollan las «Facies de la Serna» (Aragónés, 1978) que pertenecen a sistemas de abanicos fluviales que incorporan materiales de procedencia paleozoica. Está demostrado que las «Facies de la Serna» son correlacionables con los depósitos lacustres de la Unidad III y probablemente de la Unidad IV, aunque no se ha observado por el momento la discontinuidad que las separa en este contexto.

La ruptura que marca el fin de esta unidad está representada de formas muy diversas en función del sustrato en que se desarrolle. Es muy evidente en ambientes lacustres marginales y proximales donde se manifiesta como una superficie de edafización y/o karstificación sobre calizas lacustre-palustres. Este nivel calcáreo se pierde hacia el centro de la Cuenca y pasa a grandes acúmulos de yeso.

En resumen, la Unidad III supone la instalación de grandes zonas lacustres en la Cuenca y está culminada por un período de retracción generalizada de los lagos con exposiciones subaéreas prolongadas afectando a áreas extensas.

La Unidad IV es equivalente a la UTS III de MEDIAVILLA Y DABRIO (1986). Engloba la parte alta de las «Facies de las Cuestas» y las «calizas del Páramo», y supone una reestructuración de las áreas lacustres, pudiendo ser equivalente a los términos superiores de las «Facies de la Serna». En las zonas lacustres marginales y proximales, los depósitos que se superponen a la ruptura que separa a esta unidad de la infrayacente marcan una gran diversidad de subambientes. Están representados por facies fluviodeltaicas, grandes acúmulos de lutitas negras, calizas arenosas y margas anaranjadas propias de ambientes

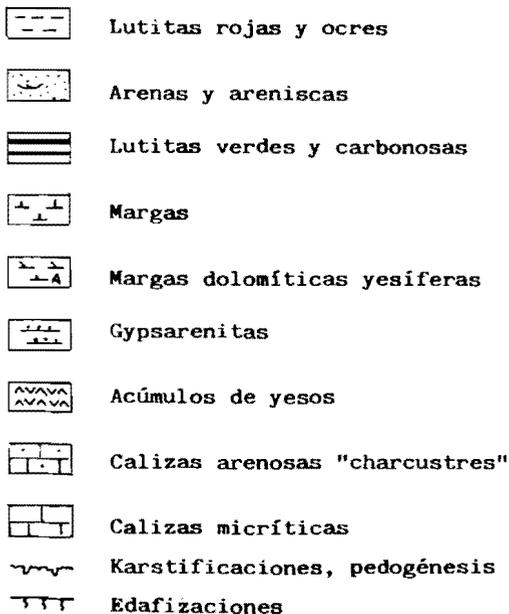
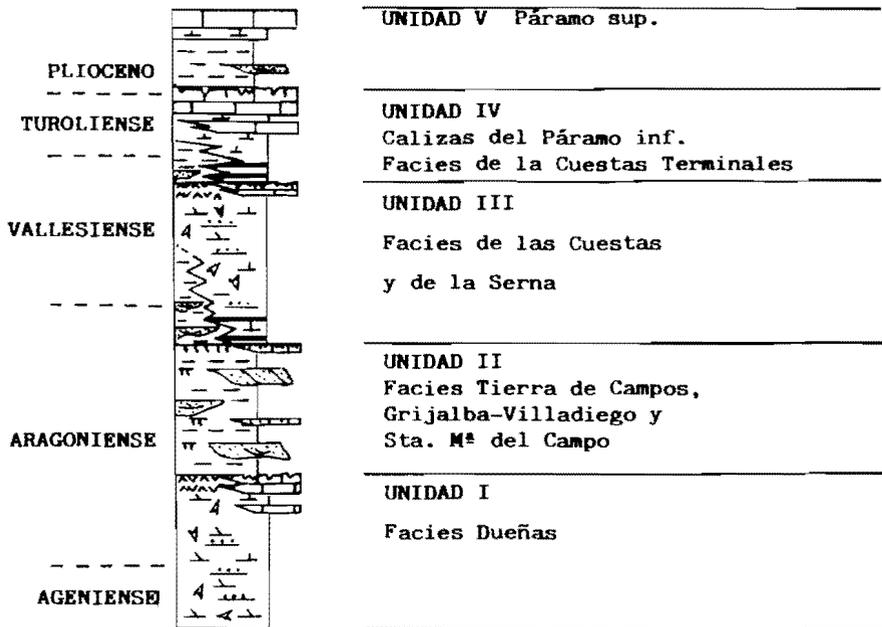


Fig. 5.- Columna sintética del Mioceno en el sector Nororiental de la Cuenca del Duero.

palustre o «charcubre» y ciclos de oxidación-reducción en lutitas margosas palustres. En contextos lacustres salinos suelen desarrollarse depósitos de llanura fangosa subárea.

El límite superior de esta unidad está puesto de relieve por un período de retracción lacustre representado por las «calizas del Páramo». A techo de estas se desarrolla una superficie de karstificación que corresponde a un período prolongado de exposición subaérea. El contacto con la Unidad V es discordante y se corresponde con la Fase Ibero-Manchega I definida por PEREZ GONZALEZ (1982).

La Unidad V tiene un carácter restringido, solo se ha reconocido en los alrededores de Yudego (Hoja de Sasamón). La serie completa de la unidad está compuesta por un tramo terrígeno en la base correspondiente a un ambiente fluvial, un tramo intermedio margo-arcilloso perteneciente a un contexto palustre-«charcubre» y un intervalo calcáreo superior muy denudado de carácter lacustre proximal.

En la Hoja de Osorno afloran solo dos de las unidades tectosedimentarias anteriormente descritas (Unidad II y III). La discontinuidad existente entre ambas unidades está puesta de manifiesto por un elevado desarrollo de procesos edáficos representados por suelos calcimorfos y/o rojos. La Unidad II (más inferior) está compuesta por las «Facies Tierra de Campos» y sus equivalentes en «Facies Grijalba-Villadiego» La Unidad III (más superior), está formada predominantemente por depósitos fluviales de las «Facies de la Serna». Sus equivalente lacustres en «Facies de las Cuestas» se encuentran limitados en esta Hoja a afloramientos puntuales.

#### 2.1.6.1. *Unidad inferior*

Las facies Tierra de Campos (Unidad II) afloran esencialmente en la parte meridional de la Hoja. Están compuestas por fangos y a veces con arenas ocreas pertenecientes a la orla distal de abanicos húmedos a los que se atribuye una procedencia de los relieves zamoranos. Las facies Grijalba-Villadiego están desarrolladas ampliamente en la parte oriental de la Hoja. Están representadas por lutitas y areniscas rojas correspondientes a frente distal de abanicos fluviales que proceden de los dominios mesozoicos de la Cordillera Cantábrica.

Estas dos facies se consideran equivalentes y aunque se circunscriben exclusivamente a la Unidad II no se descarta su presencia en otras unidades.

#### 2.1.6.2. *Unidad superior*

Las facies de la Serna (Unidad III) afloran ampliamente en la parte occidental de la Hoja. Están representadas por fangos y arenas ocreas que se enmarcan en un contexto de abanico húmedo distal en el que se desarrollan canales de distinta configuración. Hacia el sur, los canales vierten sus aguas a lagos, desarrollando lóbulos deltaicos, encontrándose incluidos entre depósitos margosos de la Facies de las Cuestas. Representan ambientes lacustres marginales y muy proximales. Afloran exclusivamente en el Cerro de Santa Olalla al sur de la Hoja.

**CUADRO N° 9**  
**CARACTERIZACION DE LAS FACIES DE LA UNIDAD II**

«FACIES TIERRA DE CAMPOS»		
Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas ocreas	Bioturbación, suelos rojos	Llanura de inundación
Caliches	Pedogénesis, marmorizaciones	Suelos calcimorfos
Capas tabulares de arena y limo	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Arenas ocreas	Estratificación cruzada, <i>Ripples</i> : canalizaciones	Relleno de canales

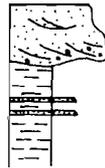
«FACIES GRIJALBA-VILLADIEGO»		
Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Bioturbación	Llanura de inundación
Lutitas verdosas	Bioturbación	Encharcamiento en llanura de inundación
Caliches	Pedogénesis, marmorizaciones	Suelos calcimorfos
Capas tabulares de arenisca	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Areniscas rojizas y conglomerados	Canalizaciones, estratificación cruzada <i>riples</i> calcificaciones	Relleno de Canales

**Tipos de secuencias de la "Facies Tierra de Campos" y "Grijalba-Villadiego"**



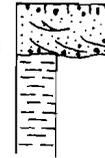
- . Suelo calcimorfo
- . Lutitas

Llanura de inundación con  
calcificaciones (1-5 m.)



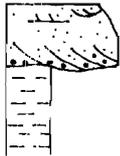
- . Pedogénesis, oxidaciones
- . Canal de arenas, estratificación cruzada.
- . Crevasses
- . Lutitas

Llanura de inundación con encajamiento y  
relleno de canal (2-6 m.)



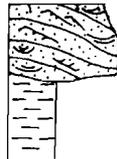
- . Pedogénesis, calcificación edáfica
- . Areniscas
- . Lutitas

**Tipos de rellenos de canal**



- . Estratificación cruzada en surco.
- . Sets tabulares.

Canales rectos (0,5-3 m.)



- . Climbing ripples
- . Superficies de acreción lateral.
- . Estratificación cruzada.

Canales meandriiformes (2-4 m.)



- . Canal de "chute"
- . Acreción lateral, "climbing ripples"
- . Sets tabulares.

Cambios de configuración del canal  
durante su relleno. Incremento de la  
sinuosidad (3-5 m.)

Fig. 6.-

**CUADRO N° 10**  
**CARACTERIZACION DE LAS FACIES DE LA UNIDAD III**

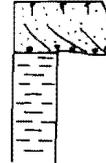
«FACIES DE LA SERNA»		
Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas ocres	Bioturbación, suelos rojos	Llanura de inundación
Capas tabulares de arena	Granclasificación incipiente Estatificación Cruzada	Lóbulos de desbordamiento
Arenas y conglomerados	Canalizaciones	Rellenos de canal.

«FACIES DE LAS CUESTAS»		
Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas negras fosilíferas	Bioturbación, gasterópodos, micromamíferos	Lacustre proximal, fondo orgánico, aguas ácidas.
Lutitas margosas verdes	Bioturbación	Palustre, paleosuelo
Margas arcillosas ocres	Oxidaciones	Lacustre marginal-deltaico
Arenas y limos	Ostrácodos, <i>ripples</i> , escapes de fluidos	Fluviolacustre-deltaico
Margas blancas	Ostrácodos	Lacustre proximal
Calizas micríticas y margosas	Ostrácodos, gasterópodos pedogénesis	Lacustre proximal
Calizas arenosas bioclásticas	Bioclastos. Laminado tractivo	Resedimentación en lacustre proximal por flujos deltaicos

### Tipos de secuencias de las "Facies de la Serna"



- . Suelos rojos
- . Lutitas



- . Pedogénesis, oxidaciones
- . Canal de arenas
- . "Crevasses"
- . Lutitas

Llanura de inundación. Edafizaciones.

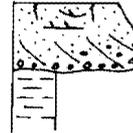
Encajamiento y relleno de canal

### Tipos de rellenos de canal



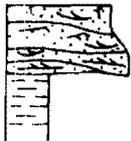
- . Estratificación cruzada
- . Incisiones internas
- . Barra de gravas

Canales "braided"



- . Estratificación cruzada
- . Sets tabulares

Canales rectos



- . Ripples, estratificación cruzada
- . Superficies de acreción muy tendidas

Canales de baja sinuosidad

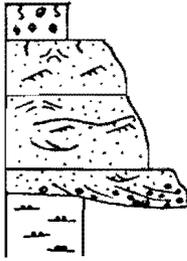


- . Climbing ripples
- . Estratificación cruzada
- . Superficies de acreción lateral

Canales meandriiformes

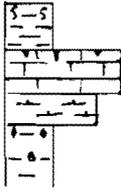
Fig. 7.-

## Tipos de secuencias de las "Facies de las Cuestas"



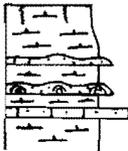
- . Lutitas negras verdes
- . Arenas y limos con:  
ostrácodos
- . Ripples, estratificación  
cruzada
- . Escapes de fluidos
- . Conglomerados y arenas  
canal fluvio-lacustre
- . Limos

Depósitos fluviolacustres y lóbulos  
deltáicos (2-5 m.)



- . Lutitas margosas verdes
- . Huellas de raíces
- . Calizas micríticas
- . Margas blancas
- . Lutitas negras

Ciclo de retracción lacustre en ambientes  
marginales (2-4 m.)



- . Oxidaciones
- . Margas ocreas y arenas
- . Calizas arenosas laminadas
- . Margas blancas

Ciclo de retracción lacustre con progradación  
de los depósitos deltaicos (2-6 m.)

Fig. 8.-

## 2.2 CUATERNARIO

Se encuentra ampliamente desarrollado en toda la Hoja. Los depósitos de mayor representación corresponden a las terrazas fluviales relacionadas con los cursos del Valdavia y Pisuegra. Los depósitos de fondo de valle son también muy frecuentes, dada la alta densidad de la red fluvial. Los coluviones, conos aluviales y otros tipos de depósitos asociados a las laderas y salidas de barrancos, aunque con menor extensión superficial, se distribuyen de forma regular por toda la superficie de la Hoja.

Por último, el desarrollo de la estratigrafía del Cuaternario resulta difícil de establecer a pesar de la representatividad de sus depósitos, debido a la ausencia de datos paleontológicos para su datación.

### 2.2.1. Gravas, arenas y arcillas (7, 8, 9). Terrazas

Tienen una amplia representación cartográfica dentro de la Hoja, apareciendo asociadas fundamentalmente a los cursos del Pisuegra y Valdavia, así como a otros cursos de menor rango, como el río Boedo y el actual arroyo Vallarna.

El río Pisuegra es el emisario principal y discurre con dirección submeridiana por la mitad oriental de la Hoja. El Valdavia la atraviesa de NO a SE y confluye con el Pisuegra en Melgar de Fernamental.

Existen cuatro sistemas de terrazas, asociadas a los cuatro cauces principales, correspondiendo los dos más importantes al Pisuegra y Valdavia. Los depósitos relacionados con los cauces fluviales quedan asociados en tres grandes grupos: terrazas altas, terrazas medias y terrazas bajas.

Esta división no tiene ninguna implicación cronológica, si bien existe una cierta relación temporal entre los depósitos más altos, atribuibles en principio tentativamente al Pleistoceno inferior, y los más bajos, asimilables al Pleistoceno superior y Holoceno.

El desarrollo de todos estos depósitos tiene lugar principalmente en la mitad norte de la Hoja, correspondiendo a la margen derecha del Pisuegra y a la izquierda del Valdavia. Aguas abajo del Pisuegra y en ambas orillas, aparecen representados diferentes niveles de terrazas correspondientes ya a los sistemas más bajos. Toda esta disposición geográfica implica una clara disimetría en la evolución de la red fluvial.

Los niveles más altos sobre el Pisuegra se sitúan a + 140 m, + 115 m y + 110-115 m. Los restantes se colocan a las siguientes cotas sobre el río: +90-100 m, +70-80 m, +55-60 m, +25-35 m, +18-20 m, +7-15 m y +5-7 m. En el río Valdavia las cotas son +75-70 m +55-60 m, +65-70 m, +25-35 m, +10-15 m y +3-10 m, situándose el nivel más alto a +100-110 m.

En el arroyo Vallarna o de las Monjas, casi inactivo en la actualidad, se observan cinco niveles de terrazas, ocupando el superior las cotas más altas del relieve circundante y actuando a su vez como divisoria hidrográfica. Ello da idea de la evolución del modelado y el momento relativo en que se inicia la construcción del mismo. Los niveles dife-

## CUADRO Nº 11

**CUADRO SINOPTICO DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE TERRAZAS DE LA RED FLUVIAL  
(RIOS PISUERGA, VALDAVIA, BOEDO Y VALLARNA) HOJA 17-10 OSORNO**

<b>Niveles</b>	<b>Río Pisuerga</b>	<b>Río Valdavia</b>	<b>Río Boedo</b>	<b>Arroyo Vallarna</b>
<b>Terrazas altas</b>				
Terraza T1	+ 140 m.			
Terraza T2	+ 115 m.			
Terraza T3	+ 110 - 115 m.	+100 - 110 m.		
Terraza T4	+ 90 - 100 m.	+ 80 m.		
<b>Terrazas Medias</b>				
Terraza T5	+ 70 - 80 m.	+75 - 70 m.		
Terraza T6	+ 55 - 60 m.	+ 65 - 70 m.		+68 m.
Terraza T7	+ 25 - 35 m.	+ 55 - 60 m.		+ 55 - 60 m.
<b>Terrazas Bajas</b>				
Terraza T8	+ 15 - 20 m.	+ 25 - 35 m.	+30 m.	+ 30 - 35 m.
Terraza T9	+ 7 - 15 m.	+ 10 - 15 m.	+ 10 m.	+ 20 - 25 m.
Terraza T10	+ 5 - 7 m.	+ 3 - 10 m.	+ 5 m.	+ 5 - 15 m.

renciados corresponden a las cotas de +68 m, +55-60 m, +30-35 m, +20-25 m y +5-15 m y han sido agrupados en terrazas medias y terrazas bajas por su posición relativa y cota, con relación al cauce actual.

Por último, el río Boedo presenta escaso desarrollo de terrazas dentro de la Hoja. Se han cartografiado tres niveles: +30 m, +10 m y +5 m, todos ellos incluidos en el grupo de las terrazas bajas.

En el cuadro n° 11 se adjunta la relación y clasificación de los niveles de terrazas diferenciados, así como un ensayo de correlación entre los diferentes ríos.

Existen características comunes entre los niveles de terrazas de los distintos ríos. La composición litológica es el rasgo homogéneo en este tipo de depósitos, estando definida principalmente por cantos de cuarcita y, en menor proporción, de cuarzo, de rocas detríticas (areniscas) y de calizas. También hay que destacar el reducido espesor de los diferentes niveles, que contrasta con la gran representación superficial que tienen.

Se han realizado morfometrías, cantometrías, estudios de porcentajes de composición litológica y minerales pesados, datos que se incluyen a continuación (Cuadro n° 12) en la descripción de los depósitos.

Las terrazas altas presentan una composición litológica, para el nivel superior, con un 78 % de cantos de cuarcita, 14% de cuarzo y 8% de areniscas. En cuanto a la composición mineralógica de pesados, éstos presentan los siguientes porcentajes compositionales: turmalina 24,1 %, circón 45,4%, rutilo 6,7 %, granate 2,4 %, estauroлита y hornblenda el 7,3 %, y brooquita 2,5 %.

Destaca el alto porcentaje de fracturación de los cantos, así como las pátinas oscuras que los envuelven; la matriz es areno-arcillosa. Los cuarzos son normalmente los cantos de dimensiones más pequeñas. Las longitudes de los cantos en valores medios, expresados en mm., corresponden a los ejes A, B y C. El centil corresponde a valores de 148-105-60 para dichos ejes. Estos depósitos desarrollan suelos de color rojo (2,5 YR-4/6).

Corresponden a sedimentos de carácter fluvial cuyo nivel más alto, encontrado a cotas de +140 m sobre el Pisuerga, se instala sobre los fangos ocre de la «Facies de la Serna» y da lugar a un sediplano que parece enrasar morfológicamente con depósitos situados a cotas más altas, en la Hoja de Carrión de los Condes, y que son atribuibles a la Raña según ARAGONES (1978) y OLIVE *et al.* (1982).

Aunque las características litológicas, espesores y tipo de suelos a que dan lugar, son similares a los descritos por esos autores, lo que resulta problemático y discutible es su asignación al término Raña, ya que hay que integrar este concepto en la evolución de esta región durante el Plioceno y Cuaternario, no existiendo datos determinantes en la Hoja y zonas limítrofes para su atribución a dicho término y a lo que éste implica.

CUADRO N° 12

**COMPOSICION LITOLOGICA Y CANTOMETRIA DE LOS DIFERENTES GRUPOS  
DE TERRAZAS DE LA RED FLUVIAL EN LA HOJA DE OSORNO (RIOS PISUERGA, VALDAVIA Y VALLARNA)**

N° muestra	Río	Componentes litológicos				Tamaño Medio			Tamaño máximo observado		
		%Cu	%Q	%Ar	%Ca	A	B	C	A	B	C
<b>T. Altas</b>											
9019	Pisuerga-Valdavia	78	14	8	—	467	328	204	148	105	60
9017	Pisuerga-Valdavia	75	5	20	—	545	394	235	165	110	35
9013	Valdavia	95	1	4	—	397	269	162	190	125	75
9015	Valdavia	75	3	22	—	391	282	192	128	115	65
<b>Media</b>		<b>80,75</b>	<b>5,75</b>	<b>13,5</b>	<b>—</b>	<b>450</b>	<b>318</b>	<b>198</b>	<b>1577</b>	<b>1137</b>	<b>587</b>
<b>T. Medias</b>											
9033	Pisuerga	72	12	13	—	389	307	191	105	58	56
9035	Pisuerga	81	7	12	—	583	409	213	170	145	115
9037	Pisuerga	83	4	13	—	702	456	285	165	120	68
9011	Vallarna	99	—	—	1	638	421	274	180	55	50
9028	Vallarna	93	—	7	—	494	349	222	145	65	60
9029	Vallarna	98	—	2	—	500	364	225	103	61	52
<b>Media</b>		<b>87,66</b>	<b>3,83</b>	<b>7,83</b>	<b>0,66</b>	<b>551</b>	<b>384</b>	<b>235</b>	<b>1446</b>	<b>84</b>	<b>668</b>
<b>T. Bajas</b>											
9041	Pisuerga	90	5	5	—	583	404	244	140	86	30
9039	Pisuerga	72	12	15	—	545	377	146	190	118	92
9007	Valdavia	80	5	13	2	451	307	183	180	95	60
9009	Valdavia	78	3	19	—	499	333	238	195	105	68
9011	Valdavia	89	—	11	—	470	326	219	105	92	38
9003	Vallarna	93	2	5	—	412	288	177	195	156	97
9022	Vallarna	96	—	4	—	705	490	293	145	98	83
9024	Vallarna	87	—	13	—	472	319	210	130	100	75
9026	Vallarna	89	—	11	—	520	376	216	160	88	65
9027	Vallarna	95	—	5	—	586	384	245	150	95	55
<b>Media</b>		<b>86,9</b>	<b>2,7</b>	<b>10,1</b>	<b>0,2</b>	<b>524</b>	<b>361</b>	<b>217</b>	<b>149</b>	<b>1033</b>	<b>663</b>

El resto de las terrazas altas presentan características similares con espectros litológicos que fluctúan entre el 75-95 % de cantos de cuarcita, 1 - 5% de cuarzo y 4-22% de cantos de areniscas paleozoicas. La matriz es areno-arcillosa.

Destaca también el alto porcentaje de fracturación de los cantos, así como la presencia frecuente de pátinas de óxidos de manganeso y hierro. En general son cantos que varían de redondeados y subredondeados a subangulosos. La potencia de estos depósitos oscila entre 2 y 4 m, desarrollando a techo suelos pardo rojizos (5 YR - 3/4 y 7,5 - YR - 4/4). A veces se observan cantos eolizados. Respecto a los minerales pesados, la composición de estos niveles es la siguiente: turmalina 31,8-32,9%, circón 42,6-50,0%, rutilo 3,6-68%, granate 0,6-0,7%, estauralita 0,7-1,8%, andalucita 4,2-7,1%, distena 1%, hornblenda 5,4-2,5%, epidota 2,5 %, brooquita 0,6-1,7% y anatasa 0,9-4,3%.

Las terrazas medias, constituidas por tres niveles, adquieren mayor representación superficial que las altas, aunque también son poco potentes. Al igual que en aquéllas, el mayor desarrollo corresponde a los valles del Pisuegra y Valdavia. Con menor representación, se diferencian dos niveles en el valle del Vallarna, entre Villasarracino y Santillana de Campos, en la margen derecha de dicho valle.

La naturaleza de los cantos es principalmente cuarcítica, si bien en estos niveles, y aunque en baja proporción, aparecen cantos calcáreos. Los porcentajes de representación fluctúan entre el 72 y el 93% para la cuarcita, llegando a veces al 99 %, entre el 2 y 12 %, para el cuarzo y para las areniscas derivadas de la F.Weald, entre el 5 y 13 %. La caliza aparece en torno al 3%, en la margen izquierda del Pisuegra. En general, los cantos de los niveles superiores presentan pátinas de óxidos de hierro y manganeso. A techo se desarrollan suelos pardo-rojizos (5 YR 4/6 ó 2,5 YR 6/6), así como pedregosos pardos (10 YR 4/4). La potencia media de estos niveles varía entre 1-2 m.

En Villasarracino, el nivel superior de las terrazas medias, presenta cementación, en carbonato cálcico, de las arenas y gravas que constituyen el depósito.

El estudio de los minerales pesados en los distintos niveles (Cuadro nº 13), han arrojado la siguiente composición: turmalina 18,4-38,9%, circón 39,7-53,1%, rutilo 2,8-6,0%, granate 0,9-7,2%, estauralita 0,5-2,8%, andalucita 5,2-8,4%, hornblenda 3,9-4,2%, distena 1,6%, esfena 0,9-1,6%, brooquita 0,6-1,6% y anatasa 0,5-1,0%.

Las terrazas bajas se desarrollan ampliamente para los cursos del Valdavia, Pisuegra y Vallarna. En el río Boedo, al norte de la Hoja, aparecen en su margen derecha lo que marca una clara disimetría del valle.

Se trata de los depósitos más recientes, con una composición litológica algo más heterogénea, aunque el componente cuarcítico es el que sigue apareciendo mayoritariamente (78-93%), seguido de las areniscas (5-19%), cuarzo (2-5%) y caliza (1-2%).

En general, los cantos son aplanados y varían de subredondeados a subangulosos, observándose en algunos de ellos pátinas de óxidos de hierro y manganeso, aunque esta característica no es dominante.

**CUADRO N° 13**  
**MINERALES PESADOS**  
**COMPOSICION MINERALOGICA DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE NIVELES**  
**DE TERRAZAS DE LOS DISTINTOS CURSOS FLUVIALES**

% Minerales Pesados	TERRAZAS BAJAS						TERRAZAS MEDIAS			TERRAZAS ALTAS			
	Pisuerga	Valdavia			Vallarna		Pisuerga	Vallarna		Pisuerga	Valdavia		
Opacos	62,4	65,7	62,0	54,2	61,9	65,2	82,8	76,7	79,9	77,1	67,4	74,0	69,5
Transportes	28,3	29,5	32,5	45,1	31,0	25,8	7,7	20,0	20,1	22,0	29,3	25,0	25,7
Biotita	5,3	0,3	2,1	0,7	1,2	8,7	8,6	-	-	0,5	1,3	-	0,9
Clorita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moscovita	4,0	4,5	3,4	-	5,9	8,7	0,9	3,3	-	0,4	2,0	1,0	3,9
Turmalina	44,9	23,0	17,5	26,0	12,9	24,1	38,3	38,1	18,4	31,8	29,1	32,3	32,9
Circón	20,2	49,4	62,8	53,6	66,9	40,6	40,2	39,7	53,1	48,1	45,4	42,6	50,0
Rutilo	3,4	10,0	5,7	5,1	4,8	3,8	4,3	6,0	2,8	6,8	6,7	5,7	3,6
Granate	-	1,5	1,6	-	1,2	5,0	3,5	0,9	7,2	-	2,4	0,7	0,6
Estaurolita	16,9	3,0	4,0	6,5	2,4	0,1	3,5	2,8	0,5	1,4	7,3	0,7	1,8
Andalucita	3,4	3,4	1,6	4,3	4,8	6,9	4,3	5,2	8,4	4,2	-	7,1	-
Distena	-	-	0,4	-	1,2	-	-	-	1,6	-	-	1,0	-
Sillimanita	0,6	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Hornblenda	6,7	5,2	2,8	1,4	2,4	5,7	4,0	4,2	3,9	2,5	7,3	3,2	5,4
Apatito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esfena	-	0,7	-	-	-	0,8	-	0,9	1,6	-	-	-	-
Epidota	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	2,5	-	1,0	-
Brooquita	1,1	1,1	1,6	0,9	1,2	1,5	0,6	0,9	1,6	1,7	0,6	2,5	0,6
Anatasa	2,8	1,8	1,2	0,9	1,2	0,8	1,2	1,0	0,5	0,9	0,6	2,8	6,3
Carbonato	-	-	0,8	-	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-

La matriz es arenosa, siendo a veces muy abundante. El espesor de estos depósitos no suele ser superior a 3-4 m. Algunos niveles están cementados como es el caso de la terraza baja del Arroyo Vallarna o la del Valdavía, en su margen derecha, cerca de Castrillo de Vilavega.

Sobre estas terrazas se desarrollan suelos pardos (10 YR 3/3, 4/4 y 7,5 YR 4/4 ó 4/6).

Por último, el contenido en minerales pesados de las muestras tomadas en las diferentes terrazas, arrojan la siguiente composición: turmalina 12,9-26,0%, circón 20,2-66,9%, rutilo 3,4-10%, granate 1,2-5,0%, estaurólita 2,4-16,9%, andalucita 1,6-6,9%, distena 0,4-1,2%, hornblenda 1,4-5,7%, esfena 0,7%, sillimanita 0,6%, epidota 1,2%, brooquita 0,9-1,5% y anatasa 0,8-2,8%.

### 2.2.2. Arcillas y cantos (10). Glacis

Se trata, por lo general, de depósitos correspondientes a formas de enlace entre distintos niveles de terrazas y se sitúan en los niveles altos y medios. Están formados por arcillas y cantos cuarcíticos, ofreciendo poco espesor, aunque variable y pendiente muy suave.

Se localizan fundamentalmente al norte de la Hoja, cerca de la confluencia del Valdavía con el Pisuerga, entre Osornillo y Lantadilla.

Resulta muy difícil la obtención de un corte representativo de estos depósitos, ya que la morfología y calidad de afloramientos no lo permite. No obstante, al norte, en las proximidades de Hijosa de Boedo, en dirección a Olmos de Pisuerga, junto a la carretera, se observa un perfil de los fangos ocre del Vallesiense inferior. Sobre estos materiales se apoyan discondantes gravas, arenas y arcillas de 1 a 1,5 m de espesor, en cuyo techo se desarrolla un suelo rojo. Estos depósitos se sitúan entre dos niveles de terrazas altas, con una pendiente del 3-4% y constituyen uno de los mejores ejemplos de depósitos de glacis dentro de la Hoja.

### 2.2.3. Arcillas, limos y cantos (11). Coluviones

Este tipo de depósitos es muy frecuente en toda la Hoja, sobre todo a lo largo de las laderas y escarpes existentes entre terrazas y a lo largo de los pequeños valles que se distribuyen por la cuadrícula.

Se han representado lo más significativos, ya que por razones de cartografía ha sido necesario prescindir de algunos de ellos.

En función de los materiales sobre los que se desarrollan varían sus características litológicas. Así, es frecuente la presencia de arcillas, limos y cantos cuarcíticos en los depósitos formados al pie de las terrazas. Cuando se desarrollan sobre depósitos terciarios, el predominio es de arcillas y limos.

#### 2.2.4. Arcillas y cantos (12). Conos aluviales

Se localizan a la salida de pequeños barrancos, desarrollándose sobre la llanura de inundación o sobre alguna terraza del río Valdavia, en las proximidades de su confluencia con el Pisuerga, a ambos márgenes del río.

Aunque de pequeña extensión superficial, se han representados por no ser muy frecuentes en la Hoja. Los espesores de estos depósitos son muy variables, pero por lo general de orden métrico.

La composición litológica es muy heterogénea, con predominio de finos (lutitas) y cantos de naturaleza muy diversa, fundamentalmente cuarcíticos. También hay restos de suelos calcimorfos, areniscas y otros.

#### 2.2.5. Arcillas, arenas y cantos (13). Fondos de valle.

##### Arcillas y gravas (14). Llanura de inundación

Se incluyen dentro de este apartado los depósitos más recientes que están relacionados directamente con la red fluvial actual.

Se pueden diferenciar, por un lado, los depósitos que constituyen los fondos de los valles y, por otro, las actuales llanuras de inundación de los dos ríos principales: Pisuerga y Valdavia.

Respecto a los fondos de valle, interesa destacar su representación en la cartografía, ya que existe un gran número de pequeños valles inactivos o casi inactivos por donde en ocasiones discurren pequeños arroyos. Estos valles tienen en su fondo, en la mayoría de las ocasiones, depósitos procedentes de la combinación de la acción fluvial y de las laderas (aluvial-coluvial).

En el caso de que el valle se encuentre bien desarrollado, como sucede con el arroyo Vallarna, estos fondos presentan litologías de carácter arcilloso con cantos, e incluso a veces con niveles de gravas. Cuando los valles son de menor rango, predominan los depósitos finos, generalmente limos y arcillas.

Respecto a los depósitos de llanura de inundación que se desarrollan a ambos márgenes de los ríos Pisuerga y Valdavia, la litología la constituyen gravas y arenas con cantos de cuarcitas principalmente. A techo aparecen los limos y arcillas de inundación, sobre los que se desarrollan suelos pardos de vega. En el curso del Pisuerga, aguas abajo de Melgar de Fernamental, son muy frecuentes los meandros abandonados, con depósitos de *point bar* formados por barras de gravas y arenas.

### 3. CRONOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO

No se ha encontrado dentro de la Hoja ningún indicio sobre la presencia de vertebrados fósiles en los sedimentos terciarios, resultando además en muchas ocasiones las facies desfavorables para este tipo de yacimientos.

#### 3.1. ANALISIS Y DISCUSION SOBRE LA BIOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO

Las dataciones paleontológicas existentes en la actualidad y realizados sobre restos de vertebrados en el sector central y septentrional de la Cuenca del Duero datan desde comienzos de siglo.

Las primeras investigaciones y datos se iniciaron con las visitas de HERNANDEZ PACHECO (1923 y 1926) al yacimiento de Saldaña y continuaron a lo largo del siglo con estudios de algunos investigadores más, HERNANDEZ PACHECO, 1930; CRUSAFONT y VILLALTA (1951); CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), etc.

A finales de la década de los 70 y principios de los 80 se da un fuerte impulso con motivo de la realización de las Hojas del Plan MAGNA en la Cuenca del Duero, ya que comienza una recopilación exhaustiva de datos y puesta al día de ellos (PORTERO *et al.*, 1982) con objeto de establecer una estratigrafía más precisa y actualizada acorde con los trabajos a desarrollar.

A partir de esas fechas se suceden una serie de trabajos sobre la bioestratigrafía de los terciarios en base a las nuevas prospecciones, ALBERDI *et al.* (1981), LOPEZ *et al.* (1982), LOPEZ *et al.* (1985). En estos trabajos se recopilan los yacimientos principales de micromamíferos, así como se intenta llevar a cabo una correlación entre dichos yacimientos y su situación litoestratigráfica dentro de la columna tipo del Terciario.

Con posterioridad a estas publicaciones comienzan a desarrollarse estudios de tipo sedimentológico donde se intenta estudiar en detalle la evolución de diferentes sectores de la Cuenca del Duero. Corresponden a esta nueva fase los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1989), ARMENTEROS (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986). Paralelamente se incorporan también nuevos datos bioestratigráficos LOPEZ *et al.* (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986).

La revisión de los últimos trabajos sobre edades en el sector central de la Cuenca del Duero, plantean varios problemas en cuanto a asignación cronológica, principalmente de los niveles correspondientes a las calizas inferiores y superiores del Páramo.

Los primeros problemas que se plantean son de carácter puramente paleontológico. Un hecho de sobra conocido es que algunas asociaciones faunísticas de vertebrados presentan una ligera diacronía de unas cuencas continentales a otras dentro de la Península Ibérica por problemas migratorios.

Por otro lado, a veces algunos yacimientos son sometidos a revisión y la bioestratigrafía y/o escala cronoestratigráfica sufre una actualización. También son de sobra conocidos

los problemas de correlación entre las diferentes escalas cronoestratigráficas propuestas por distintos autores y que con frecuencia se utilizan para este tipo de trabajos.

Por último el problema se acentúa más cuando se intenta establecer una relación entre las escalas de vertebrados (macro y micromamíferos) con las utilizadas para los ostracodos foraminíferos, polen etc. ya que entonces existe un claro diacronismo y resulta casi imposible establecer tal relación. Todo esto ha llevado consigo a enfocar este trabajo utilizando como instrumento principal los diferentes ciclos sedimentarios y rupturas intracuencales correlacionando entre sí estos ciclos y apoyados por un soporte paleontológico, conscientes de la problemática que conlleva y que a continuación brevemente se intenta exponer para algunos de los ciclos considerados.

Así respecto a las calizas inferiores del páramo el problema se plantea al asignarle además de Vallesiense inferior una edad Turolense MEDIAVILLA y DABRIO (1989) ya que estos autores se basan en la propuesta de LOPEZ *et al.* (1982), Yacimiento de Miranda-2, Hoja de Palencia. Sin embargo posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) reconoce que para la «Unidad Caliza de los Páramos su edad no se conoce y ha sido asignada al Turolense».

MEDIAVILLA y DABRIO (1986) en un trabajo sobre el sector centro septentrional de la Cuenca del Duero en la provincia de Palencia considera a los dos ciclos de los páramos integrados en la «Unidad Superior» definida por ella en ese trabajo y la asigna una edad Vallesiense superior-Plioceno.

Un hecho es evidente: estas calizas son sin duda de edad Vallesiense inferior como lo corroboran los yacimientos de Miranda-1 y Autilla 1 y 2. No obstante bien pudiera ocurrir que el yacimiento de Miranda-2 quedase situado en las calizas del Páramo superior, paraconformes con las del Páramo inferior hecho a veces frecuente y que justificaría la presencia del Turolense, al estar este incluido en el segundo ciclo de caliza de los páramos difícil a veces de reconocer en campo.

Lateralmente las «Calizas inferiores del Páramo» pasarían a las «Facies Cuestas». Hacia el norte de Palencia se intercalan con las facies detríticas procedentes de la Cantábrica («Facies de la Serna» cuyos yacimientos corroboran la edad de Vallesiense inferior (ITERO, LOPEZ *et al.* 1975) asignada en el sector central. Hacia el este y sureste se mantendrían estas facies carbonatadas (sector Roa-Peñafilel).

Si respecto a la unidad «calizas inferiores del páramo» el problema se plantea en la asignación dudosa el Turolense hecho que parece descartado, en los niveles correspondientes al segundo ciclo del páramo diferenciado o «calizas superiores del Páramo» el problema sobre su edad es mucho más difícil de resolver.

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad atribuida en este trabajo, excepción hecha del yacimiento de Miranda-2 (Hoja de Palencia) con sus condicionantes y problemática expuesto ya que cuando se intenta recopilar los datos sobre las edades asignadas al segundo nivel de calizas del páramo

las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas y/o autores y por los sucesos y procesos sedimentarios-carsticos acaecidos en general a finales del Neógeno.

Así las primeras dataciones de la «caliza superiores del Páramo» corresponden a PORTE RO *et al.* (1982) atribuyéndolas al Plioceno medio por la similitud de procesos con los de la Cuenca del Tajo y Llanura Manchega. Posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) atribuye al Plioceno sin argumentos faunísticos las calizas de este ciclo. Algo después LOPEZ *et al.* (1985) en una síntesis sobre las cuencas continentales de la península las incluye en el ciclo Vallesiense superior-Turolense inferior, ciclo que se caracteriza por la presencia de una marcada discontinuidad en la base y que ésta presente en todas las cuencas de la Península Ibérica.

Este hecho contrasta en parte con la asignación de edades de MEDIÁVILLA *et al.* (1986, 1988 y 1989) ya que estos autores la consideran como de edad pliocena, asignación cronológica sin soporte o argumento paleontológico hasta la fecha (MEDIÁVILLA, 1991, com. personal).

El yacimiento de los valles de Fuentidueña (ALBERDI, *et al.* 1981) situado junto a la Sierra de Prádales tiene una edad Vallesiense inferior y aparentemente parece situarse sobre los tramos detríticos-carbonatados correspondientes a este segundo ciclo. Esta datación invita a pensar la posibilidad de que la ruptura que marcaría el inicio de este segundo ciclo estaría situada en el mismo Vallesiense inferior. Otra hipótesis a manejar es la que podría existir una ligera diacronía en el inicio de los procesos de un sector a otro dentro de la propia Cuenca del Duero. Este hecho justificaría la traslación de los depocentros de los lagos y la nueva creación a lo largo del tiempo de pequeñas cuencas lacustres separadas entre sí, aunque comunicadas por una red fluvial efímera.

Finalmente existe una serie de procesos sedimentarios y morfogenéticos en el ciclo páramo superior que en principio invitan a pensar en una edad bastante amplia y dispersa en la vertical, no controlable por desgracia por criterios paleontológicos. Todo ello ha conllevado a considerar en este trabajo una edad Vallesiense superior-Plioceno (?) para todo el conjunto de materiales incluidos en el ciclo del páramo superior quedando restringida esta edad finineógena para los depósitos lacustres estratigráficamente más altos dentro de la cuenca.

### 3.2. ENSAYO DE SUBDIVISION CRONOESTRATIGRAFICA DEL NEOGENO POR MEDIO DE CHAROFITAS Y OSTRACODOS.

Como es sabido, el establecimiento de escalas cronoestratigráficas se ha llevado a cabo siempre a partir de secuencias marinas y sus límites se han apoyado en las transgresiones y regresiones, que no pueden identificarse en las cuencas de sedimentación continental.

La definición de Unidades Tecto sedimentarias o U.T.S. (MÉGIAS, 1982) por rupturas sedimentarias de primer orden, que permiten la correlación entre series marinas y continentales y pueden detectarse mediante perfiles sísmicos, constituyen una buena herramienta para llevar a cabo subdivisiones de mayor escala, válidas para el estudio y correlación de ambos tipos de cuencas. El la síntesis sobre el Neógeno continental espa-

ñol (LOPEZ MARTINEZ, *et al.* 1985) se muestra la existencia de 8 rupturas que, en opinión de los autores, son generalizables para el Neógeno de las distintas cuencas. De ellas, en este sector de la Cuenca del Duero, pueden identificarse la que sitúan en el Aragoniense medio (ruptura 3 de los mencionados autores) que pondría en contacto las unidades «Tierra de Campos» y las «Facies de Dueñas», y la que se localiza en el Vallesiense (ruptura 4) y que se sitúa en el techo del primer nivel del Páramo. Estas rupturas se identifican, en muchos casos, por niveles de karstificación o erosión.

Una síntesis bibliográfica sobre el estado de conocimientos, que hasta 1979 se tenía de la Cuenca, se da en PORTERO *et al.* (1982), mientras que los trabajos de MEDIAVILLA Y DABRIO (1988, 1989) sobre el sector Central de la Depresión del Duero, se subdivide al Neógeno en 4 unidades que no coinciden exactamente con las aquí establecidas.

Los mencionados autores ponen de manifiesto que algunas líneas de fallas antiguas han jugado durante la sedimentación neógena, produciéndose a uno y otro lado de las fracturas cambios de facies entre materiales de ambientes fluviales, lacustres marginales y lacustres profundos, así como controlando los espesores de las distintas unidades, lo que da lugar a subsidencias diferenciales dentro del relleno terciario.

La correlación entre las escalas cronoestratigráficas o pisos marinos y las escalas continentales, tanto de zonas (MEIN, 1973), como de «Edades de Mamíferos» es todavía controvertida y sus equivalencias no están definitivamente establecidas. Por otra parte la distribución estratigráfica de las diferentes especies de Ostrácodos lacustres y Charofitas que se da en la bibliografía se refiere siempre a los pisos marinos, lo que dificulta todavía más su asignación a la escala de «Edades de Mamíferos».

Para la definición cronoestratigráfica o asimilación a las «Unidades de Mamíferos» se han tenido en cuenta los datos disponibles sobre los yacimientos de micromamíferos conocidos (LOPEZ MARTINEZ, *et al.* 1982, 1986) aunque se han encontrado discrepancias importantes entre unos sectores y otros de la cuenca. Así, la «Facies Tierra de Campos» es atribuida, por micromamíferos, al Aragoniense superior, mientras que a las «Facies de las Cuestas» (unidades 2 y 3 de MEDIAVILLA Y DABRIO) se datan como Aragoniense superior-Vallesiense. En el sector central de la cuenca, al primer Páramo se le asigna una edad Vallesiense y Tuoliense y, en cambio, en el sector suroriental (los Valles de Fuentidueña) (ALBERDI *et al.* 1981) le datan como Vallesiense inferior. Respecto al segundo Páramo su edad es desconocida por el momento, aunque, por su posición, se le asigna una edad que va del Vallesiense al Tuoliense e incluso a un posible Plioceno (en principio inferior).

El método de trabajo ha consistido en establecer una subdivisión por asociaciones de ostrácodos y charofitas, mediante el estudio del mayor número posible de muestras, tanto de secciones estratigráficas como aisladas, pero en todos los casos conociendo la unidad litoestratigráfica a la que pertenecen y en un área lo más amplia posible (Hojas 1:50.000 de Baltanás, Antigüedad, Esguevillas de Esgueva, Roa y Peñafiel).

Las asociaciones y distribución de ostrácodos que encontramos en el sector de la cuenca donde se ubican las hojas estudiadas, son relativamente distintas de las que se han mencionado en el borde occidental (CIVIS *et al.*, 1982), en el oriental (sector de Peñafiel-Almazán) (ARMENTEROS *et al.*, 1986; GONZALEZ DELGADO *et al.*, 1986) o en la zona nororiental (SANCHEZ BENAVIDES *et al.*, 1989). En general en los estudios sobre ostrácodos realizados hasta ahora en la Cuenca del Duero, no se han distinguido la unidades litoestratigráficas, excepto el trabajo de CIVIS, *et al.* (1982) sobre las Facies Cuestas del borde occidental.

Tanto los ostrácodos como los oogonios de charofitas se presentan en buen estado de conservación y, en muchas muestras, son bastante abundantes, lo que denota que no han sufrido transporte, excepto los encontrados en la «Facies Tierra de Campos».

Como se sabe, hay una documentación muy reducida, tanto sobre los Ostrácodos del Neógeno como sobre las charofitas del Mioceno medio y superior, lo que dificulta la determinación específica y hace que tenga que emplearse, en ocasiones, una nomenclatura abierta. Por otra parte es muy probable que muchas especies sean nuevas por no estar todavía descritas.

Por lo que a los gasterópodos se refiere, muy abundantes en los niveles de margas y calizas lacustres, se ha realizado una determinación, a nivel de género, de los principales taxones, siendo frecuente que estén muy fragmentados. También suelen ser muy abundantes los opérculos de *Bithynia*, sobre todo a partir de la unidad de «Tierra de Campos».

El establecimiento de biozonas por medio de ostrácodos en las series continentales tiene el inconveniente que la distribución vertical de muchas especies puede variar regionalmente debido a las condiciones ambientales o de facies, cambios de salinidad, etc., que localmente podían presentarse en los distintos puntos de la cuenca. Por ello, el ensayo de subdivisión, que se acompaña en el cuadro adjunto, se basa en la definición de asociaciones y no de biozonas, aunque también se indica la distribución vertical de las principales especies de ostrácodos, observándose como algunos taxones, en el citado actual de conocimiento parecen ser característicos de determinadas unidades litoestratigráficas. Hay que destacar que un buen número de las especies de ostrácodos encontrados ha sido descrito originalmente por CARBONNEL (1969) en el Mioceno superior y Plioceno lacustres de la Cuenca del Ródano.

La subdivisión propuesta debe ser considerada como provisional, esperándose que a medida que se disponga de más información, pueda perfeccionarse y precisarse más la distribución vertical de los taxones. No obstante, se pueden, a partir de la información ahora disponible, hacer las siguientes observaciones:

En la Unidad «Facies Dueñas» hay varias especies de Ostrácodos que no se encuentran en unidades superiores (*Lineocypris molassica* (STRAUB) *invaginata* CARBONNEL, *Cyclocypris cf. ovum* (JURINE) y *Cavernocandona roaixensis* CARBONNEL). Otras especies

de ostrácodos aparecen en esta unidad aunque se extienden hasta la base de la unidad «Facies de las Cuestas» (es el caso de *Alatocandona* sp. (prob. nov. sp.) y *Limnocythere acquensis* CARBONNEL). Para las «Facies Dueñas» se propone una edad Orleaniense-Astaraciense inferior.

En la Unidad «Facies Tierra de Campos» no suelen encontrarse microfósiles, aunque en la vecina hoja de Baltanás se han reconocido algunos ostrácodos con señales de transporte, entre los que se han identificado los taxones *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR) (se encuentra en todo el Neógeno estudiado) *Pseudocandona* sp. y *Cyprideis heterostigma heterostigma* CARBONNEL (que se extiende por la parte inferior de las «Facies de las Cuestas»). Una edad Astaraciense (probablemente inferior-medio) para esta unidad parece la más indicada no sólo por el contenido micropaleontológico sino también por los datos disponibles sobre vertebrados.

La parte inferior de las «Facies de las Cuestas» es, probablemente el tramo del Neógeno más fosilífero. Además de muchos taxones mencionados en unidades inferiores, aparecen varias especies de ostrácodos, algunas parecen ser exclusivas de este tramo inferior de la «Facies Cuestas» (*Paralimnocythere rostrata* (STRAUB), *Candona* cf. *Kkirchbergensis* STRAUB, *Haplocytheridea* sp.) mientras que otras aparecen en la mitad de este tramo (*Cyprinotus semiinflatus* CARBONNEL, *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY Y ROBERTSON). La especie *Cyprinotus salinus bressanus* CARBONNEL parece ser exclusiva de toda la unidad de las Cuestas. La mayoría de las especies se encuentran en la Cuenca del Ródano, en el Mioceno lacustre de Alemania, procediendo de niveles del Mioceno medio y superior.

En la parte superior de la unidad de las Cuestas aparecen Foraminíferos de pequeño tamaño (*Ammonia tepida* (CUSHM) y *Astrononion granosum* (d'ORB.)) junto a algunos Ostrácodos que ya se reconocieron en los tramos más inferiores (*C. salinus bressanus* CARBONNEL, *Potamocypris gracilis* (SIEBER), *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY Y ROBERTSON).

Respecto a la distribución de charofitas en el tramo de las Cuestas hay que señalar que la mayoría de las especies son las mismas que se encuentran en otros niveles del Mioceno. Sólo hay que destacar que en la parte inferior aparece *Stephanochara berdensis* FEIST-CASTEL (se extiende hasta el Orleaniense inclusive) y en la parte superior del tramo de las Cuestas se ha identificado *Lamprothamnium* sp. y *Chara* cf. *rochettiana* HEER (èsta alcanza hasta el segundo nivel de Páramo). El resto de charofitas encontradas aparecen prácticamente en todas las unidades, por lo que su valor cronoestratigráfico es casi nulo.

La edad que se asigna a las «Facies de las Cuestas» es Astaraciense medio-superior para su parte inferior y Astaraciense superior-Vallesiense inferior para su parte alta.

En el primer nivel del Páramo (cuyo paso a las «Facies Cuestas» es por cambio lateral y por tanto no muy neto, aparecen nuevos taxones de Ostrácodos, algunos parecen exclusivos de este primer páramo (*Cyprideis tuberculata* (MEHES), *Candona neglecta*

SARS) mientras otros se extienden también en el segundo nivel de Páramo (*Pseudocandona* aff. *marchica* (HARTWIG), *Potamocypris pastoiri* CARBONNEL, *Subulacypris parvus* CARBONNEL). Se propone una edad Vallesiense para el primer páramo, aunque, como se ha señalado anteriormente, hay discrepancias en la datación por micromamíferos.

En el segundo nivel del Páramo se han encontrado algunas especies de ostrácodos que no han sido observadas en niveles inferiores. Es el caso de *Cyprideis torosa* (JONES) y *Henryhowella asperrima* (REUSS). Conviene destacar que las especies de Ostrácodos encontradas en los dos niveles del Páramo proceden o han sido descritas originalmente en el Mioceno superior o Plioceno. En la hoja de Antigüedad se ha encontrado en alguna muestra el Foraminífero *Ammonia tepida* (CUSHM), lo que probablemente esté relacionado con un aumento local de la salinidad del medio.

A este segundo nivel del Páramo se le ha asignado una edad Vallesiense-Turolense e incluso quizá Plioceno, aunque su datación exacta es todavía discutida.

Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del neógeno del sector central de la cuenca del Duero por medio de Charofitas, Foraminiferos y Ostracodos

CRONOESTRATIGRAFIA		ZONAS MEIN 1975	CHAROFITAS Y FORAMINIFEROS	OSTRACODOS		UNIDADES LITOESTR.	EDAD PROP.
PISOS	EDADES MAMIFEROS			ASOCIACIONES	DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES TAXONES		
PLIOCENO		MN 14	CHAROFITAS Y FORAMINIFEROS Chara notata GRAMB. y PAUL Chara cf. rochettiana HEER Rhabdochara sp. Annonia tepida (CUSHMAN)	<p><i>Ilyocypris gigba</i> (RANDOHR)</p> <p><i>Pseudocandona</i> aff. <i>narchica</i> (HARTWIG)</p> <p><i>Potanocypris pastoiri</i> CARBONNEL</p> <p><i>Cyprideis torosa</i> (JONES)</p> <p><i>Subulacypris parvus</i> CARBONEEL</p> <p><i>Henryhowella asperina</i> (REUSS)</p>	<p><i>Pseudocandona</i> aff. <i>narchica</i></p> <p><i>Subulacypris parvus</i></p> <p><i>Potanocypris pastoiri</i></p> <p><i>Cyprideis tuberc.</i></p> <p><i>Candona neglecta</i></p> <p><i>Cyprideis torosa</i></p> <p><i>Henryhowella asp.</i></p>	«PARAMO 2 <sup>a</sup> »	VALLETIENSE TUROL.-PLIOC.
MIOCENO SUPERIOR		MN 13 MN 12 MN 11	<p>Chara notata GRAMB. y PAUL</p> <p>Chara cf. rechettiana HEER</p> <p>Rhabdochara sp.</p> <p>Nitellopsis (Tectoch.) meriana (L. y N. GRAMB.)</p>	<p><i>Ilyocypris gigba</i> (RANDOHR)</p> <p><i>Pseudocandona</i> aff. <i>narchica</i> (HARTWIG)</p> <p><i>Subulacypris parvus</i> CARBONNEL</p> <p><i>Cyprideis tuberculata</i> (MEHES)</p> <p><i>Cyprinotus seminflatos</i> CARBONNEL</p> <p><i>Potanocypris pastoiri</i> CARBONNEL</p> <p><i>Candona neglecta</i> SARS</p> <p><i>Candona bitruncata</i> CARBONNEL</p> <p><i>Candonopsis cf. kingslei</i> (BRADY y ROBERTS.)</p>	<p><i>Pseudocandona</i> aff. <i>narchica</i></p> <p><i>Subulacypris parvus</i></p> <p><i>Potanocypris pastoiri</i></p> <p><i>Cyprideis tuberc.</i></p> <p><i>Candona neglecta</i></p>	«PARAMO 1 <sup>a</sup> »	VALLESIENSE
MIOCENO MEDIO		MN 9 MN 8 MN 7 MN 6 MN 5					
MIOCENO MEDIO		MN 7 MN 6 MN 5	<p>Chara notata GRAMB. y PAUL</p> <p>Chara cf. Rechettiana HEER (PARTE SUPER.)</p> <p>Rhabdochara sp.</p> <p>Nitellopsis (T.) meriani (L. Y N. GRAMB.)</p> <p>Lamprothannius sp. (parte superior)</p> <p>Stephanochara bertodensis FEIST-CASTEL (parte inferior)</p>	<p><i>Ilyocypris gigba</i> (RANDOHR)</p> <p><i>Cyprinotus salinus bressanus</i> CARBONNEL</p> <p><i>Cyprinotus seminflatos</i> CARBONNEL</p> <p><i>Darwinula stevensoni</i> (BRADY y ROBERTS.)</p> <p><i>Pseudocandona</i> sp.; <i>Hemicytherideis</i> sp.</p> <p><i>Haploocytheridea</i> sp. (H. aff. <i>dacica</i> (HEJIAS)</p> <p><i>Potanocypris gracilis</i> (SIEBER)</p> <p><i>Candonopsis cf. kingslei</i> (BRADY y ROBERTS.)</p> <p><i>Candona cf. kirchbergensis</i> STRAUB</p> <p><i>Candona bitruncata</i> CARBONNEL</p> <p><i>Alatocandona</i> sp. (prob. nov. sp.)</p> <p><i>Paralimnocythere rostrata</i> (STRAUS)</p> <p><i>Limnocythere acquensis</i> CARBONNEL</p> <p><i>Cyprideis heterostigma heterostigma</i> (REUSS)</p> <p><i>Cyprideis</i> aff. <i>miocenica</i> (LIEMENKL.)</p>	<p><i>Candona bitruncata</i></p> <p><i>Pseudocandona</i> sp.</p> <p><i>Alatocandona</i> sp.</p> <p><i>Potanocypris gracilis</i></p> <p><i>Cyprideis heterostigma heter.</i></p> <p><i>Cyprinotus salinus bressanus</i></p> <p><i>Paralimnocythere rostrata</i></p> <p><i>Candona cf. kirchbergensis</i></p> <p><i>Haploocytheridea</i> sp. (H. aff. <i>dacica</i>)</p> <p><i>Cyprinotus seminflatos</i></p> <p><i>Candonopsis cf. kingslei</i></p>	«F. T. CAMPOS»	ASTARAC. INF.-MED.
MIOCENO MEDIO		MN 6 MN 5	<p>Chara notata GRAMB. y PAUL</p> <p>Nitellopsis (T.) meriani (L. y N. GRAMB.)</p> <p>Sphaerochara sp.</p>	<p><i>Ilyocypris gigba</i> (RANDOHR)</p> <p><i>Cyprideis heterostigma heterostigma</i> (REUSS)</p> <p><i>Pseudocandona</i> sp.</p>	<p><i>Pseudocandona</i> aff. <i>narchica</i></p> <p><i>Subulacypris parvus</i></p> <p><i>Potanocypris pastoiri</i></p> <p><i>Cyprideis tuberc.</i></p> <p><i>Candona neglecta</i></p>		
MIOCENO MEDIO		MN 5	<p>Chara notata GRAMB. y PAUL</p> <p>Nitellopsis (T.) meriani (L. Y N. GRAMB.)</p> <p>Stephanochara bertodensis FEIST-CASTEL</p>	<p><i>Ilyocypris gigba</i> (RANDOHR)</p> <p><i>Cycocypris</i> cf. <i>ovue</i> (JURINE)</p> <p><i>Candona bitruncata</i> CARBONNEL</p> <p><i>Cavernocandona roaixensis</i> CARBONNEL</p> <p><i>Alatocandona</i> sp. (prob. nov. sp.)</p> <p><i>Limnocythere acquensis</i> CARBONNEL</p> <p><i>Potanocypris gracilis</i> (SIEBER)</p> <p><i>Lineocypris nollasica invaginata</i> CARBONNEL</p>	<p><i>Lineocypris noll. inv.</i></p> <p><i>Cyclopr. cf. ovue</i></p> <p><i>Cavernoc. roaixensis</i></p> <p><i>Limnocyth. acquensis</i></p>		

## 4. TECTONICA

### 4.1. TECTONICA ALPINA

La evolución tectónica del área estudiada aparece íntimamente ligada a la construcción de la Cuenca del Duero y en particular a la evolución de su borde septentrional y nororiental.

Durante el Terciario, fundamentalmente en el Paleógeno-Mioceno inferior, tiene lugar la estructuración de la cobertera mesozoica del borde de la Cordillera Cantábrica y de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Los diferentes eventos tectónicos acaecidos durante esos tiempos, además de la deformación en la zona cantábrica, condicionaron la sedimentación en el dominio deprimido meridional, cuya configuración paleogeográfica dista mucho de la actual, como ya se ha tratado en otros apartados.

Según los diversos trabajos existentes en áreas vecinas, GARCIA RAMOS *et al.* (1982), ARAGONES (1978) y CARRERAS (1978), el levantamiento de la Cordillera Cantábrica se produce a través de un mecanismo de abombamiento del zócalo, acompañado de una fracturación en el borde meridional. Esta fracturación se realizó por el rejuego alpídico con comportamiento de accidentes más antiguos, que motivó pliegues y cabalgamientos en la cobertera y a veces en los propios materiales terciarios en las zonas próximas al borde.

Trabajos más recientes (CAMARA, 1989) en la Cuenca Vasco-Cantábrica, apuntan hacia movimientos direccionales dextrógiros NO-SE, con componente cabalgante durante la compresión alpina, como responsables de muchas de las estructuras del dominio mesozoico y como consecuencia, causantes de las imbricaciones de la cobertera mesozoica y los materiales paleógenos en el borde norte.

La actual disposición en sinforma de los materiales paleógenos fosilizados en parte por el Neógeno, es el efecto más directo de la tectónica alpina en esta región.

Dichos movimientos tectónicos y las reactivaciones acaecidas durante todo el Paleógeno motivan la disposición en estos materiales, según discordancias de todo tipo, siendo las más frecuentes las progresivas, observables algo más al norte, en las Hojas vecinas de Guardo, (16-8) y Prádanos de Ojeda, 17-8. La falta de criterios faunísticos dadas las características azoicas de los depósitos, impiden hasta el momento fijar con exactitud en el tiempo los diferentes momentos de deformación y/o reactivación de fallas del zócalo mesozoico, durante el Eoceno-Oligoceno.

Un accidente importante y que sin duda delimita el Neógeno en el sector es el accidente de Ventaniella, de dirección NNO-SSE. Este accidente, que atraviesa todo el dominio paleozoico de la Cantábrica, pone límite entre los afloramientos mesozoicos-paleógenos y los neógenos en el borde norte, condicionando en parte la geometría de la cuenca sedimentaria.

Las primeras manifestaciones tectónicas comienzan a finales del Cretácico y principios del Paleoceno (Fase Larámica); como ya se ha dicho, eventos de diferente intensidad

tienen lugar durante todo el Paleógeno. El resultado de esta tectogénesis es la importante acumulación de materiales detríticos continentales, entre los que se manifiestan discordancias y deformaciones internas.

Un hecho en el que parecen estar de acuerdo los diferentes autores que han trabajado en la Cuenca del Duero, es el de reconocer que es a finales del Mioceno inferior cuando se configura la cuenca, y comienza a adoptar una geometría en sus límites muy parecida a la actual.

La arquitectura de los bordes del edificio continental durante esos tiempos es atribuible a la Fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1976), si bien la actividad tectónica en relación con este nuevo ciclo se debió iniciar antes, a finales del Oligoceno, durante la Fase Castellana (PEREZ GONZALEZ *et al.*, 1971).

Durante el Neógeno parece iniciarse una etapa distensiva a nivel cuencal que, aparentemente y según la mayoría de los trabajos, durante el Mioceno medio-superior, no va a tener ninguna repercusión e implicación en cuanto a deformación se refiere. Sólo las zonas de borde se ven afectadas por fallas inversas de tipo compresivo que pueden llegar a afectar localmente a los depósitos conglomerados adosados a la orla mesozoica.

Algunos autores sitúan la siguiente fase tectónica a finales del Mioceno (ARAGONES, 1978). Otros denuncian movimientos intravallesienses con reactivaciones en los marcos montañosos en la zona de borde (GARCIA RAMOS *et al.*, 1982), basados en la presencia de abanicos de composición litológica diferente a los infrayacentes, lo que implicaría cambios de procedencia tanto en las direcciones de aportaciones como del área madre.

Sin embargo, la presencia de distintas unidades deposicionales o tectosedimentarias, marcadas por diferentes discontinuidades en el Neógeno aflorante, concretamente en el Mioceno medio-superior, en el sector central y septentrional, ponen en evidencia una serie de movimientos y reactivaciones que marcarían las diversas interrupciones sedimentarias.

Si bien estas discontinuidades, parecen tener un carácter regional, sus manifestaciones resultan diferentes de unos puntos a otros, resultando a veces difícil de ser localizadas, bien por la convergencia de facies en los depósitos o por la homogeneidad de los ambientes sedimentarios.

En la Hoja de Osorno afloran depósitos del Mioceno medio («Facies Grijalba-Villadiego» y «Facies Tierra de Campos») de edad Araganiense superior (Astaraciense). Existe una marcada discontinuidad entre estos materiales y los suprayacentes, apoyándose en clara discordancia cartográfica los depósitos de las «Facies de la Serna» y «Cuestas», de edad Astaraciense superior-Vallesiense inferior sobre aquéllas. Esta unidad corresponde a una nueva secuencia deposicional o unidad tectosedimentaria, en cuya base se sitúa una discordancia regional.

Existe pues, un evento tectónico en el Aragoniense superior, probablemente manifestado por una reactivación del borde septentrional de la zona cantábrica, que motiva el inicio de un nuevo ciclo sedimentario. Este hecho parece corroborarse con la presencia de una superficie de erosión que afecta a los depósitos infrayacentes y que es observable en las áreas próximas a la orla mesozoica del borde de cuenca, situadas algo más al norte (Hojas de Prádanos de Ojeda, Herrera de Pisuerga y Villadiego).

En el Vallesiense, fuera de la zona de estudio, MEDIAVILLA y DABRIO (1986) ponen de manifiesto también una discontinuidad que afectaría a parte de los depósitos de las «Facies Cuestas». Esta discontinuidad intravallesiense, atribuible a la Fase Atica, podría relacionarse con la citada por otros autores en diferentes cuencas continentales de la submeseta meridional. En tal caso la fase o evento tectónico se manifestaría igualmente mediante una reactivación en algunos sectores del borde norte, así como a través de una configuración paleogeográfica algo diferente, dando lugar al inicio del «ciclo del Páramo».

La superficie de colmatación del ciclo se ve afectada de nuevo por una fase tectónica, la Fase Rodánica, que daría lugar a deformaciones de gran radio sobre el nivel de páramos, acompañadas de fracturación y elevaciones en los relieves de borde. La presencia de un nivel superior de Páramo observado fuera de la Hoja (calizas del Páramo II), de carácter geográfico más restringido, hace pensar en pequeñas deformaciones y fracturaciones locales que actuarían como condicionantes paleogeográficos, así como en una nueva fase de deformación más suave, responsable de este nuevo ciclo, la Fase Iberomanchega I de AGUIRRE *et al.* (1976). Todo ello trae como consecuencia final la instalación de una superficie de erosión con procesos de karstificación incluidos (superficie del Páramo) que además de desarrollarse sobre estos materiales afecta y disecta algunos de los relieves de la orla cantábrica, en el borde de cuenca. Al mismo tiempo, hacia el interior de la cuenca predominarían los procesos atectónicos de carácter erosivo (PEREZ GONZALEZ, 1979).

Una nueva reactivación tectónica, difícil de precisar en la escala de tiempos (Fase Iberomanchega II) daría lugar al desarrollo de un nuevo ciclo sedimentario de carácter fluvial y exorreico con el consiguiente desarrollo en los primeros episodios de diferentes abanicos que evolucionan a una red fluvial con un carácter cada vez más restringido y encajado.

Por último, suaves basculamientos y movimientos de pequeña envergadura a nivel regional local durante el Cuaternario, son los responsables del encajamiento definitivo y de la configuración actual de la red fluvial en la región.

#### 4.2. NEOTECTONICA

En la Hoja de Osorno aparecen representadas formaciones terciarias postorogénicas-preneotectónicas y que corresponden a las unidades diferenciadas en la cartografía del mapa geológico como unidades 1, 2, 3, 4 y cuyas características aparecen descritas en el apartado correspondiente.

Dentro de los materiales de edad neotectónica se han diferenciado varias unidades: por un lado, los depósitos terciarios de edad Astaraciense superior-Vallesiense inferior (unidades 5 y 6), incluidos dentro de la época neotectónica, y por otro, los depósitos cuaternarios asociados y diferenciados en una serie de unidades con expresión cronológica y morfológica. Estos son terrazas (diez niveles) clasificadas en altas, medias y bajas (unidades 7, 8 y 9), glacis (10), coluviones (11), conos de deyección (12) y depósitos de fondos de valle y llanuras de inundación asociados a los cauces activos (13 y 14).

No se observan en la Hoja estructuras neotectónicas (pliegues, fallas, etc.) en los materiales terciarios de edad Astaraciense superior-Vallesiense inferior, ni, por supuesto, en los depósitos cuaternarios.

Sólo se han detectado algunos basculamientos que afectan a los materiales neógenos, de edad neotectónica, pero siempre a nivel regional, fuera de los límites de la escala de trabajo.

Por la evolución de la red fluvial, las anomalías geomorfológicas detectadas y la actual disposición de la red de drenaje se supone la existencia de basculamientos locales durante el Cuaternario.

Destaca el carácter asimétrico de los valles fluviales de los ríos Pisuerga, Valdavia y Vallarna, que constituyen la principal red arterial de la Hoja.

El Valdavia y Pisuerga presentan una evolución cronológica paralela, individualizados a partir del Pleistoceno (probablemente inferior), como consecuencia del basculamiento del sector septentrional hacia el SE y SO lo que permitiría el encajamiento de la red.

Durante todo el Cuaternario, tanto a lo largo del Pleistoceno como del Holoceno, existe una marcada migración lateral de estos cursos principales dirigidos hacia las áreas basculadas inicialmente.

La instalación de la red fluvial secundaria (arroyo Vallarna y afluentes de menor rango) es más reciente. Aunque no se tiene un control cronológico de las terrazas, estos cauces podrían haber comenzado a formarse en el Pleistoceno superior. Basculamientos hacia NE y N en bloques individualizados en el sector meridional de la Hoja, motivan el encajamiento de la red secundaria, su migración lateral, en términos generales hacia el NE, y la anómala disposición lineal o inflexión de la traza del Vallarna, en el sector comprendido entre Villaherreros y Villadiezma. Dicho fenómeno parece verse corroborado por la existencia de lineamientos submeridianos que parecen ser los responsables de la individualización de los bloques y de la geometría de la red fluvial en este sector.

Por último, en la mitad meridional, la red fluvial más reciente, muestra una dirección preferencial NE-SO que podría estar en relación con discontinuidades recientes en el sustrato que condicionarían el encajamiento de esta red a su favor.

La formación de áreas semiendorreicas y con drenaje deficiente se vería justificada también por movimientos relativamente recientes que impedirían el encajamiento y desarrollo normal de esos cauces al colector principal.

La creación de las superficies de erosión cuaternarias localizadas al este y sureste de la Hoja, estarían relacionadas con procesos erosivos previos a los basculamientos y a la instalación del cauce del arroyo Vallarna.

Desde el punto de vista sísmico en la Hoja solo se tiene registro histórico de un epicentro al parecer de magnitud V en las proximidades de Melgar de Fernamental. El cálculo de curvas de intensidad sísmica probabilística en una período de retorno de 10.000 años para la Cuenca del Duero, sitúan a la zona en un área de recurrencia comprendida entre grado VI para la mitad noroccidental y grado V, para el resto de la Hoja. Esta magnitud dado el carácter asísmico de la zona vendría justificada por la proximidad del borde de la Cordillera Cantábrica, donde la actividad sísmica es más importante.

Por último, no se ha localizado ningún accidente (falla activa) que afecte a los materiales cuaternarios de la Hoja.

## 5. GEOMORFOLOGIA

### 5.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La Hoja a escala 1:50.000 de Osorno se encuentra situada en la parte septentrional de la Cuenca del Duero, en la denominación submeseta norte. Abarca parte de las provincias de Burgos y Palencia, perteneciendo a la comarca conocida como «Tierra de Campos».

La morfología es muy suave, de aspecto alomado y homogéneo, con un desnivel máximo de 163 m. La altura media es de 850 m y la máxima corresponde al Cerro Terrazo, al norte, con 943 m. Las cotas más bajas se localizan en el ángulo sureste de la Hoja, donde llegan a alcanzar 780 m. Allí, destaca en el paisaje el Cerro de Santa Olalla con 854 m, desde cuya cima se pueden obtener excelentes panorámicas de la morfología de esta región.

El modelado fluvial es una de las características de este paisaje meseteño. El Pisuerga y el Valdavia son los principales cursos de agua, confluyendo en las proximidades de Melgar de Fernamental. Otros cursos, aunque de menor importancia, son el Boedo y el arroyo de las Monjas.

Todos estos ríos, en su proceso de disección de los materiales terciarios, han quedado jalonados por numerosos niveles de terraza que dan como resultado una morfología de plataformas escalonadas en dirección a los actuales cauces.

Climatológicamente, la Hoja es bastante homogénea, con ligeras variaciones puntuales. De noroeste a sureste, está atravesando por la isoyeta de 500 mm., constituyendo la transición entre zonas donde la precipitación roza los 400 mm., como ocurre en el ángulo suroeste, y otras, donde la precipitación puede alcanzar un valor superior a los 700 mm. Este hecho es lógico si se considera que en la Hoja situada al norte de la de Osorno, se localizan las primeras estribaciones de la Cordillera Cantábrica en este sector, dejando sentir su influencia en las áreas más próximas. Las temperaturas medias oscilan entre 10° y 12°, con máximas absolutas entre 35° y 40° en verano y mínimas de -10° en invierno.

En general se trata de una zona semiárida, de suelos pobres, donde se desarrollan principalmente los cultivos de secano. Sólo en las vegas de los ríos se encuentran productos de huerta, así como la característica vegetación de ribera.

Los núcleos urbanos son escasos y de pequeño tamaño. Destacan Osorno, en el centro de la Hoja y que da nombre a la misma, y Melgar de Fernamental, al este. Un segundo grupo lo constituirían Espinosa de Villagonzalo, Castrillo de Villavega, Abia de las Torres, Villasarracino, Villaherreros, Santillana de Campos, Lantadilla y Arenillas de Riopisuerga. Pequeños pueblos y aldeas como Osornillo, Villadiezma, Olmos de Riopisuerga y otros, constituyen los núcleos menores. Las comunicaciones entre las distintas poblaciones son buenas y dada la suavidad del relieve, la red de caminos terreros y pistas es inmejorable pudiendo acceder sin dificultad a casi cualquier punto de la Hoja.

## 5.2. ANTECEDENTES

La bibliografía geomorfológica de esta zona en concreto no es abundante, pero existen algunos trabajos relativos a otros puntos de la Cuenca del Duero y que merecen mención, como son los de HERNANDEZ PACHECO, F. (1932), HERNANDEZ PACHECO, E. (1928-1930) y MABESOONE (1959). Existen además algunos trabajos de índole geomorfológica generales como los de HERAIL (1984) y MARTIN-SERRANO (1988), relacionados con los bordes de la Cuenca como los de MOLINA y ARMENTEROS, (1986) con sectores centrales.

## 5.3. ANALISIS MORFOLOGICO

La Hoja de Osorno se ubica en el sector septentrional de la Cuenca del Duero, cerca de los relieves mesozoicos más meridionales de la Cordillera Cantábrica, que constituyen las sierras de borde de la depresión, en dicho sector, extendiéndose desde Cervera de Pisuerga hasta Cuevas de Amaya, con dirección NO-SE.

El río Pisuerga constituye la arteria principal, y transcurre de norte a sur, teniendo como principales tributarios el Valdavia y el Vallarna o arroyo de las Monjas, por la derecha, y el Odra, por la izquierda.

La evolución de la red fluvial durante el Cuaternario ha originado un complejo sistema de terrazas que aparece representado, casi en su totalidad, dentro del ámbito de la Hoja.

### 5.3.1. Análisis morfoestructural

La morfología de la Hoja de Osorno es el resultado de la actuación de procesos de disección sobre rocas terciarias de carácter blando. Se trata de materiales detríticos finos de edad neógena, fundamentalmente lutitas, que intercalan de forma discontinua e irregular, niveles de areniscas, conglomerados y en ocasiones calizas limolíticas, calizas limolíticas arenosas, de contenido variable en carbonatos (suelos calcimorfos). Sólo en el ángulo SE de la Hoja, aparece un pequeño afloramiento de materiales más carbonatados, concretamente margas, arcillas margosas y calizas margosas tableadas. La disposición de todos estos depósitos es claramente horizontal.

En el proceso de disección, los materiales afectados, al ser muy deleznable se degradan con mucha facilidad. Por otra parte, no existiendo barreras naturales que obliguen a un encajamiento acusado, el desarrollo lateral de los depósitos fluviales es grande, modelando en ocasiones la totalidad del interfluvio. Este es el caso del sector que queda entre los ríos Pisuerga y Valdavia, en la mitad norte de la Hoja.

En áreas donde la actividad fluvial no se manifiesta de forma tan acusada, los interfluvios tienen un relieve ondulado con cierta homogeneidad de cota, debido en general a la instalación de plataformas de erosión, tanto conservadas como, degradadas. Tal es el caso de las divisorias existentes en el cuadrante SO de la Hoja y el alrededores de Padilla de Arriba, en el borde oriental de la Hoja.

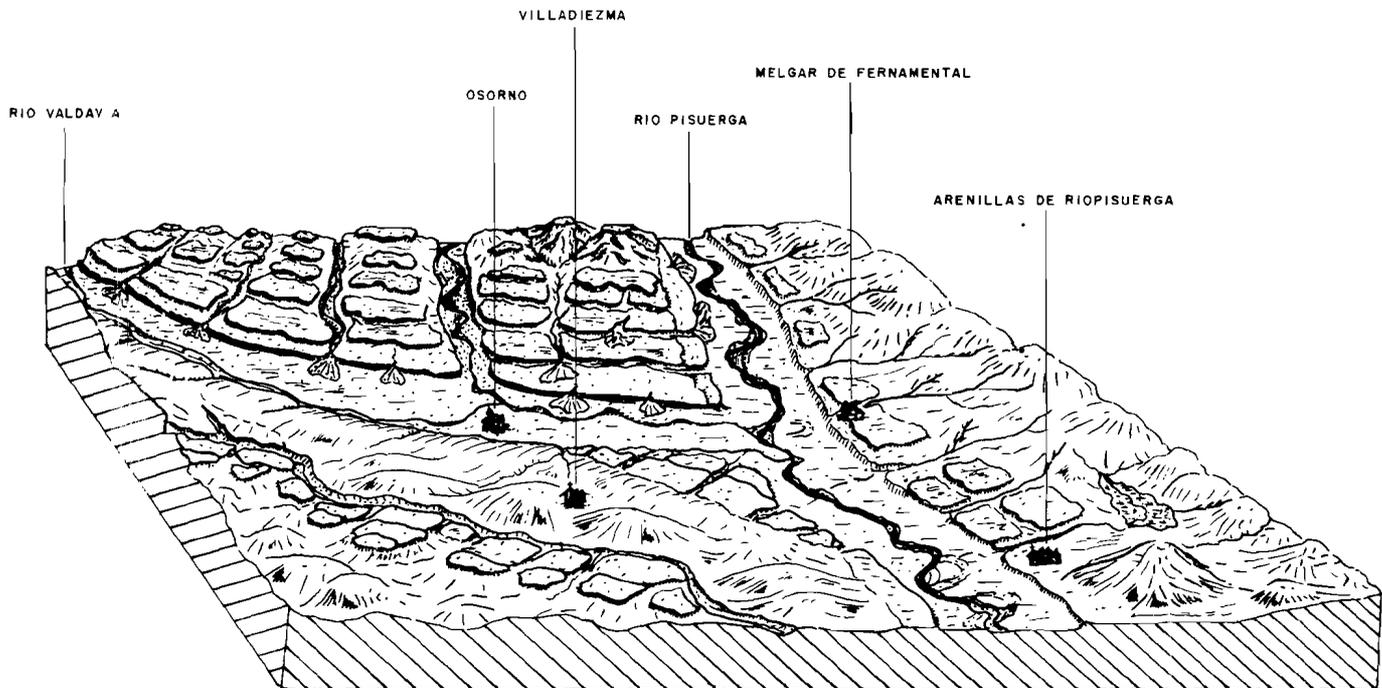


Fig. 9.- Bloque diagrama de la Hoja de Osorno.

La monotonía litológica no produce resaltes ni accidentes en el paisaje. Tan sólo los niveles de conglomerados correspondientes a canales, y los suelos calcimorfos, a veces de gran desarrollo, producen replanos estructurales en las laderas, rompiendo en parte la tónica de la regularización de vertientes. En cualquier caso, esta influencia estructural es suave y apenas modifica el aspecto ondulado o alomado del paisaje. Únicamente en el ángulo SE de la Hoja, sobresale en el relieve el Cerro de Santa Olalla, con 354 m, único exponente de los materiales carbonatados existentes en el área de estudio.

En cuanto a la disposición de la red fluvial, solamente de su observación puede deducirse que su encajamiento está controlado estructuralmente. La linealidad de la mayoría de sus elementos, tanto del Pisuerga, como del arroyo de las Monjas o de los numerosos pequeños cauces, indica que la incisión se produce a favor de líneas de debilidad o de fracturas existentes en el basamento. Las direcciones principales son NO-SE (Valdavia, arroyo de las Monjas), SO-NE (tributarios de la margen derecha del arroyo de las Monjas) y N-S, esta última seguida por el Pisuerga.

#### 5.4. ESTUDIO DEL MODELADO

Una vez vistas las características litoestructurales que condicionan el modelado, se describen y explican las distintas formas, tanto acumulativas como denudativas, originadas como consecuencia de la actuación de los agentes externos. En este sentido, son las terrazas las que tienen mayor significado y desarrollo, seguidas de otros depósitos de carácter fluvial, como fondos de valle, llanuras de inundación y cárcavas. Superficies, glacis, coluviones, replanos estructurales y otras, completan el conjunto de formas que aparecen en la Hoja.

Se agrupan según los procesos o sistemas morfogénéticos siguientes.

##### 5.4.1. Formas fluviales

Como ya se ha mencionado anteriormente, las **terrazas** son las formas con mayor representación dentro del ámbito de la Hoja, sobre todo aquéllas relacionadas con los cursos del Valdavia y del Pisuerga, seguidas por las de los ríos Boedo y Vallarna (también conocido como arroyo de las Monjas).

En el Mapa Geomorfológico se han diferenciado en tres grupos: Sistema de terrazas del río Pisuerga, Sistema de terrazas del río Valdavia y Sistema de terrazas de cauces o arroyos secundarios (se incluyen aquí el Boedo y el Vallarna). En el Cuadro nº 14 se incluyen los niveles cartografiados de los distintos sistemas y la relación entre ellos.

La división en terrazas altas, medias y bajas no implica una cronología bien definida, pero sí mantiene una cierta relación temporal con el Pleistoceno inferior, Pleistoceno medio y Pleistoceno superior-Holoceno.

CUADRO 14

R. Pisuerga	R. Valdavia	R. Boedo	A. Vallarna
<b>Terrazas altas</b>			
T1 + 140 m.			
T2 + 115 m.			
T3 + 110-115 m.	T1 +100-110 m.		
T4 + 90-100 m.	T2 + 80 m.		
<b>Terrazas Medias</b>			
T5 + 70-80 m.	T3 +70-75 m.	T1 + 68 m.	
T6+55-60 m.	T4 + 65-70 m.	T2 +55-60 m.	
T7 +25-35 m.	T5 +55-60 m.		
<b>Terrazas Bajas</b>			
T8 + 15-20 m.	T6 +25-35 m.	T1 +30 m.	T3 + 30-35 m.
T9 + 7-15 m.	T7 +10-15 m.	T2 + 10 m.	T4 +20-25 m.
T10 + 5-7 m.	T8 + 3-10 m.	T3 +5 m.	T5 +5-15 m.

El río Pisuerga atraviesa la mitad este de la Hoja con dirección norte-sur. En su desplazamiento lateral hacia levante, deja una serie de plataformas escalonadas en su margen derecha, habiendo sido cartografiadas hasta un número de diez. Como se observa en el Cuadro 14 los niveles superiores se sitúan entre + 90 m y + 140 m. con relación al **talweg** actual. La terraza más alta, a + 140 m ocupa el techo del Cerro Cuesta Terrazo (934 m), punto topográfico más alto de la Hoja; el afloramiento es muy reducido debido a la erosión. Desde este nivel, hasta el de + 7-15 m, se encajan unos depósitos en otros con un dispositivo morfológico de terrazas colgadas. El nivel más bajo alcanza gran amplitud, formando una franja paralela al curso actual, por la margen derecha, desde el borde norte hasta Melgar de Fernamental y por la margen izquierda desde esta localidad, hasta el límite sur de la Hoja.

Con relación a la terraza de + 140 m, situada en el Cerro Cuesta Terrazo hay que señalar algunas particularidades. Su depósito, de carácter fluvial, se instala sobre las «Facies de la Serna», enrasando morfológicamente con depósitos situados a cotas algo más altas, en la Hoja adyacente de Carrión de los Condes (CARRERAS, 1982) son atribuibles a la «Raña». En este sentido, la identificación de este nivel con la «Raña» o con una terraza se posterga al conocimiento y la cartografía de las Hojas de Herrera de Pisuerga y Prádanos de Ojeda, colindantes por el norte.

El sistema fluvial del Valdavia, al igual que el anterior, desarrolla un gran número de niveles de terrazas por su margen izquierda, en la mitad norte de la Hoja. Dentro del

entorno de la misma están presentes ocho de ellos que oscilan entre +3 m y + 110 m sobre el cauce. Este río posee otros niveles más altos, pero se encuentran al norte, en la Hoja de Herrera de Pisuerga. El dispositivo morfológico para todas ellas, excepto para la más baja, es el de terrazas colgadas. Los niveles de +25-35 m, +10-15 m, +3-10 m son los mejor conservados y forman tres amplias bandas paralelas al curso actual. El hecho de presentar casi todas sus terrazas en la vertiente norte implica una tendencia del río a desplazarse hacia el sur, al menos hasta Osorno. A partir de dicha localidad, y hasta su desembocadura con el Pisuerga, la tendencia cambia en sentido contrario.

En cuanto a los sistemas desarrollados por ríos y arroyos menores, se destaca el del arroyo de las Monjas o Vallarna, que en su recorrido NO-SE y por la margen derecha deja cinco niveles de terrazas bien desarrolladas cuya altura sobre el cauce varía entre +5m. y + 68 m., disectadas por una serie de barrancos paralelos, de dirección SO-NE, que le confieren una morfología peculiar. Por último, el río Boedo, corta con dirección N-S al sistema de terrazas del Valdavia, desembocando en él, próximo a la localidad de Osorno. El dispositivo morfológico de estos dos últimos sistemas fluviales, al igual que en el Pisuerga y el Valdavia es de terrazas colgadas.

Los **fondos del valle** incluyen todos aquellos depósitos que tapizan el fondo de los pequeños valles y barrancos; su génesis se debe simplemente al proceso fluvial o a la interacción de dicho proceso con la actividad acumulativa en la base de las laderas. En el primer caso, el fondo del valle es plano, mientras que en el segundo tiene forma de U, siendo este último caso el más frecuente.

GUTIERREZ ELORZA y CARRERAS SUAREZ en CARRERAS (1982) suponen para los valles de fondo plano de la red fluvial menor una génesis de soliflucción, alimentada por depósitos procedentes de la regularización en la Hoja adyacente de Carrión de los Condes. Dichos depósitos se movilizarían por soliflucción y **creep** de helada, presentando concavidad de enlace con las laderas.

También se han considerado los aluviales más recientes de los cursos mayores (Pisuerga y Valdavia) constituidos mayoritariamente por gravas y arenas y que incluyen además las barras activas y los depósitos de *point-bar*. Por encima de estos depósitos y por debajo de las terrazas más bajas, existe otro nivel que se ha asignado a la **llanura de inundación** por su gran contenido en limos grises y oscuros, así como por su posición morfológica. Su extensión es bastante reducida, limitándose a pequeños retazos localizados a lo largo de los cauces. Se ha cartografiado también la llanura del río Boedo, al norte de la Hoja, que alcanza una anchura aproximada de 1 Km.

Sobre la llanura de inundación y sobre la terraza más baja quedan impresas las huellas de antiguas zonas de circulación, **cauces abandonados**, que ayudan a reconstruir los últimos momentos de la evolución del río.

Por último, entre las formas de acumulación aparecen a la salida de pequeñas barranqueras unos depósitos con morfología de abanicos y perfil convexo que son los **conos**

**de deyección.** Se instalan sobre las terrazas más bajas de los principales ríos, o sobre los fondos de valle de cauces o arroyos secundarios. Sus depósitos son poco coherentes y en épocas muy lluviosas pueden activarse.

Las formas denudativas son escasas, mereciendo la pena señalar: **erosión lateral del cauce** de los ríos Valdavia y Pisuerga, **erosión en regueros** en algunas laderas y terrazas e **incisión vertical** en algunos barrancos; ésta queda muy localizada en los alrededores del cerro Cuesta Terrazo, al N de la Hoja, donde da lugar a un paisaje de vertientes muy incididas, en las que se desarrollan excelentes ejemplos de cárcavas. El resto de la Hoja no ofrece mayores problemas en este sentido, con valles en «U» de morfología muy suave y regularización generalizada de vertientes.

#### 5.4.2. Formas estructurales

No ofrecen gran interés dentro de la Hoja y son los **replanos estructurales**, casi los únicos elementos a considerar. Estos replanos quedan definidos por la presencia de suelos calcimorfos y niveles de conglomerados que aparecen en las Facies de la Tierra de Campos. Se localizan únicamente al sur del río Valdavia y rompen de manera discreta la regularidad y suavidad de las laderas de este sector.

La presencia de algunos cerros cónicos puede justificarse en ocasiones por la presencia de niveles duros a techo de los mismos. Un ejemplo es el Cerro de Santa Olalla, en la esquina sureste de la Hoja, coronado por los materiales carbonatados de las Facies Cuestas.

#### 5.4.3. Formas de ladera

Se consideran aquí los **coluviones** de pie de vertiente originados por la acción conjunta de la gravedad y de la circulación del agua en las laderas. Son de pequeñas dimensiones y están diseminados por toda la Hoja.

Conviene señalar la presencia de detritus tapizando las laderas que existen entre terrazas y que se han originado por la degradación de los escarpes en el proceso general de regulación. Este material, aunque no cartografiado dificulta la visión directa del sustrato mioceno.

#### 5.4.4. Formas lacustres

Dentro de este grupo se consideran las **zonas endorreicas y semiendorreicas**, así como **lagunas o encharcamientos**. Las primeras se localizan al SE de la Hoja, a la derecha del río Pisuerga y están relacionadas con la red fluvial secundaria que en el sector se manifiesta difusa y divagante, sin apenas encajamiento. Son zonas de ensanchamiento de la red fluvial y es corriente, en épocas de lluvia, verías con encharcamientos. Desarrollan suelos grises de carácter vértico y tonalidades oscuras.

En cuanto a las segundas, consisten en pequeñas lagunas o lavajos que se desarrollan sobre las terrazas como consecuencia del cambio de permeabilidad entre estos depósi-

tos y los materiales infrayacentes. Son redondeadas u ovaladas, de pequeño tamaño y se llenan de agua estacionalmente. En época seca se suele ver el fondo, constituido por detríticos finos.

#### 5.4.5. Formas poligénicas

Las formas más representativas son las **superficies**, de modelado muy poco definido y escaso depósito, caracterizado por un tapiz limo-arcilloso con cantos cuarcíticos dispersos. Se localizan en dos sectores de la Hoja, el NE, en las proximidades del Cerro de San Cristóbal y en la mitad SO, en la margen derecha del Valdavía, donde ocupan las zonas de divisoria. Las cotas entre las que aparecen son 840-860 m. y por su posición relativa con otras morfologías, se les puede asignar una edad pleistocena, coincidiendo con la instalación de la terraza de +70-80 m.

La génesis de estos depósitos es de difícil asignación. GUTIERREZ ELORZA y CARRERAS SUAREZ (1982), en la Hoja contigua de Carrión de los Condes, señalan la posibilidad de una antigua red poco jerarquizada, de carácter endorreico.

Por otra parte, se han cartografiado una serie de **glacis** de características algo singulares. Sirven de enlace entre las terrazas medias y altas y probablemente correspondan a antiguas formas de ladera. La descripción de los mismos resulta difícil puesto que su morfología y calidad de afloramiento no lo permiten. Se localizan principalmente al norte de la Hoja, en los alrededores del Cerro Cuesta Terrazo, y al sur, cerca de la confluencia de los ríos Valdavía y Pisuerga, entre Osorno y Lantadilla. La naturaleza de sus depósitos es similar a la de las terrazas próximas y ofrecen una pendiente del 3-4%.

### 5.5. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales, todos aquellos materiales coherentes o no, que han podido sufrir una consolidación posterior y que están conectados con la evolución del relieve observable en la actualidad.

La edad de todas las formaciones superficiales presentes en la Hoja, está comprendida entre el Cuaternario inferior y la actualidad. El rasgo principal de todas ellas es que se trata de unidades cartografiables, caracterizadas por una serie de atributos como geometría, textura, consolidación, espesor, génesis y cronología. Muchos de estos atributos ya han sido descritos en anteriores apartados, como geometría, génesis y cronología, por lo cual, la mayor dedicación, en este apartado, se dirigirá a su textura, consolidación, espesor, expresión y relaciones morfológicas. Se incluirán, además, los distintos tipos de suelos desarrollados sobre las mismas.

Para facilitar su descripción, se agrupan según su génesis, es decir según el diferente modelado.

Dentro del modelado fluvial las terrazas son el elemento de mayor importancia. Las cantometrías y espectros litológicos realizados en los niveles de los ríos Pisuerga,

Valdavia y arroyo de las Monjas (o Vallarna), dan una gran homogeneidad litológica para todos ellos. Los cantos son mayoritariamente cuarcíticos, con porcentajes que van del 72 al 99% para las cuarcitas, entre el 0-14% para el cuarzo, 0-22% de areniscas y 0-2% de calizas. La media de estos valores es para las terrazas altas : 80-81% de cuarcita, 5-6% de cuarzo y 13-14% de areniscas; para la terrazas medias: 87-88% de cuarcita, 3-4% de cuarzo, 7-8% de areniscas y 0-1% de calizas; para las terrazas bajas: 86-87% de cuarcita, 2-3% de cuarzo, 10% de arenisca y 0-1% de calizas.

En cuanto al tamaño de los cantos, también existe una gran homogeneidad. Se han realizado medidas sobre los ejes A, B y C, y los resultados de cada una de las muestras tomadas, expresadas en el **Cuadro 10** del apartado correspondiente al Cuaternario.

Los datos tomados dan medias de 450-318-198 mm (ejes A, B y C) para las terrazas altas, 551-384-235 mm para las terrazas medias, y 524-361-217 mm para las bajas. El tamaño máximo observado en el campo, refleja valores de 157-113-58 mm para los niveles altos, 144-84-66 mm, para los medios y 149-103-66 mm para los bajos. En cuanto al redondeamiento, los cantos varían de subangulosos a muy redondeados, ofreciendo un alto grado de desgaste. Es de señalar también que muchos de ellos se encuentran fracturados.

La potencia de estos depósitos varía entre 1-4 m. A techo desarrollan suelos de carácter pardo rojizo y rojo, de carácter fersialítico. El grado de rubefacción está en relación directa con la edad y depende de la proximidad del nivel freático y del contenido en carbonatos. Así, las terrazas con poco aporte de material calizo y gran abundancia de silíceo, como en este caso, presentan un horizonte Bt rojo muy característico, que está más desarrollado en la medida que las terrazas son más antiguas. Los colores medidos son 5 YR 3/4; 7, 5 YR 4/4 y 2,5 YR para las terrazas altas, 5 YR 4/6; 2,5 YR 6/6 y 10 YR 4/4, para las medias y 7,5 YR 4/6 y 10 YR 3/3 o 4/4, para los niveles inferiores.

Un hecho frecuente y ya señalado en las Hojas contiguas es que en la base de las terrazas más altas se observan claros rasgos de hidromorfismo, con concentraciones de óxidos de hierro y manganeso alrededor de los cantos. También hay concentraciones de carbonatos que cementan localmente los cantos; un hecho singular a destacar es que los niveles más alto y más bajo de las terrazas, curiosamente, están muy cementados.

Los depósitos aluviales de la red menor y la llanura de inundación tienen las mismas características litológicas que las terrazas, por los que a los cantos se refiere, pero en cuanto a la matriz, es mucho más abundante y de carácter limo-arcilloso.

Los suelos son menos evolucionados, en general pardos y pardo rojizos y en los sedimentos más recientes, suelos aluviales incipiente, con un horizonte orgánico bien desarrollado.

Por último, dentro del modelado fluvial, los conos de deyección son de pequeña importancia. Dan lugar a formas pequeñas, y sus depósitos, poco coherentes, están constituidos por arcillas y arenas con algunos niveles de cantos. Su composición es la derivada de los materiales subyacentes.

En cuanto al modelado de vertientes, los coluviones ocupan el lugar más representativo. Tapizan el pie de las laderas y dependiendo de los materiales de los que proceden, pueden distinguirse dos tipos:

- El primero, formado por gravas cuarcíticas dentro de una abundante matriz limo-arcillosa derivadas fundamentalmente de terrazas.
- El segundo, constituido por limos y arenas con esporádicos cantos de cuarcita. Proceden de las lutitas y fangos ocreos del Terciario y en ocasiones están muy removilizados por la actividad agrícola.

Atendiendo al modelado de carácter poligénico, hay que hacer mención a las superficies. Situadas en las partes altas de los interfluvios, están muy degradadas, ofreciendo una pequeña potencia de sedimentos que no supera en ningún caso los 0,50 m. Se trata de limos y fangos que incluyen cantos de cuarcita dispersos.

Los glacis, aunque de menor desarrollo superficial, tienen una mayor potencia, comprendida entre 1 y 1,5 m, con gravas y cantos de naturaleza similar a la de las terrazas, con matriz arenoso-arcillosa. A techo desarrollan un suelo rojo (2,5 YR y 7,5 YR). Localmente están cementados.

Por último, dentro del modelado lacustre, se describen las características de todos aquellos depósitos relacionados con zonas de encharcamiento temporal, como las lagunas o lavajos, que se instalan en las superficies de las terrazas, así como en las áreas de mal drenaje relacionadas con la red fluvial. Por lo general son depósitos arcillosos con cantos de cuarcita dispersos y con desarrollo de suelos pardos y grises de carácter vértico. El horizonte superior, orgánico, alcanza en ocasiones gran desarrollo.

## 5.6. EVOLUCION DINAMICA

Dada la ubicación de la Hoja dentro de este sector de la Cuenca del Duero, la evolución dinámica se caracteriza por una morfología de disección probablemente cuaternaria.

Los depósitos más antiguos relacionados con la disección, son los existentes en el cerro Cuesta Terrazo. Según la cartografía de Hojas adyacentes, el techo de estos depósitos enrasaría con otros de cotas algo superiores y que según algunos autores (GUTIERREZ ELORZA y CARRERAS SUAREZ, 1982), son atribuibles a la «Raña». Este término, actualmente controvertido, ofrece problemas a la hora de su aplicación dentro del ámbito de la Hoja. MARTIN-SERRANO (1988) en su trabajo sobre el sector occidental de la región zamorana concluye que no es posible separar «Raña» y «paisaje finineógeno» puesto que pueden ser una misma cosa, dándole un sentido morfológico, pero no cronológico considerando que constituye el final del ciclo sedimentario neógeno de la cuenca. Según esto, es el paso entre dos episodios geológicos contrapuestos o el paso de un régimen endorreico a otro exorreico.

La presencia en la Hoja de un único afloramiento de asignación dudosa (raña o terraza), tiene su solución en las Hojas que limitan al norte, concretamente en las de Herrera

de Pisuerga y Prádanos de Ojeda. De momento se ha considerado como la terraza más alta del Pisuerga, con una altura sobre cauce de + 140 m.

Al iniciarse el ciclo erosivo, los sistemas fluviales principales que arrancarían de la Cordillera Cantábrica serían el Pisuerga y el Valdavia, cuya confluencia estaría, en un principio, situada al norte de la actual. En el proceso de encajamiento, ambos ríos desarrollan numerosos niveles de terrazas, dando lugar una serie de plataformas escalonadas que ocupan gran parte de la mitad septentrional de la Hoja.

La morfología disimétrica de estos valles refleja la tendencia general de ambos. El Valdavia ha emigrado fundamentalmente hacia el sur y el Pisuerga hacia oriente. De los dos cursos, el distributivo principal, que llega hasta el colector del Duero, es el segundo, quizás debido a algún accidente del zócalo que canaliza el flujo a través de una línea de debilidad importante.

Un segundo encajamiento sería el de la red de drenaje secundaria, representado en este caso por el río Vallarna o arroyo de las Monjas. Este cauce podría haberse instalado, si se tiene en cuenta el número de terrazas que desarrolla y sus relaciones topográficas, a partir de la cuarta terraza de los ríos Pisuerga y Valdavia.

La tendencia de desplazamiento del Vallarna es precisamente la contraria a la del Pisuerga, es decir hacia el norte, siendo prácticamente paralelos. Esta contraposición implica que el encajamiento de los cursos de agua, en una zona considerada atectónica, de litología homogénea y disposición horizontal, se debe al funcionamiento de los accidentes profundos, que mueven y basculan bloques, aunque los desplazamientos sean de muy pequeña magnitud.

Finalmente, tiene lugar la instalación de la red fluvial menor, arroyos y barrancos, cuyos cursos rectilíneos, según direcciones preferentes (SO-NE y N-S), confirmarían lo expresado anteriormente.

Otros procesos más recientes, con funcionamiento actual, se describen en el siguiente capítulo, dedicado a morfodinámica.

## 5.7. MORFODINAMICA ACTUAL

La Hoja de Osorno, por su situación geológica y climática, no presenta procesos geológicos recientes, tanto denudativos como deposicionales, de gran envergadura. A todo ello contribuyen la disposición y naturaleza de los materiales, así como la configuración atectónica de la zona, generándose un relieve alomado, con una diferencia de cotas que no supera los 170 m, en el que la mayor parte de las vertientes están regularizadas.

Sin embargo, de forma puntual, pueden observarse algunos procesos que modifican ligeramente la morfología local. Entre ellos hay que destacar los de carácter fluvial, siendo los erosivos los dominantes. En este sentido, en los alrededores del Cerro Cuesta

Terrazo, la proliferación de cárcavas, barrancos, procesos de incisión vertical y retroceso de cabeceras, confieren a este sector del norte de la Hoja, un aspecto totalmente diferente al del resto de la misma. La pérdida de suelo y de material es importante, evauándose por los arroyos que con dirección aproximada N-S son tributarios del Boedo y del Valdavia.

La erosión lateral de los cauces mayores, Pisuerga y Valdavia, es digna de considerar. El primero, con su tendencia de desplazamiento hacia levante, y el segundo, hacia el sur, producen socavamientos laterales en las márgenes, aumentando las pendientes y desestabilizando en algunos puntos los taludes, como sucede al este de San Llorente de la Vega.

En cuanto a los procesos sedimentarios, los más evidentes, aunque de poca importancia, son los que se producen en los fondos de valle de los ríos Pisuerga y Valdavia, concretamente en las zonas de sedimentación de los meandros (*point bar*). En estas zonas se reconocen perfectamente las cicatrices de acreción lateral, produciéndose en la zona más próxima al cauce, modificaciones en la disposición de las barras.

Fuera del modelado fluvial, los únicos procesos destacables en la Hoja son los que hacen referencia al endorreísmo. Tanto las lagunas desarrolladas sobre las terrazas, como los encharcamientos que se producen en los bordes E y SE, son funcionales en épocas de lluvia; actúan como lagunas, produciéndose en ellas la actividad sedimentaria y química propia de estos medios.

Por las características ya conocidas de la zona, no se prevén cambios importantes, en un futuro próximo, en la actividad de los procesos morfológicos.

## 6. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la Hoja de Osorno aparece ligada a la evolución regional de la Cuenca del Duero y en particular a su mitad septentrional, así como a la evolución tectosedimentaria del borde meridional de la orla cantábrica. Por otro lado, en el área objeto de estudio no existe un registro sedimentario lo bastante completo como para establecer una cronología lo suficientemente detallada de los hechos que acontecieron durante el Terciario, que son los tiempos durante los cuales se construye y define la arquitectura de esta cuenca continental.

Es a finales del Cretácico superior o principios del Terciario, probablemente durante el Paleoceno, cuando se pasa a un régimen continental como consecuencia de la retirada de las aguas marinas que durante dicha época invadían toda esta región. Los movimientos larámicos son los responsables de una distribución geográfica de áreas emergidas con fuertes relieves, entre los que se crean subcuencas con subsidencias importantes, cuya disposición y geometría difieren notablemente de la actual.

Durante el Paleógeno se instala en los bordes de la Cordillera Cantábrica una orla de sistemas de abanicos aluviales con una distribución paleogeográfica localizada al menos de forma preferente, entre la zona de Guardo y Prádanos de Ojeda. Estos abanicos tienen situados sus ápices en el borde septentrional, a lo largo de una dirección E-O, presentando una ligera inflexión NO-SE correspondiente al accidente de Ventaniella, al sur de Cervera de Pisuerga, adaptando su morfología a las direcciones estructurales mesozoicas de la orla cantábrica en este sector. Hacia el este parecen recuperarse las direcciones (ONO-ESE), si bien son escasos los afloramientos de materiales paleógenos, ya que se encuentran generalmente enmascarados por los depósitos neógenos más recientes.

En general, se trata de grandes abanicos aluviales desarrollados en un ambiente de aridez, con una importante subsidencia. Se desconocen las facies distales de estos abanicos y su distribución paleogeográfica, ya que aquéllas quedan soterradas bajo los materiales miocenos.

Así pues, durante todo el Paleógeno acontece una serie de fases que tienen como consecuencia, por un lado la deformación de los materiales entonces sedimentados y, por otro, la creación de nuevos relieves y de sistemas de abanicos que se depositan en clara discordancia sobre los anteriores.

Estos hechos parecen acontecer hasta finales del Oligoceno y/o Mioceno inferior, momento en el que se produce una importante fase que configura la nueva geometría de la Cuenca del Duero, al menos en este sector, adoptando una disposición similar a la actual. La nueva arquitectura de los bordes cantábricos, incluidos los materiales paleógenos, es atribuida a las fases Castellana y Neocastellana.

De esta forma, se inicia a finales del Mioceno inferior un nuevo ciclo sedimentario continental que da lugar al inicio del relleno de la Cuenca del Duero.

El primer registro sedimentario aflorante en la Hoja corresponde a los depósitos lutíticos del Aragoniense superior en «Facies Tierra de Campos». Al parecer, éstos estarían

en relación con abanicos situados al norte y noroeste, correspondiendo dentro de la Hoja a un sistema de amplias llanuras aluviales con importante desarrollo de suelos, indicadores de etapas de no deposición. Hacia el sur y suroeste parecen existir cursos fluviales divagantes, de canales anastomosados relacionados con estas vastas llanuras aluviales que drenarían dicho sector meridional entre Palencia y Dueñas (CARRERAS *et al.* 1978).

Estas facies lutíticas ocreas parecen interdentarse en el sector de Melgar de Fernamental con facies rojas algo canalizadas («Facies Grijalba-Villadiego»), que se desarrollan en el cuadrante nororiental de la cuadrícula. Las paleocorrientes medidas, apuntan como direcciones de transporte dominantes procedentes del NNE y NE, es decir, de la orla cantábrica, situada inmediatamente algo más al norte, entre Alar del Rey y Villadiego. Este transporte se llevaría a cabo mediante un red fluvial divagante, de carácter meandriforme y efímero con importante desarrollo de llanuras de lodos y que se interdigitarían con los aportes procedentes de NO («Facies Tierra de Campos»).

En el Aragoniense superior, más concretamente en el Astaraciense, existe una ralentización de la sedimentación marcada por el desarrollo de paleosuelos, seguida de un importante proceso de no sedimentación y construcción de superficies de erosión, puesta claramente de manifiesto en áreas próximas sobre los relieves mesozoicos y paleógenos, finalizando así el ciclo sedimentario iniciado en el Astaraciense. De acuerdo con los datos bibliográficos, estos materiales serían sincrónicos con los depósitos correspondientes al ciclo del abanico poligénico de Aviñante (PORTERO *et al.* 1983), aunque se desconocen físicamente las interrelaciones entre ambos depósitos.

A partir del Astaraciense superior y tras un período erosivo y de no sedimentación, inicia otro ciclo deposicional con la instalación de un nuevo sistema fluvial con aportes procedentes de NE. Este sistema da lugar a los depósitos de la unidad «Facies de la Serna». En la zona central y nororiental de la cuenca se instala un régimen lacustre y lacustre salino con gran variedad de subambientes.

La relación entre ambos ambientes (fluvial y lacustre) se pone en evidencia en el cuadrante suroriental, concretamente en el cerro Santa Olalla, donde se observa como los cuerpos canalizados de la «Facies de la Serna» pasan lateralmente a un ambiente lacustre, mediante la construcción de pequeños aparatos deltaicos que vierten sus depósitos a lagos someros.

En la práctica totalidad de la Hoja, durante el Aragoniense superior y probablemente el Vallesense inferior tiene lugar una sedimentación fluvial con encajamiento de canales de diversa configuración, así como un amplio desarrollo de llanuras aluviales, acompañadas de procesos edáficos.

Estos depósitos parecen estar relacionados con las facies distales de los sistemas de abanicos aluviales de Cantoral y Guardo, desarrollados más al norte, en el borde del paleozoico de la Cordillera Cantábrica, que actúa como área madre de los abanicos.

A partir del Vallesiense inferior se desconocen en la Hoja de Osorno los procesos que acontecieron, así como el comportamiento de este área, ya que son los depósitos fluviales del Sistema Pisuerga, el único registro sedimentario que se tiene en la Hoja desde principios del Mioceno superior hasta comienzos del Pleistoceno.

No obstante, a nivel regional se sabe que a partir del Vallesiense y tras el inicio de la sedimentación de ambientes lacustre-palustres de las «Facies Cuestas», se produce una serie de episodios sedimentarios también fluviolacustres que aparecen separados en el tiempo por diferentes discontinuidades o eventos tectosedimentarios, de cuyo registro y datación, como ya se ha expuesto, no se tienen datos dentro de la Hoja.

El límite Plioceno-Cuaternario resulta controvertido y difícil de delimitar en la región. MARTIN-SERRANO (1988), en la zona occidental zamorana de la Cuenca del Duero, plantea ya esta problemática cronológica en relación con los episodios sedimentarios que caracterizan a las denominadas «series ocre», los depósitos tipo «raña» y los sistemas de terrazas fluviales desarrollados posteriormente. Para dicho autor la sedimentación de las «rañas» en las diferentes cuencas continentales y en particular de la submeseta norte estaría en relación con el paso en la cuenca de un régimen endorreico típico del Mioceno, a otro exorreico, así como con el inicio de la formación de la red fluvial que caracteriza al Cuaternario. Así pues, la «raña» tendría un sentido morfológico y no cronológico por lo que la edad de sus depósitos dependería de la evolución regional de la Cuenca del Duero y del sector a estudiar.

De todo ello se deduce lo problemático que resulta en la actualidad las dataciones de los sistemas fluviales que parecen cerrar el ciclo mioceno y de los que definen el nuevo ciclo fluvial cuaternario, convencionalmente fijado en el Pleistoceno inferior. Según esta interpretación clásica es durante el Pleistoceno, ya en el Cuaternario, se define la red fluvial actual, mediante la instalación principalmente de sistemas aluviales no definidos inicialmente, que poco a poco se van encajando y dejando depósitos de terraza, bastante representativos y cada vez más restringidos, observables dentro de toda la Hoja.

La evolución de la región durante el Holoceno aparece reflejada en los depósitos más recientes de la red fluvial y en los procesos morfodinámicos, cuyas características se describen en el apartado de Geomorfología.

## 7. GEOLOGIA ECONOMICA

### 7.1. RECURSOS MINERALES

En el ámbito de la Hoja estudiada, es bajo el aprovechamiento de sus sustancias minerales, el cual queda reducido al de las arcillas comunes y gravas.

#### 7.1.2. Minerales metálicos y no metálicos

No se conoce en la zona la existencia de ningún indicio.

#### 7.1.2. Minerales energéticos

Las arcillas carbonosas que, con carácter regional, se intercalan principalmente en las bases de las secuencias de las «Facies Cuestas», no llegan a constituir desarrollo lignítico alguno digno de consideración. Este hecho, unido a la existencia de solo un único cerro de reducidas dimensiones, representativo de estas facies, dentro de la Hoja, hace considerar como inapreciable la presencia de minerales energéticos.

#### 7.1.3. Rocas industriales

##### 7.1.3.1. Aspectos generales e históricos

Hasta hace varias décadas se desarrollaron «barreros» en Osorno y Melgar de Fernamental, utilizándose las arcillas comunes en la producción de tejas y ladrillos, aunque en la última época se producían principalmente estos últimos. El proceso de elaboración y secado era bastante artesanal, con economía básicamente familiar y difusión de su venta raramente superior a radios de 20-30 km. En las arcillas de Villasarracino y Arenillas de Riopisuerga esta actividad económica fue baja o muy baja, siendo de tipo bajo a medio solamente las de Melgar de Fernamental y Osorno.

Composicionalmente, estos materiales son arcillas limosas ocre, con fracción granulométrica arcillosa del 40-60%, lo que permitía efectuar mezclas de cocción (arcilla-arena), que mejoraban las características de cocción de unas arcillas excesivamente grasas. Su composición mineralógica ofrece alta proporción de illita (40%) y manifiesta presencia de caolinita (10%), que mejora la cocción. Es variable el contenido de carbonatos, hasta el punto de poder inutilizar su aprovechamiento, alto el de SiO<sub>2</sub> (50-55%) e intermedio el de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (19-20%).

Las terrazas y los cauces fluviales proporcionan gravas, que se aprovechan principalmente en Osorno (cauce activo y terrazas en el NE del pueblo) y Melgar de Fernamental (cauce activo y terrazas al O y N del pueblo). Las gravas corresponden a potencias de aprovechamiento no superiores a 5 m., con cantos de cuarcita, fundamentalmente y en menor proporción arena (e incluso arcilla), en una matriz arcillo-arenosa sin cementar. Los análisis realizados en este tipo de materiales señalan valores bajos en equivalentes en arena (16-50%), escasa presencia de materia orgánica (0,04-0,1%), existencia de sulfatos y granulometrías medias en torno a 1mm, si bien también son frecuentes valores de 2-3 cm (IGME 1976).

La explotación actual de dicha gravera está en relación con las obras de infraestructura que se están realizando en la zona.

### 7.1.3.2. *Descripción de los materiales*

#### 7.1.3.2.1. Arcillas comunes

Las dos antiguas arcilleras de Villasarracino se localizan en niveles relativamente altos de la «Facies Tierra de Campos». Se aprovecharon arcillas y limos ocre, con carácter masivo, lo que permitía establecer frentes sin apenas limitación litológica, únicamente con el condicionante de pequeñas intercalaciones limosas o carbonatadas.

Hoy se encuentran totalmente inactivas. En su momento fueron pequeñas explotaciones de carácter familiar, que con horno árabe y secado natural obtenían tejas y ladrillos para uso fundamentalmente local.

Composicionalmente, la materia prima presenta un componente esencialmente arcilloso (80%), con baja presencia de cuarzo (16%) y muy baja de calcita (4%). Entre los componentes arcillosos se han hallado valores de 56% de illita, 14% de clorita, 10% de caolinita e indicios de interestratificados.

En las tres antiguas arcilleras de Osorno se aprovecharon arcillas y limos de características muy parecidas a las ya mencionadas, pertenecientes a la unidad «Facies de la Serna».

Su utilización también fue equivalente a las de Villasarracino, aunque con mayor producción en Osorno (55.000 Tm/año). En cualquier caso, los frentes de explotación y la profundidad de laboreo eran pequeños, ya que a pesar de tratarse de litologías masivas, ocasionalmente interrumpidas por pequeñas intercalaciones arenosas, su aprovechamiento tenía pequeño desarrollo.

La proporción de arcilla es del 60% y de limo, del 30%. Químicamente tienen 55-60% de SiO<sub>2</sub>, 19% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,6% de K<sub>2</sub>O, 1,2% de CaO, 1,2% de MgO, etc. (IGME 1976). Mineralógicamente, se trata de materia prima muy apta para los fines a que se utilizaba, ya que incluye 15% de cuarzo, sin apenas presencia de carbonatos, con 61% de illita como mineral dominante, y apoyo complementario del 12% de caolinita y 12% de clorita.

En Melgar de Fernamental se sitúa también una antigua y pequeña arcillera que está hoy totalmente inactiva, habiendo tenido en su momento una producción de unas 20.000 Tmt/ año de tejas y ladrillos.

Se aprovecharon arcillas de las «Facies de Tierra de Campos» con pequeñas intercalaciones limosas y carbonatos. La materia prima incluye 37% de arcilla y 35% de limo fino. Su composición química es de 51% de SiO<sub>2</sub>, 20% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9% de CaO, 0,8% de MgO, 2,8% de K<sub>2</sub>O, etc. (IGME 1976). El contenido mineralógico de la fracción arcillosa es de 26% de illita, 15% de clorita y 7% de caolinita, sobre el total de la muestra.

En Arenillas de Riopisuerga existió una explotación muy pequeña de arcillas para tejas y ladrillos también en la «Facies Tierra de Campos» parecida a las anteriores. Su composición mineralógica está formada por 14% de cuarzo, 10% de calcita, 50% de illita, 9% de caolinita y el 17% de clorita. Con estos datos se observa la relativa buena calidad del producto, con la salvedad del contenido en carbonatos que oscila en esta facies entre 5% y 20%, destacando que esta misma unidad en (Osorno) su presencia en carbonatos es mucho menor.

#### 7.1.3.2.2. Gravas

En las terrazas bajas del arroyo Vallarna han existido dos graveras que aprovecharon niveles de pocos metros, con cantos predominantemente cuarcíticos (80-95%), con mucha menor presencia de areniscas (5-12%) y prácticamente ausencia de cantos de caliza.

En el dispositivo del río Valdavia se localizan seis indicios. De ellos, el emplazado en el cauce actual, en las inmediaciones de Abia de las Torres, está totalmente inactivo.

Carácter intermitente presentan dos graveras situadas en Osorno (terrazas bajas y altas). En la terraza baja se observa un claro dominio cuarcítico (80%), respecto a las areniscas (13%), cuarzo (5%) y carbonatos (2%), el tamaño medio de los ejes de los cantos, es el siguiente, de mayor a menor: 4,5 cm (centil 18 cm), 3 cm (centil 9,5 cm) y 18 cm (centil 6 cm). En la situada en la terraza alta, la composición de los cantos ofrece clara dominancia cuarcítica (95%), sobre areniscas (4%) y cuarzo (1%); el tamaño medio de sus ejes es de 3,8 cm (centil 19 cm), 2,7 cm (12,5 cm de centil), 1,6 cm (7,5 cm de centil).

De manera más continuada se aprovechan en Osorno las terrazas bajas de la confluencia del mencionado Valdavia con el río Boedo, próxima a los arroyos Valdelaguna y Fuente Cascajo. La materia prima (gravas en matriz areno-arcillosa), una vez lavada y clasificada, es utilizada en la planta hormigonera de Melgar de Fernamental. Se desarrollan graveras poco profundas y de extensión media. La composición de los cantos está formada por cuarcita (78-89%), arenisca (11-19%) y cuarzo ocasional (0-3%); el tamaño medio de sus ejes es de 4,7-5 cm, 3,2-3,3 cm y 2,2-2,3 cm, con tamaños máximos en cada caso de 20, 10 y 7 cm.

En las formaciones desarrolladas por el río Pisuerga, con varios metros de potencia, se aprovechan sus gravas en la planta hormigonera citada, originándose graveras inactivas actualmente o con actividad intermitente. Sus magnitudes de explotación tienen pequeña profundidad y considerable extensión.

La llanura de inundación se aprovecha actualmente en Osornillo, estando inactiva la gravera de Osorno. Se trata de cantos cuarcíticos (90%), con reducida proporción de cuarzo (5%) y areniscas (5%); el tamaño de sus ejes es de 5,8 cm (máximo 14 cm), 4 cm (máximo 9 cm) y 2,4 cm (máximo 3 cm).

## ROCAS INDUSTRIALES

NUMERO (Nº MRI)	COORDENA. UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
1 (-)	UM 769977	Arcillas comunes (facies Tierra de Campos)	Villasarracino Palencia	Inactiva	Antiguo barrero para obtención de ladrillos	—
2 (-)	UM 777978	Arcillas comunes (facies Tierra de Campos)	Villasarracino Palencia	Inactiva	Antiguo barrero para obtención de ladrillos	—
3 (-)	UM 804961	Gravas (terrazas aluviales)	Villaherreros (Fuente Andrino) Palencia.	Inactiva	—	—
4 (97)	UM 829981	Gravas (cauce del río)	Abin de las Torres Palencia	Inactiva	—	—
5 (-)	UM 855918	Gravas (terrazas aluviales)	Osorno (Santillana de Campos) Palencia	Inactiva	—	—
6 (99)	UM 873967	Arcillas (facies de Tierra de Campos)	Osorno Palencia	Inactiva	Antiguo barrero para obtención de ladrillos. Arcilla 60%; limo fino 20%; 19,63% $Al_2O_3$ ; 57,06% $SiO_2$ ; 1,21% CaO; 7,13% $Fe_2O_3$	—
7 (110)	UM 875960	Arcillas comunes (facies Tierra de Campos)	Osorno Palencia	Inactiva	Antiguo barrero para obtención de ladrillos	—
8 (100)	UM 886960	Arcillas comunes (facies Tierra de Campos)	Osorno Palencia	Inactiva	Antiguo barrero para obtención de ladrillos	—
9 (-)	UM 892977	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Osorno Palencia	Actividad intermitente	—	—
10 (-)	UM 895987	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Osorno Palencia	Activa	Lavado y clasificado en planta hormigonera de Melgar de Fernamental	Gravera
11 (-)	UM 898991	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Osorno Palencia	Activa	Lavado y clasificado en planta hormigonera de Melgar de Fernamental	Gravera
12 (-)	UM 896992	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Osorno Palencia	Activa	Lavado y clasificado en planta hormigonera de Melgar de Fernamental	Gravera

NUMERO (N° MRI)	COORDENA. UTM	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
13 (-)	UM 900009	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Osorno Palencia	Actividad intermitente	Lavado y clasificado en planta hormigonera de Melgar de Fernamental	Gravera
14 (113)	UM 950893	Gravas (terrazas aluviales, cauce activo)	Lantadilla Palencia	Actividad intermitente	Pequeña planta de tratamiento y clasificación	Gravera
15 (-)	UM 947908	Gravas (terrazas aluviales)	Osornillo Palencia	Actividad intermitente	Se trata y clasifica en la pequeña planta de Lantadilla	Gravera
16 (-)	UM 990896	Arcillas (facies Tierra de Campos)	Arenillas de Riopisuerga Burgos	Inactiva	Antiguo barrero para obtener ladrillos	—
17 (111)	UM 984915	Gravas (terrazas aluviales)	Arenillas de Riopisuerga- Burgos	Inactiva	—	—
18 (107)	JM 9893956	Arcillas (facies Tierra de Campos)	Melgar de Fernamental Burgos	Inactiva (caducado P.I. n° 4026)	Antiguo barrero para obtener ladrillos. Arcilla 37%; limo fino 35%; Illita 26%; clorita 15%; caolinita 7%; 50,79% Si O <sub>2</sub> ; 19,66% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 8,82% CaO; 4,60% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	—
19 (106)	UM 968953	Gravas (terrazza aluvial)	Melgar de Fernamental Burgos	Inactiva	—	—
20 (104)	UM 943958	Gravas (terrazas aluviales y cauce activo)	Melgar de Fernamental Burgos	Activa intermitente	Tratamiento en la planta hormigonera cercana	Gravera
21 (101,102, 103)	UM 946966	Gravas (terrazas aluviales y cauce activo)	Melgar de Fernamental Burgos	Activa intermitente	Tratamiento en la planta hormigonera cercana	Gravera
22 (-)	UM 986990	Gravas (terrazza aluvial)	Melgar de Fernamental Burgos	Actividad intermitente	Tratamiento en la planta hormigonera cercana	Gravera
23 (93)	UM 980004	Gravas (terrazza aluviales y cauce activo)	Melgar de Fernamental Burgos	Inactiva	—	—

Las terrazas bajas son explotadas con carácter intermitente (Lantadilla, O. de Melgar) o incluso está abandonada su explotación (Arenillas de Riopisuerga). Dominan los cantos cuarcíticos (70-95%), siendo el resto de areniscas y cuarzo en proporción similar. Los ejes corresponden a medias de 5,5-6 cm, 3,5-4 cm y 1,5-2,5 cm con tamaños máximos respectivos de 19 cm, 11 cm y 9 cm.

Las terrazas medias también son útiles para poder obtener gravas o haberlas obtenido en Melgar de Fernamental. Su aprovechamiento y magnitud de las explotaciones es variable. Los cantos son de cuarcitas (81%), areniscas (12%) y cuarzo (7%). El tamaño medio y máximo de sus cantos es de 5,8 - 17 cm, 4 - 15 cm y 2 - 11 cm.

## 7.2. HIDROGEOLOGIA

a zona objeto de estudio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Duero.

El clima es de tipo mediterráneo seco, con una temperatura media anual de 11°C, con variaciones de máximas y mínimas entre 20 y 3°C. La precipitación media anual para el período 1940-85 es de unos 500 mm.

La red hidrográfica comprende dos ríos principales, el Pisuerga y el Valdavia, en los que desemboca a su vez, numerosos cauces y arroyos en su mayoría de carácter estacional. Así el Valdavia recibe las aguas del río Boedo y el Pisuerga recibe las aguas del río Vallarna.

Derivado del cauce del río Pisuerga y prácticamente paralelo a su curso se encuentra el Canal del Pisuerga, que se utiliza para los regadíos de la margen derecha del Pisuerga. Por este mismo margen discurre también el Canal de Castilla, asimismo aprovechado para regadíos.

Según la zonificación hidrológica establecida por el Plan Hidrológico del Duero (ver figura nº 10) la Hoja de Osorno pertenece a la denominada Zona Hidrológica nº II (Pisuerga) abarcando parcialmente las subcuencas C-9 (Río Valdavia); C-86 (Subcuenca C-8); C-10 (Subcuenca C-10) y C-11 (Río Odra), correspondiendo la mayor parte de la hoja a la subcuenca C-10, que tiene un conjunto más aportaciones medias anuales del orden de los 643 hm<sup>3</sup>/a.

Según el P.H.D. la demanda para usos urbanos es inferior a 0,3 hm<sup>3</sup>/a en la subcuenca C-10, mientras que la demanda agrícola se estima en 2,7 hm<sup>3</sup>/a, de la cual, más del 80% se satisface con aguas de origen superficial.

En cuanto a la calidad química de dichas aguas se ha establecido una calificación de buena calidad para las aguas del río Pisuerga en todo su recorrido por la Hoja.

Hidrogeológicamente, se enmarca dentro del Sistema Acuífero nº 8, participando de dos regiones (ver figura nº 11): La Región Ibérica, en su parte septentrional y oriental y la Región de Esla-Valderaduey correspondiente a la franja de la margen derecha del río Valdavia.

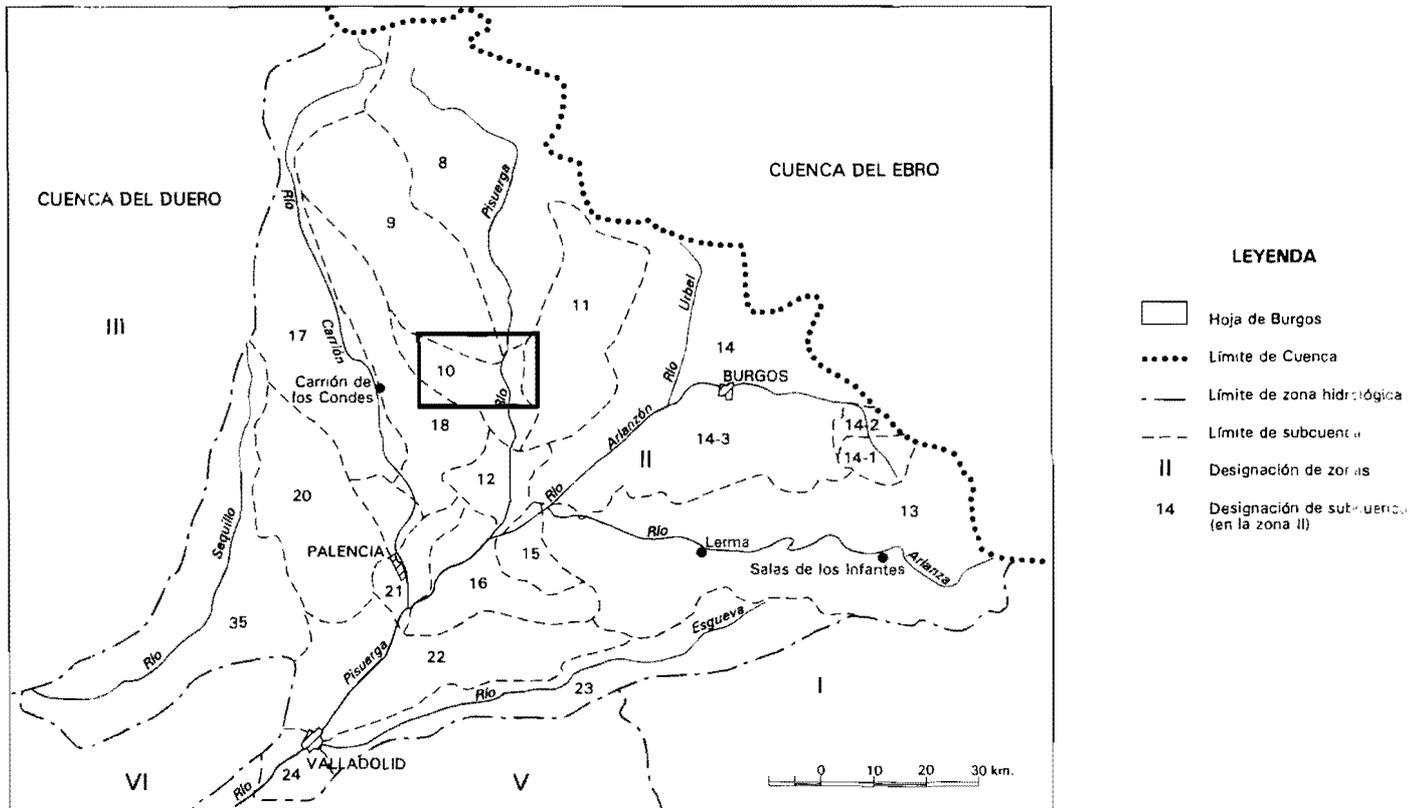
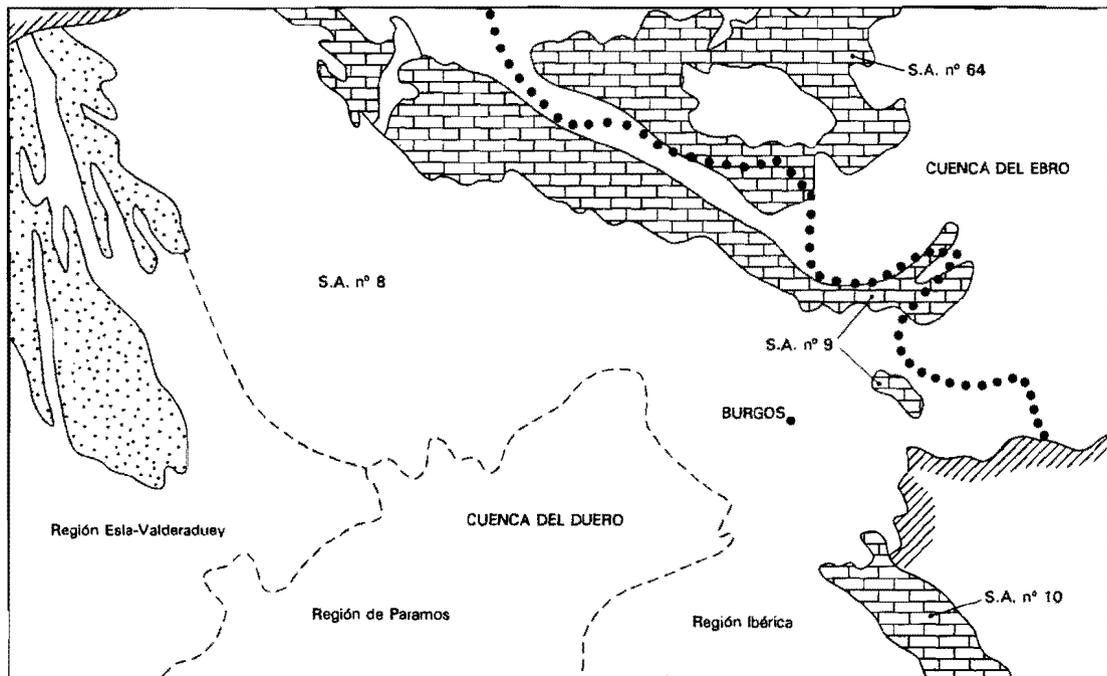


Fig. 10.- Zonación hidrológica (Datos del P.H.D.)



 Acuíferos carbonatados

 Acuífero superficial (Rañas)

 Acuífero detrítico

●●●● Límite de Cuenca Hidrográfica

— Límite de sistema acuífero

- - - Límite de región (En el S.A. nº. 8)

//// Borde impermeable

Fig. 11.- Enmarque de distribución de sistemas acuíferos

**CUADRO N° 16**

**RESUMEN DE INVENTARIO - HOJA DE OSORNO (17-10)**

PROFUNDIDAD (M)			RED				Uso agua
N° Punto	Naturaleza	Cota (m)	Surgencia	piezométrica	R.V.C.	Q (l/s)	
1710-1001	Sondeo	230/850	x	x	x		Abastecimiento
1710-2001	Sondeo	80/820	x				Agricultura
1710-2002	Sondeo	100/815	x				
1710-4001	Sondeo	314/815					Abastecimiento-Ganadería
1710-5001	Sondeo	220/843	x	x			Abastecimiento
1710-5002	Sondeo	200/826	x	x	x		Ganadería
1710-5003	Sondeo	171/822	x	x			Abastecimiento
1710-7001	Sondeo	180/803	x	x			Agricultura

Este sistema está constituido por sedimentos detríticos terciarios a modo de lentejones de arenas dispersos en una matriz arcillo-limosa, donde los primeros constituyen niveles acuíferos mientras que la matriz se comporta como un acuitardo.

La distribución, potencia y frecuencia de los lentejones arenosos condiciona tanto los parámetros hidráulicos como el funcionamiento hidráulico del acuífero. El conjunto se comporta como un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, confinado o semi-confinado según zonas. La recarga se efectúa por la infiltración de agua de lluvia estableciéndose una circulación subterránea hacia el sur, hacia la región de los páramos (fuera del ámbito de la Hoja) a la que recarga lateralmente.

Los sondeos existentes en la hoja son escasos y presentan una profundidad media de 200 m. De los pocos datos litológicos aportados por dichos sondeos se observa que los mejores niveles acuíferos se localizan por debajo de los 100 m. de profundidad. Son frecuentes los de surgencia, debido al régimen de confinamiento en que se hallan los niveles acuíferos.

Los caudales de explotación son bajos (menos de 5 l/s) utilizándose para regadíos particulares y abastecimientos a pequeños núcleos urbanos.

Los materiales cuaternarios (terrazas y aluviales) presentan una permeabilidad media; no obstante, su escasa potencia así como su disposición espacial reduce el interés hidrogeológico de estos materiales que funcionarán como acuíferos colgados (terrazas) o bien relacionados con los cauces de los ríos (aluviales y terrazas más bajas). Estos últimos son explotados tradicionalmente mediante pozos escavados de gran diámetro, utilizándose para regadíos de pequeñas huertas.

En cuanto a la calidad química, los análisis disponibles clasifican las aguas subterráneas como bicarbonatada cálcico-magnésica con conductividades del orden de 500 s/cm, aumentando hacia el SE.

### 7.3. GEOTECNIA

Para la elaboración de este apartado se ha realizado previamente un informe geotécnico general de la Hoja a escala 1: 100.000, del cual se ha extraído una síntesis que aquí se expone. Este informe se encuentra en el Centro Documental del ITGE, formando parte de la documentación complementaria de la Hoja.

El método de elaboración seguido, ha consistido en la división de la superficie en áreas de comportamiento geotécnico diferente. Estas a su vez divididas en zonas que agrupan unidades litológicas de similares características que corresponden con las unidades cartográficas que figuran en la leyenda general del mapa geológico.

El criterio utilizado para la división de estas áreas ha sido fundamentalmente geológico, entendido como una síntesis de aspectos litológicos, geomorfológicos e hidrogeoló-

gicos, que analizados conjuntamente, dan a cada zona un comportamiento geotécnico. Se valora cualitativamente la permeabilidad, el drenaje, la ripabilidad, la capacidad de carga e igualmente se mencionan los posibles riesgos geológicos que pueden afectar a cada zona.

En la Hoja de Osorno se han diferenciado siete zonas en las que se agrupan las siguientes unidades cartográficas y que se encuentran representadas en el cuadro adjunto. Estas zonas son:

Zona I<sub>1</sub>: Unidades 1, 2 y 4

Zona I<sub>2</sub>: Unidades 3 y 5

Zona I<sub>3</sub>: Unidades 6

Zona II<sub>1</sub>: Unidades 7 y 8

Zona II<sub>2</sub>: Unidades 9

Zona II<sub>3</sub>: Unidades 10, 11 y 12

Zona II<sub>4</sub>: Unidades 13 y 14

### 7.3.1. Zonas y unidades cartográficas con características geotécnicas similares

En la Hoja de Osorno aparecen depósitos terciarios, en general lutitas con niveles de paleosuelos y paleocanales, y depósitos cuaternarios, formados por gravas, arenas, arcillas y limos.

Las características geotécnicas de estos materiales son las siguientes:

#### **Zona I<sub>1</sub>:**

Son lutitas ocre, calizas limolíticas arenosas y lutitas con paleocanales. Es una zona de pendientes suaves, donde se ha encajado una densa red de drenaje.

Se consideran materiales impermeables, siendo su drenaje principal por escorrentía. No se encuentra un nivel freático definido que pueda influir geotécnicamente, solamente cabe esperar concentraciones de agua de escasa entidad, que dará lugar a pequeños rezumes en excavaciones que los afecten.

Son materiales de fácil ripabilidad, aunque existen zonas donde aparecen paleocanales, que puedan dificultar el ripado. Cualitativamente presentan una capacidad de carga moderada entre media y baja, pudiendo aparecer en cimentaciones, asientos diferenciales.

El riesgo geológico más relevante, es la fácil erosionabilidad que presentan estos materiales.

#### **Zona I<sub>2</sub>:**

Son lutitas rojas con paleocanales. Al igual que en la zona anterior, su morfología se caracteriza por pendientes suaves.

Son materiales impermeables, siendo el drenaje por escorrentía; su ripabilidad es fácil, a excepción de las áreas donde aparecen paleocanales, y la capacidad de carga varía entre media y baja. Como en el caso anterior la fácil erosionabilidad de los materiales, constituye el riesgo geológico más relevante. Igualmente, pueden aparecer en cimentaciones asientos diferenciales.

### **Zona I<sub>3</sub>:**

Aparece exclusivamente, en el Cerro de Santa Olalla; constituida por margas blancas y lutitas con intercalaciones de calizas y niveles arenosos en la base.

Las pendientes más pronunciadas en este lugar, originan la acentuación de los fenómenos erosivos, ayudados por el drenaje que se efectúa por escorrentía.

Son en general ripables, aunque existen niveles calcáreos donde la ripabilidad se hace algo más difícil; la capacidad de carga se puede definir como media.

El riesgo geológico presente en la zona, es el fenómeno de reptación que aparecen en las margas.

### **Zona II<sub>1</sub> y II<sub>2</sub>**

Constituyen los depósitos de terraza. Se han dividido en dos zonas, por criterios exclusivamente geomorfológicos e hidrogeológicos; aunque sus litologías son similares, el comportamiento geotécnico puede variar según la altura del nivel freático.

En general son materiales permeables, donde el drenaje se efectúa por infiltración.

De fácil ripabilidad, la capacidad de carga que presentan es media. El carácter errático de los materiales puede provocar asientos diferenciales.

En las excavaciones en que se intercepta el nivel freático, pueden presentarse problemas de agotamiento, sobre todo en las terrazas más bajas.

Son materiales que presentan buena aptitud para usarse como préstamo.

### **Zona II<sub>3</sub>**

Se han agrupado, en esta zona los depósitos que constituyen los glacia, coluviones y conos de deyección, formados por arcillas, limos, arenas y cantos.

Son depósitos de permeabilidad variable, cuyo drenaje se efectúa por escorrentía e infiltración.

La ripabilidad es fácil, y la capacidad de carga varía entre media y baja. No se aprecian riesgos geológicos específicos.

## **Zona II<sub>4</sub>**

La forman los materiales que constituyen los fondos de valle y la llanura de inundación de los ríos Valdavia, Pisuerga y Boedo.

La escasa compactación y el carácter errático de los materiales indica que la capacidad de carga es media-baja, dando lugar, igualmente, a la posibilidad de asientos diferenciales en las cimentaciones.

La ripabilidad es fácil y la presencia del nivel freático a escasa profundidad, puede provocarse problemas de agotamiento en excavaciones.

El riesgo geológico que presenta esta zona está asociado a las inundaciones que pueden provocarse por la crecida de los ríos.

## LEYENDA

ZONA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD		CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
II <sub>4</sub>	13 y 14	CUATERNARIO	HOLOCENO	L: Llanura de inundación y fondos de valle. Arenas, arcillas y cantos. P: p. D: i. Rp: r. Q: b-m.b. R: Problemas de inundación. N: Freático alto. Problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones. Asientos diferenciales. Escasa compactación.
II <sub>3</sub>	10, 11 y 12		PLESTOCENO - HOLOCENO	L: Glacis, coluviones y conos. Arcillas, limos, arenas y cantos. P: p-sp. D: i + e. Rp: r. Q: m-b. R: No se aprecian riesgos geológicos naturales. Posibilidad de niveles colgados de agua.
II <sub>2</sub>	9		PLESTOCENO	L: Terrazas bajas. Gravas, arenas y arcillas. P: p. D: i. Rp: r. Q: m. R: Posibilidad de asientos diferenciales. Nivel freático alto. Problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones.
II <sub>1</sub>	7 y 8		PLEISTOCENO	L: Terrazas altas y medias. Gravas, arenas y arcillas. P: p. D: i. Rp: r. Q: m. R: Posibilidad de asientos diferenciales. Nivel freático alto. Problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones.
I <sub>3</sub>	6	TERCIARIO	MIOCENO SUPERIOR	L: Margas blancas y lutitas con intercalaciones de caliza. P: i. D: e. Rp: r. Q: m - b. R: Fácil erosionabilidad.
I <sub>2</sub>	3 y 5		MIOCENO MEDIO	L: Lutitas rojas con paleocanales. P: i. D: e. Rp: r. Q: m-b. R: Fácil erosionabilidad.
I <sub>1</sub>	1, 2 y 4		MIOCENO MEDIO	L: Lutitas ocreas, calizas limolíticas arenosas y lutitas con paleocanales. P: i. D: e. Rp: r. Q: m-b. R: Fácil erosionabilidad. Posibilidad de asientos diferenciales.

### CUADROS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES DE LAS DIFERENTES UNIDADES CARTOGRAFICAS.

**L:** litología; **P:** Permeabilidad (p: permeable; sp: semipermeable; i: impermeable); **D:** drenaje (i: infiltración, e: escorrentía; i + e: ambas a la vez); **Q:** Capacidad de carga (a: alta; m: media; b: baja; mb: muy baja); **Rp:** Ripabilidad (r: ripable; nr: no ripable); **R:** riesgo geológico.

### 3. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (P.I.G.)

En la Hoja de Osorno se han inventariado y catalogado seis Puntos de Intrerés Geológico, habiéndose seleccionado y desarrollado tres de ellos.

No se han observado lugares que precisen de especial protección con vistas a su conservación como patrimonio natural.

#### 8.1. RELACION DE LOS PUNTOS INVENTARIADOS

La relación de los puntos inventariados es la siguiente:

- Cerro de Santa Olalla.
- Curso medio-bajo del río Valdavia
- Meandros y terrazas del Curso medio del río Pisuerga.
- «Facies de la Serna» en Osorno.
- Sección del Mioceno superior en Espinosa de Villagonzalo.
- Suelos calcimorfos en las «Facies Tierra de Campos».

La testificación realizada de la metodología que se ha empleado permite afirmar que la relación de puntos seleccionados e inventariados refleja con cierta exactitud las características geológicas y geomorfológicas de la Hoja, ya que de los puntos inventariados tienen como interés principal:

Geomorfológico 33%

Sedimentológico 50%

Estratigráfico 17%

En el cuadro siguiente se exponen los diferentes puntos inventariados atendiendo al tipo de interés de cada uno de ellos.

<b>INTERES PRINCIPAL</b>	<b>DENOMINACION DEL PUNTO</b>
Estratigráfico	Sección del Mioceno en Espinosa de Villagonzalo.
Sedimentológico	Cerro de Santa Olalla. «Facies de la Serna» en Osorno. Suelos calcimorfos en «Facies Tierra de Campos».
Geomorfológico	Curso medio-bajo del río Valdavia. Meandros y terrazas del curso medio del río Pisuerga.

Todos estos puntos se han clasificado, además de por su contenido e interés principal, de acuerdo con su utilización (Turística, Didáctica, Científica y Económica), así como por su repercusión dentro del ámbito local, regional, etc.

Por último, se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), existe para su consulta un informe más amplio con descripciones y documentación gráficas de los puntos inventariados y seleccionados.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD (1987). Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000. Inst. Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España.
- AGUIRRE, E., CARBONELL, E., y BERMUDEZ DE CASTRO (edit) (1987). *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca I*. Junta de Castilla y León: 439 pp
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M y PEREZ GONZALEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, 6: 7-29.
- ALBERDI, M.T., LOPEZ, N., MORALES, J., SESE, C. y SORIA, D. (1981) Bioestratigrafía y biogeografía de la fauna de mamíferos de los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios geol.*, 37: 503-511.
- ALONSO GAVILAN, G., ARMENTEROS ARMENTEROS, I., DABRIO GONZALEZ, C.J. y MEDIAVILLA LOPEZ, R.M. (1987). Depósitos lacustres terciarios de la cuenca del Duero (España). *Studia Geologica Salmanticensis*, 1: XXIV: 3-47.
- ALVAREZ SIERRA, M.A., GARCIA MORENO, E. Y LOPEZ MARTINEZ N. (1985). Biostratigraphy and paleoecological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. *Abstract VIII Congress of the RCMNS, Budapest, 1985*: 56-67.
- ARAGONES, E. (1978). Mapa Geológico de España a E 1:50.000. Memoria de la Hoja 16-09 (Saldaña). IGME. de Industria.
- ARAGONES, E. (1978). Informe sedimentológico sobre las Hojas geológicas MAGNA de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero. IGME. Inédito.
- ARMENTEROS, I. (1986). *Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del sector suro-oriental de la Depresión del Duero* Ed. de la Dip. de Salamanca. Serie Castilla y León 470 pp.
- ARMENTEROS, I.; GONZALEZ, J.A.; CIVIS, J. y DABRIO, C. (1986). El problema del Neógeno superior en la Cuenca del Duero: Nuevos Datos Paleontológicos (invertebrados) en el sector Peñafiel-Almazán. *Estudia geológica Salmanticensis*, 22: 277-291.
- CARBONNEL, G. (1969). Les ostracodes du Miocene Rhodien. Systématique, biostratigraphie écologique, paléobiologie. *Doccum. Lab. Geol. Fac. Sci., Lyon*, 32 (1-2): 1-169.
- CAMARA RUPELO, P. La terminación estructural occidental de la cuenca vasco-cantábrica. *Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo (A.G.G.E.P.). Libro Homenaje a Rafael Soler 1989*: 27-35.
- CARRERAS, F. (1978). Mapa Geológico de España E 1:50.000. Memoria de la Hoja 16-10 (Carrión de los Condes) IGME. Minist. de Industria.

- CIRY, R. (1939). *Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 74: 504 pp.
- CIVIS, J.; GARCIA, J.M. y JIMENEZ, E. (1982). Ostracofauna de la facies «Cuestas» en el borde occidental de la Cuenca del Duero. *1.ª Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros*, 6 (1), 153-167.
- COLMENERO, J.R.; MANJON, M.; GARCIA RAMOS, J.C. y VARGAS, I. (1982). Depósitos aluviales cíclicos en el Paleógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 185-196.
- CORRALES, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., POL, C. y ARMENTEROS, I. (1978). Las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero. *Publicaciones del Departamento de Estratigrafía. Universidad de Salamanca*. 19: 1-16.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1954). Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. *Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 215-227.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 60, 109-126.
- CRUSAFONT PAIRO, M. y MIGUEL CELORRIO, J. (1959). Sobre un yacimiento de mamíferos fósiles en Aranda del Duero (Burgos). *Estudios geol., vol. XV. Homenaje a M. San Miguel de la Cámara*: 111-118.
- EVERS H. J. (1967). Geology of the Leonides between the Bernesga and the Porma rivers. Cantabrian mountons NW Spain. *Leidse Geol. Meded.* 41: 83-151.
- FREYTET, P. (1973). Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the U. Cretaceous and L. Eocene of Languedoc. *Sedimentary Geology*, 10: 25-60.
- GARCIA, J. y ALBERDI, M.T. (1968). Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arevalo. *Bol. Real Soc. Española Hist. Nat. (Biol)*, 66: 141 - 149.
- GARCIA MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontología i Evolució*, 22: 103-112.
- GARCIA PRIETO, J.F.; NOZAL MARTIN, F.; PINEDA VELASCO, A y WOUTERS DE VRIERS, P.F. (1989) Superficies de erosión neógenas y neotectónicas en el borde NE de la Cuenca del Duero. *Geogaceta*, 7: 38-40.
- GARCIA RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R.; MANJON, M. y VARGAS, I. (1982). Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico Mineros, IGME*, 6 (1): 275-289.

- GARCIA ABAD, FJ. y REY SALGADO J. (1973). Cartografía del Terciario y Cuaternario de Valladolid. *Bol. Geol. Min.* 84 (4): 213-224.
- GARZON HEYDT, G. y LOPEZ MARTINEZ, N., (1978). Los roedores fósiles de Los Barros (Avila). Datación del Paleógeno continental en el Sistema Central. *Estudios geol.*, 39: 671-675.
- GONZALEZ, I.A.; VALLE, M. F.; SIERRA, F., y FLORES, J. (1986). Distribución de los foraminíferos, moluscos y ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos. *Estudia Geológica Salmanticensis*, XXII, 277-291.
- GONZALEZ, A.; PARDO, G. y VILLENA, J. (1988). El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas. *II Congreso de Geología de España S.G.E. Granada*. I: 175-184.
- HERAIL, G (1984). *Geomorphologie et géologie de l'or détritique. Piemonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de L'Espagne*. Ed. du CNRS. 506 p. Toulouse.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Mem. Com. Inv. Paleont. Prehist. J.A.E.J.C.* 37 pp.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Memorias de la Comisión de Investigación Paleontológica y Prehistórica*, 5: 75 pp.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1930). Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la alta planicie de Castilla la Vieja. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat:* 30 pp.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1932). Síntesis geográfica y geológica de España. Junta de Ampliación. *Est. Trab. M. Cienc. Natu. Serv. Geol.*, 38: 584 pp.
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a E. 1:200.000, 1ª serie. Burgos (nº 20). Minist. de Industria.
- GME (1973). Mapa Metalogenético de España a E 1:200.000, 1ª serie. Burgos (nº 20) Servicio Publicaciones del Minist. de Industria.
- IGME (1976). Mapa de Rocas Industriales a 1:200.000. Burgos (nº 20). Servicio de Publicaciones del Minist. de Industria.
- LOPEZ MARTINEZ, N. y SANCHIZ, F. de B. (1979). Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros, IGME*, 6 (1): 341-353
- LOPEZ MARTINEZ, N., SESE BENITO, C. y SANZ GARCIA, J. L. (1977). La microfauna (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España). *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 8: 47-73.

- LOPEZ, N.; AGUSTI, J.; CABRERA, L.; CALVO, J. P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAANS, R.; DIAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MORALES, J.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTIES-TEBAN, C. y TORRES, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *VIII th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Symposium on Late Cenozoic Mineral Resources. Hungarian Geological Survey. Abstracts.*, LXX: 383-391.
- LOPEZ MARTINEZ, N., GARCIA MORENO, E., ALVAREZ SIERRA, M. A. (1986). Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII: 191-212.
- MAABESOOOME, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Bassin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 24: 21-180.
- MABESOOOME, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geol.*, 17, 2: 101-130.
- MEDIAVILLA, R.M. (1986-87). sedimentología de los yesos del Sector Central de la Cuenca del Duero. *Acta Geol. Hisp.*, 21-22 (1): 35-44.
- MEGIAS, A.G. (1982). Introducción al análisis tectosedimentario. Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas V congreso latinoamericano de geología*, 1: 385-402.
- MEIN, P. (1975). Proposition de biozonation du neogène Méditerranéen a partir des mamifères. *Actas I Col. Int. Biostra. Neog. Sup. Cual. inf. Trab. Neog. Cuat.*, 4: 112-113.
- MEIN, P. (1976). Biozonation du Néogène méditerranéen à partir des mammifères. *Procc. VI. Congreso R.C.M.M.S. Bratislavia. Sept.*, 4-7 (1975): 2.
- MANJON, M.; COLMENERO, J. R.; G. RAMOS, C. y VARGAS, I (1979). Génesis y distribución espacial de los abanicos aluviales siliciclásticos del Terciario Superior en el borde N. de la Cuenca del Duero (León-Palencia), 1ª Reun. Geol. Cuenca del Duero. *Temas Geológico Mineros IGME (1982)*, 6 (1): 357-370.
- MANJON, M.; RAMOS, L. C.; COLMENERO, J. R. y VARGAS, I. (1979). Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. 1ª Reun. Geol. Cuenca del Duero. *Temas Geológico Mineros. IGME. (1982)*, 6 (1): 373-388.
- MANJON RUBIO, M. (1969). *El Terciario de Herrera de Pisuerga*. Tesis de Licenciatura (Inédito).
- MARTIN-SERRANO (1988). *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del macizo hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos Diputación de Zamora. 1988, 311 pp.
- MARTIN-SERRANO, A. (1989). Características, rango, significado y correlación de las series ocreas del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 239-252.

- MEDIAVILLA R. M. y DABRIO C. J. (1987). Tectonics is a major control of sedimentation and facies distribution in the Neogene of the Duero Born (Spain) *Int. Sedim. 8th. Regional Meeting of Sedimentologist. Abstracts*: 346-347.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1986). Sedimentología de los yesos del sector central de la Depresión del Duero. *Acta Geológica Hispánica*, 21-22: 35-44.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el sur de la provincia de Palencia. *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (Unidad 4. Neógeno de la Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 293-310.
- MELENDEZ, A., PARDO, G., PENDON, J. G. y VILLENA, J. (1979). Una etapa de comunicación entre las cuencas de Calatayud y Almazán durante el Mioceno superior. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros, IGME (1982)*, 6 (2): 415-429.
- MOLINA, F. y ARMENTEROS I. (1986). Los arrasamientos plioceno y pliopleistoceno en el sector sur-oriental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologia Salmanticensia*, XXII: 293-307.
- OLIVE DAVO, A.; PORTERO GARCIA, J. M.; DEL OLMO ZAMORA, P.; ARAGONES VALLS, E.; CARRERAS SUAREZ, F.; MOLINA E.; GUTIERREZ ELORZA (1979). El sistema de terrazas del río Carrión. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca. Temas Geológico Mineos, IGME (1982)*, 6(2): 451-463.
- OLMO, P. DEL, y PORTERO, J.M. (1982). Hoja MAGNA de Dueñas (n.º 311). IGME.
- ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio de las facies detríticas del Terciario continental del Sector oriental de la Cuenca del Duero. *Estudios Geol.*, 32: 179-88.
- ORDOÑEZ, S. GARCIA DEL CURA, M. A. y LOPEZ AGUADO, F. (1981). Chemical carbonated sediments in continental basin: the Duero Basin. *Int. Ass. Sedim, 2nd. European Meeting. Abstracts*: 130-133.
- PEREZ GONZALEZ, A. (1979). El límite Plioceno-Pleistoceno en la submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos. *Trabajos Neógeno Cuaternario* 9: 19-32.
- PEREZ GONZALEZ, A. (1982). *Neógeno y Cuaternario de la Llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo*. Tesis Doctoral Editorial de la Univ. Complutense de Madrid. 787 pp.
- PEREZ GONZALEZ, A.; VILAS MINONDO, L.; BRELL, J.M. y BERTOLIN PEREZ, M. (1971). Las series continentales al E. de la Sierra de Altomir. *Congreso Hispano-Luso-Americano Geol. Econ. Madrid-Lisboa*, 1: 367-376.

- PORTERO GARCIA, J. M., OLMO ZAMORA, P., RAMIREZ DEL POZO, J. y VARGAS ALONSO, I. (1979). Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico-Mineros*, IGME (1982), 6 (1): 11-37.
- PORTERO, J.M.; DEL OLMO, P. y OLIVE, A. (1983). El Neógeno de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero. «Geología de España». *Tomo II Libro Jubilar J.M. RIOS*, IGME, 2: 494-501.
- POZO, M. CARAMES M y FONOLLA F. (1984). Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en el sector central de la Cuenca del Duero. *Rev. Mat. Proc. Geol.*, V (II): 95-113.
- ROYO GOMEZ (1926). Tectónica del Terciario continental Iberico. *Bol. Ins. Geol. y Minero de España*, 47: 131-168.
- SANCHEZ BENAVIDES, F.J.; DABRIO, C.J. y CIVIS, J. (1989). Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la Depresión del Duero). *Studia geologica Salmanticensia*, 5: 311-331.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de la distribución de facies de la Cuenca del Duero. Proyecto MAGNA. IGME (Inédito).
- SANCHEZ DE LA TORRE, L.; PAVON MAYORAL, I.; GARCIA ARGÜESO, J. M.; MANJON, M. y COLMENERO, J. R. (1975). Mapa Geológico de España. E. 1.50.000. 2ª serie. Astudillo (237) IGME. Minist. de Industria.
- SERRANO OÑATE, A. MARTINEZ DEL OLMO, W. y CAMARA RUPELO, P. (1989) Diapirismo del Triás salino en el dominio Cántabro-Navarro. *Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo (A.G.E.P.). Libro Homenaje a Rafael Soler*.
- SEVILLA GARCIA, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología i Evolució*, 22: 113-233.

