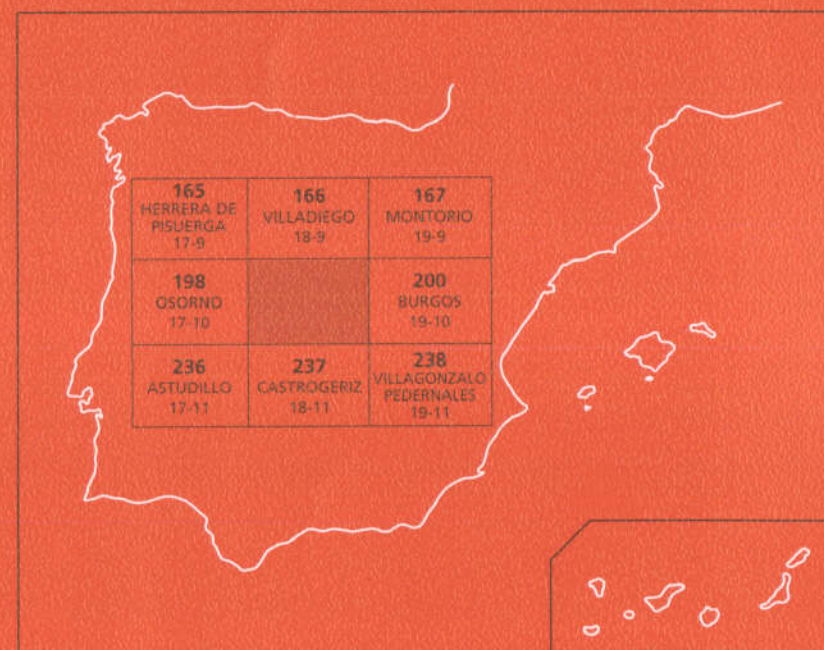




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



SASAMÓN



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SASAMÓN

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-2751-1997
ISBN: 84-7840-279-9
NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: GEOTEM. S.L.
Impresión: Master's Gráfico, S.A.

La presente Hoja y Memoria, ha sido realizada por Estudios y Proyectos Técnicos Industriales, S. A. (EPTISA), dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

EQUIPO DE TRABAJO

Cartografía Geológica y Redacción de memoria

M. Arce (EPTISA)

Cuaternario y geomorfología

P. Wouters (EPTISA)

Neotectónica

A. Pineda (EPTISA)

Sedimentología

J. Solé (INYPISA)

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. Ramírez del Pozo

J. Civis (U. de Salamanca)

Recursos Naturales

J. Boquera (EPTISA)

Hidrogeología

B. R. García de Andoaín (EPTISA)

Y. Camarero (EPTISA)

Geotecnia

R. Roldán (EPTISA)

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

0	INTRODUCCION	7
1	ESTRATIGRAFIA	11
1.1.	MIOCENO (ASTARACIENSE)	11
1.1.1.	Arenas y arcillas limosas (1). Facies Tierra de Campos. Astaraciense.....	11
1.1.2.	Arenas y fangos con paleocanales (2) y margas (3). Facies Grijalba-Villadiego. Astaraciense	11
1.2.	MIOCENO SUPERIOR. ASTARACIENSE-VALLESIENSE. FACIES CUESTAS	15
1.2.1	Margas con intercalaciones de margocalizas y yesos (4) y margas (5)	17
1.2.2.	Calizas y margolizas con juncáceas (6)	18
1.2.3.	Margas, calizas, margolizas, fangos y areniscas (7, 8).....	18
1.2.4.	Margas blancas y ocre, yesos y calizas (9)	19
1.2.5.	Fangos, arenas, margas y margocalizas (10)	20
1.2.6.	Margas (11)	20
1.2.7.	Calizas (12)	25
1.3.	VALLESIENSE SUPERIOR-PLIOCENO	25
1.3.1.	Areniscas (13), Margas (14) y calizas (15)	25
1.4.	CUATERNARIO	27
1.4.1.	Bloques, gravas, limos y arcillas (16). Coluviones.....	28
1.4.2.	Cantos, gravas, limos y arcillas (17, 18 y 19). Terrazas	28
1.4.3.	Gravas, arenas y arcillas (20). Conos de deyección.....	28
1.4.4.	Gravas, arenas y arcillas (21). Glacis	28
1.4.5.	Gravas y arcillas (22). Llanura de inundación.....	29
1.4.6.	Limos, arenas y gravas (22). Fondos de valle	29
1.5.	BIOESTRATIGRAFIA	29
1.5.1.	Vertebrados	29
2.	TECTONICA	35
2.1.	TECTONICA ALPINA.....	35
2.2.	NEOTECTONICA.....	35

3. GEOMORFOLOGIA	37
3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA.....	37
3.2. ANTECEDENTES	37
3.3. ANALISIS GEOMORFOLOGICO.....	38
3.3.1. Estudio Morfoestructural.....	38
3.3.2. Estudio del modelado	39
3.3.2.1. <i>Unidad Morfoestructural de los Páramos</i>	39
3.3.2.2. <i>Unidad Morfoestructural de la Campiña</i>	42
3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	43
3.5. EVOLUCION DINAMICA (HISTORIA GEOMORFOLOGICA).....	44
3.6. MORFODINAMICA ACTUAL.....	45
4. HISTORIA GEOLOGICA	47
5. GEOLOGIA ECONOMICA.....	49
5.1. RECURSOS MINERALES.....	49
5.1.1. Rocas industriales.....	49
5.2. HIDROGEOLOGIA	50
5.2.1. Hidrología	50
5.2.2. Hidrogeología.....	50
5.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES.....	53
5.3.1. Introducción.....	53
5.3.2. Características geotécnicas	53
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (P.I.G.)	57
7. BIBLIOGRAFIA.....	59

0. INTRODUCCION

La Hoja de Sasamón se localiza en el extremo nor-oriental de la Cuenca del Duero, que forma parte de la meseta de Castilla la Vieja, situándose próxima a la Cordillera Cantábrica, de la cual le separa la Hoja de Villadiego, 166. (ver Fig. 1).

La característica fisiográfica más destacable, la constituye la presencia de altiplanos, denominados en la región como páramos, formados a partir de las calizas con que culmina la sedimentación mio-pliocena, las cuales, como resultado del encajamiento de la red pliocuaternaria, unido a su posición estratigráfica y la marcada diferencia de competencia respecto al resto de los materiales infrayacentes, da lugar una serie de elevaciones a modo de mesas que destacan del relieve suave y alomado dominante en la región. La diferencia de nivel existentes en la Hoja, oscilan entre los 1000 m que alcanza la superficie de los páramos, y los cerca de 800 m en el punto más bajo del curso del río Odra.

La red hidrográfica es de escasa entidad, ya que salvo los ríos Odra, Brulles y Hormazuelos, todos ellos con escaso caudal, el resto de la red la constituyen riachuelos de poca importancia y de carácter estacional.

El clima dominante es mediterráneo templado, con temperaturas que oscilan entre los 10°-12° C de media anual, siendo de 2-4° C la media del mes más frío y de 19 a 21° C la del mes más cálido. El conjunto de las temperaturas medias, así como los índices de humedad, definen al área como Mediterráneo Seco, posibilitando los cultivos de cereales, leguminosas, industriales (remolacha, girasol, lino, etc), hortalizas, forrajero, frutales y frutos secos.

En relación con la vegetación autóctona, se caracteriza por la presencia de bosques y bosquetes esclerófilos, con presencia más acusada de *Quercus ilex* (encina).

Desde el punto de vista bibliográfico, se cuenta con una serie de trabajos, que se inician con los realizados por EZQUERRA (1850) y VILANOVA (1879), en los cuales se establece un esbozo cronoestratigráfico de la Cuenca. Es entre los años 1914 a 1930, en que HERNANDEZ PACHECO, E., establece una división cronoestratigráfica basada en el descubrimiento del yacimiento de vertebrados de Cerro del Otero, diferenciando tres niveles del Mioceno superior, a los cuales denominó Tierra de Campos, Cuestas y Páramo. A partir de esta fecha, se suceden los trabajos y estudios realizados. Estando fuera del objetivo de este apartado, el realizar una relación detallada de los mismos, remitimos al lector al trabajo de ARMENTEROS ARMENTEROS (1986), donde se expone en detalle los trabajos realizados en la Cuenca del Duero. No obstante, hemos de citar los estudios regionales de MABESOONE. (1959-1961), la cartografía geológica a 1/250.000 realizada por AEROSERVICE (1967), CORRALES *et al.* (1978), SANCHEZ DE LA TORRE. *et al* (1975), la transversal realizada dentro del Programa MAGNA, realizada por C.G.S. entre los años 1978-1980, desde el borde de la Cantábrica, Hoja de Guardo (132) al borde con el Sistema Central, Hoja de Cardeñosa (506).

Geológicamente la Hoja de Sasamón se localiza en la Cuenca del Duero, amplia depresión generada a finales del Cretácico, principios del Terciario como consecuencia de la

Fase Larámica, pasándose de un medio marino a otro continental el cual se ha prolongado hasta nuestros días.

El relleno de la Cuenca se realiza a través de un sistema de abanicos aluviales, cuyos ápices, en el caso de la Hoja que nos ocupa, se localizan en el borde de la Cantábrica. El aporte de materiales no fué continuo, sino que sufrió una serie de interrupciones, como lo demuestran las discontinuidades y discordancias detectadas en diversos ámbitos de la Cuenca, reflejo del comportamiento geodinámico de sus bordes. Los abanicos instalados en los bordes de Cuenca, evoluciones desde sus facies más gruesas a depósitos de carácter fluvial más distales, pasando en zonas centrales a depósitos de playa que culminan con facies palustres-lacustres o de *playa-lake*.

En los materiales miocenos de la Hoja, que representan los más antiguos aflorantes, la sedimentación presenta una alternancia de facies fluvio-aluviales y depósitos lacustres, que representan las facies de Tierra de Campos y Páramo, ya clásicos en la bibliografía de la región.

A partir del Plioceno se instaló en la Cuenca un sistema fluvial como consecuencia del rejuvenecimiento del relieve, que junto con una variación climática produce una exhumación del Neógeno, dando lugar a un importante sistema de terrazas así como una serie de replanos más o menos desarrollados constituidos por las calizas de los Páramos.

Como información previa, aparte de la bibliografía citada, se ha contado con los datos de cuatro sondeos profundos realizados para la investigación de Hidrocarburos. Estos son: El grupo formado por los San Pedro 1, 2 y 3 realizados por VALDEBRO en 1961 y el Iglesias 6 del año 1979 realizado por ENAGAS. En el grupo de los San Pedro, el 1 alcanzó el zócalo cretácico a 311 m, en el 2 a los 390 m y en el 3 a los 1355 m. En el Iglesias 6, el Terciario alcanza una potencia de 1307 m, entrando a partir de este punto en el Cretácico.

1. ESTRATIGRAFIA

Como hemos citado anteriormente en la Hoja de Sasamón aparecen representadas facies a partir del Mioceno medio-superior, que de muro a techo, y de acuerdo con el nombre establecido regionalmente para sus facies son: Facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego de edad astaraciense, Facies Cuestas, Astaraciense-Vallesiense y Calizas de los Páramos (1 y 2), Vallesiense-Plioceno (?).

1.1. MIOCENO (ASTARACIENSE)

Dentro de este ciclo, se han diferenciado las facies Tierra de Campos y su equivalente lateral Grijalba-Villadiego.

1.1.1. Arenas y arcillas limosas (1). Facies Tierra de Campos. Astaraciense.

Constituye una de las facies de mayor extensión en la Cuenca del Duero, si bien en la presente Hoja, alcanza un escaso desarrollo superficial, un afloramiento de poca entidad en la esquina SO y algún retazo aflorante en fondos de valle.

Al constituir la base de las formaciones existentes en la zona, no es posible determinar ni su potencia, ni sus relaciones con el ciclo infrayacente, estimándose en unos 15 m de potencia de serie aflorante.

En afloramiento, esta unidad presenta tonos ocreos muy característicos, que permite a primera vista una rápida identificación de la misma. Litológicamente está formada principalmente de limos y arcillas, en las que se intercalan niveles de conglomerados y arenas de poca entidad. Estas intercalaciones terrígenas gruesas, adquieren un mayor desarrollo en la vecina Hoja de Osorno (198).

En los afloramientos de la esquina SO, a techo se sitúa un tramo de arcillas margosas de tonos verdosos, generalmente edafizadas, que culminan con un nivel gris oscuro con abundantes fósiles, generalmente gasterópodos, que lateralmente pasan a lignito con intercalaciones de niveles finos de margas y margocalizas. Este tramo en su conjunto alcanza el 1,5 m de potencia aproximadamente.

Sedimentológicamente la unidad Tierra de Campos está representada por limos y fangos de llanura de inundación donde se intercalan una serie de canales reflejados por las facies terrígenas gruesas intercaladas. A techo se detecta una interrupción sedimentaria, presencia de suelo calimorfos, procesos edáficos, etc., los cuales parecen marcar la existencia de una discontinuidad con la unidad superior.

Se considera que la Facies Tierra de Campos es un cambio lateral de Grijalba-Villadiego, unidad que será descrita a continuación, si bien pertenece a un sistema fluvial más distal, con aportes procedentes del norte y noroeste.

1.1.2. Arenas y fangos con paleocanales (2) y margas (3). Facies Grijalba-Villadiego. Astaraciense

Esta facies junto a las Calizas terminales de Cuestas, como veremos más adelante, ocupan la mayor parte de la superficie de la zona, aproximadamente la mitad occidental.

Ampliamente representada en la vecina Hoja de Osorno (198), representa un cambio lateral de Tierra de Campos, si bien ésta, y según datos obtenidos en Osorno (198), representa los aportes de un sistema fluvial más distal.

En general presenta en afloramiento tonos rojizos, si bien en algunas zonas adquiere tonalidades verdosas, sobre todo en corte fresco. La potencia es de 40 a 45 m. El contacto con Tierra de Campos se realiza mediante cambio de facies e interdigitaciones mutuas, si bien por la cartografía, la distalidad de los sedimentos terrígenos, más gruesos en Grijalba-Villadiego que en Tierra de Campos, parecen indicar una progradación de Grijalba-Villadiego.

Litológicamente esta facies está formada por fangos con intercalaciones de conglomerados y arenas. Los niveles conglomeráticos, con cantos de tamaño grava, intercalados en los fangos, dan lugar a resaltes estructurales que destacan de la morfología alomada generada en los fangos, pudiéndose confundir a veces con niveles de terrazas, y a la inversa. Hacia el sur, la facies se hace más fina, sustituyéndose prácticamente los conglomerados por intercalaciones de areniscas.

Desde la localidad de Villaveta hasta los alrededores de Villamorón, en una franja con dirección N-NE, se intercalan en la Facies Grijalba-Villadiego, unos niveles de margas (3), de colores blancos en general, con una potencia entre 2 y 5 m, alcanzando en ocasiones un desarrollo kilométrico en la horizontal.

Estos episodios se inician con un nivel de 10 a 20 cm de margocalizas con estructuras internas, o bien, por un nivel negruzco rico en materia orgánica de la misma potencia aproximadamente seguido por, un tramo de margas blancas que ocasionalmente, presenta intercalaciones calcáreas.

El estudio de la fracción arcillosa de las muestras estudiadas mediante difracción de RX, muestra que el porcentaje mayoritario corresponde a los filosilicatos con valores comprendidos entre el 66% y el 87%, el cuarzo entre el 13% y el 34%, y están ausentes la calcita, dolomita y feldespatos.

Dentro de los filosilicatos, la illita es el más abundante, seguido de la caolinita, con un 22%, la esmectita un 12% y por último con un 9% de valor máximo para la clorita.

En los minerales pesados la variación de los intervalos de porcentaje máximo y mínimo es el siguiente:

Turmalina:	31,7 a 62,2%	Hornblenda:	0 a 4,8%
Circón:	13,7 a 40,7%	Apatito:	0 a 5,2%
Rutilo:	3,8 a 4,2%	Esfena:	0 a 0,5%
Granate:	1 a 8,5%	Brookita:	0 a 1%
Estauroлита:	0,5 a 2,3%	Anastasa:	0 a 1%
Andalucita:	5,8 a 6,2%	Zoisita:	0,7 a 1,4%

La turmalina y el circón son muy abundantes en estos materiales. En baja proporción están presentes el rutilo, granate, estaurilita, y la andalucita. En menor proporción se encuentran la hornblenda, apatito, esfena, epidota, brooquita, anatasa y la zoisita, que en determinadas muestras pueden no aparecer.

El cuarzo resulta con el mayor porcentaje de la fracción ligera, seguidos por los fragmentos de rocas sedimentarias de areniscas y carbonatos. También hay fragmentos de pizarras, esquistos y metacuarcitas.

Es de resaltar la presencia de fragmentos de rocas plutónicas, que no existen en la Hoja de Osorno (199), ni en la de Burgos (200).

La litología dominante de esta unidad, corresponde a lutitas y fangos de tonalidades rojizas, en forma de paquetes masivos en los cuales se intercalan niveles arenosos. Sedimentológicamente se interpretan como depósitos de un sistema de abanicos fluviales húmedos de tipo meandriforme de alta sinuosidad, interpretándose los niveles arenosos como canales y depósitos de desbordamiento.

La diferenciación entre Tierra de Campo y Grijalba-Villadiego, se fundamenta en que representan depósitos de abanicos distintos, con un área madre diferente. Las tonalidades rojizas de Grijalba Villadiego, reflejan una procedencia mesozoica, mientras que los tonos ocreos de Tierra de Campos indicaría una procedencia paleozoica.

Dada la alta sinuosidad de los cursos fluviales de estos abanicos, las medidas de paleocorrientes efectuadas, presentan una gran dispersión, no obstante indican un valor medio al SE.

Es frecuente la presencia a techo de las secuencias de canal de procesos edáficos, manifestados como calcificaciones que borran parcial o totalmente las estructuras internas, así como oxidaciones y perforaciones por raíces. Todo lo cual indicaría una exposición subárea durante periodos más o menos prolongados con una falta de sedimentación entre grandes avenidas o desconexión de áreas extensas con el flujo activo del sistema.

En zonas de intercambio húmedo y a pie de los sistemas aluviales, se originarían áreas anegadas en los cuales se depositarían materiales de los desbordamientos de los canales, dando lugar a facies charcustras con la formación de margas blancas que en vertical pasan paulativamente a las facies calcáreas.

Al oeste de la localidad de Villasandino, se ha estudiado un afloramiento perteneciente a esta unidad, con presencia de macro y macromamíferos, alguno de ellos inclasificables, como es el caso de dos dientes. No obstante este yacimiento a aportado suficientes restos que han permitido determinar la siguiente fauna:

Insectívora

Erinaceidae

cf. *Galeris* sp.

ANÁLISIS SECUENCIAL DE LAS FACIES TIERRA DE CAMPOS-GRIJALBA-VILLADIEGO

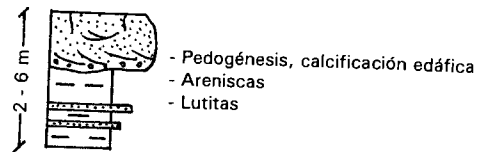
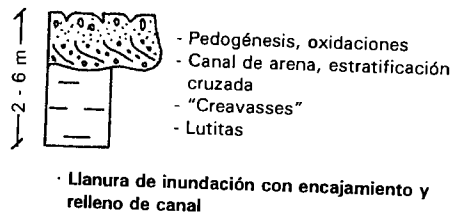
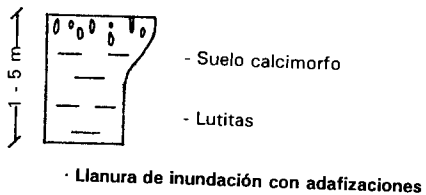
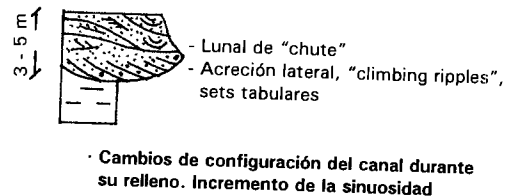
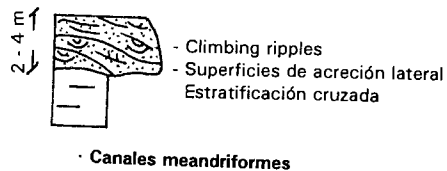
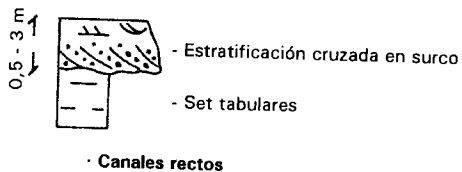
Está representada exclusivamente por fangos de llanura de inundación sobre los que se encajan canales fluviales cuyo relleno refleja configuraciones de distinta sinuosidad. La distinción realizada entre las facies Tierra de Campos y Grijalba-Villadiego obedece al desarrollo de dos sistemas de abanicos fluviales de diferente procedencia. Las Facies Tierra de Campos están caracterizadas por sus tonalidades ocres. Las facies Grijalba-Villadiego adquieren una coloración rojiza y las medidas de las paleocorrientes indican que los canales se dirigían hacia el SE.

Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas ocres Caliches Capas tubulares de arena y limo Arenas ocres	Bioturbación, suelos rojos Pedogénesis, marmorizaciones Granclasificación incipiente Estratificación cruzada, <i>ripples</i> , Canalizaciones	Llanura de inundación Suelos calcimorfos Lóbulo de desbordamiento Relleno de canales

Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas Lutitas verdosas Caliches Capas tubulares de areniscas Areniscas rojizas y conglomerados	Bioturbación Bioturbación Pedogénesis, marmorizaciones Granclasificación incipiente Canalizaciones. Estratificación cruzada, <i>ripples</i> , calcificaciones.	Llanura de inundación Encharcamientos en llanura de inundación Suelos calcimorfos Lóbulos de desbordamiento Relleno de canales

TIPOS DE SECUENCIAS

TIPOS DE RELLENOS DE CANAL



Rodentia

Cricetidae

Megacricetodon cf. grupo *crusafonti-ibéricos*

Carnívora

Suidae

Listriodon splendens

Las especies de la línea evolutiva *Megacricetodon crusafonti-M. ibericus* tiene una distribución bioestratigráfica que cubre el Aragoniense superior y el Vallesiense inferior. El suidolofondonto *listriodon splendens* es una especie muy común en el Aragoniense superior, zona G; en la Cuenca del Duero no se encuentra en los yacimientos vallesien-ses, pero en la Cuenca del Valles-Penedés se registra hasta el Vallesiense inferior.

En base a estos datos, Tierra de Campos y su equivalente lateral Grijalba-Villadiego, tendrían una edad comprendida entre el Aragoniense superior (Astaraciense)-Vallesiense inferior. En la Hoja de Osorno (n° 198), se localiza el yacimiento de Santa Olalla, yacimiento situado estratigráficamente por encima de las dos unidades que nos ocupan, y en el cual se ha determinado como Astaraciense superior-Vallesiense inferior. Por otra parte, PORTERO *et al* (1982) y MEDIAVILLA y DABRIO (1987) atribuyen una edad Aragoniense superior (Astaraciense) para Tierra de Campos.

En base a todos estos datos, atribuimos a la Facies Tierra de Campos y su equivalente lateral Grijalba-Villadiego una edad Aragoniense superior (Astaraciense).

1.2. MIOCENO SUPERIOR. ASTARACIENSE-VALLESIENSE. FACIES CUESTAS

Dentro de la Hoja en estudio, esta facies ocupa una gran parte de la misma, prácticamente la mitad oriental de la Hoja, presentando una gran variedad litológica, en parte algo diferentes a las típicas cuestras del centro de cuenca.

Para la región de Palencia, MEDIAVILLA Y DABRIO (1987-1988) definen la existencia de una discontinuidad o interrupción sedimentaria dentro de la Facies Cuestas que se manifiesta por la abundancia de rasgos de exposición subaérea de desecación y edáficos, desarrollo de paleosuelos y de depósitos de origen diagenético (calizas secundarias) hacia techo de un primer megaciclo sedimentario o secuencia deposicional. Estos rasgos de emersión, que en sí mismos no tienen por qué indicar ningún acontecimiento anómalo dentro de un contexto de cuenca continental endorreica (y de hecho, son frecuentes a lo largo de toda la columna estratigráfica) se han considerado por dichos autores como indicativos de una interrupción sedimentaria de carácter regional por dos razones: (1) Adquieren su mayor desarrollo siempre en la misma posición estratigráfica hacia el techo del primer megaciclo sedimentario o secuencia deposicional identificada en la Facies Cuestas y este hecho es un rasgo generalizado en las Hojas de Astudillo (236), Torquemada (274), Dueñas (311), Palencia (273) y en Baltanás (312), y (2), las condiciones físico-químicas de la cuenca, la distribución de ambientes y muchos de los pro-

cesos sedimentarios cambian sustancialmente de uno a otro lado de la ruptura propuesta. Así, por ejemplo, los depósitos siliciclásticos ocupan posiciones paleogeográficas distintas por encima y por debajo de esta discontinuidad en las Hojas de Astudillo y Torquemada, los depósitos lacustres pasan a ocupar las áreas que anteriormente ocupaban los depósitos palustres y viceversa, como se verá dentro de este apartado.

Esta discontinuidad no ha sido reconocida por autores anteriores en las áreas situadas al este (es decir, hacia la Cordillera Ibérica), aunque sí en el norte y noreste de la Hoja. Con todo, y aunque en el estado actual de conocimientos es difícil determinar cual fué el factor que determinó el desarrollo de dicha interrupción sedimentaria, y la magnitud de la misma, consideramos que su presencia debe señalarse.

1.2.1. Margas con intercalaciones de margocalizas y yesos (4) y margas (5).

Afloran en el sector oriental de la Hoja, constituyendo la base de las Cuestas. Se trata de una serie heterolítica, formada fundamentalmente por margas de colores variables, aunque dominan los tonos grisáceos, en algunos puntos negruzcos, con intercalaciones de margas yesíferas amarillentas, gypsarenitas y margocalizas en niveles de centimétricos a decimétricos. Estos niveles de margas yesíferas, pueden presentar niveles milimétricos a centimétricos de yeso secundario hialino, siendo frecuentes las maclas en punta de flecha.

En 1978, SANCHEZ DE LA TORRE describió en el sector central de Cuenca, una serie de calizas detríticas situadas en la base de las Cuestas, con intercalaciones de margas grises y fangos gris oscuro con abundantes restos de gasterópodos. Estos niveles fueron denominados por el autor como Facies Zaratán, y representarían los depósitos generados en «bordes de charcas tipo playa, alternando los períodos de encharcamiento con los de disecación y abarrancamiento y llegada ocasional de terrígenos».

En los alrededores de Castrillo de Murcia, localidad situada cercana al borde sur de la Hoja, en la base de la serie, se localiza un conjunto de subciclos que se inician con un nivel de arcillas-margosas negras, seguidas por margas pardas que culminan con margocalizas, con abundantes gasterópodos y una potencia de 1 a 3 m. En ocasiones presenta intercalaciones de gypsarenitas o finos niveles de arenas. Por su posición estratigráfica y características, pensamos que equivalen a las Facies Zaratán descritas anteriormente, si bien en el ámbito de la Hoja, presentan escaso desarrollo horizontal.

Lateralmente van perdiendo entidad las intercalaciones, hasta desaparecer por completo y la facies se hace totalmente margosa, representada en cartografía con el nº 5.

Del análisis de muestras realizados en las intercalaciones arenosas finas, se obtiene un 77,7% de opacos, un 21,3% de transparentes y trazas de clorita y moscovita, estando ausente la biotita. Los minerales pesados más abundantes son el circón y la turmalina, con valores del 40,2% y 34,7% respectivamente, seguido del granate, hornblenda, epidota, estaurilita y apatito; la andalucita, brookita, zoisita y piroxenos, representan trazas de porcentaje total, y están ausentes la distena sillimanita, el rutilo, anatasa y carbonatos.

Respecto a la composición de la fracción ligera, comprendida entre 0,25 mm y 0,50 mm, destaca el alto contenido de cuarzo monocristalino, presencia de fracción de rocas sedimentarias (areniscas fundamentalmente), rocas metamórficas (metacuarcitas dominantes), indicios de rocas plutónicas y ausencia de rocas autóctonas.

Las muestras analizadas para el estudio de difracción de Rx en esta Hoja, presentan una composición muy heterogénea, encontrándose desde margas dolomíticas, calizas margosas, hasta calizas. No obstante y a pesar de esta heterogeneidad litológica, los minerales de la arcilla presentan casi siempre como componente mayoritario illita, de naturaleza dioctaédrica, en porcentajes que oscilan entre el 47% al 100%. Acompañando a este mineral, se encuentra siempre esmectita, también de naturaleza dioctaédrica y en contenidos máximos del 48%.

Se ha determinado además la presencia en casi todas las muestras analizadas de caolinita. La clorita sólo se ha encontrado en pequeños contenidos y pequeños porcentajes de interstratificados del tipo illita-vermiculita.

1.2.2. Calizas y margocalizas con juncáceas (6).

Irregularmente repartido y culminando las series descritas anteriormente, existe un tramo con potencias comprendidas entre 1 y 4 m, de calizas y margocalizas, cuyo rasgo más característico es la presencia a techo de unas huellas tubulares, correspondientes a restos de juncáceas.

Comienza este tramo por unos niveles decimétricos de margo calizas, que en la vertical pasan a calizas, así como fenómenos de karstificación en las cuales se localizan las juncáceas. En ocasiones, sobre todo al E y SE, la serie se hace más margosa, transformándose en una alternancia de calizas y margas.

Petrologicamente las calizas se definen como micritas y como *wackestone* texturalmente, con abundantes restos de gasterópodos y ostrácodos, aunque no permiten una datación precisa. Se interpretan como depósitos de facies lacustres marginales-palustres, depósitos que por su posición circunlacustre son muy sensibles a las retracciones del lago y presentan rasgos de exposición subaérea intermitentes, como son la karstificación, decoloraciones producidas por oxidación a techo de las capas, la brechificación y nodulación de las calizas y las margas, que en este caso se asimila a procesos edáficos.

Son estas características las que definen la existencia de los dos subciclos dentro de la Facies Cuestas, tema tratado al comienzo del apartado.

1.2.3. Margas, calizas, margocalizas, fangos y areniscas (7, 8).

Con una amplia representación en la Hoja, mitad oriental, y una potencia de 30 a 40 m, se localiza un conjunto heterolítico con frecuentes cambios de facies a medida que nos desplazamos al S y SE del área.

Hacia el N, la serie la constituye una alternancia de margas grises, blancas cuando están alteradas, y calizas con restos de juncáceas, en tramos de 4 a 6 m. Intercalados en la serie se encuentran niveles decimétricos de arcillas margosas ocre y areniscas de color variable.

Al S y SE, la serie se hace más margosa, presentando intercalaciones cada vez más frecuentes de margas yesíferas y yesos secundarios, desapareciendo las juncáceas. Desde el sector de Villanueva de Argaño hacia el norte, la serie va haciéndose más carbonatada hacia techo, hasta el punto de confundirse con las calizas terminales de este segundo subciclo conocidas como «Calizas de los Páramos».

A partir de la localidad de Olmillos de Sasamón hacia el S, se entienden una serie de mesas desconectadas del resto de parameras de la Hoja, en las cuales existe una serie heterogénea, litoestratigráficamente hablando, que difiere en parte de la descrita, y que está formada por fangos de color grisáceo, en bancos de 3 a 4 m de potencia, pudiendo presentar yesos secundarios de distintas coloraciones; niveles de margas y margocalizas de potencia variable, más frecuentes a techo de la serie; intercalaciones de areniscas con potencias que varían desde centimétricas a 1,5 m de potencia, con tonalidades rojizas, grisáceas o blancuzcas. Su litología varía desde arenosa a arcilloarenosa. Margas y margocalizas de potencias variables, cuya presencia se acentúa a techo de la serie, y por último y asociados a los niveles de areniscas, se presentan arcillas verdosas y niveles lignitíferos de escasa potencia.

El estudio mineralógico de los niveles arenosos, indica un 77,7% de opacos, 21,3% de transparentes, clorita y moscovita indicios y ausencia de biotita. El circón está presente con un 40,2%, un 34,7% de turmalina, y le sigue en importancia el granate con un 7,6% y la hornblenda con un 5,1%. El resto de pesados, estauroлита, andalucita, apatito, epidota, brookita, anatasa, y zoisita, están entre 3,-% de apatito y el 0,6% de la distena. Están ausentes la sillimanita, la esfena, la epidota y los piroxenos.

Respecto a la fracción ligera, comprendida entre la fracción de 0,25 mm y 0,50 mm, el mineral más abundante, con un 68% del total corresponde al cuarzo, ausencia de carbonatos; dentro de la fracción de rocas sedimentarias, areniscas un 10%, arcillas 3,2% y ausencia de carbonatos, de plutónicas un 2,4% y respecto a la fracción de rocas metamórficas, un 2,1%, de metacuarcitas y ausencia de pizarras y esquistos.

Sedimentológicamente, se interpreta a todo el conjunto como una serie que evoluciona desde facies de borde lacustre, ricas en fauna y restos vegetales, situadas al N, hacia facies más profundas hacia el SE, donde la actividad biológica es menos frecuente y no se originan procesos de exposición subaérea.

1.2.4. Margas blancas y ocre, yesos y calizas (9).

Los materiales que constituyen este apartado, se localizan en el SE de la Hoja, y están formados por un conjunto de margas blancas, a veces grisáceas, margocalizas y calizas ocre, con intercalaciones margo-arcillosas. Hacia el SE de las mesas, se localizan concentraciones de yesos diagenéticos en niveles centimétricos, con escaso desarrollo horizontal, 30 a 35 m máximo. El conjunto alcanza una potencia que varía entre los 40 y 60 m.

Comienza la serie por una alternancia de margas y calizas junto a intercalaciones de niveles yesíferos, evolucionando en la vertical a una mayor proporción de los niveles de calizas, si bien estas no llegan a superar el metro de espesor. A techo se intercalan niveles de margas arcillosas de color ocre, cuya frecuencia y potencia disminuyen al E.

Petrologicamente, las calizas son micritas con presencia de ostrácodos y caráceas, con frecuencia recristalizadas y nódulos de yeso calcitizado. El medio sedimentario del conjunto se interpreta como lacustre, variando a lacustre salino-llanura fangosa.

1.2.5. Fangos, arenas, margas y margocalizas (10).

Estos materiales ocupan una amplia extensión, desde los alrededores de Olmillos de Sasamón hacia el límite N de la Hoja hasta el río Hormazuelas hacia el E.

Se trata de una serie de fangos ocre a rojizos, de unos 40 m de potencia, con intercalaciones de areniscas, de tonos igualmente rojizos, con frecuentes cantos blandos en la base, la cual es erosiva, y frecuentes niveles de margas blanquecinas en la base, aparentemente concordantes con las calizas (6) con que culmina el tramo margoso (5), pasando en cambio lateral de facies a la serie (7, 8), descrita anteriormente.

Del estudio mineralógico realizado en las areniscas (paleocanales), se obtiene un 73,9% de opacos, seguido de un 20,2% de transparentes, un 4,9 de moscovita y 1% de biotita. Respecto al análisis de pesados, el circón y la turmalina son los más abundantes, con un 43,3% y un 25,5% respectivamente, le sigue la hornblenda con un 9,5%. El rutilo, granate, andalucita y apatito con valores inferiores al 5%, el resto, o bien no están presentes, o están como trazas.

Respecto a los análisis de la fracción ligera, comprendida entre 0,25 y 0,50 mm, destaca la ausencia de carbonatos, tanto como fracción de roca sedimentaria como de roca autóctona, respecto a las metamórficas, sólo se detecta un 2,1% de metacuarcitas, así como un 2,4% de plutónicas.

1.2.6. Margas (11).

Tramo muy generalizado dentro de la Hoja, y que se sitúa bajo las calizas de los Páramos o calizas terminales del subciclo superior de Cuestas, ya definido en apartados anteriores.

Se caracteriza por ser fundamentalmente margoso, si bien en los primeros cinco metros, de los 20 m de potencia que llega a alcanzar en su conjunto, se presentan lutitas carbonosas y calizas alternando con margas pardas.

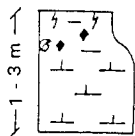
El resto lo forman margas pardas más o menos calcáreas, con abundantes restos de gasterópodos y ostrácodos. En la mitad inferior del tramo, son frecuentes los *ripples* de oscilación y estratificación cruzada.

A techo de la serie, se presenta en algunos puntos, como es el caso del nuevo trazado de la carretera N° 120, entre Olmillos y Citores Km 141-144, un nivel de lignito de 20 cm de potencia.

ANÁLISIS SECUENCIAL DE LA FACIES CUESTAS

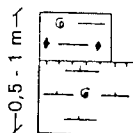
Está separada de la anterior unidad por un intervalo con elevado desarrollo de paleosuelos. Está compuesta por materiales esencialmente lacustres. En corte NW-SE se pone de manifiesto un cambio de quimismo de las aguas dentro del lago, los sectores noroccidentales están representados por facies lacustres marginales de aguas dulces, mientras que en el extremo suroriental de la Hoja se desarrollan facies salinas. La ruptura que marca el fin de esta unidad, está evidenciado al NW por un paquete calcáreo con perforaciones de juncáceas y karstificación mientras que al SE, corresponde a acúmulos estratiformes de yeso.

Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas Arenas ocreas y areniscas rojas	Bioturbación Estratificación cruzada, granuclasificación	Llanuras de inundación, fluvio-lacustre Fluvio-lacustre-detáico
Lutitas negras muy carbonosas Lutitas negras fosilíferas	Bioturbación restos carbonosos Bioturbación, gasterópodos, micromamíferos	Ciénagas Lacustre marginal, fondo orgánico, aguas ácidas
Lutitas margosas verdes Margas grises Margas blancas Margas pardas Margas limosas bioclásticas	Bioturbación Ostrácodos Ostrácodos, oxidaciones Ostrácodos, gasterópodos Bioclastos, ripples de oleaje. HCS	Palustre, Paleosuelos Lacustre, fondos reductores Lacustre proximal. Condiciones oxidantes Lacustre proximal, Energía media Resedimentaciones en lacustre proximal-deltaico
Margas dolomíticas yesíferas Gypsaarenitas	Ostrácodos, cristales de yeso Estratificación lenticular, ripples de oleaje. Granuclasificación	Lacustre salino Lacustre salino
Acúmulos estratiformes de yeso Calizas y dolomías con moldes de yeso Calizas micríticas o margosas Calizas con perforaciones Calizas arenosas bioclásticas	Megacristales de yeso Estratificación ondulada o irregular Ostrácodos, gasterópodos, caráceas Pedogénesis, Karstificaciones, nodulizaciones Bioclastos, ripples de oleaje, HCS.	Emersión en lacustre salino Llanura salina subaérea Lacustre proximal Lacustre-palustre con exposición subaérea Capas de tormenta



- Lutitas verdes
- Restos carbonosos
- Lutitas negras
- Margas grises

· Disminución en la lámina de agua
Fondos reductores



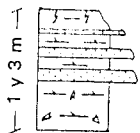
- Lutitas negras
- Superficie ferruginosa
- Margas pardas

· Disminución en la lámina de agua en
ambientes proximales, sin emersión



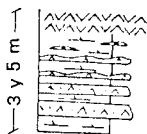
- Margas limosas bioclásticas
- "Lag" bioclástico
- Margas pardas

· Incremento de la energía en el medio



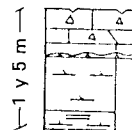
- Oxidaciones
- Areniscas y margas
- Margas dolomíticas con yeso

· Retracción en lago salino con
incorporaciones deltaicas



- Acúmulo de cristales de yeso
- Estratificación lenticular
- Ripples de oleaje
- Margas y gypsarenitas
- Margas dolomíticas

· Retracción en lacustre salino energético



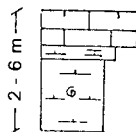
- Desecación
- Calizas y dolomías con moldes de yeso
- Margas dolomíticas
- Margas grises laminadas

· Retracción en lacustre salino de
baja energía



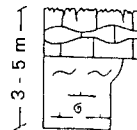
- Lutitas rojas
- Margas blancas
- Margas grises

· Ciclo de oxidación - reducción



- Huellas de plantas
- Calizas micríticas
- Margas calcáreas
- Margas pardas

· Ciclo de retracción lacustre,
sin emersión



- Karstificaciones, perforaciones
- Calizas
- Margas nodulosas
- Margas pardas

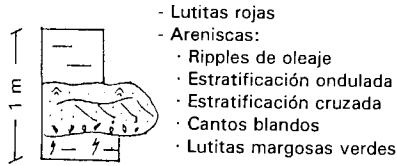
· Ciclo de retracción lacustre con
exposición subaérea

ANÁLISIS SECUENCIAL DE LA FACIES CUESTAS-CALIZAS DEL PÁRAMO

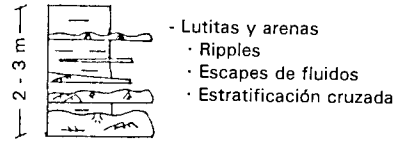
Está constituida esencialmente por facies lacustres proximales y marginales y palustres. La parte baja de esta unidad está caracterizada por la presencia de depósitos fluviolacustres y deltaicos aportados por sistemas fluviales situados más hacia el NW. La parte alta está formada por calizas lacustres-palustres que constituyen estrictamente las Facies Páramo. Presentan abundantes rasgos pedogénicos que marcan una sucesión de retracciones del lago.

Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas Arenas ocre y areniscas rojas	Bioturbación Estratificación cruzada, <i>ripples</i> ostrácodos. Fluidificaciones	Fluviolacustre Fluviolacustre-deltaico
Lutitas negras carbonosas Lutitas negras fosilíferas	Bioturbación, lignito Bioturbación, gasterópodos, ostrácodos Yeso diagenético	Palustres cenagoso Lacustre proximal, fondo orgánico aguas ácidas
Lutitas margosas verdes Margas blancas	Bioturbación Ostrácodos gasterópodos, ferruginizaciones	Palustre. Paleosuelo Lacustre proximal. Energía media
Margas pardas Margas limosas bioclásticas	Ostrácodos Bioclastos, <i>ripples</i> , HCS	Lacustre proximal Resedimentaciones en lacustre proximal-deltaico
Margas dolomíticas Margas arcillosas anaranjadas Margas nodulosas Calizas arenosas perforadas	Yeso diagenético Bioturbación Pedogénesis, nodulización Intraclastos, <i>pellets</i> , algas, nodulización pedogénesis, karstificación	Lacustre salino «Charcustré» «Charcustré», lacustre marginal «Charcustré», lacustre marginal con exposición subaérea
Calizas y dolomías con moldes de yeso Calizas micríticas o margosas Calizas perforadas	Estratificación ondulada o irregular Ostrácodos, gasterópodos Ostrácodos, gasterópodos, pedogénesis, karstificación	Llanura salina subaérea Lacustre proximal Lacustre-palustre con exposición subaérea
Calizas arenosas bioclásticas	Bioclastos, <i>ripples</i> de oleaje, HCS	Capas de tormenta

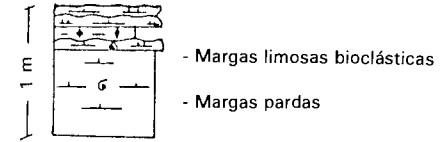
TIPOS DE SECUENCIAS



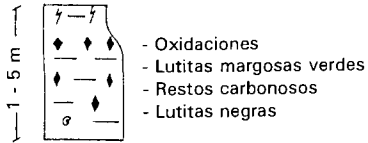
- Lutitas rojas
 - Areniscas:
 - Ripples de oleaje
 - Estratificación ondulada
 - Estratificación cruzada
 - Cantos blandos
 - Lutitas margosas verdes
- Encajamiento y relleno de canal fluvioacustre



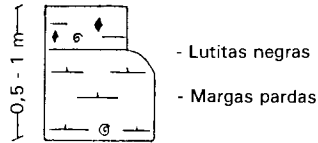
- Lutitas y arenas
 - Ripples
 - Escapes de fluidos
 - Estratificación cruzada
- Lóbulos deltaicos proximales



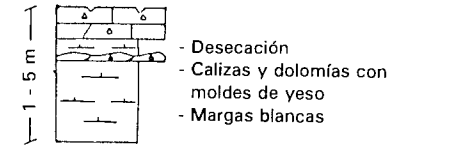
- Margas limosas bioclásticas
 - Margas pardas
- Incremento de la energía en ambientes proximales



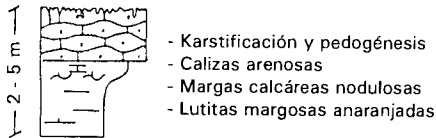
- Oxidaciones
 - Lutitas margosas verdes
 - Restos carbonosos
 - Lutitas negras
- Retracción lacustre. Ciclo de oxidación - reducción



- Lutitas negras
 - Margas pardas
- Disminución en la lámina de agua, sin emersión



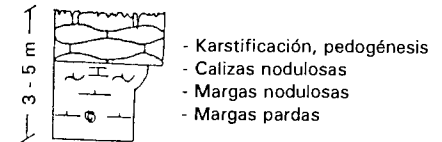
- Deseccación
 - Calizas y dolomías con moldes de yeso
 - Margas blancas
- Retracción lacustre en ambientes salinos



- Karstificación y pedogénesis
 - Calizas arenosas
 - Margas calcáreas nodulosas
 - Lutitas margosas anaranjadas
- Ciclo de desecación charcustré



- Huellas de plantas
 - Calizas micríticas
 - Margas pardas
- Retracción lacustre, sin emersión



- Karstificación, pedogénesis
 - Calizas nodulosas
 - Margas nodulosas
 - Margas pardas
- Retracción lacustre con exposición subaérea

Desde un punto de vista sedimentológico, se interpretan como facies lacustres marginales-palustres, es decir: depósitos sensibles a las retracciones subáreas intermitentes. El resto de la serie, correspondería a la facies lacustre proximal a palustre, es decir: sedimentos de áreas próximas a márgenes del lago y que no presentan muestras de exposición subárea.

1.2.7. Calizas (12).

Este tramo que representa el fin del ciclo «Cuestas», da lugar a una morfología característica. Nos referimos a los páramos o parameras, formas planas situadas a cotas superiores a los 900 m, originadas a expensas de paquetes tabulares de calizas, en las cuales al incidir la red fluvial actual, genera mesas más o menos aisladas típicas de la región. En el caso de nuestra Hoja, están ampliamente representadas, ya que prácticamente la mitad oriental, está ocupada por ellas.

Se trata de una alternancia de bancos calizas, margas y margas calizas, de color blanco a gris, con una potencia de 20 a 25 m, aunque esta puede variar, ya que son frecuentes los cambios laterales de facies con la serie inferior margosa (11). Son igualmente frecuentes los cambios laterales dentro del mismo tramo. Los bancos calizos pueden alcanzar el 1,5 m de espesor, mientras que las intercalaciones margosas no llegan a superar los 20 cm.

En la zona estudiada, son frecuentes a lo largo de la columna, la presencia de gasterópodos y huellas de juncáceas, así como, aunque en menor proporción, charáceas, y en la base moldes de yeso.

Petrológicamente se trata de calizas micríticas con ostracodos, charáceas y gasterópodos, con un grado de porosidad variable, estructuras irregulares y huecos de raíces y peloides.

Desde un punto de vista sedimentológico, este tramo se interpreta como correspondiente a un ambiente palustre-lacustre retractivo.

Pese a la abundante fauna presente, esta no es representativa, por lo que hemos tenido que recurrir a correlaciones con facies similares, donde ha sido datada, en base a micromamíferos (yacimientos de Palencia, Montejo de la Vega y Fuentelisendo). En base pues a estos yacimientos, se dataría al tramo de «Calizas del Páramo» Fuentelisendo como Vallesiense inferior.

1.3. VALLESIENSE SUPERIOR-PLIOCENO.

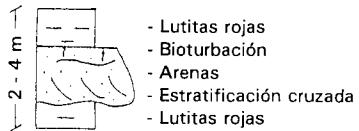
1.3.1. Areniscas (13), margas (14) y calizas (15).

Representa el último ciclo sedimentario, con el cual finaliza la sedimentación del Neógeno en la Cuenca del Duero. Se trata de una secuencia formada por 30 a 40 m de potencia de areniscas de colores ocre-amarillentas, rojizas o blancas, intercaladas entre tramos de lutitas y margas limosas de tonos verdes a blancos. La serie culmina con una alternancia de margas, margas calcáreas y calizas dolomíticas con abundantes restos de algas y oncolitos.

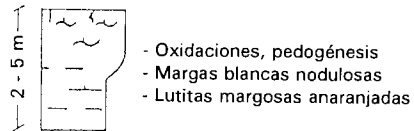
ANÁLISIS SECUENCIAL DE FACIES PARAMO SUPERIOR

Constituye el Páramo II diferenciado por ROYO (1926). El carácter puntual de los afloramientos puede explicarse por el desarrollo restringido de esta unidad que se sedimentaría únicamente en las áreas más subsidentes. Muestra una ordenación secuencial típica de unidades deposicionales continentales, constituida por materiales fluviales en la base que pasan en vertical a facies lacustres.

Litología-Facies	Estructuras-Fósiles	Interpretación
Lutitas ocre y marrones	Bioturbación	Llanura de inundación
Arenas	Estratificación cruzada	Canales fluviales y fluviolacustre
Lutitas margosas anaranjadas	Bioturbación	«Charcustré»
Margas blancas	Bioturbación, algas, nodulización, pedogénesis	«Charcustré», lacustre marginal
Calizas micríticas	Algas, gasterópodos, intraclastos, peloides	Lacustre proximal y marginal
Calizas oncolíticas	Oncoides	Lacustre marginal



· Encajamiento y relleno de canales



· Ciclo de desecación charcustré



· Asociación de facies lacustres proximales

Las calizas de techo de la serie se ven afectadas por procesos de karstificación, con formación de suelos rojos.

Desde un punto de vista sedimentológico, el tramo arenoso y margo-limoso se interpreta como depósitos de llanura aluvial que evolucionan a depósitos en áreas próximas a los márgenes de lagos representados por los tramos superiores carbonatados.

Pese a la presencia de fauna detectada, los levigados realizados han resultado negativos, o bien la fauna reconocida no determina edad, por lo que hemos de recurrir a correlaciones con otros sectores.

Si bien los primeros trabajos que indican la existencia de un segundo nivel de calizas del Páramo o Páramo 2, fueron realizados por ROYO GOMEZ en 1926, confirmado en numerosos trabajos posteriores, no fué hasta 1982 en que PORTERO *et al.* abordó el tema de su datación, el cual se atribuyó una edad Plioceno medio, en base a la similitud de procesos detectados y datados en la Cuenca del Tajo y la Llanura Manchega.

Autores posteriores, LOPEZ *et al* (1986) MEDIAVILLA, R y DABRIO (1986, 1988 y 1989), localizan este ciclo bien en el Vallesiense superior-Turoloniense inferior, bien en el Plioceno. Dada la ausencia de nuevos datos firmes que delimiten su edad, atribuimos este conjunto de materiales como comprendido entre el Vallesiense superior-Plioceno, aunque con reservas en cuanto a su límite superior.

En menor cuantía se encuentran depósitos coluvionares de cantos cuarcíticos, limos y arcillas, que se distribuyen en la mitad O de la Hoja relacionados con la facies detríticas de Tierra de Campos y los depósitos situados a pie de las terrazas.

Muchos de estos depósitos se han omitido en la cartografía con el fin de no enmascararla, y sólo se han representado algunos de los más significativos.

1.4. CUATERNARIO

Una parte sustancial del sustrato terciario de la Hoja de Sasamón esta cubierta por depósitos cuaternarios, dentro de los cuales se pueden distinguir:

- depósitos de ladera: coluviones y deslizamientos(16);
- depósitos fluviales: terrazas (17, 18, 19), conos de deyección (20), llanura de inundación (22) y fondos de valle (23)
- depósitos poligénicos: glacis (21)

Se trata de formaciones superficiales, generalmente de poca potencia, y relacionadas directamente con la evolución del relieve cuaternario. En los siguientes apartados se describirán detalladamente.

1.4.1. Bloques, gravas, limos y arcillas (16). Coluviones

Los coluviones son depósitos poco coherentes, que tapizan los pies de las laderas, principalmente en la parte oriental de la Hoja.

Su composición litológica es similar a la de la ladera de donde proviene. Consisten, generalmente, en bloques y gravas calcáreas, y fragmentos de yesos y dolomías, en una abundante matriz limo-arcillosa. En los bordes de las terrazas, se pueden encontrar coluviones de cantos cuarcíticos en una matriz arcillosa.

En el mapa geológico, sólo se han representado los coluviones más significativos, con el fin de no ocultar la estructura del sustrato terciario.

1.4.2. Cantos, gravas, limos y arcillas (17, 18 y 19) Terrazas

Estos depósitos fluviales se han desarrollado principalmente en la mitad occidental de la Hoja, donde bordean los valles de los cauces principales: el Odra y el Brullés.

En general, la composición litológica es de gravas, limos y arcillas. Los cantos suelen ser de cuarcita y cuarzo. Únicamente aguas abajo de las confluencias con aquellos arroyos, cuyas cabeceras están situadas en las zonas calcáreas de los páramos, las terrazas suelen contener un porcentaje significativo de componentes calcáreos. A menudo, domina la masa areno-arcillosa, y las gravas se concentran en intercalaciones conglomeráticas.

Su potencia no se puede determinar con exactitud por la falta de buenos cortes. Se estima que varía entre los 2 y 10 metros.

No se disponen de datos paleontológicos o arqueológicos para datar las terrazas. A base de su cota sobre el cauce, y de los suelos desarrollados en ellas, se les atribuye una edad comprendida entre el Pleistoceno inferior y el Pleistoceno superior-Holoceno.

1.4.3. Gravas, arenas y arcillas (20) Conos de deyección

Estos depósitos fluviales se sitúan a la salida de los arroyos en la parte oriental de la Hoja. Los conos de mayor tamaño se encuentran en el valle del arroyo del Cauce.

Litológicamente, los sedimentos son muy heterogéneos, compuestos de arenas y gravas más o menos angulosas de calizas, inmersas en una matriz limo-arcillosa. En algunos casos, contienen, además, fragmentos cuarcíticos y dolomíticos.

1.4.4. Gravas, arenas y arcillas (21) Glacis

Estos depósitos de paleoladera se desarrollaron en el centro meridional de la Hoja, situándose en los pies de algunas laderas. Por su baja pendiente, tienen una extensión geográfica mayor que los coluviones.

Se trata de gravas subangulosas de calizas en una abundante matriz areno-arcillosa parda. Su potencia está en el orden de varios metros.

1.4.5. Gravas y arcillas (22). Llanura de inundación

Las llanuras de inundación tienen un amplio desarrollo en los valles del Odra y Brullés. Su naturaleza litológica es bastante variada, con un predominio de fangos y arenas, y localmente acumulaciones de gravas y arenas.

1.4.6. Limos, arenas y gravas (23). Fondos de valle

Aunque los depósitos de fondo de valle tienen un desarrollo amplio en toda la zona, no existen buenos cortes de esta formación, por lo cual, su descripción no puede ser muy detallada. Generalmente, en su litología existe un cierto dominio de materiales finos, como limos y arcillas, sobre los depósitos de cantos y gravas. La potencia de los depósitos puede ser de varios metros.

1.5. BIOESTRATIGRAFIA

1.5.1. Vertebrados

Los primeros trabajos encaminados hacia el conocimiento bioestratigráfico de la Cuenca del Duero, se inician a principios de siglo con el estudio de HERNANDEZ PACHECO, E. (1923 Y 1926) en el yacimiento de Saldaña, seguidos de los realizados por CRUSAFONT Y VILLALTA (1951), CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), etc.

La realización a partir de la década de los setenta de la transversal N-S de la Cuenca del Duero dentro del Plan MAGNA, ya citado en apartados anteriores, inician una nueva etapa que en base a una exhaustiva puesta al día de datos (PORTERO *et al*, 1982), y la aplicación de una normativa y sistemática adecuada, dió lugar a una serie de trabajos sobre micromamíferos de los principales yacimientos, la correlación de éstos y su posición dentro de la columna tipo del Terciario. ALBERDI *et al* (1981), LOPEZ *et al* (1982), LOPEZ *et al* (1985).

En 1985, ALVAREZ *et al*. divide el Mioceno medio y parte del superior en cuatro unidades bioestratigráficas correlacionables con las zonas de DAAMS Y FREUDENTAL (1981). Estas zonas son:

1. Zona con *Megacricetodon lopezae*, edad Vallesiense inferior (dataría la base de las «Facies Tierra de Campos»).
2. Zona con *Megacricetodon ibericus*, edad Vallesiense inferior (dataría la base de las «Facies Cuestas»).
3. Zona con *Cricetulodon hartenbergeri*, edad Vallesiense inferior (dataría el techo de las «Facies Cuestas» y la base de la «Caliza del Páramo»).
4. Zona con *Progonomys hispanicus*, edad Vallesiense superior (dataría parte de las «Calizas del Páramo»).

Para GARCIA MORENO (1988) estas dos últimas biozonas (*Cricetulodon hartenbergeri* y *Progonomys hispanicus*) aún se encontrarían en las «Facies Cuestas», quedando las

«Calizas del Páramo» inmediatamente por encima, con lo que su edad sería Vallesiense superior.

Paralelamente a estos trabajos, se realizan en los últimos años, trabajos sedimentológicos en la Cuenca, MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1989), ARMENTEROS (1986), ARMENTEROS *et al* (1986), etc., a los que se incorporan los nuevos datos bioestratigráficos, poniéndose de manifiesto los primeros problemas en cuanto a la asignación cronológica de alguna de las facies consideradas. Un hecho de sobra conocido es que algunas asociaciones faunísticas de vertebrados que se utilizan para dataciones presentan una ligera diacronía, por problemas migratorios de unas cuencas continentales a otras, dentro de la propia Península Ibérica.

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 un poco 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 correlación. 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.

Así por ejemplo en las «calizas inferiores del páramo» el problema se plantea al atribuir además de Vallesiense inferior una edad turoliese (MEDIAVILLA y DABRIO. 1989) y que estos autores se basan en la propuesta de LOPEZ *et al.* (1982), para el 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 Turoliese».

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 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 parecen ser 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 inferior, hecho a veces observable, lo que justificaría la datación como turoliese, al estar este incluido en el segundo ciclo de caliza de los páramos por otro lado difícil a veces de reconocer en campo.

Lateramente 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. 1977) asignada en el sector central. Hacia el este y sureste se mantendrían estas facies carbonatadas (sector Roa-Peñañiel).

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

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad más alta atribuida en este trabajo (Plioceno), 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 a este ciclo las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas continentales y/o autores, así como por los sucesos, eventos y procesos sedimentarios-kársticos acaecidos en general a finales del Neógeno tanto en la submeseta norte como en la meridional.

Así, las primeras dataciones de la «caliza superior del Páramo» corresponden a PORTERO 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 sin argumentos definidos en el ciclo Vallesiense superior-Turolense inferior, ciclo que se caracteriza por la presencia de una marcada discontinuidad en la base y que ésta puesta de manifiesto en todas las cuencas de la Península Ibérica.

Este hecho contrasta en parte con la asignación de edades de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1988 y 1989) ya que estos autores la consideran como de edad pliocena, asignación cronológica sin soporte o argumento paleontológico hasta la fecha (MEDIAVILLA 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 la base de 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 calizas superiores del Páramo 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-Turolense para todo el conjunto de materiales incluidos en el ciclo del Páramo superior.

Una vez descrita la problemática existente en el área, pasamos a describir los resultados obtenidos de las muestras analizadas.

I MAMIFEROS

– Muestra: 9301. La Vaca, Sasamón, Hoja 199

Yacimiento de macro y micromamíferos localizado en la Facies Tierra de Campos. Se lavaron aproximadamente 30 kg de sedimento de los que se obtuvieron algunos restos de micromamíferos, entre otros, dos dientes identificables. Se encontró también un M_3 incompleto de macromamífero.

La fauna determinada es la siguiente:

Insectívora

Erinaceidae

cf. *Galeris* sp.

Rodentia

Cricetidae

Megacricetodon cf. grupo *crusafonti-ibericus*

Carnívora

Suidae

Listriodon splendens

Las especies de la línea evolutiva *Megacricetodon crusafondi-M. ibericus* tienen una distribución bioestratigráfica que cubre el Aragoniense superior y el Vallesiense inferior. El súdolofofodonto *Listriodon splendens* es una especie muy común en el Aragoniense superior, zona G; en la cuenca del Duero no se encuentra en los yacimientos Vallesienses, pero en la cuenca del Vallés-Penedés aun se registra durante el Vallesiense inferior.

MICROPALAEONTOLOGIA

Se han realizado una serie de levigados en las diversas facies reconocidas, si bien los resultados no son determinantes.

En las muestras tomadas en calizas y margas ocreas correspondientes a las calizas terminales de Cuestas, se han obtenido los siguientes resultados.

Ostrácodos: Forma más abundante: *Candona albican* Brady; buena representación de *Candona* c.f., *bitruncata* Carbonnel, *Cyprinotus salinus* Brady e *Iluocypris gibba* (Ramdhor). Presencia de *Cypridarum* sp.

Moluscos gasterópodos: Más abundantes operculos de *Bithynia*, *Planorbarius* y *Helicidae*. Presencia de *Valvata* sp. y *Gyraulus* sp.

Palinología: Abundantes Cupressaceae, *Pinus*, *Ulmaceae*, Gramíneas y restos algales. Presencia de *Taxodiaceae* y *Palmae*.

Se determina una edad de Mioceno Superior.

Medioambiente. Medio oligohalino. Clima cálido y seco. Las asociaciones palinológicas sugieren zonas pantanosas en el medio lacustre.

En la serie margosa de Cuestas, en general resalta la abundancia de gasterópodos; fundamentalmente opérculos (*Bithynia* sp.) y fragmentos de *Planorbarius* sp., así como *Giraulus* sp., *Planorbarius* sp. y otros. También en gran cantidad, se han reconocido ostrácodos, como *Cyprideis tuberculata* (Mehes), *Candona* sp. (opérculos fundamentalmente), *Candona* cf., etc., del grupo de foraminíferos, destaca la presencia de *Ammoria tepida* (Lushman).

Respecto a la palinología, la mayoría de las muestras han resultado estériles, si bien localmente, alguna muestra ha librado gran cantidad de individuos. (*Pinus*, *Poaceae*, *Cedrus*, *Picea*, *Fraxinus*, etc.).

La edad dada para estas muestras, es de Mioceno superior, en un medio con régimen palustre.

Igualmente, se ha intentado datar la facies de Grijalba-Villadiego, obteniéndose una edad Mioceno superior, en base a la siguiente asociación faunística:

Dentro del grupo de los ostrácodos, destaca la abundancia de *Cyprideis tuberculata* (Méhés) y *Cyprideis* cf. *reticulatus* (Zaddach). En menor proporción, *Loxonconcha* cf. *elliptica* (Baird) y *Cyprinotus salinus* (Brady). Dentro del grupo de las charáceas, girogonitos de *Nifelopsis* (*Tectochara*); así como abundantes *Pinus*, frecuentes *Cedrus*, etc., dentro de palinología, todo ello indicador de un medio palustre, en condiciones mesohalinas, en un clima templado-cálido.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA ALPINA

Consecuencia lógica de la localización de la Hoja dentro de la Cuenca, es la ausencia casi completa del registro de la actuación de la tectónica de edad alpina.

A finales del Pérmico, se inicia una etapa distensiva (comienzo la etapa alpina) generadora de grandes fosas donde se inicia la sedimentación del Triásico, con la potente serie detrítica roja clásica del Bundsandstein. Esta fase distensiva continúa hasta el Kimmeridgiense, con la formación de bloques condicionantes de la sedimentación cretácica. Es en el paso Cretácico-Paleoceno, (Fase Larámica), cuando se inicia la configuración y relleno de materiales de la cuenca. Reflejo de esta actividad son los sedimentos y discordancias progresivas detectadas en la zona de borde junto a la Cantábrica.

Durante el Mioceno medio (Aragoniense superior) tiene lugar una reactivación de borde cantábrico, manifestada por la presencia de una discontinuidad entre formaciones Astaraciense superior (Facies Grijalba-Villadiego y Tierra de Campos) y los suprayacentes de edad Astaraciense superior-Vallesiense (Facies de la Serna y Cuestas). En la Hoja limítrofe a ésta, Hoja de Osorno (198) realizada por FABIAN LOPEZ *et al.* (1990), esta discontinuidad se manifiesta a través de una discordancia cartográfica. Igualmente, en la Hoja de Villadiego (166), PINEDA VELASCO, A. (1990), dicha discontinuidad se materializa mediante una superficie erosiva entallada en los materiales mesozoicos cántabros y miocenos, en discordancia estructural, sellado por sedimentos de la Facies Cuestas. Esta fase de deformación sería la intraaragonesa.

A finales del Vallesiense y afectando a la Facies Cuestas, MEDIAVILLA y DABRIO (1986), ponen de manifiesto la presencia de una nueva discontinuidad, Fase Intravallesiense o Atica, que junto a un nuevo retoque de la orla cantábrica, inicia el comienzo de un nuevo ciclo, el Ciclo Páramo. A partir de esta época, e incluso para ser más rigurosos, a partir del Mioceno superior, todos los eventos tectónicos, corresponden a la etapa neotectónica, la cual describiremos en el apartado siguiente. No obstante, retomando el tema, a partir de la última fase descrita, la superficie de colmatación del ciclo anterior (calizas de los Páramos), tiene lugar, aunque de forma muy restringida, una etapa de deformación de pequeña intensidad, fracturas, alabeos, etc, con el consiguiente nuevo ciclo sedimentario; Calizas del Páramo 2, o unidad 3 de MEDIAVILLA y DABRIO (1988) y que correspondería con la Fase Iberomanchega 1 de AGUIRRE *et al.* (1976).

2.2. NEOTECTONICA

De acuerdo con el criterio de selección de materiales de edad neotectónica, en el área de Sasamón se consideran como tales a todos aquellos materiales de edad Mioceno superior hasta el Holoceno, no habiéndose detectado muestras de actividad neotectónica importante.

De acuerdo con los datos existentes, no se ha registrado ningún movimiento sísmico en la Hoja, teniéndose sólo noticias de un pequeño movimiento en la Hoja de Osorno (198), situada al oeste de Sasamón.

Han sido identificadas un total de 3 fallas, todas situadas en las calizas del Páramo. Dos de ellas, se sitúan a unos 2 km al norte de la localidad de Yudego, con direcciones N 110° E y N 116° E respectivamente, ambas normales y con labio hundido hacia el sur, siendo el salto de pequeña magnitud. A unos 2,5 Km al NO de Hornillos del Camino, se localiza la tercera fractura, con dirección N 130° E no detectándose salto alguno, aunque dicho salto puede haber sido erosionado, dado que esta fractura se localiza en la Superficie del Páramo degradada.

La única anomalía geomorfológica lineal detectada en la Hoja es la que sigue la traza del arroyo del Cauce. Esta anomalía tiene una dirección de N 25° E y 6,5 Km de longitud.

Como consecuencia del trazado de las morfoisohypsas se ha observado cómo la superficie fundamental (techo del Páramo 1) presenta un basculamiento generalizado hacia el SO, el cual puede ser debido a un levantamiento de pequeña magnitud de la Cordillera Cantábrica.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La zona que comprende la Hoja de Sasamón, está situada en la parte noreste de la Cuenca del Duero, cerca de la orla montañosa, que limita esta depresión terciaria hacia el norte (Cordillera Cantábrica) y el este (Sierra de la Demanda). Su aspecto es, sin embargo, poco agreste, pudiéndose distinguir claramente dos tipos de paisajes. La mitad oriental de la Hoja es el dominio de las mesas calcáreas de los páramos, cuya superficie desciende paulatinamente desde los 1000 metros en el NE, el punto más alto de la Hoja, hasta llegar a una cota de 920 metros en el SO. La fuerte incisión de la red fluvial ha transformado estas antiguas llanuras finiterciarias en un paisaje de mesas, separadas una de otra por profundos barrancos, hundidos hasta 120 metros en el sustrato terciario. En la parte occidental de la Hoja, sobre un sustrato margocalcáreo, se ha desarrollado un relieve escasamente accidentado, de lomas suaves y barrancos poco profundos: *la Campiña*.

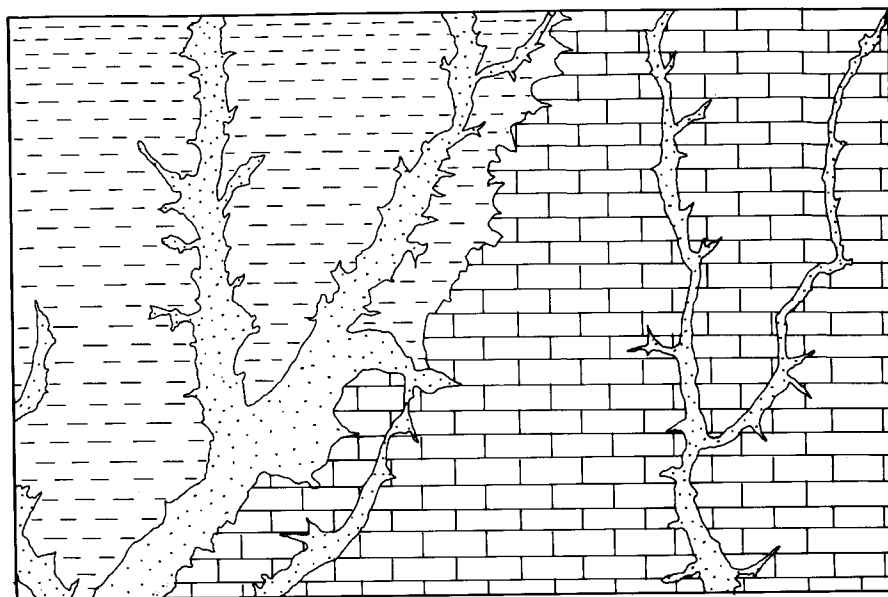
La red fluvial drena principalmente hacia el sur, desde la Cordillera Cantábrica, hacia el centro de la Cuenca. Cuenta, en el este, con el río Ruyales, que, después de recorrer unos 16 km por la zona de la Hoja, se une al río Hormazuelos. Mas al oeste y marcando el límite occidental de los páramos, se encuentra el río Brullés, que, a la altura del pueblo de Villasandino, entrega su caudal al río Odra. Este último marca con su cauce, en el extremo SO, el punto más bajo de la Hoja, con una cota de 775 metros. Quedan por mencionar dos arroyos: el arroyo del Cauce, paralelo al Odra pero situado todavía en la zona de las mesetas, y el arroyo de Padilla, en el límite occidental de la Hoja.

La zona forma parte de una cuenca fluvial de elevada altitud, que está rodeada de macizos montañosos y, por tanto, aislada de las influencias marítimas. Esto le da un clima severo: un verano caluroso, aunque de corta duración, y un invierno largo y frío, con temperaturas mínimas que pueden descender por debajo de los 0°C. Igual que en la termometría, el aislamiento de la Cuenca se hace notar en su acusada aridez. En el norte de la Hoja, en las proximidades de la Cordillera Cantábrica, se registra una precipitación anual media de 600 mm, mientras que en el sur, hacia el centro de la cuenca, no se recogen más de 500 mm de lluvia por año.

3.2. ANTECEDENTES

Los trabajos de índole geomorfológica y con referencia directa a la zona que comprende la Hoja, son escasos. En este apartado citamos, por tanto, unas publicaciones de carácter regional, empezando por los clásicos de HERNANDEZ PACHECO, F. (1930, 1932) y MABESOONE (1961).

Entre los estudios dedicados al contacto entre la Cuenca, el Sistema Central y la Sierra de la Demanda, cabe citar los de SCHWENZNER (1937), BIROT y SOLE (1954) y, más recientemente, PEDRAZA (1978), GARZON *et al.* (1981), PORTERO y AZNAR (1984), ARMENTEROS (1986) y FERNANDEZ (1988).






-  Unidad morfoestructural de los páramos
-  Unidad morfoestructural de la campiña
-  Principales depósitos fluviales cuaternarios

Fig. 2.- Distribución de las unidades morfoestructurales en la hoja de Sasamón.

La parte norte de la Cuenca y su enlace con la Cordillera Cantábrica ha sido descrito por, entre otros, NOSSIN (1959), ZAZO *et al.* (1983) y GRACIA, *et al* (1989).

3.3. ANALISIS GEOMORFOLOGICO

3.3.1. Estudio Morfoestructural

Como muestra fig. 2, en la Hoja se han diferenciado dos unidades morfoestructurales, cada uno de las cuales ocupa aproximadamente la mitad de la Hoja. El este de la zona es el dominio de las mesas, o páramos, que se levantan sobre los valles profundos, excavados por la red fluvial. En el oeste, se encuentra la «Campiña», con su paisaje suavemente alomado.

Fuera del límite de la Hoja, se sitúan las unidades morfoestructurales que forman el borde de la Cuenca: al norte, la orla mesozoica Vasco-Cantábrica, y al este, la Sierra de la Demanda.

En la *Unidad de los Páramos*, las calizas terminales de la Facies Cuestas (Páramo I) protegen los materiales blandos subyacentes de la erosión, y constituyen una superficie estructural, ligeramente inclinada hacia el suroeste. Esta superficie, de gran extensión en la parte oriental de la Cuenca, ha sido retocada por una serie de procesos exógenos, por lo cual se denomina «Superficie Poligénica de los Páramos». En el sur de la Hoja, se conservaron unos depósitos finiterciarios, que fosilizan la Superficie Poligénica. Estos sedimentos, también están coronados por un nivel de calizas (el Páramo II), que ha servido como protección contra los procesos erosivos.

En algunos sitios, la erosión de la red fluvial ha exhumado bancos de calizas, intercalados en la serie terciaria margosa, y que constituyen superficies estructurales de pequeña extensión. Los cauces que constituyen la red fluvial en esta parte de la Hoja, siguen líneas con, aparentemente, un claro control estructural, con tramos notablemente rectilíneos.

En la *Unidad de la Campiña*, la red fluvial evacuó grandes cantidades de material terciario, creando así un entorno de llanuras fluviales, separadas por lomas margocalcáreas, que constituyen unos interfluvios poco elevados sobre los cauces. También esta unidad cuenta con varios replanos, constituidos por terrazas fluviales.

3.3.2. Estudio del modelado

Los procesos más significativos par la morfogénesis de la zona son de tipo fluvial, kárstico y de gravedad. Para cada unidad morfoestructural, se discutirá la actuación de cada uno de estos procesos en las siguientes apartados.

3.3.2.1. *Unidad Morfoestructural de los Páramos*

FORMAS POLIGENICAS

En la Hoja, se ha distinguido tres tipos de formas poligénicas: las superficies, los glaciais y los *inselberg*.

La *Superficie Poligénica de los Páramos* se desarrolló sobre las calizas del Páramo Inferior y se conserva en la mitad oriental de la Hoja, aunque buena parte de ella se encuentra en estado degradado. En su génesis han intervenido, como indica su nombre, varios procesos exógenos, como la karstificación, alteración, acumulación y erosión. En varias partes de la zona, la fuerte karstificación ha destruído los bancos de calizas, lo que dió lugar a la creación de una superficie rugosa. Las arcillas de descalcificación, que fueron producidas por la karstificación, posiblemente han sido afectados por procesos de erosión y acumulación, y rellenan, en la actualidad, los huecos de disolución en las calizas. Las alteraciones se manifiestan localmente como costras. La edad de la superficie se estima en Mioceno superior-Plioceno.

Sobre la capa de calizas que corona los depósitos de la serie del Páramo superior, cerca del pueblo de Yudego, se formó la *Superficie superior de los Páramos*, que, en esta

Hoja, representa el nivel de colmatación de la cuenca terciaria. Tiene una extensión pequeña y un grado de karstificación inferior a la Superficie Poligénica.

Los depósitos de *glacis* tapizan los pies de las mesas de los páramos en la parte sur de la Hoja (Fig. 2). Se trata de formas de paleoladera, que enlazan depósitos fluviales antiguos. En su génesis han intervenido tanto procesos de gravedad, como de tipo fluvial, dándoles un perfil ligeramente cóncavo y de una pendiente baja.

Los *inselberg* son cerros testigos, que se levantan en la parte sur de la Hoja, sobre la superficie inferior de los páramos.

FORMAS FLUVIALES

Dentro de este grupo, se pueden distinguir tanto formas de erosión, como de acumulación. De las últimas, en esta unidad, los *fondos de valle* son los más importantes. Tapizan los fondos de los valles, excavados por los ríos y arroyos en el sustrato terciario. Son depósitos poco coherentes, cuya composición es de arenas y gravas en una matriz limo-arcillosa. Asentados en ellos, a la salida de varios barrancos, se formaron *conos de deyección*. Poseen la morfología de abanico y el perfil convexo típico de estas formas. Están compuestos por cantos y gravas calcáreos y subredondeados, en una matriz limo-arcillosa. Los conos de mayor extensión está situados en el margen izquierdo del arroyo del Cauce; en otras partes de la zona, suelen tener un tamaño bastante reducido.

En los valles de los ríos Hormazuelos y Ruyales, se ha desarrollado una franja estrecha de *terrazas*. Se han distinguido dos niveles: el más bajo entre 4 y 6 metros, y el más alto entre 7 y 10 metros sobre el cauce. Las terrazas más altas pueden estar cementadas localmente.

A las formas erosivas, pertenece la *incisión lineal*, que actúa, principalmente, en las cabeceras de la red fluvial secundaria.

A lo largo del contacto entre esta unidad morfoestructural y la Campiña, se han producido varias *capturas*, siendo la más significativas de ellas, la del río Brullés por la red del Odra, a la altura del pueblo de Sasamón. Los testigo de esta captura importante, son, por una parte, el valle decapitado del arroyo del Cauce, y por otra, unas terrazas, situadas cerca de Sasamón, y cuya superficie se encuentra a la misma altura que el punto más alto del valle decapitado. En el fondo de este valle, después del desvío del caudal del Brullés hacia el Odra, se depositaron unos conos de deyección, con un tamaño mucho mayor que los conos del resto de la zona.

FORMAS DE LADERA

Los pies de las laderas de la unidad suelen estar cubiertos por *coluviones*, que, morfológicamente, sirven de enlace entre los fondos de valle y las laderas. Se trata de depósitos comunes, pero poco importantes, ya que su potencia, generalmente, no supera los 3 metros. Son materiales poco coherentes, cuya litología viene determinada por la ladera de donde proceden.

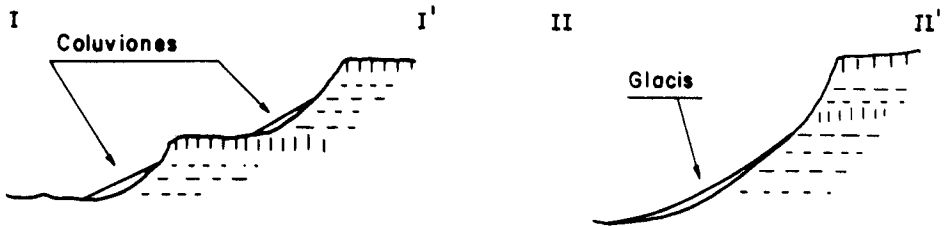
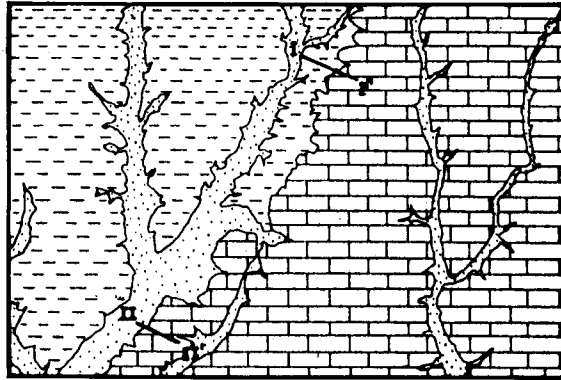


Fig. 3.- Cortes geomorfológicos enseñando el contacto entre los Páramos y la Campiña en el Norte (I-I') y el Sur (II-II') de la hoja.

Por otra parte, tan sólo se ha detectado un *deslizamiento* cartografiable a la escala del presente proyecto. Este movimiento de ladera afectó a la ladera occidental del valle del río Hormazuelos, a la altura del Alto de San Cristol. A pequeña escala, frecuentemente se producen deslizamientos en los bordes de las terrazas y en las laderas, donde la erosión fluvial produce situaciones de inestabilidad.

FORMAS ESTRUCTURALES

La mayoría de estas formas son manifestaciones morfológicas de los contrastes litológicos, existentes en el sustrato terciario. Las *superficies estructurales* están compuestas por bancos de calizas, intercalados en los materiales de la Facies Cuestas, y exhumados por la erosión. Los *escarpes* más importantes, marcan el límite de la superficie estructural de los páramos.

A 1,5 kilómetros al norte y noreste del pueblo de Yudego, se detectaron, en fotografía aérea, *dos lineamientos de segundo orden*, con orientación ONO-ESE. En el campo, se

observa un escalón en las calizas del Páramo. Se trata, posiblemente, de una flexura en el sustrato terciario, acompañada por unas diaclasas.

FORMAS KARSTICAS

La *karstificación* ha afectado, de forma generalizada, a las capas de calizas que afloran en la zona, y, en especial, a las calizas del Páramo I. Gran parte de la superficie, constituida por estas calizas, adquirió así un aspecto rugoso. Sin embargo, no se formaron muchas dolinas bien definidas.

3.3.2.2. *Unidad morfoestructural de la Campiña*

FORMAS POLIGENICAS

La *Superficie de erosión S2*, se ha desarrollado sobre las arcillas y limos de la facies Grijalba-Villadiego. Entra en la Hoja por su límite occidental, y esta mejor representada en la Hoja colindante de Osorno (198), donde está caracterizada por un tapiz limo-arcilloso, con cantos cuarcíticos dispersos. En el borde de la Cuenca, algunos autores describen el enlace entre una superficie de erosión denominada, igualmente, S2, de edad Mioceno Superior - Plioceno (GRACIA *et al.*, 1990), con la Superficie Poligénica de los Páramos. En la Hoja de Sasamón, sin embargo, no parece existir esta relación. Por una parte, no existe un contacto directo entre ambas, y, por otra, teniendo en cuenta la inclinación de la Superficie Poligénica, de unos 3 ó 4 por mil hacia el oeste, la Superficie S2 tendría que estar situada a una cota de, aproximadamente, 880 metros, en vez de entre 840 y 860 metros, su cota real. Por tanto, parece más probable, que la superficie observada en las Hojas de Sasamón y Osorno, no es la superficie de edad finiterciaria del borde de la cuenca, sino una superficie pleistocena. Esta edad también ha sido propuesta por P. CABRA, en la memoria de la Hoja de Osorno.

FORMAS FLUVIALES

Los *fondos de valle* de esta parte de la Hoja son bastante similares a los de la Unidad Morfoestructural de los Páramos. Únicamente los ríos Odra y Brullés tienen algunas características singulares: sus cauces tienen una morfología trenzada, y en su composición litológica dominan los componentes cuarcíticos y el cuarzo.

Las *terrazas* ocupan un lugar importante en esta unidad, pudiéndose distinguir un total de 7 niveles, situados, respectivamente, a 1-2, 4-6, 7-10, 15, 25-30, 50 y 75 metros sobre el cauce actual. Las terrazas de los dos niveles más altos, están situadas en el interfluvio de los ríos Odra y Brullés, y no se relacionan claramente con uno de ellos. Muestran una alineación con dirección NNE-SSO, que se continua hacia el norte, en la Hoja de Villadiego. Las terrazas más bajas, bordean los valles de los cauces principales de la zona. La composición litológica es de gravas y cantos de cuarcita y cuarzo, en una matriz areno-arcillosa. El porcentaje de componentes calcáreos es, generalmente, bajo.

En los valles de los ríos Brullés y Odra, entre la terraza más baja y el fondo de valle, se encuentra la *llanura de inundación*. Su composición litológica es de limos y arcillas oscuras, con gravas dispersas. En su superficie, se dibujan varios *meandros abandonados*.

En la esquina suroeste de la Hoja, se observó un *área semiendorreica*, donde el agua del arroyo de Padillo no sigue un cauce bien definido, sino transcurre de forma difusa, sin apenas encajarse. Es, por tanto, una zona de encharcamientos frecuentes en épocas de lluvias.

FORMAS DE LADERA

En esta parte de la Hoja, el *coluvionamiento* no es un proceso tan activo como en la Unidad Morfológica de los Páramos, ya que las laderas son, generalmente, mucho más planas y bajas. Los coluviones son, por tanto, pequeños y de poca potencia. Litológicamente, están compuestos por gravas calcáreas en una abundante matriz limo-arcillosa. La composición litológica de los coluviones que se formaron en los escarpes de las terrazas, es distinta de los coluviones encontrados en otras partes de la zona, ya que sus componentes son principalmente de tipo cuarcítico.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Los depósitos superficiales más importantes en la Hoja, son las acumulaciones fluviales (fondos de valle, llanura de inundación, terrazas y conos de deyección), de ladera (coluviones y deslizamientos), y poligénicas (glacis y arcillas de descalcificación).

En la zona, se observaron tres tipos de *suelos*. Los Entisoles son los suelos más recientes y menos evolucionados, con un perfil tipo A/C, desarrollados sobre los depósitos fluviales y sobre las laderas. Los Inceptisoles son suelos medianamente evolucionados, con perfil tipo A/[B]/C. Recubren una parte importante de la superficie de la Hoja, principalmente en la zona de los Páramos. El tercer tipo de suelo está constituido por los Alfisoles, con el grado de evolución más alto, y un perfil tipo A/Bt/C. Se desarrollaron sobre las terrazas altas y en sitios de acumulación de arcillas en los páramos.

Gran parte de las formaciones superficiales, ya se describieron anteriormente en esta memoria, por lo cual, el resto de este apartado se dedicará a la denominada *terra rossa*.

Las acumulaciones principales de *terra rossa* están situadas en la superficie paramera, rellenando los huecos de disolución y las depresiones kársticas en los bancos de caliza. La distribución muy irregular y la escasa potencia de estos depósitos, hace imposible su cartografía a escala 1:50.000.

Los autores que han estudiado estos materiales, entre otros MOLINA y ARMENTEROS (1986), ORDOÑEZ *et al.* (1976) y PEREZ-GONZALEZ (1979), los consideran el producto de la descalcificación de calizas. Mineralógicamente, está constituida mayoritariamente

por arcillas illíticas y caoliníticas. Además, contiene fragmentos de caliza y un porcentaje bajo de arena.

Después de su formación, la *terra rossa* posiblemente ha sufrido un proceso de erosión y acumulación (ORDOÑEZ *et al.*, *op. cit.*, GRACIA, 1989). En la presente Hoja, aunque no se ha podido encontrar buenos cortes para examinar estos materiales en detalle, sí se ha podido comprobar, que la acumulación se sitúan, generalmente, en depresiones topográficas. En cuanto a edad, AGUIRRE *et al.* (1976) estiman que se trata de depósitos pliocenos.

3.5. EVOLUCION DINAMICA (HISTORIA GEOMORFOLOGICA)

Los depósitos más antiguos que afloran en la Hoja de Sasamón son de edad terciaria. Dentro de la serie terciaria, se han distinguido varios ciclos sedimentarios, caracterizados por una alternancia entre ambientes lacustres y fluviales. El último de estos ciclos termina, al final del Terciario, con el depósito de un nivel carbonatado: las calizas del Páramo II. A partir de este momento, empieza la morfogénesis del relieve actual.

Entre las calizas del Páramo I y los materiales que constituyen el inicio del ciclo Páramo II, existe una interrupción sedimentaria a nivel regional, durante la cual se desarrolló una superficie de carácter complejo, denominada «Superficie Poligénica de los Páramos». En su formación, probablemente durante el Mioceno superior - Plioceno, y bajo un clima cálido con alternancias de períodos húmedos y secos (PEDRAZA GILSANZ, *op. cit.*, GRACIA, *op. cit.*), intervinieron procesos kársticos, de erosión, acumulación y alteración. Varios autores, entre otros PINEDA, *op. cit.*, GRACIA *et al.*, *op. cit.*, relacionan esta superficie con la superficie de erosión S2, situada en el borde de la Cuenca.

La Superficie Poligénica se deforma por una fase tectónica generalizada, la Rodánica o Iberomanchega I (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*). Se produce una activación de los sistemas fluviales, lo que induce al relleno progresivo de las depresiones generadas por la actividad tectónica. Las calizas terminales de este ciclo sedimentario (el Páramo II), que se conservan únicamente en el Cerro Maltrigo, en el sur de la zona, representan los últimos depósitos endorreicos de esta parte de la cuenca terciaria.

De nuevo se produce una fase tectónica, la Iberomanchega II (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*), que genera una superficie de erosión-acumulación, que, en esta memoria, se denomina «Superficie Superior de los Páramos». Esta superficie representa un momento clave en la historia de la Cuenca del Duero: el cambio de un régimen, de carácter endorreico, a otro exorreico. Probablemente durante esta fase de transición o inmediatamente después, se instalan, en los bordes de la Cuenca, los abanicos plio-pleistocenos o «Rañas», aunque al parecer sin llegar a depositarse en la zona de Sasamón.

En el Cuaternario, y como consecuencia de la apertura de la Cuenca, comienza el encajamiento de la red de drenaje. Esta red, que, inicialmente, estuvo compuesto por cauces subparalelos, adoptó progresivamente, y sobre todo en la parte occidental de

la zona, una forma más dentrítica. En la otra parte de la Hoja, su morfología parece estar controlada estructuralmente, ya que los cauces principales siguen casi exclusivamente las direcciones N-S y NNE-SSO, con cambios bruscos entre tramos de diferente dirección.

La incisión fluvial no ha sido un proceso continuo, sino uno marcado por pulsaciones de erosión vertical, que alternan con interrupciones en el encajamiento. Las terrazas, observadas en la Hoja, son los testigos de estos períodos de estabilidad. Coincidiendo con una de estas interrupciones, y probablemente durante el Pleistoceno, se forma una nueva superficie de erosión, denominada S2 por P.CABRA., en la Hoja colindante de Osorno. Esta superficie parece ser otra distinta de la superficie de erosión S2 finiterciaria, tallada sobre los depósitos mesozóicos del borde de la Cuenca.

Durante el encajamiento de la red fluvial, se produjo la captura del río Brullés por el Odra (Fig. 4). Por el valle abandonado por el Brullés, transcurre en la actualidad el arroyo del Cauce. Las terrazas con cotas entre 25 y 30 metros sobre el Brullés actual, y situadas al norte del valle decapitado del arroyo del Cauce, pueden ser las últimas terrazas depositadas por el Brullés, antes de la captura.

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

Al tratarse de una zona muy estable desde el punto de vista tectónico, los procesos morfogenéticos más activos en la actualidad, son de tipo fluvial y de gravedad. En la unidad de los Páramos, existen zonas con pendientes fuertes, donde los procesos denuclativos, como la incisión fluvial, los deslizamientos y la caída de bloques, pueden ser intensos. En el caso de la unidad de la Campiña, la intensidad de estos procesos es mucho menor. Los procesos deposicionales más notables son la formación de fondos de valle, conos de deyección y coluviones. En el futuro, estas acumulaciones a su vez serán erosionadas para contribuir al vaciado de la Cuenca.

A corto plazo, no se prevén cambios importantes en la situación morfodinámica existente. A medio / largo plazo, se producirá la migración del contacto entre las dos unidades morfoestructurales hacia el Este, como consecuencia de la reducción progresiva de la superficie paramera por los procesos morfogenéticos anteriormente descritos. Así, el paisaje adquirirá un aspecto alomado, de formas suaves y cada vez menos accidentado. La erosión vertical disminuirá según la aproximación de la cuenca al nivel de base, el Atlántico. Entonces, los últimos relieves interfluviales serán erosionados, lo cual dará lugar a la formación de una nueva superficie de erosión-depósito.

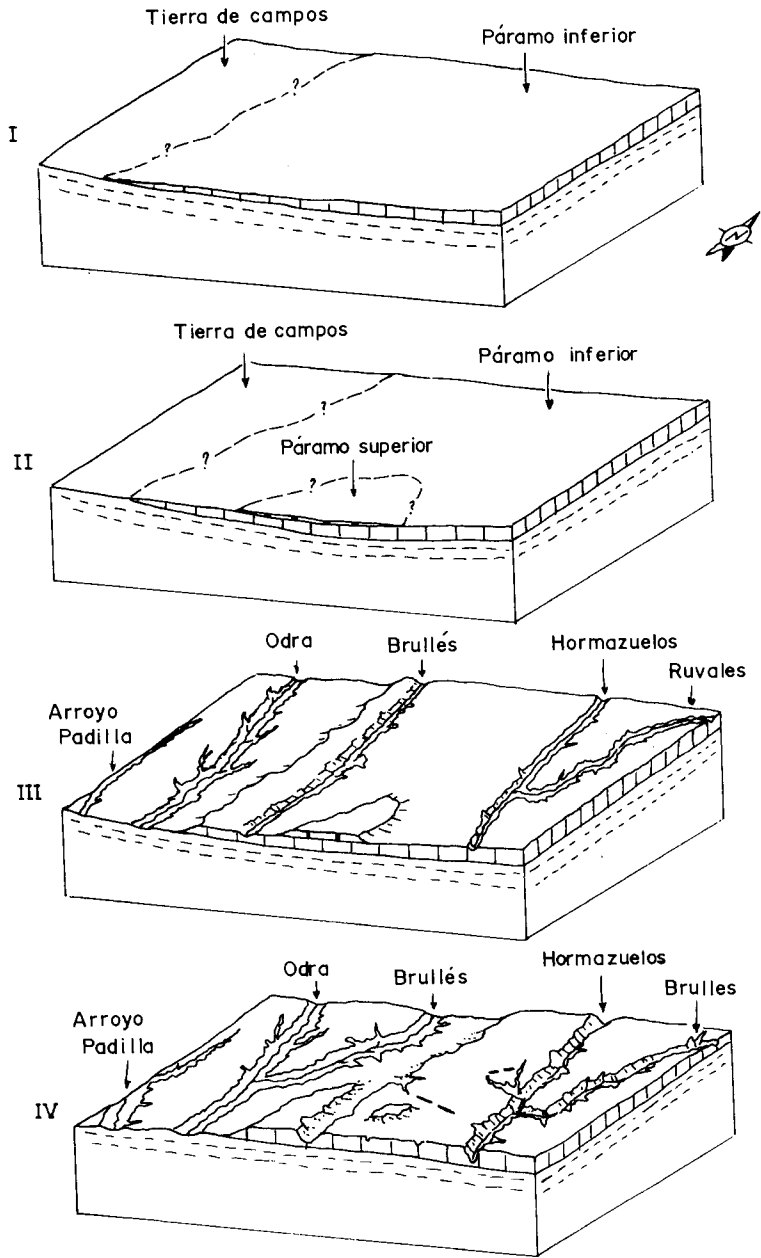


Fig. 4.- Modelo para la evolución geomorfológica de la zona de Sasamón.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Dada la localización de la presente Hoja, la historia geológica de la misma se encuentra íntimamente ligada a la evolución del borde meridional de la Cantábrica, de la cual le separan escasos kilómetros, si bien la estructura de la Cuenca como tal ha dependido de procesos de carácter más regional.

A finales del Cretácico comienzos del Paleógeno, y como resultado de la actividad de la Fase Larámica, se pasa de un ambiente de sedimentación marino a otro continental, el cual ha continuado hasta la actualidad. Es por tanto a partir de comienzos del Paleógeno cuando se inicia el relleno de la nueva depresión, actual Cuenca del Duero, mediante un sistema de abanicos aluviales, instalados en los distintos bordes de la cuenca, que en el caso de la Hoja presente procederían del borde sur de la Cantábrica.

No se reconoce registro estratigráfico de la primera etapa de relleno de la cuenca dentro del área estudiada, pero por trabajos realizados próximos, se ha reconocido depósitos correspondientes a facies proximales de grandes abanicos aluviales desarrollados en ambiente de aridez, así como deformaciones y discordancias dentro de los materiales depositados, lo que nos habla de una actividad tectónica importante del borde de la cuenca, hasta el Mioceno inferior.

A partir de esta edad se inicia un nuevo ciclo posiblemente de carácter cuencal, representado por la Facies Tierra de Campos, facies correspondientes a grandes llanuras aluviales. Contemporáneos de estos depósitos, y con diferente procedencia, zona N de la Hoja, se instalaría un abanico progradante e interdigitado con Tierra de Campos. Se trata de los fangos con intercalaciones de canales de arenas de la facies Grijalba-Villadiego, que se interpretan en este área como depósitos fluviales divagantes. La entrada en la cuenca de estas facies fluviales, indicadoras de un nuevo ciclo litoestratigráfico, serían el resultado de la actividad de la Fase Neocastellana. La edad de los depósitos de Tierra de Campos, así como sus contemporáneos Grijalba-Villadiego, corresponde al Astaraciense, época en la que la Cuenca del Duero tomaría una configuración similar a la actual.

Le sigue un período de tiempo con ausencia casi total de sedimentación, con formación de paleosuelos y depósitos de ciénagas, Facies Zaratán, generadas en áreas de escaso drenaje o insuficiente, que dan lugar a zonas «charcustras»-palustres, durante el Astaraciense-Vallesiense.

Posteriormente, a estos depósitos de carácter fluvial se implanta un ambiente lacustre, inicio de la Facies Cuestas, que culmina en la zona en estudio, con un nivel calcáreo característico, calizas de juncáceas y que se interpretan como depósitos lacustres marginales-palustres. Este nivel de calizas representa el final de un subciclo, en el que se divide la Facies Cuestas y cuya problemática y carácter cuencal ha sido tratado anteriormente, y cuya edad atribuiremos al Vallesiense inferior. A partir de este momento se instaba de nuevo un sistema lacustre cuya retracción pasando a palustre-lacustre marginal culmina con un conjunto de calizas, calizas del Páramo o calizas terminales de Cuestas.

Sobre estas calizas tienen lugar una serie de procesos de alteración, karstificación, formación de suelos, etc, que hablan de una nueva interpretación en la sedimentación. Sobre esta superficie se inicia un nuevo ciclo, que corresponde con el ciclo de las calizas del Páramo II. Este nuevo ciclo se inicia con la entrada de terrígenos de tonalidades rojizas, correspondientes a depósitos de llanura aluvial, que pasan a lacustres proximales, calizas del Páramo II. La configuración de este ciclo tuvo lugar desde el Vallesiense hasta posiblemente el Plioceno, pudiendo corresponder el inicio de este ciclo con la discontinuidad intravallesiense detectada en otras cuencas.

A partir de este momento, se inician una serie de procesos de alteración, karstificación, edafización, erosión etc., seguido del encajamiento de la red fluvial y su posterior desarrollo hasta la actualidad.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Rocas industriales

ASPECTOS GENERALES E HISTORICOS

En la Hoja estudiada los únicos recursos minerales conocidos son las rocas industriales.

Existe unicamente una explotación activa que extrae gravas aluviales, siendo las otras siete explotaciones inactivas de áridos naturales, caliza y margas yesíferas.

DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

a) Gravas

Se aprovechan en una explotación de áridos naturales, grava principalmente, que se situa en el aluvial del río Brullés. Es de tamaño medio y es la única activa actualmente en la Hoja.

El material obtenido es grava silícea, englobada en una matriz limo-arenosa.

b) Arenas y gravas

En la zona de Sasamón y Padilla de Abajo se aprovecharon anteriormente algunos niveles detríticos de la Facies Tierra de Campos.

Se trata de explotaciones pequeñas, todas inactivas en la actualidad, y que obtenían áridos naturales para las construcciones locales.

c) Caliza

Existen tres lugares donde se han explotado las Calizas del Páramo. Se trata de pequeñas explotaciones inactivas o intermitentes que obtienen bloques de caliza para su uso como material de construcción.

d) Margas yesíferas

En las proximidades de Hornillos del Camino se explotaron las margas yesíferas de la Facies Cuestas, para su uso en la fabricación artesanal de yeso.

Nº	Nº Mapa Rocas Industriales	Coordenadas	Sustancia	T. Municipal (Provincia)	Observaciones
1	—	411,10-4.694,40	Gravas	Sasamón (BU)	Aridos naturales (activa)
2	—	414,40-4.699,30	Arenas y gravas	Sasamón (BU)	Aridos naturales (inactiva)
3	—	414,65-4.698,15	"	"	"
4	—	402,90-4.696,40	"	Padilla de Abajo (BU)	"
5	—	420,35-4.699,90	Caliza	Pedrosa del Páramo (BU)	Materiales de Const. (inactiva)
6	121	419,10-4.693,25	"	Sasamón (BU)	"
7	—	417,60-4.688,20	"	"	"
8	—	422,90-4.687,65	Margas yesíferas	Hornillos del Camino (BU)	Yeso (inactiva)

5.2. HIDROGEOLOGIA

5.2.1. Hidrología

La presente Hoja se encuadra íntegramente en la Cuenca Hidrográfica del Duero, ocupando parcialmente las cuencas de los ríos Odra y Hormazuelos, tributarios respectivamente del Pisuerga y el Arlanzón.

El clima de esta zona es de tipo mediterráneo templado, siendo en cuanto al régimen de humedad, del tipo mediterráneo seco. La temperatura media anual es de unos 11°C con máximas medias de 20°C y mínimas medias de 3°C. La precipitación media anual (para el período 1940-85) supera los 600 mm en el tercio septentrional de la hoja, mientras que en el centro de la misma oscila entre 500 y 600 mm, siendo inferior a 500 mm hacia el SO de la zona.

La red fluvial es de escasa importancia, siendo los cauces principales los ríos Odra y Hormazuelos que recogen las aguas de otros arroyos y ríos de menor entidad (Brullés, Ruyales...). Gran número de estos arroyos y riachuelos tienen carácter estacional, estando alimentados por manantiales que nacen en los páramos y que se secan en la época estival.

Según la clasificación de zonas hidrológicas establecida en el Plan Hidrológico del Duero, la Hoja pertenece a la zona Hidrológica nº II (Pisuerga) participando de las subcuencas denominadas C-11 (Río Odra) y C-143 (Río Arlanzón). (Ver Fig. nº 5).

Las aportaciones totales anuales en cada una de estas cuencas es de 57 hm³ para la subcuenca C-11 y 351 hm³ para la subcuenca C-14₃.

La demanda para su uso urbano se estima en 0,4 hm³/cm y se satisface en más de un 98% con aguas de procedencia superficial.

5.2.2. Hidrogeología

Hidrogeológicamente la Hoja pertenece al Sistema Acuífero nº 8 (ver Fig. nº 6) y dentro de éste a la Región de la Ibérica (en su mayor parte) y a la Región Central (hacia el sector meridional).

Litológicamente, el S.A. nº 8 está constituido por sedimentos terciarios donde los niveles productivos acuíferos se localizan en lentejones de arenas distribuidos aleatoriamente en una matriz arcillosa-limosa de carácter semipermeable. La heterogeneidad de la distribución de los lentejones de arenas, así como su potencia y longitud condicionan la variación de los parámetros hidráulicos y el funcionamiento del acuífero.

Los materiales más gruesos se disponen con más frecuencia hacia el NO, mientras que los sedimentos más finos se disponen hacia el SE, apareciendo también en este sector las facies de carácter químico y evaporítico. En esta última zona los niveles acuíferos se localizan en los bancos de calizas karstificadas del Terciario que funcionan como un

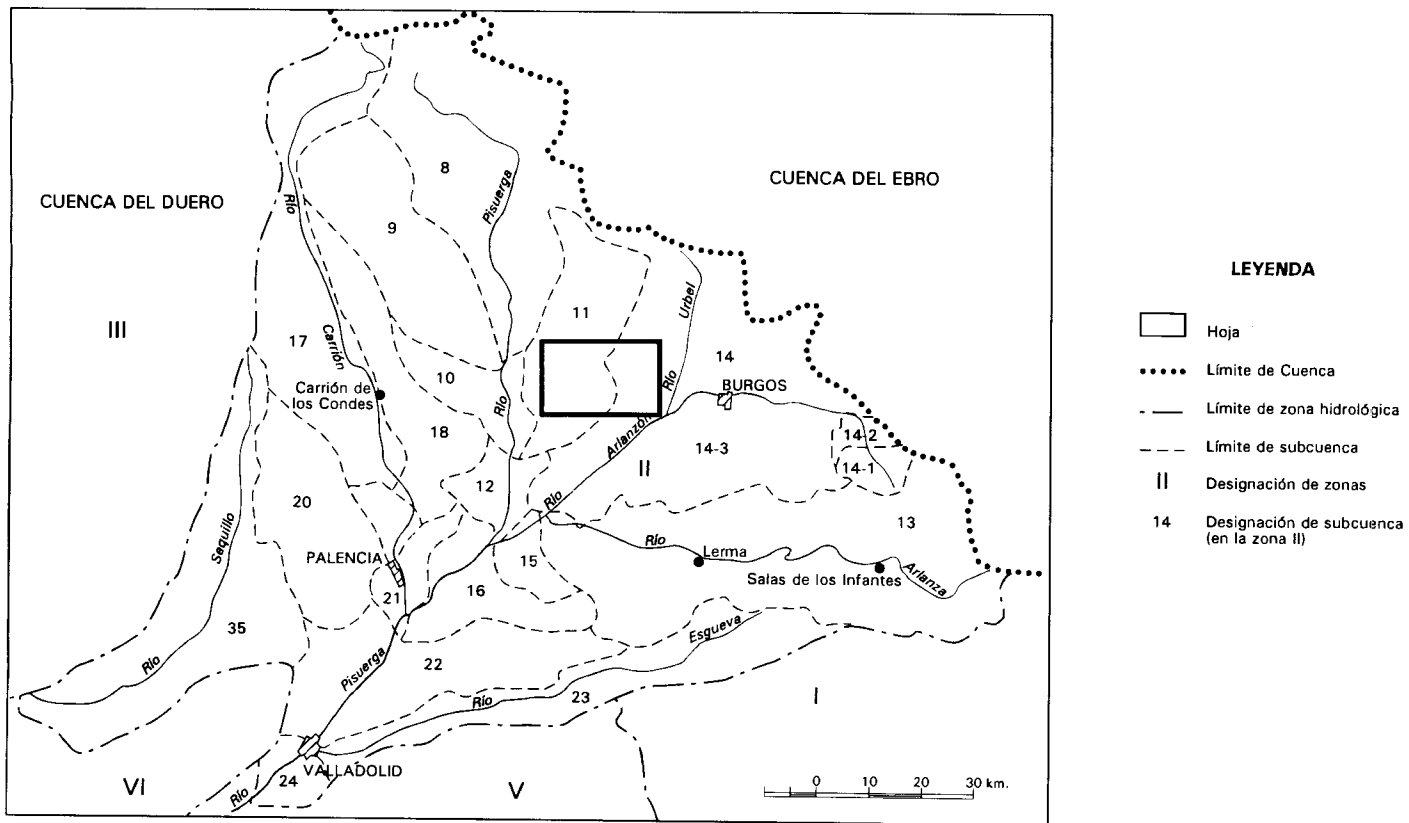


Fig. 5.- Zonación Hidrológica (Datos del P.H.D.)

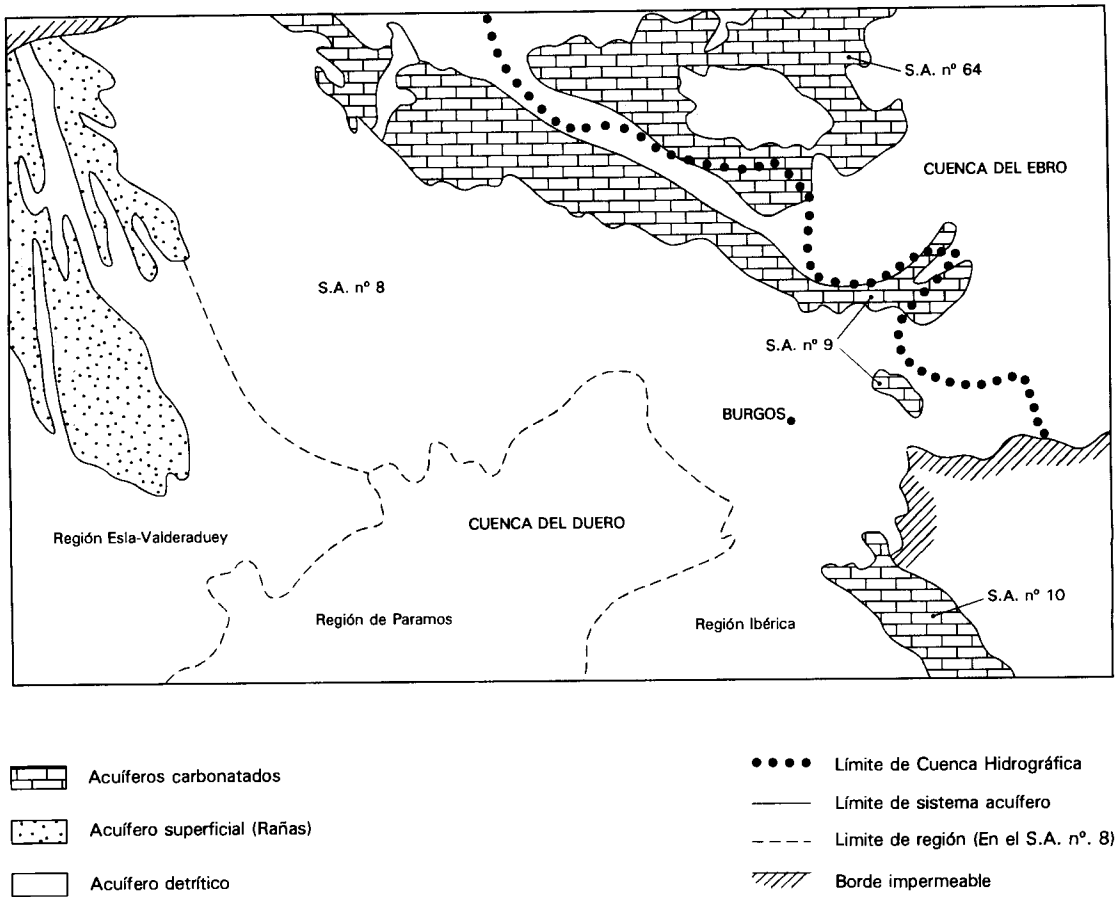


Fig. 6.- Esquema de distribución de sistemas acuíferos.

acuífero colgado, tipo *trop lein*, aunque en esta hoja, dada la escasa potencia de dichos bancos, su interés hidrogeológico es mínimo.

El conjunto de sedimentos terciarios se comporta como un acuífero multicapa en el que los niveles productivos se localizan en los lentejones arenosos que, al encontrarse englobados en una matriz semipermeable, se encuentran en régimen de confinamiento o semiconfinamiento, lo que explica el carácter surgente de algunos de los sondeos inventariados en la Hoja. Dichos sondeos oscilan entre los 32 y 300 m de profundidad, presentando unos caudales de explotación muy bajos. Los datos litológicos disponibles parecen indicar que los niveles productivos se sitúan por encima de los 60 m de profundidad. Estas explotaciones suelen destinarse a abastecimientos urbanos y regadíos de escasa importancia.

En cuanto a la calidad química del agua subterránea, no hay ningún dato directo del análisis en la presente hoja; no obstante, de los estudios regionales se deduce que las aguas pertenecen al dominio de las bicarbonatadas cálcicas, hacia el N, mientras que en la zona meridional, las aguas subterráneas presentan facies sulfatadas cálcicas, con contenido en SO_4 superior a los 400 mg/l, hacia el límite con la Hoja de Castrogeriz.

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS GENERALES

5.3.1. Introducción

Se ha realizado una síntesis donde se exponen, de un modo general, las características geotécnicas, de los terrenos que constituyen la Hoja de Sasamón. Como documentación complementaria se presenta un informe y plano geotécnico a escala 1:100.000.

Los datos que se han utilizado para establecer dicha caracterización geotécnica proceden tanto de información bibliográfica existente, como del análisis de los datos obtenidos en campo sobre afloramientos y excavaciones realizadas en la superficie de la Hoja.

La metodología seguida ha sido la de dividir la superficie de la Hoja en áreas de comportamiento geotécnico diferente y posteriormente cada área en zonas.

El criterio utilizado para la división en zonas ha sido fundamentalmente geológico, es decir, se han agrupado las unidades con igual o parecida similitud en los aspectos litológico, estructural, morfológico e hidrogeológico, ya que estos aspectos son los que, en general, analizados conjuntamente, dan a cada zona un comportamiento geotécnico frente a las obras que puedan realizarse en ellas (excavaciones a cielo abierto, rellenos, cimentaciones y obras subterráneas), así como una cierta vulnerabilidad frente al riesgo geológico (deslizamiento e inundación).

En la Hoja de Sasamón se han distinguido dos áreas (I y II) y cinco zonas (1, 2, 3, 4 y 5) que corresponden a las siguientes unidades cartográficas del mapa geológico.

Area	Zonas	Unidades Cartográficas
I	Zona 1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
	Zona 2	1,2
	Zona 3	12, 13, 14, 15
II	Zona 4	16, 17, 18, 19, 20, 21
	Zona 5	22, 23

5.3.2. Características geotécnicas

En la Hoja de Sasamón se distinguen claramente dos áreas geotécnicas bien diferenciadas, el Area I constituida por depósitos terciarios y el Area II, constituida por depósitos cuaternarios.

AREA I

ZONA 1

Litología. Los materiales correspondientes a esta zona están constiuidos por alternancias de margas, yesos, margocalizas y arcillas.

Pendientes de taludes naturales. Los taludes son muy suaves, salvo en aquellos casos en las que las alternancias de yesos y margas se superponen a margas o arcillas y en estos casos debido a la erosión diferencial pueden dar pequeños escarpes.

Permeabilidad y drenaje. Aunque, en principio, estos materiales son impermeables, los yesos pueden presentar problemas de disolución, dando lugar a cavidades de disolución. El drenaje se realiza fundamentalmente por escorrentía.

Ripabilidad. Son ripables.

Riesgo geológico. Hundimientos producidos por cavidades de disolución de los yesos y agresividad a hormigones.

ZONA 2

Litología. Los materiales agrupados en esta zona están constituidos por arenas, limos, arcillas y conglomerados.

Pendientes y taludes naturales. La pendiente varía entre media y suave, no rebasando los 35-45°.

Permeabilidad y drenaje. Se consideran materiales impermeables a semipermeables, siendo su drenaje por infiltración y escorrentía.

Ripabilidad. Son materiales ripables, aunque algunos niveles de conglomerados puede que ofrezcan resistencia a la ripabilidad.

Riesgo geológico. El riesgo geológico en estas formaciones es la erosión.

ZONA 3

Litología. Los materiales de esta zona están constituidos por calizas y margocalizas.

Pendientes y taludes naturales. Los materiales de esta zona suelen dar escarpes prácticamente verticales, sobre todo cuando se superponen a materiales arcillosos o margosos.

Permeabilidad y drenaje. Se consideran materiales permeables, su drenaje principal se realiza por infiltración.

Ripabilidad. Son materiales no ripables.

Riesgo geológico. Desprendimiento de bloques en los bordes de las mesas de los páramos.

Materiales de préstamo. Pueden ser utilizados como áridos para hormigón.

AREA II

ZONAS 4 Y 5

Estas dos zonas se describen juntas dada la similitud de características.

Litología. Los materiales agrupados en estas zonas están constituidos por gravas, arenas, cantos poligénicos, limos y arcillas.

Pendientes de taludes naturales. Son horizontales.

Permeabilidad y drenaje. Son materiales muy permeables, siendo su drenaje por infiltración.

Ripabilidad. Son ripables

Riesgo geológico. Inundaciones y socavaciones en estructuras situadas en los cauces de los ríos.

Materiales de préstamo. Las arenas y gravas pueden ser utilizadas como áridos.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (P.I.G.)

En la Hoja de Sasamón se han inventariado y catalogado seis puntos de Interés Geológico, habiéndose desarrollado y seleccionado únicamente cuatro de ellos.

En general ninguno de los puntos inventariados presenta problemas de protección. Debe destacarse, sin embargo, que una de las mejores secciones de las «Facies de las Cuestas», la que se encuentra en Villasilos, actualmente está casi completamente tapada por las obras de la nueva carretera.

La relación de los puntos inventariados es la siguiente:

- Sección completa de las Facies Cuestas en Villasilos
- Facies fluviales de la formación Alar del Rey en Villamayor de Treviño
- Mesa de Yudego
- Tránsito entre la formación Alar del Rey las Facies de las Cuestas en Villega
- Canales fluviales en la Granja de Santibañez
- Sección de las Facies de las Cuestas en Olmillos de Sasamón

La testificación realizada de la metodología que se ha empleado permite afirmar que la relación de puntos inventariados y catalogados refleja con cierta fidelidad las características geológicas de la Hoja ya que de los puntos seleccionados tiene como interés principal.

Estratigráfico 50%

Sedimentológico 23%

Geomorfológico 17%

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

INTERES PRINCIPAL	DENOMINACION DEL PUNTO
Estratigráfico	Sección completa de las Facies Cuestas en Villasilos Tránsito entre la formación Alar del Rey y las Facies de las Cuestas en Villegas. Sección de las Facies de las Cuestas en Olmillos de Sasamón.
Sedimentológico	Facies fluviales de la formación Alar del Rey en Villamayor de Treviño. Canales fluviales en la Granja de Santibañez.
Geomorfológico	Mesa de Yudego

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.

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD (1967). Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000. *Instituto Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España.*
- 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.
- ALMELA, A., RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945). Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander. *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, 5 (58): 45-228.
- ALONSO-GAVILAN, G. (1983), Sedimentología de las areniscas de Villamayor. *Studia Geológica Salmanticensia*, XIX: 7-20.
- 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 Geológica Salmanticensia*, 1: XXIV: 3-47.
- ALONSO-GAVILAN, G., ARMENTEROS, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., DABRIO, C., JIMENEZ, E., LOPEZ OLIVE, A., DEL OLMO, P., POL, C., PORTERO, J. M. (1983): La depresión del Duero. *Libro Jubilar J. M. Ríos. Geología de España*, 2: 487-489.
- ALVAREZ SIERRA, M. A., GARCIA MORENO, E. y LOPEZ MARTINEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleovological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. *Abstract VIII Congress of the RCMNS, Budapest, 1985*: 56-57.
- AMIOT M.; FLOQUET M.; MATHEY, B.; PASCAL, A.; RA. P.; et SALOMON, J. (1982). Evolution de la marge Cantabrique et de son arriere-pays Iberique an Cretace. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8: 37-63.
- ARAGONES, E. (1978). Mapa Geológico de España a E 1:50.000. Memoria de la hoja 16-09 (Saldaña). IGME. Ministerio de Industria.
- ARAGONES, E. (1978). Informe sedimentológico sobre las hoja geológicas MAGNA de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero. IGME. Inédito.
- ARMENTEROS, I. (1986). Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del Sector Suroriental de la Depresión del Duero. Ediciones de la Diputación de Salamanca. Serie Castilla y León. 470 pp.
- ARMENTEROS, I. y ALONSO GAVILAN, G. (1984). Génesis y evolución de los caliches miocenos del Sureste de la Depresión del Duero. *Estud. Geol.*, 40: 153-163.

- ARMENTEROS, I.; GONZALEZ, J. A.; CIVIS, J. y DABRIO, C. (1986). El problema del Neogeno superior en la Cuenca del Duero: Nuevos Datos Paleontológicos (invertebrados) en el sector Peñafiel-Almazán. *Estudia Geológica Salmantica*, 22: 277-291.
- BIROT, P., y SOLE, L. (1954). Recherches Morphologiques dans le Nord Ouest de la Péninsule Iberique. *Mem. et doc. Centre de Doc. Cartogr. et Geogr.*, 4, 11-61.
- CARRERAS, F. (1978). Mapa Geológico de España E 1:50.000. Memoria de la hoja 16.10 (Carrión de los Condes) IGME. Ministerio de Industria.
- CIRY, R. (1940). *Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 74: 1-513 pp..
- COLMENERO, J. R., MANSON, M., GARCIA RAMOS, J. C. y VARGAS, L. (1982) Depósitos aluviales cíclicos en el Paleógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 185-196.
- CONFEDERACION HIDROGRAFIA DEL DUERO (1988). Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero. (Inédito).
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, I., POL, C., CORROCHANO, A. y ARMENTEROS, I. (1978). Las facies miocenas del sector Sur de la Cuenca del Duero. *Publ. Dep. Estrat. Universidad de Salamanca*, 9: 7-15.
- 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 PAIRO, M y MIGUEL CELORRIO, J. (1959). Sobre un yacimiento de mamíferos fósiles en Aranda del Duero (Burgos). *Estudios geol.*, 15: 111-118.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 60, 109-126.
- DAAMS, R. y FREUDENTHAL, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.*, 62: 1-17.
- ENRESA (1989) Estudio de las Formaciones favorables de la Región del Duero (Proyecto E.R.A.) Inédito.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1950). Ensayo de una descripción general de la estructura geológica de los terrenos de España en la Península. *Mem. R. Ac. Cienc. Madrid. (3ª ser.) (Cienc. Nat.)*, 1: 35-65.
- GARCIA DEL CURA, M. A. (1975). Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Terciario continental de la Cuenca del Duero (Zona Oriental). *Actas I Col. Int. Bioestr. Cont. Neóg. Sup. Cuat. Inf.*, 77-82.

- GARCIA DEL CURA, M. A. y ORDONEZ, D. S. (1982): Texturas y estructuras en calizas continentales: un ejemplo de heterogeneidad textural: las rocas carbonáticas de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros IGME*, 6 (1): 227-252.
- GARCIA MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontologia i Evolució*, 22: 103-112.
- GARZON, M. G., PEDRAZA, L y UBANELL, A. G. (1982), Los modelos evolutivos del relieve del Sistema Central Ibérico (Sector de Gredos y Guadarrama). *Rev. Real Acad. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales*, 76 (2): 475-496.
- GRACIA PRIETO, J. F., NOZAL MARTIN F., PINEDA VELASCO, A. y WOUTERS DE VRIES, P. F. (1990). Superficies de erosión neógenas y neotectónicas en el borde NE de la Cuenca del Duero. *Geogaceta* n° 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 RAMOS, J. C., MANJON, M., COLMENERO, J. R.. (1982): Utilización de minerales pesados espectros litológicos como ayuda en la indentificación del área madre y en los diferentes sistemas de abanicos aluviales. Terciario del borde N de la Cuenca del Duero. *Tema Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 293-304.
- GARZON HEYDT, G. y LOPEZ MARTINEZ, N. (1978). Los roedores fósiles de Los Barros (Ávila). Datación del Paleógeno Continental en el Sistema Central. *Estudios geol.*, 39: 671-675.
- 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*: simposios: 175-184.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1914). Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica. *Mem. Real. Soc. Hist. Nat.*, 9: 443-448.
- 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.
- HERNANDEZ-PACHECO, E (1932). Síntesis fisiográfica y geológica de España. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Sec. Geol.*, 38 (1): 5-258 y 38 (2): 259-584.
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a E 1:200.000, 1ª serie. Burgos (n° 20). Ministerio de Industria.
- IGME (1981). Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12. (P.I.A.S.). Colección Informe IGME.

- IGME (1982). Calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos terciarios detríticos de la Cuenca del Duero. (P.I.A.S.). Primer Informe. Colección Informe IGME.
- IGME (1987). Calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos terciarios detríticos de la Cuenca del Duero. (P.I.A.S.). Colección Informe. 2º Informe.
- ITGE (En prensa). Mapa Geológico de España a E 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA). Hoja de Sasamón (199).
- ITGE (En prensa). Mapa Geológico de España a E 1:50.000, 2ª Serie (MAGNA). Hoja de Villadiego (166).
- IGME (1973). Mapa Matalogenético de España a E 1:200.000 Burgos (nº 20). Ministerio de Industria. Madrid.
- IGME (1976). Mapa de Rocas Industriales a E 1:200.000. Burgos (nº 20). Ministerio de Industria. Madrid.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1986). Inventariado de indicios mineros de la provincia de Burgos. (Inédito).
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1986). Estudio de las posibilidades de regadíos a partir de aguas subterráneas en la Comunidad de Castilla-León. (Inédito).
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1988). Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero. (Inédito).
- LOPEZ MARTINEZ, N., SESE BENITO, C. y SANZ GARCIA, J. L. (1977). La microfauna (Rodentia, Insectívora, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España). *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 8: 47-73.
- 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 (1982)*, 6 (1): 341-353.
- 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.; SANTIESTEBAN, 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: 191-192.

- MABESOONE, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Bassin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 24: 21-180.
- MABESOONE, 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.
- 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 Reunión sobre la Geología 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 Reunión sobre la Geología 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).
- MEDIAVILLA, R. M. (1986-87). Sedimentología de los yesos del sector central de la Cuenca del Duero. *Acta Geol. Hisp.*, 21-22 (I): 35-44.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1987). Tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the Neogene of the Duero Basin (Spain). *I.A.S. 8th. Regional Meeting of sedimentology, Abstracts: 346-347*.
- MEDIAVILLA, R. M. & DABRIO, C. J. (1988). Controles Sedimentarios Neógenos en la Depresión del Duero (Sector Central). *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (1-2): 187-195
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C (1989). Controles sedimentarios neógenos en la Depresión del Duero (Sector Central). *Rev. de la. Soc. Geol. de España*: 0 (0-1): 187-195
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el Sur de la provincia de Palencia. *Studia Geológica Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1978). Mapa de cultivos y aprovechamientos. E 1:50.000. Hoja Sasamón (199).
- MOLINA, E. y ARMENTEROS (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-pleistoceno en el sector suroriental de la cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 22: 293-307.
- NOSSIN, J. J. (1959). Geomorphological aspects of the Pisuerga Drainage area in the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 24: 284-406.
- 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 Mineros IGME (1982)*, 6 (2): 451-463.

- DEL OLMO, P. del; GUTIERREZ, M; MOLINA, E. (1982). Mapa Geológico E 1:50.000 de Cigales (343). MAGNA, 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: 179-188.
- PEDRAZA, J. (1978). Estudio geomorfológico de la zona de enlace entre las Sierras de Gredos y Guadarrama. (Sistema Central Español). Tesis Doctoral, Uni. Complutense de Madrid. (Inédito). 459 pp.
- 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.
- PLANS SANZ DE BREMOND, P. (1967). *Estudio fisiográfico de la Tierra de Campos y de sus sectores marginales*. Tesis Univ. Comp. de Madrid, 289 pp.
- POL, C y CARBALLEIRA, J. (1983). Características de los depósitos aluviales del Sistema del Río Arlanza (Borde Este de la Cuenca de Duero). *X Congr. Nac. Sedimentología. Menorca. Resumen de Comunicaciones*.
- PORTERO GARCIA, J. M.; OLMO ZAMORA, P. del; RAMIREZ DEL POZO, J. y VARGAS ALONSO, I. (1979). Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. IGME, *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros, IGME (1982)*, 6 (1): 11-37.
- PORTERO, J. M., y AZNAR, J. M. (1984). Evolución morfotectónica y sedimentación terciaria en el sistemacentral y cuencas limítrofes (Duero y Tajo). *1er Congreso Español de Geología*, 3, pág. 253-263.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; VARGAS, I. y RAMIREZ DEL POZO, I. (1978). Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero (Proyecto MAGNA). IGME (Inédito).
- ROYO y GOMEZ, J. (1926). El Terciario continental de Burgos. *Excursion A-6 XIV. Congreso Internacional. Madrid*.
- 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 ARGUESO, J. M.; MANJON, M. 6 COLMENERO, J. R. (1975). Mapa Geológico de España. E 1:50.000. 2ª Serie. Astudillo (núm. 237). IGME. Minist. de Industria. Madrid.
- SCHWENZNER, J. (1937). Zùr morphologie des Zentralspanischen hochlandes. *Geograph. Abhdi*, 10: 1-128.
- SERVICIO GEOLOGICO OBRAS PUBLICAS 85.G.O.P.) (1988). Estudio de delimitación y síntesis de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular.

- SOLE, L. (1978). La Meseta. En: TERAN, M. et al. (eds.) *Geografía General de España*. Ed. Ariel: 42-85. Barcelona.
- TRUYOLS, J. y PORTA, J. (1982): Observaciones sobre los niveles fosilíferos del Mioceno de Castrillo de Val (Burgos). *Temas Geológico Mineros, IGME*, 6 (2): 663-676.
- VILLANOVA, J. (1879). Noticia sobre un fragmento de mandíbula de un gran mamífero, procedente de Roales, (Valladolid). *Anales de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 8.
- ZAZO, C y GOY, J. L. (1977). Geomorphological Study of the Confluence of the Rivers Pisuerga, Arlanza. X. *INQUA CONGR. Abstracts*: 510.
- ZAZO, C.; GOY, J. L. y HOYOS, M. (1983). Estudio geomorfológico de los alrededores de la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Estudios Geológicos* 39: 179-185.