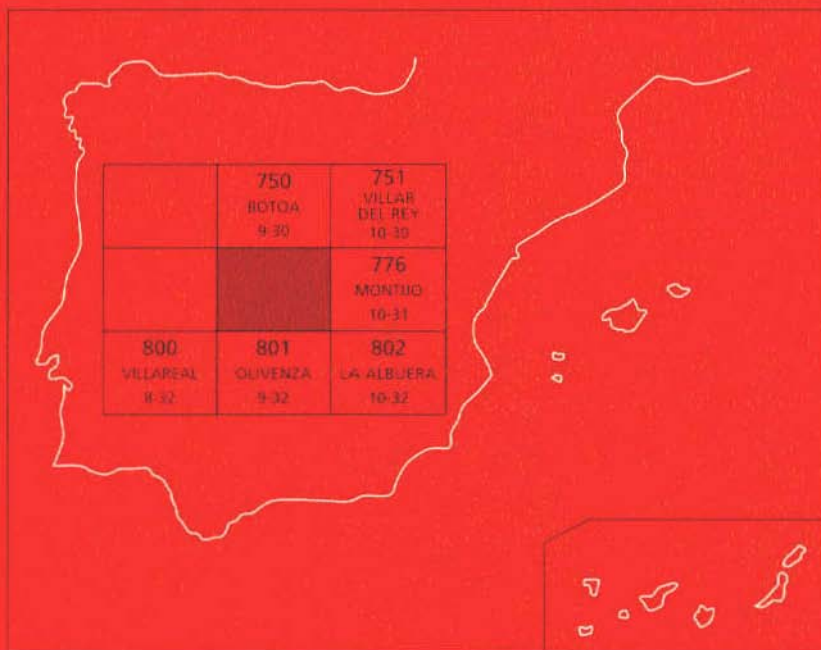




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



BADAJOS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

BADAJOS

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información, sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M. 28.924-2003

ISBN: 84-7840-482-1

NIPO: 405-03-019-1

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S. A.

Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

La Hoja de Badajoz ha sido realizada por ADARO durante los años 1991-1992, siguiendo las normas que para este trabajo marca el IGME, y bajo la dirección y supervisión de sus técnicos.

Las personas que han intervenido en su realización han sido:

Jefe de Proyecto

Insúa Márquez, Marino (ADARO)

Geomorfología

Soria Rodríguez, Francisco (ADARO)

Neotectónica

Moreno Serrano, Fernando (ADARO)

Hidrogeología

Sigüenza Amichis, Javier (ADARO)

Martín Zúñiga, Gabriel (ADARO)

Supervisión y Dirección

Fernández-Gianotti, Jorge (IGME)

Gabaldón López, Vicente (IGME)

Hidrogeología: Juan Carlos Rubio (IGME)

Recursos Minerales

Luis José Baeza (IGME)

Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes sedimentológicos, petrográficos, micropaleontológicos.
- Informes y mapas de Hidrogeología, Geomorfología, Neotectónica y Sismotectónica, etc.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías, y demás información variada.

ÍNDICE

	<i>Páginas</i>
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	7
1.2. ANTECEDENTES	8
1.3. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL	8
2. ESTRATIGRAFÍA	8
2.2. Terciario	9
2.1. PALEOZOICO. MÁRMOL DOLOMÍTICOS (3). CÁMBRICO INFERIOR.....	9
2.2.1. Arcillas rojas arenosas (4). Unidad inferior (Mioceno)	10
2.2.2. Areniscas y conglomerados (5) con gravas y arenas rojizas (6) y arcillas ocreas arenosas (7). Unidad superior. Mioceno-Plioceno	11
2.3. PLIOCUATERNARIO	12
2.3.1. Gravas y arenas rojas (8) con limos y arenas gruesas (9). Rañas. Plioceno-Pleistoceno	12
2.4. CUATERNARIO	13
2.4.1. Terrazas (10, 11, 12) y canales antiguos (13) Pleistoceno-Holoceno	13
2.4.2. Canal actual (14) y aluviales periódicos y/o fondos de valle (15). Holoceno	14
2.4.3. Depósitos de vertientes. Glacis (16). Holoceno	14
3. TECTÓNICA	14
3.1. OROGENIA HERCÍNICA	15
3.2. OROGENIA ALPINA	15
3.3. ACCIDENTES NEOTECTÓNICOS.....	16
4. PETROLOGÍA	16

4.1.	DIABASAS (1)	16
4.2.	DIQUES DE CUARZO (2)	16
5.	GEOMORFOLOGÍA	17
5.1.	DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	17
5.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	17
5.2.1.	Estudio morfoestructural	17
5.2.1.1.	Relieve apalachense	18
5.2.1.2.	Relieves tabulares de la cuenca terciaria	18
5.2.2.	Estudio del modelado	19
5.2.2.1.	Formas de ladera	19
5.2.2.2.	Formas fluviales	19
5.2.2.3.	Formas endorreicas	21
5.2.2.4.	Formas poligénicas	21
5.2.2.5.	Formas antrópicas	22
5.3.	FORMACIONES SUPERFICIALES	22
5.4.	EVOLUCIÓN DINÁMICA	22
5.5.	MORFOLOGÍA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	23
6.	HISTORIA GEOLÓGICA	24
7.	GEOLOGÍA ECONÓMICA	25
7.1.	RECURSOS MINERALES	25
7.2.	HIDROGEOLOGÍA	26
7.2.1.	Climatología	26
7.2.2.	Hidrología superficial	26
7.2.3.	Características hidrogeológicas	26
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

La Hoja a escala 1:50.000 n° 775, "Badajoz", del Mapa Topográfico Nacional, se extiende entre las coordenadas Greenwich siguientes:

38° 50' 04,8" - 39° 00' 04,8" Latitud norte.

07° 11' 10,6" - 06° 51' 10,7" Longitud oeste.

La mitad de su extensión pertenece a la provincia de Badajoz, la otra mitad incluye territorio portugués.

El drenaje superficial se hace predominantemente hacia el este, controlado por el río Guadiana, y hacia el N-NO y S, SE y SO, por la red secundaria que vierte al citado río. Como cauces importantes, además del río Guadiana, caben destacar los siguientes: río Gévora, río Caia y arroyo de la Cabrera, por la margen derecha, y los arroyos Calamón, Revillas y Badajoz, por la margen izquierda.

La orografía de la Hoja es muy suave, con una morfología generalizada de lomas suaves y redondeadas. La diferencia máxima de cotas, entre los vértices geodésicos más altos y el nivel de base del río Guadiana, es inferior a 80 m.

Las comunicaciones son excelentes, de E a O atraviesa la carretera nacional V, y hacia el N y SE, las nacionales 530, 523 y 432. Los núcleos de población más importantes son: Badajoz, Gévora del Caudillo, Villafranca del Guadiana, Valdeobótoa y Sagrajas.

Desde el punto de vista económico, esta región depende esencialmente de la agricultura. Hacia los años sesenta, la construcción del canal de Montijo y sus múltiples derivados posibilitaron en esta zona grandes áreas de regadío a partir del río Guadiana. En ellas destacan los cultivos de maíz, tomates, girasol, patatas, cereales y leguminosas. La parte septentrional de la Hoja es de encinar y la siembra principalmente corresponde a cereales de secano;

también destaca en esta zona un importante desarrollo ganadero bovino, vacuno y porcino. El cultivo del olivo, aunque disperso por toda la Hoja, tiene mayor representación al sur de la misma.

1.2. ANTECEDENTES

Se caracterizan dos épocas en el conocimiento geológico de la zona. La primera comprende desde finales de siglo pasado hasta mediados del presente, donde destacan algunas reseñas fisiográficas y geológicas de toda Extremadura; en 1954, el Instituto Geológico y Minero de España (actualmente ITGE) publica la Hoja de Badajoz en su primera edición. Indica aspectos de interés relativos a la estratigrafía, tectónica, petrología, hidrogeología y minería y canteras.

La segunda época comienza en la década de los ochenta, cuando el ITGE aborda la segunda serie del MAGNA. A partir de 1984 comienza la realización de algunas de las hojas limítrofes a la de Badajoz. En este período se diferencia en la Cuenca del Guadiana un conjunto de unidades geológicas de naturaleza continental de edad no bien conocida, dada la escasez y poca definición de los elementos paleontológicos. Sin embargo, se produce un gran avance en la estratigrafía y sedimentología de este sector, donde se adscriben las unidades geológicas diferenciadas a unos sistemas de depósito concretos de ámbito continental.

1.3. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La Hoja de Badajoz se sitúa en la parte occidental de la Cuenca del Guadiana, donde la representación de sedimentos neógenos y cuaternarios es casi exclusiva, a excepción de un afloramiento paleozoico situado en los alrededores de Badajoz.

Una gran parte de los materiales estudiados en la Hoja han sido atribuidos al Mioceno por diversos autores que han realizado las hojas limítrofes.

Para esta edad se han distinguido dos unidades formadas por depósitos fluvio-lacustres.

Otro tipo de sedimentos adscritos al Pliocuatrnario son las denominadas "rañas".

El Cuaternario lo constituyen los sedimentos del sistema de terrazas del río Guadiana, más los aluviones y coluviones de la red de drenaje configurada.

2. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales que afloran en la Hoja pueden dividirse en dos grupos. Aquellos que constituyen el sustrato de la Cuenca del Guadiana, formados por materiales metamórficos paleozoicos con algunas rocas filonianas, y los que conforman la cobertera neógena y cuaternaria de dicha cuenca, que son la mayoría.

2.1. PALEOZOICO. MÁRMOLES DOLOMÍTICOS (3). CÁMBRICO INFERIOR

Dentro del área de estudio, los únicos materiales del zócalo Paleozoico son unas masas marmorizadas que afloran en las proximidades de Badajoz.

Se trata de una masa de mármoles dolomíticos y pizarras que afloran en una banda de unos 6 kilómetros de largo por un kilómetro de ancho, que se dispone según las directrices hercínicas regionales.

La sucesión la compone una alternancia métrica de calizas y/o dolomías de color marrón, algunas veces rojizas, en ocasiones laminadas, y pizarras limosas y/o arenosas moscovíticas de color marrón y en ocasiones violáceas.

Hacia el borde meridional del afloramiento, que se supone representa el muro de la sucesión, se observa un aumento de los paquetes de carbonatos respecto a los terrígenos, que en ocasiones son muy escasos.

El espesor de estos materiales no se puede precisar, ya que no aflora ni el muro ni el techo de la sucesión. La potencia observable de los materiales aflorantes es de unos 350 m.

Estos materiales, por su litología, se correlacionan con las formaciones detrítico-carbonatadas de la ZOM, y más concretamente de su borde meridional (Dominio de Zafra-Alanis); se les atribuye por tanto una edad del Cámbrico inferior.

2.2. TERCIARIO

Los depósitos atribuidos a esta edad constituyen los materiales de relleno de la Cuenca del Guadiana. Son de carácter fluvio-lacustres y se disponen discordantemente sobre un sustrato metamórfico de escasa representación. Conforman una morfología de relieves suaves, donde el río Guadiana discurre de este a oeste.

La escasa variabilidad de facies litológicas, la ausencia de restos fósiles y la mala calidad de afloramientos no sólo en esta Hoja, sino en otras zonas limítrofes de la Cuenca del Guadiana, condiciona en gran medida que ésta sea poco conocida.

Los primeros trabajos sobre estos depósitos se deben a LE PLAY (1834), LUJÁN (1850), GONZALO Y TARÍN (1879) y MALLADA (1876), que caracterizan los principales rasgos del Terciario de Extremadura.

Posteriormente, durante la primera mitad del presente siglo, se realizan importantes aportaciones para el conocimiento de estos depósitos, que suponen un avance considerable: HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1928 y 1929); HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1946, 1947, 1950, 1952, 1956, 1957 y 1960); SOLÉ SABARIS (1952); PÉREZ MATEOS (1954), y ROSSO DE LUNA y HERNÁNDEZ PACHECO (1954 y 1960).

Trabajos recientes han contribuido a un mejor conocimiento de la cuenca, tanto en el borde sur (VILLALOBOS *et al.*, 1985; ARMENTEROS *et al.*, 1986; IGME, 1988) como en el borde norte (SANTOS Y CASAS, 1980).

La edad de los materiales, atribuida al Neógeno, continúa sin ser bien conocida, ya que en los muestreos realizados en diversos sectores y en la unidad inferior del borde sur de la Cuenca del Guadiana sólo se ha detectado la presencia de *ostrácodos* y *charáceas*. De acuerdo con las interpretaciones de ARMENTEROS, IGME 1988, los restos paleontológicos encontrados corresponden a formas terciarias evolucionadas, probablemente neógenas.

No obstante, parte de estos materiales fueron asignados al Oligoceno (ROSSO DE LUNA y HERNÁNDEZ PACHECO, 1954), aunque posteriormente les asignaron una edad comprendida entre el Vindoboniense inferior y el Mioceno superior, en base a restos de mamíferos aparecidos en Plasencia (HERNÁNDEZ PACHECO y CRUSAFONT, 1960).

2.2.1. Arcillas rojas arenosas (4). Unidad inferior (Mioceno)

Esta unidad aparece en un afloramiento de menos de un kilómetro cuadrado, situado al NE de Gévora, pudiendo observarse sólo parcialmente en un talud del canal de Montijo.

A partir de los datos regionales de sondeos, se puede deducir que estos sedimentos se sitúan discordantemente sobre un sustrato paleozoico, constituido por calizas, pizarras, cuarcitas y granitos. El espesor de esta unidad es variable, de acuerdo con las mismas fuentes de información, y oscila desde una decena de metros a casi un centenar. Las mayores potencias se registran hacia la parte nororiental de la Hoja.

La facies predominante son arcillas rojas con tonalidades ocreas o marrones, que suelen tener abundantes fragmentos de cuarzo subredondeados dispersos.

La composición mineralógica de estas arcillas, obtenida a partir de la difracción de R-X, es: 45% de filosilicatos, 55% de cuarzo, e indicios de feldespato y calcita. Los minerales de arcilla en orden de abundancia son los siguientes: illita (48%), esmectita (38%) y clorita más caolinita (14%).

La escasísima representación de afloramientos impide ver tanto estructuras de ordenamiento interno como morfología de los horizontes.

Esta ausencia de estructuras no permite hacer una interpretación sedimentaria que refleje el medio de depósito. Sin embargo, los datos que se tienen de estos materiales en las hojas vecinas, especialmente aquellos relacionados con los bordes de la cuenca, hacen referencia a que la parte superior de esta unidad está formada por tres secuencias granodecrecientes. Dichas secuencias están separadas por superficies erosivas canalizadas, puestas de manifiesto por la acumulación de cantos de cuarcitas de varios centímetros de diámetro, y que se interpretan como depositadas en ambientes de llanura de inundación con vegetación, como lo indica la presencia de raíces, y sometida eventualmente a desbordamientos periódicos, que se traducen en forma de aportes detríticos más o menos groseros, inmersos en un sedimento eminentemente lutítico.

La edad de esta unidad permanece sin aclarar, puesto que los únicos restos fósiles registrados en el borde meridional de la cuenca (VILLALOBOS, *et al.* 1985) sugieren formas terciarias evolucionadas, probablemente neógenas, pero sin mayor precisión bioestratigráfica.

2.2.2. Areniscas y conglomerados (5) con gravas y arenas rojizas (6) y arcillas ocreas arenosas (7). Unidad superior. Mioceno-Plioceno

Está representada cartográficamente en casi la totalidad de la Hoja. Los afloramientos son de mala calidad y sólo en dos puntos se han observado cortes superiores a un par de metros, entre los kilómetros 397 y 398 de la carretera nacional V (Madrid-Badajoz) y en el kilómetro 76 de la carretera nacional 523 (Badajoz-Cáceres).

Se dispone encima de la Unidad inferior mediante una discordancia erosiva regional. Esta observación se ha realizado en la vecina Hoja de Montijo, en la carretera N-V, en las inmediaciones de Lobón, en donde puede también asentarse, directamente, sobre el zócalo Paleozoico.

El espesor de la unidad es variable de unos sectores a otros. De acuerdo con datos de sondeos de aguas, puede oscilar entre 30 y 40 m. Por datos regionales, parece ser que esta unidad disminuye de espesor hacia el centro de la cuenca.

Las facies en general son heterogéneas y se han podido diferenciar tres en base a las litologías predominantes. La serie está formada por una alternancia de areniscas de grano fino-medio a grueso y conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas ocreas. Las gravas y arenas rojizas (6) son muy abundantes en el borde norte de la Hoja, en las inmediaciones de Valdeboña, y también al oeste de Badajoz. Las arcillas ocreas arenosas (7) afloran al noroeste de Badajoz, en la frontera con Portugal, y también en el kilómetro 76 de la carretera N-523, intercaladas entre areniscas y conglomerados.

Las areniscas, que son arcosas y/o grauvacas arcósicas, tienen como minerales principales: cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, y como accesorios: moscovita, biotita, turmalina, circón y fragmentos de rocas. La matriz es sericítica en una proporción que puede llegar hasta casi el 70%. En ocasiones la matriz arcillosa puede estar reemplazada por dolomita y calcita, constituyendo, en algunos casos, un cemento calcáreo.

Los clastos generalmente están soportados por la matriz arcillosa, aunque a veces se observan autosoportados. Esto sugiere que los depósitos se generan bien por flujo de derrubios o por flujo de granos. La esfericidad es variable, oscilando de subredondeados a subangulosos.

La mineralogía de los niveles arcillosos que se intercalan entre los materiales detríticos de esta unidad da un porcentaje de filosilicatos comprendido entre el 34 y 45%, de 42 a 50% en cuarzo, menos del 5% de feldespatos y en algún caso hasta el 13% de calcita. La mineralogía de las arcillas es la siguiente: 40 a 64% de illita, 29 a 48% de esmectita y 7 a 20% de clorita más caolinita.

Esta unidad se observa parcialmente pero de forma significativa en las inmediaciones de Lobón, en la Hoja de Montijo. La interpretación sedimentaria en base a la parcial arquitectura

estratigráfica observada en dichos afloramientos correspondería a un sistema fluvial donde los materiales con estructuras de dunas y/o megarripleas son sedimentos canalizados, con base erosiva, que sugieren un sistema fluvial de tipo *braided*. El sistema fluvial sería, en parte, coincidente con la red hidrográfica actual del río Guadiana.

La gran abundancia de gravas, arenas, limos y en menor proporción arcillas, con estructuras planares y los mecanismos deducidos de transporte en masa, sugieren unos sistemas de abanicos aluviales procedentes de los bordes norte y sur de la cuenca, que se conectan con el sistema fluvial principal. No obstante, esto es solamente una hipótesis basada en un ligero cambio de facies, y en estructuras sedimentarias, de ordenamiento interno, claramente diferentes. La presencia de facies arcillosas ocreas podría estar asociada a las partes más distales de estos dispositivos aluviales o a zonas coalescentes de los mismos, que quedan parcialmente encharcadas.

2.3. PLIOCUATERNARIO

Se incluye en esta edad un conjunto de sedimentos detríticos groseros, formados por gravas y arenas rojas, situados por encima de las unidades miocenas y comúnmente denominados "rañas".

2.3.1. Gravas y arenas rojas (8) con limos y arenas gruesas (9). Rañas. Plioceno-Pleistoceno

Sus principales afloramientos se distribuyen en el tercio meridional de la Hoja, al S y SE de Badajoz.

Se sitúa discordante sobre la Unidad superior atribuida al Mioceno; discordancia puesta de manifiesto por una superficie plana erosiva que se puede observar en la Hoja de Montijo, en el trazado de la autovía de Extremadura, al sur de la localidad de Lobón. El espesor máximo deducible, de acuerdo con datos de sondeos de aguas, puede superar los 40 m al SE de Badajoz.

La morfología de los cuerpos sedimentarios, representada a escala de afloramiento, es de subtabular a cuneiforme.

La facies litológica predominante está en algunos sectores constituida por una alternancia de gravas y arenas (8), habiéndose separado de ésta una facies más limosa (9). Los cantos de las gravas suelen ser subredondeados y de naturaleza cuarcítica; el tamaño es variable, pero normalmente oscila entre 3 y 8 cm. Están soportados unas veces por una matriz arenosa gruesa y otras por los mismos cantos. Ocasionalmente, pueden apreciarse niveles de arenas, limos y arcillas rojizas con clastos aislados de varios centímetros.

Las estructuras de ordenamiento interno que se observan en los escasos y deficientes afloramientos que existen corresponden a megaestratificaciones cruzadas de bajo ángulo, donde se

reconocen gradaciones inversas, lo cual es congruente con un sistema de abanicos aluviales. Las paleocorrientes observadas indican un sentido de transporte de este a oeste.

2.4. CUATERNARIO

Con esta edad se han agrupado todos los sedimentos más recientes generados por la dinámica fluvial de la Cuenca del Guadiana. También se incluyen los depósitos asociados a vertientes (glacis).

Se ha reconocido un total de siete unidades cartográficas asociadas a la dinámica fluvial.

El diseño geomorfológico que manifiesta el río Guadiana en la actualidad, en su recorrido por la Hoja de Badajoz, no cabe duda de que es de tipo entrecruzado o *braided*. De acuerdo con LEOPOLD y WOLMAN (1957), un río se considera *braided* cuando el agua discurre al menos por dos canales. El considerar que el río Guadiana en todo su recorrido es de tipo *braided* es muy aventurado, puesto que hay zonas que esta circunstancia puede ser variable, en función de un conjunto de factores (tectónica activa-canalización del curso fluvial, es decir, relieve, etc.). Sin embargo, en el contexto de la Hoja de Badajoz, es evidente que el Río Guadiana se manifiesta dentro de esta clasificación de cursos fluviales.

Hay que considerar que la gran mayoría de estas unidades cartografiadas, en períodos de lluvias torrenciales, quedan cubiertas bajo lámina de agua, lo cual constituye un aspecto importante a considerar, puesto que el curso fluvial es muy activo, y periódicamente puede modificar su cauce.

La actividad antrópica promovida por los intensos cultivos agrícolas de los últimos treinta años ha ocasionado que casi toda la zona ocupada por los sedimentos fluviales quede peneplanizada. No obstante, se advierten en numerosas ocasiones pequeños domos, escarpes o áreas alomadas. Estas formas residuales se interpretan como partes de barras o dunas arenosas, generadas por el río Guadiana (actualmente visibles en el cauce activo). Este aspecto se considera de gran utilidad a la hora de determinar los tipos de sedimentos en orden a su depósito.

2.4.1. Terrazas (10, 11, 12) y canales antiguos (13). Pleistoceno-Holoceno

La litología predominante y generalizada de todos estos depósitos es de gravas y arenas, con una cierta componente limo-arcillosa en la matriz. Las terrazas más antiguas (10) aparecen ampliamente representadas entre Gévora del Caudillo y Sagrajas, en Valdeboña, y al N y O de Badajoz y Gévora del Caudillo, respectivamente.

La diferenciación cartográfica del conjunto de terrazas es muy compleja, por lo que su separación se ha basado en la diferente cota y morfología. Solamente la terraza 3 (10) posee una tonalidad más rojiza.

Cartográficamente, la terraza 2 (11) es la más extendida en esta Hoja, y es de resaltar en ella la aparición de escarpes o lomas que se interpretan como estructuras morfológicas residuales

debidas a barras arenosas. Esto es visible al N de Villafranca del Guadiana y al S de Gévora del Caudillo. El río Gévora, situado en el cuadrante nororiental de la Hoja, tiene también estas morfologías, que se interpretan como derivadas de la migración de las barras arenosas.

Los canales fluviales considerados de 2.º orden (13) están asociados a la terraza 1 (12). Son variables en su tamaño y funcionamiento dinámico. Así pues, unos están prácticamente abandonados, y en consecuencia han sido colonizados por la agricultura; otros son aprovechados por el hombre como canales naturales de drenaje en las tareas agrícolas de regadío, y finalmente, por otros circula de forma eventual el agua excedente de la cuenca hidrográfica lateral. Estos últimos están representados con mayor intensidad durante los períodos húmedos. La mayor representación cartográfica de estos canales en el río Guadiana se sitúa al N de Villafranca del Guadiana y en las inmediaciones del río Caia, próximos con la frontera portuguesa.

2.4.2. Canal actual (14) y aluviales periódicos y/o fondos de valle (15). Holoceno

El cauce fluvial actual del río Guadiana y Gévora (14) discurre en sentido NNE-SSO, desarrollando un conjunto de barras arenosas y conglomeráticas, formadas por gravas muy lavadas y arenas.

Asociados a la dinámica fluvial secundaria, se han diferenciado los depósitos de fondo de valle y/o aluviales periódicos (15).

Los depósitos de fondo de valle o aluviales periódicos se instalan irregularmente en las vertientes N y S que confluyen en el río Guadiana. Por lo general, son depósitos irregulares de gravas, arenas y arcillas procedentes de los relieves circundantes más próximos.

2.4.3. Depósitos de vertientes. Glacis (16). Holoceno

Dado que el relieve está muy peneplanizado, los únicos depósitos de vertientes identificados corresponden a los glacis. Están bien representados al SO de Badajoz, al S y SO de Valdeboboa y asociados a las vertientes de los escarpes paleozoicos situados al NO de Badajoz.

3. TECTÓNICA

El área de estudio ha sufrido una serie de procesos, relacionados con varias fases orogénicas.

Existen argumentos evidentes de la orogenia hercínica. También existe una orogenia alpina, que es la responsable de la configuración de la Cuenca del Guadiana y la de sus depósitos.

A continuación se indicará el grado de evolución tectónica alcanzado por los materiales que integran la Hoja; también se hará una descripción de las estructuras representativas, y los principales sistemas de fractura que se interpretan condicionan los depósitos terciarios y cuaternarios.

3.1. OROGENIA HERCÍNICA

En los materiales del sustrato metamórfico, se reconocen dos procesos de deformación hercínica, que corresponden a la primera y tercera fase hercínica a escala regional.

La primera fase hercínica produce pliegues isoclinales, de dirección NO-SE y vergencia al suroeste. Sólo se ha reconocido un pliegue de fase I en la trinchera de la carretera de circunvalación a Badajoz, es de dimensiones métricas y corresponde a la charnela de un sinclinal con ejes próximos a la horizontal, y que desarrolla una esquistosidad de plano axial del tipo *schistosity*, presente en los materiales detrítico-carbonatados.

Con posterioridad a esta fase de plegamiento, se reconoce en los materiales aflorantes otra posterior, que pliega a la primera esquistosidad y a las estructuras previas. Esta fase de plegamiento, subcoaxial con la anteriormente descrita y de plano axial subvertical, se correlaciona a escala regional con la tercera fase hercínica.

En el área cartografiada, se ha reconocido un sinclinal de esta fase sobre los afloramientos de materiales pizarroso-carbonatados; se trata de un sinclinal de dirección NO-SE, con ejes inclinados unos 30° al SE, de geometría cilíndrica bastante abierta, y a los que no se asocia ningún tipo de superficie penetrativa.

En los materiales del sustrato no se ha reconocido ninguna fractura de importancia, solamente las asociadas a los diques de cuarzo y diabasas.

3.2. OROGENIA ALPINA

Por criterios de carácter regional, puede decirse que la orogenia alpina es la responsable de la arquitectura estratigráfica de los sedimentos terciarios y cuaternarios implicados en la Cuenca del Guadiana.

En la sucesión de acontecimientos alpinos acaecidos en el área objeto de estudio habría que señalar dos etapas de orden mayor.

La primera es la responsable de movimientos diferenciales en el borde de la cuenca, ligados a los cuales se inician los procesos sedimentarios neógenos que conducen al relleno de la misma.

La segunda etapa (neotectónica), deducida en gran medida de la morfología de la red fluvial, se manifiesta de dos formas: una que afecta a los sedimentos terciarios y la otra que condiciona y modifica la dinámica fluvial de edad del Cuaternario.

Se deduce una tectónica de fractura de dirección N55-75E, congruente con la disposición actual del río Guadiana, la cual puede estar ligada a una fractura de igual dirección.

El hundimiento diferencial (basculamiento) del bloque meridional de la fractura que discurre por el río Guadiana puede condicionar el desplazamiento hacia el SE del río Guadiana. Este aspecto puede argumentarse por la migración hacia el sur de las terrazas fluviales (canales y barras), al tiempo que se produce lo mismo con el canal fluvial del citado río.

3.3. ACCIDENTES NEOTECTÓNICOS

Dentro de esta Hoja tan sólo aparece un único accidente, que con los datos disponibles, sólo puede ser catalogado de posible actividad en el período neotectónico. Se trata de la falla, con dirección NNO-SSE, que cruza la capital y jalona el único afloramiento de zócalo existente dentro de la Hoja, el cual correspondería al bloque levantado (lado occidental) en relación con aquél.

La pequeña extensión que ha podido ser cubierta con las isohipsas correspondientes a la superficie de la raña Plio-pleistocena permite detectar cómo dicha superficie presenta una pendiente dirigida hacia el OSO que podría estar condicionada por un basculamiento en el mismo sentido y hacia la falla ya mencionada. Más aún si se tiene en cuenta que en el bloque occidental la misma superficie desciende hacia el norte y por tanto perpendicularmente a la dirección anterior. No obstante, y teniendo en cuenta que las direcciones de las pendientes mencionadas también podrían ser consideradas como deposicionales, sólo cabe considerar a la estructura aludida como de posible actividad en la época neotectónica.

4. PETROLOGÍA

En este capítulo sólo se han distinguido rocas ígneas filonianas, representadas por diques de diabasas y de cuarzo, que intruyen en la sucesión de mármoles y pizarras.

4.1. DIABASAS (1)

En el área reconocida se han localizado dos diques de diabasas de 1 a 4 m de espesor y 50 a 100 m de longitud: el primero en la Cantera de piedra próxima a la Majada de Casa Blanca y el segundo junto al Cortijo de las Cuestas, en el desmonte realizado durante la construcción de la carretera de circunvalación a Badajoz.

Las diabasas aparecen intruyendo a los materiales carbonatados, formando un pequeño ángulo con la estratificación.

En muestra de mano, se trata de una roca microgranuda de color verde oscuro o grisáceo y con fábrica isótropa.

Al microscopio, muestran una textura granuda, equigranular fina, y está formada por plagioclase cálcica, clinopiroxeno y menas metálicas como componentes principales. La roca presenta un proceso de alteración hidrotermal, que provoca la uralitización de los piroxenos en anfíboles fibrosos, clorita y óxidos, además de epidota, que se sobrepone también a las plagioclasas. Las menas metálicas están alteradas a esfena y productos ferruginosos.

4.2. DIQUES DE CUARZO (2)

En el extremo norte del afloramiento de mármoles y pizarras se reconocen dos pequeños filones de cuarzo, de 0,8 a 1 m de espesor y de unos 250 m de longitud, que se disponen sub-paralelos al rumbo de las capas.

Son de cuarzo lechoso, mal recristalizado, de aspecto masivo, y en sus proximidades se observa una silicificación importante de los niveles carbonatados.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA

La zona estudiada se encuentra situada, en el contexto del Macizo Hespérico, dentro de la comarca denominada "Vegas Bajas", perteneciente a la Cuenca del Guadiana.

La región presenta un clima templado mediterráneo, del tipo *Csa de Köppen*, caracterizado por tener veranos secos y calurosos e inviernos húmedos. La zona concreta de estudio se enmarca dentro del subgrupo denominado mediterráneo marítimo (ALONSO, J., 1989) o mediterráneo continental (CAPEL, J. J., 1981), inviernos suaves y húmedos. La pluviometría media anual se sitúa en torno a los 500 mm y la temperatura media anual oscila alrededor de los 17°C.

La red hidrográfica tiene como arterias principales a los ríos Guadiana, que atraviesa la Hoja de este a suroeste, y su afluente el río Gévora, que atraviesa la Hoja en dirección N-S. El relieve está dominado por la gran llanura de inundación del Guadiana, que a la altura de la ciudad de Badajoz sufre un estrechamiento para atravesar el afloramiento cámbrico de mármoles. Esta llanura está situada en el sector central y flanqueada en sus bordes norte y sur por una serie de lomas, mesetas y valles de topografía suave. La orientación predominante de los valles tributarios de los ríos Gévora y Guadiana es noroeste-sureste. Los arroyos y ríos que constituyen los afluentes más importantes del Guadiana por la derecha son de este a oeste: el arroyo de La Cabrera, el río Gévora (cuyos afluentes son: arroyo de la Media Luna, arroyo Bermejo y arroyo Herrerín). Y por la izquierda, también de este a oeste, el arroyo de Badajoz (cuyos afluentes son: arroyo de La Caldera, arroyo de La Corte y arroyo Pozo Pedrera), arroyo de Revillas, arroyo de Calamon y arroyo de las Viñas.

Dentro de la superficie que ocupa la Hoja de Badajoz no existen elevaciones que merezcan la denominación de sierra. La máxima diferencia de cotas es de 81 m, entre los 160 m del río Guadiana en el límite occidental de la Hoja, y los 241 m de altura a que se encuentra en el extremo suroeste de la Hoja.

Las estribaciones montañosas más próximas se encuentran hacia el norte, fuera de la Hoja, son las sierras de San Pedro, del Naranjal, Carava, Carrancosa, Aguda, del Puerto del Centinela y de Santiago, donde nacen el río Gévora y su principal afluente el río Zapaón, mientras que los de la margen derecha proceden de los relieves tabulares de la cuenca terciaria.

5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

5.2.1. Estudio morfoestructural

La división propuesta por GUTIÉRREZ ELORZA (1989) para el Macizo Hespérico, basada en los movimientos alpinos de bloques que dieron lugar al Sistema Central, diferencia tres grandes

unidades morfoestructurales: Macizo Hespérico Septentrional, Sistema Central y Macizo Hespérico Meridional.

DÍAZ DEL OLMO y RODRÍGUEZ VIDAL (1989) efectúan una sistematización de la unidad meridional, donde se distinguen tres conjuntos en virtud de sus características geomorfológicas y evolutivas: Montes de Toledo y Campo de Calatrava, Cuenca del Guadiana y Relieves Orientales, y Sierra Morena. Dentro del segundo conjunto, delimitan a su vez cuatro comarcas o unidades de rango menor: Tierra de Barros, Vegas Altas, Vegas Bajas y Relieves Orientales. La Hoja de Badajoz se enmarca íntegramente dentro de las denominadas por HERNÁNDEZ PACHECO (1960) como Vegas Bajas del Guadiana.

La cuenca terciaria del Guadiana constituye una amplia depresión, alargada en la dirección E-O, que se sitúa en el tramo intermedio del valle del río Guadiana. Se halla dividida en dos partes por el afloramiento granítico de Mérida, que deja las Vegas Altas al este y las Vegas Bajas al oeste. Ambas partes han seguido una evolución similar durante el Terciario. La instauración de la cuenca se debe al reajuste de bloques del zócalo durante los movimientos alpinos.

Dentro de la Hoja, la directriz principal del relieve viene marcada por la confluencia de dos importantes valles fluviales; uno de dirección N-S (río Gévora) y otro el valle del río Guadiana, de dirección ENE-OSO, enmarcado dentro de los relieves tabulares de la cuenca terciaria. Perpendicular al eje de la confluencia, se eleva una moderada barra de mármoles que conserva la herencia de un modelado apalachense.

5.2.1.1. *Relieve apalachense*

Está constituido por la citada alineación de mármoles dolomíticos que atraviesa el Guadiana en la dirección principal del plegamiento hercínico NO-SE. Son los materiales más resistentes a la erosión que hay en la Hoja, y dado que se disponen con una estratificación subvertical, formando un sinclinal, el modelado a que dan lugar consiste en crestas de dirección hercínica. Sobre estos materiales se sitúa el promontorio donde se ubica el casco antiguo de Badajoz.

5.2.1.2. *Relieves tabulares de la cuenca terciaria*

Este dominio, que ocupa la inmensa mayoría de la superficie de la Hoja, presenta tres modelados principales.

Los *glacis culminantes*, presentes en el sector sur, constituyen abanicos plio-pleistocenos, correlacionables con la clásica raña de la Meseta. Conforman amplias plataformas, con una pendiente suave hacia el norte.

El *valle fluvial*, constituido por la llanura aluvial de los ríos Guadiana y Gévora, tiene una amplitud que oscila entre 2 y 5 km, a excepción de la angostura de Badajoz, donde no supera los 300 m. El trazado del valle del Guadiana presenta dirección preferencial NE-SO, mien-

tras que el río Gévora tiene una dirección N-S. Ambos sistemas presentan tres niveles de terrazas y numerosos escarpes en su seno.

Entre el resto de valles fluviales, destaca el del arroyo de la Corte, por el condicionamiento tectónico de su trazado. El arroyo de Revillas presenta una alineación morfológica singular, junto con el borde norte del relieve apalachiense de mármoles. En ambos casos la dirección es NO-SE.

5.2.2. Estudio del modelado

5.2.2.1. Formas de ladera

Los *coluviones* se desarrollan únicamente en relación con el relieve apalachiense y con la erosión de la raña en el Cerro del Bote. Estas laderas de derrubios presentan morfología plana, a modo de mantos o pedrizas, que tapiza las laderas.

Se puede observar cierta *regularización* en relación a la degradación de los glacis culminantes al sureste de Badajoz, en las inmediaciones del Cerro de Cansa Burro.

La tercera morfología de ladera presente a nivel testimonial es el *deslizamiento* que se puede observar dentro del sector sur, en la margen izquierda del arroyo Revillas (Cortijo de la Oveja). Se trata de un deslizamiento rotacional de los materiales detríticos de la raña.

5.2.2.2. Formas fluviales

Como ya se ha comentado, nos encontramos en la cuenca hidrográfica del Guadiana, pasando el cauce principal a lo largo de la Hoja. Todos los sistemas fluviales presentes en la Hoja son tributarios del Guadiana, y por tanto se encuentran en su tramo bajo, incluyendo la confluencia con el curso principal. Por tanto, el modelado fluvial predomina sobre cualquier otro presente en la Hoja. Para el estudio del sistema fluvial distinguiremos dos apartados: formas erosivas y formas deposicionales.

Formas erosivas

Existen dos grandes patrones de incisión fluvial, mientras que en los sectores oeste y noreste los valles son de fondo plano donde la red actual apenas se ha encajado, siendo mayor parte heredada (arroyo de Cabrera), en el sector sur la densidad de drenaje es alta, con formaciones de cárcavas incipientes.

Dentro del cauce, el *socavamiento lateral* no es una forma abundante. Se localiza en el cauce del Guadiana en el tramo de la confluencia del arroyo de las Viñas, y en el cauce del río Gévora en varios puntos de su trazado, y en algún otro curso fluvial, como el arroyo de Badajoz.

En determinados puntos se han excavado *terrazas erosivas* entre +10 a +15 m sobre el cauce. Ambas se encuentran en la margen derecha del río Guadiana, una en el extremo oriental y otra al oeste de Badajoz.

Formas deposicionales

El *fondo de valle*, equivalente en superficie a la 1.^a terraza, incluye en su seno un conjunto de formas fluviales menores: canales, barras, llanura de inundación, que en la mayoría de las ocasiones, por razones de escala, no es posible diferenciar. Sin embargo, en el caso del río Guadiana y río Gévora, la gran envergadura de estas formas menores hace posible su delimitación dentro del fondo de valle.

Depósitos de canal

El *canal permanente o de estiaje*, aunque está presente en todos los cursos fluviales, tan sólo alcanza suficiente envergadura para ser cartografiable en el cauce de estos ríos. No obstante, su carácter divagante conlleva la variación cíclica de su trazado. En la confluencia del río Guadiana y el arroyo Cabrera se puede observar un proceso de avulsión reciente, abandonando un meandro para tomar un trazado más rectilíneo.

El *canal de avenida*, caracterizado por ser activo solamente en momentos de crecidas ordinarias, tan sólo aparece con suficiente entidad en el cauce del Guadiana. En general mantienen la forma interna de canal, están conectados con el cauce permanente y el fondo del canal se encuentra prácticamente a nivel de éste.

El *canal abandonado* se halla desligado de la dinámica actual del cauce, si bien puede llegar a funcionar en avenidas extraordinarias. Se distinguen a su vez los canales situados sobre la 1.^a terraza, cuya morfología es patente, y los canales situados sobre la 2.^a terraza, donde solamente se detectan leves sinuosidades (abundan en ambas márgenes del río Guadiana).

El *canal secundario*, constituido por una línea preferencial de flujo que no llega a modelar en su totalidad la morfología del canal, se puede apreciar en las depresiones de las barras de meandro al noreste de Badajoz.

Las barras que abundan sobre todo en el cauce del Guadiana suelen ser de acreción lateral. Significativos ejemplos se pueden observar en el centro y extremo sur de la Hoja.

Depósitos de desbordamiento

Los más importantes son las *terrazas* que ocupan una gran superficie, sobre todo las ligadas al Guadiana. Se han distinguido tres niveles de terrazas encajadas en graderío: la T₁ (d), que ocupa el cauce mayor de los ríos, se ha cartografiado conjuntamente con los fondos de valle, y se sitúa siempre a menos de 2 m sobre el cauce; la T₂ (c), situada entre 3 y 6 m por encima

del cauce, y la T₃ (b), que se encuentra entre 8 y 15 m sobre el cauce. Se pueden reconocer tres niveles de terrazas en el río Guadiana y tres en el río Gévora.

El encajamiento de unas terraza en otras ha sido en general pequeño. Gran parte de las terrazas erosivas se ponen de manifiesto en la margen derecha del río Guadiana, situándose por encima de la T₃, al este y al oeste de Badajoz.

El nivel de sedimentación, tanto del Guadiana como de sus afluentes, muestra una tendencia a la migración lateral de los cauces, formando depósitos de escasa potencia y gran extensión lateral, débilmente encajados unos en otros. Esto refleja una estabilización del nivel de base durante la sedimentación.

Los *conos de deyección* están muy poco desarrollados, aunque algunos ejemplos se encuentran en el borde sur de la Hoja (arroyo de Badajoz). Destacan los desarrollados al norte de Badajoz, en relación a la elevación lineal producida por la carretera, que supone un obstáculo para la corriente con la consiguiente formación de estos depósitos.

5.2.2.3. *Formas endorreicas*

Las formas endorreicas existentes en la zona son charcas y pequeñas lagunas de carácter estacional, con diámetro inferior a los 300 metros en general. Son abundantes y se sitúan en su gran mayoría sobre la superficie estructural del sector noreste de la Hoja, así como sobre los glaciares culminantes del extremo SE de la Hoja.

Su origen está condicionado por la baja permeabilidad del sustrato (arcilloso-limoso), la morfología planar de la mayor parte del relieve de la Hoja (superficies estructurales horizontales sobre materiales terciarios, raña, etc.) y el bajo encajamiento de la red de drenaje en el dominio terciario.

5.2.2.4. *Formas poligénicas*

Distinguiremos dos conjuntos de glaciares: rañas y glaciares cuaternarios.

La *raña* constituye una superficie cuyo principal desarrollo se halla localizado en el borde sureste de la hoja. Presenta pendientes entre 0,5% y 1% hacia el norte, arrancando de las sierras paleozoicas situadas al sur, fuera de la Hoja. Se halla dislocada en algunos puntos por fracturas; destaca la fractura situada en el arroyo de la Corte.

La mayor parte de los autores coinciden en asignar el origen de estos materiales a un evento tectónico que provoca el hundimiento relativo de la cuenca del Guadiana; de esta forma, la *raña* (e) constituiría un sistema de abanicos aluviales, formados por corrientes anastomosadas desde los relieves elevados hacia la cuenca más deprimida (HERNÁNDEZ PACHECO, 1949; SANTOS y CASAS, 1980, MARTÍN SERRANO, 1988; etc). La edad asignada a estas formas es del Villafranquiense o del Pliocuatrnario.

Los *glacis cuaternarios* (f) constituyen pequeñas rampas con menos de 2 km de longitud, que, arrancando de los relieves apalachienses, terciarios o de la raña, van a enlazar con los niveles de terrazas fluviales. Se encuentran especialmente representados en el sector sur y oeste de la Hoja, en el borde del afloramiento marmóreo y al suroeste de Badajoz.

5.2.2.5. Formas antrópicas

Las únicas actividades antrópicas con reflejo morfológico en el relieve son las canteras que se encuentran sobre el afloramiento de mármoles, al norte de Badajoz; además se observan algunas graveras en las barras del Guadiana, al suroeste y al noreste de Badajoz.

5.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

La formación superficial más importante es la constituida por las *terrazas* del Guadiana, compuesta por gravas, bloques y cantos envueltos en una matriz arenosa que alternan con niveles de finos, lo cual permite el desarrollo de suelos fértiles de vega. A pesar de su gran extensión, no suelen superar los 4 o 5 metros de espesor.

El *relleno de fondo de valle*, constituido por canales, barras y lag de fondo, es donde se acumula la fracción más grosera, presentando distintos tipos de secuencias para los distintos subambientes que aquí aparecen.

Los *conos de deyección*, de pequeñas proporciones, están formados por la superposición de secuencias granodecrecientes que conforman un relieve positivo en sección transversal.

Los *coluviones*, que tapizan las laderas de los escasos relieves presentes en la Hoja, no superan en general los 2 o 3 m de espesor y están constituidos por brechas y conglomerados de cantos poco redondeados, con escasa matriz fina.

Las *rañas* están principalmente localizadas en el borde sureste de la Hoja, con una potencia aflorante de 20 a 25 m, y compuesta por gravas, arenas y limos.

5.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA

El primer indicador geomorfológico a nivel regional es la superficie de erosión finipaleógena, que sólo aflora en los bordes de cuenca.

Los eventos alpinos se manifestaron en esta zona por la fracturación de esta superficie, creando un sistema de umbrales y surcos que delimitaban las áreas de producción de sedimentos, de las cuencas interiores del macizo. En ellas tiene lugar el depósito en régimen continental de materiales arcillosos de origen lacustre, detríticos groseros y calcáreos (caleño), colmatando la cuenca en el Mioceno. En todo este episodio de tiempo se produce un cambio hacia un clima más cálido y seco (DÍAZ DEL OLMO y RODRÍGUEZ VIDAL, 1989).

La etapa tectónica del Mioceno inferior-medio podría estar reflejada por la alineación morfológica de dirección NO-SE del arroyo de Revillas. La gran incidencia que tiene sobre la distribución de los volúmenes, sustrato paleozoico y serie terciaria podría ser reflejo de juego de bloques del zócalo. Durante el Neógeno se produce el relleno de la cuenca, mientras que la superficie se degrada paulatinamente.

En el Plioceno tiene lugar una interrupción de la sedimentación terciaria, motivada por una reactivación tectónica. En este contexto comienza el evento erosivo-deposicional de la raña, que se desarrollará hasta el Pleistoceno inferior.

En el Pleistoceno inferior se produce el inicio de la erosión de la raña y el encajamiento de la red fluvial. Existen motivos para deducir una etapa tectónica distensiva cuaternaria que ha condicionado el actual trazado de la red y que está representada por el sistema de fracturas N130E del arroyo de la corte que hunden el bloque sur. Por otra parte, están los evidentes signos de elevación que aparecen al sur del río Guadiana, tales como la intensa incisión fluvial, con presencia de cárcavas incipientes.

En la etapa de incisión fluvial existen diversos episodios de estabilización, con elaboración de glaciares y terrazas, que alternan con los episodios de encajamiento. En este período se produce la regularización de buena parte de las laderas talladas sobre materiales terciarios.

5.5. MORFOLOGÍA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

Esta Hoja presenta en la actualidad un relieve de amplias llanuras aluviales y grandes plataformas elevadas entre 20 y 50 m sobre el valle. La energía de relieve es mínima, 81 m de diferencia absoluta de cotas.

La escasa altitud (200 m de media) y el régimen climático templado condicionan el predominio de una dinámica fluvial en esta área. En el estudio de los depósitos más recientes y del modelado erosivo no se han detectado signos de actividad periglaciaria ni por el contrario indicios de aridez.

Los fenómenos de inestabilidad de laderas están prácticamente ausentes; tan sólo a nivel testimonial, se puede citar la existencia de un deslizamiento rotacional en el valle del arroyo de Revillas.

Como hemos visto, en esta área predomina un régimen fluvial que en la actualidad podemos encuadrar en una etapa de madurez con amplios valles donde predomina la sedimentación sobre la erosión. En épocas de estiaje, la corriente concentrada en el canal permanentemente provoca una progresiva incisión con arrastre de partículas. En aguas altas (avenidas ordinarias), el río ocupa el cauce mayor, constituyéndose los canales de avenida y secundarios en líneas preferenciales de flujo. La 1ª terraza se convierte en llanura de inundación con depósito de arenas y lutitas y se produce la acreción lateral de barras. En avenidas extraordinarias, el agua puede circular por toda la 1ª terraza, y por los canales abandonados, se produce la creación y migración de barras de acreción longitudinal. La llanura de inundación la constituye la 2ª terraza y eventualmente la 3ª terraza.

El nivel de *erosión* en distintas zonas de la cuenca viene condicionado por diversos factores, entre los que destacaremos, además del clima, la litología y la neotectónica. Los materiales más deleznales que aparecen en la Hoja son las arcillas y arenas del Mioceno, y es precisamente en ellas donde se aprecia el mayor nivel de encajamiento fluvial.

Los tres aspectos en que se puede predecir una tendencia futura están en relación con la actividad antrópica. De una parte, la intensa y progresiva explotación de las aguas superficiales, por derivaciones (acequias) y subterráneas por pozos, modifica el régimen hidrológico del sistema fluvial, disminuyendo apreciablemente el caudal de estiaje.

En segundo lugar, muy ligado al anterior, los cambios de uso del suelo. En zonas cada vez más próximas al cauce y debido al escaso caudal de estiaje e incluso en avenida normales, se produce una sensación de confianza en la población, lo cual favorece la instauración no sólo de cultivos, sino de infraestructuras e incluso áreas urbanizadas en las márgenes del río. Estos cambios de uso producen a corto plazo intensas modificaciones de la morfología y de la dinámica fluvial, y lo que es más importante, graves riesgos naturales derivados de la deficiente ordenación del territorio. Los efectos naturales pero catastróficos de una crecida extraordinaria sobre una zona urbanizada o con infraestructuras implica por lo general no el abandono del área, sino la construcción de medidas de protección estructurales (presas, encauzamientos, diques, etc.) que alteran intensamente el sistema fluvial.

Por último, el paulatino incremento de la extracción de gravas en el cauce del río Guadiana está produciendo la modificación del régimen de flujo, ya que al concentrarse dichas explotaciones en las barras próximas al cauce permanente, favorecen el previsible cambio de trazado aprovechando las depresiones producidas, con importantes erosiones y traumas en el nicho ecológico del río.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La descripción de la evolución histórica de la geología del área de estudio irá encaminada en el mismo sentido que la tectónica. En este sentido se describirán los diferentes ciclos tectónicos hercínico y alpino, que condicionan el depósito de los sedimentos.

Los materiales paleozoicos aflorantes sólo dan fe de dos episodios. Durante el primero se produce una plataforma carbonatada en el Cámbrico inferior, muy bien representada en áreas más meridionales y que daría origen a los afloramientos de mármoles y pizarras, existentes en el área de estudio.

Posteriormente tienen lugar los procesos deformacionales e ígneo-metamórfico hercínicos, que producen una fábrica planar sinmetamórfica en los materiales cámbricos y manifiestan una actividad ígnea que condiciona la presencia de filones de diabasa y cuarzo.

De acuerdo con los datos existentes de la región, el registro sedimentario en la Cuenca del Guadiana empieza en el Mioceno. De igual forma que en otras cuencas sedimentarias instaladas sobre el Macizo Hespérico, el origen de las mismas debió de estar relacionado

con una fracturación relativamente importante, que condicionó cuencas continentales largas y estrechas, configuración no diferente al diseño fósil que en la actualidad presentan.

Los primeros materiales que se sedimentan en la cuenca corresponden a las arcillas rojas arenosas. Estos depósitos se interpretan depositados en un ambiente fluvio-lacustre. La base de estas arcillas en el sondeo realizado para captación de aguas subterráneas en la localidad de Lobón (Hoja Montijo) está constituida por unos 5 m de gravas y arenas que podrían asociarse a los primeros materiales de relleno de la cuenca, producto de la erosión de relieves próximos; la no existencia de afloramientos impide la identificación de los correspondientes sistemas deposicionales.

Por encima de las arcillas rojas se deposita una sucesión detrítica, considerada del Mioceno-Plioceno y que puede llegar al Cuaternario. Esta sucesión estaría en relación con varios sistemas aluviales, donde las facies de areniscas, gravas y arenas, con estructuras de megarriples, corresponderían a las zonas canalizadas de estos dispositivos, mientras que las facies masivas de gravas y arenas que se disponen a techo de los anteriores corresponderían a abanicos aluviales procedentes de los márgenes septentrional y meridional. La repetición de sucesivos ciclos sedimentarios en esta secuencia debe de estar condicionada por una actividad tectónica, que en definitiva es la que controla la arquitectura estratigráfica. En el Plioceno, o bien a comienzos del Cuaternario, la Cuenca del Guadiana, al finalizar los eventos tectónicos, quedó colmatada, y es a lo largo del Cuaternario cuando se produce, presumiblemente, una reactivación de las fracturas antiguas, y que configuran la red fluvial actual. Red fluvial que pone de manifiesto un encajamiento progresivo y variable de los niveles de aterrazamiento del río Guadiana y afluentes, materializados por un complejo sistema de canales y barras arenosas de tipo trenzado.

Los relieves residuales configurados quedan parcialmente tapizados por un delgado recubrimiento, que son los depósitos de vertientes que se observan en la actualidad.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. RECURSOS MINERALES

Las únicas labores que existen corresponden a canteras de áridos, ubicadas en los materiales carbonatados paleozoicos, de las que se extrae piedra de machaqueo que se utiliza o se ha utilizado en el relleno y firme de caminos y carreteras. Algunas de estas canteras se mantienen en activo (1, 2, 3).

También se obtienen áridos de las terrazas del río Guadiana para la construcción de carreteras. Los puntos de mayor extracción se sitúan entre Badajoz y Villafranca del Caudillo (4, 5, 6), jalonando dicho río; la planta principal de clasificación está situada al S de Gévora. De forma puntual se han sacado gravas y arenas sobre materiales de edad del Pliocuatrnario (7 y 8) para la construcción de viviendas en las urbanizaciones situadas en los alrededores de Badajoz.

7.2. HIDROGEOLOGÍA

7.2.1. Climatología

Según clasificación agroclimática de PAPADAKIS, la Hoja se encuentra incluida en un área de clima mediterráneo templado, siendo algo húmedo en algunas zonas montañosas. La temperatura media es de 17°C. La precipitación media se sitúa en torno a los 500 mm/año, siendo más húmedo en la región norte.

En esta Hoja, lo mismo que en la práctica mayoría de la Cuenca del Guadiana, la precipitación máxima en 24 horas es menor de 100 mm.

La evapotranspiración potencial (ETP) se mueve en valores comprendidos entre 850 y 900 mm/año.

7.2.2. Hidrología superficial

Las aguas superficiales son tributarias del río Guadiana con los siguientes afluentes de la margen derecha e izquierda: Guerrero, Caia, Gévora, arroyo de la Cabrera, arroyo Revillas, arroyo Calamón.

Esta Hoja es muy rica en recursos superficiales, debido a que es atravesada por el río Guadiana.

El agua utilizada en la zona procede de la explotación de los acuíferos y de los cursos fluviales en conexión con el río Guadiana; para la agricultura se emplea una red de canales de riego, principalmente el de Montijo. Los arroyos en muchos casos son receptores de vertidos.

La calidad de aguas es intermedia, con índices de calidad entre 81 y 85, y valores medios entre 14 y 31 para los sólidos en suspensión, con contenidos entre 19 y 300 mg/l para los nitratos y conductividades entre 420 y 2.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En esta Hoja no existen embalses de regulación, pero tanto el río Guadiana como el Gévora están regulados mediante embalses en zonas correspondientes a las hojas próximas, como el de Montijo.

7.2.3. Características hidrogeológicas

La Hoja se encuentra situada en el sistema acuífero n.º 21, denominado "Terciario Detrítico y Cuaternario del Guadiana en Badajoz".

El acuífero cuaternario, de 5 km de ancho, presenta buenas características hidrogeológicas. Las zonas de terrazas, canales y depósitos fluviales son las que presentan mayores permeabilidades. Están formadas por niveles de cantos rodados, principalmente cuarcíticos, intercalados con otros niveles de arenas silíceas de granulometría gruesa.

La casi totalidad de los pozos y sondeos de explotación están captando los acuíferos cuaternarios.

Los depósitos detríticos terciarios, que pueden tener interés hidrogeológico, son las areniscas, gravas, conglomerados y arenas del Mioceno. La permeabilidad es moderadamente baja, aunque muy localmente pueden constituir depósitos lentejonares o pasadas de arenas con cierto interés.

El resto de formaciones geológicas presentes en la Hoja carecen de interés, por las bajas permeabilidades debidas a la composición arcillosa de las mismas o a ser formaciones colgadas, como ocurre en el Pliocuatnario. En los materiales paleozoicos formados por mármoles dolomíticos no existe porosidad primaria.

Las aguas subterráneas son sulfatadas, cálcicas y bicarbonatadas cálcicas, con conductividades comprendidas entre 365 y 2.000 $\mu\text{mhos/cm}$. El contenido en nitratos varía desde 19 a 300 mg/l, sobrepasando en muchos casos el límite de concentración máxima admisible para el abastecimiento de aguas potables; menos de la mitad se clasifican como potables y el resto como permisibles.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, J. (1989): Los climas españoles. En Bielza de Ory ed.: Territorio y Sociedad de España I: Geografía Física, pp. 217-256. Ed. Taurus.

APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CASQUET, C.; PEINADO, M., y TINAO, J. M. (1977): "Caracterización geoquímica del plutonismo postmetamórfico del S. O. del Macizo Hespérico". *Studia Geológica*. Tomo 12, pp. 9-39.

ARMENTEROS, I.; DABRIO, C. I.; ALONSO, G.; JORQUERA, A., y VILLALOBOS, M. (1986): "Laminación y bioturbación en carbonatos lagunares: Interpretación genética (Cuenca del Guadiana, Badajoz)". *Estudios Geológicos* 42, pp. 271-280.

CAPEL MOLINA, J. J. (1981): "Los climas de España". Vilassar de Mar. Barcelona. Oikos-Tau, p. 429.

CASTRO, A. (1987): "Implicaciones de la Zona Ossa-Morena y dominios equivalentes en el modelo geodinámico de la Cadena Hercínica Europea". *Estudios Geológicos* 43, pp. 249-260.

CHACÓN, J., y PASCUAL, E. (1977): "El anticlinorio Portalegre-Badajoz-Córdoba divisoria entre las zonas Centro-Ibérica y Ossa-Morena (Sector W del Macizo Ibérico)". *Cuad. Geol. Univer. Granada*. Vol. 8, pp. 21-35.

DELGADO QUESADA, M.; LIÑÁN, E.; PASCUAL, E., y PÉREZ LORENTE, F. "Criterios para la diferenciación en dominios de Sierra Morena Central". IV Reun. Oeste Peninsular. Salamanca, 1976.

DÍAZ DEL OLMO, F., y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1989): El Macizo Hespérico Meridional. En Bielza de Ory ed.: Territorio y sociedad de España I: Geografía Física, pp. 70-80. Ed. Taurus.

FOLK, R. L. (1951): "Stages of textural maturity in sedimentary rocks". *J. Sedim. Petrol.* 21, pp. 127-130.

GONÇALVES, F. (1971): "Afloramientos cámbricos de Alto Alentejo e do Ribatejo". *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cienc.* Vol. 11 (2), pp. 247-250.

GONZALO y TARIN, J. (1879): "Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz". *Bol. Com. Mapa Geol. España* 6, pp. 389-412.

GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1989): El relieve de España. En Bielza de Ory ed.: Territorio y sociedad de España I: Geografía Física, pp. 9-35. Ed. Taurus.

HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1928): "Los cinco ríos principales de España y sus terrazas". *Trab. Mus. Cien. Nat. Serie I*, 5. Actas, pp. 91-98.

HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1929): "Datos geológicos de la meseta toledanocacereña y de la Fosa del Tajo". *Mem. R. Soc. Hist. Nat.*, pp. 18-202.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1946): "Las cuencas Terciarias de Extremadura Central". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo 75. Aniversario, pp. 333-344.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1947): "Ensayo de la morfogénesis de la Extremadura Central". *Notas y Comun. del ITGE* nº 17, pp. 169-194.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1949): "Las cuencas terciarias de la Extremadura Central". *Bol. R. Soc. Hist. Nat.* Tomo extra 1946, pp. 333-334.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1950): "Las rañas de las sierras centrales de Extremadura". *C. R. Conger. Intern. Geol.* Tomo 2. Secc. 2, pp. 87-100.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1950): "El relieve de las zonas hercínicas peninsulares en la Extremadura Central". *Bol. ITGE. Libro Jubilar.* Tomo 1.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1952): "Características generales del Terciario continental de la llanura del Guadiana". *Notas y Com. ITGE*, nº 25, pp. 25-71.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1956): "Características geográficas y geológicas de las vegas del Guadiana. *Excma. Dip. Prov. Badajoz*, pp. 5-156.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1957): "Sobre el Terciario de la Extremadura Central (Valle del Guadiana)". *Notas y Com. del I.T.G.E.* nº 50 (2), pp. 329-344.

HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1960): "El terciario continental de Extremadura". *Bol. R. Soc. Hist. Nat.* 58, pp. 241-274.

HERNÁNDEZ PACHECO, F., y CRUSAFONT, M. (1960): "Primera caracterización paleontológica del Terciario de Extremadura". *Bol. R. Soc. Hist. Nat.* Tomo 58, pp. 275-282.

IGME (1971): Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja (58-59). Villarreal-Badajoz.

IGME (1974): Mapa Metalogenético de España. Escala 1:200.000. Hoja (58-59). Villarreal-Badajoz.

IGME (1988): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Plan Magna). Hoja nº 801 (Olivenza).

IGME (1988): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Plan Magna). Hoja nº 802 (La Albuera).

IGME (1988): Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Plan Magna). Hoja nº 803 (Almendralejo).

JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIBEIRO, A., y CONDE, L. N. (1974): Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, Escala 1:1.000.000. Serv. Publ. Minist. Industria.

LEOPOLD, L. B., y WOLMAN, M. G. (1957): "Rives channel patterns: a straight meandering and braided". *U.S. Geol. Surv. Profess. Paper.* 282-b: 39-85.

LE PLAY, M. F. (1834): "Observación sur l'Extremadure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte geologique de cette contre". *Annales des Mines*. Troisieme serie, 6, pp. 297-380 y 477-522 (Traducido parcialmente al español por CUTOLI y LAGOANERE con el título "Descripción geognóstica de Extremadura y Norte de Andalucía". *Anales de Mina*, 2, pp. 143-184.

LOTZE, F. (1945): "Zur gliedeung der Varisziden del Iberischen Meseta". *Gresert Forsch* H. 6, pp. 78-92.

LUJÁN, F. (1850): "Estudios y observaciones geológicas relativas a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real". *Mem R. Acad. Cien. Madrid*. 3.ª serie. Cien. Nat. 1, pp. 1-71.

MALLADA, L. (1876): "Indicaciones sobre la geología de la provincia de Cáceres". *Ann. Sec. Esp. Hist. Nat.* Serie I, 5. Actas pp. 91-98.

PARGA, J. R. (1969): "Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico". *Trab. Lab. Geol. de Lage* nº 37, pp. 1-15.

PÉREZ MATEOS, J. (1954): "Estudio mineralógico de los materiales sedimentarios del Terciario continental en la llanura del Guadiana". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo Extremadura, pp. 525-535.

PETTJOHN, F. J.; POTTER, P. E., y SIEVER, R. (1972): "Sand and sandstone". Springer-Verlag, Berlin, 618 pp.

ROBHARDET, M. (1976): "L'originalité du segment hercynien sud-ibérique ou Paléozoïque inférieur: Ordovicien, Silurien et Devonien dans le Nord de la province de Seville (Espagne)". C.R. Acad. Sci. Paris. Tomo 283 serie D, pp. 999-1002.

ROSSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1950): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000: Hoja n.º 777 (Mérida). ITGE, 99 pp.

ROSSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1954): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000: Hoja n.º 750 (Gallina). ITGE, 56 pp.

ROSSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1953): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000: Hoja n.º 775 (Badajoz). ITGE.

ROSSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1954): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000: Hoja n.º 776 (Montijo). ITGE, 66 pp.

ROSSO DE LUNA, I., y HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1960): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000: 1.ª Serie. Hoja 751 (Villar del Rey). IGME, 94 pp.

SAAVEDRA, J. (1978): "Aspecto geológico del plutonismo geoquímicamente especializado en Extremadura Central (Oeste de España)". Bol. Geol. y Minero.

SÁNCHEZ CELA, V. y APARICIO YAGÜE, A. (1972): "Petrogénesis de las rocas básicas del S.O. de España". Bol. Geol. y Minero. Tomo 83 (4), pp. 402-406.

SANTOS, J. A., y CASAS, J. (1980): "Estudio sedimentológico del Terciario continental del borde de la Cuenca del Guadiana, al N. de Badajoz". *Terniterrae* n.º 37, pp. 7-21.

SOLÉ SABARIS, L. (1952): "Geografía física". Geografía de España y Portugal. M. TERÁN Vol. 1. Montaner y Simón. Barcelona.

TEIXEIRA, C., y GONÇALVES, F. (1967): "Novos elementos acerca do Cámbrico do Alentejo". Bol. Acad. Cienc. Lisboa. Nova Serie. Vol. 39 (3), pp. 161-163.

VILLALOBOS, M.; JORQUERA, A., y APALATEGUI, O. (1985): "El Terciario continental y Cuaternario del sector meridional de la Cuenca del Guadiana". VII Reun. Grup. Ossa-Morena, Villafranca de los Barros, pp. 21-22.



MINISTERIO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

