



IGME

45

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

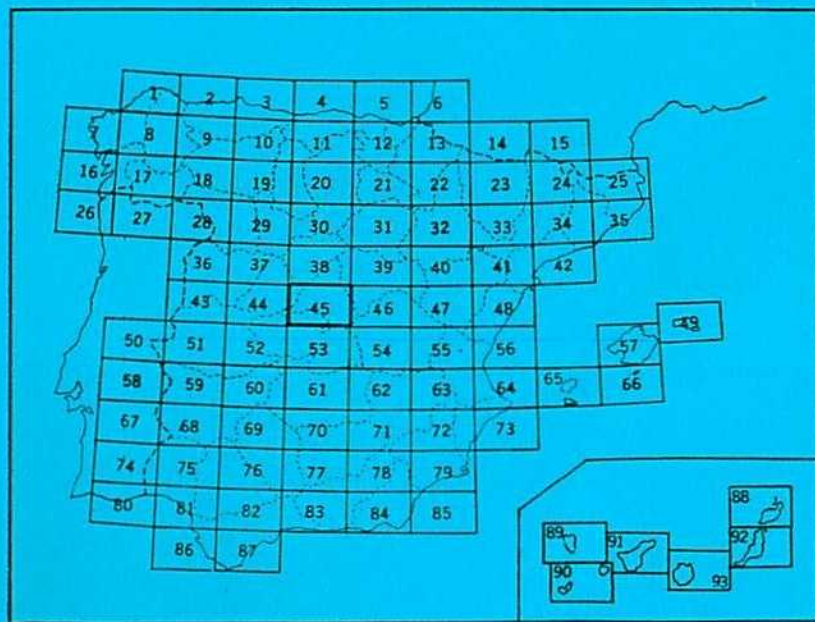
E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

MADRID

Primera edición

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

MADRID

Primera edición

Esta Memoria explicativa ha sido redactada por la Cátedra de Geodinámica Interna de la Universidad de Madrid y División de Geología del IGME.

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Minero
de España
Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M-19.860-1971

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. INTRODUCCION

La Hoja n.º 45 incluye en su ámbito los depósitos continentales miocenos y cuaternarios donde se sitúa Madrid, localizándose en su ángulo noroeste la cordillera central (Sierras de Gredos y Guadarrama), de materiales ígneos y metamórficos atribuidos generalmente a la orogenia herciniana, adosándose a estos materiales en la vertiente sur retazos de materiales de edad Cretácica y probable Oligoceno.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1 EL COMPLEJO CRISTALINO

Dentro del complejo cristalino pueden diferenciarse:

- A) El conjunto metamórfico, formado casi en exclusiva por gneis glandulares y migmatíticos con algunas intercalaciones locales de mármoles calizos o magnesianos o rocas ricas en silicatos cálcicos y magnésicos.
- B) El conjunto granítico, constituido por rocas cuya composición varía entre la de los granitos propiamente dichos y las rocas granodioríticas.
- C) Las formaciones filonianas (cuarzo, aplitas, pegmatitas, pórfidos, lamprófidos y diabasas), unas veces claramente discordantes, otras con relaciones de contacto más difusas y que atraviesan o están incluidas en las dos formaciones anteriores.

A) Conjunto metamórfico

Los gneis, unas veces nodulares o glandulares, y otras veces de carácter migmatítico con alternancias entre capas oscuras ricas en minerales micáceos y capas claras formadas casi exclusivamente de cuarzo y feldespato.

Además de estas variantes de glandular y migmatítico existen en algunos puntos gneis con estructura pizarrosa o esquistosa, sin individualización de los minerales ácidos. Son menos frecuentes que los anteriores.

Se distribuyen estas variedades de forma más o menos irregular. El contacto con los granitos se establece indistintamente a través de las variedades glandular, migmatítica o esquistosa.

La composición mineralógica de todas las variedades es bastante homogénea, todos son gneis, ricos en feldespatos con bastante microclina y un feldespato calcoalcalino de la composición de oligoclasa, que con la biotita y la moscovita son los otros minerales fundamentales; en general, estas últimas aparecen simultáneamente, aunque con predominio de una de las dos, según las variedades. También hay casos en que sólo existe o la biotita o la moscovita, pero son raros.

Además de todos estos minerales y del cuarzo, que siempre es abundante, existen en algunos puntos variedades turmalíferas y granatíferas; la turmalina es la variedad común negra, y el granate tiene los caracteres de una variedad rica en almandino.

En los gneis existen otros minerales accesorios, como magnetita, ilmenita, circón, titanita y apatito. Esta paragénesis se repite sin más diferencias que las puramente cuantitativas. Esto denota en primer lugar que el metamorfismo que ha ocasionado la transformación es un metamorfismo regional clásico, establecido sobre grandes extensiones y durante un tiempo prolongado.

Queda finalmente por citar en el grupo de las rocas del complejo metamórfico las denominadas por J. CARANDELL (1914) calizas cristalinas, aunque esta denominación no sea muy apropiada, pues junto con mármoles verdaderos, aparecen con gran variedad rocas piroxénicas y anfibólicas en las que los carbonatos han desaparecido por completo a consecuencia de las reacciones metamórficas, o quedan en proporción reducida.

B) Conjunto granítico

Las rocas graníticas forman parte de un macizo de dimensiones batolíticas que abarca ininterrumpidamente la mayor parte del Sistema Central, dentro del cual, a modo de islotes superpuestos a él, quedan aisladas las zonas metamórficas.

Los granitos carecen de estructuras reconocibles sobre el terreno o en la observación microscópica, y no son raros los casos en que se pueda hablar de variedades orientadas que establezcan un tránsito hacia el gneis o las rocas

metamórficas que tienen superpuestas; estas variedades se concretan a algunas escasas zonas del contacto y nunca tienen desarrollo regional. Estamos, por tanto, en presencia de un granito típico desde el punto de vista estructural, en el que no siempre existen trazas visibles de orientación metamórfica.

Hay muchas variedades, tanto desde el punto de vista estructural como del mineralógico o de composición.

El tipo de granito más frecuente es una variedad gris de grano medio relativamente rico en biotita y en feldespatos. Estos granitos deberían, en realidad, denominarse granodioritas.

Los granitos granodioríticos tienen, por regla general, inclusiones básicas de tamaño variable desde unos centímetros hasta cerca de un metro, de formas más o menos redondeadas, destacan claramente por su color gris oscuro o negro. Estas inclusiones, los gabarros o negrones de los canteros de la sierra, están formadas por un agregado granoblástico de grano fino, de cuarzo, plagioclasa, ortosa y biotita con abundantes minerales accesorios (especialmente circón y apatito) con disposiciones texturales muy diversas. Se puede decir que los gabarros son residuos de la transformación en granito de los enclaves xenolíticos de gneis que abundan mucho en los contactos entre el granito granodiorítico y la formación metamórfica.

Existe otra variedad de granito; es un granito de grano grueso, más pobre en minerales micáceos que el granodiorítico, menos apropiado en cantería por su rotura menos fácil que el anterior. En él es difícil encontrar los enclaves básicos tan frecuentes en la variedad anterior.

Se caracterizan estos granitos de grano grueso por la abundancia relativa de cuarzo y feldespato alcalino. Son, por tanto, granitos verdaderos con tendencia hacia granitos alcalinos.

Existen otros tipos que se diferencian de los anteriores más por su estructura que por su composición mineralógica. En algunos sitios, especialmente en las zonas de contacto cercanas a los gneis, hay variedades de granito porfiróide, en los que sobre una masa de estructura y composición granítica destacan fenoblastos idiomorfos de feldespato alcalino que alcanzan a veces dimensiones cercanas al decímetro.

Se localizan también variedades de granito aplítico, que suele ser más rico en moscovita y es de grano fino.

La discordancia general del contacto entre el granito y el gneis, la existencia y disposición de los enclaves de gneis o sus productos de transformación, indican que en la mayor parte de los casos el granito se ha formado a expensas de los gneis por un proceso anatóxico, incluso de carácter intrusivo.

De lo que no cabe duda es de la posteridad del granito con respecto a la formación metamórfica, ya que esta última es cortada en sus estructuras y afectada por los fenómenos de transformación antes descritos.

C) Formaciones filonianas

Dentro del conjunto granito-gneis existen rocas de composición variada (lamprófidos, pórfidos, pegmatitas, aplitas, cuarzo) que pueden denominarse en conjunto formaciones filonianas.

Lamprófidos:

En esta denominación general se incluyen todas las rocas básicas, mesocratas o melanocratas, de grano fino, a veces afaníticas, de colores oscuros, hasta negros, que forman diques en el granito o en el gneis de la Sierra de Guadarrama. Aunque existen variaciones muy acentuadas de composición química y mineralógica, se utiliza este término general porque entre unas y otras variedades existe una comunidad genética, como demuestra el poder encontrar en un mismo dique rocas de composición muy variada.

El contacto del dique con el gneis, o el granito, es siempre muy neto.

Los lamprófidos tienen estructura microdiabásica y están formados por un agregado de microlitos de plagioclasa de basicidad cercana al labrador y por cristales de piroxeno diópsido, en general más o menos transformados en hornblenda parda. Son muy abundantes los minerales accesorios metálicos: magnetita, magnetita titanada, ilmenita, sulfuros de hierro y cobre y sus productos de transformación.

Muchas de estas rocas pueden ser consideradas como verdaderas diabasas o doleritas y reconocen, sin duda, un origen más o menos directo de un magma basáltico.

Pórfidos:

Los diques de esta roca son mucho más frecuentes en las zonas graníticas que en las metamórficas.

Las relaciones entre los pórfidos y las rocas encajantes son contactos netos y tajantes.

Otra característica de los diques de pórfidos es que el grado de cristalización aumenta desde los bordes hacia el centro. En las rocas periféricas la roca está formada por un agregado afanítico de grano muy fino y de colores oscuros que harían pensar en una roca de mayor basicidad; en el microscopio se resuelven en una masa cristalina de cuarzo y feldespato, fundamentalmente alcalino, con texturas esferulíticas frecuentes; hacia el centro se ven incluidos en esta masa afanítica cristales idiomorfos de feldespato, cuarzo y biotita de unos milímetros, siendo en la zona central la proporción de fenocristales muy superior a la de la pasta, siempre que el dique tenga suficiente potencia.

En los diques de pórfido es frecuente encontrar, además, grandes fenocris-

tales idiomorfos de feldespato alcalino, las más de las veces maclados, según la ley de Carlsbad.

Aplitas y Pegmatitas:

En el granito y con más frecuencia en el gneis aparecen formaciones cuarzo-feldespáticas pobres en minerales ferromagnesianos, con texturas apliticas o pegmatíticas frecuentemente asociadas.

Microscópicamente, las rocas apliticas se caracterizan por una estructura panalotriomorfa de grano medio o fino y por una composición mineralógica en la que existe cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa en proporciones considerables con una gran cantidad de moscovita, mientras que la biotita y su producto de transformación, la clorita, aparece en pequeña proporción.

En las zonas de estructura pegmatítica se presentan los mismos componentes con una proporción más reducida de feldespato calcoalcalino y un desarrollo considerable de feldespato alcalino, microclina micropertítica. Hay, además de la moscovita, la clorita, frecuente turmalina negra y algún granate almandínico.

Cuarzo:

Las formaciones de cuarzo de tipo filoniano son las más llamativas dentro de la formación metamórfica por destacar sobre el terreno con sus colores claros y una mayor resistencia a la erosión.

Los diques de cuarzo atraviesan indistintamente en más de una ocasión las formaciones graníticas y metamórficas.

Señalemos finalmente los lentejones y capas de cuarzo que en muchas partes de las zonas metamórficas están incluidos en concordancia con la formación gneisica. Se han producido por un proceso de diferenciación metamórfica y, por tanto, sincrónico con el metamorfismo; su origen es muy distinto del de las formaciones de cuarzo hidrotermal antes descrito y cuya aparición posterior se manifiesta por las disposiciones encontradas en el campo.

2.2 MESOZOICO

2.2.1 Cretácico

En general, la formación cretácica puede dividirse en un conjunto detrítico de grano fino y de origen continental formado por arenas cuarzosas blancas y rojizas con algún nivel arcilloso intercalado, el cual está apoyado sobre los materiales de una superficie de erosión precretácica. Sobre el conjunto arenoso-arcilloso se apoya en concordancia un paquete calizo-arenoso o margoso en la base, de considerable espesor, que en algún punto se ha caracterizado paleontológicamente como Cenomanense.

El afloramiento cretácico de más extensión dentro de la Hoja es el que se encuentra entre los ríos Perales y Autencia, al sur de Valdemorillo, con representación cartográfica en la Hoja.

Estratigráficamente aparece la formación cretácica coronada por estratos calizos cuyo color, aspecto y estructura varía sensiblemente de unos lugares a otros.

Un corte bien visible de esta formación es la cantera llamada de la Parrilla. Las calizas tienen en esta zona un espesor de dos metros. El color es gris azulado, cambiando su tono a amarillento y rosáceo en otros afloramientos. Debajo del estrato calizo se localizan arenas amarillentas con intercalación de niveles de margas limosas de color rojizo, siendo el nivel de mayor desarrollo uno central de medio metro de potencia. Bajo las arenas amarillas se sitúa un conglomerado de cantos de pedernal con cemento calizo que no tiene gran desarrollo y que sirve de techo al gran manto de tierras arcillosas refractarias de varios metros de espesor, el cual constituye la base del Cretácico que apoya directamente sobre el gneis.

En el sondeo de Tielmes, a 1.567 m. de profundidad bajo el nivel del río Tajo, se ha encontrado Cretácico. Está constituido por unas arenas, areniscas y calizas cuya potencia no pasa de los 50 m. Estos materiales se apoyan directamente sobre los granitos del basamento y afloran más al norte.

2.3 TERCIARIO

2.3.1 Oligoceno

Hacemos referencia a la formación considerada como oligocena que se localizó al SE. de Navalagamella, la cual se encuentra colocada sobre el Cretácico por su parte oriental y directamente sobre el gneis en la oriental.

Sobre las calizas superiores del Cretácico se apoya un banco de 40 m. de unas areniscas blancas muy deleznable, las que algunos autores han asimilado a la base del Oligoceno. Estos estratos presentan una inclinación concordante con el Cretácico.

Los materiales que predominan en su composición son el cuarzo, el caolín y el carbonato de cal; productos estos de la erosión del Cretácico Subyacente.

En 1929, ROYO GOMEZ, al publicar los resultados del sondeo de Alcalá de Henares, que alcanzó los 1.000 m. de profundidad, cita a los 500 m. una fauna constituida por restos de caráceas, fanerógamas, moluscos (*Coretus cornu cornu*, *Gyraulus polycymus*, *Limnaea acuminata*, *Hydrobia sp.*, etc), crustáceos (*Cypris*) y peces (*Leuciscus Kindelani*) que atribuye al Oligoceno. Por otra parte, en el sondeo de Tielmes se atravesaron 1.567 m. de Terciario, por debajo del Burdigaliense, cuya gran parte, al menos, debe corresponder al Paleógeno.

La serie paleógena atravesada en Tielmes está constituida por una monótona alternancia de margas grises y yesos de facies muy semejantes a las mio-

cenas. Sólo desde la mitad de la serie y hacia la base se intercalan unas capas de margas rojizas.

En el sondeo de Alcalá se encontraron además intercalaciones arenosas y calizas. Por las facies que afloran en el borde noroccidental de la cuenca del Tajo, concretamente en la región de Torrelaguna, constituidas por margas yesíferas en la base y conglomerados, calizas, areniscas y margas hacia el techo, es de suponer un cambio de facies desde las más finas y evaporíticas del centro de la cuenca (Tielmes) hasta las más complejas y con elementos detríticos gruesos y medios del borde.

2.3.2 Mioceno

Se puede dividir el Mioceno en dos grandes conjuntos:

- A) Burdigaliense - Vindoboniense.
- B) Pontiense s.l.

A) *Burdigaliense - Vindoboniense*

Presenta grandes cambios de facies, desde los predominantemente evaporíticos del interior de la cuenca, en la mitad oriental de la Hoja, a los detríticos de los bordes.

a) *Facies del interior*

Presenta su aspecto más típico en la región de Arganda y Chinchón, en donde se pueden distinguir los siguientes dos tramos:

Tramo inferior

120-140 m. de yesos y margas yesíferas grises. Monótona sucesión de capas de yesos especulares, entre los que se intercalan otras más margosas con cristales de yesos más pequeños. La cantidad de yesos es variable según los lugares, siendo más yesífera la serie en la zona del valle del Tajo, al sur de Chinchón y Colmenar de Oreja.

Tramo superior

Es una serie rítmica de yesos sacaroideos blancos, rosados o marrones y margas blancas y grises yesíferas, que alcanza una potencia de unos 80 m. Los yesos sacaroideos se presentan en capas bien estratificadas y las margas blancas contienen gran cantidad de cristales de yeso marrón o acaramelado

con maclas en punta de flecha de hasta 1 dm. Frecuentemente se intercalan en la serie algunas capas de calizas de tonos claros, compactas, generalmente blancas, aunque de manera aislada y sólo hacia el NO. en la región de Arganda, Ciempozuelos y Esquivias, alcanzan gran importancia, dominando completamente en la estratigrafía de este tramo, el cual queda constituido por unos 50 m. de calizas blanquecinas tableadas, con alguna delgada intercalación de margas blancas.

Hacia el techo de la serie, es un hecho generalizado en toda la extensión de la Hoja y aun fuera de ella, la presencia de niveles silíceos. En el centro de la cuenca, al SE. de la Hoja, están representados por unos grandes nódulos blanquecinos, que se concentran en el techo de la serie yesífera blanca y que, por erosión diferencial, dan grandes bloques oquerosos. En la zona de tránsito hacia la facies marginal del NO. en la región de Esquivias, Ciempozuelos y Getafe se presenta como verdaderas capas de sílex marrón, intercaladas entre las calizas, a las que sustituye en ocasiones metasomáticamente. Las tonalidades blanquecinas de estos tramos nos han hecho agrupar sus materiales en un conjunto de facies a los que denominaremos «Facies blancas».

b) *Facies detriticas marginales*

En los bordes de la cuenca presenta el Mioceno facies detriticas muy diferentes de las centrales ya descritas. La composición y estratigrafía de estas facies es muy distinta, según las características litológicas del área madre de que proceden. Debido a ello, hemos podido distinguir las siguientes partes detriticas:

Facies Guadalajara

Cuyos productos proceden de la denudación de los materiales paleozoicos, cuarcíticos y pizarrosos de Somosierra. Se encuentra bien representada en el ángulo NE. de la Hoja, entre Alcalá de Henares y Ribatejada. Es una serie de margas y limos rojizos claros que hacia el norte se hace más arenosa, conteniendo frecuentemente niveles con cantos de cuarcitas, cuarzo y pizarras.

Facies Madrid

Procedente de la destrucción de los granitos y gneises de la Sierra de Guadarrama. Alcanza una gran extensión dentro de la Hoja, dando un característico paisaje alomado desde Madrid hasta la Sierra. Es una monótona serie de arcosas con cantos de gneis y granito, en general muy sueltos, aunque a veces presenta una gran cantidad de matriz arcillosa. Como veremos más adelante, existen algunas dudas en cuanto a la posición estratigráfica de las capas más altas de esta serie, pues algunos autores las atribuyen al Plioceno.

Facies Toledo

En la Hoja entran sólo las últimas indentaciones a lo largo del valle del Tajo. Proviene del Paleozoico de los Montes de Toledo, así como de los gneises y granitos de la meseta Toledana, y está por ello constituida por arenas arcósicas muy arcillosas, de color rojizo claro, con cantos de materiales cristalinos y cuarcitas. En la porción visible en la Hoja está representada sólo por unas arcillas rojizas, muy características en Pantoja.

Entre estas formaciones detríticas del borde y las anteriormente descritas del interior de la cuenca, existe un cambio de facies con visibles acuñaientos e intercalaciones de capas. El paso de la facies Guadalajara a las margas yesíferas grises del tramo inferior y a los yesos blancos del tramo superior es muy visible al sur de Alcalá de Henares, donde se complica algo la serie al encontrarse también algunas capas de arenas arcósicas finas que representan los extremos de cuñas de facies Madrid.

En la zona del cambio de la facies Madrid a las facies centrales la serie es muy compleja y se da la circunstancia de que es en ella donde se han encontrado la mayor parte de los fósiles de vertebrados miocenos. Un corte especialmente favorable para observar este cambio de facies nos proporciona el escarpe de la margen izquierda del Jarama, entre San Fernando y Paracuellos. El tramo de margas yesíferas grises pierde yesos, a la vez que se empiezan a intercalar niveles de sílex y de margas duras que dan lugar a la llamada peñuela. El tramo blanco se hace predominantemente calizo, como ya dijimos, a la vez que presenta en la base unas intercalaciones de arenas micáceas con capitas finas de calizas. Estos niveles arenosos son muy visibles entre Esquivias y Getafe. También entre el tramo blanco y el tramo inferior grisáceo se intercalan varias capas de arcillas sepiolíticas, muy explotadas al sur de Madrid (Cerro Almodóvar, Esquivias, etc.).

En general, las facies detríticas de Madrid avanzan más hacia el centro de la cuenca en el tramo superior, de tal forma que, en el Cerro de Almodóvar, al SE. de Madrid, se apoyan directamente sobre las margas yesíferas grises una serie de arcosas y arcillas que consideramos equivalentes al tramo superior blanco, por presentar en la base unas capas de sepiolitas, explotadas en el mismo cerro, y en el techo capas con gran cantidad de nódulos silíceos, niveles que, como ya indicábamos, se encuentran también en esa posición en la región de Esquivias.

A lo largo del escarpe de la margen derecha de los ríos Jarama y Tajo, desde Ciempozuelos hasta el borde S. de la Hoja, se inicia el cambio desde las facies de margas yesíferas grises hacia facies Toledo. Dicho cambio se realiza por acuñaiento de las capas yesíferas y aparición en capas de margas color rojo ladrillo, sobre todo en la base de la serie. De esta manera, en La Alameda de la Sagra, la serie queda constituida por unos 80 m. de margas

rojizas con delgadas intercalaciones de margas grises, a las que se superponen unos 15 m. de margas grises y un paquete de yesos grisáceos de 40-45 m. de espesor, muy reducido si se compara con los 100 m. visibles en Ciempozuelos.

La edad de todos estos materiales miocenos ha podido ser fijada gracias a la abundancia de restos de vertebrados encontrados en Madrid, sobre los que existe una amplia bibliografía.

Los principales yacimientos son los del Valle del Manzanares en Madrid (Hidroeléctrica, San Isidro y Puente de Vallecas), los del Jarama (Paracuellos) y el del Cerro del Viso (Alcalá de Henares), aunque existen citados muchos más (Cerro Almodóvar, Ciudad Universitaria, etc.).

A partir de los fósiles encontrados se han establecido los siguientes tramos miocenos (CRUSAFONT, 1960).

- A₁ Burdigaliense Superior en tránsito al Vindoboniense. A este piso pertenecen los fósiles de la Hidroeléctrica, encontrados en una caliza arcillosa blanca, y los de la parte inferior de Paracuellos de Jarama.
- A₂ Vindoboniense Inferior y Medio. Pertenecen a este piso los fósiles del Puente de Vallecas, parte alta del Manzanares (San Isidro, etc.) y nivel alto de Paracuellos de Jarama.

Además de los fósiles que han servido para establecer la división anterior, son abundantes los restos de *Testudo bolivari* y *Testudo* sp., tanto en Madrid (Cerro Almodóvar, Barrio de Tetuán, etc.), como en Alcalá de Henares, Illescas y Getafe.

Teniendo en cuenta los cambios de facies y las cotas a las que se sitúan estos yacimientos fosilíferos, podemos dar, para las capas miocenas hasta ahora descritas, una edad que va del Burdigaliense al Vindoboniense, y más concretamente para los tramos del interior de la cuenca; de Burdigaliense en tránsito a Vindoboniense para las margas yesíferas grises del tramo inferior y Vindoboniense para el tramo medio, de facies blanca.

- B) *Pontiense s.l.*: Muy desarrollado en la mitad oriental de la Hoja, está constituido por la formación de las «Calizas de los Páramos», serie compleja de calizas lacustres y margas que, en su base, presenta una serie detrítica de facies y espesores muy variados.
- B₁ *Serie basal detrítica*: Se encuentra muy generalizada dentro de la Hoja y su espesor oscila entre 1 y 40 m., observándose que es a lo largo de una gran banda que va de Alcalá de Henares a Chinchón donde presenta mayores espesores. En estas zonas de mayor potencia que corresponden a antiguos cursos fluviales de gran importancia, está compuesta por una serie de conglomerados cuarcitosos, localmente con cantos de calizas miocenas, con matriz arenosa arcósica y algunas intercalaciones de arcillas. Son explotadas en diversos puntos (Arganda,

etcétera) y lateralmente pierden potencia, a la vez que se hacen de granulometría más fina, pasando a arenas arcóscicas, arenas micáceas y a arcillas, en ocasiones ricas en materia carbonosa y con calizas finas intercaladas.

- B₂ *Calizas de los Páramos*: Es una formación compleja cuyas facies típicas son unas calizas lacustres compactas, de tonos grisáceos y crema, con abundantes fósiles, fundamentalmente moluscos dulceacuícolas. Entre estas calizas son frecuentes las capas de marga de tonos claros, muy fosilíferas y en ocasiones margas y calizas negras fétidas. No faltan tampoco las facies tobáceas, en las que se reconocen abundantes restos de tallos de plantas.

El espesor de toda la serie varía mucho, dado que una superficie de erosión pliocena las ha destruido en parte, pero existen potencias de hasta 80 m.

La edad Pontiense s.l. ha sido fijada por correlación de faunas de vertebrados encontrados fuera de la Hoja, en Canalejas de la Torre y Huérmezes (Guadalajara), pues los gasterópodos dulceacuícolas (*Hydrobia dubia* Schlosses, *Limnaea bovillei* Michaud, *Limnaea Lasteti* Noulet, *Planorbis thiollierei* Michaud, *Helix gualinoi* Michaud, *Bythinia* sp. etc.) son fósiles poco determinantes para establecer una estratigrafía.

2.3.3 Plioceno

No se encuentra individualizado paleontológicamente, pero se han dado como de este sistema unas formaciones que coronan el Mioceno en la Mesa de Ocaña (borde sur de la Hoja) y formaciones de rañas al norte de Algete. Se han atribuido también al Plioceno materiales de facies arcóscicas al NO. de Madrid. En la Mesa de Ocaña, sobre las calizas lacustres del Pontiense, existe una formación, en algunos casos de varias decenas de metros de espesor, de arcillas rojizas con niveles de arenas y conglomerados finos, que están coronados por un costrón calizo blanquecino, el cual en ocasiones forma capas de caliza compacta. Aunque la formación es azoica, su posición claramente sobre el Pontiense y otros criterios de tipo morfológico permiten atribuirlos al Plioceno.

Al norte de Algete, por encima de las últimas terrazas cuaternarias del Henares, se sitúan unos replanos altos en los que el Mioceno de facies detríticas (Facies Guadalajara) está recubierto por una formación de gravas cuarcíticas sueltas con matriz arenosa. Dicha formación, en todo semejante a la clásica formación de las rañas de Toledo y Extremadura, se extiende, fuera ya de la Hoja, hacia el norte, a la vez que asciende topográficamente hasta llegar al pie de Somosierra. Por encontrarse estos materiales por encima del Mioceno y no estar relacionados con la red fluvial cuaternaria, se les ha dado una edad pliocena (HERNANDEZ-PACHECO, F., 1965), correspondiendo en edad y condiciones de formación con las rañas clásicas.

La gran formación arcósica del NO. de Madrid, cuyo cambio lateral a facies miocenas hemos ya descrito anteriormente, ha sido atribuida al Plioceno por diversos autores (VIDAL BOX; HERNANDEZ-PACHECO, E.; HERNANDEZ-PACHECO, F.; ALIA MEDINA, M., etc.), basándose en criterios morfológicos. Sería una formación detrítica procedente del arrasamiento de la sierra y a la que podrían también corresponder parte de las facies de gruesos bloques que se encuentran en el contacto con los materiales cristalinos del Guadarrama.

Dado que se han encontrado fósiles miocenos (Anchitherium, Testudo, etc.) en arenas de análoga facies en las inmediaciones de Madrid, incluimos el conjunto en el Mioceno de facies detrítica, aunque sin excluir la posibilidad de que las partes topográficamente más elevadas de esta formación y en zonas marginales de la sierra, pueden corresponder al Plioceno.

2.3.4 Cuaternario

Además de los coluviones y suelos, adquieren gran desarrollo los aluviones y terrazas de los ríos principales. Todos estos materiales son fundamentalmente arenas y gravas cuarcíticas, aunque se reconocen en algunas terrazas depósitos eólicos, sobre todo limos con cantos afacetados.

Los grandes espesores de gravas de las terrazas hacen que sean explotadas en muchos puntos (Puente Arganda, Aranjuez, etc.).

Existe una abundante bibliografía sobre los niveles de las terrazas de todos estos ríos, pero en esencia se reconocen, sobre todo para el área de Madrid, tres niveles:

Terraza alta	{	Mindel. 1. ^{er} interglaciar (<i>Elephas antiquus platyrhincus</i> , <i>Rhinoceros merckii</i>).
Terraza media	{	Riss. 2. ^o interglaciar (<i>Elephas antiquus</i> , <i>Rhinoceros merckii</i>).
Terraza baja	{	Wurm (<i>Elephas primigenius</i>). 3. ^{er} interglaciar.

Se reconocen limos eólicos y gravas eolizadas de carácter periglaciar en las terrazas media y baja, así como abundantes aportes laterales.

En la región de Orusco, en el este de la Hoja, también existen calizas travertínicas con restos de tallos muy visibles en todo el valle del Tajuña.

3. TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico, también pueden separarse dos unidades, el zócalo antiguo y la depresión del Tajo, a la que pertenece la mayor parte de la superficie de la Hoja.

Zócalo antiguo

Existen en él dos tectónicas superpuestas, una antigua, de edad hercínica y otra posterior, de edad alpina.

La tectónica antigua, que afecta a los materiales metamórficos, gneises, calizas y migmatitas, es de tipo profundo, con pliegues apretados y desarrollo de intensa foliación. Los granitos cortan la dirección de los pliegues, observándose en el contacto del granito occidental una facies aplítica correspondiente a una intrusión con fractura en dicho contacto.

La tectónica alpina es de fallas, como corresponde a una zona ya cratonizada con anterioridad. Numerosas fallas y sistemas de diaclasas cuarteán los materiales gneisico-graníticos, y de todos los accidentes, el más destacado coincide con el límite con esta unidad antigua de los sedimentos de la depresión del Tajo. Corresponde, por lo general, en estos lugares a fallas inversas de gran ángulo.

Depresión del Tajo

Existen en ella dos pisos estructurales fundamentales:

- a) Basamento rígido antiguo.
- b) Cobertera sedimentaria terciaria.

Habría que añadir un tercer piso estructural, que sería el constituido por los materiales cretácicos superpuestos directamente sobre el basamento, pero por su escasa potencia y adaptación directa a la tectónica del basamento, no lo vamos a considerar.

- a) Los trabajos geofísicos realizados en la depresión, por ejemplo, en la región de Arganda, muestran que el basamento se encuentra cuarteado por diversos sistemas de fallas de direcciones coincidentes con las visibles en la Sierra de Guadarrama; lo cual da lugar en profundidad a un complicado conjunto de bloques hundidos y levantados. Se trata, pues, de una tectónica idéntica a la que presenta el zócalo emergido en el Sistema Central.
- b) La tendencia a la subhorizontalidad de las capas miocenas, esencialmente posttectónicas, parece demostrar una absoluta ausencia de movimientos postmiocenos. Sin embargo, algunos datos de superficie indican que esto no es completamente cierto.

El primer hecho a tener en cuenta es un basculamiento general de todo el Mioceno hacia el SO. como puede apreciarse en el contacto Ponticense-Vindoboniense que desciende desde el NE, al SO. con una pendiente general de 3 a 4°. Dicho basculamiento sería, pues, postmioceno, y la pendiente regional creada

por él parece ser que es la que ha condicionado la tendencia general de la actual red hidrográfica, por lo cual debemos situar esta basculación general en los tiempos finales del Plioceno.

Sin embargo, el trazado de detalle de la red fluvial presenta en algunos tramos, por ejemplo, en la región de Arganda, alineaciones definidas, con direcciones que, como se ha comprobado por métodos magnéticos, coinciden con los de fracturas de basamento.

Por otra parte, tomando las cotas a las que se encuentra el contacto Pontense-Vindoboniense y restándole el basculamiento regional, se ha podido reconocer la existencia de zonas más elevadas y otras más hundidas dentro de la formación Miocena, correspondientes a suaves abombamientos de muy amplio radio. Este hecho, junto con la influencia ya apuntada de la estructura de basamento en la morfología superficial, prueba que el movimiento de las fallas del basamento se prolongó incluso hasta los tiempos postmiocenos, si bien con menor intensidad que durante los del paleógeno. Tales desnivelaciones de los bloques del basamento se acusaron en la cobertera terciaria, cuyo espesor total en Tiernes es de unos 1.800 m.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Para los tiempos paleozoicos, la región formaba parte del geosinclinal hercínico. Un metamorfismo regional de profundidad afectó a una serie cuarcítico-pelítica con episodios calizos y dio lugar a la formación de los gneises, esquistos y mármoles de esta zona.

La serie así metamorfozada fue plegada por algunas de las fases del plegamiento hercínico, pues en Somosierra, fuera de la Hoja, existen depósitos del Carbonífero Superior discordante sobre el Silúrico.

La orogenia hercínica debió terminar con la intrusión de las granodioritas y adamellitas postorogénicas y discordantes, mencionadas anteriormente.

Durante los tiempos mesozoicos, la región, ya cratonizada, sufrió un fuerte arrasamiento, y durante el Cenomanense fue cubierta por la gran transgresión marina de estos tiempos.

Después de la retirada del mar y ya desde los comienzos del Paleógeno, la articulación por fracturación del conjunto antiguo desencadenó su erosión y el depósito consiguiente de los sedimentos eocenos y oligocenos. Se produjo el gran hundimiento de la depresión tectónica del Tajo y la desnivelación de detalle a favor de fracturas, tanto en las zonas emergidas como en las del fondo de dicha depresión tectónica.

La sedimentación continental continuó durante todo el Mioceno, a la vez que se atenúan los movimientos diferenciales de los bloques.

En la región de Arganda-Chinchón, correspondiente al interior de la cuenca

para estas regiones, se depositaron en régimen endorreico grandes espesores de yesos y margas yesíferas durante los tiempos que van desde el Burdigaliense al Vindoboniense. Hacia los bordes de la cuenca las facies eran mucho más detríticas, formadas por elementos procedentes de la destrucción de los marcos montañosos.

El clima fue relativamente seco y cálido, como lo prueba la presencia de attapulgita y sepiolita, para cuya formación se precisa el lavado de zonas emergidas en vías de laterización. Bajo estas condiciones se formarían grandes encharcamientos temporales y cursos divagantes de aguas, donde viviría una fauna de grandes tortugas, proboscídeos, etc.

Al principio del Pontiense el clima se hizo algo más húmedo, y las corrientes de agua fueron de mayor intensidad. Se instaló así una red fluvial bien definida que dio lugar a la formación de los depósitos detríticos que se encuentran actualmente en la base del Pontiense. Posteriormente se inició una sedimentación de tipo lacustre y se depositaron las calizas de los páramos y localmente sedimentos de tipo pantanoso. Con ello terminó la sedimentación miocena.

Durante el Plioceno se produciría una importante reactivación del basamento sumergido y de los marcos montañosos de la depresión. Ello dio lugar a la formación de suaves bombamientos en la cobertera terciaria. Como consecuencia de estos movimientos diferenciales se formarían los depósitos de las rañas del norte de la Hoja y los fanglomeráticos de Sheet-flood del sur de Somosierra, y posiblemente también algunos de los niveles arcóscicos existentes. A mayores distancias se sedimentarían los depósitos de la Mesa de Ocaña. El clima entonces debió ser cálido y relativamente árido, con largos períodos de sequía y otros más cortos de fuertes lluvias.

Al final, y en condiciones climáticas análogas, se formarían los caliches blanquecinos que coronan los sedimentos pliocenos de la Mesa de Ocaña.

En relación con el basculamiento general hacia el SO., se instalaría la red fluvial cuaternaria.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALIA MEDINA, M. (1960).—«Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo». 1:156.200. *Notas y Com.*, n.º 58, pp. 125-162.
- ALONSO, J. L.; GARCIA, J., y RIBA, C. (1964).—«Arcillas miocenas de la cuenca del Tajo». *Cursillos y conferencias*. Instituto «Lucas Mallada», C.S.I.C.
- ARANEGUI, P., y HERNANDEZ PACHECO, F.—«Las terrazas cuaternarias del río Henares en las inmediaciones de Alcalá (Madrid)». *Bol. R. S. Esp. Hist. Nat.*, t. XXVII.
- ANONIMO (1932).—«Reservas de cobre en España». *Notas y Com.*, n.º 4.

- ARRIBAS, A. (1965).—«Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de uranio «El Berrocal» Escalona (Toledo)». *Notas y Com.*, n.º 77.
- CADAVID CAMIÑA, S., y HERNANDEZ FERNANDEZ, M. E.—«Estudio magnetométrico del basamento de la Hoja 583. Arganda». *Estudios Geológicos*, vol. XXIII, Madrid.
- CAPOTE, R., y CARRO, S. (1966).—«Memoria geológica de la Hoja n.º 606 (Chinchón)». *J. E. N.*, 1 M., 1:50.000.
- (1968).—«Existencia de una red fluvial intramiocena en la depresión del Tajo». *Estudios Geológicos*, vol. XXIV, pp. 91-95.
- (1966).—«Memoria geológica de la Hoja n.º 583 (Arganda)». *J. E. N.*, 1 M., 1:50.000.
- CAPOTE, R.; CARRO, S., y ALIA MEDINA, M. (1969).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja n.º 605 (Aranjuez)». *I. G. M. E.*
- CARRO, S., y CAPOTE, R. (1966).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja n.º 560 (Alcalá de Henares)». *J. E. N.*
- CARRO, S.; CAPOTE, R., y ALIA MEDINA, M. (1969).—«Hoja n.º 560. Alcalá de Henares (Madrid)». *I. G. M. E.*, 1 M., 1:50.000.
- CASTELLS, J. y de la CONCHA, S. (1951).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja n.º 582 (Getafe)». *I. G. M. E.*
- (1951).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja n.º 583 (Arganda)». *I. G. M. E.*
- GALVEZ-CAÑERO, A.; AZOLA, A., y JORDANA SOLER, L. (1941).—«Explicación de la Hoja n.º 558, escala 1:50.000 (Villaviciosa de Odón)». *I. G. M. E.*
- GALVEZ-CAÑERO, A.; JORDANA SOLER, L., y KINDELAN (1950).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, n.º 580 (Méntrida)». *I. G. M. E.*
- GARCIA DE FIGUEROLA, L. C. (1956).—«Nota sobre algunas rocas de la parte oeste del Guadarrama». *Not. y Com.*, *I. G. M. E.* n.º 41.
- GAVALA LABORDE, J. (1965).—«El sondeo de Tielmes del Terciario lacustre en la cuenca del Tajo». *Rev. Acad. Cienc. de Madrid*, t. LIX, c.d. 3, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1945).—«Materiales litológicos del territorio de Madrid empleados en la construcción». *Las Ciencias*, t. 10, 1 M., 1:800.000.
- (1958).—«La formación o depósitos de grandes bloques de edad miocena. Su relación con la raña». *Estudios Geológicos*, vol. XVIII.
- HERNANDEZ PACHECO, F.; ALBERDI ALONSO, M. T., y AGUIRRE ENRIQUEZ, E. (1969).—«Proceso formativo y época de la Sierra de Guadarrama». *Bol. R. Esp. Hist. Nat.*, t. 67, n.º 3.
- H. SAMPELAYO, P., y H. SAMPELAYO, A. (1934).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja n.º 581 (Navalcarnero)». *I. G. M. E.*
- PEREZ REGODON, J.—«Descripción física, geológica, minera e hidrogeológica de la provincia de Madrid». 1 M., 1:200.000.
- RIBA, O. (1957).—«Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid». *Ingua. V. Congres International. Livret guide de l'excursion C₂. Madrid-Barcelona.*

- ROYO GOMEZ, J. (1929).—«El Terciario continental de la cuenca del Tajo. Mem. Exp., Hoja n.º 560 (Alcalá de Henares)». *I. G. M. E.*
- (1922).—«El Mioceno continental ibérico y su forma malacológica». *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, Mem. n.º 30, Madrid.
- (1926).—«Tectónica del Terciario continental ibérico». *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, t. 47.
- ROYO GOMEZ, J.; MENENDEZ PUGET, L., y ABBAD, M. (1929).—«Hoja n.º 559. (Madrid)». *I. G. M. E.*, 1 M., 1:50.000.
- SAEFTEL, H. (1959).—«Paleogeografía del Albense en las Cadenas Celtibéricas de España», n.º 63, pp. 163-192.
- S. MIGUEL DE LA CAMARA, M.; FUSTER CASAS, J. M., y PEDRO HERRERA, F. (1956).—«Explicación de la Hoja n.º 533, E. 1:50.000 (San Lorenzo de El Escorial)». *I. G. M. E.*
- S. MIGUEL DE LA CAMARA, M., y PEDRO HERRERA, F. (1960).—«Explicación de la Hoja n.º 532, E. 1:50.000 (Las Navas del Marqués)». *I. G. M. E.*
- SIÑERIZ, J. G. (1949).—«Investigación hidrológica en Torrejón de Ardoz». *I. G. M. E.*, n.º LII, 1 M., 1:50.000.
- TEMPLADO, D.; MESEGUER, PARDO, y J. CANTOS FIGUEROLA (1945).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000, Hoja n.º 604 (Villaluenga)». *I. G. M. E.*
- TEMPLADO, D.; M. PARDO, y CANTOS FIGUEROLA, J. (1945).—«Hoja n.º 605 (Aranjuez)». *I. G. M. E.*, 1 M., 1:50.000.
- TEMPLADO, D.; MESEGUER, J., y CANTOS SAIZ DE C. (1945).—«Mapa geológico de España, E. 1:50.000, Hoja n.º 603 (Escalona)». *I. G. M. E.*
- VIDAL BOX, C. (1942).—«La línea morfotectónica meridional de la Sierra de Guadarrama». *Bol. R. S. Esp. Hist. Nat.*