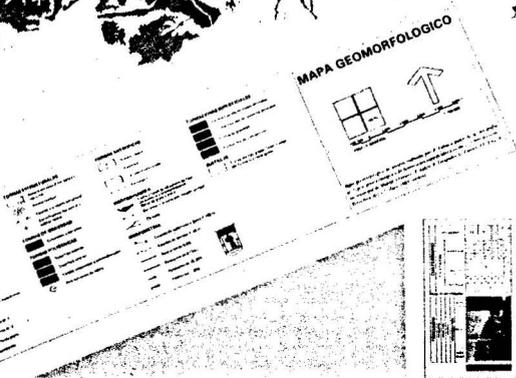


SIMPOSIO SOBRE LA GEOTECNOLOGIA DEL SUBSUELO DE MADRID



MAPA GEOLOGICO



RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLOGICO A ESCALA 1/25000 DEL TERMINO MUNICIPAL DE MADRID

J. P. Calvo Sorando (*), J. L. Goy (*), A. Pérez González (**), M. A. San José (*), R. Vegas (*), C. Zazo (*), M. Hoyos (***), A. Garrido Megias (****), J. M. Brell (*), R. Rincón (*), S. Ordóñez (*), M. A. García del Cura (*****), M. Doval (*), M. Rodas (*), E. Gallego (*), J. Morales (***), N. López (*), M. T. Alberdi (**), C. Sese (**), E. Soto (**), D. Soria (**), E. Herráez (**), E. Cerdeño (**), C. Alvarez-Ramis (*), M. T. Fernández Marrón (*****), N. Querol (*) y J. Gallardo.

RESUMEN

Se exponen de forma abreviada los rasgos en cuanto a metodología y conclusiones del Estudio geológico a escala 1/25000 realizado en el Municipio de Madrid en los años 1982/83. Las diferentes unidades expresadas en la cartografía se describen en función de las pautas mayores observables en los materiales que forman cada una de ellas, analizándose sus relaciones estratigráficas.

El Proyecto «Estudio Geológico a escala 1/25000 del Término Municipal de Madrid» ha sido llevado a cabo a lo largo de los años 1982-83 como resultado de la colaboración científica entre diversos organismos de la Administración (Facultad de CC. Geológicas-Universidad Complutense, Instituto Geológico y Minero, Ayuntamiento de Madrid, Instituto de Geología de Madrid-CSIC, y otros). Constituye una de las áreas de actuación definidas dentro del «Convenio de Colaboración Técnica y Cultural para el conocimiento de las Características del Suelo y Subsuelo de Madrid», propiciado y patrocinado por el Excmo. Ayuntamiento. La financiación del proyecto específico de Geología ha sido realizada íntegramente por el IGME, organismo encargado además de su supervisión. El desarrollo del Proyecto tiene un marcado carácter interdisciplinar, fruto del trasvase de información entre los distintos grupos que abarca el Convenio general (aparte de los ya referidos, el SGOP, COPLACO, Laboratorio «José Luis Escario»,...), siendo precisamente uno de los objetivos del trabajo el servir de apoyo a las restantes áreas de investigación.

Los estudios geológicos realizados se plasman en un total de siete mapas a escala 1/25000 elaborados según la normativa Magna de cartografía geológica, mapas que toman como referencia, aunque en algunos casos no las completan y en otros adosan porciones de hojas adyacentes, las hojas 1/25000 de Madrid, Alcorcón, El Pardo, San Fernando de Henares, Pozuelo de Alarcón, Alcobendas y Castillo de Viñuelas.

(*) Facultad CC. Geológicas-Universidad Complutense, (**) Instituto Geológico y Minero, (***) Instituto de Geología de Madrid-CSIC, (****) Eniepsa, (*****) Instituto de Geología Económica-CSIC.

La cartografía geológica elaborada se completa con una Memoria global para el Término Municipal, así como con varios Informes específicos de diversas temáticas, tales como Columnas estratigráficas, Informe de sedimentos terrígenos, Mineralogía de Arcillas, Paleontología de Vertebrados del Terciario y Cuaternario, Micropaleontología Vegetal, Arqueología, Informe Petrográfico y Album de fotografías de las formaciones litoestratigráficas más destacables.

La realización de la cartografía toma como base las técnicas usuales de cartografía geológica de superficie, en gran parte sobre borradores a escala 1/10000, aunque en este proceso se ha integrado un importante volumen de datos de sondeos e informes de diversas fuentes, incluyendo los procedentes de tres sondeos largos perforados por el SGOP como apoyo a este proyecto.

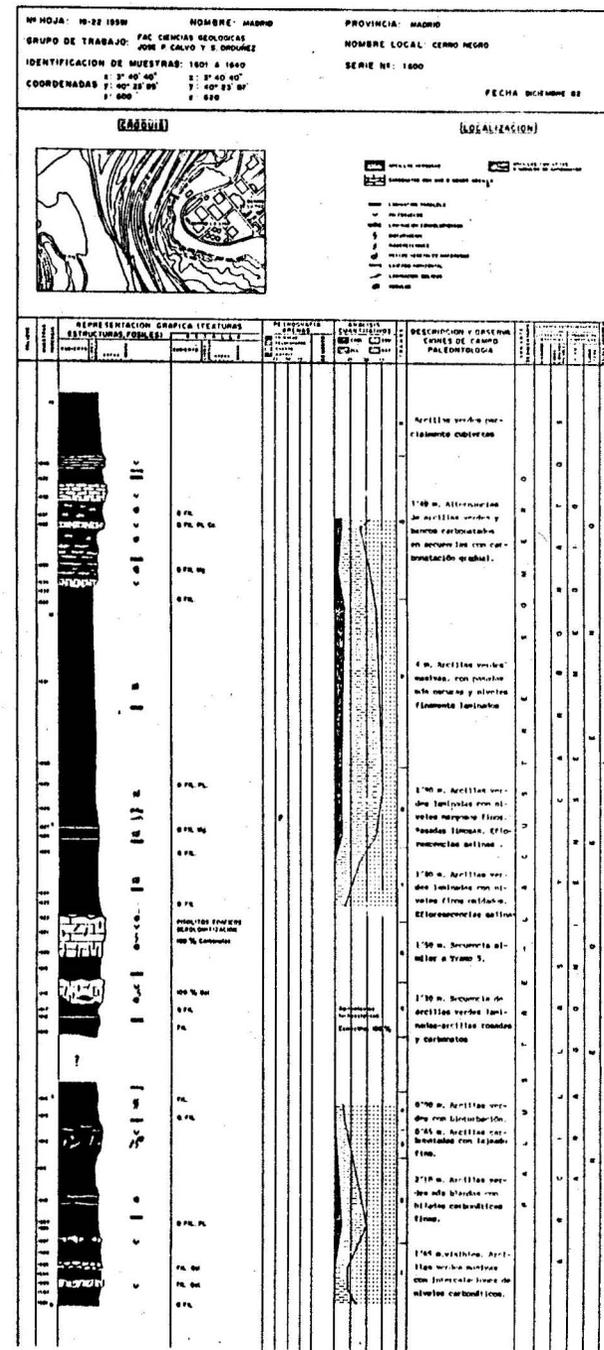
Se han levantado un total aproximado de 25 columnas estratigráficas de detalle a lo largo de todo el término, con potencias que varían entre los 15 y los 70 metros. En este sentido, es clara la dificultad de encontrar afloramiento con una mayor representación de materiales. Las tres columnas de sondeos estudiadas, de 256, 203 y 180 metros, sí han permitido un análisis exhaustivo del conjunto de litofacies. Un ejemplo de las columnas levantadas es expuesto en la Fig. 1.

El reconocimiento litológico en campo o a partir de sondeos se ha completado con un importante volumen de muestreo y su correspondiente análisis en laboratorio. Así, la caracterización de la mineralogía de arcillas y otras litofacies en sedimentos tanto terciarios como cuaternarios toma como base los resultados de más de 300 análisis por difracción de rayos X, con datos mineralógicos semicuantitativos. El análisis se completa, en parte de las arcillas más características, con análisis químicos de elementos mayores y análisis morfológicos en S.E.M. Por otra parte, se han determinado granulometrías en más de 150 muestras de arenas y limos, estudiándose en buena parte de ellas el cortejo de minerales pesados y la cuantificación de minerales ligeros. Los materiales consolidados (principalmente carbonatos, sílex y yesos) se han estudiado petrográficamente sobre unas 130 láminas delgadas.

En otro apartado, se ha procedido a la revisión de los importantes hallazgos paleontológicos conocidos en el área de Madrid (Fig. 2), datos que se completan con el descubrimiento a lo largo del proyecto de cuatro nuevos yacimientos de Micromamíferos de gran interés, dada la posición estratigráfica que ocupan. A estos análisis se suman los realizados con objeto de reconocer el contenido micropaleontológico de vegetales en varias de las unidades presentes.

Por último, se integran en la definición de las unidades cuaternarias los abundantes datos sobre yacimientos arqueológicos existentes de Madrid, complementado los datos paleontológicos reconocidos en dichas unidades.

Fruto de todas las observaciones y resultados anteriormente señalados se establecen en la cartografía del Municipio de Madrid un total de 14 términos para el Terciario, reducibles a 10 unidades litoestratigráficas de carácter informal. A ello se suma la definición de 26 unidades cuaternarias, todas ellas con amplia representación en



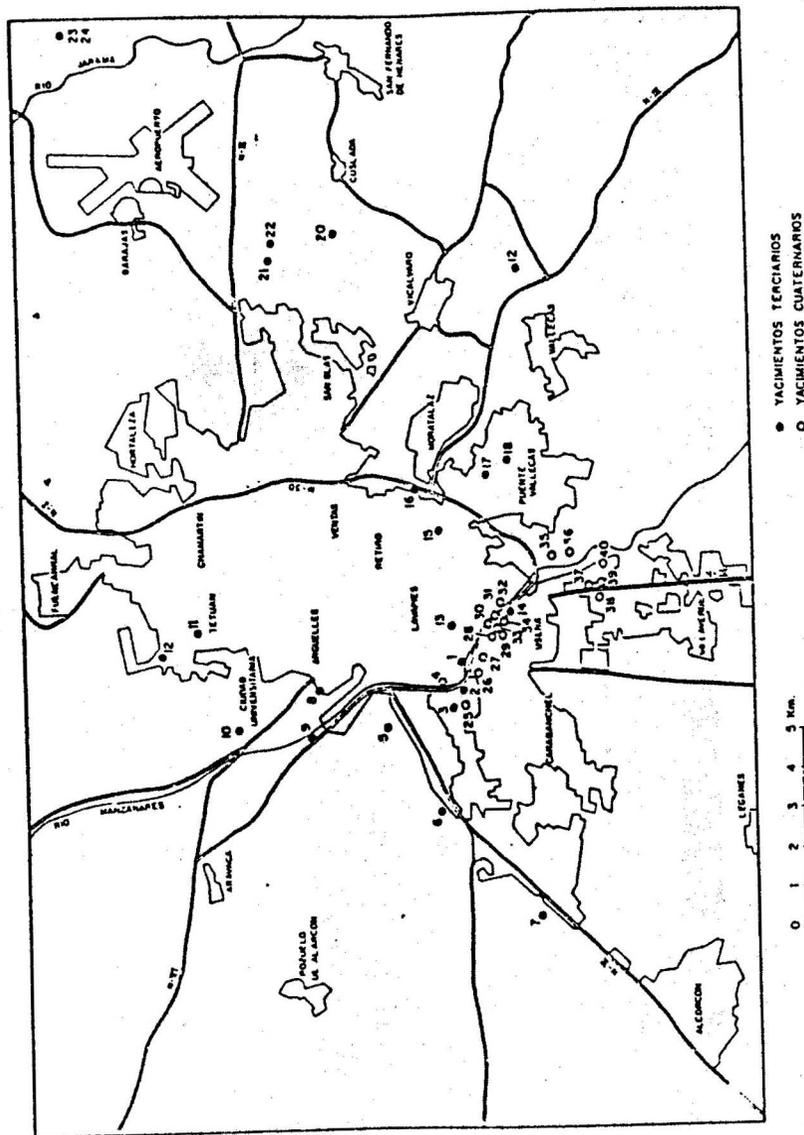


Fig. 2.— Situación de yacimientos de Mamíferos del Terciario y Cuaternario de Madrid.

- 1.— Puente de Tbledo 2.— Cerro de San Isidro. 3.— Via Carpetana. 4.— La Hidroeléctrica. 5.— Arroyo de Los Meaques. 6.— Arenero de Antolín García y Tejar de Marcelino Barrio. 7.— Fábrica de ladrillos de D. Modesto Chapa. 8.— Cuartel del Infante D. Juan. 9.— Fuente de los Franceses. 10.— Paseo de las Moreras. 11.— Tejar de Saturnino Vega. 12.— Cerámica Mirasierra. 13.— Moratines. 14.— Puente de la Princesa. 15.— Cerro de La Plata y Colonia Pacífico. 16.— Arroyo de Abrofigal. 17.— Puente de Vallecas. 18.— Arroyo del Olivar. 19.— Cerro de Almodovar. 20.— Cantero de Los Traperos. 21.— Ciudad Pegaso. 22.— O'Donnell. 23 y 24.— Paracuellos. 25.— San Isidro. 26.— Ladrillera c/ General Ricardos. 27.— Parador del Sol. 28.— Arenal de las Vaquerías de los Trereros. 29.— Tejar del Portazgo. 30.— El Sotillo. 31.— Prado de los Llaneros. 32.— Finca de Las Carolinas. 33.— Fuente de La Bruja. 34.— Arenero del Portazgo. 35.— Arenal C°. Ventana de Santa Catalina. 36.— Arenero del Almendro. 37.— Arenero de Barbas. 38.— Transfesa. 39.— Arenero de Las Mercedes. 40.— Estación de Villaverde Bajo.

la mayor parte del área estudiada (Fig. 3). En la Figura 4 se presenta la distribución de este conjunto de unidades en una de las hojas cartografiadas.

La descripción abreviada de las características de las unidades es como sigue:

TERCIARIO

Unidad de Yesos masivos.— Aflora en la zona meridional del Término, dando lugar a farallones a lo largo del Manzanares, así como en el área del arroyo de los Migueles y San Fernando de Henares. La unidad se interdentada con los yesos tableados que se describen a continuación, aunque tiende a situarse hacia la parte basal del conjunto yesífero. La estructura masiva de los yesos se une a una tonalidad grisácea o parda, con yesos en mosaicos macrocristalinos, procedentes de la yesificación y recristalización de anhidritas. A estos yesos se asocian pequeñas cantidades de magnesia y filosilicatos.

LEYENDA

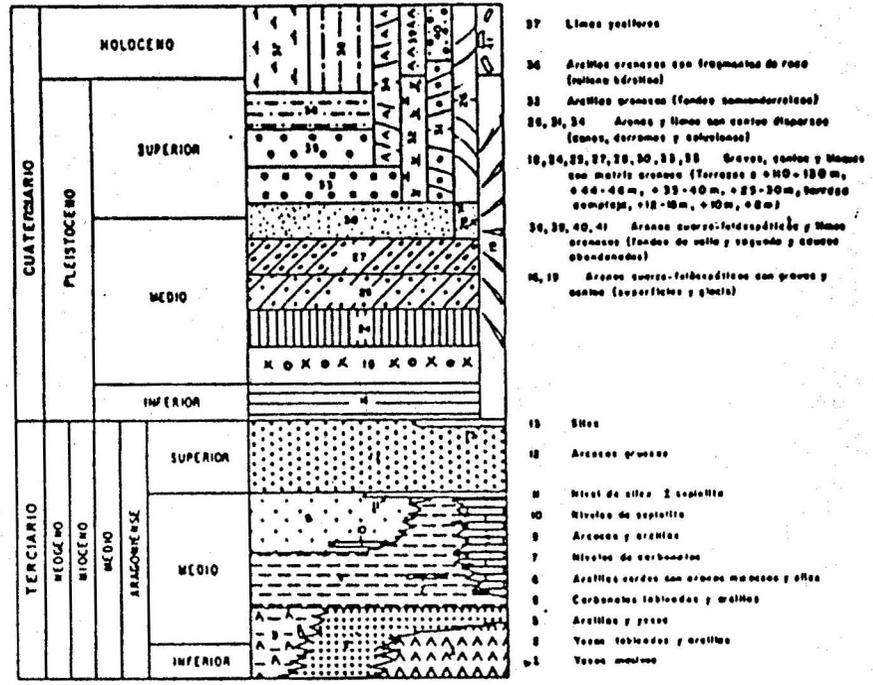


Fig. 3.— Leyenda correspondiente a la hoja 1/25000 de Madrid.

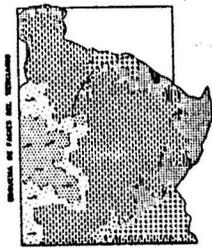
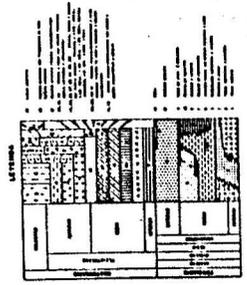
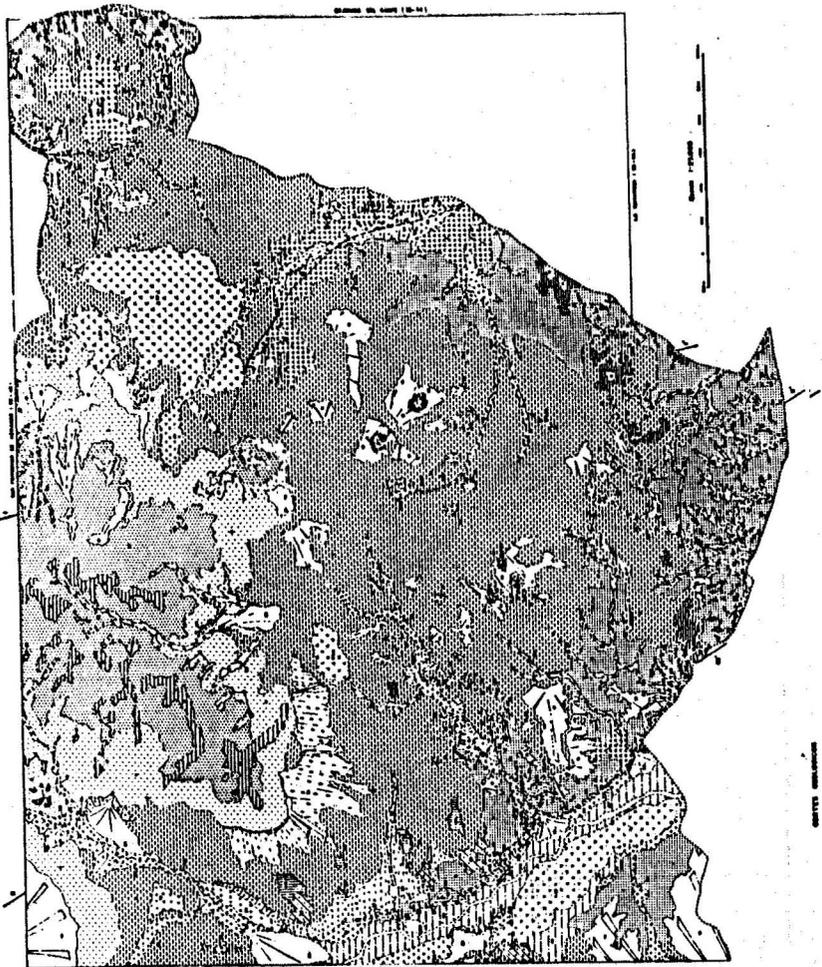


Fig. 4.— Cartografía a escala reducida de una de las hojas 1/25000

Unidad de Yesos tableados y arcillas.— Afloran predominantemente en la parte sur y este de la hoja 1/25000 (Madrid). Son visibles buenas secciones en la zona de Cumbres de Vallecas y margen izquierda del Manzanares. Consiste en una alternancia de bancos yesíferos de espesor centimétrico a métrico, con amplia variedad de fábricas y texturas, y arcillas pardas-grises comúnmente laminadas. Su espesor en afloramiento supera raramente los 50 m. aunque en sondeos se han cortado potencias que exceden los 90 m.

Las arcillas presentan una composición en que predominan las illitas frente a esmectitas, con porcentajes relativamente altos (5-20%) de caolinitas.

Unidad de Arcillas con yesos.— Algunos buenos afloramientos se encuentran en las canteras de La Celsa y Cerámica del Río. El tránsito lateral entre esta unidad y la anterior se observa a lo largo de la margen izquierda del Manzanares hacia Mercamadrid. Una relación similar se encuentra en la zona de San Fernando de Henares-Coslada, fuera del Término. El nombre de «gredas» se aplica con carácter local a estos materiales arcillosos de tonos rojizos a verdes-grisáceos laminados. Su composición mineralógica es análoga a la de las arcillas de la unidad anterior.

Estas arcillas contienen bajos porcentajes de arenas, en forma esencialmente de micas flotadas y, de forma local, presentan riqueza en materia orgánica, con algunos restos de microflora.

Unidad de Arcosas y limos (a).— Aflora únicamente en el área más septentrional del Monte de El Pardo, adosada o en contacto por falla al borde granítico. La continuidad lateral con las unidades yesíferas y arcillosas antes descritas se establece por criterios geométricos y datos de sondeos.

Unidad de Carbonatos tableados y arcillas.— Presenta los afloramientos más potentes en el extremo sur del Término Municipal (Cerro Mirones, Cumbres de Vallecas). Consiste en una sucesión monótona de niveles carbonáticos (fundamentalmente dolomías) con abundantes moldes lenticulares de yesos, que intercalan pasadas arcillosas de espesor variado. El espesor máximo visible es de unos 50 m., coronados por sílex. Incluye algunos niveles fuertemente bioturbados y localmente presenta a la base pasadas de yesos detríticos. Constituye una asociación de facies distal en relación con la unidad siguiente.

Unidad de Arcillas verdes con carbonatos, sílex y arenas micáceas.— Presenta una gran extensión de afloramiento al sur del casco urbano de Madrid y puede ser seguida Manzanares arriba hasta el Puente de Toledo. Está constituida por una asociación de facies muy variada, con predominio de arcillas verdosas, clásicamente denominadas con el término de Peñuelas. Estas arcillas son predominantemente esmectitas. Por su parte, los niveles de carbonatos son en general dolomíticos. El sílex aparece en forma de nódulos, en ocasiones de gran tamaño, asociados a carbonatos y arcillas. Las arenas contienen alta proporción de biotitas y forman lechos delgados y discontinuos con grano medio a fino. Por su asociación de facies esta unidad es la

más compleja en el Mioceno de Madrid, correspondiendo sus materiales a un ambiente palustre o lacustre muy somero. En esta unidad se han encontrado algunos de los yacimientos de mamíferos más importantes de Madrid, permitiendo datar los materiales como Aragoniense medio.

El tránsito lateral hacia el norte y noroeste, así como en vertical, a arcillas marrones y arcosas finas con bancos de sepiolita («transición tosc-peñuela») es observable en algunas secciones, así como en sondeos y obras subterráneas. Observaciones realizadas en áreas adyacentes al Municipio permiten asimismo concluir un paso lateral de estas litofacies a niveles con yesos, cuestión esta también apreciable en sondeos.

Unidad de arcosas y limos (b).— Constituye el cambio lateral hacia el norte de la unidad anterior, aflorando a lo largo del Manzanares hasta el Monte de El Pardo y en los alrededores del pueblo de Barajas. En zonas próximas al borde granítico consiste en secuencias granodecrecientes de arcosas más o menos gruesas y arcillas de composición illítica-esmectítica.

Unidad de Arcosas y arcillas con sepiolita y silex.— Es una de las mejor representadas en el Término Municipal, aflorando desde el límite sur del casco urbano hasta el extremo norte del Monte de El Pardo. Junto con la otra unidad arcósica que la cubre, constituye el elemento característico de la denominada Facies Madrid.

Su base, con sepiolita actualmente en explotación y pasadas de limos y arcillas, presenta un cambio transicional respecto a las arcillas verdes inferiores. Es hacia esta parte inferior donde se localizan también yacimientos paleontológicos clásicos en Madrid, de edad Aragoniense medio. La mayor parte de los niveles de la unidad consisten en secuencias granodecrecientes de arcosas gruesas a medias y arcillas arenosas frecuentemente enrojecidas (rasgos de hidromorfismo). Estas arcillas presentan un incremento en porcentaje de illitas frente a esmectitas, y contenidos apreciables de caolinita. Localmente las arcosas intercalan algunos niveles carbonáticos y en el área sudeste (San Blas) la unidad culmina con acumulaciones silíceas de carácter edáfico (silcretas). El cortejo de minerales pesados en las arcosas presenta un predominio de apatito, turmalina y circón, proporciones variables de epidota y granate, y otros más accesorios.

Unidad de Arcosas gruesas.— Se dispone en el techo del conjunto mioceno observable en Madrid. Su edad puede ser atribuida por correlación con zonas próximas al Aragoniense superior. Su límite inferior supone un fuerte salto de la granulometría de los depósitos arcósicos en relación con las arcosas infrayacentes. Este contacto, en ocasiones netamente erosivo, es visible en muy diversos puntos (canteras de Vicálvaro-San Blas, Estación de Pitis, Barrio del Pilar, Monte de El Pardo, etc...). La unidad presenta una gran extensión de afloramiento, estando la mayor parte del núcleo urbano ubicada sobre ella. El espesor máximo observado es de unos 80 m. en la parte norte del Municipio.

Junto con la granulometría gruesa de estas arcosas destaca la baja proporción de arcillas entre los niveles arenosos, reconociéndose sin embargo secuencias grano-

decrecientes del orden de la decena de metros. Son comunes las pasadas de cantos graníticos. Su cortejo de minerales pesados es similar al de las arcosas infrayacentes. La parte superior del Cerro de Almodóvar correspondería a los depósitos más distales de esta unidad hacia el centro de cuenca.

Unidad de Arcosas con bloques.— Afloran adosadas al borde granítico en el Monte de El Pardo, con un desarrollo longitudinal escasamente superior a los 2 km. Consiste en niveles de geometría más o menos tabular donde las arcosas engloban bloques graníticos aislados o bien intercalan algunas pasadas gruesas de cantos.

El conjunto de las unidades miocenas definidas presenta, como ya ha sido señalado en la descripción de algunas de ellas, relaciones de cambio lateral de facies en un sentido predominante N-S/NW-SE, desde sedimentos terrígenos gruesos en zonas próximas al borde a sedimentos evaporíticos, carbonáticos y lutíticos en zonas distales. El modelo general de distribución de facies corresponde a un sistema de abanicos aluviales áridos o semiáridos con facies de orla edafizada y paso a ambiente lacustre evaporítico y palustre.

Las relaciones verticales entre las unidades, tal y como se observan en la parte meridional del Término, permiten agrupar el conjunto de los materiales miocenos de Madrid en tres secuencias deposicionales superpuestas, con discontinuidades de carácter erosivo y/o estabilización sedimentaria entre ellas. Estas relaciones son menos evidentes, dada la homogeneidad de los depósitos terrígenos, más hacia el norte.

CUATERNARIO

Aparte de los depósitos aluviales de los ríos que drenan el área de Madrid, las formaciones cuaternarias se caracterizan por un gran desarrollo superficial con, sin embargo, un débil espesor de materiales. Se han definido las siguientes unidades en el Cuaternario:

1) Materiales asociados a las superficies y glacia

— **Superficies.**— Se han distinguido dos superficies de edades comprendidas entre el Plioceno-Pleistoceno inferior. Los materiales son en ambas de carácter arcósico con cantos y bloques y su espesor no supera los 4 m. Presentan horizontes edáficos.

— **Glacia.**— Su edad es variable según las zonas. Presentan materiales asociados de litología variable en función de los relieves a partir de los que se desarrollan. Suelen presentar horizontes de alteración.

2) Terrazas y depósitos de fondos de valle

Asociadas a los dos cursos fluviales mayores en Madrid, el Jarama y Manzanares, presentan diferencias litológicas en función de las distintas cabeceras y cuencas drenadas. También los arroyos principales relacionados con estos cursos presentan sistemas de terrazas propios.

— **Valle del Jarama.**— Se reconocen, aparte de la llanura de inundación, once niveles de terraza, la más alta a + 150 m. Los materiales transportados por el río Jarama, procedentes en su mayoría de la zona metamórfica de Somosierra, contrastan con los de los arroyos de su margen derecha, fruto del drenaje de áreas arcósicas.

— **Valle del Manzanares.**— Se reconocen, además de la llanura aluvial, once niveles de terrazas, la más alta a + 80-85 m. La secuencia, sin embargo, no se presenta completa en ninguna sección transversal al río. La complejidad del sistema de terrazas se hace mayor en la parte meridional del Municipio. Es de interés resaltar en estos niveles la abundancia de yacimientos paleontológicos y de industria lítica que permiten establecer un cuadro cronológico bastante detallado.

3) Conos aluviales, Coluviones y Derrames.

Los conos aluviales se reparten desigualmente por todo el área aunque presentan un buen desarrollo en la margen derecha del Jarama y, en ocasiones, se presentan en secuencias de diferente edad. Los coluviones, escasamente desarrollados, están constituidos por materiales diversos en función de los sustratos a que se asocian. Los depósitos de derrame más desarrollados se encuentran al pie de la superficie de Palomeras.

4) Sedimentos asociados a fondos semiendorreicos

Las depresiones se instalan fundamentalmente en Vicálvaro-Coslada, sur de Vallecas y NW de Villaverde Bajo, siempre sobre arcillas verdes miocenas o bien en zonas de cambio de facies. Los rellenos, de poco espesor, son arenas y arcillas con desarrollo de paleosuelos vérticos.

5) Rellenos kársticos

Se presentan en la zona sur sobre las formaciones yesíferas. Corresponde a un karst cuaternario sobreimpuesto a una karstificación miocena. Los rellenos consisten típicamente en margas arenosas con cantos de diversas litologías.

6) Limos yesíferos

Aparecen en la zona meridional, con un espesor máximo de unos 2 m. Proceden de la alteración de los yesos por escorrentía y/o influencia eólica.

Desde el punto de vista tectónico, los materiales que constituyen el área de Madrid no presentan una deformación importante, al menos si se compara con la observable en los materiales paleógenos ligados a la deformación del Sistema Central. Sin embargo, en el contacto con los materiales graníticos en la zona de El Pardo los depósitos arcósicos neógenos sí presentan ciertas deformación relacionada con la existencia de fallas inversas que hacen cabalgar el sustrato granítico sobre el Terciario. Es así mismo en esta zona donde se reconocen algunas formas braquianticlinales (Domo del Embalse de El Pardo, o Marmota) en relación con el movimiento de los bloques graníticos.

Por el contrario, hacia el centro de la cuenca las deformaciones de la corteza aparecen enmascaradas por la potencia de los sedimentos, siendo el estudio de las redes de drenaje una forma posible de establecer el sistema de líneas de fractura profundas. Durante el Cuaternario algunas de estas fallas del sustrato se reactivan afectando a diversas formaciones (terrazas, glaciares,...), hecho que se plasma en su morfología. A ello acompañan los procesos de halocinesis derivados de las formaciones yesíferas presentes en el área sur del Término.

Por último, se recogen también en el Estudio geológico realizado los aspectos relativos a la extracción de Minerales y Rocas industriales dentro del Municipio de Madrid, con un breve análisis de la evolución histórica de esta actividad y el estado actual de los niveles de explotación.

Todas las conclusiones geológicas obtenidas pueden ser aprovechadas con fines didácticos y científicos partiendo de su consideración como Recursos geológicos-culturales, hecho que posibilita una oferta al pueblo madrileño en el sentido de un mejor conocimiento de su Patrimonio geológico.