

X 62087

CONVENIO DE COLABORACION TECNICA Y CULTURAL PARA EL CONOCIMIENTO DE LAS
CARACTERISTICAS DEL SUELO Y SUBSUELO DEL TERMINO MUNICIPAL DE MADRID.

AREA DE RECURSOS GEOLOGICO-CULTURALES

3.- ITINERARIOS GEOLOGICO-CULTURALES
POR EL MUNICIPIO DE MADRID

II

MADRID, JUNIO 1984

ITINERARIO nº 2: ZONA NORTE

INTRODUCCION

Este itinerario se va a referir a dos aspectos poco vistos en el anterior, por la Zona Sur de Madrid, y de alguna forma relacionados: la hidrogeología del Municipio y la morfología de las dos cuencas fluviales que por él discurren, la del Jarama y la del Manzanares. La monotonía de los materiales terciarios que constituyen esta zona del Madrid "que mira hacia la Sierra", muy diferente del Madrid del primer itinerario, va a hacer que no insistamos prácticamente aquí en los aspectos litoestratigráficos, que ocuparán muy poco espacio en estas páginas.

Uno de los más antiguos lemas que han figurado en el escudo de Madrid es el que puede observarse hoy en día en las medianerías de la plaza de Puerta Cerrada: "Fuí sobre agua edificada, mis muros de fuego son". En efecto, el subsuelo de Madrid es muy rico en aguas subterráneas; siendo así que, desde la dominación árabe hasta la entrada en funcionamiento del canal de Isabel II a finales del siglo pasado, el abastecimiento de agua de la ciudad se realizó exclusivamente a partir de ellas. El mismo nombre de la ciudad tiene su origen, según algunos autores, en las aguas subterráneas, derivando del arroyo "matrice" (actual calle de Segovia), donde se formó el primer núcleo de población visigoda de la ciudad. Este arroyo nacía en un manantial próximo a Puerta Cerrada. Con la invasión musulmana, "matrice" pasó a "mayra" (curso de agua), aludiendo a las galerías que se construyeron para abastecer a la ciudad; de "mayra" se pasó a "mayrit", y de ahí a Madrid.

En estas primitivas galerías está el origen de los "viajes de agua", de los que se construyeron al menos 27 entre 1399 y 1855 en Madrid formando una red de galerías de 124 Km. En la Fuente del Rey, la 4ª parada de nuestro itinerario, podremos ver uno de ellos, de los pocos que quedan en buen estado, y referirnos a sus características.

Esta visita se complementa con la de los Sondeos de El Goloso, donde haremos algunas breves reflexiones sobre los métodos modernos de captu

ción, y con la de la Estación de Pitis, donde observaremos en superficie el comportamiento hidrogeológico de las diferentes unidades que componen el subsuelo en esta zona del Municipio.

Por razones prácticas, de ahorro de tiempo en el traslado de una parada a otra, el itinerario se ha hecho empezar en La Fríscola, donde podremos observar el valle del Jarama y sus terrazas, y terminar en el Cerro Garabitas, donde puede hacerse una observación similar respecto al Manzanares. Entre ambas paradas se han situado las de la Estación de Pitis, la Fuente del Rey y los Sondeos de El Goloso, más directamente relacionadas con los aspectos hidrogeológicos, sin que esta "simetría" del itinerario disminuya, en nuestra opinión, su carácter didáctico.

Por lo que se refiere a los accesos, éstos son buenos en todos los puntos, aunque hay pequeños tramos de tierra en la entrada a La Fríscola y a la Estación de Pitis (Fig. 13). En época de grandes lluvias, estos tramos pueden resultar problemáticos para circular con autobuses, pero son suficientemente cortos para recorrerse andando en poco tiempo. Por otro lado, debemos insistir en lo dicho para el itinerario anterior sobre la posibilidad de que estos accesos cambien entre el momento de redacción de la guía y el momento de su utilización; teniendo en cuenta, por ejemplo, el plan de cierres parciales que se está llevando a cabo en las carreteras de la Casa de Campo para impedir su excesiva degradación.

Por su parte, la visita a las instalaciones de los Sondeos de El Goloso requiere de la autorización de la empresa propietaria de los mismos, Agua y Suelo S.A. para entrar a la cabina donde se sitúa el panel de mando de las instalaciones.

1ª Parada: LA FRISCOLA

Como ya sabemos, la topografía del municipio de Madrid está condicionada por la existencia de dos cursos fluviales principales: los ríos Manzanares y Jarama. Estos ríos han excavado sus valles a lo largo del Cuaternario, dando lugar a una morfología en la que se refleja la historia de este período de tiempo, dominada por la alternancia de épocas glaciales e interglaciales.

Así, el río Jarama, en su desplazamiento hacia el Este, ha ido abandonando, como consecuencia de las sucesivas reactivaciones erosivas, una serie de terrazas, que hoy se encuentran colgadas con relación a su cauce a diferentes alturas (Fig. 14).

En el camino de Valdecarros, a la salida del Poblado de la Fríscola, podemos observar la composición litológica de uno de estos niveles, el más alto én esta parte del valle del río.

En efecto, al O y SO de donde nos encontramos se sitúan los retazos que quedan de las altas superficies en las que se encaja la red fluvial. La más antigua de ellas, que aflora en el Alto del Olivar al Oeste, y más al Sur en el barrio de Canillas, constituye la divisoria entre Jarama y Manzanares, con una pendiente de 0,2-0,4 %, estando la segunda, donde se sitúa parte de la Ciudad Lineal al suroeste y el nudo de Manoteras de la M-30 al Oeste, encajada de 10 a 30 m en ella.

El río Jarama ha excavado su valle a partir de estas superficies, aunque la posición del cauce ha ido variando con el tiempo. Los testigos que quedan de su paso son los numerosos retazos de terraza que encontramos entre las superficies y el cauce actual.

En el Municipio de Madrid se han localizado trece de estos niveles de terraza, a cotas relativas de +150 m, +110-130 m, +80-85 m, +68-72 m, +60 m, +52-54 m, +44-46 m, +35-40 m, +18-20 m, +12-15 m, +10 m y + 8 m; estando la llanura aluvial o de inundación a unos +2-5 m. La terraza más anti-



LEYENDA

Arceas con cantos de granitoides y cuarzos. Superficie (S ₁)	Terraza de + 80-85 m.	Terraza de + 35-40 m.	Terraza de + 10 m.	Derrames
Arceas con cantos de granitoides y cuarzos. Superficie (S ₂)	Terraza de + 65-70 m.	Terraza de + 25-30 m.	Terraza de + 8 m.	Sustrato Terciario (Facies arcólicas)
Arceas con algún canto (Glacis)	Terraza de + 60 m.	Terraza de + 18-20 m.	Llanura aluvial	Escarpe de terraza
Conglomerado de cantos de cuarcite fundamentalmente. Terraza + 110-130 m.	Terraza de + 52-54 m.	Terraza de + 12-15 m.	Conos aluviales	

○

S₁ + 169 m.

S₂ + 141 m.

+ 110-130 m.

+ 110-130 m.

+ 110-130 m.

LA FRISCOLA

+ 110-130 m.

+ 110-130 m.

+ 80-85 m.

+ 65-70 m.

+ 60 m.

+ 52-54 m.

+ 35-40 m.

+ 25-30 m.

+ 18-20 m.

+ 12-15 m.

+ 10 m.

+ 8 m.

+ 4-5 m.

○ E

FIG. 14 - ESQUEMA GEOLOGICO DEL ENTORNO DE LA FRISCOLA. DISTRIBUCION DE LAS SUPERFICIES Y LOS NIVELES DE TERRAZAS DEL RIO JARAMA.

Escala 1:50.000

Según Goy, J.L. y Zazo, C.

gua no se observa en esta zona, sino un poco más al norte (El Encinar de los Reyes).

Como podemos ver en este afloramiento, los materiales que forman las terrazas son cantos redondeados (gravas) y bloques dispersos de cuarcita, cuarzo y alguna pizarra empastados en una matriz arenosa, con potencias que varían de 2 a 5 m. El dispositivo morfológico es en general el "colgado", dejando aflorar el sustrato terciario entre los distintos niveles. No obstante, las terrazas más bajas (+12-15 y +8 m) se presentan, en la mayor parte de los casos, simplemente encajadas la una en la otra con una línea de escarpe que marca las diferencias entre ellas; o incluso con solapes, siendo entonces más difícil establecer el límite.

Desde el Alto de la Hinojosa, unos 2 Km al SE de donde nos encontramos, tendremos una magnífica panorámica del valle del Jarama, con todos estos niveles, así como de la Sierra y de la "rampa" que enlaza ésta con los valles de los ríos.

El aeropuerto de Barajas, que en la Fig. 14 aparece sobre la terraza de +35-40 m, ocupa más de un nivel probablemente, pero los trabajos de construcción realizados en la zona han transformado mucho la topografía original, haciéndola imposible de reconocer hoy en día.

También podemos observar desde el Alto de la Hinojosa las distintas formaciones superficiales de la zona, fundamentalmente glaciares relacionados tanto con el río Jarama como con los arroyos secundarios (el glacis desarrollado sobre la terraza en el afloramiento de La Fríscola se relaciona con el arroyo de Valdebebas), y conos aluviales dejados por estos arroyos al desembocar en el río.

2ª Parada: ESTACION DE PITIS

En esta parada observaremos un afloramiento situado en las proximidades de Monte Carmelo, junto a la valla de demarcación del Monte del Pardo, a favor de un desmonte efectuado en la entrada del túnel de la línea de ferrocarril del norte, 1 Km al oeste de la Estación de Pitis.

En este punto es perfectamente visible el contacto entre dos de las unidades litoestratigráficas más extendidas en el Término Municipal de Madrid: la unidad 9, de Arcosas y Arcillas con sepiolita hacia la base y sílex hacia el techo (aunque estas últimas litologías aparecen en zonas más meridionales del término y no aquí); y la unidad 12, de arcosas gruesas que, en zonas más septentrionales, pasan lateralmente a arcosas con bloques y en la parte sur del municipio a arcosas con arcillas, en parte sepiolíticas.

La diferenciación de ambas unidades queda muy bien definida en este punto por el tono distinto de las arcosas (más rojizas en la unidad inferior), por el carácter de las secuencias (secuencias arcosas-arcillas pardorojizas de orden métrico en la unidad inferior, arcosas gruesas granodecrecientes en la unidad superior), y por la disposición de la vegetación (juncales), que aparece alineada justo a la base de las arcosas gruesas (Fig. 15).

Este último hecho no es casual, puesto que el límite entre ambas unidades coincide en toda esta zona con un amplio acuífero. Si nos fijamos en la unidad inferior, veremos que está formada por varias secuencias mayores de carácter granodecreciente, desde arcosas microconglomeráticas y cantos a arcosas finas muy arcillosas; que culminan en arcillas rojizas lajeadas de espesor decimétrico, indicativas de procesos edáficos poco evolucionados (procesos de hidromorfismo). Por el contrario, la unidad superior comienza con arcosas de grano muy grueso, con abundantes niveles de cantos de hasta 15-20 cm de centil. Esto supone el contacto, en el límite entre ambas unidades, de materiales arcillosos (impermeables), con arcosas de grano grueso (muy porosas); lo que constituye un nivel muy favorable para la acumulación de agua, que es

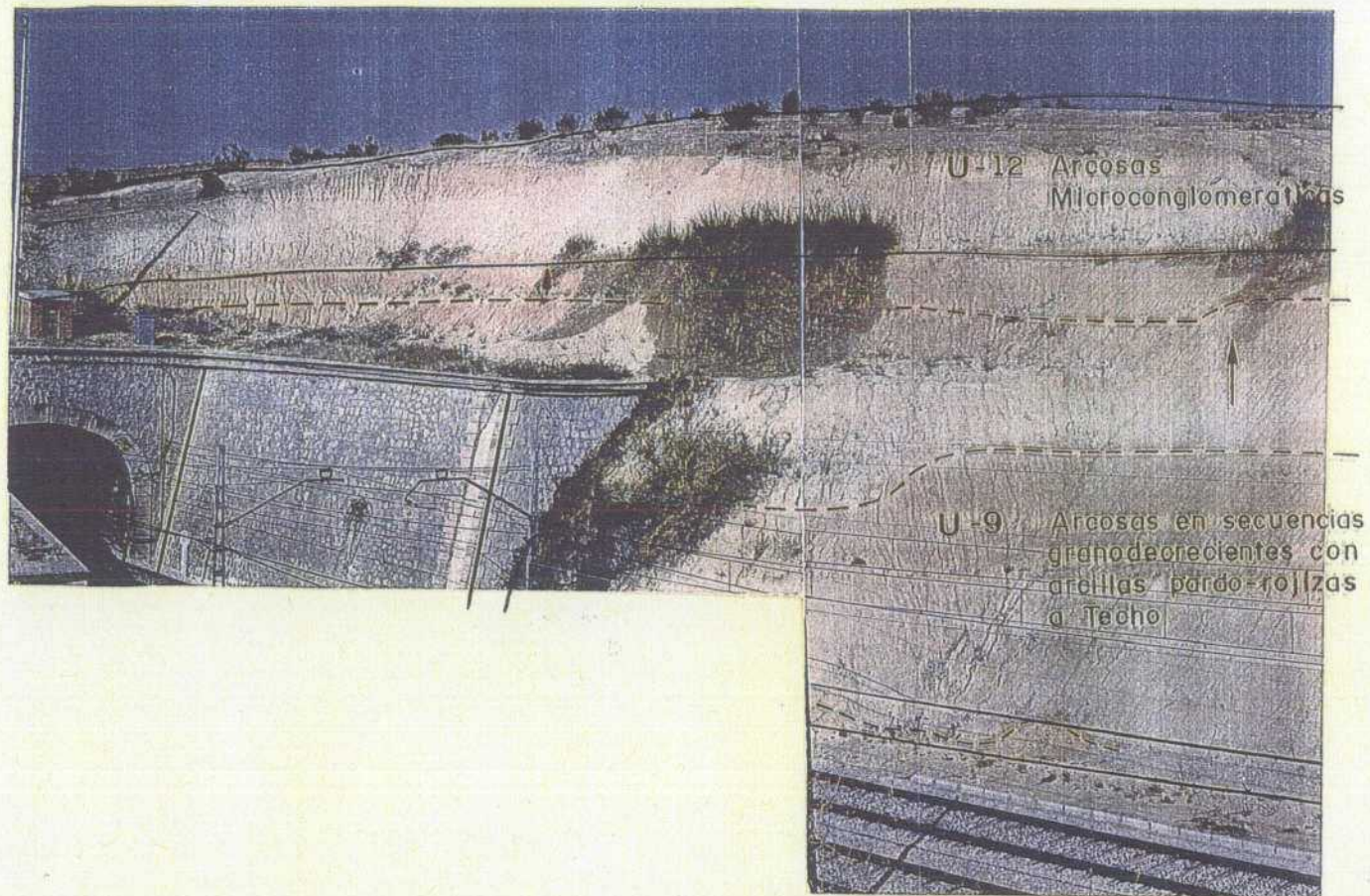


FIG. 15 - ESQUEMA DE LAS UNIDADES REPRESENTADAS
EN EL AFLORAMIENTO DE LA ESTACION DE PITIS.
Según Calvo Sorando, J. P.

lo que refleja la existencia de vegetación en este punto. Como estas unidades están muy extendidas, además, por todo el área norte y noroeste del término municipal, el resultado es un acuífero muy importante.

En general, en el Municipio de Madrid pueden distinguirse tres unidades hidrogeológicas (MARTINEZ ALFARO, 1977): Unidad detrítica, unidad de transición y unidad evaporítica, en función de sus características y comportamiento hidrogeológico. También podrían distinguirse los depósitos cuaternarios, aunque éstos están normalmente muy relacionados con los depósitos infrayacentes y funcionan como ellos.

La Unidad detrítica engloba unidades litoestratigráficas formadas fundamentalmente por arcosas, arcillas y limos, constituyendo un acuífero anisótropo y multicapa (es decir, que no presenta las mismas propiedades de flujo en diferentes direcciones o niveles).

Estas unidades litoestratigráficas (Unidades 9, 12, 14) presentan variaciones granulométricas internas, como hemos visto, por la alternancia de niveles arcósicos con niveles de arcillas y limos en secuencias granodecrecientes. Esto hace que sean observables, con frecuencia, manantiales o zonas de rezume, que responden a estos cambios de permeabilidad por contacto de niveles con distinta granulometría. Son característicos estos manantiales en las áreas de El Pardo, Soto de Viñuelas, Fuencarral y en general en todo el Norte y Noroeste del Término Municipal, no superando normalmente caudales de medio litro por segundo.

La Unidad de transición está formada por litologías variadas, de arcillas, yesoarenitas, carbonatos y sílex, y algunos niveles arenosos (unidades 5, 6, 7); es decir, unidades complejas litológicamente y con gran discontinuidad lateral entre las distintas litofacies. No constituye un acuífero de interés, funcionando como "acuitardo" (retraso en la velocidad de carga y transmisión) entre la unidad anterior y la evaporítica.

La Unidad evaporítica comprende las unidades litoestratigráficas 1, 2 y 3 de la columna general: yesos masivos, yesos tableados y arcillas con

yesos; que, como ya hemos visto en el primer itinerario, presentan relaciones de continuidad estratigráfica tanto en vertical como lateralmente. Esta unidad constituye un acuífero en sus primeros metros, si bien disminuye su permeabilidad en profundidad; considerándose como muro del acuífero el conjunto inferior de yesos masivos. Esta disposición está favorecida por la karstificación, que aumenta la permeabilidad en los tramos más superficiales. Si bien existen pozos poco profundos con buenos rendimientos, el agua no es apta para el consumo humano por su mala calidad natural, derivada del alto contenido en sulfatos y otras sales.

Por lo que se refiere al Cuaternario, solo se consideran acuíferos los correspondientes a depósitos de terrazas de los ríos Manzanares y Jarama, distinguiéndose dos tipos: los que se encuentran sobre la unidad detrítica, cuyo comportamiento, dadas sus características, puede incluirse dentro de dicha unidad, aunque presentando mayores valores de permeabilidad; y los situados sobre la unidad de transición o la evaporítica, con una calidad de aguas similar a la de éstas a pesar de tener características hidrogeológicas diferentes, ya que recibe aportes de dichas unidades.

El conjunto de todas estas unidades se adapta al modelo conceptual de flujo aplicado al resto de la cuenca del Tajo: de recarga en las zonas de interflujo (zonas topográficamente más altas) y descarga en las zonas de valle, siendo mayor la descarga hacia los valles del Manzanares y del Jarama.

En las dos próximas paradas veremos como se explotan estas características hidrogeológicas en el presente y como se ha hecho en el pasado. En primer lugar visitaremos una explotación moderna, directamente sobre la zona de recarga, y luego veremos un "clásico" viaje de agua, aprovechando los caminos naturales de ésta hacia el río Manzanares.

3ª Parada: SONDEOS DE EL GOLOSO

Durante más de un siglo, desde la entrada en funcionamiento del Canal de Isabel II, Madrid se ha abastecido principalmente de aguas superficiales; pero el aumento constante de la ciudad, con su consecuente aumento en la demanda de agua, ha provocado una vuelta a la búsqueda de aguas subterráneas, olvidadas desde hacía tiempo. Así, ya en 1965, con motivo de la gran sequía que sufrió toda la región, se perforaron en Viveros de la Villa 6 pozos de 300 mm de radio, que suministraban un caudal medio de 170 litros por segundo. Este agua se empleó para mantener el caudal del río Manzanares, quedando inutilizados los pozos cuando cumplieron su misión.

Pero es en la década de los 70 cuando se produce el gran desarrollo de la investigación de las aguas subterráneas en la cuenca de Madrid; siendo el ejemplo más representativo el concurso público para la explotación de aguas subterráneas profundas convocado en el B.O.E. del 20 de Noviembre de 1971. Se trataba de adjudicar unos sondeos que suministraran al Canal de Isabel II un caudal medio continuo durante 20 horas de $1 \text{ m}^3/\text{sg}$. La obra se concedió a la empresa Agua y Suelo S.A., y se le dió un plazo de 5 años para ejecutarla.

Se perforaron 7 pozos productivos y un pozo piloto, con profundidades que oscilaban entre los 387 y 544 m. El caudal que se consiguió fué de 500 l/sg (la mitad del esperado), dado que este acuífero no admite una explotación puntual tan intensa. La baja transmisividad (movilidad del agua en el acuífero) provoca descensos rápidos y acusados de los niveles, siendo muy lenta su recuperación. No obstante, hay que hacer notar que estos, aproximadamente, 3,5 Km perforados con técnicas modernas dan un caudal 40 veces superior a los 70 Km de galerías de captación que forman los antiguos viajes de agua de Madrid.

Las aguas extraídas en los sondeos pasan a un depósito elevado del Canal de Isabel II, desde donde comienza su distribución. Todo el meca-

nismo de extracción, control de calidad, control de explotación, etc., de estos sondeos está mecanizado, regulándose mediante un panel de mandos ubicado en las propias instalaciones de El Goloso.

4ª Parada: FUENTE DEL REY

Como ya dijimos en la introducción a este itinerario, el abastecimiento de aguas a Madrid, desde la dominación árabe hasta la construcción del Canal de Isabel II, se realizó exclusivamente por medio de aguas subterráneas, canalizadas a través de los "viajes de agua".

El primero de estos viajes del que se tienen noticias fidedignas es el de la Alcobilla (1399); habiéndose abierto, entre esta fecha y 1855, en que se inauguró el viaje de la Fuente de la Reina, una red de galerías de 124 Km, de los cuales 70 Km correspondían a galerías de captación y el resto a galerías de conducción. La mayor parte se construyó después del año 1600, al aumentar notablemente la población cuando Felipe II trasladó a Madrid la capital del Imperio. En total, se tiene noticia de 27 viajes de agua, de los cuales los principales eran los viajes de la Alcobilla, Bajo Abroñigal, Alto Abroñigal y de la Castellana.

De toda esta gran obra, que abasteció Madrid durante más de cinco siglos, no quedan hoy más que algunos tramos visitables. El resto, al haberse abandonado su cuidado, ha sufrido hundimientos o se ha destruido al construir nuevos edificios.

La Fuente del Rey constituye un ejemplo bien conservado del desarrollo de un viaje de agua. Permanece a la vista el trazado de la galería y su fin en la fuente, y cuenta con un acceso fácil. Construida durante el reinado de Fernando VII*, su viaje se desarrolla en dirección NE-SO a favor de la pendiente de una loma, visible por la alineación de capirotes de pozos de aireación. Está situado en las arcas de la unidad 9, y la recarga procede de las galerías de captación y de lo que se infiltra del agua de lluvia. Actualmente puede verse un cartel sobre la fuente de "Agua no potable", al parecer por contaminación debida a detergentes (producto del lavado de coches); aunque los análisis efectuados en Noviembre de 1983 la caracterizan como químicamente potable.

* Según J. Madrid Moreno (1896), aunque la fecha que figura sobre la fuente (ver Lám. 10) es anterior.

Los viajes de agua se basan en la técnica de los "khanats", conocida en Armenia desde el siglo VI a J.C., que consistían en galerías subterráneas que, lamiendo la zona saturada, iban recogiendo las aguas de infiltración y conduciéndolas hasta las puertas de la ciudad, donde se distribuían por medio de galerías de conducción que morían en las fuentes públicas.

La forma de las galerías de los viajes de agua era de varios tipos. Si las condiciones del terreno lo permitían, generalmente se construían con sección "a lomo de caballo", y sin revestir. Otras veces con forma de arco de medio punto, revestidas de ladrillo.

El agua corría por gravedad, por una canaleta situada unas veces en el centro de la galería y otras por un lateral. En las galerías de conducción ésta se cerraba, y de trecho en trecho tenía una tapa o losa que, al levantarse, permitía el acceso al agua para su control; otras veces la conducción era por tuberías de barro o de hierro fundido, comunicadas con el exterior mediante pozos de aireación abiertos en superficie por medio de un "capirote" o cascarón de piedra, como los que se pueden ver en la Fuente del Rey. A lo largo del recorrido de los viajes, si era necesario cambiar la dirección del agua, existían unos elementos llamados "cambijas". Por otra parte, el agua que discurría turbia remansaba en las "arcas", con el fin de volverse cristalina antes de acceder a las fuentes o las casas particulares.

Los viajes acababan en las fuentes públicas, adonde iban a recoger el agua, en un principio, los propios vecinos. Posteriormente surgió el oficio de aguador, llegando éstos a un número de 950, encargados de llevar agua a las casas, actuar de bomberos, y otras muchas ocupaciones.

A raíz de la entrada del Lozoya, como hemos dicho, se produjo un abandono paulatino de los viajes de agua, al interrumpirse la labor de control y saneamiento llevada a cabo por el ramo de fontanería. No influyó este abandono solo en el hecho de que se produjeran deterioros que no eran subsanados, sino que no se tuvo en cuenta la contaminación producida por el aumento del casco urbano (asentado ya sobre las antiguas galerías de captación),

y el uso que se dió a algunos pozos de aireación y acceso a las galerías, como vertederos de basuras e incluso como "pozos negros". Esto provocó más de una epidemia, la más importante en 1920 cuando, por causa de un hundimiento en el túnel de Otero (canal de conducción del Lozoya), la población consumió de nuevo el agua de los viajes, que se encontraba en pésimas condiciones de potabilidad. El índice de mortandad por fiebres tifoideas aumentó por esta causa del 20 % al 52 %.

En la actualidad, de todas las fuentes públicas alimentadas por viajes de agua solo puede beberse en la de San Isidro, habiendo dejado de funcionar a finales de los 70 las de Correos y del Berro (esta última, cuyas aguas tenían fama de "medicinales", está conectada hoy en día con el canal de Isabel II). Por su parte en la Fuente del Rey, de la que mana agua, ya hemos visto que el ayuntamiento ha colocado un cartel de "no potable".

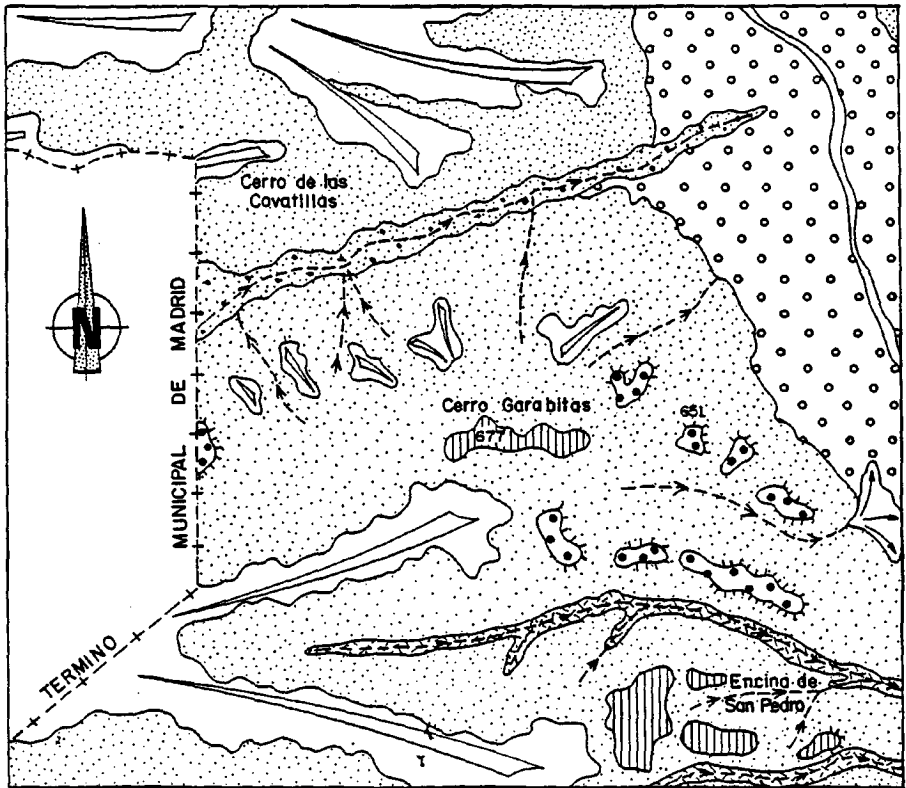
5ª Parada: CERRO GARABITAS

Para terminar este itinerario vamos a volver a referirnos a las terrazas fluviales que ya vimos en la primera parada, esta vez en relación con el río Manzanares y su valle. Precisamente en donde nos encontramos se sitúan los perfiles más completos de terrazas de este río dentro del término municipal, habiéndose distinguido hasta 11 niveles, a cotas relativas de +80-85 m; +68-72 m, +60 m, +52-54 m, +44-46 m, +35-40 m, +25-30 m, +18-20 m, +10 m y + 8 m; con la llanura de inundación situada a unos +3-5 m.

El Cerro Garabitas es la más alta de estas terrazas, lo que nos permite hacer su observación en dos sentidos: directamente sobre los materiales que forman estos depósitos, y como mirador de la morfología general del valle. Se trata de un pequeño cerro, de forma más o menos ovalada y techo plano, con una altitud máxima de 676 m, 95 m aproximadamente sobre el río Manzanares (Fig. 16).

En la parte más oriental del Cerro se encuentran los materiales correspondientes a la terraza: cantos de cuarzo y rocas graníticas dentro de una matriz arenosa y fundamentalmente cuarcítica. Debido a la vegetación y a la removilización superficial, no existe actualmente ningún corte limpio donde puedan observarse con claridad estos materiales, a no ser por los cantos sueltos dispersos por la superficie del Cerro, que no encontramos en las laderas.

Por otro lado, el Cerro Garabitas es un excelente lugar de observación, como puede deducirse de la implantación en él de una torreta de vigilancia de incendios. Hacia el norte observamos la Sierra de Guadarrama y su rampa, y hacia el este y el sur es claramente visible el encajamiento asimétrico del río Manzanares, con mayor desarrollo de las terrazas en el lado del valle en el que nos encontramos. Hacia el sur, por ejemplo, en la terminal del teleférico Casa de Campo-Rosales se sitúa la segunda terraza (a +68-72 m) y a la izquierda de ella, en la carretera que baja hacia el lago, la tercera (a +60 m).



Escala 1:25.000




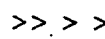



LEYENDA Y SIMBOLOGIA

FORMACIONES SUPERFICIALES

-  Glacis
-  Terrazas bajas y llanura de inundación
-  Terrazas medias
-  Terrazas altas
-  Aluvial-coluviol
-  Aluvial

SIMBOLOS

-  Curso de agua permanente
-  Curso de agua intermitente
-  Valle en forma de artesa
-  Incisión vertical
-  Escarpe de terraza

SUSTRATO

-  Arcosas (Mioceno)

Fig. 16 ESQUEMA GEOMORFOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DEL CERRO GARABITAS

Según: CABRA, P. FERNANDEZ GARCIA, P. y GARZON, G.

Aunque se sale algo de nuestro campo de interés, debemos señalar también el alto interés didáctico de este punto para la realización de otras observaciones sobre diferentes aspectos de la Casa de Campo, como la vegetación, la fauna (insectos y pájaros fundamentalmente), e incluso sobre aspectos históricos (se encuentran numerosos restos de trincheras y "bunkers" de la Guerra Civil).

FOTOGRAFIAS

Lám. 9.- LA FRISCOLA

- Arriba a la izquierda, terraza de +110-130 m del Jarama sobre las facies arcóscicas del Terciario, en el camino de Valdecarros a la salida del Poblado de La Fríscola.
- A la derecha, en primer plano, las facies arcóscicas sobre las que se desarrollan acumulaciones carbonatadas de tipo "enrejado". Al fondo los bloques de casas de ValdelaFuente sobre la terraza ya muy degradada de +110-130 m del Jarama.
- Abajo, a la izquierda, en la parte alta del corte, se observa la terrazza (arenosa con cantos de cuarcita y granitoides) de +110-130 m. del Jarama.
- A la derecha, depósito de glaciais sobre la terraza arenosa. Sobre és te se desarrolla un suelo (tierra parda más o menos rubefactada).

Lám. 10.- SONDEOS DEL GOLOSO. FUENTE DEL REY

- Arriba, vista general de la alineación de torres de perforación en los Sondeos del Goloso, con el casco urbano de Madrid al fondo.
- Abajo, a la izquierda, la Fuente del Rey. Obsérvese el cartel que prohíbe beber de ella, al parecer por contaminación debida al lavado de coches en sus proximidades.
- A la derecha, alineación de capirotes de pozos de aireación y entrada de registro que marcan el trazado del viaje de agua de la Fuente del Rey.

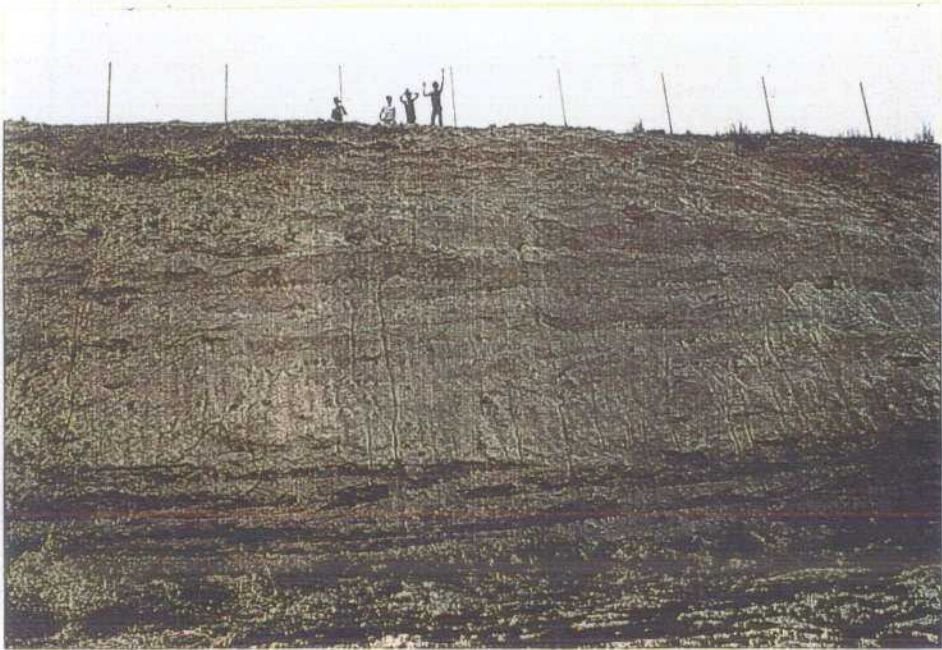
Lám. 11.- LOS VIAJES DE AGUA

- Arriba, a la izquierda, galería sin revestir (a "lomo de caballo"), en el viaje de la Fuente del Berro (Ramal del Palacio de los Deportes). Al fondo, rellenos de hormigón recientes.

- A la derecha, galería revestida de ladrillo en el viaje del Bajo Abroñigal. Puede verse la canaleta de conducción del agua por el centro de la galería (otras veces discurre por un lateral), y el cambio de dirección.
- Abajo, Plaza de Puerta Cerrada. El texto que aparece en las medianerías pintadas es la leyenda del primer escudo del Madrid cristiano en la Edad Media, refiriéndose a la abundancia de aguas subterráneas en el subsuelo de Madrid.

Lám. 12.- CERRO GARABITAS

- A la izquierda, arriba, techo del Cerro Garabitas, donde puede observarse el manto conglomerático que constituye la terraza. Al fondo puede verse una torreta para el control de incendios.
- Abajo, vista hacia el E desde la torreta de vigilancia. En primer plano la superficie del Cerro, con sus laderas cubiertas por encinas y pinos; en segundo término, la terraza inmediatamente inferior y, al fondo, la margen izquierda del Manzanares, muy edificada.
- A la derecha, depósitos de terraza en el Cerro Garabitas. Pueden observarse los cantos de cuarzo y rocas graníticas, empastados en una matriz arenosa.





LAM. 11





ITINERARIO nº 3: YACIMIENTOS PALEONTOLOGICOS Y MUSEOS

INTRODUCCION

El tercero de los itinerarios que proponemos en esta guía es un recorrido urbano que va a incidir en uno de los aspectos clásicos de la geología de Madrid: la Paleontología del Término Municipal. Esta región es muy rica en yacimientos de vertebrados fósiles, tanto del Terciario como del Cuaternario, que se han ido descubriendo desde mediados del siglo pasado hasta nuestros días. Como ejemplo de esta gran cantidad de yacimientos (en la Fig. 18 se representan los 47 yacimientos conocidos en Madrid), veremos aquí dos: el de San Isidro, quizás el más antiguamente explotado del Término Municipal y el de la Estación de O'Donnell, uno de los más recientemente descubiertos.

En ambos casos se trata de yacimientos no visibles en la actualidad, al igual que prácticamente todos los del Municipio; pero que, dada su importancia histórica y científica y su situación en zonas de recreo o uso público, se pretende recuperar. Existe una propuesta, realizada en Septiembre de 1983 ante la Oficina Municipal del Plan, para convertir ambos lugares en Museos al aire libre; dónde, por medio de paneles, esquemas, y la exposición de piezas "in situ", los ciudadanos tomen contacto directo con este aspecto hasta ahora muy poco conocido de su propio entorno.

Como es lógico, la realización del itinerario estará condicionada a la realización de esta propuesta, al igual que en los anteriores se dependía de una infraestructura de accesos o adecuación del terreno.

La visita a estos yacimientos se ha complementado con otras dos paradas en los Museos de Ciencias Naturales y del IGME. Estas dos instituciones, además de ser depositarias de buena parte del material paleontológico procedente de Madrid, tienen un interés indiscutible como punto de interés geológico-cultural, y no podían faltar en esta guía. No obstante, existen otros Museos en Madrid relacionados con la geología que no hemos creído con-

veniente incluir aquí, pero en los que se pueden hacer interesantes observaciones. Quizás podamos destacar entre ellos el Museo Arqueológico Municipal, en la Fuente del Berro; dónde se halla depositada gran parte del patrimonio arqueológico y paleontológico de Madrid, agrupado en torno a la Colección Rotondo.

Como hemos dicho ya, la Paleontología de Vertebrados de Madrid tiene una larga historia que, resumiendo, podemos dividir en cuatro épocas:

La primera, que comprende desde 1840 a final de siglo, es la de los primeros descubrimientos de yacimientos, como San Isidro (EZQUERRA DEL BAYO, 1840) y Puente de Toledo (PRADO, 1864), cuya fauna fue estudiada principalmente por paleontólogos europeos (KAUP, 1840; MEYER, 1844; GERVAIS, 1853; LARTET, 1859; DEPERET, 1887, etc.).

La segunda etapa corresponde al primer tercio del presente siglo, con estudios y excavaciones a cargo de los científicos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (HERNANDEZ PACHECO, 1914, 1921, 1926; ROYO GOMEZ, 1921, 1922, 1924, 1928, 1929). De esta época son los hallazgos de La Hidroeléctrica, Puente de Vallecas, Cerro Almodóvar, Puente de los Franceses y otros.

Tras el paréntesis de la Guerra Civil, toman el relevo los investigadores del Instituto Paleontológico de Sabadell (VILLALTA y CRUSAFONT, fundamentalmente) que entre 1945 y 1958 sistematizan los datos sobre estas faunas. A estos trabajos podemos añadir los de BERGONIOUX y CROUZEL (1956, 1957, 1958) sobre Mastodontes.

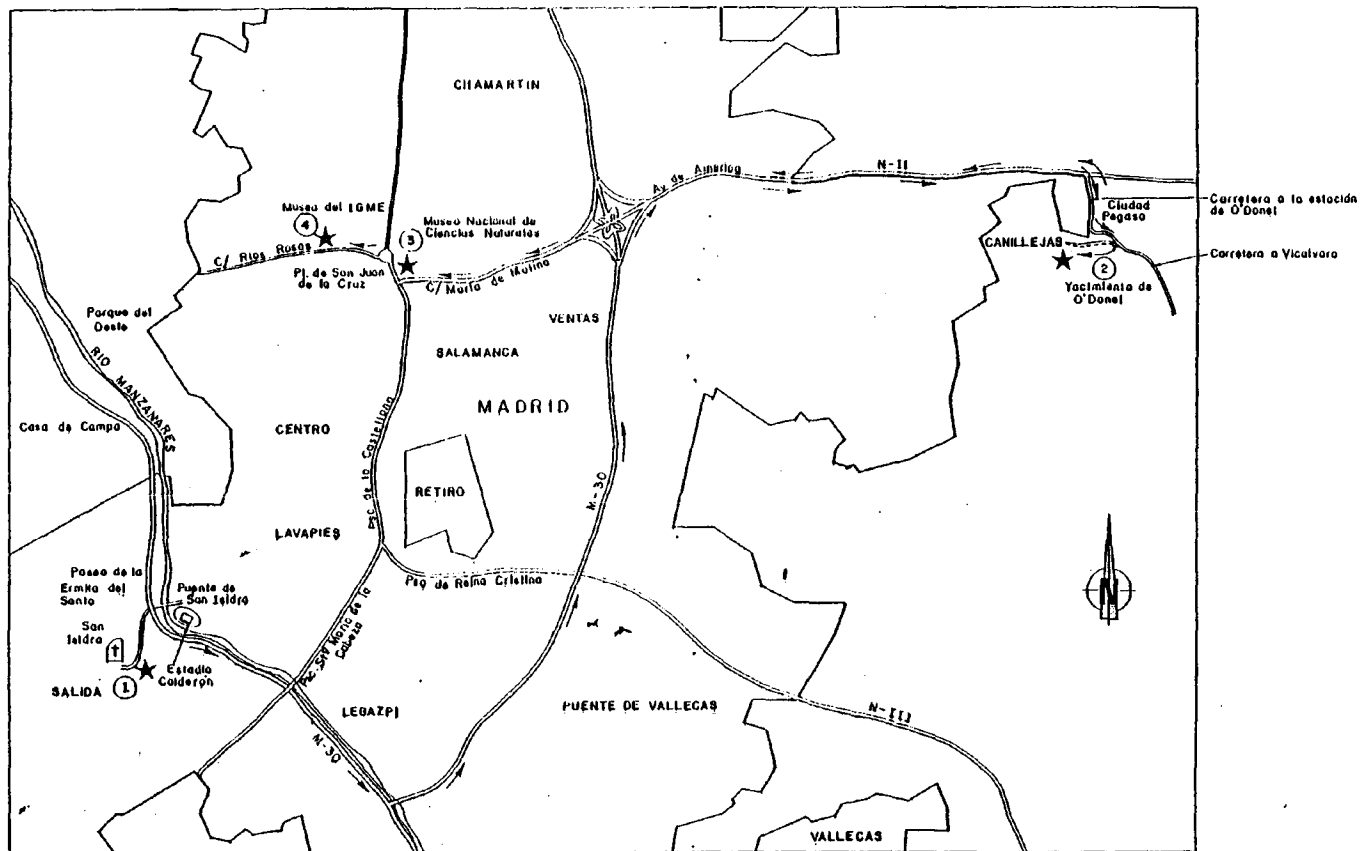
Por último, una cuarta etapa se viene desarrollando desde 1976 por parte del Instituto de Geología de Madrid (antes "Lucas Mallada") con trabajos como MAZO (1976, 1977); ALBERDI et al. (1981, 1983, 1984); HERRAEZ y ALBERDI (1984).

Clásicamente, se han diferenciado dos grupos de faunas en el Terciario de Madrid: las de tipo La Hidroeléctrica, extraídas de las "peñuelas", y las de tipo Puente de Vallecas, procedentes de las arcosas finas que se superponen a aquéllas estratigráficamente. En el primer grupo entrarían los fósiles

les de San Isidro, Moratines y O'Donnell, y en el segundo los de Arroyo del Olivar, Cerro Almodóvar y Cortijo de los Traperos. Ambos grupos de faunas corresponden, no obstante, a una única unidad bioestratigráfica, con una asociación de mamíferos característica que incluye Bunolistriodon, Lagopsis peñai, Megacricetodon collongensis y Pseudodryomys robustus. Esta asociación corresponde al Aragoniense medio, y puede ser correlacionada con la zona D de DAAMS y FREUDENTHAL (1981) y con la unidad MN 4b de MEIN (1975).

Esta unidad bioestratigráfica presenta mayor homogeneidad en la composición de Micromamíferos que en la de Macromamíferos; pudiéndose distinguir aparentemente en esta última dos conjuntos: uno, inferior, con Hispanotherium, Triceromeryx y Caenotherium; y otro, superior, con Paleomeryx cf. magnus y Heteroprox.

A continuación del itinerario se incluyen en esta guía una serie de láminas de fotografías en las que están representados los principales taxones que aparecen en la región, procedentes de varios yacimientos madrileños.



SIGNOS CONVENCIONALES

- Casco urbano
- Accesos:
- ==== Autopista, carretera o colle
- Camino transitado con problemas de firme
- ★ Área singular de interés geológico
- Dirección del itinerario
- ① Número de orden de parada

0 1000 2000 3000m.

Fig. 17-ITINERARIO N°3 URBANO, YACIMIENTOS PALEONTOLOGICOS Y MUSEOS. PLANO DE SITUACION Y ACCESOS

3. ITINERARIOS GEOLÓGICOS - CULTURALES POR EL

MUNICIPIO DE MADRID

Fig. 18 - Yacimientos Paleontológicos del Término Municipal
de Madrid.

1ª Parada: YACIMIENTO DE SAN ISIDRO

El yacimiento de San Isidro tiene un doble valor: histórico y paleontológico, pues de él proceden los primeros restos de faunas fósiles que se encontraron en el área de Madrid, estudiadas por KAUP en 1840, constituyendo asimismo uno de los primeros yacimientos conocidos en España con Vertebrados fósiles del Terciario.

La denominación de "Yacimiento de San Isidro" también ha sido utilizada para referirse a los restos fósiles e industria del Cuaternario procedentes de las terrazas del Río Manzanares que se asientan sobre las laderas del Cerro. Sin embargo, actualmente los nombres del Cerro de San Isidro, o mejor San Isidro, se emplean indistintamente sólo para nombrar el yacimiento clásico de Vertebrados fósiles.

El emplazamiento primitivo del yacimiento es desconocido, debido a los notables cambios topográficos que han tenido lugar en esta zona y a la remodelación del entorno, sobre el que se han construido varias vías de comunicación y se ha instalado un parque público (Parque de San Isidro).

La localización más fiable y mejor documentada se debe a ROYO GÓMEZ (1929), que en la memoria explicativa de la hoja geológica de Madrid (nº 559), esc. 1:50.000, da una amplia información gráfica sobre dicho yacimiento. Según esta información, la fauna fué encontrada en las margas y arcillas verdes que constituyen la base del Cerro.

La reinterpretación del corte geológico realizado por este autor en dicho paraje, en base a un sondeo realizado junto al Puente de Toledo y a los nuevos datos que se tienen sobre la geología y la estratigrafía del área de Madrid, sería la siguiente:

Los materiales que se han encontrado en profundidad, situados por debajo de los que se ven en la base del Cerro, están constituidos por unos 110 m de arcillas y yesos en vetas y bancos, que corresponden a la Unidad 3 de la columna general. Por encima se sitúa la unidad de Arcillas verdes, que

localmente presenta niveles de carbonatos y tiene una potencia aproximada de unos 120 m, de los que son observables en superficie los 30 m superiores. En estos últimos metros del tramo arcilloso, un poco por encima de la cota de 575 a la que se encuentra el Río Manzanares, parece localizarse el nivel fosilífero del que proceden los restos de mamíferos encontrados. Los sedimentos con los que culmina el cerro pertenecen a una antigua terraza del río, que se encuentra situada a unos 25-30 m de altura con respecto a éste.

La mayor parte de los restos extraídos de este yacimiento han desaparecido debido a diferentes causas, entre las que cabe destacar las excavaciones incontroladas y el traslado a instituciones extranjeras por falta de especialistas españoles en la época de su descubrimiento. Los escasísimos restos que han llegado hasta nuestros días se encuentran depositados en la Colección Villalta de Barcelona (dos fragmentos de molar de Gomphotherium angustidens), en el Museo del Instituto Geológico y Minero de España, en Madrid (un molar de Triceromeryx pachecoi) y en el Museum of Comparative Zoology de Cambridge, U.S.A. (dos piezas dentarias de Anchitherium aurelianense); aunque éstos últimos están en la actualidad en el Instituto de Geología de Madrid para su estudio. Estas piezas están figuradas en la Lám. 14.

Estos restos corresponden a mamíferos de talla media y grande, que pertenecen cada uno a un grupo diferente.

El Gomphotherium angustidens es un mastodonte de unos 2,50 m de alto y 4,50 m de largo. Tenía cuatro defensas, las superiores largas y un poco arqueadas hacia abajo y las inferiores más cortas y un poco curvadas hacia arriba. Los molares tienen una forma cuadrangular alargada (el tercer molar superior tiene 18 cm de longitud y 8 cm de anchura), presentando de 3 a 5 colinas transversales y redondeadas, separadas por profundos valles. Es una especie muy extendida geográficamente, ya que se ha encontrado en el Mioceno de toda Europa.

Anchitherium aurelianense es una forma que pertenece a la familia de los Equidos. Tiene una talla pequeña (alrededor de 1 m hasta la cruz) y tres dedos en las patas (los équidos actuales sólo tienen uno), de los cuales

los dos laterales están muy desarrollados. Los premolares y molares tienen la misma forma y son lofodontos (con crestas y vallés) y braquiodontos (con corona baja). Es una especie característica del Mioceno inferior y medio de Europa, y probablemente habitaba en las llanuras de inundación de los ríos o en zonas palustres.

Triceromeryx pachecoi es un jiráfido, del tamaño de un okapi, que presenta tres cuernos en el cráneo; dos sobre el frontal y uno impar en la nuca, que pueden ser simples o bifurcados. Se trata de una forma muy típica del Aragoniense medio del área de Madrid, cuya localidad tipo es el yacimiento de La Hidroeléctrica, situado no muy lejos del Cerro de San Isidro.

La asociación de estas tres especies permite datar el yacimiento como Aragoniense medio, y puede correlacionarse con facilidad con los restantes yacimientos clásicos del área estudiada, como son los de Puente de Toledo y La Hidroeléctrica. Sin embargo, es muy difícil establecer deducciones cronológicas y ambientales precisas sobre la asociación faunística presente en San Isidro; pues en la actualidad éstas se realizan, fundamentalmente, en base al estudio de la fauna de Micromamíferos, que han resultado ser los mejores indicadores del medio y los que permiten hacer dataciones más afinadas. Como es lógico, estos estudios no se realizaban en la época en que se descubrió el yacimiento, y en la actualidad no se pueden llevar a cabo hasta que no se efectúen los trabajos de relocalización del yacimiento previstos en las obras para recuperar este testigo de la riqueza paleontológica de Madrid.

Como hemos dicho, el estado actual del yacimiento no nos permite hacer interpretaciones sobre las condiciones en que éste se formó, pero como ya indicó EZQUERRA (1840) refiriéndose a él, "se encuentran abundantes restos de mamíferos, pero casi todos ellos destrozados y gastados como si hubieran sido arrastrados por las aguas desde el sitio donde primitivamente fueron depositados...". Estas observaciones coinciden con las que se han reconocido en otros puntos del Término Municipal (como es el caso del yacimiento de O'Donnell que veremos a continuación) y que se han interpretado como materiales sedimentados en un ambiente palustre, situado en un entorno escasamente forestado y relativamente árido.

2ª Parada: YACIMIENTO DE O'DONNELL

Este yacimiento está situado en el paraje denominado de Las Perdices, en las proximidades de la estación de ferrocarril de O'Donnell, y fué descubierto en 1982 como consecuencia de la realización de una zanja de unos 10 a 15 m de profundidad y 1.300 m de longitud, destinada al emplazamiento de un colector del Plan de Saneamiento Integral de Madrid. El trazado de la zanja se efectuó entre la carretera local de Vicálvaro a la Nacional II, a la altura del Km 15,2 de la línea del ferrocarril, siguiendo paralelamente a dicha línea hasta el Km 13,8. Así mismo, otra sección de la zanja se abrió en la base del Cerro de la Mesa, inmediatamente al Este del área antes citada.

Sin la creación de este afloramiento artificial, que en la actualidad ya está tapado, no hubiera sido posible observar un conjunto de rasgos geológicos y paleontológicos de máximo interés para el conocimiento de la Geología del Término Municipal de Madrid.

Al tratarse de un corte limpio, ofrecía unas condiciones excepcionales para conocer la relación existente, desde el punto de vista estratigráfico, entre los dos conjuntos litológicos más extendidos del área de Madrid, que también pudimos observar, aunque con algo más de dificultad, en el itinerario geológico de la Zona Sur; más concretamente en la parada de Cerro Almódovar. Los materiales del conjunto inferior están constituidos por arenas biotíticas (dificilmente visibles en otros puntos), arcillas verdes y carbonatos blancos, junto con arcillas rosadas cuya mineralogía es de gran interés por tratarse de niveles de alta pureza. Las facies que presenta este conjunto inferior son las que tradicionalmente se han denominado "Peñuelas" siendo conocidas por su comportamiento geotécnico problemático, que tantos trastornos ha ocasionado en la construcción de muchos edificios.

El conjunto superior, a grandes rasgos, es de composición arcósica. La particularidad del corte aflorante en esta zanja reside en que, en la par-

te inferior de este conjunto arcósico (Unidad 9), son visibles niveles de sepiolita de gran pureza que coinciden con los explotados en la cantera próxima de Cortijo Farnesio, así como en otras canteras dentro del Término Municipal. Por encima de estos niveles se dispone todo el conjunto arcósico en sentido estricto, del que ya hemos hablado en detalle en la parada de Cerro Almodóvar del primer itinerario.

De todo lo expuesto, podemos deducir que este área es muy interesante desde los puntos de vista estratigráfico y minero; pero tal vez su máxima importancia estriba en la gran riqueza de fósiles de Micromamíferos que ha proporcionado, los cuales han permitido obtener notables conclusiones bioestratigráficas y paleoecológicas.

El nivel de acumulación de fósiles, con un espesor comprendido entre 0,40 y 0,50 m, se ha detectado y explotado en varios puntos a lo largo de la zanja, encontrándose dentro de una secuencia de materiales de 10 a 15 m de potencia cuyas características, en la zona más próxima a Ciudad Pegaso, son las siguientes (Fig. 19):

En la parte inferior del corte se reconocen niveles de arenas biotíticas en secuencias granodecrecientes y arcillas verdes con granos de cuarzo y feldespatos, con apatito, turmalina y, en menor proporción, granate, anatasa y distena. Entre estos sedimentos se encuentran algunas intercalaciones de bancos carbonáticos de color blanco, dos de los cuales pueden observarse con bastante nitidez en la Lámina 13, porque dan lugar a un pequeño resalte.

Por encima de estos niveles carbonatados se dispone un fino nivel de arcillas verdes laminadas y convolucionadas, que son cortadas erosivamente por un nivel de arenas biotíticas con estratificación cruzada y bioturbación de raíces en el techo. Estas arenas pasan gradualmente a arcillas verdes; y éstas, a su vez, a arcillas marrones muy lustrosas y con gran abundancia de restos de Micromamíferos. Encima de estos niveles hay arcillas pardas con micas, que son truncadas erosivamente por arenas arcósicas de grano me-

dio a grueso. Sobre ellas, de nuevo, aparecen arcillas pardas y capas gruesas de sepiolita marrón clara, que se explotan industrialmente en las canteras próximas a San Blas.

Las arcillas esmectíticas, que contienen los fósiles, forman un banco potente y regular que lateralmente muestra estructuras de tracción, morfología de relleno de canal, y numerosos nódulos de carbonatos de tamaño muy uniforme (alrededor de 3 mm).

Los restos de Micromamíferos que se han recogido son visibles sin la ayuda de una lupa, ya que sus tamaños oscilan entre 10 cm y 1 mm, y tienen color blanco. Estan constituidos por esqueletos de reptiles y pequeños mamíferos, desarticulados y dispersos en la matriz; aunque suelen encontrarse más concentrados en el techo del banco. Abundan las mandíbulas, los dientes aislados, las falanges y los fragmentos de huesos largos; habiéndose encontrado solamente un fragmento de maxilar correspondiente a un mamífero de talla grande. La prospección del yacimiento ha proporcionado unos 200 restos reconocibles, que pertenecen a 12 especies. El grupo taxonómico mejor representado son los Roedores con 7 especies, seguidos de los Rumiantes con 3 y de los Lagomorfos e Insectívoros con 1 especie cada uno. Sin embargo, la proporción se invierte si tenemos en cuenta el número de ejemplares. En este caso son más abundantes los Lagomorfos, con un 35 % de los restos, a los que les siguen los Rumiantes y Roedores con un 29,5 % y 30,5%, respectivamente. Por último, los Insectívoros representan un 5% de los restos. La elevada proporción de individuos alcanzada por los Lagomorfos y Rumiantes se debe a la gran abundancia de una única especie de cada grupo, que constituyen más de la mitad de la fauna (63 %).

Las principales especies de Micromamíferos fósiles que se han identificado son las siguientes:

- Los Insectívoros están representados por una sola especie (Galerix exilis), que corresponde a un erizo de talla pequeña, primitivo, al que se le suponen hábitos acuáticos.

- Los Roedores son bastante variados. Se ha reconocido una ardilla terrestre (Heteroxerus cf. grivensis) del tipo de los perritos de las praderas aunque de tamaño algo menor; Tres especies de hamsters (Fahlbuschia koenigswaldi, Fahlbuschia sp. y Megacricetodon collongensis) y tres especies de Lirones de talla muy diferente (Armantomys giganteus, Pseudodryomys robustus y Microdryomys koenigswaldi)

- Los Lagomorfos como se ha dicho anteriormente, están muy bien representados por una sola especie (Lagopsis peñai), semejante a las "pikas" actuales. Posee una dentición especializada para la vegetación dura y se le atribuye un hábitat de clima cálido.

- Los Rumiantes pertenecen a tres familias diferentes. El más abundante es el Ciervo-ratón (Caenotherium miocaenicum), herbívoro que debía ser del tamaño y la gracilidad de una liebre y probablemente también un buen corredor. Además se han encontrado dos restos atribuidos a un Cérvido (Micromerix sp.) del tamaño de un perro terrier, y un resto que corresponde al único mamífero de talla grande (Triceromeryx pachecoi) que se ha encontrado en este yacimiento. Como hemos explicado en la parada anterior se trata de un rumiante relacionado con las jirafas que presenta tres cuernos en el cráneo.

La asociación de faunas encontrada permite datar los sedimentos donde se ha recogido como Mioceno medio (Aragoniense); es decir, que se habrían depositado hace alrededor de unos 16 millones de años. Además se ha visto que, a grandes rasgos, esta fauna se puede relacionar con la que existía, en la misma época, en la cuenca de Calatayud-Daroca, aunque hay algunas variaciones entre la que destaca la ausencia de Triceromeryx pachecoi, que sólo es típico del área de Madrid.

Una parte de las especies reconocidas en el yacimiento de O'Donnell también se han identificado en otras cuencas europeas, por ejemplo Francia y Alemania; pero otra parte importante de ellas no se conoce fuera de la Península Ibérica (Fahlbuschia koenigswaldi, Pseudodryomys robustus, Armantomys giganteus); lo que nos hace pensar que corresponden a formas endémicas de

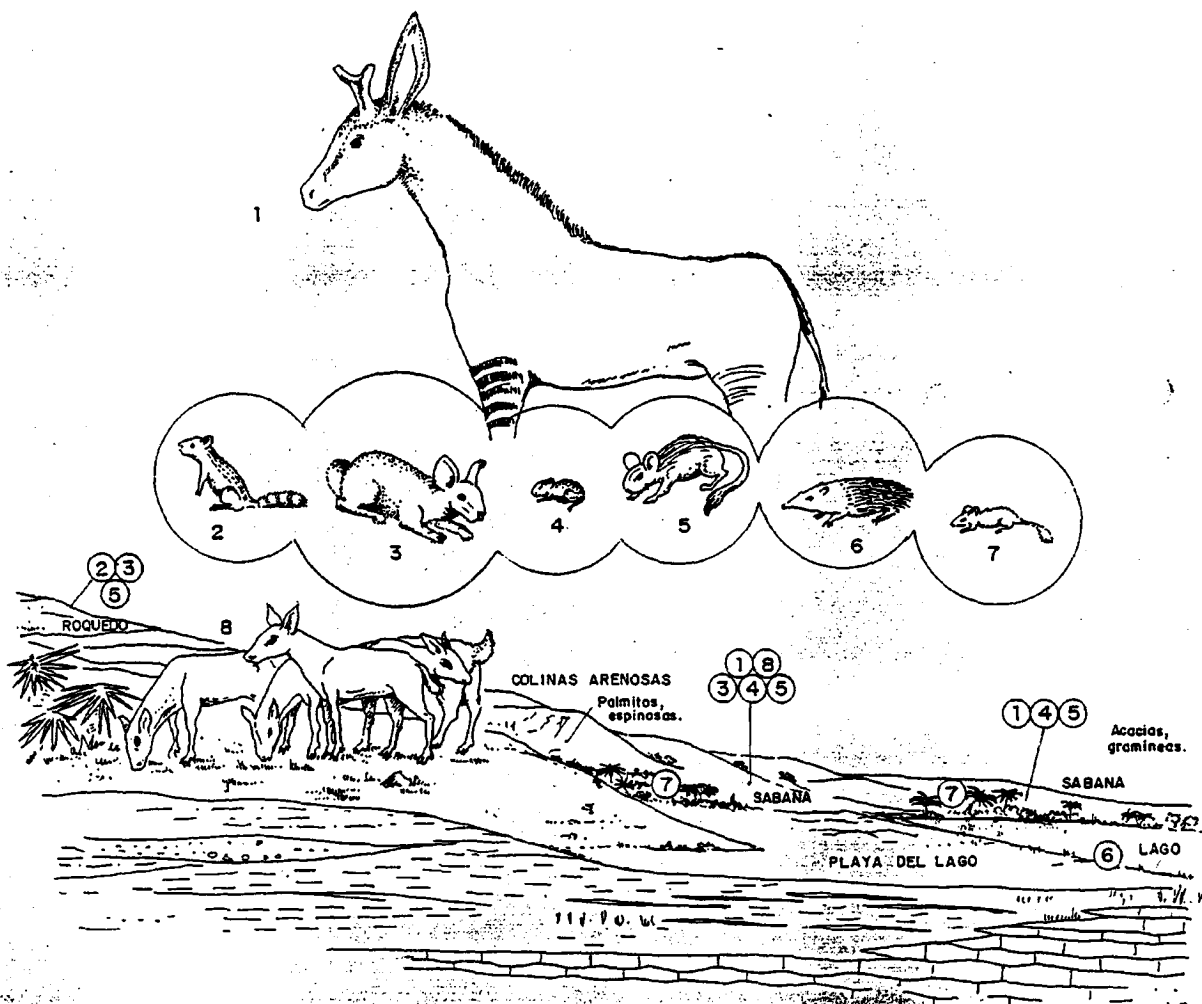
nuestras cuencas.

El conjunto de sedimentos en que se encuentra emplazado el yacimiento, las peculiaridades de la fauna de micromamíferos fósiles y las características que presenta el nivel de acumulación de los restos, nos permiten hacer una serie de consideraciones referentes a la interpretación de las condiciones del medio en que se depositaron estos materiales (Fig. 20).

En términos generales, los depósitos corresponden a un régimen de sedimentación continental bajo una lámina de agua poco importante. Podemos hablar de un ambiente sedimentario equivalente a la parte más distal de abanicos aluviales, formados fundamentalmente por materiales arcósicos, en contacto con zonas de charcas y lagos someros. Las arenas biotíticas corresponderían al relleno de los cauces fluviales o bien a pequeñas barras deltaicas emplazadas dentro de la zona lacustre, que serían cubiertas por arcillas de decantación, ocasionalmente edafizadas.

La desconexión de los huesos, la coloración blanca de los restos (que nos indica una alteración de la materia orgánica en medio aéreo y fuertemente oxidante) y la asociación de minerales fibrosos de arcilla (sepiolita) que necesitan un ambiente subdesértico para su formación, nos lleva a concluir que el medio era notablemente árido. Esto se confirma con el análisis de la comunidad de fósiles, en la que se ha observado una escasa diversidad de la fauna, abundancia de especies herbívoras con dientes adaptados para una vegetación dura y ausencia de especies atribuidas a medios exclusivamente húmedos o acuáticos.

Todos estos criterios nos permiten interpretar que nos encontraríamos con un clima tropical (o al menos cálido) y seco dentro de un ámbito geográfico de sabana, con zonas lacustres limitadas al norte y posiblemente al NO, por relieves correspondientes a las partes distales de los abanicos aluviales ya señalados.



- 1- *Tricerameryx*. - Okapi con 3 cuernos - En la sabana, como la jirafa
- 2- *Heteroxerus*. - Ardilla terrestre - En los roquedos, peñascales y terrenos pelados, como los perritos de las praderas.
- 3- *Lagopsis*. - Liebre silbadora o pika - Como 2, y también en sabana
- 4- *Fahlbuschia*. - Hamster ibérico - En la sabana.
- 5- *Armantomys*. - Lirón gigante - Como 3
- 6- *Galeris*. - Erizo musaraña. - En la proximidad del lago.
- 7- *Microdyromys*. - Lirón enano - En matorral y sabana.
- 8- *Caenotherium*. - Ciervo-ratón. En rebaños, en la sabana. Tamaño de una liebre.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDIO

Clima tropical semiárido.
 Lago rodeado de playa arcillosa, algún riachuelo efímero desemboca en el lago. Paisaje extenso de sabana.
 Aureola al N. de calizas arenosas áridas, glacis con vegetación de espinosas. Roquedos pelados al pie de la sierra.

Fig. 20 - RECONSTRUCCION DEL PALEOHABITAT DEL YACIMIENTO DE O'DONNELL.

(Según LOPEZ MARTINEZ, N.)

3ª Parada: MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

El Museo Nacional de Ciencias Naturales, primero de los de su clase en España y uno de los más antiguos de Europa, constituye un punto de gran interés cultural por su antigüedad y por el valor de los ejemplares que en él se exhiben.

En la actualidad, el Museo (Organismo Autónomo perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas) se encuentra ubicado en un edificio, de finales del siglo pasado, que comparte con la Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Este edificio está situado en la calle José Gutiérrez Abascal junto al Paseo de la Castellana, y será declarado próximamente Monumento Histórico-Artístico. En él, el Museo ocupa las dos alas, correspondiendo cada una de ellas a las dos secciones abiertas, al público: de Geología y de Zoología. En el ala de Zoología se encuentran también los locales del Instituto Español de Entomología, y en el de Geología los del Instituto de Geología de Madrid (antes Instituto "Lucas Mallada") ambos pertenecientes al C.S.I.C.

El origen del actual Museo está en la creación, en 1752, por D. Antonio de Ulloa del "Real Gabinete de Historia Natural", durante el reinado en España de Fernando VI, aunque la fundación del "Museo Nacional de Ciencias Naturales" como tal, se produjo en 1771, por obra del rey Carlos III. Este Museo, con ejemplares ya importantes de varias procedencias y la colección principal de D. Pedro Franco Dávila, fué abierto al público el 4 de Noviembre de 1776, en unos locales situados en la calle de Alcalá, junto al actual Ministerio de Hacienda.

A partir de esta fecha, el Museo empezó a crecer y a enriquecerse con varias expediciones y con envíos de toda España y de las colonias. Entre estos últimos podemos destacar el del Megaterio donado por el Marqués de Loreto, Virrey de Buenos Aires; primer gran cuadrúpedo fósil que vino a Europa, montado en 1805 según la idea original de Garriga, y estudiado posteriormente por

Cuvier en 1836. Por aquel entonces la riqueza del Museo era extraordinaria en algunas colecciones; por ejemplo, en piedras finas.

En 1785, el local de la calle de Alcalá se había quedado ya pequeño, encargando por ello Carlos III a Juan de Villanueva que construyera un nuevo edificio junto al Real Jardín Botánico, para que sirviera de Museo de Artes y Ciencias. Este edificio se terminó durante el reinado de Fernando VII; sin embargo, el traslado no llegó a producirse nunca debido a la influencia de la reina doña Isabel de Braganza, que prefirió que allí se conservasen pinturas y esculturas. Es el actual Museo del Prado.

Además de las colecciones, en 1787 el Conde de Floridablanca dispuso que se fundasen en Madrid los estudios de Ciencias Naturales, dándose lecciones en el Museo de la calle de Alcalá. Posteriormente, en 1798, D. José Clavijo Fajardo, entonces director del Museo, propone hacer de él un centro de investigación científica, comenzándose una serie de publicaciones que se concretan en la fundación, en 1799, de los "Anales de Ciencias Naturales" que se publicarían hasta 1804 (31 fascículos).

Este ciclo de esplendor terminaría en 1808, con la invasión napoleónica. A partir de entonces, y durante todo el siglo XIX, el Museo pasó por un período de gran penuria, en relación con las grandes crisis que sufría todo el Estado. Las actividades educativas e investigadoras del Museo decayeron en gran medida, y sólo se recuperaron en parte por la acción de la Sociedad Española de Historia Natural, fundada en 1871.

Esta situación culmina en 1895, al ordenarse el traslado de todas las colecciones, muebles y demás enseres al recién terminado edificio del Palacio de Bibliotecas y Museos del Paseo de Recoletos (actual Biblioteca Nacional) donde, por la urgencia con que se ordenó el traslado, todo el material quedó amontonado en los sótanos y piso bajo del edificio en condiciones pésimas.

El Museo renace, lentamente, en el comienzo del siglo XX. Después de varias instalaciones provisionales, se trasladan por fin las colecciones

y se acondicionan algunos laboratorios en una parte del amplio edificio construido en 1887 para Palacio de Exposiciones en el final del Paseo de la Castellana, funcionando ya con cierta normalidad en 1910.

Es en esta época cuando las colecciones de mineralogía, prehistoria y paleontología, que estaban instaladas en un templete metálico del patio posterior construido por Eiffel, se trasladan a los locales en donde aún continúan. Al mismo tiempo, se inicia la publicación de los "Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales", y se desarrollan, en definitiva, las actividades normales del Museo, principalmente merced al impulso de la Institución Libre de Enseñanza y en especial de la Junta de Ampliación de Estudios. Este desarrollo hace que el Museo de Ciencias de Madrid sea considerado, en la década de 1920-1930, entre los mejores del mundo.

Sin embargo, este desarrollo se ve cortado bruscamente con el desencadenamiento en 1936 de la Guerra Civil, habiendo estado el Museo muy abandonado desde entonces hasta hace muy poco tiempo.

En la actualidad, se han empezado a realizar importantes obras de remodelación; se están montando nuevas salas, con alguna mejora en cuanto a los sistemas educativos, y parece que hay mejor disposición hacia el Museo por parte de la Administración Pública.

En el momento presente, el Museo Nacional de Ciencias Naturales está dividido en Zoología y Geología, con locales independientes separados por la E.T.S.I. Industriales.

La parte de Geología, que ocupa el ala Sur del edificio, está formada por un gran vestíbulo, que comunica con los locales del "Instituto de Geología", y dos plantas que contienen las salas de Petrología, Mineralogía y Paleontología la primera, y de Prehistoria y Geomorfología, más la prevista de Geoplanetología, la segunda.

En el vestíbulo se exhiben algunas piezas de gran tamaño, como la colección de mármoles de España, grandes estalactitas y fragmentos de grandes fósiles.

A la izquierda de este vestíbulo están las escaleras que conducen a los pisos superiores. En los rellanos de esta escalera también pueden verse algunas pequeñas colecciones de minerales.

En el primer piso, lo primero que se observa es una colección de rocas dispuestas según su composición u origen, que constituyen la sala de Petrología. En ella, además de las rocas propiamente dichas, también hay fotografías que muestran aspectos estructurales y de composición mineralógica.

A continuación se abre la sala de Mineralogía, ocupando un espacio local de unos 25x17 m. En esta sala se puede ver una considerable cantidad de ejemplares de minerales, algunos de ellos de gran tamaño y valor, formando varias colecciones. En una de éstas, los minerales están dispuestos según su composición, de acuerdo con la clasificación de P. Groth; también hay la llamada "colección escolar", dedicada a los estudiantes de Enseñanza Media, y otra de minerales de piedras preciosas. Aparte de estas colecciones hay vitrinas de "minerales radioactivos", de "calcitas cristalizadas", etc., destacando la interesante colección de meteoritos caídos en España.

La sala de Paleontología ocupa un local de dimensiones semejantes a las de la sala de Mineralogía, dispuesto a continuación de éste y que aparece igualmente abarrotado de un buen número de piezas fósiles. En primer lugar encontramos dos colecciones alineadas a la derecha de la sala y en la parte central, de Paleontología Estratigráfica la primera (es decir, los fósiles ordenados por su edad cronológica), y de Paleontología Sistemática la otra (fósiles ordenados por grupos biológicos, desde los más elementales a los más complejos).

Independientemente de estas colecciones, se pueden observar en esta sala otros restos fósiles muy variados. Destacan, por su tamaño espectacular, los Glyptodontes y el famoso Megaterio traídos de Argentina, el enorme Elefante cuaternario exhumado en Villaverde en 1958 y el gigantesco Diplodocus, reproducción del original hallado en 1899 en el Cretácico de Wyoming (EE.UU.), regalado por Mr. Carnegie en 1913.

En el piso superior, actualmente en proceso de remodelación, se encuentran las salas de Prehistoria y Geomorfología y se está instalando la de Geoplanetología. En la primera se exhiben una serie de colecciones correspondientes a los yacimientos cuaternarios próximos a Madrid en el valle del río Manzanares; así como los descubiertos en las cuevas asturianas y santanderinas exploradas en el primer tercio de este siglo.

Por lo que se refiere a la sala de Geomorfología, en ella se presentan los principales fenómenos geológicos en forma plástica, a base de relieves y maquetas construídas a diferentes escalas. Estas maquetas se agrupan en 6 departamentos, dedicado cada uno de ellos a una forma de modelado (glaciar, fluvial, litoral, volcánico, estructural y desértico) y están acompañadas por fotografías, mapas y cuadros explicativos en color.

Pero el Museo de Ciencias Naturales no es sólo lo que el público ve. A parte de las salas de exhibición descritas, y de las previstas para un futuro próximo (Ecología, Anatomía Comparada, Herpetología y Geoplanetología), el Museo cuenta con otras instalaciones de diversa índole: Laboratorios, Biblioteca, Archivo, una sala de Conferencias con capacidad para 50 personas, etc. Hay, además, toda una serie de colecciones no expuestas; algunas de ellas importantes como la de D. José Royo Gómez, cuyo núcleo principal son los moluscos del Neógeno español.

La biblioteca del Museo de Ciencias es, sin duda, una de las más completas de España en Historia Natural, con un fondo de más de 20.000 volúmenes e importantes colecciones de revistas científicas. Cuenta con más de 50 manuscritos, unos 250 títulos de los siglos XVI y XVII y una importante colección de dibujos y grabados. Posee también varias colecciones privadas importantes, como las de los primeros directores del Museo, D. Pedro Franco Dávila y D. Eugenio Izquierdo, o la de D. Joaquín González Hidalgo (1916), de tema malacológico.

El Museo tiene, también, un importante archivo, en el que pueden encontrarse actas de las expediciones científicas realizadas a América y Fili

pinas en los siglos XVIII y XIX, entre otros notables documentos. Estos documentos han sido recopilados en un libro de próxima aparición.

Fuera de Madrid, el Museo cuenta con dos estaciones de campo: una en El Ventorrillo, en la sierra madrileña, de Biología Alpina, y otra en la Cueva de Ojo de Guareña (Burgos), de Biología Subterránea.

En total, el personal relacionado con el Museo asciende a 60 personas. De éstas, 25 son investigadores, aunque sólo 3 de plantilla contando al actual director, Prof. D. Eugenio Ortiz; el resto son becarios, doctorandos o colaboradores.

4ª Parada: MUSEO DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

El Museo del Instituto Geológico y Minero, ubicado en el edificio central de dicho organismo, tiene una larga historia que se remonta hasta 1849. Este año la reina Isabel II, por Real Decreto creó la "Comisión para formar la Carta Geológica de Madrid y general del Reino", lo que llevó consigo la clasificación y archivo de todo el material que se obtuviese durante el desarrollo de dicho proyecto. Con todo ello se organizó el primer museo, denominado Museo Industrial, que estaba situado en la calle Florín nº 2.

A partir de este momento, el museo ocupó diversos emplazamientos hasta que, en 1926, se trasladó definitivamente a la calle de Rios Rosas nº 23, al constituirse como tal el Instituto Geológico y Minero de España.

El museo ha estado ligado, por tanto, al desarrollo de la geología de España, en relación sobre todo, a la elaboración de los distintos mapas geológicos nacionales. En él se encuentran depositadas importantes colecciones de los primeros geólogos españoles, algunos de cuyos nombres figuran en el amplio vestíbulo del monumental edificio.

La sala donde se exponen las colecciones consta de una planta principal y tres balcones corridos y superpuestos, que están coronados por una gran vidriera policromada.

El material se exhibe en 295 vitrinas. En la planta baja se encuentra la mayor y mejor parte de las colecciones de fósiles, rocas y minerales, ocupando los minerales españoles y extranjeros 28 armarios organizados siguiendo la clasificación de DANA, es decir por afinidad de composición; estas vitrinas se sitúan a lo largo de las paredes del gran salón.

En el centro de esta planta se pueden contemplar las colecciones de fósiles, exclusivamente de Invertebrados, ordenados siguiendo criterios estratigráficos y paleontológicos. Cada vitrina corresponde a un sistema geológico, y en su interior el parámetro de complejidad es creciente desde los Protozoarios a los Metazoarios invertebrados superiores. Es de destacar tanto la ri-

queza de los ejemplares expuestos, como la tipicidad de las formas.

Los otros tres pisos, dispuestos en galerías o balcones corridos, a los que se accede mediante tres escaleras de caracol, contienen:

Primer piso: Se exponen restos de Vertebrados fósiles con una ordenación similar a la anterior.

Segundo piso: En sus vitrinas se muestran los recursos naturales de todas las provincias españolas. Actualmente estas vitrinas están siendo reordenadas siguiendo un criterio geográfico-administrativo que se adapta más a la nueva situación de las Comunidades Autónomas. Contiene minerales, rocas, microfacies y microfotografías de rocas, en lámina delgada.

La última planta, no accesible al público, se destina al almacenaje de ejemplares duplicados y de muestras para su estudio posterior.

Por último, cabe señalar que la biblioteca propia del museo, dedicada únicamente a Paleontología, no está abierta al público, siendo de uso exclusivo para especialistas, previa consulta con la dirección del Museo.

En la segunda planta del mismo edificio se encuentra la biblioteca del Instituto, ésta sí abierta al público, que consta de una amplia colección de libros y revistas sobre temas geológico-mineros.

Por otro lado, en la calle Alenza nº 1 existe un servicio de venta de cartografía y publicaciones del Instituto, donde periódicamente se pueden encontrar los catálogos de publicaciones existentes en éste.

En la planta baja del Instituto se encuentra asimismo la división de informática, documentación y difusión, donde se pueden encontrar todos los trabajos realizados por el IGME, ordenados mediante un "Catálogo por palabras clave, del fondo documental generado por el IGME", de aparición también cíclica y que permite un acceso rápido y directo a toda la información .

FOTOGRAFIAS

Lám. 13.- YACIMIENTO DE O'DONNELL

- A la izquierda, aspecto de la zanja de O'Donnell en las proximidades de Ciudad Pegaso. En la parte media de la fotografía se observa el contacto entre las Arcillas verdes con carbonatos y arenas biotíticas (Unidad 6) y la parte inferior de las Arcosas y arcillas con sepiolita (Unidad 9). Resaltan dos niveles de carbonatos blancos, por encima de los cuales hay un nivel arcilloso de color más rosado, que contiene los restos fósiles de Micromáíferos. Siguen niveles arcóscicos de tonos pardos, distinguiéndose en la parte más alta del corte, un nivel algo más claro correspondiente a un banco de sepiolita, cortado en el techo por un suelo.
- Arriba, a la derecha, aspecto de la zanja a mitad de camino entre la fotografía anterior y su extremo occidental. Se observan niveles horizontales de arenas biotíticas y arcillas verdes, con aumento de bancos carbonáticos y niveles claros de esmectitas en la parte superior. Al fondo, en segundo plano, Arcosas y arcillas con sepiolita de la Unidad 9.
- Abajo, vista general desde el Este una vez cerrada la zanja.

Lám. 14.- VERTEBRADOS FOSILES. SAN ISIDRO, O'DONNELL

- 1, 2.- Anchitherium aurelianense (CUVIER, 1825). San Isidro. Instituto de Geología de Madrid. 1: Molar superior. 2: Molar inferior.
- 3.- Triceromeryx pachecoi VILLALTA, CRUSAFONT y LAVOCAT, 1946
San Isidro. Instituto de Geología de Madrid. P₄ inferior.
- 4.- Gomphotherium angustidens (CUVIER, 1806). San Isidro. Col. Villalta, Barcelona. Fragmento de molar superior.

- 5.- Micomeryx sp. O'Donnell. Instituto de Geología de Madrid.
Mandíbula inferior M_1-M_2 , vista labial.
- 6.- Caenotherium miocaenicum (CRUSAFONT, VILLALTA y TRUYOLS, 1955)
O'Donnell. Instituto de Geología de Madrid. Mandíbula superior,
 P^4-M^1 , vista oclusal.

Lám. 15.- VERTEBRADOS FOSILES. MICROMAMIFEROS DEL YACIMIENTO DE O'DONNELL

- 1.- Megacricetodon collongensis (MEIN, 1958). M^1 sup. dext. aprox.
x 25.
- 2.- Fahlbuschia koenigswaldi (FREUDENTHAL, 1963). M_1 inf. dext.
aprox. x 20.
- 3.- Id. M^2 sup. izq. aprox. x 20.
- 4.- Id. M_3 inf. izq. aprox. x 20
- 5.- Soricidae, Crocidurinae sp., M_1 inf. dext. aprox. x 50.
- 6.- Pseudodryomys robustus DE BRUIJN, 1967. P_4 inf. dxt. aprox.
x 20.
- 7.- Microdryomys koenigswaldi DE BRUIJN, 1967. M^3 sup. dext. aprox.
x 25.

Lám. 16.- VERTEBRADOS FOSILES.

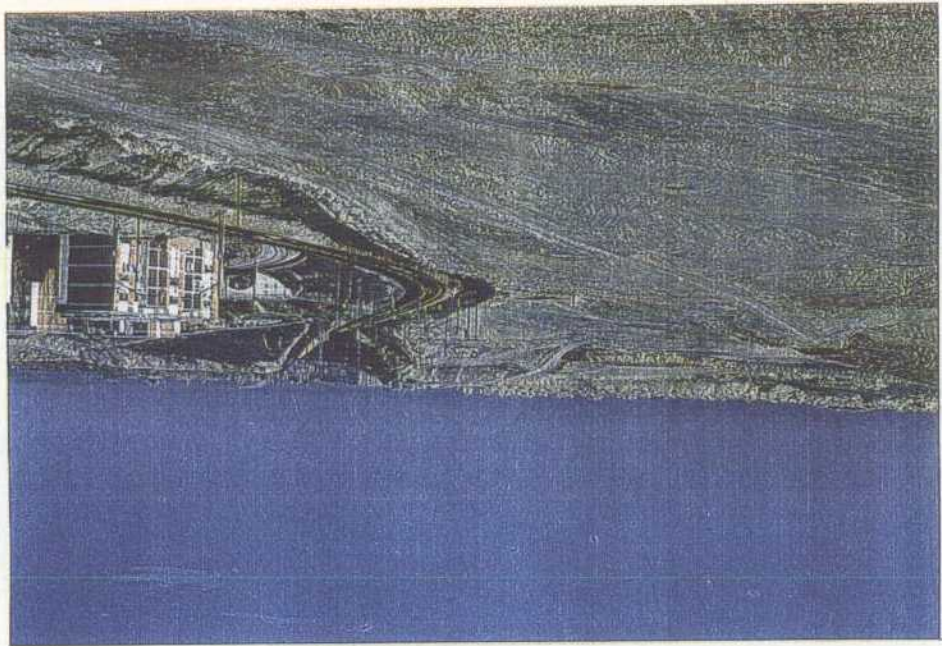
- 1, 2.- Heteroprox aff. larteti (FILHOL, 1891). Puente de Vallecas.
Instituto de Geología de Madrid. 1: Mandíbula; 2: Asta.
- 3.- Miotragocerus sp. Arroyo del Olivar. Instituto de Geología de
Madrid. Molar superior.
- 4.- Pseudaelurus larteti GAILLARD, 1899. Moratines. Instituto de
Geología de Madrid. Canino superior.

Lám. 17.- VERTEBRADOS FOSILES.

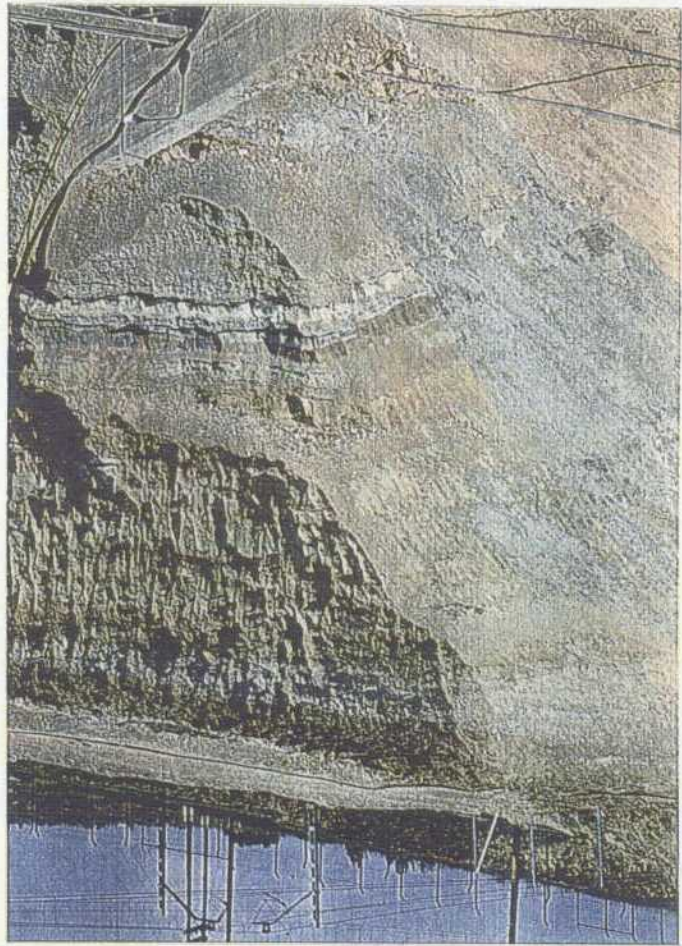
- 1.- Anchitherium aurelianense (CUVIER, 1825). Puente de Vallecas.
Instituto de Geología de Madrid. Mandíbula.
- 2.- Anchitherium aurelianense (CUVIER, 1825). Moratines. Instituto
de Geología de Madrid. Astrágalo.
- 3.- Hispanotherium matritense (PRADO, 1864). Puente de Toledo.
Instituto de Geología de Madrid. P₃₋₄.
- 4.- Bunolistriodon lockharti (POMEL, 1899). Moratines. Instituto
de Geología de Madrid. D₄-D₃.

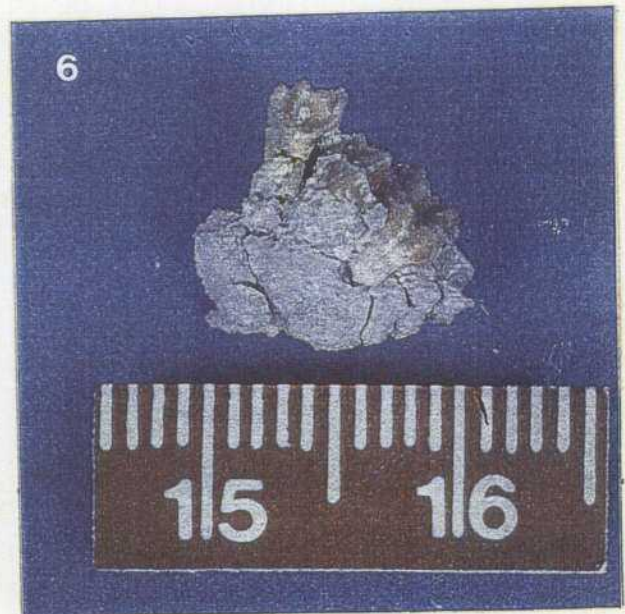
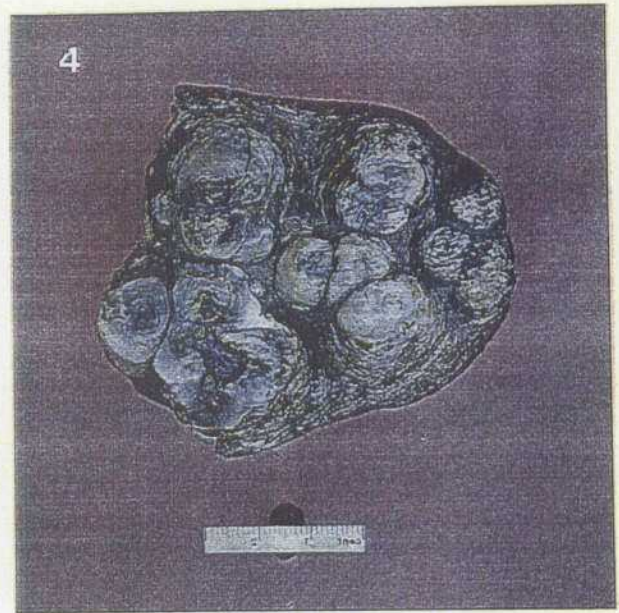
Lám. 18.- VERTEBRADOS FOSILES.

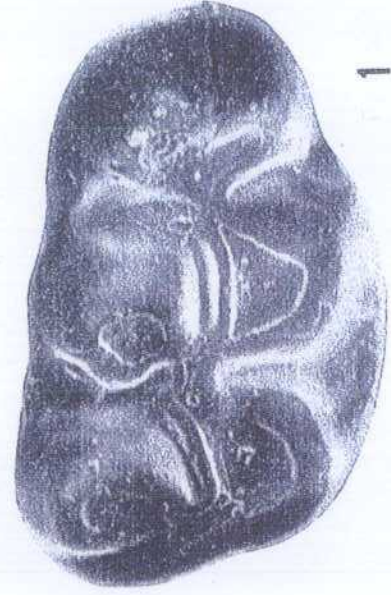
- 1.- Triceromeryx pachecoi VILLALTA, CRUSAFONT y LAVOCAT, 1946.
La Hidroeléctrica. Col. Villalta. Mandíbula derecha con P₃,
P₄, M₁, M₂, cara externa. Cotipo.
- 2.- Triceromeryx pachecoi VILLALTA, CRUSAFONT y LAVOCAT, 1946.
Puente de Toledo. Instituto de Geología de Madrid. P₄.
- 3.- Gomphotherium angustidens (CUVIER, 1806). La Hidroeléctrica.
Instituto de Geología de Madrid. Defensa (incisivo).
- 4.- Gomphotherium angustidens (CUVIER, 1806). Puente de Vallecas.
Col. Villalta. Molar tercero inferior derecho, cara oclusal.



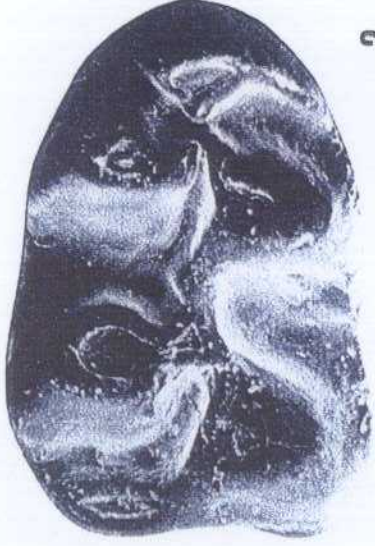
LAM. 10



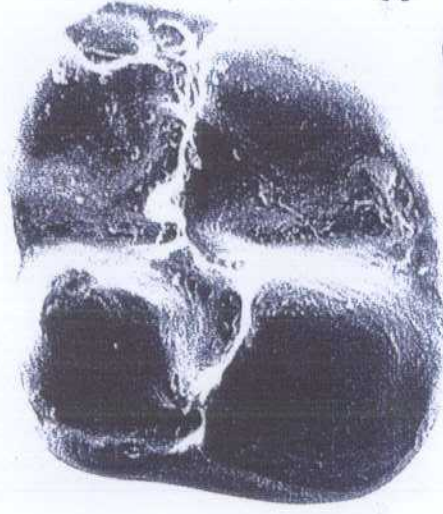




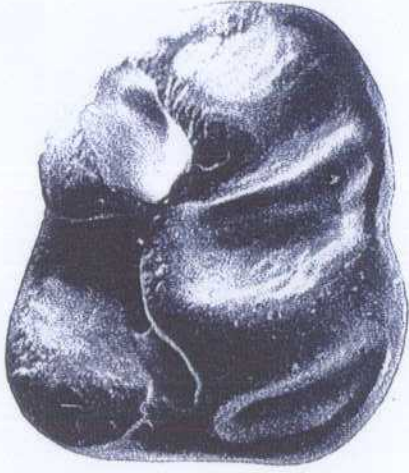
1



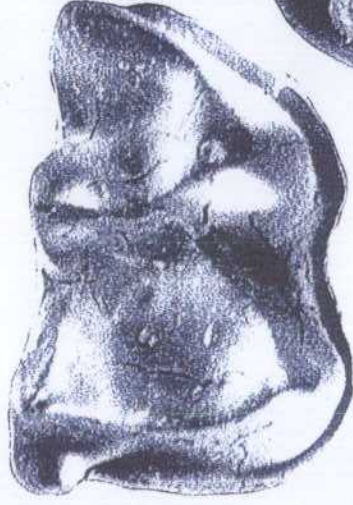
2



3



4



5



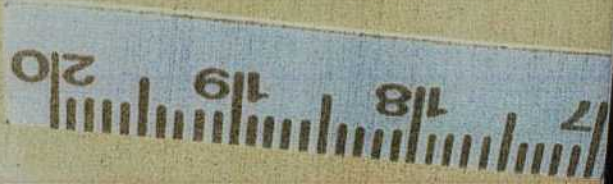
6



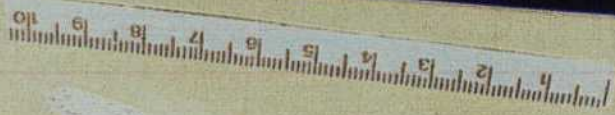
7



4

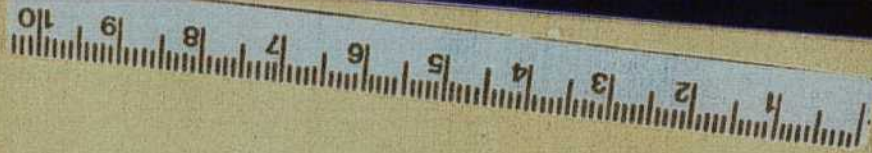


3

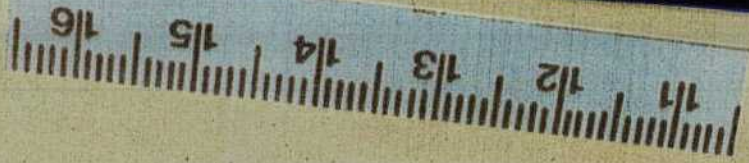


2

LAM. 16



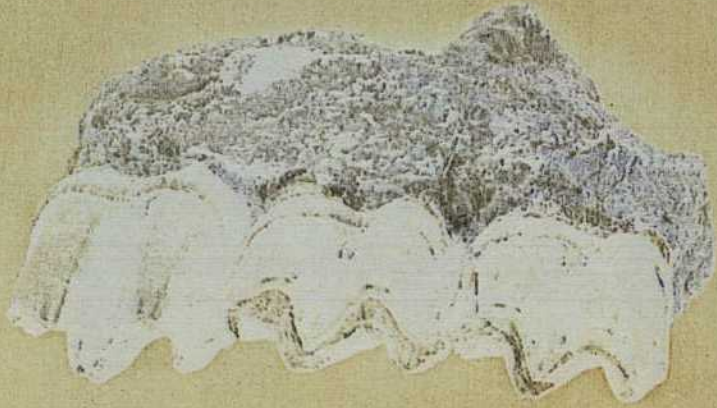
1



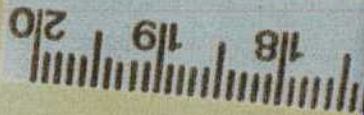
3



4



1



2

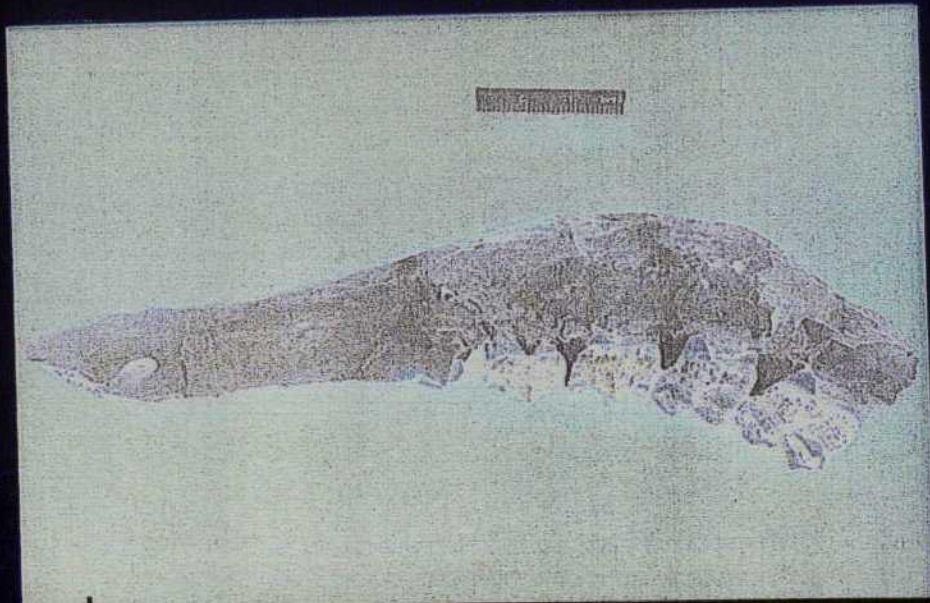
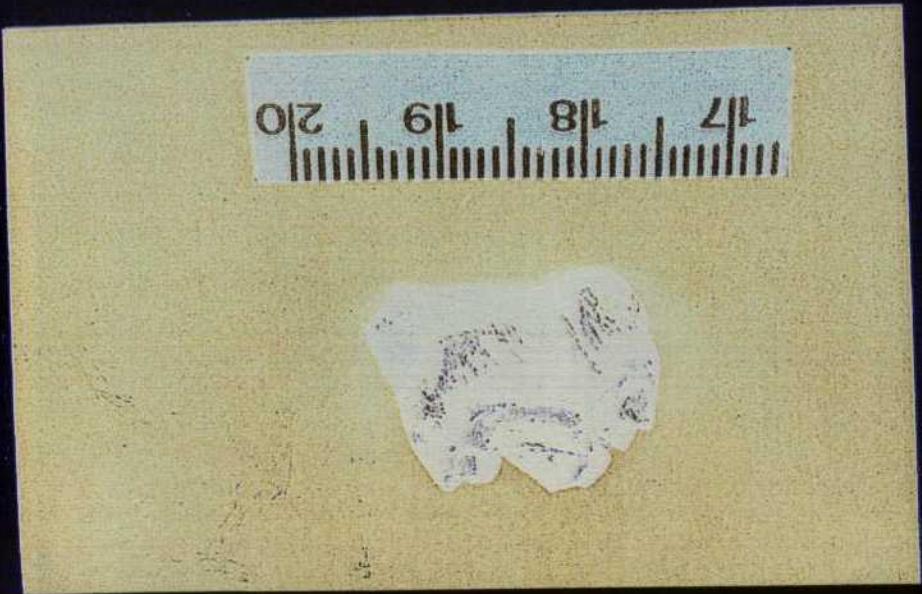
LAM. 17



4



3



ITINERARIOS DE CORNISAS SINGULARES

INTRODUCCION

Los itinerarios que se describen a continuación son complementarios de los anteriores, desarrollándose a través de las denominadas Cornisas Singulares. Se han considerado como tal aquellos puntos que, por su situación geográfica y altitud topográfica, nos permiten hacer observaciones de diferente índole sobre el máximo de territorio que lo circunda o que es visible desde ese punto.

Hoy en día, la definición de paisaje ha superado los conceptos clásicos, para ser considerado como un recurso más dentro de los estudios del medio físico. Considerando el paisaje como "un complejo de relaciones derivadas de la interacción de rocas, aguas, aire, plantas, animales y hombres", las Cornisas Singulares nos permitirán analizar los elementos geológicos mayores que nos definen este paisaje y diferenciar sus posibles unidades, o los elementos fisiográficos más relevantes.

A partir de las Cornisas Singulares que hemos seleccionado, se pueden visualizar cada una de las unidades geológicas reconocibles en el Término Municipal de Madrid y sus alrededores, al mismo tiempo que se nos ofrece la posibilidad de efectuar comparaciones entre dichas unidades, pudiendo definirse por tanto sus límites fisiográficos y el modo en que se produce la transición de unas a otras.

Desde este punto de vista, en la provincia de Madrid, ya desde HERNANDEZ PACHECO (1941), se diferencian dos regiones fisiográficas típicas: la denominada "La Sierra", situada hacia el Norte, y "Los Llanos del Sur", de paisaje más o menos alomado, que forman parte de la gran altiplanicie de Castilla-La Mancha; reconociéndose una zona de tránsito entre ambas. En el Término Municipal en concreto, se pueden reconocer estas dos últimas regiones, cuyo límite se situaría aproximadamente en la línea que une los barrios de Canjales, Vallecas y Carabanchel.

Los dos itinerarios propuestos atraviesan estas dos unidades de paisaje, poniendo en evidencia toda una serie de características de índole diversa que se han esquematizado en la figura 21.

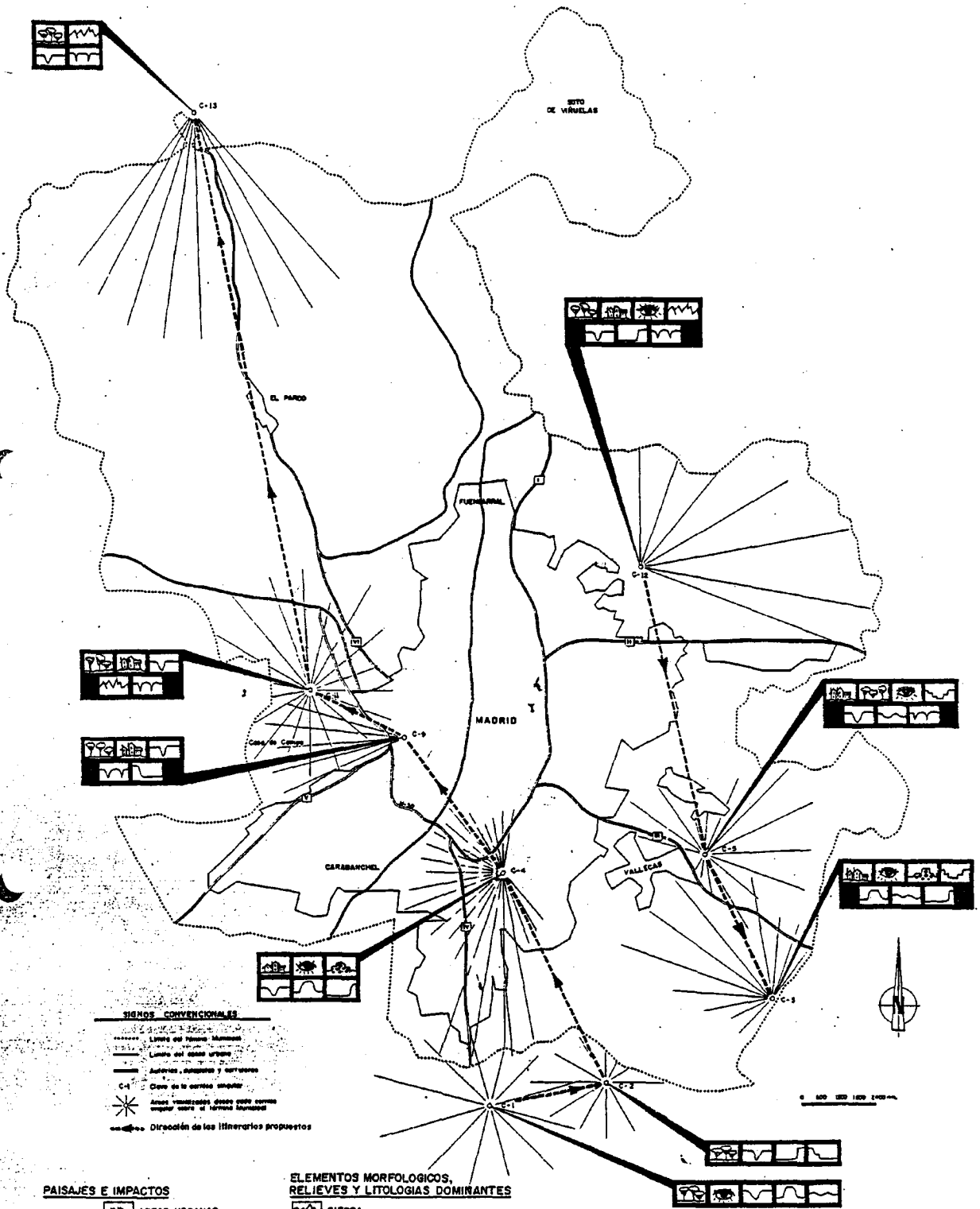


FIG. 21 - MAPA DE CORNISAS SINGULARES CON EXPRESION DE AREAS Y ELEMENTOS VISUALIZABLES.

Itinerario A: VALLE DEL MANZANARES

En este itinerario atravesaremos la práctica totalidad del Término Municipal de Madrid, en su parte occidental. Comienza en el Cerro de los Angeles, para recorrer a continuación el valle del Río Manzanares de Sur a Norte (Perales del Río, Cerro Negro, Templo de Debod, Cerro Garabitas) y terminar en el Cerro Marmota, que es el punto topográfico más alto del Municipio.

A lo largo de este recorrido podremos observar el contraste fisiográfico que ya mencionamos en la introducción. En Perales del Río y Cerro Negro nos encontramos con un paisaje desprovisto de vegetación, desurbanizado y con importantes impactos ambientales producidos por la acción del hombre (canteras abiertas, vertidos...). Esto, fundamentalmente, es consecuencia del substrato geológico de esta región, poco susceptible de aprovechamiento desde los puntos de vista urbanístico y, en menor grado, agrícola. A su vez, el hombre, al utilizar esta zona para desprenderse de sus productos de deshecho, provoca un empeoramiento continuo de la región.

Desde el Templo de Debod y Cerro Garabitas veremos, por el contrario, un paisaje de bosques y parques urbanos muy diferente al anterior. Se puede comprobar aquí la distinta valoración social que tiene esta zona desde una perspectiva urbanística e incluso estética. Ambas cornisas son apropiadas, además, para la observación de la morfología general del valle del río, en la que destacan la disimetría existente entre los dos márgenes y la buena exposición de los niveles de terrazas en la Casa de Campo.

El contraste fisiográfico se acentúa al llegar al Cerro Marmota, desde donde veremos el Parque Nacional de El Monte del Pardo que es, tal vez, la mayor riqueza natural (paisajística) del Término Municipal.

Itinerario B: VALLE DEL JARAMA

Este segundo recorrido, con sólo tres paradas, permite visualizar con una perspectiva amplia, las grandes unidades estratigráficas del Terciario de la Cuenca de Madrid y la estructura general de los depósitos cuaternarios.

Así, la primera parada, en el Alto de la Hinojosa, se sitúa en la zona de arcosas gruesas; la segunda, en el Cerro Almodóvar, en el límite entre las arcosas y las arcillas verdes; y la tercera, en el Cerro La Fraternidad, en el contacto de éstas con los yesos inferiores. Al igual que en el itinerario anterior, el recorrido de estas 3 paradas nos permite observar el contraste urbanístico entre el Norte y el Sur del Término; que, si en el caso anterior estaba acentuado por la riqueza del Monte del Pardo, en éste lo está por el gran número de impactos (vertederos, canteras abandonadas, etc.) visibles desde el Cerro La Fraternidad.

Por otro lado, en este recorrido es posible ver una gran cantidad de formaciones superficiales y procesos geomorfológicos, a favor de las amplias zonas desurbanizadas y con vegetación escasa. En concreto, desde el Alto de la Hinojosa pueden verse las superficies estructurales más altas del Término, en las que se encaja la red fluvial, los numerosos glacis que se desarrollan a partir de ellas y, a una escala diferente, la "rampa" que enlaza la Sierra con los valles de los ríos. Por su parte, desde el Cerro Almodóvar son visibles estos mismos glacis, depresiones endorréicas, derrames, etc.; a los que se añaden, visibles también desde el Cerro La Fraternidad, los procesos kársticos que modelan en parte el paisaje de la Zona Sur de Madrid.

Todos estos procesos y formaciones han sido ya descritos, con mayor o menor detalle, en las paradas correspondientes a estas cornisas de los diferentes itinerarios geológicos descritos en la guía.

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA BASICA SOBRE EL AREA DE MADRID

- AGUILA, A. del (1962): Explotaciones en el subsuelo yesífero de Madrid (capital). I Col. Intern. sobre Obras Públicas en Terrenos Yesíferos. SGOP. t. 5, pp. 1-5. Madrid.
- ALBERDI, M.T., JIMENEZ, E., MORALES, J. y SESE, C. (1981): Moratines, primeros micromamíferos en el Mioceno Medio del área de Madrid. Estudios Geol., t. 37, nº 3, pp. 291-306. Madrid.
- ALBERDI, M.T., HOYOS, M., JUNCO, F., LOPEZ-MARTINEZ, N., MORALES, J., SESE, C. y SORIA, D. (1983): Biostratigraphie et Evolution sedimentaire du Neogene continental de l'aire de Madrid. Abst. Int. Coll. Mediterr. Neogene Continental Paleoenviron. and Paleoclimatic Evolution. pp. 15-18. Montpellier.
- ALIA, M. (1960): Sobre la tectónica profunda de la Fosa del Tajo. Not. y Com. IGME, nº 58, pp. 125-162. Madrid.
- ALIA, M. (1979): El entorno de Madrid: Geología. Bol. Real Soc. Geográfica, t. 115, pp. 35-44. Madrid.
- AGUIRRE, E., DIAZ, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976): Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur Española. Trab. Neógeno-Cuaternario, v. 5, pp. 7-29. Madrid.
- BARREIRO, A.J. (1944): El Museo de Ciencias Naturales. Inst. C. Nat. "José de Acosta", C.S.I.C., 382 pp. Madrid.
- BASCONES ALVIRA, M. (1983): Peculiaridades de un estudio hidrogeológico del sustrato de una gran ciudad. Caso Madrid. III Simp. de Hidrogeología (AGE), t. 7, pp. 547-553. Madrid.
- BASCONES ALVIRA, M., ECHEGARAY GIMENEZ, M. y GALLEGO VALCARCE, E. (1983): Estudio del medio físico-geológico en una zona de implantación urbana. Importancia de las actividades didácticas y divulgativas. Caso Madrid. 2ª Reun. Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. 17 pp. Lérida.
- BERGONIOUX, F.M. y CROUZEL, P. (1956): Le genre Serridanancus. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 242, pp. 1750-1753.
- BERGONIOUX, F.M. y CROUZEL, P. (1958): Les Mastodontes d'Espagne. Estudios Geol., t. 14, pp. 224-243. Madrid.

- BUSTAMANTE, I. de y MARTINEZ ALFARO, P.E. (1983): Los viajes de agua del abastecimiento antiguo de la Villa de Madrid. Algunas consideraciones hidrogeológicas. III Simp. de Hidrogeología (AGE), t. 9, pp. 419-432. Madrid.
- CABRA, P., FERNANDEZ GARCIA, P. y GARZON HEYDT, G. (1983): Modelos geomorfológicos para el estudio del medio físico en el área de Madrid. 2ª Reun. Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio, 17 pp. Lérida.
- CALDERON, S. (1876): Enumeración de los vertebrados fósiles de España. Anales Soc. Esp. Hist. Nat., t. 5, pp. 413-443. Madrid.
- CALVO, J.P., ORDOÑEZ, S., HOYOS, M. y GARCIA DEL CURA, M.A. (1983): Caracterización sedimentológica de la Unidad Intermedia del Mioceno de la zona sur de Madrid. Rev. Mat. Proc. Geol. (en prensa).
- COPLACO (1977): Plan especial de protección del Medio Físico de la Provincia de Madrid. COPLACO. Documentos de Planeamiento, 129 pp. + 2 planos E: 1/100.000. Madrid.
- COPLACO (1980): Atlas básico climatológico de la subregión de Madrid. COPLACO. Dossier: Marco institucional, 35 pp., 181 planos. Madrid.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1954): Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Tomo Homaje a Hernández Pacheco, pp. 215-227. Madrid.
- DAAMS, R. y FREUDENTHAL, M. (1981): Aragonian: the stage concept versis Neogene Mammal zones. Scripta Geol., v. 62, pp. 1-17. Leiden.
- DEPERET, Ch. (1887): Recherches sur la succession des faunes de vertebrés miocènes de la vallée du Rhône. Arch. Mus. d'Hist. Nat. Lyon, t. 4, pp. 1-313.
- ESCARIO, V. (1969): Los suelos de Madrid. Ed. Labor. Transporte y Mecánica del suelo. Publ. nº 25, 23 pp. Madrid.
- EZQUERRA, J. (1840): Tertiäre Knochen von Anoplotherium, Choeropotamus, sus und Mastodon bei Madrid. N. Jb. Min., Geol. und Petre., v. 1840, 211 pp. Stuttgart.
- GALAN, E. (1979): The fibrous caly minerals in Spain. Proc. 8th. Conf. Clay Min. and Petrol., Teplice, pp. 239-249.
- GALLARDO, J. y PEREZ GONZALEZ, A. (1983): Regiones fisiográficas. El Campo. Bol. Inform. Agrar., nº 90, pp. 10-15. Madrid.

- GARCIA YAGUE, A. (1973): La Geología de Madrid. Rev. de Obras Públicas, pp. 1043-1055. Madrid.
- GERVAIS, P. (1853): Description des ossements fossiles des mammifères d'Espagne par MM. Verneuil, Collomb et de Lorrière. Bull. Soc. géol. France, (2), t. 10, pp. 147-168. Paris.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1914): Los Vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica. Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 9, pp. 443-448. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1921): Nuevos yacimientos de vertebrados miocenos y deducciones de orden paleogeográfico. Asoc. Esp. Progr. Cienc., Congr. Oporto, t. 6, secc. 4, pp. 159-170. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1926): Un nuevo yacimiento de vertebrados fósiles del Mioceno de Madrid. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 26, pp. 392-395. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1941): Características fisiográficas del territorio de Madrid. An. Cienc. Nat., Inst. "José de Acosta", CSIC, 36, 11. pp. Madrid.
- HERRAEZ, E. y ALBERDI, M.T. (1983): Anchitherium aurelianense del yacimiento de Puente de Vallecas. Estudios Geol., t. 39. Madrid.
- HUERTAS, F, LINARES, J. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1971): Minerales fibrosos de las arcillas en cuencas sedimentarias. 1. Cuenca del Tajo. Bol. Geol. Min., v. 82, pp. 534-542. Madrid.
- IGME (1982): Actualización y mejora del inventario de rocas industriales en la provincia de Madrid. Memoria. IGME. Madrid.
- IGME- DIP. PROV. DE MADRID (1983): Atlas hidrogeológico de la provincia de Madrid. IGME. 5 Mapas E: 1/200.000. Madrid.
- JUNCO, F. y CALVO SORANDO, J.P. (1984): Cuenca de Madrid. In: "Libro Homenaje a J.M. Rios". (en prensa).
- LARTET, E. (1859): Sur la dentition des proboscidiens fossiles (Dinotherium, Mastodontes et Elephants) et sur la distribution géographique et stratigraphique de leurs debris en Europe. Bull. Soc. géol. France (2), t. 16, pp. 469-515. Paris.
- LEGUEY, S., ORDOÑEZ, S., GARCIA DEL CURA, A. y MEDINA, J.A. (1984): Estudio geoquímico y mineralógico de las facies arcósicas distales de la Cuenca de Madrid. I Congr. Esp. Geol., t. 2, pp. 355-371. Segovia.

- LOPEZ MARTINEZ, N., SESE, C. y HERRAEZ, E. (1984): Los yacimientos de Micro-mamíferos del área de Madrid. Bol. IGME. (en prensa).
- LOPEZ VERA, F. (1977): Hidrogeología regional de la cuenca del Río Jarama en los alrededores de Madrid. Mem. IGME, t. 91, 277 pp. Madrid.
- LLAMAS, M.R. y LOPEZ VERA, F. (1975): Estudio sobre los recursos hidráulicos subterráneos del área metropolitana de Madrid y su zona de influencia: Avance de las características hidrológicas del Terciario detrítico de la Cuenca del Jarama. Agua, nº 88, pp. 36-55. Madrid.
- MARTIN ESCORZA, C. (1976): Actividad tectónica durante el Mioceno de las fracturas del basamento de la fosa del Tajo. Estudios Geol., t. 32, pp. 509-522. Madrid.
- MARTIN ESCORZA, C. (1980): Las grandes estructuras neotectónicas de la cuenca cenozoica de Madrid. Estudios Geol., t. 36, pp. 247-253. Madrid.
- MARTINEZ ALFARO, P.E. (1977): Hidrogeología de los materiales terciarios y cuaternarios de la cuenca del río Manzanares. Las aguas subterráneas de Madrid. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Geológicas. Univ. Complutense de Madrid.
- MARTINEZ ALFARO, P.E. (1978): Contribución al conocimiento de la geología del casco urbano de Madrid. Estudios Geol., t. 34, pp. 241-249. Madrid.
- MARTINEZ COLLADO, J. (1975): Bibliografía geológica y mineralógica de la provincia de Madrid. Semin. de Estratigrafía, nº 11, pp. 21-45. Madrid.
- MAZO, A.V. (1977): Revisión de los Mastodontes de España. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 419 pp. (Inéd.)
- MEGIAS, A.G., ORDOÑEZ, S. y CALVO, J.P. (1984): Nuevas aportaciones al conocimiento geológico de la Cuenca de Madrid. Rev. Mat. Proc. Geol. v. 1, pp. 163-191. Madrid.
- MEIN, P. (1975): Propositions de Biozonation du Neogene Méditerranéen à partir des Mammifères. Trab. Neógeno-Cuaternario, v. 4, pp. 112-113. Madrid.
- MEYER, H. von (1844): Über die fossilen Knochen aus den Tertiar Gabilde des Cerro San Isidro bei Madrid. N. Jb. Min. Geog., Geol. und Petr., v. 1844, pp. 289-310. Stuttgart.
- MORALES, J. y AGUIRRE, E. (1974): Valle del Manzanares. Col. Intern. Bioestr. Continental del Neógeno Sup. y Cuaternario Inf., Guía 9-10, pp. 218-222.

MORENO SANZ, F. y SANZ DONAIRE, J. (1983): Geomorfología de la provincia. El Campo, Vol. Inform. Agrar., nº 90, pp. 5-9. Madrid.

MUÑOZ MUÑOZ, J. y NAVARRO MADRID, A. (1983): El clima. El Campo. Vol. Inform. Agrar., nº 90, pp. 16-21. Madrid.

OLIVER ASIN (1959): Historia del nombre de Madrid. Instituto "Miguel Asín" CSIC, 412 pp. Madrid.

PEDRAZA GILSANZ, J. et al. (1983): Geología, Paleontología del Terciario, Paleontología del Cuaternario, Prehistoria. In: "Madrid en sus orígenes". Comunidad de Madrid.

PEREZ GONZALEZ, A. y BERTOLIN PEREZ, M. (1971): Ensayo de bibliografía hidrogeológica de la Depresión de Castilla La Nueva. Sem. de Estratigrafía, nº 7, pp. 43-60. Madrid.

PEREZ REGODON, J. (1979): Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid (3ª Edic.). Mem. IGME, t. 76, pp. 1-83. Madrid.

PRADO, C. (1864): Descripción física y geológica de la provincia de Madrid. Junta Gen. Estadística, 219 pp. Madrid.

RIBA, O. (1957): Ensayo sobre la distribución de las litofacies del Terciario continental de la Cuenca del Tajo al Oeste de la Sierra de Altomira. Cursillos y Conferencias, Inst. "Lucas Mallada", CSIC, t. 3, pp. 171. Madrid.

ROYO GOMEZ, J. y MENENDEZ PUGET, L. (1929): Mapa Geológico de España, Esc. 1: 50.000 (1ª serie). Explicación de la Hoja nº 559 (Madrid). IGME.

SANZ DONAIRE, J. (1979): Geomorfología del entorno de Madrid. Bol. Real Soc. Geográfica, t. 115, pp. 53-83. Madrid.

VAUDOUR, J. (1974): La region de Madrid. Alterations, sols et paleosols. Edit. Ophrys, 390 pp.

VIDAL BOX, C. (1976): Guía de los recursos pedagógicos en Madrid y sus alrededores. Patronato "José María Quesada", CSIC, 487 pp. Madrid.

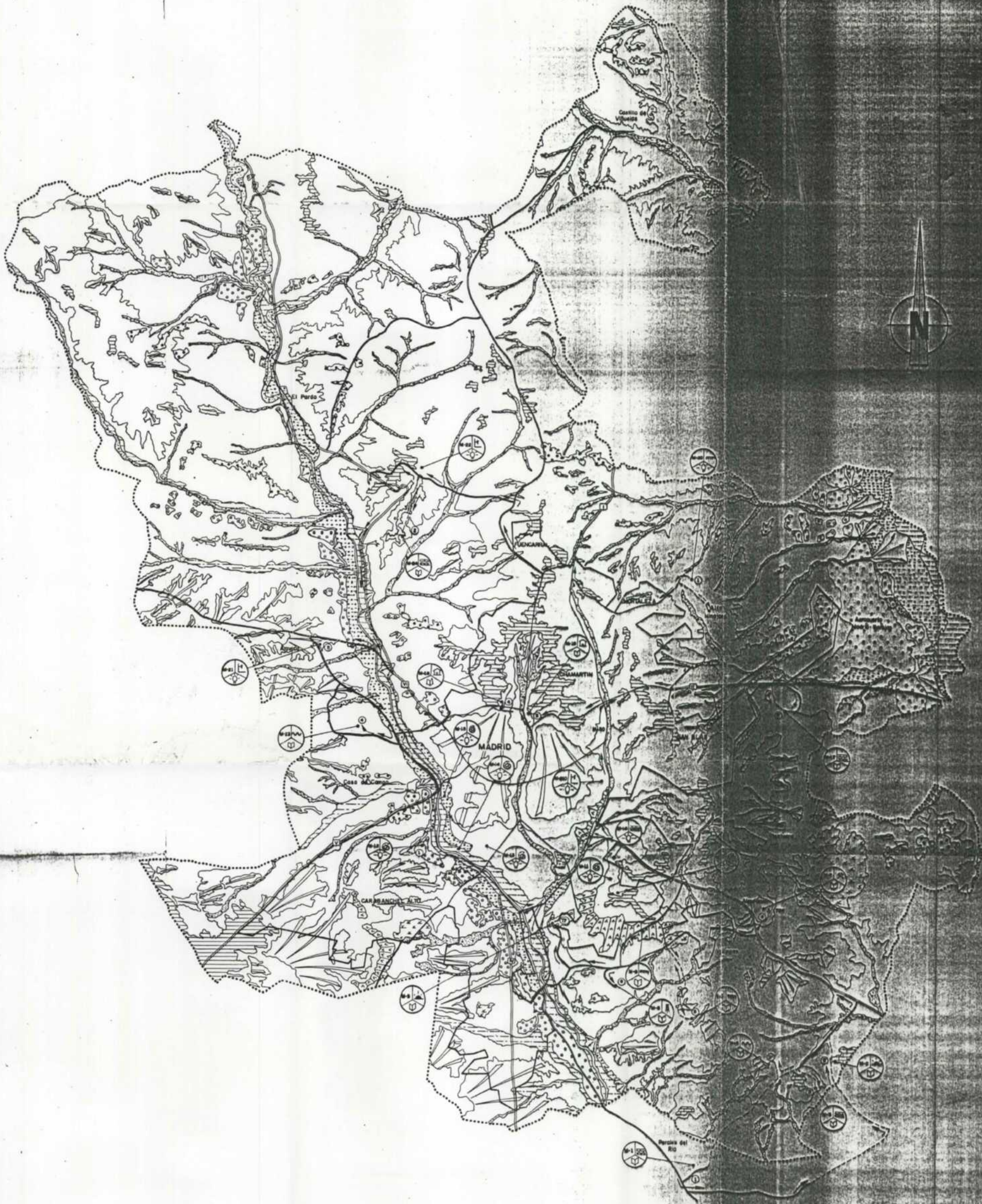
ZULUETA, A. y AMOEDO, E. (1906): Sobre la tortuga fósil encontrada en Vallecas (Madrid). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 6, pp. 121-122. Madrid.

ADDENDA: MADRID MORENO, J. (1896): Las aguas potables de la Villa de Madrid. Imprenta y Litografía Municipales (Archivo de la Villa, Legajo 10-96-2).

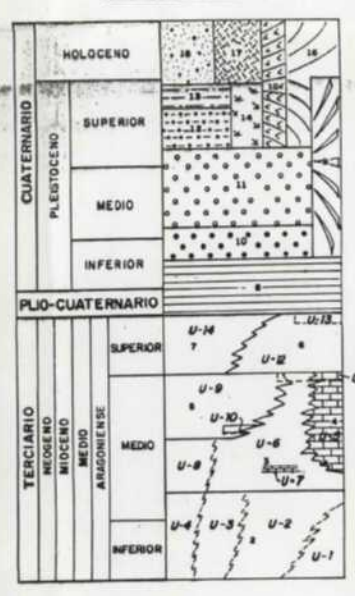
MAPA GEOLOGICO Y DE RECURSOS GEOLOGICO CULTURALES DEL

TERMINO MUNICIPAL DE MADRID

Microfilmado a 35 mm.



LEYENDA



- 13,17,18 - Arenas, cuarcas feldespáticas y limas arenosas con conchas (Fondos de valle, vaguadas, aluvial - cuarcas y gravas).
- 13,16 - Arenas y limas con conchas dispersas (Cotaciones, desmoronaj y conos de deyección).
- 14 - Arcillas arenosas (Fondos semiendorréicos).
- 10,11,12 - Gravas caotas y bloques con matriz arenosa (Terrazas).
- 8,9 - Arenas cuarzo metabásicas con gravas y conchas (Superficies y glacia).
- 7 - Arcosas con bloques (U-14).
- 6 - Arcosas gruesas (U-2 y U-13).
- 5 - Arcillas y arcillas con niveles de sílex y sepollita (U-8 y U-11).
- 4 - Carbonatos tabloados y arcillas con niveles de sílex y sepollita (U-5 y U-11).
- 3 - Arcillas verdes con arenas micáceas y sílex (U-6 a U-8 y U-11).
- 2 - Yesos masivos, yesos tabloados, arcillas y arcillas y yesos (U-1 a U-4).
- 1 - Granito.

Los unidades representados en el mapa (n.º 2 al 7) son síntesis de la cartografía 1:25.000 del ISME (unidades U-1 a U-14 a los que se refiere el texto de la guía)

SIGNOS CONVENCIONALES

- Limite del término Municipal
- Limite del casco Urbano
- Autopistas, Autovía y carreteras Nacionales
- Carretera
- Calle
- Camino carretero

SIGNOS DE IDENTIFICACION DE AREAS SINGULARES



CLAVE	DE NOMINACION
M-1	ZONA DE PERALES DEL RIO
M-2	CERRO FRATERNIDAD
M-3	CERRO MIRONES
M-4	DOLINA DEL ALTO DE LOS PILONES
M-5	CANTERA DE LA CAÑADA
M-6	MERCAMADRID
M-7	CERRO ALMODOVAR
M-8	LA SEVILLANA
M-9	VERTIDOS CERRO NEGRO
M-10	YACIMIENTO DE ARROYO DEL OLIVAR
M-11	YACIMIENTO DE PUENTE DE VALLECAS
M-12	YACIMIENTO DE SAN ISIDRO
M-13	YACIMIENTO DE MORATINES
M-14	YACIMIENTO DE PUENTE DE TOLEDO
M-15	YACIMIENTO DE LA HIDROELECTRICA
M-16	COOPER HOGAR DEL TAXISTA
M-17	YACIMIENTO DE O'DONELL
M-18	MUSEO DEL I.B.M.E.
M-19	MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NAT.
M-20	FUENTE DEL BERRIO
M-21	FUENTE DEL REY
M-22	SONEDOS DEL GOLOSÓ
M-23	CERRO GARABITA
M-24	ESTACION DE PITIS. EL PARDO
M-25	N.E. DE LA FRISCOLA

- TIPO DE INTERES POR SU CONTENIDO**
- Geomórfico
 - Paleontológico
 - Hidrogeológico
 - Geotécnico
 - Micro
 - Geomorfológico
 - Minero - Carbonífero
 - Erosiones geomórficas
 - Medio-ambiente

- TIPO DE INTERES POR SU UTILIZACION**
- Didáctico
 - Científico

- SIGNOS DE LOS ITINERARIOS RECOMENDADOS Y ACCESOS**
- Dirección del itinerario
 - Dirección de accesos complementarios
 - Número de parcelas

Mapa geológico y de recursos geológico culturales del término municipal de Madrid.

CONVENIO DE COLABORACION TECNICA Y CULTURAL PARA EL CONOCIMIENTO DEL SUELO Y SUBSUELO DEL TERMINO MUNICIPAL DE MADRID. AREA DE RECURSOS GEOLOGICO CULTURALES

BASE GEOLOGICA POR A.R. CALVO MORANDI Y GARRA. INSTITUTO DE LA CARTOGRAFIA I.C.G.O. 1985