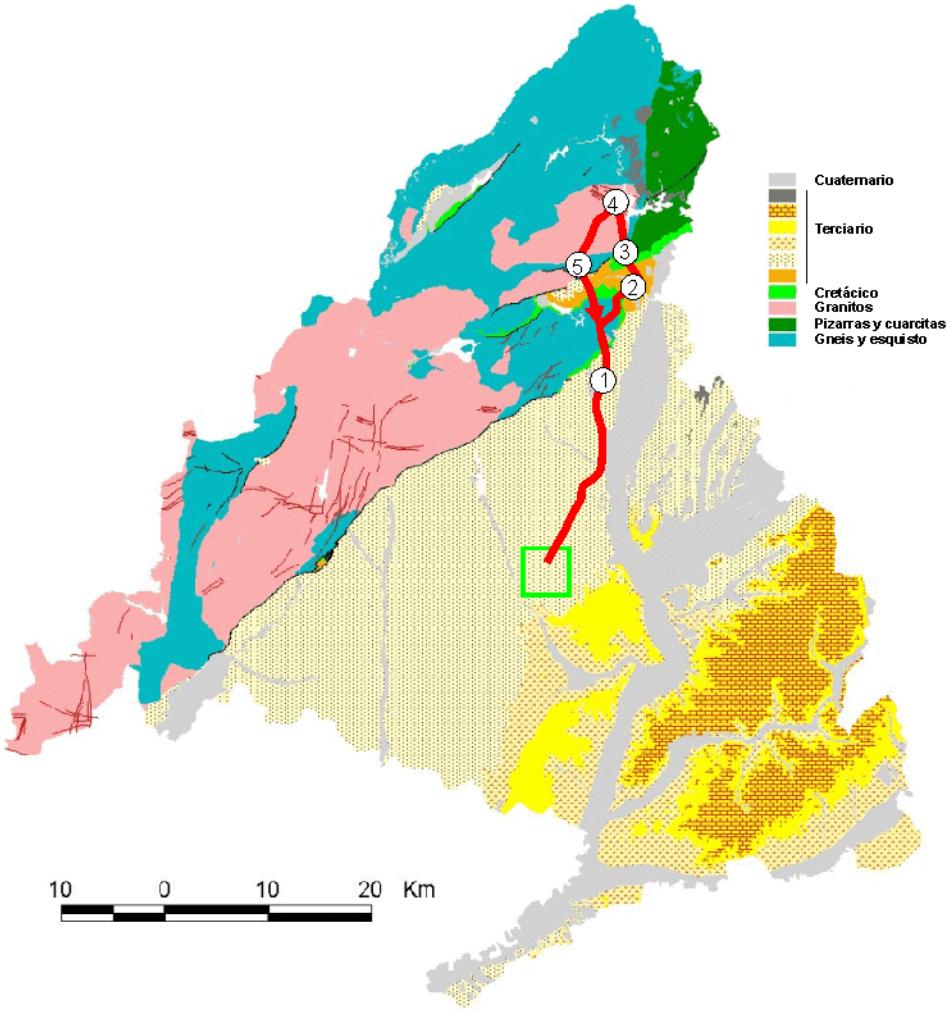
Paseos por la Geología Madrileña. 1

Itinerario geológico por el norte de la Comunidad de Madrid



Enrique Díaz Martínez
Instituto Geológico y Minero de España

2005

Archivo PDF para la página web de la Comunidad de Madrid

Este **Itinerario geológico por el norte de la Comunidad de Madrid** ha sido realizado por:

Enrique Díaz Martínez
Dirección de Geología y Geofísica
Instituto Geológico y Minero de España
Calera, 1
28760 Tres Cantos, Madrid
Tel.: 917287235
Fax: 917287202
E-mail: e.diaz@igme.es

Esta guía del itinerario geológico por el norte de Madrid la he elaborado para la página web de la Comunidad de Madrid, y será próximamente publicada por el Instituto Geológico y Minero de España junto con otros dos itinerarios más por el sureste y oeste de Madrid. Rogamos su máxima difusión (siempre citando la fuente) y espero que sirva para divulgar la geología de Madrid, y para que se conozca y proteja nuestro patrimonio natural y cultural.

Para cualquier duda o consulta de información, contacta con el autor. Y también si observas algo que deba ser modificado o pueda ser mejorado. Gracias de antemano.

© Enrique Díaz Martínez, 2005

Itinerario geológico por el norte de la Comunidad de Madrid

Paseos por la Geología Madrileña, no. 1

Los Paseos por la Geología Madrileña son recorridos para realizar en vehículo propio, con paradas en puntos de especial interés geológico para conocer las principales rocas y sedimentos que forman el sustrato de la Comunidad de Madrid, y para comprender cómo influye cada tipo de roca en la formación del paisaje que vemos.

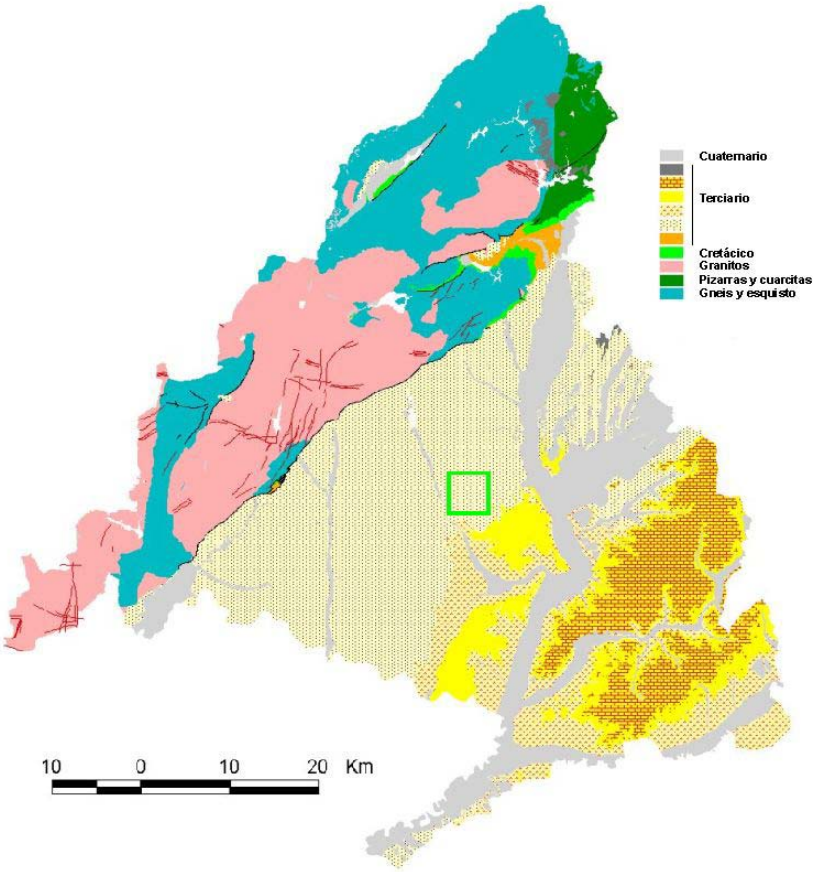
Los itinerarios se pueden realizar en cualquier época del año, y están orientados al público en general, especialmente al interesado en geología y geomorfología.

Indice

Introducción a la geología de Madrid	4
Descripción del recorrido	7
Geología del itinerario	8
Paradas	10
Mapas geológicos	21
Fotos aéreas	21
Glosario	22
Bibliografía	25
Escala del tiempo geológico	26

Introducción a la geología de Madrid

La sierra de Madrid forma parte del **Sistema Central**, en la franja noroeste del territorio de la Comunidad. El sustrato geológico de esta zona está formado por rocas muy diversas (plutónicas, metamórficas y sedimentarias) caracterizadas por su gran antigüedad (Paleozoico y Mesozoico). Las rocas más antiguas son los gneises y esquistos (azul en la figura), rocas metamórficas que en algunos casos pueden superar los 500 millones de años transcurridos desde su formación original. Les siguen en antigüedad las pizarras y cuarcitas del norte de la Comunidad (verde oscuro en la figura), rocas sedimentarias originalmente depositadas en el fondo de un océano en el Ordovícico, cuando la Península Ibérica formaba parte del supercontinente Gondwana. Los granitos de la sierra (rosa en la figura) son rocas plutónicas que se formaron durante la llamada orogenia varisca, en el Carbonífero, época en que se formaron relieves que obligaron al mar a retroceder. Las montañas formadas durante esta orogenia se fueron erosionando durante más de 200 millones de años hasta que en el Cretácico la zona central de la Península Ibérica (Madrid y Segovia) volvió a quedar cubierta por el mar. Durante algunos millones de años (casi hasta el final del Cretácico) se formaron arenas, calizas y dolomías en las costas y mares tropicales de entonces. Las extensas capas que se depositaron en el fondo del mar en el Cretácico superior, fueron después plegadas y fracturadas, y hoy podemos ver algunos restos de estas rocas en pequeñas franjas adosadas a los relieves principales (verde claro en la figura).



Si no entiendes algún término, puedes buscarlo en el **Glosario** o en la **escala del tiempo geológico**.

El movimiento continuo de las placas tectónicas que forman la corteza terrestre, y las colisiones entre esas placas, han dado lugar a las cordilleras montañosas. De ahí el nombre de orogenia, que significa origen del relieve, génesis de montañas. Las actuales

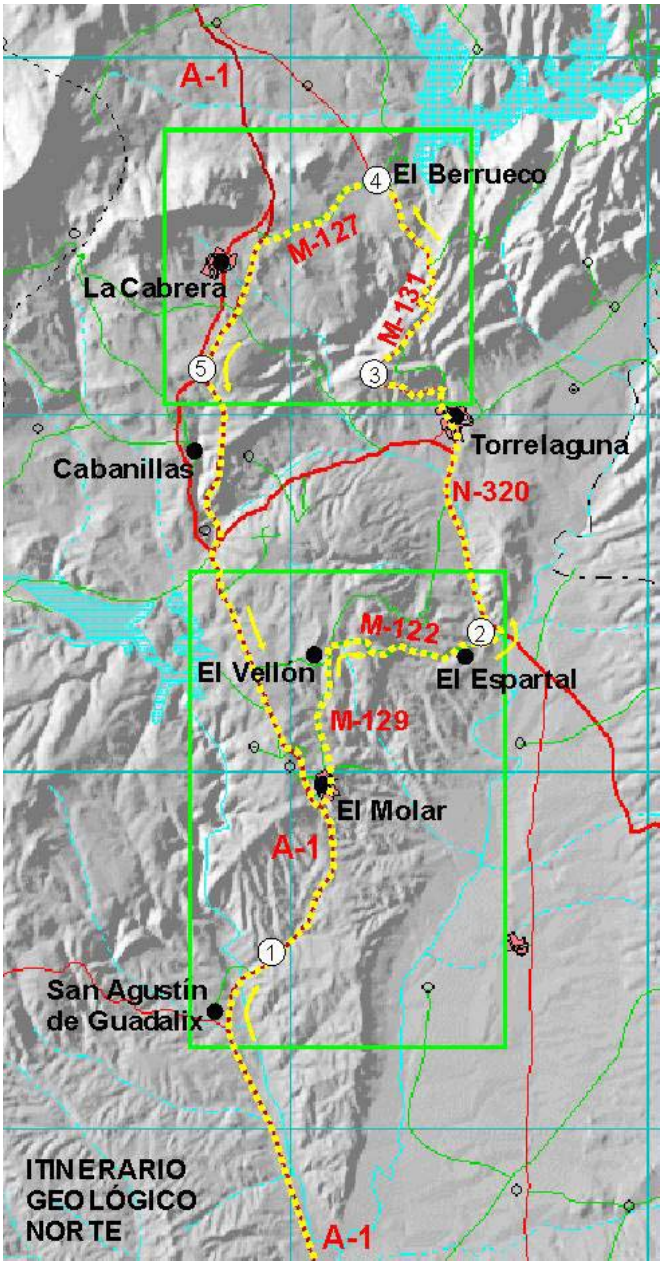
alineaciones montañosas de la Península Ibérica -entre ellas el Sistema Central- se formaron durante la orogenia alpina, que comenzó a finales del Cretácico, hace unos 80 millones de años. En la Península Ibérica, la orogenia alpina se debió a una doble colisión: por un lado de la placa ibérica con la placa euroasiática para dar lugar a los Pirineos y la Cordillera Ibérica, y por otro la colisión de la placa ibérica con la africana para dar lugar a las Cordilleras Béticas y al Sistema Central. Otra consecuencia de la orogenia alpina -ya en el Plioceno, hace unos 5 millones de años- fue el basculamiento (inclinación) gradual de la placa ibérica hacia el oeste, hacia el Océano Atlántico, de tal forma que las cuencas sedimentarias del interior de la península que hasta entonces eran endorreicas (Duero y Tajo) empezaron a "vaciarse" hacia el oeste, comenzando el drenaje de las cuencas hidrográficas para dar lugar a la configuración que vemos actualmente. Durante la orogenia alpina no sólo se formaron cordilleras, sino que, al mismo tiempo, según se iban formando los nuevos relieves, se iban erosionando. Los torrentes que entonces, igual que ahora, bajaban de las montañas del Sistema Central, arrastraban el sedimento, y más abajo se iban rellenando las zonas bajas con los materiales arrastrados. De esta forma, durante el Mioceno se formó una gran cubeta rellenada con los sedimentos procedentes de los sistemas montañosos que la rodeaban. En aquella época el clima era más cálido y húmedo que el actual, y los grandes cursos fluviales formaban extensos abanicos aluviales con los materiales que transportaban: los de mayor tamaño (gravas y arenas) se quedaban más cerca del área fuente, y los más finos (limos y arcillas) llegaban a las zonas lacustres, colmatándolas gradualmente. Los compuestos que iban en disolución en el agua también llegaron a los lagos, y son los que dieron lugar a las sales y evaporitas, llamadas así porque precipitan cuando su concentración aumenta al evaporarse las aguas.

Aproximadamente dos tercios de la Comunidad de Madrid forman parte de esta amplia cubeta sedimentaria que los geólogos llaman la **Cuenca de Madrid**, limitada al norte y oeste por el Sistema Central (Gredos, Guadarrama, Somosierra), al este por la Sierra de Altomira, y al sur por los Montes de Toledo. La misma ciudad de Madrid se encuentra inmersa en esta vasta depresión tectónica que estuvo recibiendo sedimentos de los relieves circundantes durante millones de años. Toda la zona centro y sureste de la Comunidad pertenece a la Cuenca de Madrid, y en ella podemos encontrar dos grandes grupos de formaciones geológicas. El primer grupo, el más antiguo, lo forman los sedimentos predominantemente aluviales y lacustres depositados durante el Terciario, cuando esta cuenca estaba cerrada y sin salida al mar (cuenca endorreica). El segundo grupo de materiales, los más recientes, está formado por sedimentos predominantemente fluviales depositados durante el Cuaternario, cuando el río Tajo ya había alcanzado la cuenca de Madrid debido a su erosión remontante, y el agua y los sedimentos de esta cuenca se iban al Océano Atlántico (cuenca exorreica), igual que lo hacen actualmente, dando lugar a las morfologías que ahora vemos.

El sustrato de la franja central de la Comunidad de Madrid está formado por arcosas y conglomerados del Mioceno (ocre en la figura), originalmente depositados en abanicos aluviales procedentes de los relieves de la sierra. En el tercio sureste de la Comunidad destacan los yesos y calizas depositados en lagos por la evaporación del agua, y las arcillas y limos depositados también en los lagos pero por decantación (caída lenta) del sedimento que llegaba en suspensión en el agua de los ríos (amarillo y naranja en la figura). Entre las formaciones fluviales del Cuaternario -mucho más recientes a escala geológica- destacan las gravas de relleno de los canales fluviales, y los limos y arenas de las llanuras de inundación fluvial (gris en la figura).

La red hidrográfica que podemos ver actualmente, con sus sucesivas terrazas y sus valles fluviales, se formó a partir del Plioceno, desde hace unos tres millones de años. Esta red discurre en su mayor parte por los valles que se excavaron en los materiales del Terciario que se habían depositado hasta entonces. Todo este proceso de erosión en laderas y montañas, transportando los materiales por los valles fluviales hacia el mar, se viene desarrollando desde el Plioceno y durante el Cuaternario hasta nuestros días. Los procesos geológicos permanecen hoy igual de activos que hace millones de años. Mirando a nuestro alrededor, interpretando el paisaje, y las rocas y sedimentos que forman su sustrato, podemos comprender la historia geológica de la Comunidad de Madrid.

Descripción del recorrido



Salida de Madrid por la Autovía del Norte (A-1) hasta El Molar. Desvío hacia El Vellón (M-129) y aquí desvío a El Espartal (M-122). Después a Torrelaguna (N-320) y de aquí a El Berrueco (M-131) pasando por el puerto de Arrebatacapas. De El Berrueco a La Cabrera (M-127), y vuelta a Madrid (A-1). Longitud aproximada de todo el recorrido en vehículo: 140 km.

El itinerario está diseñado para realizarse en un día desde Madrid. Los puntos de observación se han seleccionado cercanos a la carretera y accesibles a pie (andando menos de 1 km en cada parada). Los lugares de parada cuentan con espacio para aparcar varios coches o un autobús, aunque a veces el espacio es bastante limitado y puede hacer falta maniobrar. Por favor, deja el vehículo aparcado fuera de la carretera (nunca en el mismo arcén) y donde no obstruya el paso. Deberemos tener mucho cuidado si hay que cruzar la calzada, intentando permanecer el mínimo tiempo sobre el firme o el arcén.

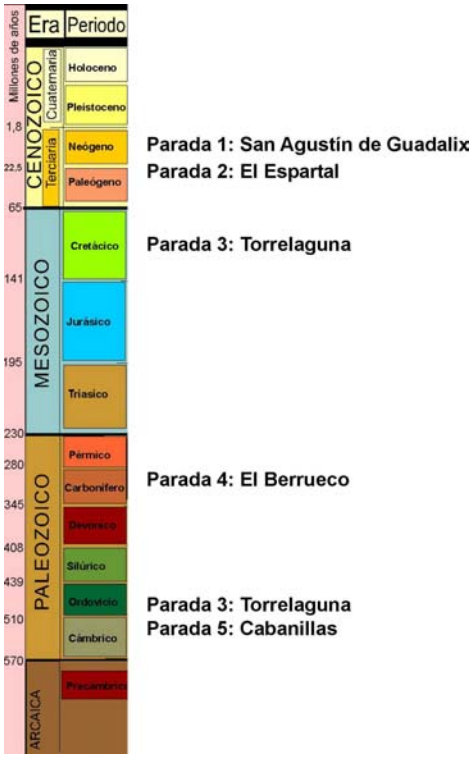
Los recuadros verdes indican la situación de los mapas geológicos de la página 9.

Geología del itinerario

Descripción de los aspectos geológicos generales de este recorrido

A continuación hay unas figuras esquemáticas para situar el recorrido y las paradas de las que consta el itinerario geológico, indicadas del 1 al 5. La idea es poder hacer tres paradas por la mañana y dos por la tarde, parando a comer en Torrelaguna o El Berrueco. Si hacemos el recorrido en verano (días más largos) y le dedicamos poco tiempo a cada parada, puede que nos sobre tiempo. Si hacemos el recorrido en invierno (días más cortos) y le dedicamos mucho tiempo a cada parada, puede que no nos dé tiempo a hacerlas todas y haya que suspender la última.

El orden de las paradas está en función de la edad de las rocas, de tal forma que a lo largo del recorrido iremos pasando de sedimentos más recientes a rocas muy antiguas. La excepción es la Parada 3, donde veremos rocas de muy diferentes edades y características. Para poder situarnos en el tiempo, a continuación hay un gráfico que indica la edad aproximada de las rocas que veremos en cada parada.



Si no entiendes algún término, puedes buscarlo en el **Glosario** o en la **escala del tiempo geológico**.

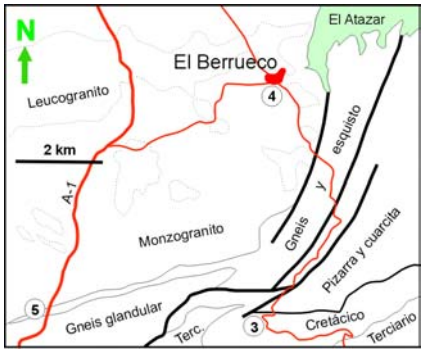
En este recorrido veremos las principales rocas y sedimentos del norte de la Comunidad de Madrid:

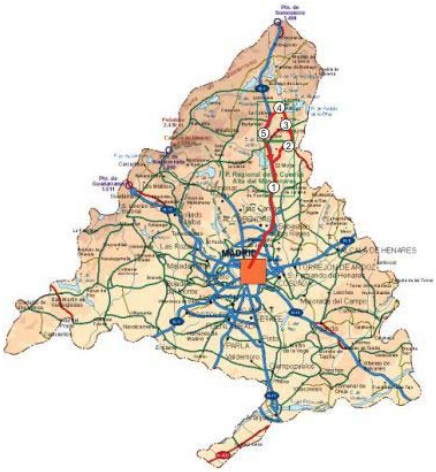
- **Rocas metamórficas**: En la Parada 3 veremos pizarras (rocas metamórficas de bajo grado) y en la Parada 5 veremos gneises (rocas metamórficas de alto grado). Debemos fijarnos en el tamaño de las micas, visibles con lupa en las pizarras y a simple vista en los gneises. También en la forma de los planos de rotura de la roca, para diferenciar pizarrosidad de esquistosidad, y para diferenciar diaclasas de fallas. Los gneises de la Parada 5 son unas de las rocas más antiguas de la Comunidad de Madrid (¡más de 400 millones de años!).

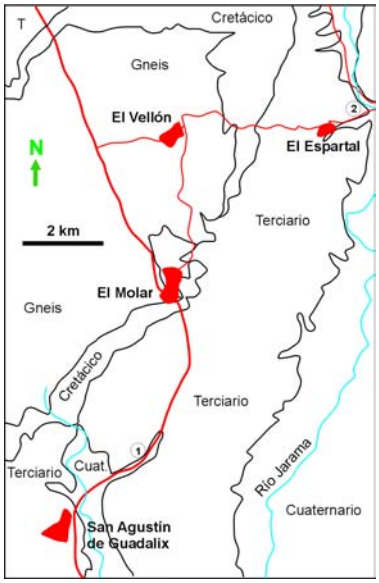
- **Rocas magmáticas plutónicas**: En la Parada 4 veremos diferentes tipos de granito, y si nos fijamos en el tamaño de los cristales y en los diferentes minerales podremos diferenciarlos. El granito es frecuente en edificios y construcciones por su resistencia para la construcción, y en la Parada 4 veremos buenos ejemplos de su utilización.

- **Rocas sedimentarias**: En la Parada 2 veremos conglomerados y areniscas del Terciario, y en la Parada 3 veremos areniscas, dolomías y calizas del Cretácico. Las dolomías y calizas son de origen marino, y por lo tanto demuestran que la zona centro de la Península Ibérica estuvo cubierta por el mar. Algunas de estas rocas también se utilizan frecuentemente en la construcción.

- **Sedimentos**: En la Parada 1 veremos arenas y gravas sin consolidar. Aunque se depositaron hace más de 10 millones de años, no se han llegado a convertir en roca y podemos desmenuzarlos con la mano. Estos sedimentos forman el sustrato de la mitad noroeste de la ciudad de Madrid.





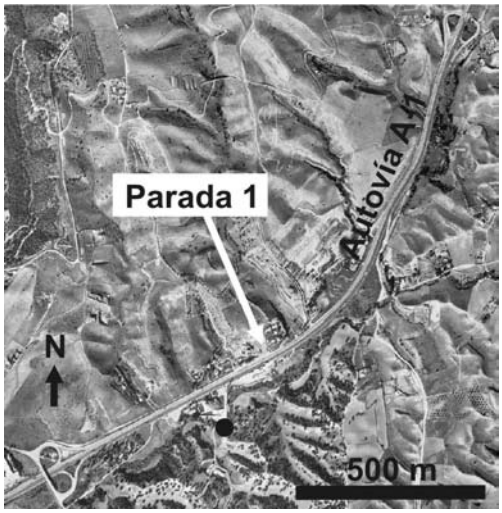


Véase también el mapa de la página 7.

Parada 1

Lugar
Taludes junto a la autovía A-1, al nordeste de San Agustín de Guadalix.

Acceso
La parada se realiza después de pasar San Agustín de Guadalix, junto a un restaurante próximo al km. 38 de la A-1 (Madrid-Burgos), pero en el lado noroeste de la autovía, es



decir, en el carril contrario al que llevamos según llegamos desde Madrid (ver la foto aérea). Para poder acceder debemos hacer el Cambio de Sentido tomando el desvío a la derecha que hay pasado el km. 38 y justo antes del km. 39 (¡atención para no pasárselo!). Una vez en dirección a Madrid, nos saldremos de la autovía en una explanada que veremos a la derecha, justo a continuación de una señal de Desvío a 500 m. Se trata del aparcamiento para clientes del restaurante.

Una vez terminada la visita a este afloramiento, nos incorporaremos a la autovía en dirección a Madrid tan solo unos cientos de metros, para tomar enseguida el primer desvío a la derecha (precisamente el que indicaba la señal de Desvío a 500 m). Hacemos el cambio de sentido para retomar la A-1 en dirección a Burgos (ver la foto aérea anterior).

Existe también la posibilidad de parar en el lado sureste de la autovía, y tomar un camino que sale hacia el sur. En los taludes de este camino y del meandro del río se puede observar la misma arcosa con niveles de conglomerado. En la foto aérea de antes está indicado con un punto negro.

Material y edad
Arcosa del Mioceno medio (aprox. 15-10 millones de años)

Características
Se trata de un sedimento arenoso poco consolidado, con poca cementación, lo que le hace deleznable y fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos (¡y por las excavadoras que hicieron el aparcamiento!). En algunas partes presenta mayor cohesión debido a la mayor cantidad de arcilla. Si nos fijamos en el corte del talud (ver la foto), de abajo a arriba se pueden observar variaciones en la tonalidad y en el tamaño de los

granos: son los estratos. Nos indican la acumulación sucesiva de diferentes capas en el tiempo: las más antiguas abajo, y las más recientes arriba.
Si miramos la arcosa en detalle, preferiblemente con una lupa, veremos que está formada por granos de arena de composición variable, forma más o menos redondeada, y tamaño bastante grueso para ser una arena. Los geólogos clasifican los granos con más de 2 mm como grava. Cuando estos granos de varios centímetros son muy abundantes y con formas redondeadas, entonces a la roca o sedimento se le llama conglomerado.
La composición de los granos es fundamentalmente de cuarzo, feldespatos y micas. El cuarzo se caracteriza por ser translúcido y de tonos grisáceos, los feldespatos son opacos y de tonos blanquecinos, y las micas son brillantes y aplanadas, unas veces blancas (moscovita) y otras negras (biotita).

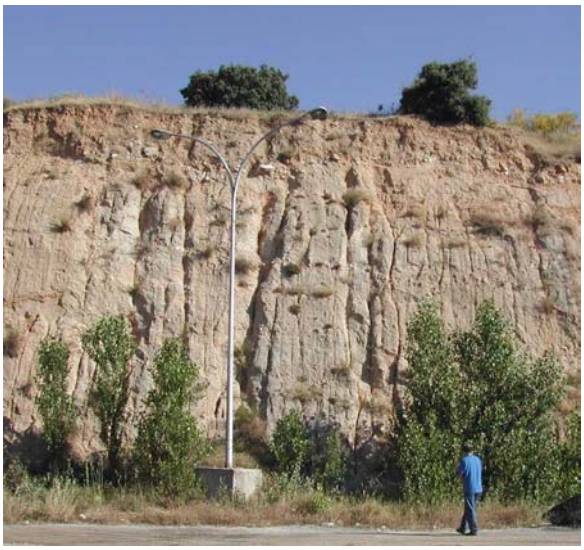


Imagen: En el talud de la Parada 1 vemos los sedimentos arenosos (arcosas) que forman una gran parte del piedemonte de la sierra.

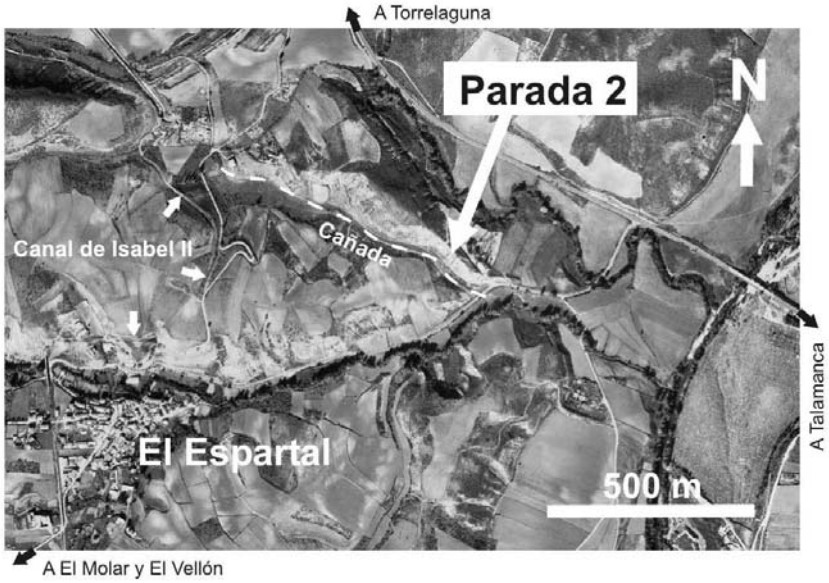
Origen

¿De dónde vienen estos minerales? Contamos con un indicio detectivesco muy útil para saber de dónde vienen los granos más pequeños, y son los granos más grandes: los cantos de grava que hay dispersos en la arcosa son muestras directas de las rocas que se erosionaron para dar lugar al material que vemos aquí. Encontraremos algunos de cuarzo, otros de granito, otros de gneis, otros de feldespato... En resumen, nos están indicando que en una zona próxima y más elevada se estaban erosionando rocas con esta composición. Los fragmentos erosionados fueron después arrastrados por las aguas y depositados donde los vemos ahora, ¡pero el paisaje era completamente distinto al actual! Estamos hablando del Mioceno, y en concreto hace entre 15 y 10 millones de años. El clima era más cálido y húmedo que el actual, la vegetación diferente, y el relieve formado por grandes abanicos aluviales, es decir, grandes llanuras con pendiente que bajaban desde montañas situadas al norte, hacia lagos situados al sur, por la zona de Madrid ciudad.
En cambio, el paisaje que vemos hoy es resultado del encajamiento del río Jarama y su afluente el río Guadalix en estos sedimentos poco consolidados. Como las arcosas no han estado enterradas a mucha profundidad, no están suficientemente compactadas y cementadas para convertirse en una roca dura y resistente a la erosión. Por lo tanto, el relieve de esta zona es alomado, sin afloramientos rocosos, y cuando no hay vegetación son frecuentes las cárcavas y pequeños surcos de erosión por la escorrentía del agua de lluvia que arrastra los granos. El talud norte del aparcamiento tiene buenos ejemplos de estos surcos.

Parada 2

Lugar
Ladera de una loma próxima a la cañada que pasa al noreste de El Espartal.

Acceso
Antes de llegar, entre la Parada 1 y la 2, debemos fijarnos en el paisaje y los cambios del relieve que se ven en dos lugares: uno a la entrada de El Molar, y otro en la bajada de El Vellón a El Espartal. Se atraviesan formaciones geológicas (areniscas, calizas y dolomías del Cretácico superior) que veremos después en detalle en la Parada 3.



La parada 2 se realiza después de pasar El Espartal, junto a una cañada que está indicada en la misma carretera, cerca del km. 8,6 de la M-122 entre El Molar y Torrelaguna. El vehículo lo dejaremos a la izquierda según llegamos, aparcado junto a la carretera, entrando un poco en el camino que sigue la cañada, y nosotros subiremos gradualmente por la ladera que queda a nuestra derecha según hemos entrado en la cañada (ver la foto aérea).

Imagen: El límite entre los dos estratos (marcado por las flechas amarillas) es irregular como resultado de la erosión de la arena roja antes de que se depositara el conglomerado gris.

Material y edad
Conglomerados polimícticos (o sea, de composición muy variada) del Oligoceno superior a Mioceno inferior (aprox. 30-20 millones de años).

Características
A lo largo de la ladera de la loma al norte de la cañada podemos ver cantos de grava de diferentes composiciones: caliza, arenisca, cuarcita, gneis, granito, cuarzo, etc. Más arriba (siguiendo por la loma hacia el noroeste), donde un camino corta la loma, se puede observar un buen afloramiento de una capa de conglomerado, y ver cómo se apoya sobre una capa de arenisca (ver las fotos). El límite que se observa entre las dos capas es lo que en geología se llama un contacto erosivo. ¿Qué significa esto? Pues, simplemente, que antes de que se depositara el conglomerado, el agua había erosionado las areniscas y formado un relieve que fue rellenado por la arena y grava de cantos de río que después, tras el enterramiento, dio lugar al conglomerado. Como siempre, la erosión del agua tiene lugar en el fondo y los laterales del cauce de un río, y por eso a este tipo de límite se le suele llamar paleocanal, o sea, un antiguo canal fluvial.
Además, como se ve en la foto, el conglomerado está atravesado por bandas de color más claro y tamaño de grano más fino.

Origen
Como en la parada anterior, aquí también veremos capas de sedimentos y rocas depositados por el agua en antiguos ríos y llanuras aluviales. A diferencia de las arcosas, los conglomerados son (1) de tamaño de grano más grueso, y (2) de composición diferente, indicando por lo tanto (1) que se depositaron más cerca del área fuente, y (2) que en el Oligoceno superior y Mioceno inferior las rocas que se estaban erosionando en el área fuente eran diferentes y más variadas que en el Mioceno medio.

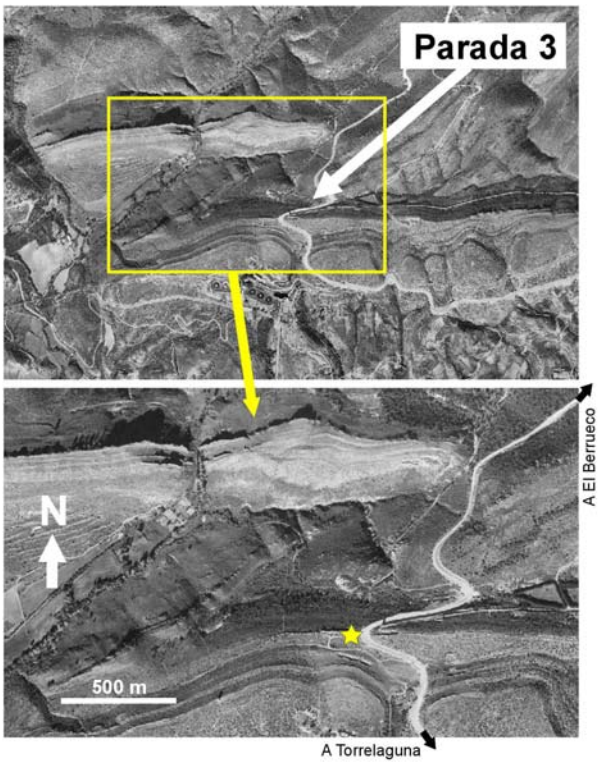
Las bandas claras se deben a fracturas o fallas originadas por antiguos terremotos, y en las que el agua ha podido entrar más fácilmente, dando lugar a un mayor grado de alteración.

El paisaje es transicional entre el relieve alomado de la Parada 1, y los roquedos que veremos en la Parada 3 (y que ya habíamos visto entre las Paradas 1 y 2). Esto nos indica que el tipo de roca tiene una composición y resistencia intermedias.

Parada 3

Lugar
Alrededores de Torrelaguna.

Acceso
La parada se realiza después de pasar Torrelaguna, en lo que se conoce como el Puerto de Arrebatacapas (¿será por lo ventoso?), en torno al km. 6 de la M-131 entre



Torrelaguna y El Berrueco. El vehículo se puede aparcar junto a la carretera: si es autobús entrando un poco en el camino que sale a la izquierda justo en la curva (indicado con una estrella amarilla en la foto aérea), y si es un coche algo más adelante en un pequeño ensanchamiento. Después de disfrutar la espectacular vista que se nos ofrece hacia el norte, andaremos por la cuneta de la carretera hacia el nordeste.

Material y edad
Primero arenas, areniscas y dolomías del Cretácico superior (95-85 millones de años), y al final pizarras del Ordovícico inferior (480-460 millones de años).

Imagen: Vista hacia el noroeste desde el mirador.

Características
Esta parada es la más interesante de todas, pues aparte de ver muchos tipos de rocas y de diferentes edades, se disfruta también una espectacular vista del entorno de la sierra. Es el sitio ideal para ver cómo cada tipo de roca o sedimento da lugar a un tipo diferente

de paisaje. Esto es porque el sustrato geológico, o sea, las diferentes rocas y sedimentos, originan un tipo de relieve y un tipo de vegetación en función de su composición y resistencia a la erosión, entre otros factores.
Desde el mirador (indicado con una estrella amarilla en la foto aérea) hasta la siguiente curva, la carretera corta capas de dolomía, arenisca, y arenas, fundamentalmente. Deberemos fijarnos en el tamaño de grano, composición, y grado de consolidación y resistencia.
Al final del recorrido, pasando la curva siguiente, veremos otro tipo de roca totalmente diferente: pizarras. Se trata de una roca metamórfica que es el resultado de enterrar arcilla y limo a gran profundidad (varios kilómetros), con lo que se ve sometida a elevadas presiones y temperaturas. Con el enterramiento, los minerales de la arcilla se adaptan a las nuevas condiciones y se producen transformaciones: aumenta el tamaño de los granos (se pueden ver con la lupa), y además se orientan siguiendo planos paralelos. Esto es lo que da lugar a la pizarrosidad, esa propiedad característica de las pizarras que permite utilizarlas para techar casas, e incluso para hacer pizarras como antes, ¡de pizarra!

Imagen: Areniscas y dolomías del Cretácico.

Origen
Las dolomías y arenas s se depositaron hace más de 80 millones de años, en el Cretácico superior. Evidentemente, el paisaje de entonces era completamente diferente: la zona estaba ocupada por amplias playas y marismas, con un mar somero y cálido bajo clima tropical. En la lejanía, hacia el oeste, se verían pequeños relieves que quedaban de la erosión de una cordillera antigua, y hacia el este, el ancho océano. En este tipo de ambiente se acumularon las arenas procedentes del lejano oeste, removilizadas por el oleaje y las mareas. Por eso son de tamaño de grano pequeño, y bastante bien redondeadas en comparación con las de la Parada 1.

Imagen: Pizarras del Ordovícico.

En cuanto a las pizarras, proceden de un antiguo sedimento de arcilla y limo que se depositó en el fondo del mar. Lo sabemos porque en ellas se han encontrado fósiles de organismos marinos, algunos de ellos ya extinguidos desde hace mucho tiempo, como los graptolitos o los trilobites, y que además nos permiten saber cuándo se depositaron.
Las pizarras son bastante impermeables y silíceas, dando relieves alomados. En este tipo de rocas los únicos resaltes son algunas intercalaciones de cuarcita o vetas de cuarzo. Al otro lado del valle, las dolomías que se ven son muy resistentes a la erosión, pues están bien cementadas. Esto es lo que hace que sean frecuentemente utilizadas en las construcciones urbanas, y que originen importantes relieves como los que vemos en esta parada.

La dolomía y la caliza están hechas respectivamente de dolomita y de calcita, dos minerales de carbonato que son lentamente disueltos por el agua. Al disolverse estas rocas va quedando un residuo formado por componentes insolubles en agua, como arcillas, cuarzo, etc. Descontando las fracturas, las rocas carbonáticas no suelen ser porosas, como las arenas o areniscas, así que no pueden retener el agua de lluvia o de escorrentía, que inmediatamente se infiltra por las fracturas. Además, el agua que las disuelve se vuelve gorda (dura), y todo esto hace que la vegetación tenga que estar especialmente adaptada. Un buen ejemplo de adaptación es el árbol que está cerca de la curva con el pie protegido por un muro. Se trata de una sabina albar, especie de árbol protegida en la Comunidad de Madrid por su escasez, y que está especialmente adaptada a ambientes extremos: muy frío en invierno, muy caluroso en verano, y escasa agua disponible.

Parada 4

Lugar
El Berrueco.

Acceso
Paramos en el mismo pueblo, en la carretera de Torrelaguna a Lozoyuela. En la plaza por la que pasa la carretera hay donde aparcar. El ayuntamiento ha diseñado un recorrido como museo al aire libre que permite ver diferentes tipos de granito y los usos tradicionales que se les ha ido dando.

Imagen: Uso tradicional del granito de la sierra. Museo al aire libre de El Berrueco.

Material y edad
Granitos del Carbonífero (310-290 millones de años).

Características
El objetivo de esta parada es ver diferentes tipos de granito, los minerales que lo forman, su tamaño de grano, su grado de alteración, etc. Al mismo tiempo, veremos el uso que la gente del lugar a dado a esta roca, desde piedras de molino a dinteles de ventanas, pasando por recipientes como el que vemos en la foto. En las canteras de la zona se explota el granito como materia prima para la construcción.

Origen
El granito se forma por la solidificación y consolidación de un magma por enfriamiento en la corteza terrestre. Esto significa que antes de enfriarse era un fluido viscoso y muy caliente (más de 800ºC), como la lava volcánica, pero sin salir a la superficie. El granito se ha enfriado lentamente y en profundidad, dando tiempo a que crezcan los cristales de minerales. Esto hace que los podamos ver claramente a simple vista, sin necesidad de lupa, mientras que en las lavas volcánicas a veces son muy pequeños porque no les ha dado tiempo a crecer. Como el enfriamiento y la solidificación del granito duran tanto (miles de años), da tiempo a que se vayan formando unos minerales antes que otros, y a que haya cambios en la composición final. Las diferentes temperaturas y composiciones dan lugar a diferentes tipos de granito, de grano más grueso o más fino, con mayor o menor cuarzo, minerales félsicos, máficos, etc. Los granitos de la zona de El Berrueco se pueden agrupar en dos tipos generales. Uno más claro y de grano más fino, con mayor proporción de cuarzo y minerales félsicos, se llama leucogranito, y es más resistente a la erosión. El otro es algo más oscuro y de grano más grueso, con menos proporción de

cuarzo y mayor de minerales máficos, se llama monzogranito y es menos resistente a la erosión.

Una característica del granito es que suele ser homogéneo y no presentar estratos como los que hemos visto en las paradas anteriores. Por lo tanto, los únicos planos de debilidad para la alteración de sus minerales son los planos de fractura. Entre varios planos de fractura que limiten un gran bloque de granito, la alteración de los minerales progresa desde la fractura, que es por donde circula el agua, hacia el interior del bloque. Esto da lugar a frentes concéntricos de avance de la alteración. La roca alterada pierde la cohesión y los granos se desmoronan, haciendo que no sea apropiada para la construcción. Evidentemente, si después de alterarse bajo tierra se erosionara, entonces la parte del granito próxima a las fracturas, que es la más alterada y deleznable, sería arrastrada por el agua. Después de la erosión quedarían sólo formas redondeadas como las de la foto, tomada al norte de El Berrueco. Estas formas, llamadas berruecos, son frecuentes en las áreas graníticas de la Comunidad de Madrid, y son las que dan el nombre al pueblo.

Imagen: Granito con formas redondeadas debidas a la erosión: las zonas de fractura están más alteradas y se erosionan más fácilmente, mientras que los núcleos no están tan alterados y aguantan mejor la erosión.

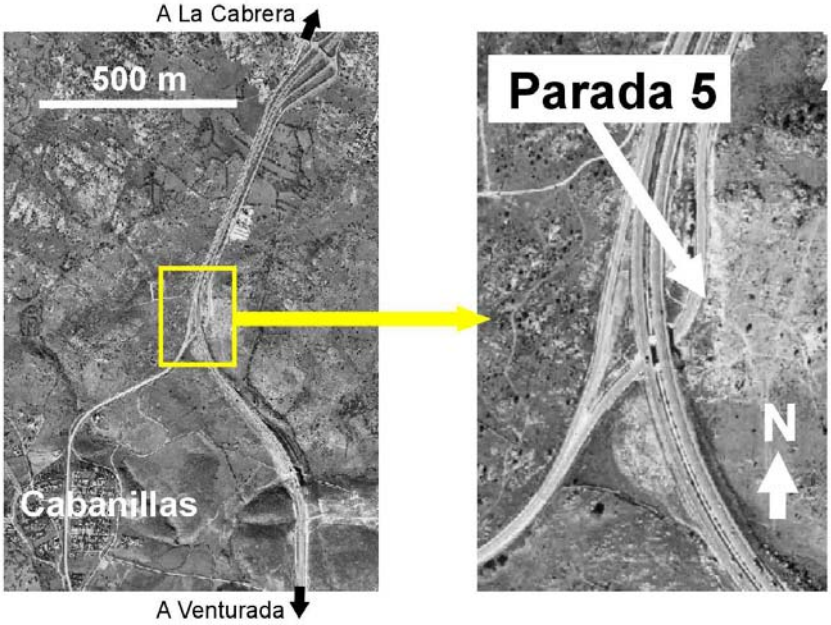
El erosionarse el granito se separan los cristales que lo formaban, originándose granos de cuarzo, feldespato o mica. Además, la alteración de los feldespatos y micas da lugar a minerales de arcilla de muy pequeño tamaño que son fácilmente arrastrados por el agua y alcanzan grandes distancias pues viajan en suspensión y tardan mucho en caer al fondo. Igual ocurre si los arrastra el viento, en cuyo caso las distancias pueden ser de cientos y miles de kilómetros viajando suspendidos en el aire. Así que... ¡ya sabes de qué está hecho una gran parte del polvo que entra en tu casa!

En el recorrido hacia la Parada 5 nos fijaremos en el paisaje y las formas del relieve que quedan a ambos lados de la carretera, y que nos dan información sobre el tipo de granito que las origina sin necesidad de que lo veamos de cerca: los grandes relieves, como el del Pico de la Miel, de leucogranito, y los más erosionados, de monzogranito (mira también el mapa de la página 9).

Parada 5

Lugar
Alrededores de Cabanillas de la Sierra.

Acceso
La parada se realiza en una pequeña cantera que ha quedado abandonada junto a la autovía Madrid-Burgos. El acceso es algo complicado, y el aparcamiento no lo es menos, aunque el ramal no es muy transitado. Volviendo de El Berrueco hacia Madrid, tomamos la autovía A-1 dejando La Cabrera, e inmediatamente tomamos el desvío a Cabanillas. Una vez fuera de la autovía, haremos un giro de 180º en Cabanillas para volver hacia el norte como si fuéramos a volver a la autovía en dirección norte. Pararemos a la derecha nada más pasar por debajo de la autovía.



Material y edad
Gneis del Paleozoico (560-440 millones de años).

Características
El gneis es una roca metamórfica en la que los minerales originales han sufrido tantos cambios que están prácticamente irreconocibles. Igual que le ocurría a la pizarra, al estar sometido a muy altas temperaturas y presiones en el interior de la corteza terrestre, los minerales sufren transformaciones y se adaptan a las nuevas condiciones. El gneis tiene casi los mismos minerales que el granito, pero se caracteriza por presentar bandas delgadas de diferente composición (más cuarzo, más feldespatos, más micas). A veces también presenta cristales grandes de feldespato que se conocen como glándulas o porfiroblastos, y que dan lugar a los llamados gneises glandulares. También se pueden observar diques de pegmatita y vetas de cuarzo. De todo ello se pueden ver ejemplos en esta parada.

Origen
Como ya hemos visto, el gneis se forma a grandes profundidades y a partir de otras rocas que sufren transformaciones (metamorfismo). La razón es simple: los minerales tratan de adaptarse a las nuevas condiciones de alta temperatura y alta presión que se encuentran con el enterramiento. Digamos que "ya no se encuentran cómodos", y entonces tienen

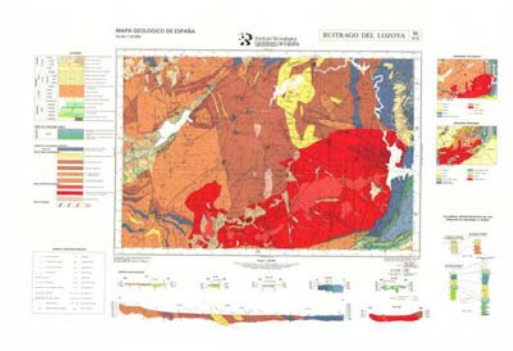
que reordenarse, cambiar su posición, su forma o su estructura. Incluso se disuelven y con los iones resultantes se forman otros minerales diferentes que ya "sí que se encuentran cómodos". El resultado es lo que vemos en la foto: bandas de diferente color y composición (micas brillantes, feldespatos blanquecinos, cuarzo grisáceo). El cristal de feldespato del centro caracteriza la roca como un gneis glandular. Las manchas rojizas y anaranjadas se deben a la oxidación e hidratación de minerales de hierro como la pirita, la biotita o la magnetita, para dar lugar a otros como hematites, goethita o limonita. Las bandas están replegadas debido a la compresión y deformación originada por la tectónica (o sea, a los movimientos de las placas tectónicas de la corteza terrestre) cuando la roca estaba en profundidad.

Imagen: Gneis glandular del Paleozoico. Una de las rocas más antiguas de la Comunidad de Madrid.

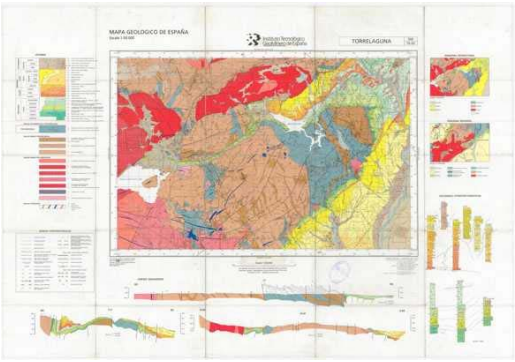
En esta parada también se pueden ver vetas que cortan la roca. Se trata de grietas o fracturas formadas cuando la roca estaba en profundidad, y que se fueron abriendo y rellenando con minerales como los del gneis, pero con cristales mucho más grandes. Los geólogos llaman a estas rocas "diques de pegmatita", y en ellas a veces se pueden encontrar minerales bastante raros.

Mapas geológicos

El Instituto Geológico y Minero de España publica mapas geológicos y geomorfológicos. Para este recorrido en concreto nos interesan las hojas a escala 1:50.000 números 484 (Buitrago) y 509 (Torrelaguna). Las imágenes escaneadas de los mapas geológicos (archivos JPG) pueden descargarse gratuitamente desde http://www.igme.es/internet/sistemas_infor/sigC.htm



Hoja 484 (Buitrago)



Hoja 509 (Torrelaguna)

Mapa 484 (3,6 Mb) disponible en:
http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50/jpg/d4_jpg/Editado_MAGNA50_484.jpg

Mapa 509 (4,7 Mb) disponible en:
http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50/jpg/d5_jpg/Editado_MAGNA50_509.jpg

Cada mapa geológico y geomorfológico junto con su memoria explicativa puede adquirirse en la tienda del IGME (Servicio de Publicaciones). En La Tienda Verde también se pueden comprar mapas topográficos y geológicos.

Fotos aéreas

La Comunidad de Madrid ofrece buenas fotos aéreas de diferentes fechas, disponibles en: http://gestiona.madrid.org/nomecalles/

También se pueden consultar las fotos aéreas del Sistema de Información Geográfica Oleícola (http://w3.mapya.es/dinatierra_v3/) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y que es de donde hemos obtenido las que se incluyen en la descripción de las paradas del itinerario.

Desde hace poco, el portal Google de internet ofrece imágenes de satélite y fotos aéreas de forma gratuita, disponibles en: http://earth.google.com/

Glosario

Una lista de términos poco frecuentes, explicados de forma sencilla.

Si no encuentras aquí la palabra que buscas, avísame. También puedes buscarla en el glosario geológico del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos o puedes preguntarle a un experto.

(las referencias cruzadas se indican en *cursiva*)

Arcilla: el término arcilla puede hacer referencia al tamaño de grano o a la composición del *sedimento*. Por un lado, es un *sedimento* compuesto por granos de un tamaño de menos de 4 micras (o sea, menos de 4 milésimas de milímetro). Para hacerse una idea, los granos no se notan ni al tacto ni con la boca. Por otro lado, también se llama arcilla a los minerales del grupo de los silicatos con estructura en hojas (filosilicatos) y tamaño de grano muy pequeño (décimas a milésimas de milímetro). Son ejemplos la caolinita, la esmectita, la sepiolita. Cuidado, porque... ¡no todos los minerales del grupo de la arcilla son de tamaño arcilla, ni todos los minerales de tamaño arcilla son del grupo de las arcillas!

Arcosa: *arenisca* rica en *feldespatos* y con menos de un 75% (3/4) de los granos de *cuarzo*.

Arena: *sedimento* compuesto por granos sueltos (no cementados) de un tamaño entre *limo* y *grava*, es decir, entre 0,06 y 2 milímetros.

Arenisca: *roca sedimentaria* compuesta por granos de tamaño *arena* unidos por una matriz y/o cemento de grano más fino.

Argilita: *roca sedimentaria* compuesta por granos de tamaño *arcilla*.

Calcita: *mineral* compuesto de carbonato de calcio ($CaCO_3$) con estructura cristalina trigonal.

Caliza: *roca sedimentaria* compuesta principalmente por *calcita*.

Carbonato: compuesto químico en el que el anión principal es $(CO_3)^{-2}$.

Conglomerado: *roca sedimentaria* compuesta por granos de tamaño *grava* (más de 2 milímetros).

Cuarzo: *mineral* compuesto de sílice (SiO_2) con estructura cristalina trigonal.

Cuarcita: *roca metamórfica* compuesta por granos de tamaño *arena* predominantemente compuestos de *cuarzo*, y que están cementados por *cuarzo*, dando lugar a una *roca* muy dura y resistente a la erosión.

Cuaternario: periodo geológico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 1,8 millones de años hasta la actualidad. Se divide en *Pleistoceno* y *Holoceno*.

Cubeta sedimentaria: cuenca endorreica que recibe *sedimentos* y permite que se acumulen.

Depresión tectónica: zona de menor altura y relieve limitada por fallas.

Diaclasa: rotura de rocas sin desplazamiento, generalmente a pequeña escala (centímetros a metros).

Dolomía: *roca sedimentaria* compuesta principalmente por *dolomita*.

Dolomita: *carbonato* de calcio y magnesio con estructura cristalina trigonal.

Endorreica: cuenca hidrográfica sin salida al mar.

Esquisto: *roca metamórfica* compuesta principalmente por *micas* visibles sin lupa (más de 1 mm), algunos otros *minerales* (por ejemplo, *cuarzo*), y por la presencia de *esquistosidad*.

Esquistosidad: propiedad de las *rocas metamórficas* de romperse por planos irregulares más o menos paralelos debido a la orientación preferente de los cristales de *mica* visibles sin lupa (más de 1 mm).

Exorreica: cuenca hidrográfica con salida al mar.

Falla: rotura de rocas con desplazamiento, generalmente a gran escala (metros a kilómetros).

Feldespatos: *minerales* compuestos de tetraedros de sílice y alúmina (silicato alumínico) unidos en una estructura cristalina tridimensional. Generalmente presentan colores claros. Ejemplos: ortosa (de potasio), albita (de sodio), anortita (de calcio).

Gneis: *roca metamórfica* compuesta principalmente por *cuarzo*, *feldespatos* y *micas*, y que estuvo sometida a alta temperatura y presión en el interior de la corteza terrestre, dando lugar a un bandeado característico.

Granito: *roca plutónica* compuesta principalmente de *cuarzo*, *feldespato alcalino* y *plagioclasa* en cantidades variables, generalmente acompañados también de *hornblenda*, *biotita* y otros minerales secundarios.

Granitoide: término genérico utilizado en la descripción de *rocas* en el campo para hacer referencia a *rocas plutónicas* de composición aparentemente similar a un *granito*, y pendiente de su confirmación una vez que se haya hecho el análisis químico, mineralógico y petrológico.

Grava: *sedimento* compuesto por granos y cantos de un tamaño de más de 2 milímetros.

Holoceno: periodo geológico del *Cuaternario* que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 11.500 años hasta la actualidad (también se suele poner el límite en los 10.000 años).

Leucogranito: *granito* con mayor contenido en *minerales félsicos* y menor en *minerales máficos*, y generalmente de color más claro.

Limo: *sedimento* compuesto por granos de un tamaño entre 0,0625 y 0,004 milímetros, o lo que es lo mismo, entre 62,5 y 4 micras (milésimas de milímetro). Para hacerse una idea, los granos no se notan al tacto, pero sí con la boca (al morder un poco del sedimento entre los dientes).

Limolita: *roca sedimentaria* compuesta por granos de tamaño *limo*.

Lutita: *roca sedimentaria* compuesta por granos de tamaño *limo* y *arcilla*.

Magma: mezcla de minerales, líquidos y gases que se forma en el interior de la Tierra por fusión parcial al aumentar la temperatura y/o disminuir la presión. Se le llama lava cuando surge en la superficie.

Marga: *roca sedimentaria* compuesta por una mezcla de *carbonatos* y sedimento fino (*limo* y *arcilla*).

Micas: *minerales* compuestos de tetraedros de sílice y alúmina (silicato alumínico) unidos en una estructura cristalina bidimensional (planar). Ejemplos: moscovita (de potasio), biotita (de potasio, hierro y magnesio).

Mineral: compuesto sólido inorgánico natural con estructura cristalina y composición química definidas.

Minerales félsicos: término genérico para referirse al *cuarzo* y *silicatos* del grupo de los *feldespatos*, generalmente de colores claros y baja densidad.

Minerales máficos: término genérico para referirse a *silicatos* ricos en hierro y magnesio, como olivino, piroxeno, hornblenda, biotita, etc., generalmente de colores oscuros y alta densidad.

Monzogranito: *granito* con menor contenido en *cuarzo*, y generalmente de color más oscuro.

Mioceno: periodo geológico del *Terciario* que corresponde al tiempo transcurrido hace entre 23 y 5,3 millones de años.

Pizarra: *roca metamórfica* compuesta principalmente por *micas* visibles con lupa (menos de 0,5 mm) y por la presencia de *pizarrosidad*.

Pizarrosidad: propiedad de las *rocas metamórficas* de romperse por planos paralelos debido a la orientación preferente de los abundantes cristales de *mica* visibles con lupa (menos de 0,5 mm).

Pleistoceno: periodo geológico del *Cuaternario* que corresponde al tiempo transcurrido hace entre 1,8 millones de años y 11.500 años.

Roca: sustancia sólida compuesta por uno o más *minerales*, originada de forma natural por procesos geológicos: solidificación de un magma (*roca ígnea*), acumulación de sedimento (*roca sedimentaria*), o cambios en los *minerales* por aumento considerable de la temperatura y/o la presión (*roca metamórfica*).

Roca calcárea o carbonática: *roca sedimentaria* compuesta en su mayor parte por carbonato.

Roca ígnea: *roca* formada por el enfriamiento y solidificación de un magma.

Roca metamórfica: *roca* formada a partir de otra roca o *sedimento* por transformación de sus *minerales* debido a elevada presión y/o temperatura.

Roca plutónica: *roca ígnea* que se ha enfriado y cristalizado en profundidad, en contraposición a las *rocas volcánicas*, que se han enfriado en superficie.

Roca sedimentaria: *roca* formada por la acumulación y enterramiento de sedimentos, y su posterior compactación y modificación química al aumentar la presión y la temperatura con la profundidad.

Roca volcánica: *roca ígnea* que se ha enfriado y cristalizado en superficie, en contraposición a las *rocas plutónicas*, que se han enfriado en profundidad. Si se solidifica a muy poca profundidad, ya cerca de la superficie, se llama roca subvolcánica.

Sedimento: material sólido que ha sido o está siendo erosionado, transportado y/o depositado, y que no ha sufrido una consolidación y/o cementación como para considerarlo una roca.

Terciario: periodo geológico que corresponde al tiempo transcurrido hace entre 65 y 1,8 millones de años.

Yeso: *mineral* compuesto de sulfato cálcico hidratado.

Bibliografía

Libros sobre la geología de Madrid en los que encontrarás más información

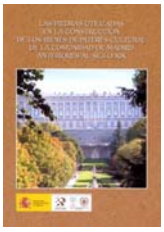
Del Prado, C., 1998. Descripción física y geológica de la Provincia de Madrid. Instituto Geológico y Minero de España, Facsímil de la edición de 1864, 219 pp.

Durán, J.J. (ed.), 1998. Patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. Sociedad Geológica de España, Madrid, 290 pp.

Instituto Geológico y Minero de España, 1988. Atlas geocientífico del medio natural de la Comunidad de Madrid. 83 pp.

Martín Álvarez, M., 2005. El Parque Regional del Sureste de Madrid: flora, fauna, geología, rutas principales. Tierrazul Ediciones, Serie Los Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad de Madrid, vol. 1, 153 pp.

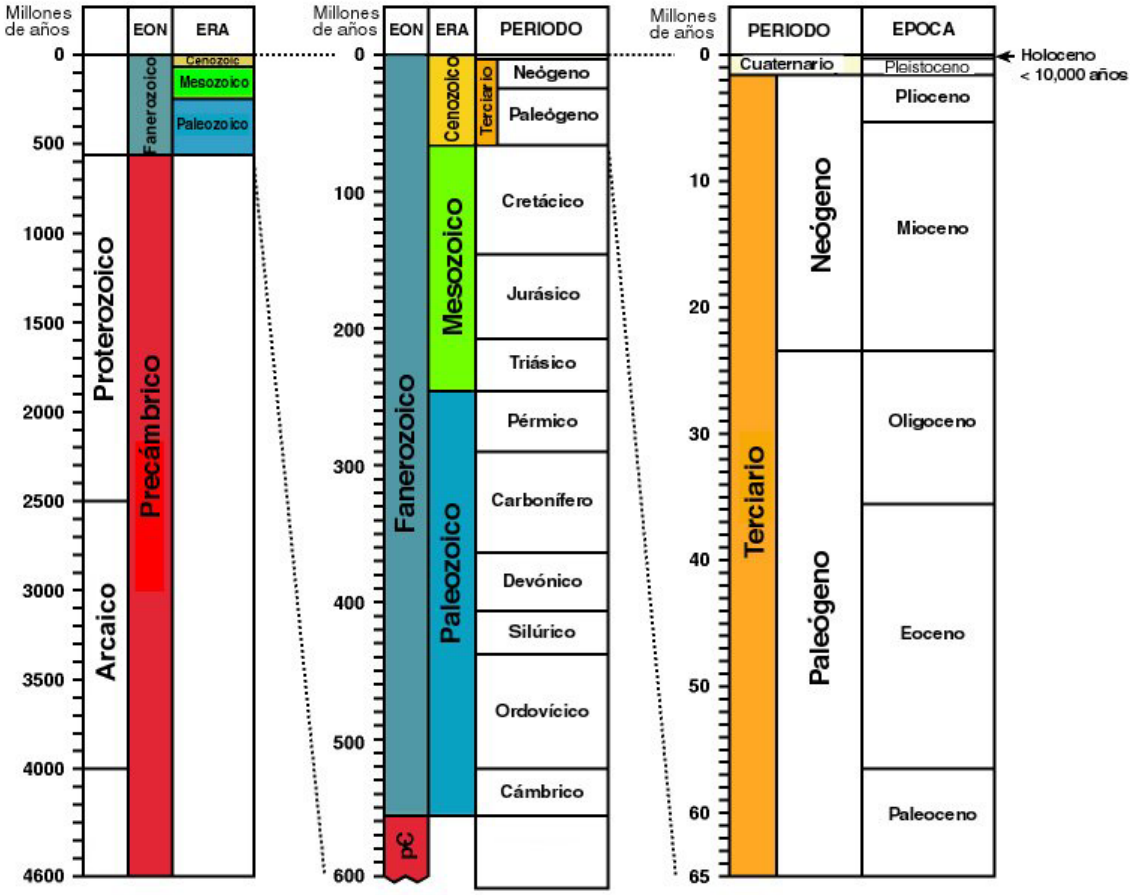
Meléndez Hevia, I., 2004. Geología de España. Una historia de 600 millones de años. Editorial Rueda, 277 pp.



Menduiña, J., y Fort, R., 2005. Las piedras utilizadas en la construcción de los Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid anteriores al siglo XIX. Instituto Geológico y Minero de España, 131 pp.

Morales, J., Nieto, M., Amezua, L., Fraile, S., Gómez, E., Herráez, E., Peláez-Campomanes, P., Salesa, M.J., Sánchez, I.M., y Soria, D. (eds.), 2000. Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid, Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía, Monográfico 6, 371 pp.

Sanz-Montero, M.E., 1996. Sedimentología de las formaciones neógenas del sur de la cuenca de Madrid. CEDEX (ed.). Serie Monografías, vol. 52, 245 pp.

Segura, M., de Bustamante, I., y Bardají, T. (eds)., 1996. Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá de Henares, Servicio de Publicaciones, Alcalá de Henares, 288 pp.

Escala del tiempo geológico