

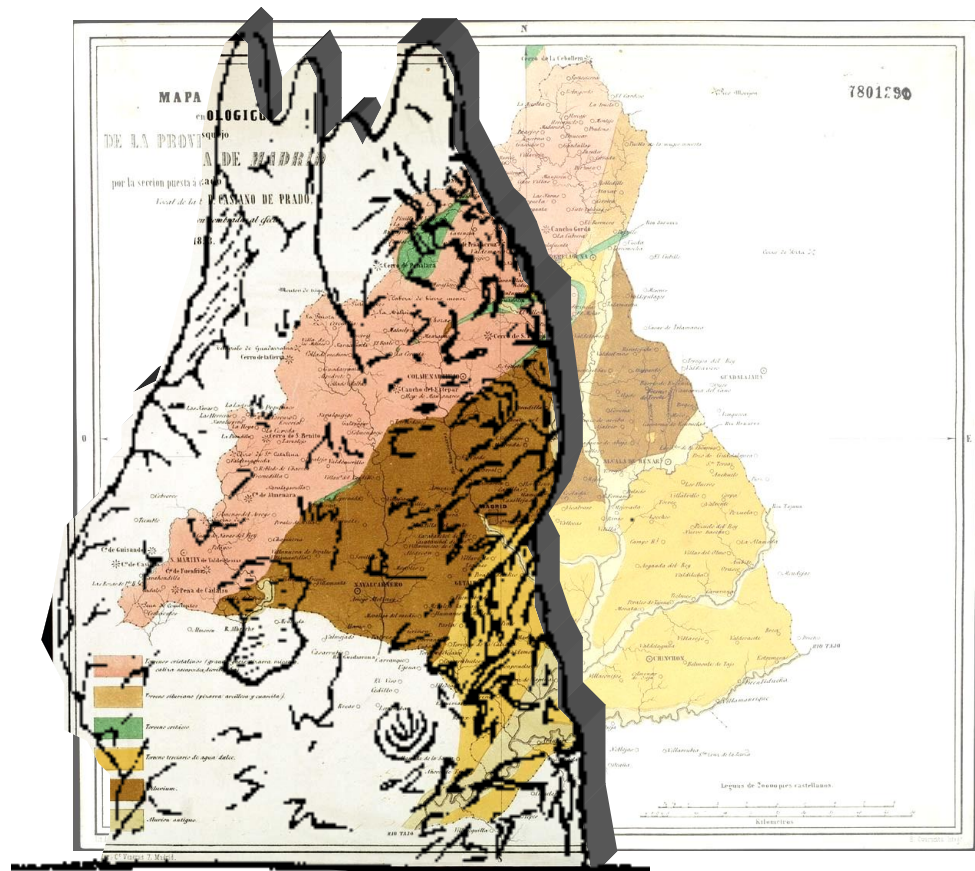
geología 11

Madrid

El relieve de la Sierra: rocas y procesos geológicos

(Hueco de San Blas)

8 de mayo
2011



Dibujo y mapa de Casiano de Prado y Vallo (1797-1866)

GUÍA DE LA EXCURSIÓN

Coordinador: A. Salazar Rincón (IGME)

Imprescindible reservar plaza en: Centro de Educación Ambiental Manzanares Teléfono: 918539978
(a partir del 25 de abril, de M a D, de 10 a 18 h)

Contenido

1.	Bienvenidos al Geolodía 11 Madrid.....	1
2.	Lugar de encuentro y recorrido	2
3.	Introducción a la geología de Madrid.....	4
4.	¿Qué tipos de rocas vamos a ver y de que edad son?.....	7
5.	Las paradas del Geolodía 11 Madrid.....	10
	Parada 1: Mirador de la Ermita de Nuestra Señora de los Remedios.....	10
	Parada 2: Calerizas del puente de los once ojos	14
	Parada 3: Afloramiento de gneises del depósito de agua (Soto del Real).....	17
	Parada 4: Huertos del Mediano	19
	Parada 5: Canto del Berrueco	21
	Parada 6: Vado del arroyo Mediano.....	24
	Parada 7: Matacanchal.....	26
6.	Un poco de historia.....	30
7.	Bibliografía recomendada y otros datos	33
	Glosario	36
	Escala del tiempo geológico.....	39

Imprescindible reservar plaza en: Centro de Educación Ambiental Manzanares Teléfono: 918539978
(a partir del 25 de abril, de M a D, de 10 a 18 h)

¡MUY IMPORTANTE! NORMAS DURANTE LA EXCURSIÓN

Realizaremos el recorrido acompañados por los educadores del Centro de Educación Ambiental y debemos cumplir en todo momento las normas que nos indiquen. Recuerda que nos encontramos en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, un espacio natural protegido.



Aves y fauna en general: La mayoría se encuentra en periodo de cría. No molestarlas, ir silenciosos para no asustarlas, no detenerse debajo de las zonas de anidamientos.



Vegetación, rocas y minerales: No recolectar nada (hojas, flores, rocas, minerales, restos arqueológicos, etc.).



Residuos: No hay que dejar ningún tipo de basura, recoger los residuos que puedas generar durante la actividad.

Equipo personal: El recorrido a pie es de unos 8,5 km. Llevar protección solar (gorra, crema), al menos 1,5 litros de agua por persona, algo para almorzar (bocadillos, sándwich, fruta), forro polar o jersey ligero y chubasquero o similar.

Calzado: El calzado debe ser cómodo para andar por el campo, mejor si es impermeable y transpirable (tipo gore-tex). Hay que vadear un arroyo, que puede llevar bastante agua; por ello, es muy recomendable llevar una tolla pequeña y calcetines de repuesto. También puede resultar cómodo llevar un par de sandalias de plástico para cruzar el arroyo.

Ir siempre en grupo y no salirse de los caminos, salvo que los educadores o los monitores así lo indiquen ¡Existen excavaciones de canteras ocultas bajo la maleza y muy peligrosas! Recordar que siempre hay que tener un comportamiento respetuoso con el medio ambiente y con nuestros compañeros.

1. Bienvenidos al Geología 11 Madrid

El Geología_11 consiste en un conjunto de excursiones gratuitas, guiadas por geólogos, y abiertas a todo tipo de público, sean cuales sean sus conocimientos de Geología, que se organizan conjuntamente el domingo 8 de mayo de 2011 en todas provincias de España. El Geología 11 en la Comunidad de Madrid lo vamos a celebrar en un paraje localizado dentro del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, el llamado Hueco de San Blas, entre los términos municipales de Soto del Real, Colmenar Viejo, Manzanares el Real y Miraflores.

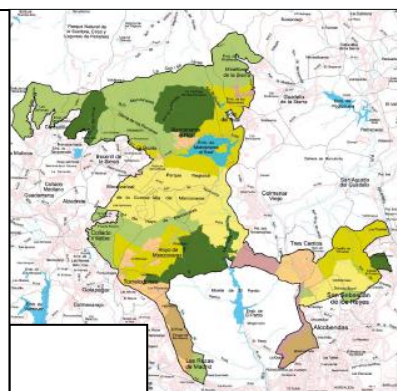
El relieve del Hueco de San Blas llama especialmente la atención, pues se trata de una zona relativamente llana y deprimida que contrasta con las elevadas montañas de la Cuerda Larga, con el caótico y laberíntico relieve de La Pedriza del Manzanares y con el solitario Cerro de San Pedro. Este singular relieve constituye un paisaje eminentemente geológico y lleno de contrastes, que tiene su origen tanto en el desigual comportamiento frente a la erosión que presentan las diferentes litologías, como en los procesos geológicos que han ocurrido a lo largo de los últimos millones de años.

En esta excursión se va a realizar un corto recorrido en coche y un paseo a pie de 8,5 km que permitirán identificar los rasgos geológicos más destacados del lugar. Esta guía pretende apoyar esta y otras visitas, ya que toda la zona es una fuente inagotable de recorridos en los que disfrutar del paisaje y de la geología.

Los monitores del Instituto Geológico de España y los educadores del Centro de Educación Ambiental Manzanares os damos la bienvenida.

La Pedriza forma parte del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, declarado como tal por la Ley 1/1985, de 23 de enero (BOCM 8/02/1985). Es una de las áreas de mayor valor natural del Parque y forma parte de la zona de Reserva Natural Integral, por ello, está sometida a ciertas medidas especiales de protección.

Entre otras medidas, cabe señalar el control del número de vehículos que acceden a la zona en la barrera existente a la entrada de ésta, donde se permite el acceso al área de aparcamiento de 375 vehículos. Además, en este puesto de control se entrega a los visitantes un folleto informativo y una bolsa para que depositen los residuos y basuras que puedan generar durante su estancia. Junto a dicha entrada se localiza también el Centro de Educación Ambiental Manzanares.



2. Lugar de encuentro y recorrido

Para participar es **imprescindible reservar plaza en:** Centro de Educación Ambiental Manzanares Teléfono: 918539978 (a partir del 25 de abril, de M a D, de 10 a 18 h)

El lugar de encuentro con los monitores y primera parada de nuestro recorrido es la ermita de los Remedios (figura 2.1), situada a cuatro kilómetros del casco urbano de Colmenar Viejo, en la carretera que se dirige a Guadalix de la Sierra. Para llegar allí, viniendo de Madrid, hay que tomar la autovía de Colmenar Viejo (M-607) y, a la altura de esa localidad, desviarse por la carretera de Guadalix de la Sierra (M-625). La Ermita de la Virgen de los Remedios está 2,5 km más adelante. Hay un amplio aparcamiento junto al recinto de la ermita. La ermita y la necrópolis visigótica son muy interesantes, por lo que es recomendable llegar con tiempo suficiente para hacer una breve visita al conjunto. Ver:

http://es.wikipedia.org/wiki/Enclave_arqueol%C3%B3gico_de_Remedios

[http://es.wikipedia.org/wiki/Ermita_de_Nuestra_Se%C3%B1ora_de_los_Remedios_\(Colmenar_Viejo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ermita_de_Nuestra_Se%C3%B1ora_de_los_Remedios_(Colmenar_Viejo)).

El recorrido en coche se inicia retomando la carretera M-625 en dirección a Guadalix. Tomaremos un desvío a la izquierda a 2,3 km, el único desvío asfaltado, y que nos llevará a las urbanizaciones Puente Real y Peña Real. Seguir siempre la misma carretera y calle, sin desviarse a izquierda o derecha. Saldremos así de las urbanizaciones, pasar por debajo de la carretera M-609 y aparcar en la explanada que se encuentra debajo del puente del ferrocarril o de los once ojos (parada 2).

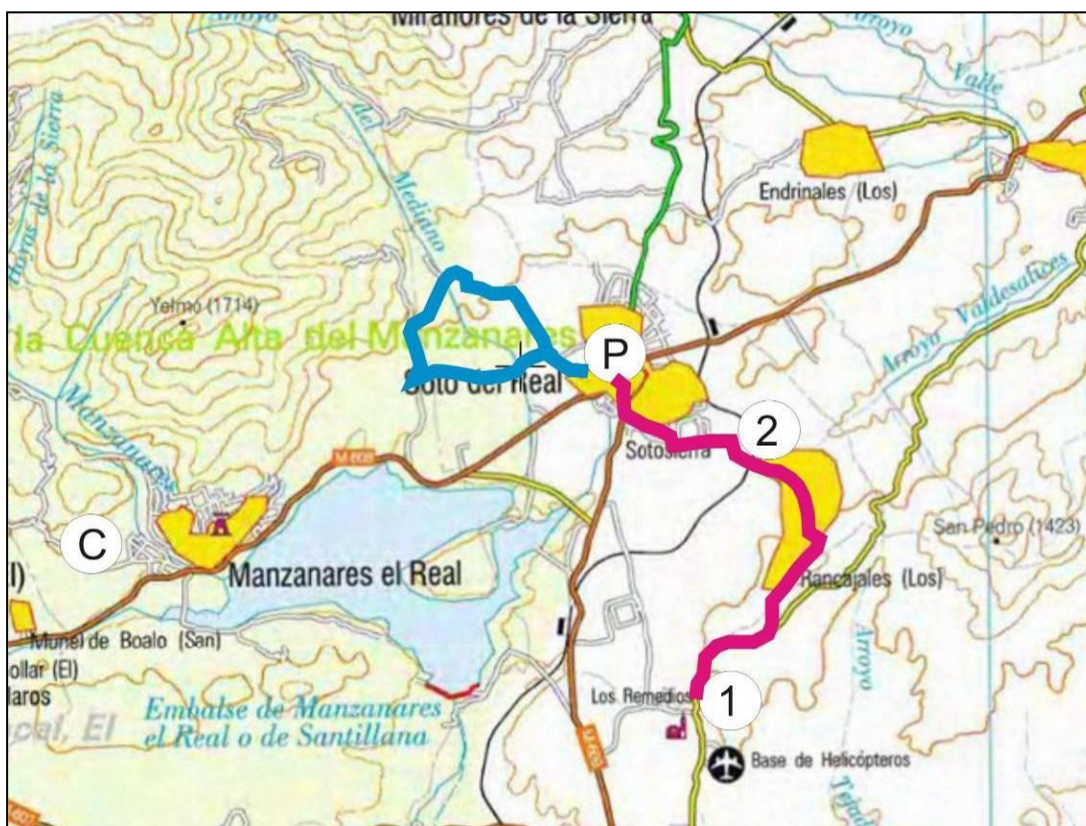


Figura 2.1: Fragmento de mapa topográfico de la zona indicando el recorrido general de la excursión (1 y 2: paradas de esta guía; línea roja: recorrido en vehículo; P: aparcamiento, línea azul: recorrido andando, C: Centro de Educación Ambiental Manzanares).

Después de esta parada, seguiremos de nuevo por la carretera asfaltada llamada “Camino del Valle” y cruzaremos otra urbanización (los Rancajales). El Camino del Valle acaba en una rotonda, que cruzaremos, para seguir recto por la calle de las Viñas (pasaremos delante del hotel Prado Real), al final de la calle girar a la izquierda, por la carretera M-608, que seguiremos apenas 300 m. Girar pronunciadamente a la derecha, casi frente al consultorio médico, para tomar la calle Los Morales, seguirla y girar a la izquierda por detrás de la iglesia (calle Travesía de la Iglesia). Llegaremos así a la amplia avenida de España y el parque de la fresneda, donde existe lugar suficiente para aparcar los vehículos sin problemas.

El recorrido a pie tiene una longitud total de 8,5 km y lo comenzamos cruzando el parque de la fresneda en dirección norte (figura 2.2). Saliendo del parque encontraremos una vía pecuaria (parada 3) que seguiremos hacia el WSW, hasta salir a la vía pecuaria por detrás llegar al puente que cruza el arroyo del mediano (parada 4). Cruzaremos dicho arroyo y seguiremos el camino que bordea la tapia de la bonita dehesa boyal de Soto en dirección primero NW, luego W y finalmente SW. Llegaremos así a una nueva vía pecuaria que seguiremos ahora hacia el N, hasta el paraje donde se encuentra el Canto Berrueco (parada 5), ya justo en el borde de La Pedriza del Manzanares. Seguiremos la vía pecuaria hacia el N y tomaremos el ramal que poco más adelante sale hacia la derecha (NE), junto a una ganadería de reses bravas, para llegar al vado que cruza el arroyo Mediano (parada 6). Pasamos a continuación por debajo del pequeño embalse de los Palancares y en los alrededores del desvío que sale a nuestra izquierda está el paraje llamado Matabancho, donde haremos la última parada (7) y aprovecharemos para almorzar. Para regresar al aparcamiento basta seguir siempre la vía pecuaria por la que veníamos en dirección SE.

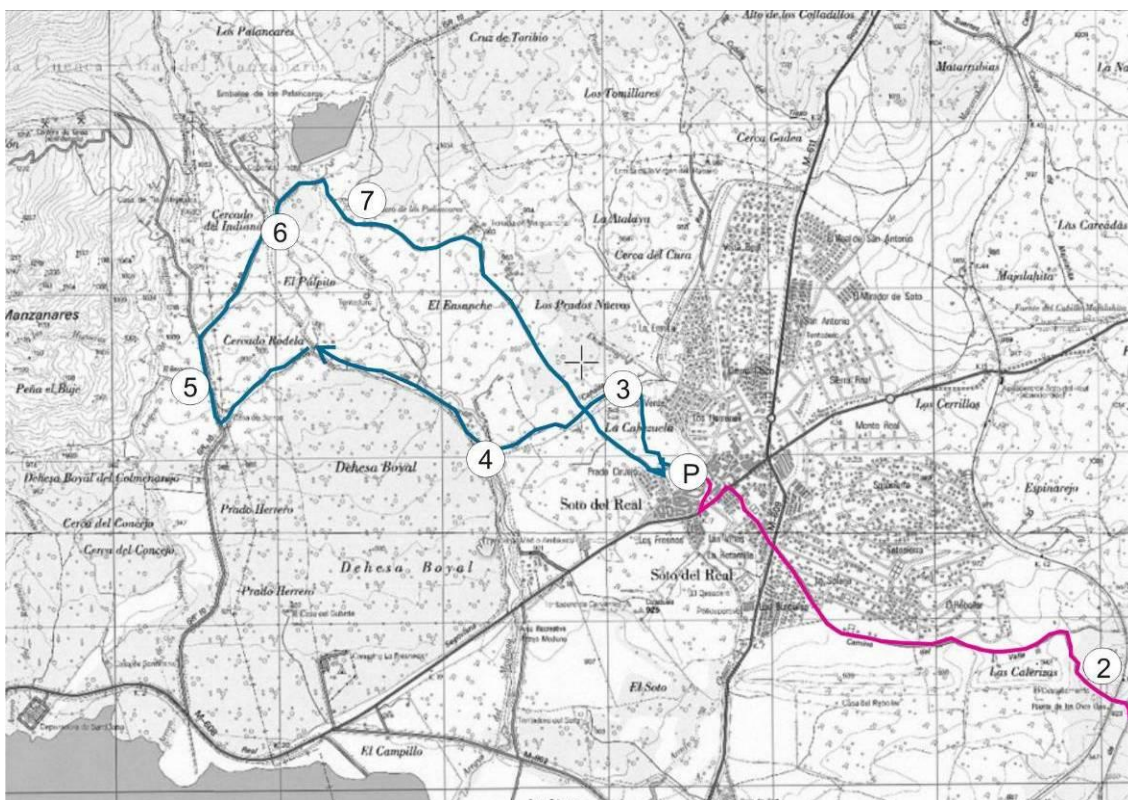


Figura 2.2: Fragmento de mapa topográfico de detalle indicando el recorrido de la excursión (2 a 7: paradas de esta guía; línea roja: recorrido en vehículo; P: aparcamiento, línea azul: recorrido andando

3. Introducción a la geología de Madrid¹

Las Sierras de Guadarrama y Somosierra se encuentran en la franja noroeste del territorio de la Comunidad de Madrid y forman parte del Sistema Central (puedes verlo en la figura 3.1). El sustrato geológico de esta zona está formado por rocas muy diversas (magnéticas, metamórficas y sedimentarias) caracterizadas por su gran antigüedad (Paleozoico y Mesozoico). Las rocas más antiguas son los gneises, mármoles y esquistos (azul en la figura 3.1). En algunos casos, la edad de estas rocas metamórficas puede superar los 500 millones de años, transcurridos desde su formación original como sedimentos en el fondo de un mar. Les siguen en antigüedad las pizarras y cuarcitas del norte de la Comunidad (verde oscuro en la figura 3.1), rocas sedimentarias originalmente depositadas en el fondo de un océano durante el Ordovícico y Silúrico, cuando la Península Ibérica formaba parte del borde del supercontinente Gondwana, y que posteriormente sufrieron un metamorfismo menor que los esquistos y gneises. Los granitos de la Sierra de Guadarrama (rosa en la figura 3.1) son rocas ígneas plutónicas que se formaron en el Carbonífero, durante la llamada Orogenia Varisca (antes también conocida como Hercínica), una época en la 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) quedó más o menos plana y volvió a quedar cubierta por el mar. De esta forma, durante el transcurso de algunos millones de años, casi hasta el final del Cretácico, se sedimentaron arenas, calizas y dolomías en las costas y mares tropicales que existían entonces en la Comunidad de Madrid. Las extensas capas que se depositaron en el fondo de este mar durante el Cretácico fueron después plegadas y fracturadas al levantarse el Sistema Central en el Cenozoico (Orogenia Alpina).

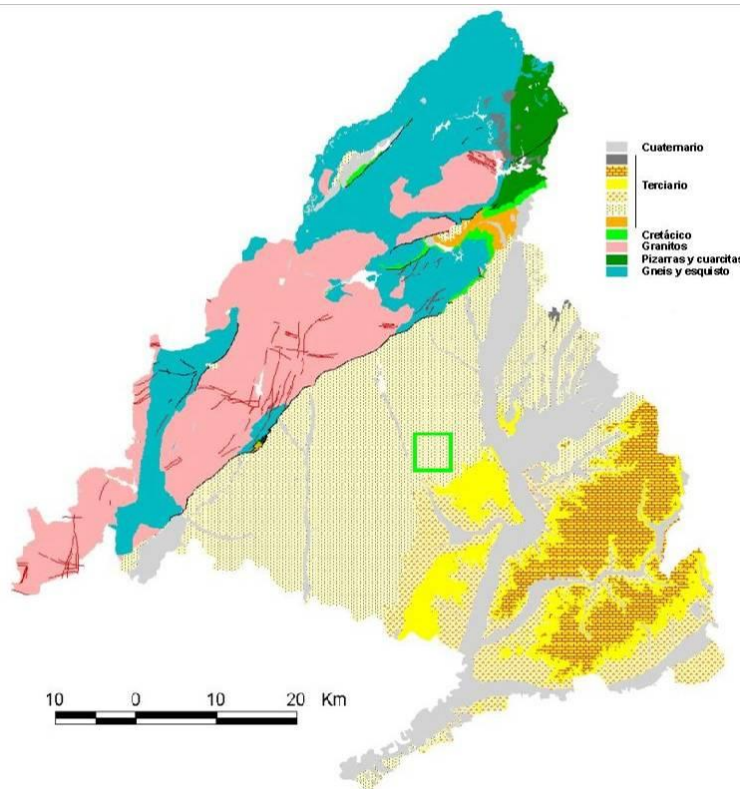


Figura 3.1: Esquema geológico de la Comunidad de Madrid.

¹ La introducción de esta guía, algunas partes de la descripción de las paradas y el glosario que figura al final de la misma, procede de: DÍAZ-MARTÍNEZ, E. y RODRÍGUEZ ARANDA, J.P. (2008). *Itinerarios geológicos en la Comunidad de Madrid*. MEC / IGME. Madrid. Puedes consultarla en:

<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/geologicas/ItinerariosGeologicos/>

El movimiento continuo de las placas litosféricas que forman la corteza terrestre, y las colisiones

entre esas placas, han generado las cordilleras y montañas. 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 del norte y oeste de la Comunidad de Madrid- 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, la colisión de la Placa Ibérica con la Placa Euroasiática para dar lugar a los Pirineos, Cordillera Cantábrica y Cordillera Ibérica, y por otro lado, la colisión de la Placa de Alborán con las Placas Ibérica y Africana para dar lugar a las Cordilleras Béticas y al Sistema Central por el norte y al Rif Marroquí por el sur.

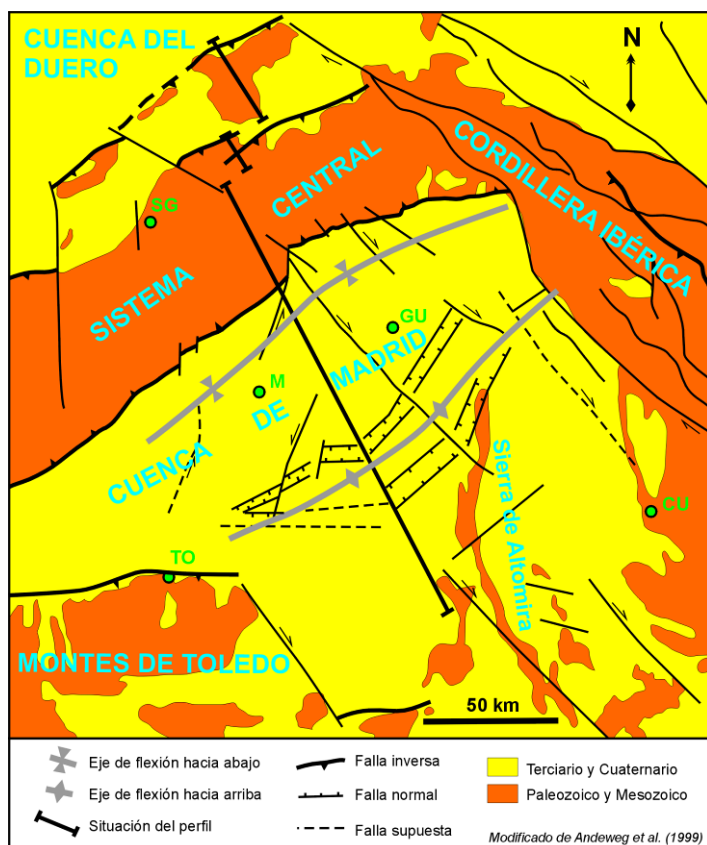


Figura 3.2: Principales estructuras tectónicas que afectan a la corteza terrestre en la zona central de la Península Ibérica. Las siglas se refieren a las capitales de provincia.

Durante la Orogenia Alpina no sólo se elevaron cordilleras, sino que, al mismo tiempo, según se iban formando los nuevos relieves, éstos se erosionaban.

Los torrentes y ríos que entonces, igual que ahora, bajaban de las montañas del Sistema Central, arrastraban sedimentos y, cuando cesaba el transporte, los sedimentos se depositaban y se iban rellenando las zonas bajas con dichos materiales. De esta forma, durante el Mioceno, en la región de Madrid existía una gran depresión o cuenca de sedimentación que se iba rellenando con los sedimentos procedentes de los sistemas montañosos que la rodeaban. En aquella época el clima era más cálido y árido que el actual, y los cursos fluviales que discurrían entre las montañas, al llegar a la zona llana de la cuenca formaban extensos abanicos aluviales con los materiales que transportaban. Como siempre ocurre en estos casos, 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. Además, los compuestos que se encontraban disueltos en el agua también llegaban a los lagos y dieron lugar a sales y evaporitas, llamadas así porque precipitan cuando se evaporan las aguas. Los seres vivos, fundamentalmente algas, bacterias y moluscos, también contribuyeron a la formación de rocas como las calizas.

Después de la formación de las montañas, en el Plioceno, hace unos 5 millones de años, tuvo lugar otra consecuencia de la Orogenia Alpina, el progresivo drenaje cada vez mayor de la Península Ibérica hacia el oeste, hacia el Océano Atlántico, de tal forma que las cuencas sedimentarias del Cenozoico que había en el interior de la península y que hasta entonces eran endorreicas (Duero y Tajo), empezaron a 'vaciar' hacia el oeste, estableciéndose la red de drenaje de las cuencas hidrográficas que vemos actualmente.

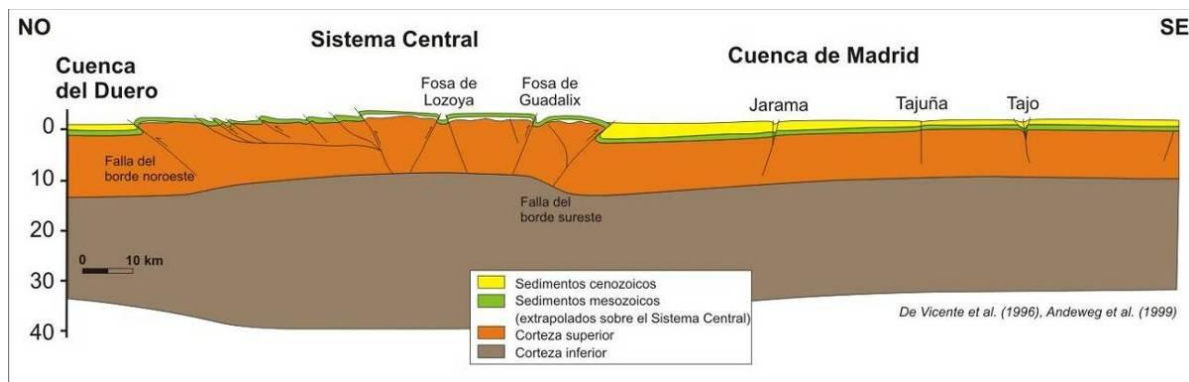


Figura 3.3: Corte geológico esquemático mostrando la estructura interna de la corteza terrestre en la zona central de la Península Ibérica. La situación del corte está indicada en la figura 3.2.

Aproximadamente dos tercios de la Comunidad de Madrid forman parte de esta amplia cubeta sedimentaria que los geólogos llamamos 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 (mira la figura 3.2). 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, que fueron rellenando la cuenca cuando ésta estaba cerrada y sin salida al mar (cuenca endorreica). El segundo grupo de materiales, que son los más recientes y con mucho menor espesor, está formado por sedimentos predominantemente fluviales depositados por los ríos desde el final del Plioceno hasta la actualidad. En su erosión remontante, el río Tajo alcanzó la Cuenca de Madrid por el oeste y empezó a llevarse los sedimentos de esta zona 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 compuesto por arcosas y conglomerados del Mioceno (amarillo con gris en la figura 3.1), 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 y charcas por la evaporación del agua o por la acción de seres vivos, y las arcillas y limos depositados también en los lagos y charcas, pero por decantación (caída lenta) del sedimento que llegaba en suspensión en el agua de los ríos y arroyos (amarillo y naranja en la figura 3.1). 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 terrazas y llanuras de inundación fluvial (gris en la figura 3.1).

La red hidrográfica que vemos actualmente, con sus terrazas y sus valles fluviales, se formó a partir del final del Plioceno, desde hace unos dos o tres millones de años (varía según los sitios). 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 (Pleistoceno y Holoceno) 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.

4. ¿Qué tipos de rocas vamos a ver y de que edad son?

En el siglo XIX, un geólogo inglés llamado William Smith (1769 – 1839) aplicó por primera vez un método científico para determinar la edad de las rocas; ese método, que aun se utiliza, consiste en estudiar la sucesión de fósiles presentes en las rocas sedimentarias y comparar con las sucesiones presentes en otras capas de rocas, de ese modo es posible determinar una edad relativa. A comienzos del siglo XX, otro geólogo inglés llamado Arthur Holmes (1890 –1965) empezó a usar la tasa de desintegración radiactiva del uranio para determinar la edad de los minerales de las rocas, descubriendo así el método de las dataciones radiométricas (figura 4.1).

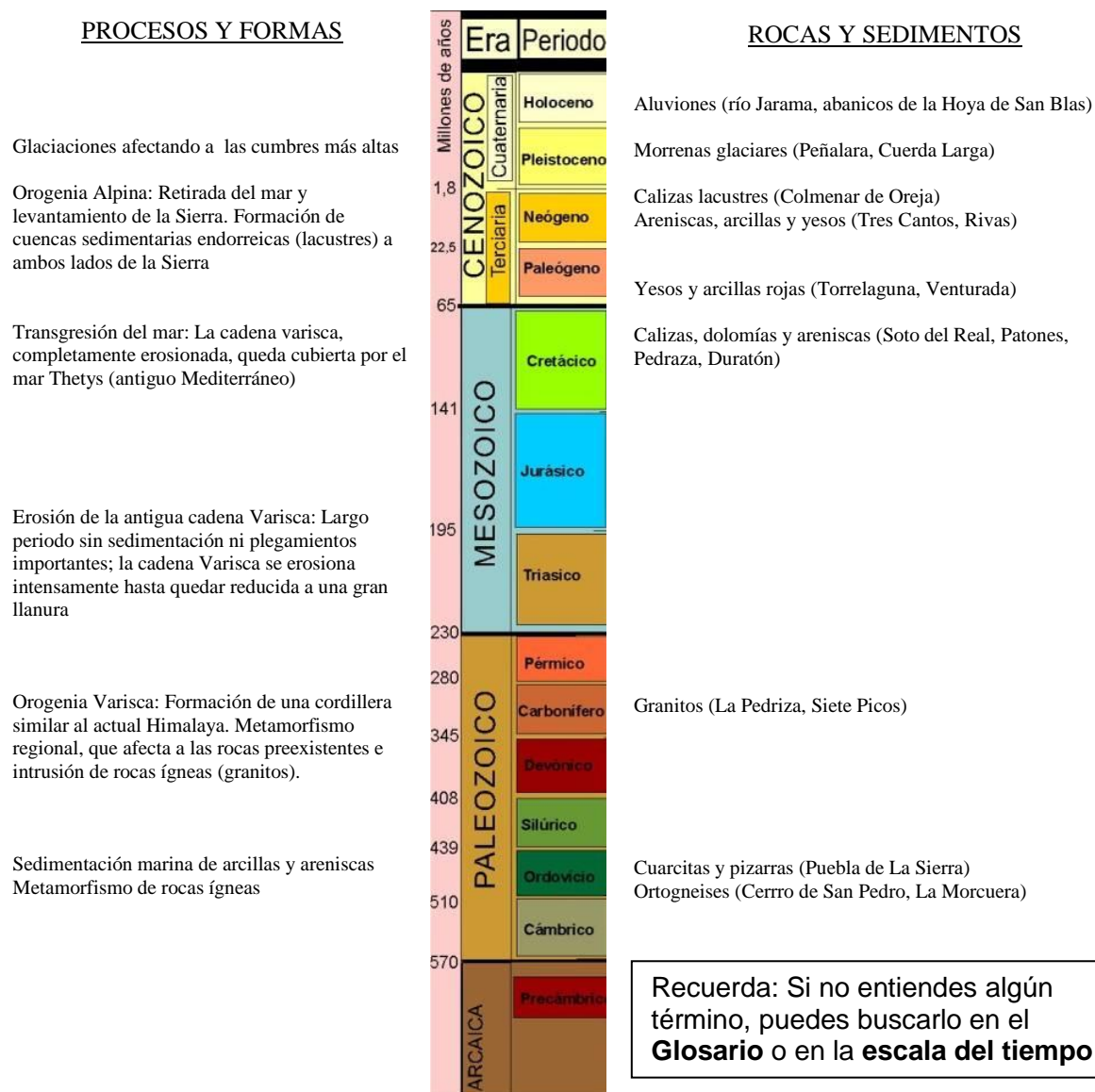


Figura 4.1: Edad de algunas de las formas, procesos geológicos, rocas y sedimentos característicos de la geología de la Sierra de Guadarrama y sus alrededores (entre paréntesis: lugares típicos donde puedes encontrarlas).

En este recorrido del Geolodía veremos rocas que pertenecen a varias épocas geológicas y de varios tipos, vamos a repasar brevemente sus características generales en sentido cronológico inverso, esto es, desde las rocas más recientes a las rocas más antiguas (figura 4.1):

Sedimentos recientes. Son acumulaciones de materiales sueltos que han sido transportados por el agua, el viento o el hielo y que no proceden de la alteración química directa con la roca

inmediatamente subyacente. A diferencia de las rocas sedimentarias, los sedimentos recientes no están consolidados o cementados, tiene poco espesor, su edad es más o menos moderna, generalmente Cuaternario. Otra característica importante es que conservan una morfología que está directamente relacionada con los procesos geológicos que los han originado, por ello, los geólogos los clasifican atendiendo a esa relación entre forma y origen (morfogénesis) con términos tales como dunas eólicas, morrena glaciaria, coluvión de ladera, llanura aluvial, etc. Los observaremos en las paradas 4 y 6, donde constituyen el “abanico aluvial” del arroyo del Mediano.

Rocas sedimentarias. Son rocas formadas por la acumulación de sedimentos y que, posteriormente, han sido sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis) que les han otorgado una cierta consistencia o consolidación. Hay dos características típicas de las rocas sedimentarias: se presentan en capas estratificadas o estratos y pueden contener fósiles. Los sedimentos, y en consecuencia las rocas sedimentarias, pueden haberse formado por procesos físicos, químicos o biológicos; por ello, y sobre la base del tipo de proceso dominante, suelen clasificarse en cuatro grandes grupos:

- Rocas siliciclásticas, terrígenas o epiclásticas. Formadas por fragmentos de rocas preexistentes que han sido transportadas por procesos físicos. Incluye los conglomerados, areniscas y lutitas.
- Rocas sedimentarias biogénicas, bioquímicas o organógenas. Las formadas a partir de algún tipo de actividad biológica. Incluye los carbonatos, fosfatos, carbones, etc.
- Rocas de precipitación química. Que han sido formadas por procesos de precipitación puramente químicos. Incluye las sales o evaporitas y las ferruginosas.
- Rocas volcanoclásticas. Constituidas por fragmentos volcánicos. Incluye las ignimbritas y tobas.

En la Sierra de Guadarrama hay pocas rocas sedimentarias, siendo su edad Cretácico superior y Paleógeno. Nosotros las veremos en la parada 2, donde forman capas estratificadas de areniscas, calizas y dolomías de edad Cretácico.

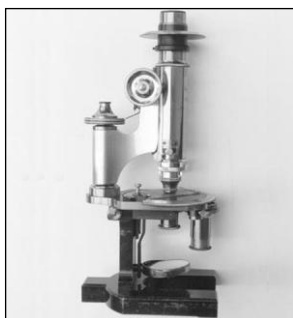
Las rocas ígneas (“ignis” significa fuego) o magmáticas son rocas formadas por la solidificación de un cuerpo subterráneo de rocas total o parcialmente fundidas, a la que se llama magma. Los principales minerales de las rocas ígneas pertenecen al grupo de los silicatos (formados por Si, O, Al, y cantidades variables de Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mg, Ca, Na, K). La textura (tamaño, forma y relaciones entre los granos minerales) de las rocas ígneas depende de la velocidad de enfriamiento del magma e informa sobre las condiciones ambientales en las que se produjo dicho enfriamiento; por ello, los geólogos clasifican las rocas ígneas en tres grandes grupos:

- Rocas volcánicas o extrusivas. El magma solidifica en condiciones atmosféricas o submarinas, las rocas presentan una textura vítrea (sin cristales) o afanítica o microcristalina (los cristales minerales solamente son visibles al microscopio) y forman edificios volcánicos de diversas morfologías.
- Rocas plutónicas o intrusivas. La solidificación del magma es lenta y a cierta profundidad. Los cristales de minerales se reconocen a simple vista o con una lupa, y su textura se llama fanerítica o cristalina. Forman cuerpos rocosos de disposición y tamaño variable tales como los batolitos, que abarcan un área mayor a 100 km², y los stocks, que ocupan una superficie inferior.
- Rocas filonianas (formando cuerpos intrusivos tabulares, estrechos y generalmente verticales, llamados diques o filones), hipoabisales y subvolcánicas (enfriadas a poca

profundidad o bajo los edificios volcánicos). El enfriamiento del magma se produjo en condiciones intermedias entre las anteriores y pueden presentar texturas variables, siendo las más frecuentes la fanerítica (cristalina) de grano fino, la pegmatítica (caracterizada por la presencia de cristales de gran tamaño) y la porfídica (presencia de unos pocos cristales de gran tamaño, denominados fenocristales, englobados por otros de tamaño menor).

Los granitos (rocas plutónicas de coloración generalmente clara que contienen cuarzo, feldespato, plagioclasa y micas) son muy abundantes en toda la Sierra de Guadarrama, y su emplazamiento (el momento en que se enfriaron) se produjo a finales de la orogenia Varisca (figura 4.1), nosotros veremos granitos en las paradas 5 y 7. Las rocas filonianas también son frecuentes en el Guadarrama y podremos observarlas en las paradas 1 y 5.

Rocas metamórficas. Son las que proceden de la transformación de una roca ígnea o de una roca sedimentaria mediante un proceso de cambio llamado metamorfismo y que consiste en la transformación mineralógica y textural de las rocas, producido en estado sólido, como respuesta a condiciones físicas y químicas distintas a las del momento de su formación. Los nombres dados a las rocas metamórficas para su clasificación derivan de la utilización de uno o varios criterios combinados: naturaleza del material original, mineralogía metamórfica y textura de las rocas. Una de las características más típicas de las rocas metamórficas es que, si la cristalización de nuevos minerales se ha producido bajo una presión dirigida, presentan una textura planar o foliación, que resultan de la organización de los minerales en planos o bandas paralelas. Una de las rocas metamórficas más abundantes en la Sierra de Guadarrama es el gneis (o neis), un tipo de roca metamórfica de composición mineral similar al granito, pero que presenta una foliación llamada textura gnéisica o bandeado metamórfico, que consiste en la alternancia bandas constituidas por minerales félsicos (de color claro) y ferromagnesianos (de color oscuro); veremos gneises en las paradas 1 y 3.



Con este microscopio, que se conserva actualmente en la Fundación Giner de los Ríos (Madrid), José Macpherson inició los primeros estudios de petrografía microscópica en España. Para ello, mandó construir una casa-laboratorio privado en Madrid, donde facilitó el uso y enseñó a todo aquel que estaba interesado las técnicas de la petrografía óptica.

Aunque hoy en día el microscopio petrográfico es un instrumento común en cualquier laboratorio de geología, a finales del siglo XIX era una novedad en Europa, y no existían en la universidad española ni en ningún centro público o privado.

5. Las paradas del Geolodía 11 Madrid

Parada 1: Mirador de la Ermita de Nuestra Señora de los Remedios

Acceso

Salimos de Madrid por la Autovía de Colmenar (M-607) y tomamos la salida hacia Guadalix de la Sierra por la M-625. En las proximidades del punto kilométrico 2,5 tomamos el desvío que hay a la derecha para poder entrar al recinto de la Ermita de la Virgen de los Remedios, que se encuentra a la izquierda (ver la Figura 5.1). El aparcamiento no es muy grande, y en fines de semana o días festivos puede estar lleno, con lo que nos veremos obligados a utilizar el aparcamiento alternativo situado fuera, junto al camino al norte del recinto.

Material y edad

Granitos del Carbonífero y filones de pegmatitas, aunque lo fundamental en esta parada es la interpretación de la panorámica.

Descripción e interpretación de la parada

Desde el aparcamiento nos dirigimos al extremo oeste del recinto, donde se encuentra panel explicativo del paisaje. A este punto se llega rodeando el edificio de la ermita y restaurante, ya sea por un lado o por el otro. Según vamos hacia el panel, por el camino podemos ver algunos afloramientos de granito, con diferentes tonalidades y disposición y tamaño de los granos. En otras paradas de esta excursión podremos ver

mejores ejemplos de estas rocas graníticas, que forman una gran parte del sustrato de la sierra. Su composición es fundamentalmente de feldespato, cuarzo y mica. El feldespato se caracteriza por ser opaco y de tonos blanquecinos, el cuarzo por ser translúcido y de tonos grisáceos, y la mica por ser brillante y aplanada, unas veces blanca (moscovita) y otras negra (biotita). Estos granitos presentan aquí cierto bandeo, su origen es complejo de interpretar y también presentan filones o diques de una roca con grandes cristales llamados pegmatitas (figura 5.2).



un

Figura 5.1: Esquema del acceso a la Parada 1, junto a la Ermita de Nuestra Señora de los Remedios de Colmenar Viejo.

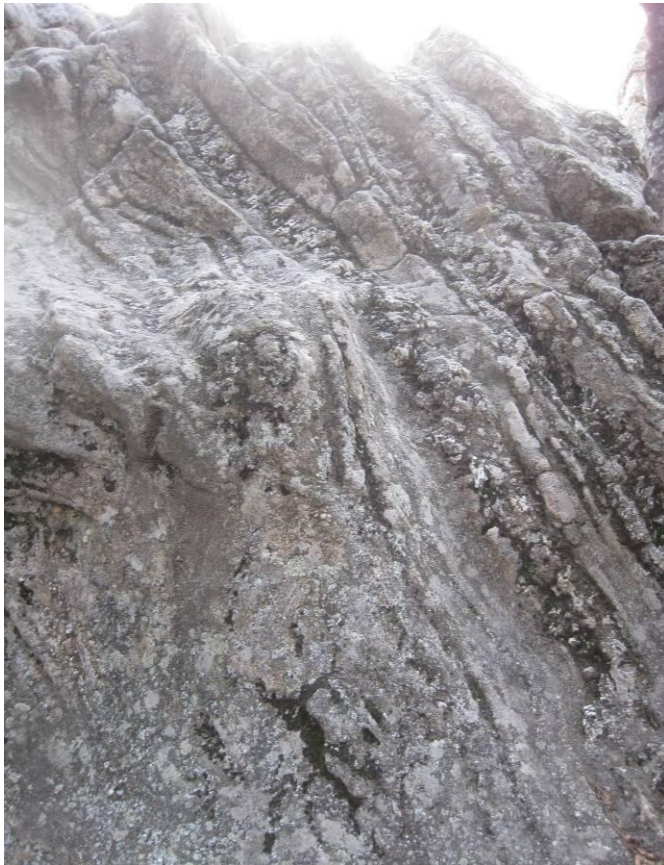


Figura 5.2. Afloramiento de filones pegmatíticos en la Ermita de los Remedios.

Pero más que los granitos del sustrato de la ermita, lo que nos interesa destacar en esta parada es la perspectiva que hay desde el extremo occidental del recinto, junto al panel. Como podremos comprobar al leerlo, suele ser habitual que en la interpretación del paisaje se olvide mencionar uno de sus principales condicionantes, que es el sustrato geológico. A lo largo de esta excursión veremos cómo las diferentes rocas y sedimentos, y especialmente su peculiar disposición como resultado de las fallas geológicas, han dado lugar al paisaje que vemos. Por un lado, condicionan el relieve (valles y montañas, planicies y cumbres) y la composición del sustrato y sus características (humedad, resistencia, etc.), que con el clima son los principales condicionantes de la vegetación y en general de los hábitats y biotopos. Por otro lado, el sustrato condiciona los usos del suelo, que a la larga son los que dan la configuración a ese paisaje humanizado que estamos acostumbrados a ver: la existencia y ubicación de pastizales y dehesas, canteras y minas,

suelos y cultivos de un tipo u otro... todo ello, sistemáticamente, está condicionado por lo que hay debajo. A su vez, eso que hay debajo, el sustrato geológico, es resultado de una evolución de millones de años, con dinámicas y procesos que nunca han dejado de actuar, y por lo tanto aún hoy siguen activos. Conocer esta evolución nos ayuda a comprender el porqué de todo lo demás. Por eso es importante conocer su origen. Entre otras cosas, porque nos ayudará a comprender su importancia y nos permitirá aprovechar los recursos disponibles de forma sostenible.

¿Será verdad que el sustrato condiciona el paisaje? Comprobarlo es muy sencillo. Por ejemplo, ¿Por qué está La Pedriza ahí, y no en otro sitio? Y esa amplia vega con fresnedas y pastos que hay entre Manzanares y Soto del Real ¿Por qué está ahí? Todo ello tiene su explicación como resultado de esa evolución geológica, la culpable de la configuración y distribución actual de cada tipo de sustrato, ya sea roca o sedimento, de las formas y relieves, laderas y planicies, y de la configuración general del paisaje (figura 5.3).

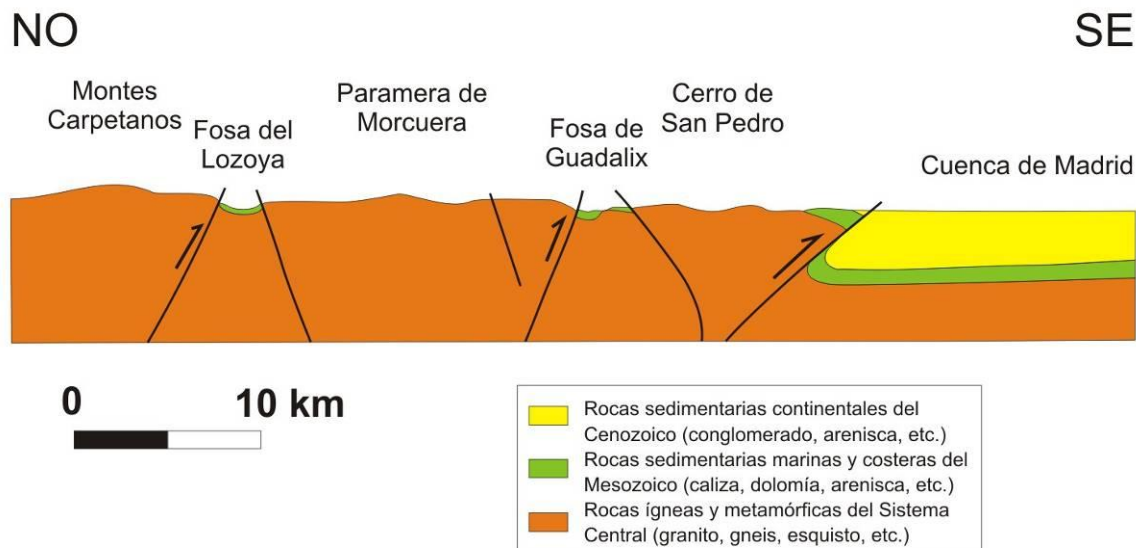


Figura 5.3: La panorámica que se ve desde el extremo oeste del recinto de la ermita permite comprobar cómo el sustrato geológico condiciona los múltiples aspectos del paisaje.

El relieve que vemos desde el mirador junto a la ermita es el resultado de la erosión durante los últimos millones de años de esta zona por el río Manzanares y sus afluentes. Como hemos explicado en un apartado anterior sobre la evolución geológica de la zona centro de España, el Sistema Central se levantó en la Orogenia Alpina, durante el Terciario, incluida esta parte que tenemos delante de nosotros. La causa de la formación de las montañas (orogénesis) que vemos actualmente fue la lenta colisión de la microplaca ibérica con el continente africano. El resultado más espectacular de esta colisión fueron las cordilleras béticas del sur de la Península Ibérica, pero la tensión acumulada también afectó al interior de la microplaca, dando lugar a las cuencas del Duero y del Tajo, y al Sistema Central que las separa. Como puedes observar en la Figura 5.4, las fallas geológicas que rompieron y desplazaron la corteza terrestre en esta zona dieron como resultado la subida de unos bloques tectónicos y el descenso de otros.

En general, llamamos tectónico a todo lo relacionado con la deformación de los materiales geológicos y a las estructuras resultantes. Por ejemplo, a las placas de la corteza terrestre se las conoce también como placas tectónicas porque a lo largo de millones de años se van deformando, y a las estructuras como pliegues y fallas que contienen también se las llama estructuras tectónicas.

Esta primera parada del itinerario está situada en el que hemos llamado "bloque tectónico del Cerro de San Pedro", en el que también se encuentran Colmenar Viejo y El Molar. Este bloque está limitado al noroeste y sureste por fallas inversas, caracterizadas porque el bloque de encima de la falla sube, y el de debajo de la falla baja (mira la figura 5.4). Si el plano de falla estuviera colocado igual pero el desplazamiento fuera al revés, serían fallas normales, pero no es el caso. Estas grandes fracturas de la corteza terrestre son las fallas geológicas que han dado lugar a la estructura general de la sierra y sus principales relieves. Son las responsables de que existan tanto los relieves positivos del Cerro de San Pedro, Cuerda Larga-Morcuera y Montes Carpetanos, como los relieves negativos de los valles y vaguadas entre Cerceda, Manzanares, Soto del Real y Guadalix, y entre Rascafría y Lozoya.



Figura

5.4: Corte geológico esquemático de la corteza terrestre (ampliado a partir del de la Figura 3.3) en el que se han destacado las principales fallas y bloques tectónicos levantados y hundidos que se recorrerán durante la excursión.

En cuanto a la roca sobre la que se sitúa la ermita, se trata de un pequeño plutón granítico de menos de 1 km^2 de extensión, y que se caracteriza por ser un granito de dos micas: tiene alrededor de un 6% de mica blanca (moscovita) y un 3% de mica negra (biotita). Además, contiene algunas inclusiones (enclaves) de la roca en la que se introdujo (intruyó) el magma antes de solidificarse, que son los esquistos y gneises del macizo de San Pedro. Como estas rocas metamórficas tienen mucha más mica, en superficie suelen degradarse y erosionarse antes, dejando aislados resaltes de granito como el que estamos pisando o los relieves que hay hacia el nordeste y sureste, que asoman entre las extensiones de pastos. Una vez más, el sustrato condiciona el relieve y los usos del suelo.

El magma que dio lugar a estos granitos se formó por fusión de la corteza terrestre que forma la Península Ibérica. Esto ocurrió durante la Orogenia Varisca, hacia el final del Paleozoico y como resultado de la colisión entre dos antiguos supercontinentes: Gondwana y Laurentia.

Por el camino

Antes de llegar a la siguiente parada podremos disfrutar de la perspectiva del macizo rocoso de La Pedriza, un espacio natural protegido que debe su aspecto y diversidad natural a la peculiar evolución del sustrato granítico: su formación a unos pocos kilómetros de profundidad en el Paleozoico superior, su geometría de emplazamiento en los gneises, su posterior fracturación por fallas y diaclasas, su peculiar meteorización física y química, y finalmente su erosión para dar lugar a los relieves que vemos ahora. Frente a nosotros veremos una extensa zona llana, pero ligeramente ascendente, que forma el soto de fresnos y robles que da nombre al pueblo.

Parada 2: Calerizas del puente de los once ojos

Acceso

Salimos del recinto de la ermita hacia la izquierda, para retomar la M-625 en dirección a Guadalix. Tomaremos un desvío a la izquierda situado a 2,3 km, es el único desvío asfaltado, y que nos llevará a las urbanizaciones Puente Real y Peña Real. Pasaremos aquí junto a una serie de afloramientos de rocas similares a las que afloran junto a la Ermita de los Remedios. Seguir siempre la misma carretera y calle, sin desviarse a izquierda o derecha. Saldremos así de las urbanizaciones, pasar por debajo de la carretera M-609 y aparcar en la explanada que se encuentra debajo del puente del ferrocarril o de los once ojos. Desde aquí debemos ir andando, con mucho cuidado, por la carretera para ver el afloramiento.

Material y edad

Calizas y dolomías del Cretácico superior (hace entre 80 y 90 millones de años).

Descripción e interpretación de la parada

Según andamos por la carretera debemos fijarnos en las rocas y relieves que se observan a nuestro alrededor. Se trata de lo que en geología se conoce como un relieve estructural, o sea, unas rocas que dan lugar a un relieve característico, que a su vez refleja y permite interpretar la estructura o disposición de las rocas. En este caso se utiliza el nombre de relieve en cuesta, ya que los planos de estratificación de la roca sedimentaria (calizas y dolomías del Cretácico superior) dan lugar a una cuesta suave en el lado (flanco) sur y un escarpe más inclinado en el lado opuesto. En la imagen de la figura 5.6 vemos que las capas están alineadas en dirección este-oeste. Si siguiéramos estos cerros hacia el oeste, hasta la carretera de acceso a Soto (M-609), encontraríamos un antiguo horno de calcinación y huecos de antiguas canteras que nos explican el origen del nombre del paraje: "calerizas". También es posible encontrar geodas y drusas de calcita en el afloramiento y por el entorno, y hay fósiles de organismos marinos, pero son más difíciles de encontrar (figura 5.5).

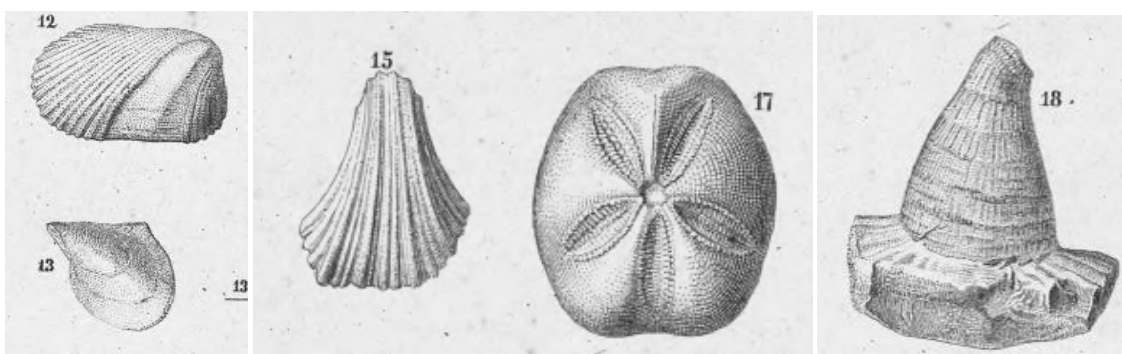


Figura 5.5: Dibujos de algunos de los fósiles marinos hallados por Casiano de Prado (1864) en el Cretácico de Madrid.

Deberemos fijarnos en el tamaño de grano y composición de los granos y cristales de mineral en la roca, así como el grado de consolidación y resistencia de las rocas a la erosión.

Las dolomías y calizas se depositaron hace algo más de 80 millones de años, en el Cretácico superior. Evidentemente, el paisaje de entonces era completamente diferente al de ahora: la zona estaba ocupada por amplias playas y marismas, con un mar somero y cálido bajo clima tropical. En la lejanía, más de cien kilómetros hacia el oeste, se verían pequeños relieves que quedaban

de la erosión de una cordillera antigua, y hacia el este se vería el ancho océano conocido como Tethys. En este tipo de ambiente se acumularon los sedimentos de carbonato, removilizados por el oleaje y las mareas.



Figura 5.6: Aflojamiento próximo al puente de los once ojos (Soto del Real), mostrando el buzamiento hacia el sur de las calizas y dolomías del Cretácico superior. Esta serie estratigráfica es un lugar de interés geológico para el noroeste de la Comunidad de Madrid, parte importante de su patrimonio geológico, e indicador de la geodiversidad de esta región.

Dentro del bloque hundido de Cerceda-Soto del Real-Guadalix, y a lo largo de sus dos márgenes, afloran sendas franjas de carbonatos marinos cretácicos paralelas a las fallas que limitan el bloque. Las dolomías y calizas son muy resistentes a la erosión, pues están bien cementadas. Esto es lo que hace que sean frecuentemente explotadas en canteras y utilizadas en las construcciones urbanas, y que originen 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 pueden ser lentamente disueltos por el agua. Al disolverse estas rocas va quedando un residuo formado por componentes insolubles en agua, como arcillas, granos de cuarzo, etc. Otra característica de las rocas de carbonatos es que no suelen ser porosas como las arenas o areniscas (con poros entre los granos), así que no pueden retener el agua de lluvia o de escorrentía, que tiende a infiltrarse 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. El cantueso, la jara pringosa y otras especies frecuentes en las rocas silíceas (granitos, gneises, esquistos, pizarras, cuarcitas) que hay por la Sierra de Guadarrama, son aquí sustituidas por otras especies mejor adaptadas a los suelos calcáreos.

Aunque las dolomías y las calizas suelen ser rocas duras y resistentes a la rotura y a la erosión mecánica, pueden disolverse bajo la acción del agua de lluvia en un proceso aparentemente lento

pero pertinaz y eficiente. Cuando esto ocurre, se forman cuevas en el interior del terreno y también depresiones (torcas), cañones y formas de lo más variadas en la superficie. En resumen, se forma un paisaje muy característico que se llama karst. El nombre viene de la región de Karst, situada entre Italia, Eslovenia y Croacia, una región también con abundantes carbonatos que presenta muchas de estas morfologías. El paisaje kárstico de la zona de Soto del Real está poco desarrollado porque los carbonatos tienen poco espesor y ocupan poca superficie. En cambio, en la banda de rocas del Cretácico que se extiende más al este, desde Guadalix y Venturada por Torrelaguna hasta Valdepeñas de la Sierra, sí existen buenos ejemplos de cuevas y otras formas kársticas.

Por el camino

Uno de los grandes condicionantes de la vegetación, junto con las características climáticas dominantes, es la naturaleza del suelo. Simplificando, los diferentes tipos de suelos pueden agruparse en dos grandes grupos, ácidos y básicos. En la sierra de Madrid encontramos suelos predominantemente ácidos desarrollados a partir de diferentes rocas madres (granitos, gneises, etc.). Sin embargo, existen afloramientos de calizas con características básicas, de gran singularidad botánica.

En esta parada podemos observar la presencia de bosquetes de quejigo, (*Quercus faginea* subsp. *faginea*), adaptado a suelos básicos y de requerimientos ecológicos similares a su pariente el rebollo (*Quercus pyrenaica*), propio de suelos ácidos y más común en nuestra sierra. En las zonas más soleadas encontramos también la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), una especie indiferente edáfica y gran protagonista de los paisajes ibéricos. El aprovechamiento ganadero tradicional ha eliminado buena parte de los arbustos que acompañarían a estos encinares y quejigares básicos, sin embargo, junto a los comunes rosales (*Rosa* ssp.), majuelos (*Crataegus monogyna*) y zarzas (*Rubus* ssp.), podemos observar especies exclusivas de suelos calizos como aulagas (*Genista scorpius*), lavandas (*Lavandula spica*, *L. latifolia*), escambrones (*Rhamnus lycioides*) o chupamieles (*Lithodora frutitosa*).

Parada 3: Afloramiento de gneises del depósito de agua (Soto del Real)

Acceso

Después la parada 2, seguiremos de nuevo por la carretera asfaltada llamada “Camino del Valle” y cruzaremos otra urbanización (los Rancajales). El Camino del Valle acaba en una rotonda, que cruzaremos, para seguir recto por la calle de las Viñas (pasaremos delante del hotel Prado Real), al final de la calle girar a la izquierda, por la carretera M-608, que seguiremos apenas 300 m. Girar pronunciadamente a la derecha, casi frente al consultorio médico, para tomar la calle Los Morales, seguirla y girar a la izquierda por detrás de la iglesia (calle Travesía de la Iglesia). Llegaremos así a la amplia avenida de España y el parque de la fresneda, donde existe lugar suficiente para aparcar los vehículos sin problemas. Salimos de Soto del Real cruzando el parque de la fresneda en dirección norte. El afloramiento que vamos a ver se localiza junto a la Cañada Real Segoviana, detrás del depósito de agua.

Material y edad

Gneis o neis del Paleozoico (rocas originarias o “protolito” del Ordovícico y metamorfismo del Carbonífero).

Descripción e interpretación de la parada

La roca que aflora en este lugar se llama gneis, y es la misma que forma el sustrato de los principales relieves cercanos, como el cerro de San Pedro o las partes altas de la Cuerda Larga. Sus afloramientos más característicos se sitúan junto al puerto de Morcuera, por lo que se le denomina gneis de la Morcuera. Se caracteriza por presentar bandas claras de cuarzo y feldespato, y bandas oscuras con biotita, moscovita y sillimanita (figura 5.7). Cada uno de estos minerales tiene diferente resistencia a la alteración física y química, lo cual hace que la roca se suela romper y alterar más fácilmente por los planos ondulados más débiles, generalmente los de las bandas de micas.

Estos gneises son unas de las rocas más antiguas de la Comunidad de Madrid (¡más de 450 millones de años!). El gneis es una roca metamórfica en la que los minerales originales han sufrido tantos cambios que están prácticamente irreconocibles. 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 (cuarzo, feldespatos, micas), pero en bandas delgadas de diferente composición. A veces también presenta cristales grandes de feldespato que se conocen como glándulas o porfiroblastos, y que dan lugar a los llamados gneises glandulares como los que vemos aquí. En otros afloramientos, también se pueden observar diques de pegmatita y vetas de cuarzo atravesando el gneis.

Es interesante saber que existen dos tipos principales de gneises, aunque a veces son difíciles de diferenciar a simple vista. Por un lado están los paragneises, que proceden de rocas sedimentarias como areniscas y lutitas, que suelen presentar un bandeo más patente, y en los que predomina el cuarzo y las micas. Por otro lado están los ortogneises, que proceden de rocas ígneas o magmáticas, ya sean rocas plutónicas como el granito o volcánicas como lavas, cineritas e ignimbritas, y que suelen ser más ricos en feldespatos. En ambos casos, las rocas originales o protolitos sufrieron un metamorfismo para dar lugar a otra roca diferente. En concreto, el gneis de la Morcuera está datado en 477 ± 2 Ma (millones de años), según la edad obtenida por el método de datación absoluta de U-Pb en circones. Los esquistos, otra roca metamórfica que es más frecuente hacia Buitrago de Lozoya y Montejo de la Sierra, suelen ir

acompañados de otros minerales como granate y estaurolita. El metamorfismo de todas estas rocas está asociado a la llamada Orogenia Varisca, que afectó esta zona hace entre 337 y 320 Ma, según las edades obtenidas por el método U-Pb. Este metamorfismo tuvo lugar a una profundidad de más de 30 km, bajo presiones de unos 10 kb que no podemos ni imaginar, y con temperaturas de más de 750°C.



Figura 5.7: El gneis glandular que aflora junto a Soto del Real (parada 3) pertenece a la unidad geológica conocida como "Gneis de La Morcuera".

Por el camino

En el inicio de nuestra recorrido a pie, podemos observar una magnífica fresneda (*Fraxinus angustifolia*). Esta especie forma parte de los bosques de ribera peninsulares junto a sauces (*Salix sp.*), alisos (*Alnus glutinosa*), chopos (*Populus sp.*) y olmos (*Ulmus minor*) entre otros. No obstante, en el pie de monte del sistema central y tal como sucede en este caso, el fresno crece sobre suelos con tendencia a encharcarse conformando dehesas por la acción del hombre. La utilidad de estas dehesas es variada: dando una apreciada sombra durante el verano, también proporcionan ramón y pasto para el ganado vacuno. Su típico porte “desmochado”, con troncos gruesos y ramas delgadas y rectas, se debe al aprovechamiento tradicional de estas últimas para fabricar herramientas de pequeñas dimensiones.

Parada 4: Huertos del Mediano

Acceso

Seguiremos la vía pecuaria actual hacia el WSW, hasta llegar al puente que cruza el arroyo del Mediano (parada 4). Junto a dicho puente podemos observar los sedimentos recientes que cubren el substrato rocoso.

Material y edad

Sedimentos recientes (Cuaternario) formados por cantos, gravas y arenas que forman el abanico aluvial del arroyo Mediano.

Descripción e interpretación de la parada

Si nos acercamos a cualquier arroyo de los muchos que bajan de la Sierra, además de poder disfrutar del agua fresca y limpia que baja por ellos casi todo el año, podremos observar fragmentos de rocas de diversos tamaños que arrastra el río. Los geólogos llaman a todos estos fragmentos de rocas “clastos” y los clasifican según su diámetro en: bloques (diámetro mayor de 32 cm), cantos (diámetro entre 32 y 6,4 cm), gravas (diámetro entre 6,4 cm y 2 mm), arena (diámetro entre 2 mm y 62 micras; 1 mm = 1000 micras), limo (diámetro entre 62 y 4 micras) y arcilla (para las partículas menores de 4 micras).

Los sedimentos clásticos pueden formarse en ambientes muy distintos: dunas eólicas, playas, fondos marinos, lagos, etc. Cuando mayoritariamente están formados por fragmentos de silicatos se les llaman siliciclásticos. Los que vemos aquí, están formados por clastos arrancados de las rocas que forman las zonas altas de la Sierra por la erosión y que, posteriormente, fueron transportados por el arroyo del Mediano y ahora constituyen los sedimentos fluviales o aluviones depositados por dicho arroyo. La edad, en términos geológicos (el momento en que se depositaron donde ahora los encontramos), de estos aluviones es muy reciente, apenas unos miles de años y representan la parte más joven de la historia de la tierra: el Cuaternario.

Todos estos depósitos de clastos tan modernos suelen llamarse “formaciones superficiales” y tienen mucha importancia en el paisaje, ya que mantienen la forma original en que fueron depositados. En el caso del arroyo mediano se trata de un pequeño “abanico aluvial”, que es una

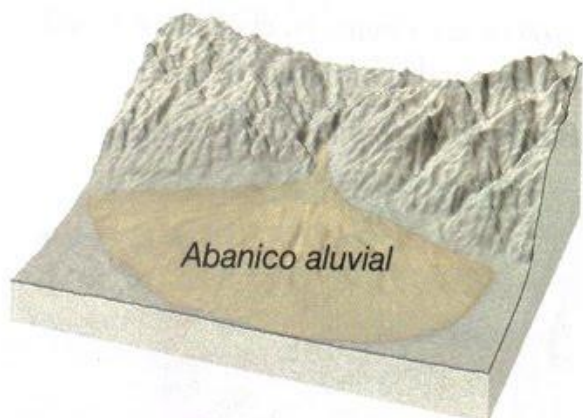


Figura 5.8: Los abanicos aluviales se forman cuando la pendiente de una corriente fluvial disminuye abruptamente (fuente: Geocinecia.org).

forma que se genera por una corriente fluvial que deposita su carga de sedimentos en el límite entre dos relieves muy contrastados: una zona montañosa y un piedemonte (figura 5.8). Los abanicos aluviales tienen forma más o menos semicircular en planta, con radio de dimensiones variables y el centro o ápice situado sobre la zona donde emerge la corriente fluvial hacia la zona más llana.

Es importante fijarse en la textura (tamaño y forma de los clastos) y en su origen (figura 5.9), que luego compararemos con la parada 6. Se llama “selección” al grado de igualdad de tamaños de los clastos, el grado de selección de los clastos se correlaciona inversamente con la capacidad de transporte del agente que lo

deposita, mientras que la forma redondeada indica un transporte más largo. Si subiéramos a zonas más altas de la Sierra, como en el Parque de Peñalara e incluso en la cabecera del arroyo Mediano, encontraríamos las llamadas “morrenas”, que son acumulaciones de clastos angulosos y de tamaños muy mezclados (mal seleccionados) y que fueron empujados por los glaciares que existieron allí en el Pleistoceno (parte más antigua del Cuaternario). En esta parada, el tamaño predominante son las gravas, que aparecen mezcladas con arenas gruesas y con cantos, pero podemos observar que hay pocos bloques de gran tamaño. Los clastos están algo redondeados, sobre todo los más grandes, y son tanto de granito como de gneis.



Figura 5.9: Clastos que forman los aluviones del arroyo mediano a la altura de los “Huertos del Mediano”.

Por el camino

Estos caminos forman parte de la red de vías pecuarias de Madrid. Son caminos que unen los lugares de pastoreo, para que los ganaderos lleven el ganado a los puertos o zonas de pastos de alta montaña en verano y a las zonas llanas y de clima templado en invierno. Las vías pecuarias son bienes de dominio público, cuya titularidad la ejercen las Comunidades Autónomas, siendo esta protección jurídica la que las hace únicas en Europa (<http://www.viaspecuariasdemadrid.org/>). Además, constituyen corredores ecológicos que garantizan la migración, distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres.

Parada 5: Canto del Berrueco

Acceso

Cruzaremos el arroyo del Mediano por el puente y seguiremos el camino de la derecha, que bordea la tapia de la bonita dehesa boyal de Soto en dirección primero NW, luego W y finalmente SW. Llegaremos así a un cruce con otra vía pecuaria que seguiremos ahora hacia el N (derecha), hasta el paraje donde se encuentra el Canto Berrueco, ya justo en el borde de La Pedriza del Manzanares.

Material y edad

Granito del Paleozoico superior (310-290 millones de años) y canto del Berrueco (es el que aparece en la portada y reverso de la guía).

Descripción e interpretación de la parada

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 800°C), 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, feldespatos, micas, etc. Los feldespatos suelen ser potásicos (ortosa, microclina) o plagioclasas (albita, andesina).

Aunque los granitos se parecen unos a otros, si nos fijamos en el tamaño de los cristales y en los diferentes minerales que los componen, podremos observar algunas diferencias. La nomenclatura que usan los geólogos para diferenciar y describir unos tipos de rocas ígneas de otros es algo complicada, pero a efectos de interpretar los tipos de relieves a los que dan origen, las rocas plutónicas del Guadarrama se pueden agrupar en dos asociaciones de rocas principales (figura 5.10):

- Granitos y leucogranitos tardíos. Son de color claro (“leuco” significa blanco), porque tienen mayor proporción de cuarzo y minerales de los llamados félsicos (feldespatos y moscovita), y suelen tener el grano fino a medio. Forman grandes masas plutónicas cuyo emplazamiento suele ser posterior (tardío) a los monzogranitos del grupo siguiente. Al tener el grano más fino y más cuarzo y feldespato y menos biotita, son más resistentes a la meteorización que los monzogranitos, por lo que dan origen a los relieves más característicos de la Sierra (Siete Picos, La Cabrera, La Pedriza).
- Monzogranitos (también se les llama adamellitas, por una montaña de los Alpes italianos: el Adamello) y granodioritas. Son rocas similares a los granitos puros, pero de color un poco más oscuro y de grano grueso a medio y que tienen menos cuarzo. Los monzogranitos son rocas con proporción similar de plagioclasas y feldespato potásico; y las granodioritas son rocas con más plagioclasas que feldespato potásico. Como minerales ferromagnesianos, también contienen biotita y cantidades menores de cordierita y horblenda. Forman grandes masas que intruyen a las rocas metamórficas de medio y alto grado de la Sierra. El mayor contenido en biotita y plagioclasa y su grano más grueso hace que se meteoricen más

fácilmente que los granitos puros, dando lugar a un material suelto de aspecto arenoso, llamado “*lehm*” o “*grus*”. Estos monzogranitos los veremos en la parada número 7.

La parte interna del macizo de La Pedriza la forman leucogranitos de grano grueso y de coloración clara, que presentan cantidades variables de biotita y en la que los enclaves máficos microgranudos o de origen metamórfico están casi ausentes. Por oxidación de la biotita que contienen, la roca adquiere una tonalidad ligeramente rojiza. Nosotros estamos justamente en el borde de estos granitos.

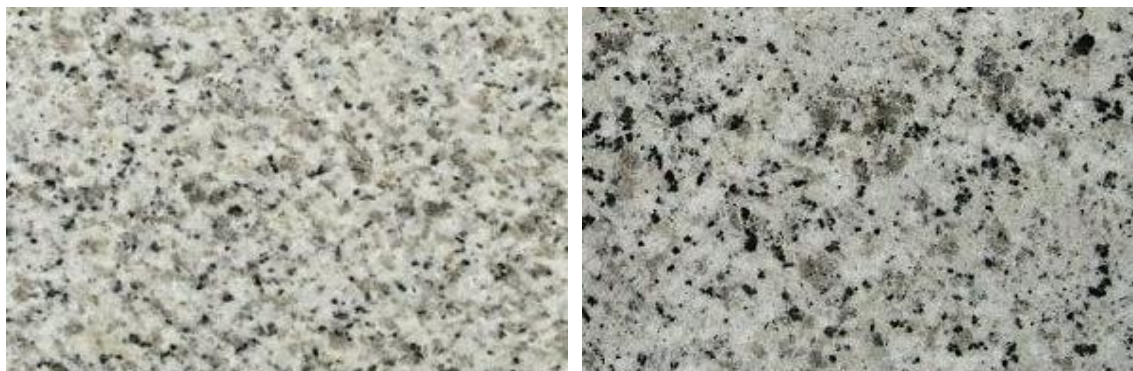


Figura 5.10: A la izquierda muestra pulida de un leucogranito de grano medio biotítico-moscovítico, procedente de las canteras de Cadalso de los Vidrios, y que recibe el nombre comercial de Blanco Cristal. A la derecha muestra pulida de un monzogranito de grano medio-grueso, biotítico, procedente de las canteras de Valdemanco, y que recibe el nombre comercial de Blanco Berrocal. El primero es muy similar a los granitos de La Pedriza.

Tomando una pista que sale hacia la Pedriza, veremos a mano izquierda un enorme agujero alargado (aproximarse con cuidado). Se trata de una cantera abandonada en las que se extrajeron unas rocas filonianas. Buscando alrededor, veremos fragmentos de estas rocas; son los llamados pórfidos, una roca formada por una pasta de color oscuro, cuyos granos minerales solamente se pueden ver al microscopio (criptocristalina) y con cristales más grandes y visibles de cuarzo, feldespato o micas.

Sobre las vallas de las casas aparece una roca muy singular, se trata del llamado “Canto del Berrueco”. Es una piedra totémica de las llamadas piedras caballeras, es la que figura en el dibujo de la portada. Fíjate en sus complicadas formas, en la última parada, veremos morfologías parecidas y trataremos de explicarlas en detalle.

Por el camino

A mano izquierda quedará el macizo granítico de la Pedriza, fíjate en su complicado relieve. La Pedriza está dividida en unos grandes conjuntos bien definidos y de aspecto contrastado, esto es así porque un macizo rocoso es un medio discontinuo, que está constituido por bloques de roca separados por planos de discontinuidad. La respuesta del macizo a las acciones de los agentes meteóricos está determinada no solamente por las propiedades de la propia roca, sino también por las características y orientación de las discontinuidades que presenta, ya que la resistencia de la roca sin fracturar frente a dichos agentes es siempre muy superior a la del macizo rocoso en su conjunto.

Las fallas son las discontinuidades mayores, se forman cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas y su formación va acompañada de un desplazamiento relativo de las rocas situadas a uno y otro lado de la falla. Aunque a efectos explicativos suelen representarse las fallas como un plano (plano de falla), en la realidad todas las fallas tienen un cierto espesor, por lo que es más adecuado hablar de una zona de falla compuesta por innumerables superficies de rotura y que contiene rocas intensamente deformadas (se les llama cataclastitas). Como las

fallas son zonas de roca ya fragmentada, en los macizos graníticos dan lugar a valles y corredores deprimidos que separan zonas más elevadas. En La Pedriza del Manzanares podemos encontrar fallas principales de dirección preferente E-W a ENE-WSW (como la de la Gran Cañada, la de la alineación collado de la Dehesilla–collado Cabrón o la del collado de la Ventana) y otras que siguen un trazado ortogonal N-S a NNE-SSW (como la del arroyo de las Majadillas). Las diaclasas son fracturas menores en las que no ha habido desplazamiento de la roca. Típicamente, en una masa plutónica, se pueden distinguir familias o grupos de diaclasas de trayectoria rectilínea y de trayectoria curvada (figura 5.11).

Las diaclasas de trayectoria rectilínea siguen disposiciones paralelas y que pueden ser verticales, horizontales e inclinadas. La roca queda dividida según un entramado ortogonal de fracturas. La acción de la meteorización y erosión posterior de la roca da lugar a formas de relieve acastilladas (*castle koppies*) o en torres (*tors*). Este es el tipo de formas mayores que predominan en las zonas más altas de La Pedriza o Pedriza Posterior, pero están presentes en otras partes del macizo.

Las diaclasas de trayectoria curvilínea siguen planos más o menos paralelos a la superficie del afloramiento, por ello, separa la roca en grandes losas curvadas llamadas lajas o lanchas y da como resultado relieves que presentan una geometría en bóveda o domo. El Yelmo, en La Pedriza anterior, es posiblemente el mejor ejemplo de este tipo de relieve de toda España. A las laderas lisas de roca y más o menos curvadas que resultan del lajamiento se les llama llambria, las veremos en la parada 7. El origen del diaclasado curvo es muy debatido: mientras que algunos opinan que se debe a un carácter adquirido durante el proceso de consolidación del magma, otros investigadores creen que se debe a fenómenos de descompresión o descarga o lo achacan a tensiones de origen tectónico.



Figura 5.11: El risco del Acebo (La Pedriza anterior, cerca del Yelmo) es un buen ejemplo de relieve en forma de castillo. Su forma está controlada por diaclasas verticales, pero con tendencia a curvarse en su parte alta, y otras horizontales que han fracturado la roca.

Parada 6: Vado del arroyo Mediano

Acceso

Seguiremos la vía pecuaria hacia el N y tomaremos el ramal que poco más adelante sale hacia la derecha (NE), junto a una ganadería de reses bravas. Así llegaremos de nuevo al arroyo Mediano. No hay puente, por lo que es necesario vadear el arroyo.

Material y edad

Sedimentos recientes que forman el abanico aluvial del arroyo Mediano.

Descripción e interpretación de la parada

Nos encontramos en la parte alta del mismo abanico aluvial (figura 5.8) de la parada 4. Es la zona que se conoce como “ápice” del abanico, próximo a donde emerge la corriente fluvial desde la montaña hacia la zona llana.

En esta parada podemos observar que los clastos que forman los aluviones son generalmente más gruesos que los que vimos en la parada 4 (compara las figuras 5.9 y 5.12). Hay bastantes más bloques de gran tamaño, y también hay cantos que aparecen mezclados con las gravas y arenas. Los clastos están generalmente menos redondeados y la mayoría son de gneis (fíjate que los afloramientos próximos a donde estamos son de granitos, lo que indica que esos bloques fueron arrastrados por la corriente desde las laderas altas de la Cuerda Larga).



Figura 5.12: Aspecto de los aluviones del arroyo Mediano a la altura del vado del Mediano, ya en el ápice del abanico aluvial.

Como hemos dicho antes, la “selección” (grado de igualdad de tamaños de los clastos) se correlaciona inversamente con la capacidad de transporte del agente que lo deposita, de lo que podemos deducir que en esta zona la capacidad de transporte de la corriente es mayor. Como la

forma redondeada de los clastos indica un transporte más largo, podemos concluir que estos bloques han recorrido menos distancia que los que vimos en la parada número 4.

Por el camino

Los granitos y gneises pueden considerarse una roca impermeable, ya que, si no están alteradas o muy fracturadas, no permiten el paso del agua a través de ella ni puede acumularla, como sí ocurre con las arenas. Pero no todas estas rocas se conservan en buen estado, sino que algunas de ellas muestran una intensa alteración y están compartimentadas por numerosas fracturas y diaclasas, por las que el agua penetra y se desplaza. En función de la densidad de estos planos, de su abertura, dimensiones y orientación el macizo rocoso puede llegar a almacenar y distribuir un caudal significativo de agua. Las formaciones superficiales, como los aluviones de esta parada, también son porosos y permeables, y pueden almacenar agua. Esto es especialmente importante, pues estas zonas más permeables son así capaces de mantener los cursos de agua durante muchos días después de las precipitaciones. Así, la disponibilidad de agua en el sustrato granítico y gnéisico depende (además de las precipitaciones, como es obvio) del grado de alteración, la fracturación que muestren las rocas y de que estén cubiertos por sedimentos recientes. Esto explica porque, incluso en pleno verano, los arroyos como el del Mediano aun llevan algo de agua después de varias semanas sin que haya llovido nada.

Parada 7: Matacanchal

Acceso

Tras cruzar el arroyo Mediano por el vado, pasaremos a continuación por debajo del pequeño embalse de los Palancares, y en los alrededores del desvío que sale a nuestra izquierda está el paraje llamado Matacanchal, donde haremos la última parada. Se trata de un lugar agradable, ideal para descansar o para almorzar. Para regresar al aparcamiento basta seguir siempre la vía pecuaria por la que veníamos en dirección SE.

Material y edad

Granito (monzogranito) del Paleozoico superior (310-290 millones de años) con muchos ejemplos de formas de erosión y meteorización.

Descripción e interpretación de la parada



Figura 5.13: Cristal de gran tamaño (porfídico) de feldespato con la macla típica.

Como se ha señalado en la parada 5, además de los granitos puros, en la Sierra de Guadarrama hay muchos plutones de monzogranitos (en los mapas geológicos suelen aparecer como adamellitas). Las que podemos ver aquí son de un tipo que se llama porfídico, que quiere decir que presenta cristales grandes (de 2 a 4 cm) de feldespato (figura 5.13). Los monzogranitos son rocas con proporción similar de plagioclasa y feldespato potásico; y también contienen biotita. A veces es posible observar un ordenamiento de los minerales que indican en qué dirección se desplazaban dentro del magma aún fundido, esto se llama textura “fluidal”.

Es muy interesante observar las diversas formas que tiene aquí las rocas. Podemos observar un diaclasado ligeramente curvado que facilita que se formen lasas curvadas llamadas lajas o lanchas (figura 5.14).

Al igual que en el Canto del berrueco, también observaremos aquí formas muy complicadas y variadas de erosión: pequeños voladizos, resaltes y agujeros de diferentes formas y tamaños ¿Cómo una roca tan dura

como el granito puede ser erosionada de ese modo? Esta misma pregunta debió de hacerse Casiano de Prado cuando visito por primera vez La Pedriza hace más de siglo y medio; por ello, en su trabajo Descripción Física y Geológica de la provincia de Madrid hace una descripción minuciosa de estas formas erosivas tan peculiares, con la única salvedad que no utiliza la misma nomenclatura que hoy en día usan los científicos.



Figura 5.14: Lanchas de granito controladas por un diaclasado ligeramente curvado en el paraje de Matacanchal.

Entre las diversas morfologías de los granitos podemos señalar las siguientes (figura 5.15):

- Los pilancones (*gnamma*, *rock basin*), que son depresiones de profundidad centi o decimétrica, de forma circular o elíptica, y que se forman sobre una superficie más o menos horizontal, siendo sus ejes decimétricos a métricos. Su morfología recuerda a las marmitas de gigante (*pot hole*) de los lechos de los ríos en roca, pero no existe una corriente turbulenta de agua que los origine.
- Las acanaladuras son surcos que aparecen en laderas o vertientes inclinadas, que no llegan a ser completamente verticales. Los surcos, recorren la roca según la dirección de máxima pendiente y concentran el agua que escurre por las paredes. Algunas veces conectan en cabecera con los pilancones, y suelen ser de anchura y profundidad decimétricas. Este afloramiento no tiene vertientes suficientemente inclinadas y largas como para que se formen, pero en La Pedriza hay buenos ejemplos (riscos de Peña Sirio o El Pájaro).
- *Taffoni* es una palabra corsa que significa cavidad, y se usa para describir oquedades en las paredes inclinadas o verticales de dimensiones y formas variables. Cuando son de pequeño tamaño se llaman alvéolos o nidos. Si los alvéolos se distribuyen de forma más o menos geométrica por toda la pared, a los relieves residuales que los separan se les llama resaltes en panal. Los taffoni que forman una concavidad continua en la base de una pared se les llama balmas (*flared slopes*) o voladizos. Cuando la balma se desarrolla en forma de cinturón alrededor de un bloque rocoso más o menos aislado el resultado es un tormo, tolmo, pedestal o roca fungiforme (*pedestals*, *mushroom rocks*).
- Otras formas singulares del granito son los aros de piedra endurecidos (*rock doughnuts*), un relieve en forma de anillo o rosca endurecida rodeando un pilancón, y los agrietamientos pseudopoligonales (*polygonal cracking*), que son paredes inclinadas o casi verticales endurecidas en las que aparecen grietas formando un enrejado. Por ensanchamiento de las grietas pseudopoligonales, las zonas en relieve quedan separadas unas de otras, dando lugar a lo que los escaladores llaman setas u orejones, que son agarres muy apreciadas por ellos. Los endurecimientos superficiales se producen porque los iones arrastrados por el agua durante

el proceso de meteorización de la roca se depositan cerca de su superficie, endureciendo la roca externamente como si se tratase de una coraza.



Figura 5.15: Morfologías de los granitos en el afloramiento de Matacanchal. De izquierda a derecha y de arriba abajo: Pilancón (*gnamma*), *taffonis*, balma (*flared slope*) y agrietamientos pseudopoligonales (*polygonal cracking*),

Todas estas formas recuerdan en muchos aspectos a aquellas que presentan las rocas solubles (calizas, dolomías, yesos, sales) y que se denominan lapiaz o *karren*; por lo que en los granitos se les denomina pseudolapiaz (*pseudokarren*). Para que el material granítico sea erosionado de ese modo, es necesario un proceso de preparación previa del material que recibe el nombre de meteorización, ya que son los meteoros (cambios de temperatura, agua, hielo, viento) los encargados de realizarla. La meteorización puede tener efectos físicos o químicos sobre la roca. La meteorización física consiste en la ruptura mecánica de las rocas a causa de esfuerzos externos e internos causados por los meteoros, y su resultado es la disgregación y fragmentación de la roca, pero sin modificación de su naturaleza química o mineralógica. La meteorización química da lugar a cambios mineralógicos y de composición; normalmente se produce un lavado de los iones llamados bases tales como el sodio, calcio, potasio, etc. por ello, suele ser mucho más intensa en las rocas básicas que en las ácidas, ya que las primeras tienen más bases, y también es más intensa en climas cálidos y húmedos.

Las rocas graníticas sufren un proceso peculiar de meteorización llamado arenización, ya que el material resultante de dicho proceso tiene un aspecto similar a una arena compacta y se le llama *lehm* o *grus*. Esta alteración del granito penetra hacia abajo más fácilmente a favor de las fracturas que presenta el macizo rocoso, pues la acción meteórica dispone así de mucha más superficie en la que intervenir. En la meteorización del granito intervienen también otras superficies de discontinuidad aún menores que las diaclasas, son las fisuras, pequeñas grietas que no llegan a conectar unas con otras. Las direcciones de estas fisuras y diaclasas son bien conocidas por los canteros del granito, que las llaman pelo, y las aprovechan en su trabajo. La

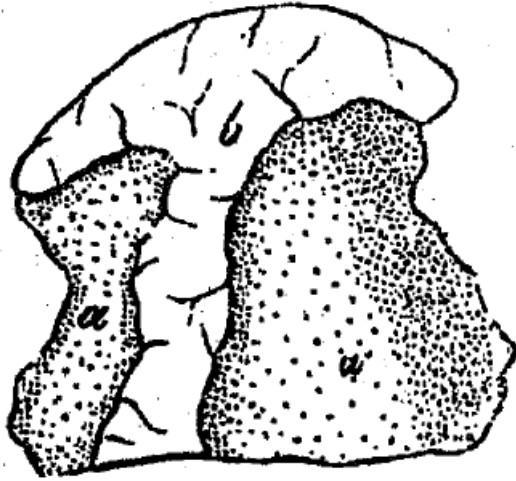


Figura 5.16: Casiano de Prado representó en 1864 una roca granítica fungiforme (b) similar a las que podemos encontrar en Matacanchal. Casiano la vio cerca de Cenicientos, e indica en su dibujo que la roca está a medio camino de ser desenterrada por la erosión (a es el granito arenizado).

meteorización acentúa las fisuras, produciendo la descamación de las rocas. Aunque en el clima de La Pedriza los cambios químicos que experimenta el granito al arenizarse no son muy intensos, la alteración de la roca penetra a veces profundamente

Tal y como ya intuyó Casiano de Prado (figura 5.16), los investigadores posteriores han demostrado que las formas del pseudolapiaz se originan cuando la roca está cubierta por el *grus* o *lehm* y que posteriormente, cuando este es erosionado, evolucionan en condiciones aéreas. La cubierta del *lehm* permite una mayor permanencia del agua en contacto con la superficie de la roca, lo que facilita el desarrollo de la meteorización, cuando el *lehm* es erosionado, deja al descubierto un paisaje rugoso que corresponde a las actuaciones de la meteorización (figura 5.17).

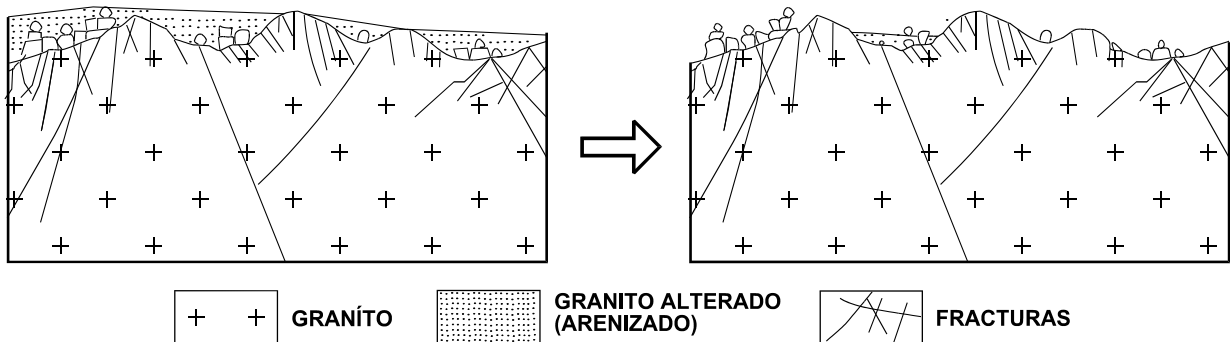


Figura 5.17: La erosión del granito arenizado deja al descubierto formas de meteorización que en realidad se han generado bajo la superficie del terreno.

6. Un poco de historia²

El estudio de la geología de la Comunidad de Madrid comenzó a mediados del siglo XIX con la creación, en tiempos de Isabel II, de la denominada "Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino" mediante Real Decreto de 12 de julio de 1849. El objetivo era «formar la Carta Geológica del terreno de Madrid y reunir y coordinar los datos para la General del Reino». Al poco tiempo, cambió al nombre de "Comisión del Mapa Geológico de España", que se mantuvo hasta 1910, en que pasó a llamarse Instituto Geológico de España. En 1927 este organismo se reorganizó bajo el nombre de Instituto Geológico y Minero de España (IGME), denominación que se ha mantenido prácticamente hasta la actualidad, sólo interrumpido por un breve paréntesis (1988-2001) en que se llamó "Instituto Tecnológico y Geominero de España".



Figura 6.1: Casiano de Prado y Vallo (1797-1866) según un óleo de Ignacio Burguete que hay en la Biblioteca Nacional.

En la "Comisión del Mapa Geológico de España" participo muy activamente Casiano de Prado y Vallo (1797-1866), que ya había emprendido por su cuenta la tarea de elaborar el mapa geológico de la provincia de Madrid con motivo de la traída de aguas del río Lozoya a la Corte (figura 6.1). Heredero del espíritu ilustrado y liberal, Casiano de Prado recorrió minuciosamente a lomos de mula las sierras de Gredos y Guadarrama. Fruto de sus recorridos geológicos fue la publicación en 1864 de la obra denominada Descripción Física y Geológica de la provincia de Madrid, concluida tras dieciocho años de exploraciones por toda la provincia. En ella se describen por primera vez las montañas, los ríos, las rocas y la formación del relieve, y lo hace con tal rigor científico que se considera el primer estudio geológico moderno publicado en España.

El primero en seguir el camino iniciado por Casiano de Prado fue José Macpherson y Hermás (1839-1902), gaditano de origen escocés que, aficionado desde su niñez a las ciencias naturales, cursó estudios de geología en París. Participó en los trabajos de la Comisión del Mapa Geológico, realizando además frecuentes recorridos a lo largo de toda la geografía ibérica. Su labor con respecto a la geología de Madrid fue muy importante. No solo realizó estudios sobre la tectónica, la morfología y la petrografía, sino que su obra se extendió al ámbito cultural y pedagógico. Fue presidente de la Sociedad Española de Historia Natural y colaboró con la Institución Libre de Enseñanza, entre cuyos fundadores se hallaban Salvador Calderón y Francisco Giner de los Ríos.

José Macpherson (figura 6.2) realizó una aportación enorme y creó escuela al señalar el camino que siguieron sus discípulos Francisco Quiroga y Salvador Calderón, y más tarde a su vez los discípulos de éstos, Eduardo Hernández Pacheco, Juan Carandell y Lucas Fernández Navarro. Estos últimos formaron parte de la llamada "Escuela Madrileña de Geología", aunque más acertado hubiese sido denominarla "Escuela del Guadarrama", por el historial común de sus miembros más destacados. Durante la primera mitad del siglo XX, este grupo de geólogos centró sus investigaciones en la sierra, sobre todo en la búsqueda y el estudio del glaciario cuaternario, una de las características geológicas que más llamaba la atención de estos científicos.

² Este texto ha sido elaborado por F. López Olmedo (IGME)

Las primeras descripciones de las huellas glaciares en el Sistema Central fueron las que aparecieron en 1864 en la Descripción Física y Geológica de la provincia de Madrid, de Casiano de Prado, en la que dedicó un capítulo a este asunto titulado "Acción glaciaria en la Sierra de Guadarrama". Este investigador había recorrido con frecuencia el macizo de Peñalara y hay que reconocerle el mérito de ser el primero en atribuir un origen glaciario a su laguna. Hasta finales del siglo XIX imperó entre estos geólogos la teoría de que las sierras del Sistema Central habían estado cubiertas por una gran capa de hielo permanente que se extendía hasta el pie mismo de las montañas. En 1894, el geólogo alemán Albrecht Penck (1858-1945) negó tales teorías, ya que nunca se dieron las condiciones meteorológicas y de relieve para la existencia de glaciares de tan grandes dimensiones, pero sí que se formaron pequeños glaciares en las cumbres. Lucas Fernández Navarro (1869-1930) comenzó a buscar restos de estos pequeños circos a lo largo de la extensa alineación de cumbres de los Montes Carpetanos, y descubrió una serie de pequeños fondos de glaciares situados en parajes entonces recónditos.

En 1915, el arqueólogo y sacerdote alemán Hugo Obermaier (1877-1946), comenzó el estudio del macizo de Peñalara en compañía de Juan Carandell y Eduardo Hernández Pacheco. Obermaier y Carandell publicaron sus resultados sobre el glaciario de Peñalara en 1917 (figura 6.3).



Figura 6.2: José Macpherson y Hermás (1839-1902)

A principios del siglo XX, la Sierra de Guadarrama pudo haber sido declarada Parque Nacional, pero los conservacionistas de entonces sólo consiguieron que se declararan algunos "Sitios y Monumentos Naturales de Interés Nacional", como el Pinar de la Acebeda, La Pedriza del Manzanares, la Peña del Arcipreste de Hita, y la Cumbre, circo y lagunas de Peñalara. Un año más tarde, Eduardo Hernández-Pacheco dirigió la publicación de la Guía de los Sitios Naturales de Interés Nacional, cuyo nº 1 se dedicó a la Sierra de Guadarrama y en la que se puede encontrar una magnífica Descripción Geográfico-Geológica del Guadarrama redactada por su hijo Francisco Hernández-Pacheco.

Un acto destacable que simboliza el interés que alcanzó la geología durante las primeras décadas del siglo XX es la inauguración de la Fuente de los Geólogos el 12 de junio de 1932. Se trata de un monumento en homenaje a los geólogos

Casiano del Prado, José Macpherson, Salvador Calderón y Francisco Quiroga, por haber hecho de la Sierra de Guadarrama un lugar de investigación científica y promoverlo como escenario cultural. La fuente se encuentra en la subida al puerto de Navacerrada, unos kilómetros antes de llegar a él (figura 6.4).

La guerra civil y el exilio congelaron la actividad científica durante más de dos décadas. Con la puesta en marcha de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense comenzó a darse un nuevo impulso a la investigación geológica en Madrid realizando diversos estudios de carácter petrológico estructural y geomorfológico. La realización de la cartografía geológica por parte del IGME a escala 1:50.000 (Mapa Geológico Nacional MAGNA) en los años 70 y 80 las diferentes tesis doctorales realizadas y la publicación de numerosos artículos han contribuido a un mayor conocimiento sobre la geología de Madrid. A partir de esta época resulta larga y numerosa la relación de los geólogos que han estudiado la zona. Listar todos los trabajos realizados llenaría varias páginas por lo que te animamos a consultar la bibliografía en función del área de conocimiento que más te interese.

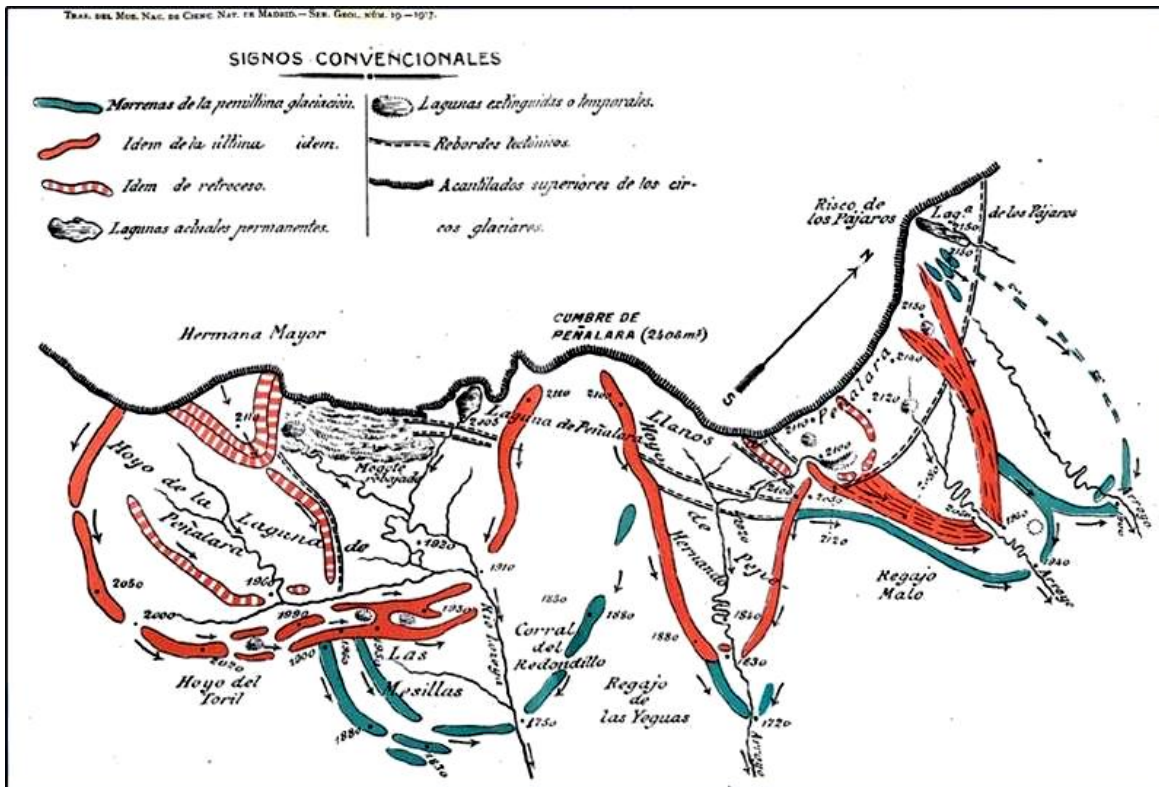


Figura 6.3: Mapa de las morrenas y lagunas glaciares del entorno de Peñalara (Obermaier y Carandell, 1917).

A principios de los 70 se planteó la protección de diferentes zonas de la sierra. En 1978 se declaró el Parque Natural de la Cuenca Alta del Manzanares, luego reclasificado como Parque Regional en 1985, y ampliado en 1987 y 1991. En 1987 fueron catalogados como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) el Alto Lozoya, el Pinar de Valsaín y El Espinar, y en 1990 se declaró protegido el Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara. El



Figura 6.4: La fuente de los Geólogos, junto a la carretera del Puerto de Navacerrada.

siglo XX terminó con la demanda de un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) para la Sierra de Guadarrama y su declaración como Parque Nacional. El siglo XXI se inició con la “Proposición no de Ley” de todos los grupos parlamentarios de la Asamblea de Madrid, instando al Gobierno de la Comunidad de Madrid a ponerse de acuerdo con el Gobierno de la Nación y la Junta de Castilla y León para iniciar los procedimientos legales para la declaración de la Sierra de Guadarrama como Parque Nacional (Boletín Oficial de la Asamblea de Madrid, nº 98, 7 de junio de 2001). En la actualidad, el proceso sigue en tramitación

y, aunque no perdemos la esperanza de que se lleve a cabo, la tendencia en los últimos años ha sido a reducir la extensión inicial del futuro parque, perdiendo gran parte del patrimonio natural y de la diversidad natural que tanto impresionaron a los primeros naturalistas estudiosos de este maravilloso entorno, y que aún hoy merecen nuestra consideración.

7. Bibliografía recomendada y otros datos

- Anguita, F. (2002). *Biografía de la Tierra*. Ed. Aguilar, Madrid, 200 pp.
- Díaz-Martínez, E., Rodríguez Aranda, J.P. (2008). *Itinerarios geológicos en la Comunidad de Madrid*. MEC / IGME, Madrid. 192 pp.
- Díez Herrero, A. y Martín Duque, J.F. (2005). *Las raíces del paisaje*. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia. Ed. Junta de Castilla y León, Colección Hombre y Naturaleza, vol. 7, 464 pp.
- Durán, J.J. (Ed.) (1998). *Patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid*. Sociedad Geológica de España y Asamblea de Madrid, Madrid, 290 pp.
- Gutierrez Elorza, M. (Coordinador) (1994). *Geomorfología de España*. Ed. Rueda, Alcorcón (Madrid), 526 pp.
- Instituto Geológico y Minero de España (1988). *Atlas geocientífico del medio natural de la Comunidad de Madrid*. ITGE y Comunidad de Madrid, Madrid, 83 pp.
- Martín Serrano, A. (Ed.) *Mapa Geomorfológico de España y del Margen Continental a escala 1:1.000.000*. IGME, Madrid.
- Meléndez Hevia, I. (2004). *Geología de España. Una historia de 600 millones de años*. Editorial Rueda, Madrid, 277 pp.
- Menduiña, J., 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, Madrid, 131 pp.
- Pedraza, J. de, Carrasco, R.M. (2006). El glaciario pleistoceno del Sistema Central. *Revista de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 13, no. 3, p. 278-288.
- Pedraza, J., Sanz, M. A., Martín, A. (1989). *Formas graníticas de La Pedriza*. Agencia de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid. Cuadernos madrileños del Medio Ambiente. 205 pp.
- Prado, C. de (1998). *Descripción física y geológica de la Provincia de Madrid*. Instituto Geológico y Minero de España, Facsímil de la edición de 1864, 219 pp.
- Sanz Herranz, C. (1986). La Pedriza de Manzanares. En: (Martínez de Pisón, E. y Tello, B.) *Atlas de geomorfología*. Alianza Editorial, pp. 301-316.
- Sanz Herranz, C. (1988). *El relieve del Guadarrama oriental*. Comunidad de Madrid, Consejería de Política Territorial. 547 pp.
- Vías Alonso J. (2001). *Memorias del Guadarrama*. Historia del descubrimiento de unas montañas. Editorial La Librería, Madrid, 272 pp.

Mapas geológicos y topográficos

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) publica mapas geológicos y geomorfológicos a escala 1:50.000, que puedes utilizar para conocer más detalles sobre las unidades geológicas que componen La Sierra. Las imágenes escaneadas de los mapas geológicos (archivos de tipo JPG) pueden descargarse gratuitamente desde la página web del IGME en <http://www.igme.es/internet/cartografia/portada/sig.htm> y visualizarla a través del navegador <http://cuarzo.igme.es/geoveo2/default.htm>.

En esa misma página web también puedes bajarte los mapas geocientíficos de la Comunidad de Madrid, cada uno de los cuales cubre un aspecto diferente.

El mapa geológico a escala 1:50.000 que corresponde a este itinerario es la hoja 509 (Torrelaguna). Cada mapa geológico, junto con su memoria explicativa puedes comprarlo en la tienda del IGME (Servicio de Publicaciones), en la calle Cristóbal Bordú 34, 28003 Madrid, teléfonos 913495730 y 913495750, de lunes a viernes y solo por las mañanas de 9:00 a 13:00. Más información en <http://www.igme.es>

Otros lugares en Madrid donde se pueden comprar mapas topográficos y geológicos son:

- La Casa del Mapa (Centro Nacional de Información Geográfica), General Ibáñez de Íbero 3, 28003 Madrid, teléfono 915979644 y fax 915532913. Sólo abre por las mañanas de 8:30 a 14:00. Más información en <http://www.cnig.es/>
- La Tienda Verde, calle Maudes 38, 28003 Madrid, teléfono 915330791 y 915343257 y fax 915336454 y 915333244. Más información en <http://www.tiendaverde.es/>
- Comercial Liber 2000, calle Mar de la Sonda 8 (bajo dcha.), 28033 Madrid, teléfono 913821074 y fax 913821078.
- Reydis Libros, calle Hierbabuena 35 (bajo), 28039 Madrid, teléfono 913116682 y fax 913116667.

Fotos aéreas e imágenes de satélite

La Comunidad de Madrid ofrece fotos aéreas de diferentes fechas, disponibles en: <http://gestiona.madrid.org/nomecalles/> Si cambiamos la base de datos de fotos aéreas que se utiliza como fondo, y comparamos las fotos de diferentes años, podremos identificar los cambios que ha sufrido una zona desde 1946 hasta la actualidad.

El visor GeoMadrid está desarrollado por la empresa Tres Cantos S.A. para la Comunidad de Madrid, y permite ver el aspecto de toda la comunidad en el año 2007, con imágenes georeferenciadas (ortoimágenes con coordenadas) y hasta una escala de 1:5.000. Está disponible en: <http://www.trescantossa.com/geomadrid/Navegar.aspx>

También existe un visor nacional disponible en <http://www.mapa.es/es/sig/pags/sigpac/intro.htm>, y un visor para cada comunidad, donde el de Madrid es <http://www.madrid.org/sigpac/>

El portal Google de internet ofrece imágenes de satélite y fotos aéreas con una resolución muy buena para algunas zonas. Para ello hay que instalarse un programa gratuito que está disponible en <http://earth.google.com/>. En <http://www.goolzoom.com/> puedes encontrar un compendio de imágenes y mapas (mashup) que fusiona Google Maps y Google Earth con el Catastro Español, el SigPac, ortofotos del PNOA, mapas del IGN y otros mapas de carácter público, unificando y simplificando el acceso a la información territorial.

De reciente creación, el portal IDEE integrará a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, a nivel nacional, regional y local. Está en: http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES

Museos y jardines de rocas

El Museo Geominero es una unidad del Instituto Geológico y Minero de España (Organismo Público de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación). Se encuentra situado en: C/ Ríos Rosas, 23; 28003-Madrid (Horario: 9 a 14 h de lunes a domingos y festivos; salvo 24, 25 y 31 de diciembre y 1 y 6 de enero; entrada gratuita). Junto con la importancia de las colecciones de minerales, rocas y fósiles procedentes de todas las regiones españolas y de antiguos territorios coloniales, así como de yacimientos significados del registro mundial, cabe destacar también el alto interés arquitectónico del propio edificio. <http://www.igme.es/museo/>

El Museo Nacional de Ciencias Naturales es una institución del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, gestiona una importante colección de especímenes de geología y paleontología y desarrolla un programa de exposiciones y actividades educativas dirigidas al público general. Está en: C/ José Gutiérrez Abascal, 2; 28006-Madrid. <http://www.mncn.csic.es/home800.php>

El museo histórico-minero Don Felipe de Borbón y Grecia pertenece a la Escuela Superior de Ingenieros de Minas, situada en: C/ Ríos Rosas, 21; 28003-Madrid (visita previa petición de cita). Además de ver las colecciones de minerales, fósiles (con una interesante exposición temática sobre osos de las cavernas) y de lámparas mineras, la visita incluye el acceso a la Mina-Museo Marcelo Jorissen.

<http://www.minas.upm.es/inicio/Museo%20Historico/espanol.htm>

La Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid cuenta en la actualidad con once centros de educación ambiental distribuidos por la región madrileña. Todos ellos desarrollan programas dirigidos a población local de su entorno, sistema educativo y visitantes. También se llevan a cabo actividades adaptadas a grupos diversificados de población, entre los que se incluyen personas invidentes o sordas. En algunos de ellos existen jardines de rocas u otras infraestructuras con contenidos temáticos relativos a la geología, entre ellos cabe destacar:

Jardín de rocas y Pequeña Pedriza del Centro de Educación Ambiental Manzanares, de la Comunidad de Madrid (Tel: 918539978). Puedes ver, entre otras cosas, los principales tipos de rocas de la Sierra de Guadarrama y reproducciones de los riscos más emblemáticos de la Pedriza

Jardín de rocas del parque de Polvoranca (Leganes), dependiente del Centro de Educación Ambiental que la Comunidad de Madrid tiene en dicho parque (Tel. 916484487), en el que se pueden ver los principales grupos de rocas presentes en la Comunidad de Madrid, su visita merece la pena.

Jardín de rocas de la laguna de El Salmoral (Prádena del Rincón), dependiente del Centro de Educación Ambiental de la Comunidad de Madrid del Hayedo de Montejo (C/ Real, 64; 28190-Montejo de la Sierra, Tel. 918697058 / 918697217). Contiene rocas ígneas y metamórficas de la Sierra Norte, así como paneles explicativos relativos a la influencia de las rocas en los paisajes.

Glosario

Si en este glosario no encuentras la palabra, puedes buscarla en el 'Glosario geológico' de la página web del Colegio Oficial de Geólogos, en la dirección:
http://www.icog.es/_portal/glosario/sp_search.asp

Abanico aluvial: depósito de sedimentos que en conjunto presenta una forma de abanico o segmento de cono con mucho más diámetro que altura. Un abanico se forma cuando una corriente de agua que iba encajada en un relieve llega a una zona amplia y con menos pendiente. El resultado es una disminución de la velocidad de la corriente, con lo que se deposita el sedimento que arrastraba, el cual se desparrama formando un abanico con el extremo (ápice) situado cerca del relieve. Se llama abanico aluvial al que se forma por corrientes fluviales y aluviones procedentes de relieves montañosos. También existen abanicos submarinos.

Anatexia: proceso geológico de transformación de una roca en un magma.

Arcilla: el término arcilla puede hacer referencia al tamaño de grano o a la composición del sedimento. Por un lado, arcilla 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. Hay que utilizar el término con 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% (tres cuartas partes) de granos de cuarzo.

Arena: sedimento compuesto por granos sueltos (no cementados) de un tamaño entre limo y grava, es decir, entre 0,065 y 2 milímetros.

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

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

Brecha: roca compuesta por fragmentos de otras rocas con predominio del tamaño grava. Brecha sedimentaria es la que se forma por procesos de sedimentación y brecha tectónica es la que se forma por procesos tectónicos.

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

Caliza: roca sedimentaria compuesta principalmente por calcita.

Carbonato: compuesto químico o mineral en el que el anión principal es $(\text{CO}_3)^{2-}$.

Carbonático: que contiene carbonato en proporción elevada.

Cenozoico: era geológica que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 65 millones de años hasta la actualidad. También hace referencia a las rocas formadas durante este tiempo. Equivale a lo que hasta hace poco se llamaba Terciario y Cuaternario, términos recientemente eliminados de la escala del tiempo geológico según la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS, 2004).

Conglomerado: roca sedimentaria detrítica compuesta por granos de tamaño grava (más de 2 milímetros). Cuando los cantos son angulosos se le llama brecha sedimentaria.

Cretácico: último periodo del Mesozoico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 145 millones de años hasta hace 65 millones de años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Cristal: forma de un mineral. Cuando tiene espacio para crecer, refleja la estructura interna del mineral, y cuando no tiene espacio, la forma está condicionada por los cristales que le rodean.

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

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

Cuaternario: término utilizado para referirse al tiempo transcurrido desde hace 1,8 millones de años hasta la actualidad. Incluye al Pleistoceno y al Holoceno. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Cubeta sedimentaria y cuenca sedimentaria: zona deprimida del relieve que recibe sedimentos y permite que se acumulen. El término cubeta se refiere a una cuenca sedimentaria endorreica pequeña (rodeada por relieves elevados en todo su contorno y sin salida al mar).

Cuenca endorreica: cuenca hidrográfica o sedimentaria sin salida al mar.

Cuenca exorreica: cuenca hidrográfica o sedimentaria con salida al mar.

Depresión tectónica: zona de menor altura y relieve que su entorno y limitada por fallas en uno o varios de sus bordes.

Diaclasa: plano de rotura de una roca a lo largo del cual no hay desplazamiento entre los dos bloques que separa. Generalmente es de pequeña extensión (desde centímetros a decenas de metros).

Diagénesis: conjunto de procesos geológicos de transformación de los minerales de un sedimento o roca debido a cambios en la presión, la temperatura, los fluidos que circulan, etc. Puede resultar en litificación (transformación de un sedimento en una roca) mediante cementación, compactación, etc.

Diferenciación por cristalización fraccionada: separación de los minerales que van cristalizando en un magma según se va enfriando, generalmente porque se hunden por su propio peso dentro de la masa viscosa del magma. Los primeros que se forman suelen ser minerales máficos, y el magma queda empobrecido en esos componentes y enriquecido en otros (silicatos de sodio,

potasio, calcio, etc.). Si una roca se solidifica a partir de este segundo magma, tendrá mayor proporción de minerales félsicos que la que se formó a partir del magma original.

Dolomía: roca sedimentaria compuesta principalmente por dolomita.

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

Edáfico: relacionado con la alteración y modificación de la capa superficial del terreno como resultado de la acción de procesos químicos y físicos en función del clima, la vegetación y las características del sedimento o roca.

Época geológica: subdivisión de la escala del tiempo geológico de rango inferior al periodo. Ejemplos de épocas geológicas: Mioceno, Pleistoceno.

Era geológica: subdivisión de la escala del tiempo geológico de rango superior al periodo. Ejemplo de era geológica: Mesozoico.

Esquisto: roca metamórfica compuesta principalmente por micas visibles sin lupa (más de 1 mm), algunos otros minerales (por ejemplo, cuarzo), y caracterizada por la presencia de esquistosidad (propiedad de fracturarse según planos paralelos a las micas del esquisto).

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).

Estructura cristalina: la que forman los átomos de un compuesto cuando están ordenados formando una malla tridimensional con grupos de átomos que se repiten en una o varias direcciones. Un mismo compuesto puede dar lugar a diferentes estructuras cristalinas, y cada una de ellas será un mineral diferente (polimorfo).

Evaporita: roca que se disuelve fácilmente y que se puede formar por la evaporación del agua de lagos y mares. Son ejemplos el yeso y la halita (sal común).

Falla: plano de rotura de una roca con desplazamiento relativo entre los dos bloques que separa. Generalmente es de gran extensión (metros a kilómetros). Reciben diferentes nombres según el tipo de desplazamiento relativo.

Feldespato: mineral compuesto de tetraedros de sílice y alúmina (silicato aluminico) unidos en una estructura cristalina idimensional que incluye diferentes cationes (sodio, potasio, calcio, etc.). Generalmente presenta colores claros. Ejemplos: ortosa (de potasio), albita (de sodio), anortita (de calcio).

Foliación: tipo de estructura bandeada que presentan los minerales que forman el gneis y otras rocas metamórficas de alto grado.

Fractura: plano de rotura en las rocas o sedimentos. Si hay desplazamiento se llama falla y si no hay desplazamiento se llama diaclasa.

Gneis: roca metamórfica compuesta principalmente por cuarzo, feldespato y mica, y que estuvo sometida a alta temperatura y presión en el interior de la corteza terrestre. Estos minerales forman un bandeo característico al que se denomina foliación.

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 mayor de 2 milímetros.

Holoceno: última época del periodo Neógeno de la era Cenozoica, y que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 11.500 años hasta la actualidad (también se suele poner el límite en los 10.000 años). Para agrupar al Pleistoceno y Holoceno se utiliza el término Cuaternario.

Leucogranito: granito con alto contenido en minerales félsicos, bajo contenido en minerales máficos y generalmente de color gris 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).

Litificación: conjunto de procesos (compactación, cementación, etc.) mediante los cuales un sedimento se transforma en roca sedimentaria.

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

Magma: mezcla muy caliente de rocas fundidas con minerales y fragmentos de roca sólidos, 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 llama lava al magma cuando sale a la superficie terrestre.

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

Mesozoico: era de la escala del tiempo geológico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 250 millones de años hasta hace 65 millones de años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Metamorfismo: proceso de transformación de los minerales de una roca o sedimento debido a elevada presión y/o temperatura.

Micas: minerales compuestos de tetraedros de sílice y alúmina (silicato aluminico) unidos en una estructura cristalina bidimensional (planar) que contiene muy diferentes elementos. Ejemplos: moscovita (de potasio), biotita (de potasio, hierro y magnesio).

Mineral: compuesto sólido inorgánico natural caracterizado por su estructura cristalina y composición química.

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

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 relativa.

Monzogranito: granitoide de composición intermedia entre granito (*sensu stricto*) y granodiorita. Antes se le llamaba adamellita, pero este término está en desuso.

Mioceno: época geológica del Cenozoico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 23 millones de años hasta hace 5,3 millones de años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Neógeno: periodo geológico del Cenozoico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 23 millones de años hasta la actualidad. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Orogenia: conjunto de procesos geológicos (magmatismo, metamorfismo, erosión, deformación tectónica, sedimentación, etc.) que actúan en las placas tectónicas para formar un sistema montañoso.

Orógeno: sistema montañoso formado por la acción de procesos geológicos, generalmente (pero no siempre) como resultado de colisión entre placas tectónicas. El Orógeno Varisco (antes también llamado Hercínico) es el sistema montañoso en que se formaron gran parte de las rocas ígneas y metamórficas del Sistema Central en el Paleozoico superior. El Orógeno Alpino es el sistema montañoso en que se formaron los relieves actuales del Sistema Central, Cordillera Ibérica, Pirineos, Béticas y otras partes del sur de Europa en el Cenozoico.

Paleocanal: antiguo canal fluvial o de abanico aluvial, posteriormente rellenado por sedimentos.

Paleoclima: clima que afectó a una zona en el pasado.

Paleógeno: periodo geológico del Cenozoico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 65 millones de años hasta hace 23 millones de años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Paleorrelieve: antiguo relieve resultado de la erosión y que posteriormente fue recubierto por sedimentos o rocas más jóvenes.

Paleozoico: era de la escala del tiempo geológico que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 542 millones de años hasta hace 250 millones de años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo.

Periodo geológico: subdivisión de la escala del tiempo geológico inferior a era y superior a época. Ejemplos de periodos geológicos: Carbonífero (Era Paleozoica), Cretácico (Era Mesozoica) y Neógeno (Era Cenozoica).

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

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

Pleistoceno: penúltima época del periodo Neógeno de la era Cenozoica, y que corresponde al tiempo transcurrido desde hace 1,8 millones de años hasta hace 11.500 años. También hace referencia a las rocas formadas durante ese tiempo. Para agrupar al Pleistoceno y Holoceno, se utiliza el término Cuaternario.

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: roca de la que se puede obtener cal (óxido de calcio, CaO). La cal se forma por descomposición del carbonato cálcico (CaCO₃) al perder el dióxido de carbono (CO₂) con el aumento de la temperatura. El término calcáreo hace referencia al contenido en carbonato cálcico y, por tanto, la roca calcárea por excelencia es la caliza.

Roca carbonática: roca con una elevada proporción de carbonato en su composición. Algunos ejemplos de este tipo de rocas son la caliza, la dolomía y el mármol.

Roca ígnea o magmática: roca formada por el enfriamiento y solidificación de un magma. Puede ser plutónica o volcánica.

Roca metamórfica: roca formada a partir de otra roca por transformación de sus minerales, así como de su textura y estructura, debido al aumento de la presión y/o de la temperatura. El grado del metamorfismo (bajo, medio o alto) es proporcional al aumento de presión y/o temperatura que haya sufrido la roca.

Roca plutónica: roca ígnea resultado del enfriamiento y cristalización de un magma en profundidad, en contraposición a las rocas volcánicas, que se han enfriado en superficie. Suelen enfriarse lentamente, permitiendo que se formen cristales.

Roca sedimentaria: roca formada por la acumulación y enterramiento de sedimentos y su posterior compactación, consolidación y cementación (procesos englobados en la litificación).

Roca volcánica: roca ígnea resultado del enfriamiento y cristalización de un magma en la superficie terrestre en contacto con la atmósfera o la hidrosfera. El término se opone al de roca plutónica, que es la que se ha enfriado en el interior de la Tierra. Si se solidifica a poca profundidad, cerca de la superficie pero sin salir, se llama roca subvolcánica. Ambos tipos de rocas (volcánicas y subvolcánicas) pueden haberse enfriado tan rápidamente que no da tiempo a cristalizar y en su lugar se forma vidrio.

Sedimento: material sólido que ha sido o está siendo erosionado, transportado y/o depositado de forma natural, y que no ha sufrido una compactación, consolidación y/o cementación como para considerarlo una roca. Los sedimentos recién depositados suelen incluir una elevada proporción de agua y gases.

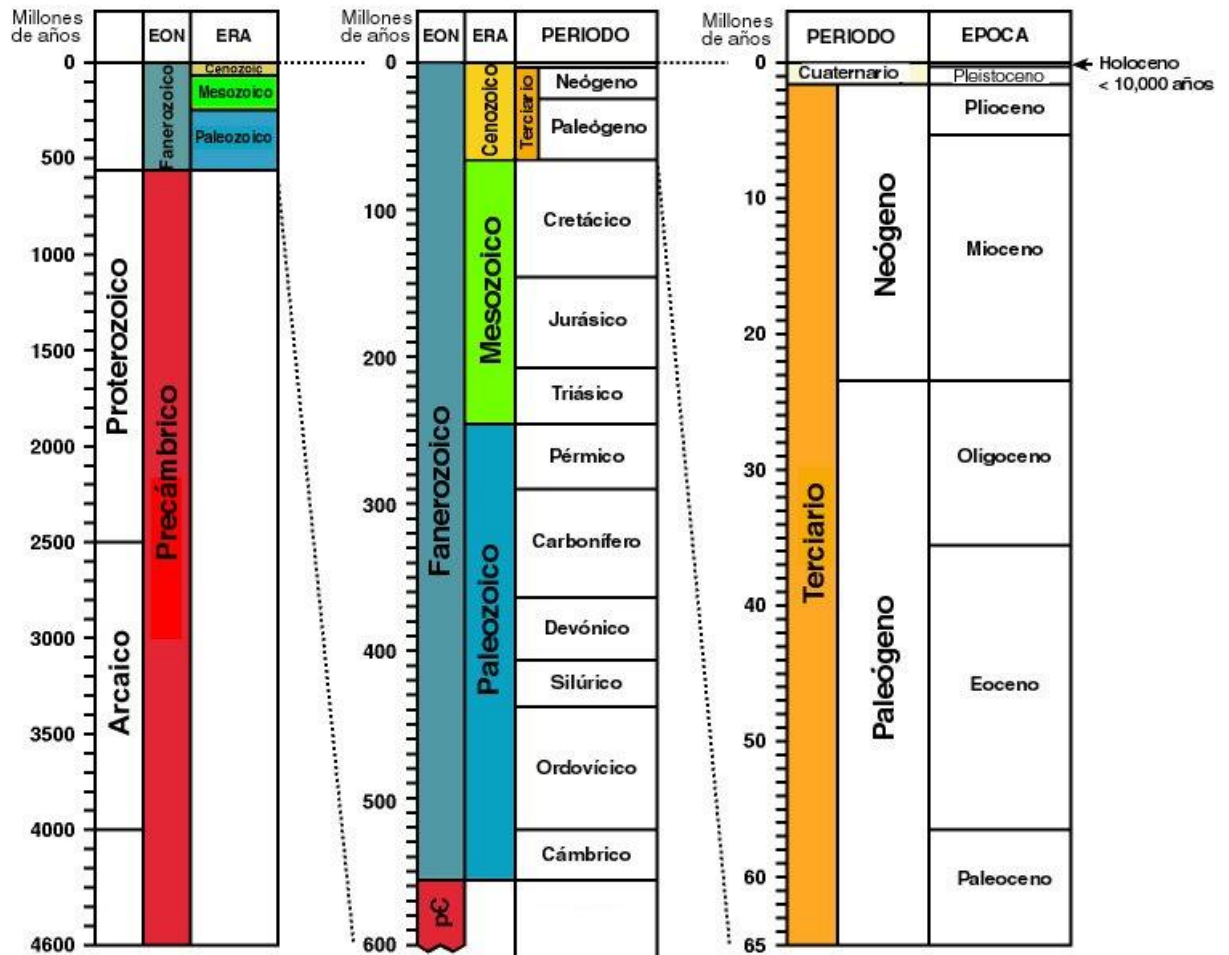
Tectónico o tectónica: que tiene relación con la estructura geológica de las rocas (pliegues, fallas, etc.), su formación, origen y evolución.

Terciario: término que se utilizaba hasta hace poco para referirse al tiempo transcurrido desde hace 65 millones de años hasta hace 1,8 millones de años, equivaliendo al Paleógeno y parte del Neógeno según la acepción actual. También hace referencia a

las rocas formadas durante ese tiempo. Actualmente, el término Terciario ha sido eliminado de la escala del tiempo geológico según la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS, 2004).

Textura: aspecto general de una roca definido por el tamaño, la forma y la disposición de sus componentes tal como se ven a la vista, a la lupa o al microscopio.

Escala del tiempo geológico



Monitores del Geolodía _11 Madrid (IGME):

- Francisco de Borja Nozal
- Enrique Díaz Martínez
- Javier Escuder Viruete
- Fabián López Olmedo
- Ángel Salazar Rincón
- Pablo Valverde Vaquero

Con la colaboración de los educadores ambientales del Centro Manzanares

PROMUEVE Y COORDINA:



PROMUEVE:



COLABORAN:



ORGANIZAN:



PATROCINA:

