

El relieve

Comarca de Andorra-Sierra de Arcos



Ariño	536 m
Oliete	542 m
Alloza	668 m
Alacón	702 m
Andorra	714 m

Para conocer la orografía de una comarca es importante empezar por describir las formas de relieve que la caracterizan, como sierras, llanos, valles, depresiones, con sus altitudes, rocas que las forman, desniveles, etc., pero sabemos que el relieve actual es el resultado de una larga evolución geológica de millones de años con una serie de prolongados procesos de sedimentación de rocas en diferentes medios, interrumpidos por periódicos episodios de elevación de relieves por empujes orogénicos, que modificaron y deformaron la disposición original de aquellas rocas, y la acción posterior de los diversos agentes erosivos que dieron lugar al paisaje que hoy vemos. De manera que para entender de verdad un paisaje, hay que conocer cómo se formó, qué procesos se han ido sucediendo a lo largo de millones de años para que hoy encontremos esas formas de paisaje. Así pues, empezaremos por situar nuestra comarca, describiremos sus principales unidades de relieve y, por último, conoceremos su historia geológica.

En la península Ibérica podemos diferenciar nueve regiones geológicas naturales o unidades de relieve bien definidas, que tienen que ver con grandes formas de relieve y con la antigüedad de sus rocas. Están agrupadas en tres zonas:

Áreas montañosas recientes: 1 Pirineos y Cantábrica, 2 Cadenas Costero-Catalanas, 3 Cordillera Ibérica, 4 Cordilleras Béticas.

Depresiones: 5 Cuenca del Duero, 6 Fosa del Tajo, 7 Cuenca del Guadalquivir, 8 Depresión del Ebro.

Áreas muy antiguas arrasadas: 9 Macizo Hespérico.

Casi toda la Comarca de Andorra-Sierra de Arcos se encuentra en una de estas unidades, la **Cordillera Ibérica**, ocupando su extremo suroriental. Los términos

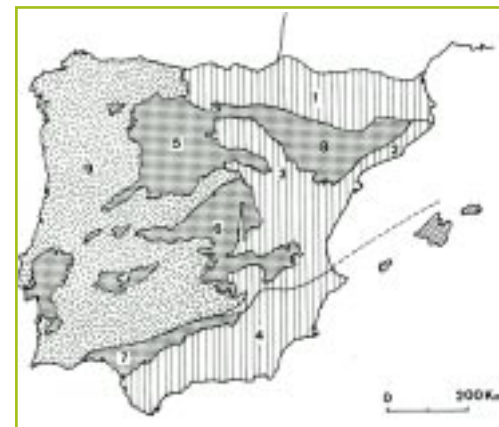
Los Montalbos (Alloza)



municipales de todos los pueblos de la comarca están en esta unidad y sólo la parte nororiental del término de Andorra corresponde a otra unidad: la **Depresión del Ebro**.

El mapa de relieve

Si miramos despacio el mapa de relieve de la comarca de Andorra-Sierra de Arcos, donde los tonos más oscuros indican mayores altitudes (al sur de la comarca) y los más claros son las zonas más bajas (al norte), veremos que el punto más elevado está en la sierra de Ejulve a 1528 m de altitud y la zona más baja, al norte de la comarca a unos 530 m, ya en la depresión del Ebro. Entre ambos extremos hay un desnivel de casi 1000 m. Esto nos da idea de la quebrada topografía y la diversidad de paisajes que podemos encontrar en su territorio.

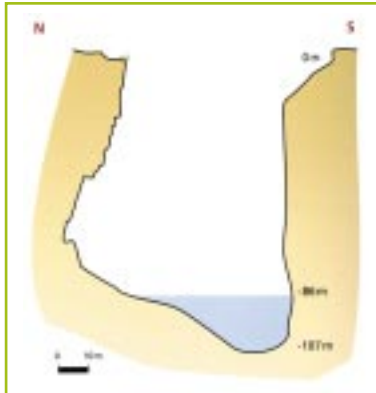




Crivillén	774 m
Estercuel	829 m
Gargallo	941 m
Ejulve	1.113 m

El relieve

El relieve de nuestra comarca es el fruto de los procesos de erosión –que predominan en las zonas de montaña– o disolución de las rocas, del transporte de los materiales erosionados y de su eventual sedimentación en los cursos fluviales o al pie de los escarpes rocosos. La mayoría de las formas de paisaje han sido labradas en los tiempos geológicos más recientes, en los últimos 5 millones de años, cuando los ríos Martín, Ecuriza, Guadalopillo, Regallo y todos sus afluentes se encajaron profundamente en las llanuras antiguas, dejando al descubierto rocas con información de la historia geológica de la región.



Sin embargo, también existen “relieves heredados” de otras épocas de la historia geológica, que se han preservado hasta nuestros días; por ejemplo las **superficies de erosión**, prácticamente planas, formadas sobre rocas calcáreas, separadas por escarpes y con un escalonamiento de mayor a menor altitud en sentido sur-norte, que se empezaron a formar hace 25 millones de años generando un paisaje llano sobre el que los ríos actuales encajaron su red fluvial, de modo que ahora aparecen como retazos planos aislados entre los valles. Ejemplos de estas superficies “relictas” podemos encontrarlos en la Sierra de Arcos, con una altitud en torno a los 900 m.

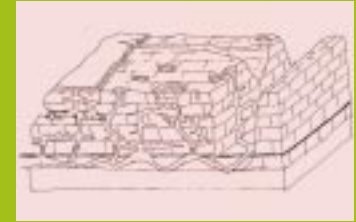
Las formas de erosión están condicionadas por dos aspectos fundamentales: el tipo de roca y la inclinación de los estratos. Respecto al tipo de roca, las que tienen poca consistencia y se disgregan con facilidad, como las arcillas o las arenas por ejemplo, dan lugar a las vaguadas y laderas suaves. Las rocas duras, como areniscas y calizas, al ser más resistentes a la erosión, quedan como resaltes y escarpes abruptos en la parte alta de los cabezos y en los cañones. Si se trata de calizas, el agua –con la presencia de dióxido de carbono– origina en ellas formas de erosión particula-



Sima de Oliete

res al disolverlas, las denominadas **formas kársticas**: **cañones, dolinas, cuevas y simas**. Un ejemplo espectacular es la Sima de San Pedro en Oliete.

En cuanto a la inclinación de los estratos, también es un factor determinante de las formas de relieve. Por ejemplo, cuando los estratos están horizontales se forman **mesas o muelas**, que son cerros o relieves aislados coronados por un estrato resistente, como la muela de los Montalbos de Alloza; si los estratos están inclinados, se originan los **relieves en cuesta**, como el Monte Pico de Andorra; si están verticales, las formas que originan son las **crestas**, como las que abundan en la sierra de Ejulve.



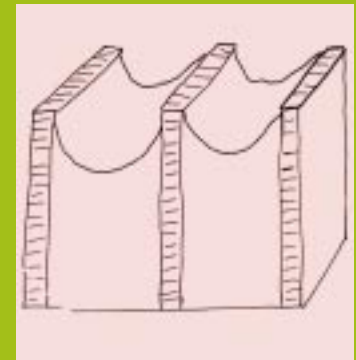
Macizo kárstico



Muela y cerro testigo



Relieve en cuesta



Cresta

La Sima de San Pedro

Cerca de Oliete, muy próxima al río Martín, hay una impresionante cavidad cilíndrica de origen kárstico: una *dolina en pozo* con la boca en forma de embudo y paredes casi verticales. Tiene una profundidad de 108 m hasta la superficie del pequeño lago del fondo –que se nutre de la lluvia y de las aguas que fluyen, a través de una conexión subterránea,

desde el río Martín, próximo a la sima y a 32 m por encima del nivel del fondo del lago– y un diámetro de 100 m. ¿Cómo pudo formarse este gran agujero? La explicación la debemos buscar en el tipo de roca, la caliza, que se disuelve con el paso del agua a través de sus grietas y fracturas agrandándolas y dando lugar a distintas formas de disolución (*formas kársticas*) como cavidades internas. Cuando el hueco subterráneo que se iba for-

mando fue demasiado grande, tuvo lugar el hundimiento que formó la sima.

La Sima de San Pedro desempeña un importante papel ecológico como refugio de aves que anidan en las cavidades y repisas de sus paredes y se aprovechan del lago interior. A la atardecida las aves se acercan a la sima y, guardando un orden estricto, se lanzan volando a su interior nada menos que 7 especies distintas de aves y 7 especies de murciélagos.

Geomorfología



Sierra de Arcos

A vista de pájaro, podemos dividir nuestra comarca –de norte a sur– en tres “unidades geomorfológicas” caracterizadas por sus formas de relieve:

1. Depresión del Ebro: es sólo un pequeño sector del término municipal de Andorra, al extremo noreste de la comarca, se trata de una zona de suave relieve de plataformas en lenta inclinación hacia el Ebro, los **glacis**, incididas a veces por pequeños barrancos (como el del río Regallo). Esta zona está constituida por materiales detríticos –conglomerados y areniscas– procedentes de la erosión de las sierras que la limitan por el sur; muy recientes en la historia geológica. Sus altitudes oscilan entre los 650 m y los 530 m. Es, pues, la unidad de relieve con menores altitudes de la comarca.

2. Serranías Marginales de la Depresión del Ebro: son alineaciones serranas que constituyen las estribaciones de la cordillera Ibérica, de topografía abrupta, constituidas por rocas calcáreas formadas durante la era Secundaria y comienzo de la Terciaria, que se elevaron durante la etapa compresiva de la orogenia alpina, para luego ser retocadas por la erosión posterior. Se caracterizan por sus estructuras de plegamiento sencillas orientadas en dirección noroeste-sureste. La primera de

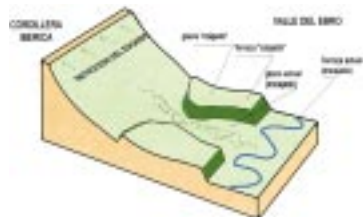
estas sierras, si vamos hacia el sur, es la Sierra de Arcos, al norte de Andorra, Ariño y Alacón con relieves en cuevas y crestas en los pliegues. Limita al norte con la depresión del Ebro mediante una estructura de “cabalgamiento”. Su máxima altitud es de 980 m.

Hacia el sur se sitúan otras alineaciones serranas, paralelas y de la misma época y tipo de materiales, de relieves más suaves, que a veces forman plataformas estructurales como las de Crivillén y Esteruel, a menudo diseccionadas transversalmente por los barrancos de los afluentes de los ríos Martín y Escuriza.

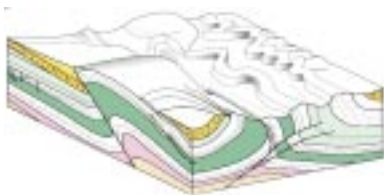
Intercaladas entre las sierras se encuentran zonas más bajas y suaves, pequeñas depresiones internas, que son cubetas de relleno de materiales procedentes de la erosión de las sierras circundantes, como la depresión de Andorra. Sus altitudes rondan los 800 m. En estas zonas, destacan a veces plataformas más elevadas o **mesas** como la de los Montalbos antes mencionada.

3. Sierra de Ejulve: es el conjunto más elevado de la Comarca, en el extremo sur de la misma, forma parte de la Sierra de San Just-Castellote. Se caracteriza por su complejidad estructural, pliegues, cabalgamientos, fracturas, etc., que, junto con los

encajamientos y hoces profundas de ríos como el Guadalopillo, forman un paisaje de relieves fuertes y abruptos. Su altitud máxima es de 1528 m, en las cercanías del puerto de Majalinos.



Depresión del Ebro

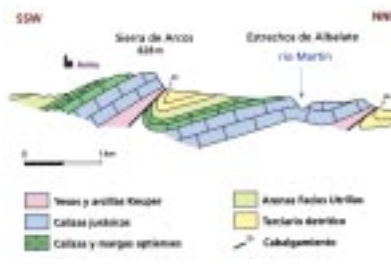


Sierra de Ejulve

Cabalgamiento de la sierra de Arcos

Las capas secundarias (más antiguas) se pliegan y desplazan sobre un plano de fractura –debido a los esfuerzos orogénicos– “cabalgando” sobre los materiales terciarios (más jóvenes) de la Depresión del Ebro.

CUATERNARIO	1.7 m.a.	
CENOZOICO	25 m.a.	MIOGENO
	65 m.a.	PALEOGENO
MESOZOICO	130 m.a.	CRETACICO
	185 m.a.	JURASICO
	252 m.a.	TRIASICO
	280 m.a.	PERMIICO
PALEOZOICO	345 m.a.	CARBONIFERO
	385 m.a.	DEVONICO
	435 m.a.	SILURICO
	500 m.a.	ORDOVICICO
	580 m.a.	CAMBRIICO
	450 m.a.	PRECAMERICICO



Barranco de la Fuente de Andorra (Alloza)

La escala de los tiempos geológicos

Para poder entender la historia geológica de un lugar hay que hacer referencia a una “escala de los tiempos geológicos” establecida y aceptada por todos los científicos del mundo. Gracias a los fósiles los geólogos han construido esa escala del tiempo dividida en grandes unidades: Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, y éstas a su vez en sistemas o periodos más pequeños. Pero ¿cómo se saben los millones de años de una roca o de un fósil? Los geólogos utilizan un método, el de la

Geocronología radiométrica, que se basa en medir la cantidad de determinados elementos radiactivos presentes en la roca. Así, se ha podido determinar que la edad de la Tierra es de unos 4500 millones de años, que la era Paleozoica o Primaria se inicia hace unos 600 millones de años, que la era Mesozoica o Secundaria empezó hace 230 millones de años y que terminó hace 65 millones de años, cuando dio comienzo la última era de la historia de la Tierra, el Cenozoico, al final de la cual, hace menos de 2 millones de años, surge la especie humana.

Historia geológica



La historia geológica está escrita en las rocas. En nuestra comarca, las rocas más antiguas tienen una edad de 250 millones de años, cuando comenzaba la era Mesozoica o Secundaria, por tanto, a partir de entonces, todo lo que aconteció lo podemos "leer" en las rocas que forman nuestro paisaje.

Hace 250 m. a. se estaba produciendo en la región un arrasamiento de los fuertes relieves que habían sido creados con anterioridad. Durante la era Secundaria el mar avanza y retrocede alternativamente y al final de esta era se produce el último gran avance del mar; que cubrió casi toda la parte E de la península Ibérica (sólo parte del actual valle del Ebro quedó emergida).

Al comenzar la era **Cenozoica**, hace 65 m. a., comienzan los primeros movimientos compresivos de la **orogenia alpina**, el mar se retira definitivamente de la región y las rocas formadas en las etapas anteriores junto con las que se iban depositando ahora como producto de la erosión de los relieves se deforman plegándose, fracturándose y dando lugar a fuertes relieves con pliegues y cabalgamientos de dirección NO-SE como los que constituyen la Sierra de Arcos en nuestra comarca o la de San Just más al sur. Simultáneamente se formarían cubetas de relleno, al ir desmantelándose los relieves recién formados, como las de Estercuel y Andorra. Hace 25 m. a. termina la etapa compresiva orogénica y la zona acaba por arrasar sus relieves y rellenar sus depresiones dando lugar a un paisaje prácticamente llano al final del Terciario.

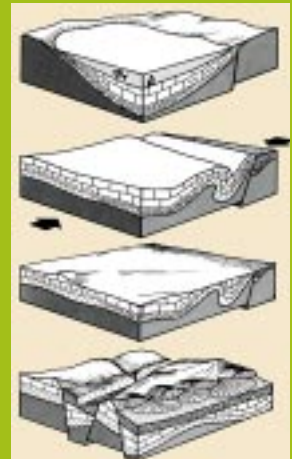
Por último, desde finales del Terciario y durante el Cuaternario hasta la actualidad (5-0 m. a.), se produce un importante encajamiento de la red fluvial cuando, por causas climáticas, los ríos como el Martín, Ecuriza, Guadalopillo y todos sus afluentes aumentan su poder erosivo y excavan profundos **cañones**, valles y **terrazas**. Las formas de relieve que hoy vemos son el



Monte Pico (Andorra).
Al fondo, la Sierra de Arcos.

resultado de esta última etapa de profundización de los ríos en sus cauces y del retoque de otros agentes, como la lluvia y el viento, que han dejado formas de paisaje muy características como suaves pendientes al pie de los relieves –los **glacis**–, por ejemplo el de el norte de la Sierra de Arcos, ya en el valle del Ebro, o los **cerros testigo** y las **muelas** como el Piagordo y los Montalbos, sin olvidar la acción modeladora del hombre haciendo **bancales** o explotando recursos minerales a cielo abierto.

el paisaje natural



La historia geológica

En los últimos 70 millones de años, el mar (1) se retiró definitivamente, la orogenia Alpina plegó y rompió y elevó las rocas (2), la erosión arrasó los relieves (3) y los ríos y otros agentes modelaron finalmente los relieves (4).

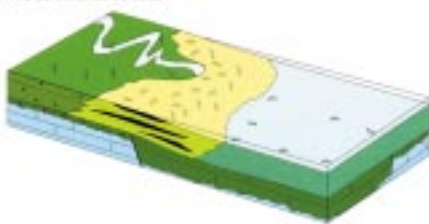


Fósiles del Jurásico

En el período Jurásico de la era Secundaria (200-130 m. a.), el mar avanzó al menos dos veces sobre la zona. En aquel cálido mar vivían multitud de animales con concha, que han podido fosilizar muy bien. En la figura vemos algunos ejemplos:

1. *Pentacrinus* (Crinoideo)
2. *Hildoceras* (Ammonite)
3. *Belemnites* (Cefalópodo)
4. *Terebratula* (Braquiópodo)
5. *Rhynchonella* (Braquiópodo)

CRETÁCICO INFERIOR
(parte superior)
115-65 millones de años



¿Cómo se formó el carbón de nuestra comarca?

Las capas de carbón de las minas de la Val de Ariño, Gargallo y Estercuel configuran una estructura plegada en forma de U (un **sinclinal**), uno de cuyos **flancos**, el que está más al norte, forma la ladera sur de la sierra de Arcos. Las vetas de carbón, intercaladas dentro de los estratos, se continúan por debajo del terreno configurando ese pliegue en U muy suave, para volver a **aflorar** por el lado sur, en Gargallo y Estercuel.

Hace unos 90 millones de años, durante el Cretácico inferior, había aquí una extensa llanura costera en ambiente de marismas,

con un clima subtropical que propiciaba en las cercanías grandes bosques. Los restos de estos vegetales se iban acumulando en capas –a veces más gruesas, a veces más finas– y cubriéndose de otros sedimentos que los aislaban del oxígeno del aire, lo que facilitó su transformación en carbón por la acción de microorganismos anaeróbicos (que viven sin oxígeno). Mientras tanto, en la región se produjeron por lo menos dos avances del mar, que cubriría toda la zona y dejaría más capas de otras rocas sobre las anteriores. Finalmente, la orogenia Alpina plegó todos estos materiales y la erosión se encargó de dejar al descubierto parte de ellos, los **afloramientos** que hoy podemos ver.