

5.3.- SINGULARIDADES ESTRATIGRÁFICO-SEDIMENTARIAS

Estratigrafía

La estratigrafía es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas. Estratificación es la disposición en capas paralelas de las rocas sedimentarias.

Se denomina estrato a cada una de las capas de las que consta una formación de rocas estratificadas; siendo el techo del estrato su superficie superior y el muro del estrato su superficie inferior.

La estratigrafía se basa en una serie de principios, que permiten conocer las relaciones temporales entre los estratos. Estos principios son:

- Principio de la horizontalidad original: Los estratos se depositan de forma horizontal y permanecen horizontales si no actúa ninguna fuerza sobre ellos.
- Principio de la continuidad lateral: un estrato tiene la misma edad a lo largo de toda su extensión.
- Principio de la superposición: Si sobre una secuencia estratigráfica no se ha ejercido ninguna fuerza, el estrato más antiguo se sitúa en la parte inferior y el más moderno, en la superior.
- Principio del uniformismo: Las leyes que rigen los procesos geológicos han sido las mismas en toda la historia de la Tierra.
- Principio del actualismo: Los procesos geológicos actuales son los mismos que actuaban en el pasado y producen los mismos efectos que entonces.

- Principio de la sucesión faunística o de la correlación: Los estratos que se depositaron en diferentes épocas geológicas contienen distintos fósiles.
- Principio de la sucesión de eventos: Todo acontecimiento geológico es posterior a las rocas y procesos afectados por él.

Teniendo en cuenta estos principios se pueden definir las unidades litoestratigráficas, como un cuerpo de estratos constituido por rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas, que se caracterizan por presentar una forma estratificada o tabular. Se denomina Formación, a una unidad litoestratigráfica, que se caracteriza por su posición estratigráfica; y Grupo a una unidad litoestratigráfica de rango mayor, que comprende dos ó más formaciones adyacentes. A la referencia original o designada, de una unidad estratigráfica o límite estratigráfico, que se identifica como un intervalo o punto específico en una sucesión de estratos, y que constituye el patrón o modelo para definir y reconocer la unidad o límite estratigráfico se le denomina estratotipo.

En La Rioja se encuentran los estratotipos que definen las unidades litoestratigráficas correspondientes al Cretácico de la Cordillera Ibérica; éstas son, de más antigua a más moderna:

- **Formación Torrecilla:** calizas bioconstruidas
 - Grupo Tera: Conglomerados y areniscas de origen fluvial
 - Grupo Oncala: Calizas, margas y arcillas de ambiente lacustre-marino
 - Grupo Urbión: Gravas, arenas y arcillas de origen fluvial
- **Formación El Mediano:** areniscas lutitas y calizas micríticas
- **Formación Jubera:** Abanicos aluviales proximales
 - **Grupo de Enciso:** Muy similar en litología y ambientes sedimentarios al Grupo Oncala
- **Formación Leza:** calizas micríticas oscuras
 - **Grupo Oliván:** Areniscas de origen fluvial

Sedimentología

Es la rama de la geología que se encarga de estudiar los procesos de formación, transporte y deposición de material que se acumula como sedimento en ambientes continentales y marinos, y que normalmente forman rocas sedimentarias. Trata de interpretar y reconstruir los ambientes sedimentarios del pasado.

Se encuentra estrechamente ligada a la estratigrafía, si bien su propósito es el de interpretar los procesos y ambientes de formación de las rocas sedimentarias y no el de describirlas como en el caso de aquella.

Las rocas sedimentarias se forman debido a la acción de procesos sedimentarios sobre rocas preexistentes; estos procesos comienzan con la destrucción de rocas sólidas por la meteorización y su posterior erosión, para después ser transportadas por un medio (agua, viento, hielo). Cuando la capacidad del medio decrece, se produce la deposición de los sedimentos.

Se denomina sedimento a cualquier unidad física que ha sufrido un proceso de erosión, transporte y depósito en una zona diferente en donde se encontraba originalmente; mediante la diagénesis los sedimentos se transforman en rocas sedimentarias. Los procesos sedimentarios generalmente son muy complejos y dependen de muchos factores, que dejan su impronta en los sedimentos. Se llama facies sedimentaria al conjunto de características de un cuerpo sedimentario (tamaño y forma del grano, tipo de estratificación, estructuras sedimentarias...)

Los medios o ambientes sedimentarios son zonas de la superficie terrestre donde pueden acumularse sedimentos. Los ambientes sedimentarios se clasifican en:

Continental :	Desértico, Glaciar, Aluvial-Fluvial, Lacustre
De transición :	Deltaico, Playero, Estuarino, Isla barrera-lagoon
Marino:	Plataforma, Talud, Llanura abisal

a) Medios continentales, donde se va a hacer énfasis en aquellos cuyo agente principal de depósito es el agua; es decir, los medios fluvial, lacustre y glacial.

1.- Medio fluvial

Los cursos de agua pueden dividirse, fundamentalmente, en tres grupos, de acuerdo con las características de su trazado: rectos, ramificados o anastomosados, en los cuales se produce una serie sucesiva de divisiones y reuniones de la corriente, originándose así una serie de canales y que son típicos de abanicos aluviales, y los meandriformes, cuando la corriente presenta una serie de inflexiones a lo largo de su dirección.

Los sedimentos de un medio fluvial presentan características diversas según la zona en que se hayan depositado; unos representan la acumulación en el canal; otros, la que tuvo lugar en sus márgenes; finalmente, existen sedimentos correspondientes a zonas alejadas del cauce.

Los depósitos asociados al medio fluvial son muy numerosos en toda La Rioja, bien sea procedentes de abanicos aluviales (facies Buntsandstein, asociados a las fases de desmantelamiento de los relieves de La Demanda y Cameros), o pertenecientes a redes fluviales *sensu stricto* como los depósitos cuaternarios del río Ebro.

2.- Medio lacustre

Los sedimentos pueden ser: detríticos (y biodetríticos), químicos, bioquímicos y orgánicos. Cuando las gravas y arenas han llegado al lago por medio de corrientes fluviales su tamaño dependerá de la capacidad de transporte de la corriente; su extensión no será muy amplia y generalmente las acumulaciones adoptarán forma de cuña. Por lo general, las gravas se localizan en zonas muy someras, formando playas; si el transporte fue realizado por corrientes de montaña pueden alcanzar una profundidad mayor. Todos estos sedimentos pueden mostrar una serie de estructuras sedimentarias, pero ninguna de ellas es exclusiva del medio lacustre. Frecuentemente se han relacionado con este tipo de medio sedimentos

finamente estratificados y sedimentos con laminación fina (varvas), pero estas características pueden encontrarse también en otros ambientes. Este es el caso de los depósitos del lago plioceno de **Villarroya**.

Generalmente las arenas lacustres están bien calibradas y redondeadas y su tamaño disminuye hacia el centro del lago.

La naturaleza de los depósitos químicos depende de los iones que se encuentren disueltos en el agua; dichos iones proceden, de una parte, de las rocas que bordean el lago y, por otra, de los aportes fluviales que a él llegan. A partir de ellos, los depósitos más importantes formados en los lagos son: carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos y boratos. Su precipitación depende de los valores de pH y Eh, de la temperatura de las aguas, así como de la concentración y producto de solubilidad de cada compuesto. Dentro de los sedimentos químicos típicos se encuentran las evaporitas, de las que las más importantes son los sulfatos y los cloruros. Entre los sulfatos, los de calcio - yeso y anhidrita- son los más frecuentes.

Dentro de los sedimentos de origen orgánico se pueden diferenciar dos grupos: aquellos que están constituidos por acumulaciones de partes duras de los organismos -y que no han sufrido un verdadero transporte- y los que están formados por el depósito de las partes blandas.

Las partes blandas de los organismos que viven en un lago, al morir éstos, se acumulan y lo hacen generalmente junto con los sedimentos más finos; una vez depositadas comienzan a sufrir procesos de descomposición. En unos casos estos procesos tienen lugar en condiciones oxidantes, mientras que otras veces se realizan en ausencia de oxígeno. Los productos resultantes son de varios tipos, dependiendo de la naturaleza de la materia orgánica original y de las características físico-químicas del medio.

Pertenecientes a este medio de sedimentación tenemos varios afloramientos en el área de estudio: las **calizas de Bergasa-Autol**, formadas en lagos carbonatados poco profundos, o los **carbones de Préjano** y los de **Ventas Blancas**, asociados también a lagos carbonatados poco profundos.

3.- Medio glaciar

El hielo es el agente con menor poder selectivo; por lo tanto, los sedimentos glaciares se caracterizarán por la presencia de partículas con una gran variedad de tamaños, que van desde bloques a la fracción arcilla, dependiendo la distribución de tamaños de varios factores.

La composición mineralógica de los depósitos glaciares es, también, muy variable; debido a que la meteorización química es prácticamente nula, se encuentran en estos sedimentos gran cantidad de materiales inestables. No obstante, una parte de los fragmentos inestables se desintegra durante el transporte, produciéndose partículas de tamaño pequeño, las cuales van a formar parte de la harina de roca (tamaños arena y limo); ésta frecuentemente constituye la masa principal del depósito morrénico.

Los materiales transportados por un glaciar proceden no sólo de las rocas sobre las que se extiende la masa de hielo, sino también de los relieves próximos. Los materiales de éstos tendrán un papel más importante en las morrenas laterales, mientras que en las de fondo tendrán una mayor influencia las rocas del sustrato.

Los depósitos más importantes del medio glaciar, y los únicos que se sedimentan directamente a partir del hielo, son los tills, que a veces se hacen equivaler a morrenas, aunque parece preferible reservar el término morrena para referirse al aspecto morfológico del depósito, empleando el de till con significado petrográfico. Generalmente los tills y tillitas están formados por gravas y clastos de tamaños que pueden llegar a las dimensiones de bloques, incluidos en una masa de grano más fino, en la que puede predominar la fracción arena o bien la fracción arcilla. Los cantos y gravas de estos depósitos suelen estar poco desgastados.

Este tipo de depósitos se puede encontrar en Sierra Cebollera y en la Sierra de la Demanda, por encima de los 1900 m.

b) Medios marinos, dentro de los cuales se quiere destacar el de plataforma continental, por estar representado en el área de estudio.

La plataforma continental se caracteriza por un dominio de sedimentación de margas, limos o arcillas. La mayor parte de los materiales limosos y lutíticos han sido transportados en suspensión procedentes del continente. En la parte más proximal aún pueden existir capas originadas por grandes tormentas, aunque con menor frecuencia que en la zona de transición a las playas. La fauna puede ser variada según las áreas, pudiéndose producir acumulaciones locales de conchas. La bioturbación de los materiales es localmente muy fuerte. En los mares cálidos gran parte de los sedimentos son producto de la erosión de conchas producida por organismos perforantes.

En una plataforma carbonatada se distinguen tres tipos de facies principalmente. La facies más proximal se ha depositado en un medio marino restringido separado del mar abierto por barras. En la facies intermedia los fragmentos de fauna y la ausencia de fango, indican un medio de sedimentación de alta energía con fuerte movimiento de la arena esquelética construyendo barras. En la facies más distal, el tamaño fino del grano y, sobre todo la fauna, indican sedimentación netamente marina y de baja energía, como correspondería a un área de mar abierto, por debajo de la acción del oleaje y lejos de las corrientes de fondo.

Los depósitos transgresivos marinos también son muy frecuentes en La Rioja, y están asociados con las facies Muschelkalk (depósitos marinos someros). También aparecen en las potentes series jurásicas, en facies de playa, plataforma y arrecifes; o en las series cretácicas de los Montes Obarenes.

Los medios sedimentarios en La Rioja

Casi todos los materiales que forman La Rioja fueron sedimentados en una sucesión de cuencas marinas y continentales. Los más antiguos, fracturados y plegados por las orogenias Asíntica, Hercínica y Alpina, aparecen distribuidos en cuatro importantes unidades morfoestructurales: las sierras de la Demanda y Cameros al sur, la sierra de Cantabria-Montes Obarenes al norte, y, separando estos conjuntos montañosos, una depresión central ocupada por los materiales más recientes.

Estas cuatro grandes unidades morfoestructurales presentan notables diferencias entre ellas tanto desde el punto de vista geológico, temporal, litológico, de relieve como paisajístico, lo que permite caracterizarlas y estudiarlas de forma independiente.

Durante el precámbrico, la Península Ibérica no estaba individualizada de otras regiones europeas, africanas o americanas, y formaba parte de un gran continente llamado Gondwana. En las cuencas marinas que rodeaban este continente se depositaron materiales terrígenos (areniscas y arcillas) que marcan el inicio de la historia sedimentaria de la sierra de la Demanda.

Al final del Precámbrico, estos materiales fueron plegados por la orogenia Asíntica, también llamada Cadomiense, dando lugar a relieves montañosos. Ya en el paleozoico estos relieves fueron arrasados, y sobre ellos se depositaron potentes series detríticas, procedentes del continente, en un medio de plataforma continental. Estos sedimentos fueron plegados y metamorfizados en la orogenia Hercínica, formándose una cadena montañosa, que posteriormente fue peneplanizada.

La sedimentación mesozoica comienza por medio de abanicos aluviales y cursos fluviales (facies Buntsandstein). Seguidamente se produce una importante subida del nivel del mar, que deja un conjunto de sedimentos carbonatados depositados en una plataforma marina (facies Muschelkalk).

La consiguiente retirada del mar deja extensas llanuras lutíticas y sebkhas costeras donde se acumulan potentes series evaporíticas (facies Keuper).

Finalmente, en las últimas etapas del Triásico, se produce una nueva transgresión marina, dándose depósitos de plataforma continental, con la formación de potentes series calcáreas (Jurásico), de ambientes de playa, plataforma continental y arrecifes.

Asociada a la distensión acaecida durante la apertura del Golfo de Vizcaya se forma una importante cuenca sedimentaria en la zona actualmente

ocupada por la sierra de Cameros y parte de la sierra de la Demanda. En esta cuenca, fuertemente subsidente, se depositan hasta 9.000 metros de areniscas, arcillas y calizas en ambientes fluviales y lacustres, que corresponden a los grupos Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván.

Tras la orogenia Alpina (finales del mioceno), esas cuencas sedimentarias se pliegan y levantan, y los relieves empiezan a denudarse, convirtiéndose en el área madre del relleno de la cuenca del Ebro, donde se llegan a acumular hasta 5.500 metros de conglomerados (adosados a las sierras), areniscas, arcillas, calizas y yesos en ambientes sedimentarios continentales (abanicos aluviales y lagos carbonatados y evaporíticos). Un buen ejemplo de esto son los conglomerados rojos de **Arnedo - Herce**.

Hacia el final del Mioceno se produce la apertura de la cuenca terciaria del Ebro al Mediterráneo y comienza el vaciado erosivo de la cuenca y la instauración de la actual red fluvial, responsable del desmantelamiento de las sierras y del modelado que se observa en el presente.

Las secuencias sedimentarias se ven alteradas cuando se producen discordancias. Una discordancia aparece cuando una serie sedimentaria plegada es erosionada hasta que se desarrolla una superficie plana que es cubierta por nuevos sedimentos que se disponen horizontalmente. De esta forma, las capas antiguas y modernas forman un cierto ángulo. Este tipo de situaciones permite datar con exactitud los movimientos tectónicos y la deformación de las capas, que serán posteriores a la sedimentación de los estratos inclinados y anteriores a la sedimentación de los estratos horizontales. Este tipo de fenómenos se pueden apreciar en la carretera de Arnedo a Logroño, entre los cruces de Calahorra y Bergasa o en el valle del río Añamaza.

También en los materiales terciarios que rellenan la Depresión de Arnedo, se puede apreciar una discordancia, en este caso sintectónica, (es decir, contemporánea con el plegamiento). Para la génesis de este tipo de discordancias es necesario que el borde de la cuenca sea tectónicamente activo y la sedimentación continua, con lo cual las capas que se forman primero se van plegando, al mismo tiempo que se sedimentan otras encima. Si la

elevación del flanco activo continúa, llegarán a erosionarse los primeros materiales y al cesar la actividad tectónica quedarán cubiertos discordantemente por las capas posteriores.

Los puntos de interés estratigráfico - sedimentario estudiados aparecen situados en el siguiente mapa.