

La geomorfología y el modelado del relieve

Autor: Alvarez Martinez, Oscar (Licenciado en Biología, Cap d'Estudis Ins Sant Pere i Sant Pau (Tarragona)).

Público: Profesores y alumnos Ciencias Naturales, Geología, Ciencias de la Tierra. **Materia:** Ciencias Naturales, Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias para el mundo contemporáneo. **Idioma:** Español.

Título: La geomorfología y el modelado del relieve.

Resumen

El estudio del origen y de la evolución de formas del relieve pertenece a la disciplina llamada geomorfología. En ella se analizan los procesos geológicos externos como la meteorización, la erosión, el transporte y la sedimentación que configuraran los diferentes tipos de paisajes, atendiendo además a los factores que condicionan el modelado del relieve en los relieves arcillosos, cársticos y graníticos. La estructura se analiza para determinar su influencia en la configuración del paisaje, de la misma manera que se tratan los paisajes volcánicos marcados por la composición y la estructura de dichas zonas.

Palabras clave: Relieve, litología, estructura, agentes geológicos, meteorización, erosión, transporte, sedimentación, factores dinámicos, paisajes.

Title: Geomorphology and relief modeling.

Abstract

The study of the origin and evolution of land forms part of the discipline called geomorphology. It external geological processes such as weathering, erosion, transport and sedimentation that will shape the different types of landscapes are analyzed, also taking into account the factors influencing the relief modeling in clay, karst and granite reliefs. The structure is analyzed to determine their influence in shaping the landscape, in the same way that the volcanic landscapes marked by the composition and structure of these areas are treated.

Keywords: Relief, lithology, structure, geological agents, weathering, erosion, transport, sedimentation, dynamic factors, landscapes.

Recibido 2016-05-09; Aceptado 2016-05-11; Publicado 2016-06-25; Código PD: 072026

1. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la especialidad de las Ciencias Geológicas que trata del estudio sistemático del relieve, de la explicación de las formas del mismo, ya sean continentales, litorales o submarinas, y de la explicación de los procesos que han conducido a su génesis.

El concepto de geomorfología incluye el del relieve, que se define como el aspecto de la superficie terrestre prescindiendo de los elementos bióticos. Sobre esta superficie terrestre actúan los agentes geológicos externos como el agua, el hielo, el viento, la atmósfera y los seres vivos, causando cambios o transformaciones en las rocas de la superficie que se denominan procesos geológicos externos. La acción de los procesos geológicos externos se contrapone a los procesos geológicos internos, procesos que tienden a construir o elevar el relieve siendo una clara manifestación de la energía interna de la tierra. Como resultado de la actuación de los procesos geológicos externos, se produce un modelado en la superficie terrestre dando lugar al relieve.

Estos procesos geológicos externos son la meteorización, la erosión, el transporte y la sedimentación. La meteorización es la disgregación y alteración de las rocas debida al efecto de los agentes ambientales (atmósfera, agua y seres vivos), que las fracturan y alteran sus minerales. La erosión es la evacuación de materiales por parte de los agentes geológicos, que tiene como consecuencia un desgaste de los relieves y un modelado característico del paisaje. El transporte consiste en el traslado de materiales por parte de los agentes geológicos; y finalmente, la sedimentación es la acumulación de los materiales en las zonas deprimidas de la superficie terrestre, las cuencas sedimentarias, en donde los agentes externos pierden su capacidad de transporte debido a la pérdida de energía.

La meteorización puede ser mecánica, química o biológica. La mecánica es la rotura de la roca en bloques o partículas por la acción de procesos físicos. En esta se incluye la gelifracción, la termoclastia, la holoclastia y la descompresión. La gelifracción es la acción de cuña que realiza el agua al congelarse y aumentar de volumen dentro de las grietas de las rocas. La termoclastia es la rotura de las rocas expuestas a una intensa insolación o a contrastes considerables de

temperatura ya que la diferente coloración de los minerales formadores de las rocas hace que se dilaten y contraigan a diferentes velocidades. La holoclastia consiste en la rotura de la roca a causa de la precipitación y la posterior cristalización de determinadas sales de yeso o de halita disueltos en el agua, que penetran en las grietas de las rocas. La descompresión es la expansión y el agrietamiento que se producen en rocas que se han formado a gran profundidad.

Por su parte, la química consiste en la disgregación de las rocas debido a la alteración química de sus minerales que siempre tiene lugar en presencia de agua. Hay diferentes tipos que son la oxidación, disolución, carbonatación, hidratación e hidrólisis. La oxidación es la reacción que produce el oxígeno del aire o del agua a los minerales. La disolución afecta a los minerales que se disuelven en agua como algunos carbonatos, sulfatos y cloruros. La carbonatación se produce debido a que algunos minerales como la calcita o los feldespatos, al entrar en contacto con agua que lleva CO_2 en disolución, se vuelven solubles o fácilmente disgregables. La hidratación se produce cuando algunas rocas y algunos minerales son capaces de incorporar agua en sus estructuras, cosa que hace que se hinchen. Finalmente, la hidrólisis es la alteración de los minerales al reaccionar con los iones hidronios (H^+) e hidroxilos (OH^-) del agua.

En cuanto a la meteorización biológica, decir que es la rotura o alteración química de las rocas debido a la acción de los seres vivos. Por ejemplo, la acción de las raíces de los árboles, o la actividad biológica de algunos animales como topillos, gusanos de tierra u hormigas. Muchos organismos producen sustancias químicas que modifican las propiedades de los minerales como los ácidos secretados por los líquenes.

El segundo proceso geológico comentado era la erosión. En cuanto a esta, decir que existen varios factores que contribuyen al proceso erosivo, como son la pendiente, el peso de los materiales, la falta de cohesión entre las partículas que forman una roca y la ausencia de vegetación. La actuación del proceso de erosión produce varios efectos sobre la superficie terrestre, como por ejemplo la evacuación de detritos, modelados característicos en la superficie terrestre, la formación de penillanuras y la redistribución de la masa de los continentes.

Otro proceso geológico comentado es el transporte, que es el traslado que los agentes geológicos externos hacen de los materiales erosionados hasta el lugar donde se produce la sedimentación. Hay dos tipos de transporte, el selectivo típico del agua de los ríos en zonas fluviales o el viento en zonas desérticas y semidesérticas; y el no selectivo que es el hielo que dan lugar a morrenas, y las aguas torrenciales formadoras de torrentes.

El último proceso geológico externo enumerado es la sedimentación, que se considera como la acumulación de los materiales transportados por un agente geológico. La sedimentación tiene lugar en zonas menos elevadas de la corteza terrestre, denominadas cuencas de sedimentación. Tiene dos modalidades, el depósito que es la sedimentación de las partículas sólidas, y la precipitación, cuando el transporte se ha hecho en disolución.

Los diferentes tipos de sedimentos que se depositan en una cuenca siguen el principio de horizontalidad, es decir, se disponen en estratos o capas horizontales, y el de superposición, que quiere decir que los materiales más antiguos quedan tapados por los más modernos.

2. LOS FACTORES CONDICIONANTES DEL MODELADO DEL RELIEVE

Los factores que condicionan el modelado del relieve son el clima, el tipo y la disposición de las rocas, la acción del ser humano y los factores dinámicos.

El clima influye en base a dos aspectos en la génesis del relieve que son los agentes y los procesos que actúan y la cubierta vegetal existente. Por ejemplo respecto a los agentes y procesos externos, en los climas templados como el nuestro, el principal agente modelador del relieve es el agua, en forma de aguas salvajes, torrentes, ríos o aguas subterráneas; en cambio, en las zonas polares y los desiertos, la temperatura constituye un agente de meteorización muy activo (gelifración y termoclastia, respectivamente), la erosión, el transporte y el depósito se encargan el hielo y el viento. Por otro lado, en zonas donde la cubierta vegetal es densa el suelo está muy protegido, y aunque hay meteorización química, los procesos de erosión son limitados. Sin embargo, en zonas donde la ausencia de vegetación es casi completa, ya sea por aridez o por temperaturas bajas (zonas polares), la superficie está expuesta a la acción del viento, de las lluvias y de las heladas.

El tipo de roca sobre el que actúan los agentes geológicos también influye en el modelado porque los hay materiales blandos y materiales duros. Los materiales blandos se erosionan más fácilmente, mientras que los más duros, como las cuarcitas, originan resaltes en el relieve. En las costas, donde el oleaje ejerce una acción erosiva constante sobre las rocas, los materiales más blandos producen entrantes o bahías, mientras que los más duros originan salientes, cabos e islotes.

Las rocas calizas, los yesos, y con frecuencia también las areniscas muy cementadas con carbonato cálcico, al ser solubles determinan el desarrollo de un modelado cárstico. La distinción de materiales blandos y duros está basada en la resistencia de las rocas a los agentes externos, la cual depende de las siguientes propiedades: la cohesión entre los minerales constituyentes, el grado de permeabilidad y el grado de alterabilidad de los minerales.

Un ejemplo de rocas coherentes, sería las rocas cristalinas como el granito y las calizas, en cambio, rocas poco coherentes serían las margas, areniscas o arcillas, en la que los granos de los minerales constituyentes están unidos entre sí por una matriz diferente, lo que hace que tales granos puedan separarse con facilidad. En cuanto al grado de permeabilidad influirá en la erosión superficial y en diversos procesos de meteorización.

Finalmente, como claro ejemplo de la influencia del grado de alterabilidad de los minerales constituyentes, tenemos los granitos, que cuando se encuentran en zonas húmedas se modifican más fácilmente de lo que cabría esperar, ya que algunos de sus componentes, como la biotita o las plagioclasas son más alterables, por hidratación e hidrólisis, que otros como el cuarzo o la moscovita.

La estructura o la disposición de las superficies de la roca (estratificación, fracturas...) condiciona también el relieve y lo trataré en la siguiente cuestión.

El ser humano también modifica el relieve, influyendo de dos maneras principales, actuando directamente como por ejemplo mediante construcciones de vías de comunicación y la formación de ciudades o de las minas, y modificando la acción de los agentes producido por una alterando la cubierta vegetal o por obras de regulación hidráulica.

El último factor que condiciona el modelado del relieve es el factor dinámico que resulta de la combinación de varios procesos externos (eólicos, marinos, fluvio-terrestres) junto con otros debidos a la dinámica interna de la tierra (terremotos y volcanes) con una influencia significativa del factor tiempo.

3. LA IMPORTANCIA DE LA LITOLOGÍA Y LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS

En esta cuestión trataré el relieve arcilloso, el cárstico y el granítico.

El relieve arcilloso pertenece al modelado de rocas poco coherentes, que son rocas sedimentarias detríticas como las arcillas, sedimentos y rocas sedimentarias poco coherentes e impermeables que resultan fácilmente erosionables. En climas húmedos dan lugar a relieves llanos y bajos, con lomas suaves, así los terrenos arcillosos cubren la mayor parte de las grandes llanuras de la península ibérica. Sin embargo, en climas áridos con poca vegetación, las escasas pero torrenciales lluvias originan una red muy densa de cárcavas y barrancos, que son los bad-lands. Las cárcavas son los grandes conjuntos de surcos y socavones que canalizan las aguas de arroyada; y los barrancos son canales de paredes escarpadas, formados por la recepción del agua de las cárcavas, o la profundización de éstas. Las aguas de arroyada también pueden formar sobre estos materiales los torrentes y, en combinación con otros materiales, las chimeneas de hadas. Los torrentes son cauces cortos que llevan agua de manera esporádica. Se distinguen tres partes, la cuenca de recepción, el canal de desagüe y el cono de deyección. Las chimeneas de hadas se forman por erosión diferencial cuando hay presente un material duro sobre otro de menor resistencia, actuando, el material superior, como efecto protector frente a la erosión y originando las formas cónicas características.

El relieve cárstico es característico de rocas carbonatadas como calizas y dolomías, que son rocas coherentes, poco permeables y resistentes a la meteorización física, sin embargo se disuelven en agua siempre que esta lleve cierta cantidad de ácido carbónico. Este ácido se origina al reaccionar el dióxido de carbono con el agua, reacción frecuente porque las aguas de lluvia incorporan algo de dióxido de carbono del aire, lo que permite que tengan capacidad para disolver la caliza. El agente del modelado es el agua infiltrada desde la superficie, proceso muy lento, desarrollado a lo largo de miles de años. Los efectos de esta disolución de las rocas caliza dan origen a formas exokársticas, cuando se desarrollan en la superficie de las rocas calizas, y formas endokársticas, si se originan en el interior de los macizos calcáreos. Las principales formas exokársticas son el lenar o lapiaz, las dolinas, los cañones y poljes como formas originadas por procesos de disolución, y los travertinos y las tobas como formas de precipitación. El lenar o lapiaz son surcos originados por la acción del agua que circula sobre las rocas calizas. Las dolinas son depresiones de contorno circular. Los cañones son depresiones alargadas de paredes verticales; y los poljes son extensas depresiones de varios kilómetros, limitadas por paredes escarpadas y con fondo plano y arcilloso. Los travertinos y las tobas calcáreas son formas originadas por la precipitación de carbonato cálcico sobre restos vegetales. Por otro lado, las principales formas endokársticas son las simas, galerías, cavernas como formas de disolución; y las estalactitas, estalagmitas, columnas y cortinas, como formas de precipitación.

Las simas son conductos verticales en el interior del macizo calcáreo, las galerías son conductos horizontales en el interior del macizo. Las cavernas se originan por una intensa disolución en simas y galerías, que forman grandes salas. Las estalactitas son estructuras de forma cónica, aguda y alargada que se desarrollan en el techo de galerías y cavernas a partir del bicarbonato cálcico disuelto en el agua que circula por las fisuras. Las estalagmitas son depósitos de carbonato cálcico que se forma en el suelo como consecuencia de la caída de gotas desde el techo. La unión de una estalactita con una estalagmita forma una columna; y por último, las cortinas son el resultado del movimiento del agua por un techo.

El relieve granítico evoluciona mediante el proceso de arenización por la meteorización mecánica y/o química dependiendo del clima. La evolución se inicia cuando el agua penetra en el macizo granítico a través de las diaclasas y comienza el proceso de meteorización química que afectará a los feldespatos y a las micas pero no al cuarzo. La meteorización es más intensa en las esquinas, ya que tienen más superficie en contacto con las aguas circulantes. Se originan así bloques redondeados rodeados por arena gruesa. La erosión de la arena gruesa resultante de la alteración del granito, denominada lehm, dejará los bloques redondeados apilados en disposición más o menos caótica, paisaje que recibe el nombre de berrocal.

En algunos lugares del berrocal se encuentran varios bolos dispuestos unos sobre otros en equilibrio inestable y se denominan piedras cabelleras.

La estructura o la disposición de las superficies de la roca condicionan el grado de exposición a la acción del agente geológico. Esto es especialmente evidente cuando hay una alternancia de rocas sedimentarias de diferente grado de resistencia a la meteorización y la erosión, originando una erosión diferencial. De manera que se pueden establecer relieves tabulares, monoclinales, de fracturación y de plegamiento. En los relieves tabulares el desarrollo está influenciado por una estructura de capas horizontales de rocas duras que se disponen sobre otras menos resistentes a la erosión. Las principales formas de estos relieves son las mesas y cerros testigo. Los relieves monoclinales están relacionados con capas inclinadas o verticales de rocas duras que se alternan con otras más erosionables. Se originan cuevas, hogbacks y crestas según el grado de inclinación. Los relieves de fracturación se deben a fracturas que producen la elevación o el hundimiento de una determinada región. Los macizos tectónicos o horst son relieves que están delimitados por fallas normales, y las fosas tectónicas o grabens se originan por el hundimiento de un terreno mediante fallas normales. En los relieves de plegamiento existen relieves conformes, cuando la curvatura del pliegue coincide con la curvatura del terreno (los antiformes forman montañas y los sinformes los valles), y los relieves invertidos, cuando la superficie de los pliegues no coincide con la del terreno.

En cuanto a los paisajes volcánicos, tanto las rocas, como su disposición van a ejercer una notable influencia en el paisaje resultante. Así que el estudio de este tipo de paisajes está a caballo entre la geomorfología litológica y la estructural. En este tipo de paisajes encontramos los conos volcánicos, los campos de escorias y las calderas como formas características. El cono volcánico se forma por acumulación de escorias que se depositan alrededor del cráter. Las escorias son de diferentes tamaños como cenizas, lapilli, bloques y bombas volcánicas. Los campos de escorias están formados por el depósito de cenizas y lapilli sobre la topografía preexistente; y las calderas se originan cuando los volcanes son explosivos, que originan grandes depresiones producidas por la voladura violenta de una parte del volcán. La erosión actúa sobre estos relieves volcánicos de manera diferente, según la resistencia de los materiales, caracterizando unos relieves secundarios como por ejemplo los neek que son resaltes de la lava en forma de aguja.

4. CONCLUSIÓN Y ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Como conclusión se puede decir que la geomorfología estudia el origen y la evolución de formas del relieve, donde se tienen en cuenta, por tanto, los agentes y procesos geológicos implicados y los factores condicionantes del relieve.

Una de las aplicaciones prácticas más eficientes para la utilización y evaluación de los conocimientos adquiridos, consiste en interpretaciones geomorfológicas de imágenes de diferentes paisajes reales, en donde realicen una explicación de la formación de las diferentes estructuras, interrelacionando diferentes conceptos teóricos como factores climáticos, litológicos y estructurales. Esta actividad resulta más motivadora para el alumno cuando lo visualizan directamente en el medioambiente mediante salidas culturales.

•

Bibliografía

Las citas legales en las que me he basado para desarrollar el tema, fundamentalmente han sido:

- Ley orgánica, 2/2006, del 3 de Mayo, de educación.
- Decreto 39/2002, del 5 de Marzo, del Gobierno Valenciano, por el que se establece el currículo de la E.S.O en la Comunidad Valenciana.
- Decreto 50/2002, del 26 de Marzo, del Gobierno Valenciano, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Valenciana.

Para acabar, el apoyo bibliográfico utilizado ha sido:

- ALCAMÍ J., BASTERO J.J y otros. (2006). Ciencias de la Naturaleza y de la Salud. Biología 2 Bachillerato. Madrid. SM.
- BALIVREA S, ÁLVAREZ A, et. al. (2002). Biología y Geología 3. Ciències de la Natura. Madrid. Anaya.
- BARRIO GÓMEZ DE AGÜERO Jorge, BERMÚDEZ MENESES M^a Luisa y otros (2002). Ciencias de la Naturaleza. Navarra. Oxford educación.
- CARRIÓN VÁZQUEZ Mariano, GÓMEZ DÍAZ Rosa María, et. al. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo 1 bachillerato. Madrid. Santillana. Proyecto La casa del saber.
- DEL CARMEN Luís, PEDRINACI Emilio y otros (2007). Ciencias de la Naturaleza. Madrid. Sm.
- DIODORA CALVO y otros (2004). *Ciencias de la Tierra y Medioambientales*. Madrid. Ed. Mc Graw Hill.
- FERNANDO Alfonso y otros (2006). *Ciencias de la Tierra y Medioambientales*. Madrid. Ed. Oxford Educación.
- GARCÍA GREGORIO Mariano, ASENSI MARQUÉS Juanjo y otros (2007). *Ciencias de la Naturaleza*. Valencia. Ed. Ecir.
- INCIARTE Marta R., VILLA Salvador, MIGUEL Gregorio (2001). Biología 2 Bachillerato. Madrid. Mc Graw Hill.
- JIMENO Antonio y BALLESTEROS Manuel (2009). *Biología 2 Batxillerat*. Barcelona. Santillana. Projecte la casa del saber.
- LÓPEZ Tomás (2003). *Ciencias de la Tierra y Medioambientales*. Madrid. Ed. Santillana.
- SANZ ESTEBAN Miguel, SERRANO BARRERO Susana y TORRALBA REDONDO Begoña. (2003). Biología 2 Bachillerat. Madrid. Oxford Educación. Proyecto Exedra.