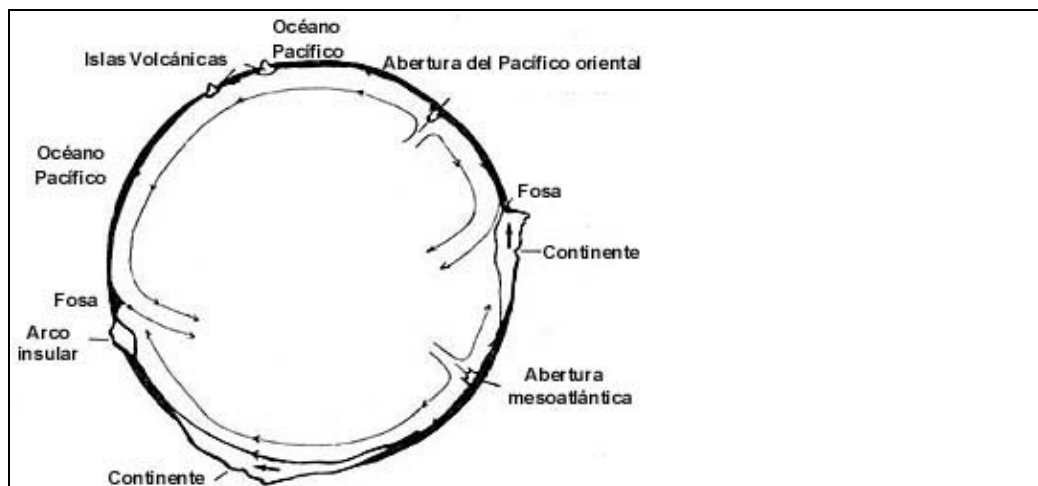


EXPANSIÓN DEL FONDO MARINO

En la década de 1920, el estudio de los lechos marinos progresó cuando el sonar, dispositivo de sondeo con eco, fue modificado para medir las profundidades oceánicas. Con un sonar se podía medir la topografía submarina y establecer su cartografía. Más tarde, los geofísicos adaptaron los magnetómetros aéreos para poder medir variaciones de intensidad y orientación geomagnética. Las travesías de los magnetómetros transportados en barcos por las dorsales oceánicas mostraron que las rocas de un lado de la dorsal producían un motivo reflejado del de las rocas del otro lado. Los métodos de datación aplicados a las rocas corticales basálticas del lecho marino mostraron que la materia más cercana a la dorsal era mucho más joven que la lejana, de hecho, era relativamente reciente. Además, no se encontraron capas de sedimentos marinos en la cumbre de la dorsal, pero aparecían a cada lado, otras más antiguas y gruesas a mayor distancia. Estas observaciones, añadidas a las del gran flujo de calor, hicieron pensar que la dorsal es el lugar donde se crea la corteza oceánica nueva; el material llega por corrientes de convección de lava caliente, pero se enfría y solidifica con rapidez al contacto con el agua fría del fondo oceánico. Para dejar sitio a esta suma continua de nueva corteza, las placas deben separarse lenta pero de forma constante. En el Atlántico norte, la velocidad de separación es de sólo 1 cm al año, mientras que en el Pacífico es de más de 4 cm al año. Estos movimientos relativamente lentos, impulsados por corrientes de convección térmicas originadas en las profundidades del manto terrestre, son los que han generado, en el curso de millones de años, el fenómeno de la llamada deriva continental.

En la década de 1960, los datos detallados del suelo oceánico fueron agrupados e incorporados en mapas fisiográficos donde el relieve submarino fue representado por científicos del Observatorio Geológico Lamont en la Universidad de Columbia. Se dieron cuenta de que la cresta de las dorsales oceánicas tiene la forma de una rendija, o grieta, de unos pocos kilómetros de ancho, situada en el centro de la dorsal. También descubrieron que en el mar Rojo la dorsal penetra en el continente africano para convertirse en el famoso valle del Rift, que llega desde el valle del Jordán y el mar Muerto, pasando por el mar Rojo, a Etiopía y al este de África. Resulta evidente que la dorsal marca una división en la corteza terrestre como lo hace en la oceánica.

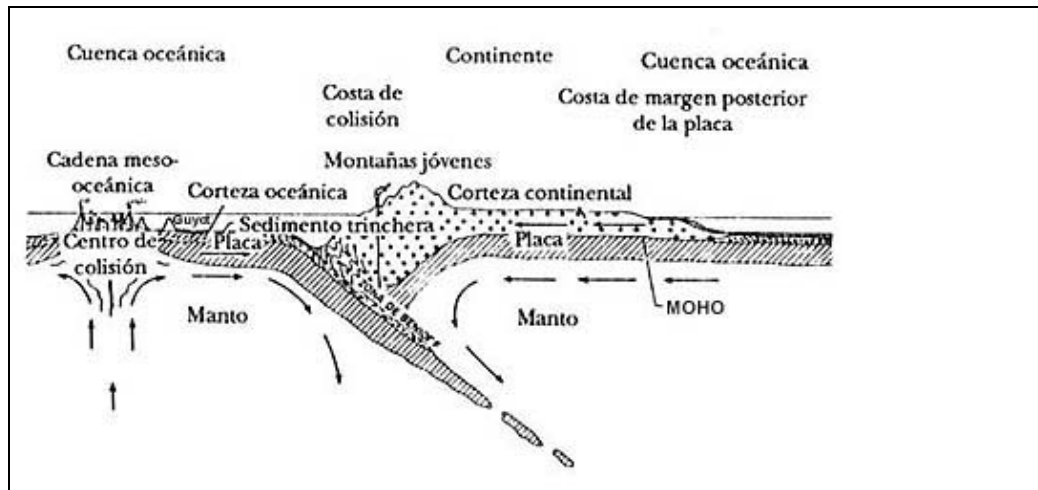
Los nuevos mapas fisiográficos del fondo del océano también revelan, por primera vez, que las crestas de las dorsales tienen muchas grietas, llamadas zonas de fractura. Estas grietas señalan la dirección de las fallas de transformación (lo que se llama `deslizamiento según el rumbo') que se han desarrollado para compensar las tensiones generadas por velocidades distintas de expansión del suelo marino. Aunque la mayoría de estas fallas están ocultas bajo el océano, una de ellas, la falla de San Andrés conocida por su propensión a los terremotos, emerge del océano Pacífico, cerca de San Francisco, en California y atraviesa cientos de kilómetros de tierra.



FORMACIÓN DE UN OCÉANO

Debido a esfuerzos extensionales, junto a un movimiento de material astenosférico, provocan la formación de un rift continental, en el que la litosfera se estira y adelgaza. Si este proceso de adelgazamiento prospera, producirá finalmente la rotura de la litosfera con la consiguiente separación de los bloques continentales y la aparición de nueva litosfera oceánica, es decir, la formación de un océano. Esta nueva litosfera oceánica se genera en las dorsales como consecuencia de la actividad ígnea que se desarrolla en estas zonas. Por tanto la litosfera oceánica está constituida, básicamente, por rocas ígneas. Esta corteza oceánica está compuesta de 4 capas:

La capa más superficial está compuesta por sedimentos marinos que se van acumulando procedentes del continente contiguo. Al alejarnos de la dorsal, la corteza oceánica tiene un espesor variable de sedimentos que aumenta al acercarnos al continente. Por debajo se encuentran las lavas basálticas almohadilladas, productos del vulcanismo submarino de la dorsal, los diques basálticos y los gabros, que son el resultado del enfriamiento lento del magma basáltico a cierta profundidad.



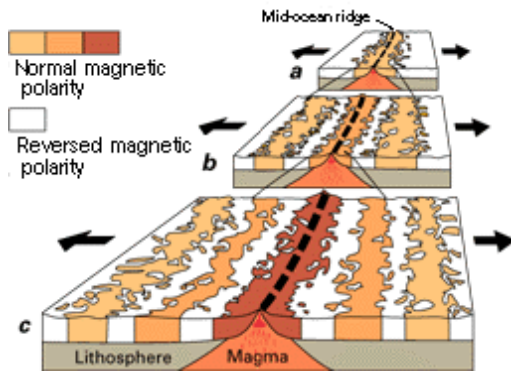
EDAD DE LOS OCÉANOS

A medida que la litosfera oceánica se va formando en las dorsales va empujando la litosfera oceánica más antigua por lo que, al alejarnos de la dorsal, la edad de la litosfera oceánica es cada vez mayor. Efectivamente, esto ha podido comprobarse a partir de las anomalías magnéticas (inversiones del campo magnético terrestre) y de la edad de los sedimentos, que en ningún caso superan los 200 millones de años.

El estudio detallado de la batimetría del fondo de los distintos océanos ha permitido observar cómo la profundidad aumenta desde unos 2,5 Km. en las dorsales a 5-6 Km. en las zonas abisales. El aumento de la profundidad del fondo del mar se interpreta como consecuencia de la subsistencia de la litosfera oceánica, debido al enfriamiento y contracción que sufre al alejarse de la dorsal.

PALEOMAGNETISMO

Las mediciones magnéticas de la corteza oceánica arrojaron una distribución en bandas de anomalías positivas y negativas. La explicación a esta distribución se buscó en la diferente composición de las rocas, hasta que F.Vine y D.Matthews por un lado y L.Morley y A.Larochelle por otro, atribuyeron el bandeamiento a la inversión del campo magnético y la expansión del fondo oceánico. También se observó que las anomalías son simétricas a uno y otro lado de las dorsales, confirmando dicha expansión.



Con estos bandeamientos se pudo conocer la historia del campo magnético terrestre, sus inversiones y la duración de cada episodio en el que el campo fue positivo o negativo. Vine y Wilson calcularon los perfiles teóricos de las anomalías magnéticas en el fondo oceánico con valores razonables para la expansión del fondo oceánico y la cronología de las inversiones, obteniendo un ajuste casi perfecto con su perfil calculado y el observado.

Otra confirmación se obtuvo de los sedimentos del fondo marino, cuya magnetización también presentaba bandas, pero ahora verticales, con inversiones en la polaridad, respetando los intervalos de tiempo observados en otras anomalías.

RASGOS MORFOLÓGICOS

En el mapa batimétrico de los océanos destacan las **dorsales oceánicas**, que son zonas que suelen superar los 1500 km de anchura con elevaciones sobre el fondo marino que oscilan entre 1 y 4 km. Estas zonas están caracterizadas por una importante actividad tectónica que incluye la formación de nueva litosfera oceánica, con una gran actividad ígnea y vulcanismo masivo y la ocurrencia de terremotos de poca profundidad. Además se observa una prominente fracturación perpendicular al eje de la dorsal que da lugar a las **fallas de transformación**, que desplazan lateralmente sectores de la dorsal. Las fallas de transformación presentan extensión longitudinal de algunos millares de kilómetros; sin embargo, gran parte de los desplazamientos se interrumpe bruscamente, restringiéndose a pequeñas porciones de las crestas de las dorsales. Los sismos asociados a las fallas de transformación ocurren en segmentos cortos de la zona de fractura entre las crestas de las dorsales.

Resultan igualmente aparentes las **zonas abisales**, grandes desprovistas de topografía, ya que en ellas se acumulan una cantidad importante de sedimentos del continente contiguo que sepultan el relieve original del fondo oceánico.

Una característica igualmente destacable es la existencia de las denominadas **fosas oceánicas**. Son zonas estrechas donde se pueden alcanzar profundidades de hasta 11 km que se localizan en los bordes convergentes en los que hay subducción de litosfera oceánica. Las zonas de subducción son regiones de gran actividad sísmica, muy importante porque están asociadas a la génesis de las fosas oceánicas, de los arcos de islas y de los geosinclinales.

Estas fosas son características de los arcos de **islas volcánicas** que se localizan en su mayoría en el borde septentrional y occidental del océano Pacífico. Se trata de arcos de islas volcánicas, asociadas a zonas de subducción, que están separadas del continente por cuencas oceánicas pequeñas denominadas cuencas trasarco. Observamos también islas emergidas a lo largo de las dorsales, como por ejemplo Islandia y las Azores en el Atlántico, y otras situadas fuera de ellas como el caso de Canarias (Atlántico) y Hawai (pacífico), formando estrechos cinturones de montañas submarinas de longitud variable, que, como en el caso anterior,

son de naturaleza volcánica. La mayoría se encuentran sumergidas formando las montañas submarinas, que suelen encontrarse formando grupos o cadenas de montañas, con volcanes. Se originan por puntos calientes del manto superior. Un tipo especial de montaña submarina lo constituyen los **guyots**, que se caracterizan por presentar una cima plana y laderas muy escarpadas.

Por último destacar los **márgenes continentales** que rodean la mayor parte de los océanos, que son zonas de transición entre los océanos y los continentes, y los arcos de las islas volcánicas o arcos insulares asociados a algunas zonas de subducción.

ARCOS VOLCÁNICOS Y SUBDUCCIÓN

Se ha probado la existencia de planos de subducción similares a lo largo de casi todas las costas de tipo pacífico (donde no se han encontrado hay pruebas geológicas que muestran que antes había, pero que ahora están inactivas). Muchas de estas zonas revelan un sistema de fallas mayor que corre paralelo al sistema montañoso general. A lo largo de intervalos muy prolongados, el movimiento de una falla pasa de gradual a abrupto y se puede producir un desplazamiento de entre 1 y 5 m en un único terremoto.

Durante la subducción, la corteza oceánica penetra en el manto y se funde. Al reciclarse de forma continua, no hay zonas de la corteza moderna de los océanos que tengan más de 200 millones de años de antigüedad. Los bloques corticales se mueven y chocan constantemente cuando son transportados por las distintas placas.

Una consecuencia importante de la fusión de la corteza oceánica subducida es la producción de magma nuevo. Cuando la corteza se funde, el magma que se forma asciende desde el plano de subducción, en el interior del manto, para hacer erupción en la superficie terrestre. Las erupciones de magma fundido por subducción han creado cadenas largas y arqueadas de islas volcánicas, como Japón, Filipinas y las Aleutianas.

Mapa del fondo oceánico

Este mapa muestra la topografía del lecho marino situado bajo los océanos terrestres. La profundidad del océano varía entre las cuencas, las plataformas, las cordilleras, las dorsales y los volcanes que configuran el fondo oceánico. Con su variedad de rasgos geológicos, el lecho marino se parece a los paisajes continentales.