

Geología Histórica,
Precámbrico.

Índice

Introducción	3
Algunas notas de datos interesantes	4
Definiciones	4
El Precámbrico: 4.600 – 545 Ma.	6
Hadeánico: 4.600 – 3.960 Ma.....	6
Arcaico: 3.960 – 2.500 Ma.	6
Proterozoico: 2.500 – 545 Ma.....	8
Evolución de placas.....	10
Escudo Canadiense	11
ARCAICO (3.960 – 2.500 Ma.) –P. de Slave, E de Naín, Superior y Wyoming–	11
PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.) –Provincia Churchill–	11
PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.) –Provincia Central y W de Naín–	12
PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.).....	13
Apalaches, Ramas N y S	13
E de Groenlandia y NW Caledoniano.....	13
Geoclina Cordillerano	13
Escudo Báltico.....	14
PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.) –Carélides y Suecofénides–	14
PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.) –Gótidas y Daslandiense–	14
PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.) –Rifeidas–	14
SW del Caledoniano.....	15
Hercínico y N de Apalaches	15
Continente de Gondwana	15
ARCAICO (3.960 – 2.500 Ma.)	15
PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.).....	16
PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.).....	16
PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.).....	16
Continente de China	17
PROTEROZOICO EN EL NORTE DE CHINA (2.500 – 545 Ma.)	17
PROTEROZOICO EN EL SUR DE CHINA	18
Escudo Siberiano	18
Esquema del Precámbrico.....	19

Geología Histórica

Introducción

La *Geología Histórica* pretende describir y estudiar la historia de la Tierra desde que se origina hasta hoy, para lo cual se realizan estudios de las rocas de la Tierra: su distribución en la corteza, contenido orgánico y cualquier otro aspecto que nos permita diferenciar áreas de erosión (continentes) y áreas de sedimentación (cuencas).

La diferencia entre la Estratigrafía y la Geología Histórica estriba en la dimensión preferente, que para la primera es la dimensión espacial (las correlaciones) y para la segunda es el tiempo.

La diferencia entre la Geocronología y la Geología Histórica es que la primera pretende averiguar el tiempo de un fenómeno de forma independiente de aquél, mientras que la Geología Histórica pretende ordenar en el tiempo los fenómenos geológicos, que son el objeto de estudio de la Paleogeografía.

Así pues, se puede dibujar el siguiente esquema:

	– Tiempo - Geocronología
Geología Histórica	– Espacio - Estratigrafía
	– Fenómeno - Paleogeografía

La Geología Histórica se basa toda ella en la teoría de la *Tectónica de Placas* (1960), que fue enunciada por primera vez como “Teoría de la Deriva Continental” por Wegner, en 1915. La teoría de la Tectónica de Placas se ve corroborada por tres fenómenos:

1. Deriva continental: desplazamiento de unos continentes con respecto a otros (movimientos E–W).
2. Divagación polar: movimiento de la corteza terrestre con respecto a los polos de rotación de la Tierra (movimientos N–S).

3. Expansión de los océanos: expansión del fondo oceánico por generación de nueva corteza.

El *Ciclo de Wilson* explica la apertura y cierre de los océanos como consecuencia de la deriva continental, estableciendo un punto inicial arbitrario en la apertura de un océano y separación de las dos masas continentales, pasando por una etapa de divergencia a una convergencia y colisión continental, generando un único continente de partida. El hecho de que el fondo oceánico sea siempre posterior al Jurásico indica que ha habido varias etapas de apertura y cierre de los océanos, es decir, que han sucedido varios Ciclos de Wilson completos.

Algunas notas de datos interesantes

Edad estimada de la Tierra: 4.600 Ma.

Rocas más antiguas datadas: 3.960 Ma.

El intervalo entre los 4.600 y los 3.960 corresponden a la astronomía y astrofísica.

Edad estimada del Universo: entre 15.000 Ma. y 18.000 Ma.

Edad estimada del sistema Solar: 5.000 Ma.

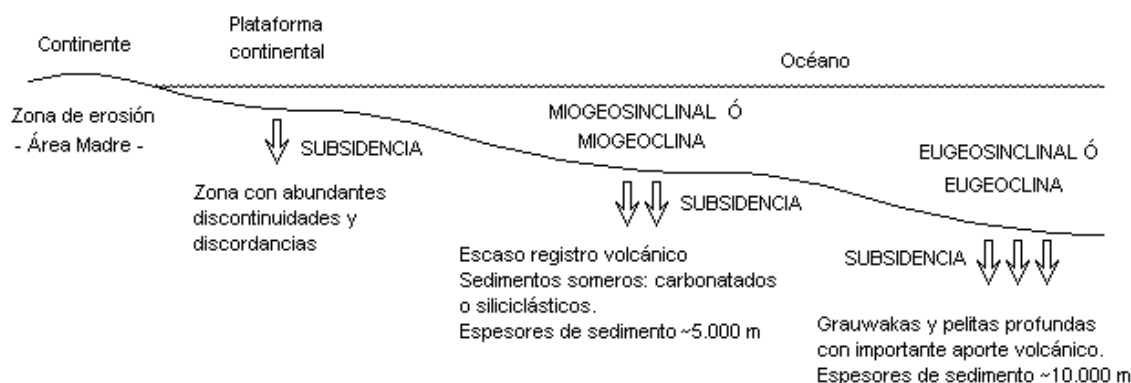
Primeros indicios de fósiles: 3.800 Ma.

Definiciones

Geosinclinal y **geoclina**: cuencas relativamente estrechas con respecto a su longitud.

Geosinclinal: la cuenca está asociada a márgenes activos.

Geoclina: la cuenca está asociada a un márgenes pasivos.



Aulacógeno: cuenca limitada por fallas normales originadas en etapas iniciales de desarrollo de una dorsal oceánica (brazo fallido de una dorsal). Siempre tienen corteza continental como

sustrato y siempre se rellena con sedimentos someros siliciclásticos o carbonatados en muy poco tiempo. Se suelen desarrollar de forma perpendicular o próximo, a los bordes de las placas continentales.

Terreno tectono-estratigráfico: área caracterizada por una continuidad interna en toda su geología (estratigrafía, fauna y tectónica muy similares, con una evolución coherente en la petrología ígnea y metamórfica, además de unas mismas propiedades geofísicas e idéntico registro paleomagnético). Estas áreas están limitadas por grandes fallas o zonas de sutura, indicando que existió un océano que separó esa zona de otra no relacionada con ella. Pueden ser pequeñas placas aisladas que a lo largo de la historia geológica llegaron a acrecionar para dar lugar a placas mayores.

Cratón: son las raíces de los continentes, o las partes más antiguas de los mismos que no han sufrido importante deformación desde el Precámbrico.

Escudo: parte del cratón donde aflora Precámbrico.

Plataforma: parte del cratón más estable que se encuentra cubierta por sedimentos más recientes de escaso espesor. Las plataformas suelen estar adosadas a escudos.

Diamictita: sedimento mal clasificado sin estratificar. Es un término sin connotaciones genéticas, por lo que todas las tillitas son diamictitas pero no al revés, y lo mismo con los debris flow, que también serían diamictitas. Es un término que debería usarse lo mínimo posible, pues indica que no conocemos el origen del sedimento que tratamos.

El Precámbrico: 4.600 – 545 Ma.

El Precámbrico es todo el tiempo geológico anterior a la aparición de metazoos de concha dura y por tanto abarca desde los ~4.600 Ma. a los 545 Ma. Es la etapa de la Tierra que más se desconoce y que se ha dividido en: Hadeánico, Arcaico y Proterozoico.

Hadeánico: 4.600 – 3.960 Ma.

Es la etapa de la Tierra sin registro, desde los 4.600 a los 3.960 Ma., pues hace 3.960 Ma. hubo una etapa termal importantísima que ocasionó que todos los “relojes” se comportaran como sistemas abiertos: se eliminó todo registro anterior...

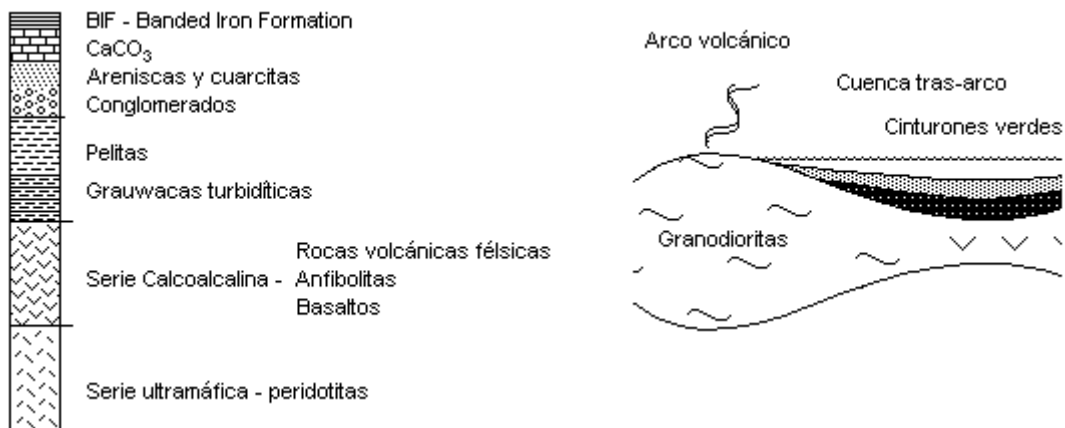
Arcaico: 3.960 – 2.500 Ma.

Comprende desde los 3.960 a los 2.500 Ma. En este Eón aparecen dos tipos de registros sincrónicos:

1. **Grandes masas graníticas:** son meta-granodioritas (gneises con una relación K/Na baja; magmatismo sódico) que afloran en forma de domo y están afectadas por metamorfismo en facies granulitas, con xenolitos de ortocuarzitas, mármoles y cuarcitas con formaciones de hierro bandeado (BIF - *Banded Iron Formation*). También se han encontrado *pillow lavas* asociadas, así como lentejones de rocas básicas y ultrabásicas volcánicas metamorfizadas a anfibolitas. El conjunto aparece encajado en los cinturones de rocas verdes.
2. **Cinturones de rocas verdes** o *greenstone*: son sucesiones de rocas volcánicas (en el grupo inferior) y sedimentos (en el grupo superior) afectados por un metamorfismo de bajo grado y que aparecen en estructura sinclinal sin que medien estructuras anticlinales. Estas estructuras son alargadas apareciendo entre una y otra los domos graníticos. Son áreas muy subsidentes, presentando espesores de entre 6.000 y 20.000 m y parece que hubo dos etapas principales de formación de estos cinturones verdes: en África hace más de 3.000 Ma. y en los demás cratones entre los 2.700 - 2.600 Ma., existiendo siempre una evolución común para todos ellos:
 - a. **Grupo inferior:** en orden de edad decreciente (de abajo a arriba) tenemos: peridotitas y una serie calcoalcalina por encima, compuesta por basaltos, anfibolitas y vulcanismo félsico.

- b. **Grupo superior:** compuesto por una parte arcillosa en la base, de pelitas y grauwacas turbidíticas, y una parte superior arenosa somera con un conglomerado basal seguido de areniscas y cuarcitas, carbonatos y finalmente BIF.

A partir de estos dos tipos de afloramientos se ha interpretado una evolución de la corteza terrestre durante este periodo, donde los cinturones verdes serían los depósitos volcano-sedimentarios de cuencas tras-arco y los domos granodioríticos como la raíz del arco volcánico. Si esto es así, indicaría que ya en el Arcaico había actividad de placas y que la estructura interna de la Tierra era similar a la actual, pero seguramente con más calor.



Se considera que la velocidad con que se produce litosfera es proporcional a la velocidad con que se produce calor radiogénico en el manto, por lo que cabría esperar que en esta época hubiera una mayor producción de litosfera, que implica mayor actividad en las dorsales y mayor número de ellas, lo que a su vez sería indicador de más zonas de subducción, más placas tectónicas y más pequeñas. Por otra parte, se cree que la corteza continental era mucho más delgada y más dúctil, predominando un **régimen tectónico horizontal exotérmico** importante (*permóvil*), con **poca cratonización y sedimentos inmaduros** (grauwacas) con cinturones subsidentes (verdes).

En esta etapa se localiza la **Orogenia Kenósica**¹, en la que muchas placas pequeñas colisionan entre sí dando lugar a un número menor de placas y más grandes. Estas colisiones ocasionan deformaciones que afectan a toda la microplaca, algo que no volverá a suceder al ser las placas de mayor tamaño en el Proterozoico. El fin de la Orogenia Kenósica marca el fin del Arcaico.

¹ Dos fases: 2.750 y 2.540 Ma.

Proterozoico: 2.500 – 545 Ma.

El registro rocoso del Proterozoico es muy diferente de la época Arcaica, y aparece siempre sobre aquél.

En esta etapa **disminuye el calor procedente del manto** y se caracteriza por una **intensa cratonización con corteza continental** mucho más **estable** que en el Arcaico, produciéndose los **primeros orógenos claros con cinturones de plegamiento asimétricos** y las **primeras cuencas de tipos aulacógeno, geosinclinal y geoclina**. Además, la relación K/Na del magmatismo se presenta alta (magmatismo potásico) y ya aparecen sedimentos maduros.

En este Eón aparece la vida, supuestamente a partir de los aminoácidos y moléculas orgánicas formadas durante el Arcaico, donde la carencia de atmósfera propició que los rayos UV bombardearan la Tierra para dar lugar a estas complejas moléculas.

La vida comienza con células heterótrofas procariotas y sufre importantísimos cambios en este periodo (los primeros metazoos de cuerpo blando aparecen hacia los 680 Ma.). Esta evolución de la vida ocasiona un cambio en la atmósfera e hidrosfera hacia las condiciones actuales que queda reflejado en el registro rocoso: **la atmósfera se torna oxidante antes del fin del Proterozoico**.

Hacia los 1.900 Ma. ya hay organismos quimio- y foto-autótrofos y comienzan a aparecer las rocas que constituyen los principales yacimientos de hierro del mundo: las BIF (*Banded Iron Formation*), que nunca más han vuelto a producirse. Estas formaciones, son el resultado de la exorbitante liberación de O₂ a la atmósfera por las cianobacterias, que primero se usa en oxidar todo el Fe²⁺ a Fe³⁺ (en forma de magnetita y hematites²) hasta que por fin se agota y queda oxígeno libre en la atmósfera.

Además, durante el Proterozoico ya hay indicadores climáticos y se cree que en esta época hubo variaciones climáticas muy similares a las del Fanerozoico:

1. **Proterozoico inferior (2.500 – 1.700 Ma.):** aparecen tillitas en el *Escudo Canadiense*, dentro del grupo Cobalto y en el *Escudo Sudafricano*, en ambos con edad 2.300 Ma. y paleolatitudes de unos 60° (N para el Escudo Canadiense y S para el Escudo Sudafricano). Esto indica que hubo una glaciación que alcanzó esas latitudes. Dentro del grupo cobalto y por encima de las tillitas aparecen carbonatos potentes y costras lateríticas (clima tropical) en el resto de continentes, con paleolatitudes inferiores a 40° (próximos al ecuador: cinturón árido). Todo esto indica que durante el Proterozoico inferior los continentes migran de altas latitudes hacia bajas latitudes, penetrando incluso el cinturón árido.

² El Fe en condiciones reductoras viaja acompañado de sílice, que precipita al oxidarse el hierro en forma de chert. Sin embargo, en condiciones oxidantes viaja con Ca, precipitando con la oxidación del hierro en forma de carbonatos.

2. **Proterozoico medio (1.700 – 1.000 Ma.):** Abundan los estromatolitos en el Escudo Canadiense (clima tropical o ecuatorial), y por encima evaporitas (clima árido), con paleolatitudes menores a 30°.

3. **Proterozoico superior (1.000 – 545 Ma.):** Aparecen 2 ó 3 niveles de diamictitas en todos los continentes, con paleolatitudes en torno a 40° y que se han interpretado como depósitos por gravedad (tipo debris flow).

Evolución de placas

Se desconoce el número de placas que había en el Arcaico, pero en el Proterozoico parece ser que llegó a haber 5 placas de gran tamaño a parte de otro montón de microplacas³. Las cinco grandes son:

1. Antiguo continente de Norteamérica: Escudo Canadiense, NW de las islas británicas, Groenlandia, W de Noruega, y NE de Siberia. No estaría incluido el E de Terranova, ni la costa E y S de EE.UU. ni Méjico, ni la costa W de EE.UU. al W de las Rocosas.
2. Antigua Europa: Escudo Báltico y Ucraniano, N y centro de Europa al N del Frente Alpino, costa atlántica de Canadá y EE.UU. y costa E de Terranova.
3. Antigua Siberia: los tres escudos siberianos y parte de Mongolia, salvo el SE, SW y NE de la actual Siberia.
4. Antigua China: cratones de China, Mongolia, SE Asiático, Corea, Japón, SE y SW de Siberia, Afganistán y parte de India y Pakistán.
5. Gondwana: África, Sudamérica, Antártica, Australia, India, Asia al S de Zagros (Arabia Saudita...), S de Europa y S de Norteamérica con América Central.

Parece ser, según las curvas de divagación polar⁴, que antes de acabar el Arcaico Norteamérica y Gondwana ya estaban unidas. Tendríamos un ciclo de Wilson que comenzaría con un rifting a los 2.400 Ma. y culminaría con una colisión continental a los 1.800 Ma. en la que participa Europa (finales del Proterozoico inferior), y un nuevo ciclo de Wilson da comienzo de nuevo para terminar con una colisión a los 1.150 Ma. (Proterozoico medio), donde Norteamérica, Gondwana y Europa vuelven a estar unidas. A los 1.100 Ma. se une también Siberia: nos encontramos ante una *Protopangea*.

Así tenemos que durante el Proterozoico hay varios ciclos de Wilson completos según las curvas de divagación polar, lo que se ve corroborado por datos geológicos: dique básicos en época de estiramiento y metamorfismo con intrusiones graníticas y plegamientos en épocas de colisión continental.

³ La Península Ibérica estaría en la microplaca Avalón – Armórica, junto con el N de Francia y Terranova.

⁴ Las curvas de divagación polar dan paleolatitudes magnéticas, que nos aportan información de si se mueven o no unos continentes con respecto a otros, pero no dan latitudes geográficas.

Escudo Canadiense

El Escudo Canadiense se puede dividir en diferentes provincias que fueron deformadas e intruidas en diferentes momentos de su historia:

- Provincia Slave ? Cinturones de alto metamorfismo: gneises tonalíticos - graníticos.
- Provincia E de Naín ? Cinturones verdes.
- Provincia Superior
- Provincia Wyoming
- Provincia Churchill
- Provincia Central y W de Naín
- Provincia Grenville

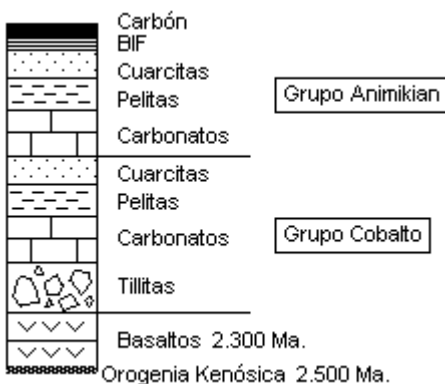
ARCAICO (3.960 – 2.500 Ma.) –P. de Slave, E de Naín, Superior y Wyoming–

Estas cuatro provincias son afectadas por una orogenia a los 3.700 – 3.590 Ma. y una nueva deformación a los 3.040 – 2.890 Ma. que se registra también en otros continentes. Una tercera colisión se corresponde con la Orogenia Kenósica: 2.750 – 2.540 Ma., donde colisionan múltiples microplacas además de Gondwana y Norteamérica.

Estas cuatro provincias se estabilizan a finales del Arcaico.

PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.) –Provincia Churchill–

Toda esta provincia está constituida por Proterozoico inferior (2.500 – 1.700 Ma.) y aparece rodeando a escudos Arcaicos (provincias de Slave, E de Naín, Superior y Wyoming), lo que quiere decir que alrededor de estos se desarrollan cuencas externas a los escudos, con mio- y eu-geosinclinales. Además, la fracturación en este periodo abre cuencas internas que dan lugar mio- y eu-geoclinalas.



La secuencia deposicional se denomina Secuencia Huroniana y está constituida por basaltos a muro, el Grupo Cobalto (tillitas, carbonatos, pelitas y cuarcitas) y el Grupo Animikian (carbonatos, pelitas, cuarcitas, BIF, carbón –Formación Guntflint– y andesitas). En el Grupo Cobalto, las tillitas están asociadas a pavimento estriado con dirección NW, con lo que Norteamérica estaría girada 180° con respecto a su posición actual.

En el Cañón del Colorado aparecen los Esquistos de Vishnu en la parte más baja, que son equivalentes a la secuencia Huroniana, y en Escocia sería equivalente al Laxfordiense.

Entre los 1.850 – 1.650 Ma., toda la secuencia (Arcaico y Proterozoico) es deformada por la **Orogenia Hudsoniana**, equivalente a la Karélida del Escudo Báltico, donde colisionan Slave con Superior por una parte y por otra, E. Naín y Slave con Europa. Por el S se unen Norteamérica y Gondwana.

PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.) –Provincia Central y W de Naín–

Aparece discordante sobre el Proterozoico inferior y comienza con una etapa de rifting con sus correspondientes intrusiones de diabasas, abundantes sedimentos volcano-sedimentarios y capas rojas potentes. Esta ruptura separa de nuevo Norteamérica de Gondwana y de Europa.

Existe en el Escudo Canadiense y en esta época, una actividad ígnea intrusiva y extrusiva de carácter félsico e intermedio que no se encuentra asociada a ninguna orogenia y que se conoce como episodio Elsoniano, datado de los 1.500 a 1.400 Ma.

Entre los 1.400 y 1.000 Ma. hay un registro de series muy potentes (de más de 10.000 m) que son:

- Secuencias sedimentarias:
 - o En el W *Supergrupo Belt* que no se ve sobre qué asienta este supergrupo.
 - o En el SW *Supergrupo del Gran Cañón* que asienta sobre los esquistos de Vishnu.
- Secuencias Metamorfizadas:
 - o *Serie Grenville*
 - o *Serie Hasting*

A los 1.300 Ma. aparecen intrusiones de diabasas y flujos volcánicos que parecen indicar el momento en que los continentes comienzan de nuevo a aproximarse: se invierte el movimiento que llevaban Norteamérica y Gondwana y empiezan a cerrarse los océanos, culminando esta etapa con la **Orogenia Grenville** a los 1.200 – 1.000 Ma. que es la más importante del Precámbrico en el Escudo Canadiense, en cuanto a intensidad y superficie afectada: se forma un gran orógeno en toda la costa E del Escudo, como consecuencia de la colisión entre Gondwana (por el S), Europa (por el E) y Norteamérica, que subduce bajo Gondwana. Este orógeno alcanza 1.000 km de ancho y más de 5.000 km de largo.

En las etapas finales de la Orogenia Grenville (1.150 – 1.000 Ma.) comienza por detrás del orógeno, en la cuenca *Keweenawan*, un importante vulcanismo (hasta 6.000m de basalto) asociado a importantes series sedimentarias, que en conjunto alcanzan los 15.000m de espesor. Esta cuenca está limitada por fallas distensivas y se ha interpretado como una cuenca de tipo foreland. En este periodo, sólo se originan estos sedimentos, junto los registros continentales y marinos someros de Escocia del Moiniense y Torridoniense.

PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.)

Esta etapa comienza con la ruptura de las masas continentales de la precedente gran orogenia, formándose geoclinas que en el Fanerozoico pasan a geosinclinales y cuyo registro rocoso, aunque comience ahora, es sobre todo Paleozoico.

Tenemos las siguientes cuencas recién formadas:

- Por el E – SE: Apalaches
 - o Rama N de Apalaches
 - o Rama S de Apalaches
- Por el NE:
 - o Geoclina de la costa E de Groenlandia
 - o Geoclina del NW Caledoniano
 - o Geoclina de Cordillerana

En la mayor parte de estas cuencas no se conoce el tiempo del inicio de la sedimentación, porque la mayoría comienza con sedimentos continentales (que son difíciles de datar). Posteriormente, el vulcanismo nos permitirá las dataciones geocronológicas por métodos absolutos.

Apalaches, Ramas N y S

En la rama N de Apalaches la sedimentación comienza con capas rojas arcósicas, como primer relleno de cuencas tipo graben por separación entre Europa y Norteamérica. A techo de la secuencia aparecen basaltos y diques máficos de edad 670 Ma., momento a partir del cual ya hay corteza oceánica. Por encima de este vulcanismo aparecen diamictitas, que se interpretan como depósitos por gravedad por la inestabilidad tectónica del momento.

Mientras, la Rama S de Apalaches difiere de la N en que el primer vulcanismo es en ésta más antiguo, datándose entre los 950 y los 850 Ma. y posteriormente evolucionarán de forma diferente.

E de Groenlandia y NW Caledoniano

Encontramos aquí casi 2.000 m de sedimentos siliciclásticos y carbonatados con dos niveles de diamictitas que se interpretan como flujos por gravedad. No hay registro volcánico, por lo que datar la serie es muy complicado, no obstante, las paleolatitudes marcan una posición entre los 15 y los 35°S, algo que encaja con la presencia de los carbonatos.

Geoclina Cordillerano

Aquí el espesor de siliciclastos y depósitos volcano-sedimentarios no llega a 1.000 m. Aparecen varios niveles con diamictitas asociadas unos a flujos por gravedad y otros a pavimento estriado (glaciares), que dada la paleolatitud (entre 10 y 20°N) se interpreta como glaciares de montaña pegados al borde de la cuenca. La sedimentación es continua entre el Precámbrico y el Cámbrico (sedimentación marina).

Escudo Báltico

En este escudo, aparece Arcaico en Escandinavia, en la península de Kola, donde recibe el nombre de *Catarcaico*, y son gneises que sufrieron deformación sincrónica con el Arcaico de Canadá. Sobre estos gneises aparece una serie volcano-sedimentaria (anfíbolitas, cuarcitas, esquistos y gneises) que se conoce con el nombre de Saánidas y Belomóridas. Estas dos series sufren la deformación de la Orogenia Kenósica.

PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.) –Carélides y Suecofénides–

Aparece discordante sobre el Arcaico, donde Carélides (sedimentos continentales y marinos con espesores totales de más de 5.000 m.) sería el dominio de miogeosinclinal y Suecofénides sería el dominio de eugeosinclinal (pelitas grauwacas y riolitas con más de 8.000 m de potencia total).

Ambas series son deformadas por la **Orogenia Karélida** (1.850 – 1.650 Ma.), sincrónica con la Orogenia Hudsoniana de Canadá (chocando Europa con Norteamérica y Gondwana), lo que consigue que el escudo “crezca” en gran medida.

PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.) –Gótidas y Daslandiense–

Esta etapa comienza con diques básicos (igual que en el Escudo Canadiense) y discordante sobre el Proterozoico inferior aparece una serie constituida por miles de m de conglomerados, cuarcitas, pelitas y rocas volcánicas félsicas.

A mitad de esta etapa, sobre los 1.300 Ma. hay una alta actividad ígnea⁵ que afecta a todo el continente (que se considera como el inicio del acercamiento entre los dos continentes).

Entre los 1.200 y 1.000 Ma. existe una deformación equivalente a la Orogenia Grenville de Canadá.

PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.) –Rifeidas–

La serie Rifeidas aparece en el S de Noruega, y está constituida por dos series:

- Sparagmitas en la base, con rocas volcánicas, areniscas, pelitas y carbonatos.
- Varangiense en el techo, con varios niveles de diamictitas (flujos de gravedad).

Ambas secuencias tienen espesores de unos 5.000 m cada una y se asemejan a ellas las secuencias que aparecen en pequeñas cuencas que comienzan a abrirse fuera del cratón y que

⁵ Esta actividad se conoce como *Jotmiense* en el escudo Báltico

se rellenarán sobre todo durante el Paleozoico. Estas cuencas son: SW del Caledoniano, Hercínico y Rama N de Apalaches.

SW del Caledoniano

Sobre Proterozoico medio, encontramos en esta cuenca una sucesión de areniscas, pizarras negras, carbonatos, rocas volcánicas máficas, sedimentos volcanoclásticos, carbonatos y turbiditas. A esta serie se le conoce como *Dalrandiense* y se corresponde con sedimentos de plataforma y talud.

La historia de esta cuenca es similar a la del NW del Caledoniano del Escudo Canadiense, sufriendo deformación al final del Precámbrico.

Hercínico y N de Apalaches

La secuencia es muy similar a la anterior, salvo que no aparecen carbonatos y sí diamictitas (no glaciares) y gran cantidad de rocas volcánicas.

En conjunto, se considera que este margen estaría constituido por arcos islas, que sufren plegamiento e intrusión entre los 650 y los 575 Ma., que corresponde a la **Orogenia Panafricana**⁶.

Estamos en una etapa en la que mientras “Norteamérica” –el Escudo Canadiense– presenta un margen E pasivo (geoclinas), “Europa” –el Escudo Báltico–, presenta un margen W activo (geosinclinales).

Continente de Gondwana

Por litología, estratigrafía y magnetismo, parece ser que este continente, durante el Precámbrico va a formar parte en varios ciclos de Wilson, debido a que se separa y une repetidas veces con otros continentes y también porque se van a abrir y cerrar varias cuencas en su interior.

ARCAICO (3.960 – 2.500 Ma.)

Aparecen los yacimientos de cinturones verdes y domos graníticos en todos los cratones que conforman el continente de Gondwana, donde las deformaciones que se encuentran son sincrónicas con las acaecidas en el Escudo Canadiense (a los 3.700 - 3.600, 3.000 - 2.900 y los 2.750 - 2.540 Ma.). Las rocas más antiguas aparecen en el cratón de Kaapvaal, en Sudáfrica, y son gneises intruidos por granitos en torno a los 3.600 Ma.

⁶ Equivalente a la Orogenias Cadomiense y a la Orogenia Avalomiense.

Parte del continente de Gondwana engrosa y estabiliza a los 3.000 Ma., lo que se deduce de la madurez de los sedimentos sobre corteza continental.

PROTEROZOICO INFERIOR (2.500 – 1.700 Ma.)

Comienza con un rifting –con sus intrusiones máficas asociadas–, al que sigue una secuencia volcano-sedimentaria con arcosas, lavas y tillitas en Sudáfrica⁷. Esta secuencia se ve deformada hacia los 2.000 Ma. en el N de África y en Sudamérica: **Orogenia Transamazónica**, que indica el fin de un ciclo de Wilson.

En Australia, hacia los 2.200 – 2.000 Ma. hay vulcanismo félsico que sólo se da allí y del que se desconoce su significado.

A los 1.850 - 1.650 hay deformación, causada por la colisión de Europa y Norteamérica con Gondwana, de la Orogenia Hudsoniana.

PROTEROZOICO MEDIO (1.700 – 1.000 Ma.)

Aparece discordante sobre Paleozoico inferior o sobre Arcaico. Su registro comienza en el N de África con capas delgadas de sedimentos de plataforma somera en una cuenca resultado de la ruptura entre Norteamérica y Gondwana. Sin embargo, en otras zonas comienza con diques de diabasa (rifting) indicando fracturaciones múltiples (Sudamérica de Sudáfrica y África Ecuatorial de Australia).

Hacia los 1.300 Ma. cambio en el magmatismo a composiciones máficas, que indica aproximación de los continentes que culmina con la colisión entre Gondwana y Norteamérica (Orogenia Grenville; 1.200 - 1.000 Ma.) además de los cratones que se formaron por la múltiple fracturación de Gondwana.

PROTEROZOICO SUPERIOR (1.000 – 545 Ma.)

Aparecen sedimentos de borde, detríticos someros que pasan a profundos asociados a rocas volcánicas. Aparecen hasta 3 niveles de diamictitas, que en Australia sí son de origen glaciar (paleolatitudes de unos 60°S) , pero que en el resto del continente no está claro el origen. Sobre esto, aparecen carbonatos arrecifales (por estromatolitos).

Todo ello se distribuye en dos tipos de cuencas:

⁷ Estas tillitas son sincrónicas con las del Grupo Cobalto de los 2.300 Ma., y son de origen glaciar, asociadas a pavimento estriado, y dan paleolatitudes de unos 60°S.

- Cuencas internas al cratón original, que comienzan como márgenes pasivos (geoclinas) a los 1.000 Ma. sobre corteza continental y que más adelante llega a estar sobre corteza oceánica, pues aparecen ofiolitas atrapadas en el orógeno. Esta etapa de fragmentación se mantiene hasta los 800 Ma., evolucionando a partir de ahí hacia márgenes activos con formación de arcos volcánicos, cerrándose las cuencas al colisionar los cratones entre los 675 – 620 Ma., en la **Orogenia Panafricana**⁸.
- Cuencas periféricas al cratón: son cuencas que están en los bordes de Gondwana y cuyo inicio no es bien conocido, pero presentan series potentes de sedimentos siliciclásticos (sobre todo secuencias turbidíticas, además de grauwacas, areniscas y pelitas). Estas series están asociadas a rocas volcánicas ácidas de una edad de 670 Ma. En conjunto, se interpreta que estas cuencas están relacionadas con arcos islas y los sedimentos serían de cuencas inter- e intra-arco, y por tanto serían cuencas de margen activo todo el tiempo (geosinclinales), que sufren deformación hacia los 620 – 575 Ma. en la **Orogenia Panafricana**⁹ que consigue cerrar todas las cuencas abiertas en Gondwana y vuelve a quedar el continente unido.

De las dos fases de la Orogenia Panafricana, la segunda es de menor intensidad, pues no se registra en todas partes y no lleva asociado metamorfismo.

Continente de China

En el continente de China aparece Arcaico en escudos menores: Corea y Vietnam. La información es escasa; son gneises atravesados por intrusiones máficas y que han sufrido deformación y metamorfismo durante varias etapas.

PROTEROZOICO EN EL NORTE DE CHINA (2.500 – 545 Ma.)

Aparecen durante esta etapa, secuencias tipo greenstone deformadas a los 2.300 Ma. Le sigue discordante una serie de areniscas, pelitas, carbonatos y rocas volcánicas, que es nuevamente deformado, metamorfozido e intruído como consecuencia de la colisión con varios arcos islas, lo que supone el crecimiento del continente, que tras este episodio queda estable, presentando sucesiones siliciclásticas, carbonatos y vulcanismo alcalino, que abarca todo el Proterozoico medio y superior. La parte terminal de los 675 a los 545 Ma. se conoce como *Siniense*.

⁸ Fase primera o Panafricana I.

⁹ Fase segunda o Panafricana II.

PROTEROZOICO EN EL SUR DE CHINA

Sobre los cratones arcaicos aparece una sucesión que pegada al continente está compuesta por carbonatos y siliciclastos someros y alejada de él, se compone por siliciclastos de mayor potencia (areniscas y pelitas turbidíticas) y rocas volcánicas ultramáficas asociadas a arcos volcánicos.

Toda esta sucesión es deformada a finales del Proterozoico medio (1.000 Ma.) por la acreción de un arco isla al continente por el S.

El Proterozoico superior (que incluiría también al Siniense) aparece discordante sobre el Proterozoico medio, donde tenemos areniscas, pelitas, carbonatos y 3 niveles de diamictitas sincrónicas con las de Gondwana en la parte más pegada al continente (sedimentación somera), y en la parte más alejada del continente, la serie pasa a miles de metros de sedimentos turbidíticos con un solo nivel de diamictitas, con pocos carbonatos y con rocas volcánicas ultramáficas asociadas a arcos isla que dejan de ser activos, pues el Cámbrico continúa concordante.

Escudo Siberiano

El Arcaico aparece al N en el cratón de Anabar, al W en el cratón de Angara y al S en el cratón de Aldan y está constituido por gneises, que en el N y en el S fueron deformados en torno a los 3.500 Ma. y en el W a los 2.650 Ma.

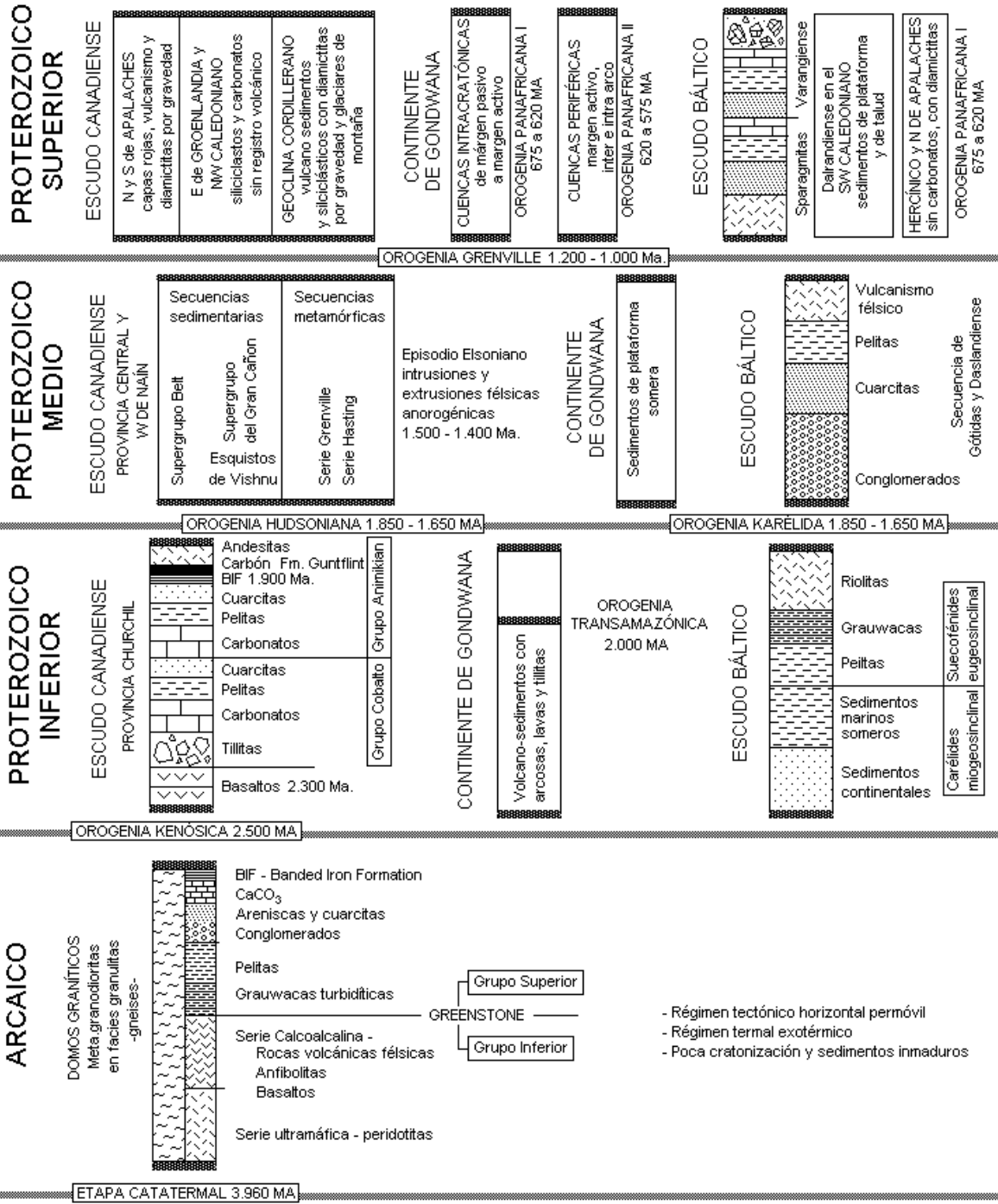
El Proterozoico inferior aparece discordante sobre basamento Arcaico y está constituido por sedimentos poco potentes, someros, rodeando a los cratones y sin deformar.

Lejos de los escudos las series son más potentes y están metamorizadas en grado medio-alto (sedimentos siliciclásticos profundos; grauwacas y pelitas; con rocas volcánicas).

Todo el Proterozoico inferior es deformado, metamorizado e intruído hacia los 1.800 Ma.

Discordante sobre esto hay una sucesión que abarca Proterozoico medio y superior conocido como *Rifense* (1.800 – 545 Ma.), sin que se note la Orogenia Grenville. Esta sucesión está formada por sedimentos someros poco potentes, con areniscas y pelitas, con carbonatos arrecifales a techo (estromatolitos). A la parte superior del Rifense se le denomina Vendicense, que es similar al Siniense en China, de 675 – 545 Ma y sigue concordante con el Cámbrico (tampoco hay Orogenia Panafricana).

Esquema del Precámbrico



HADEÁNICO