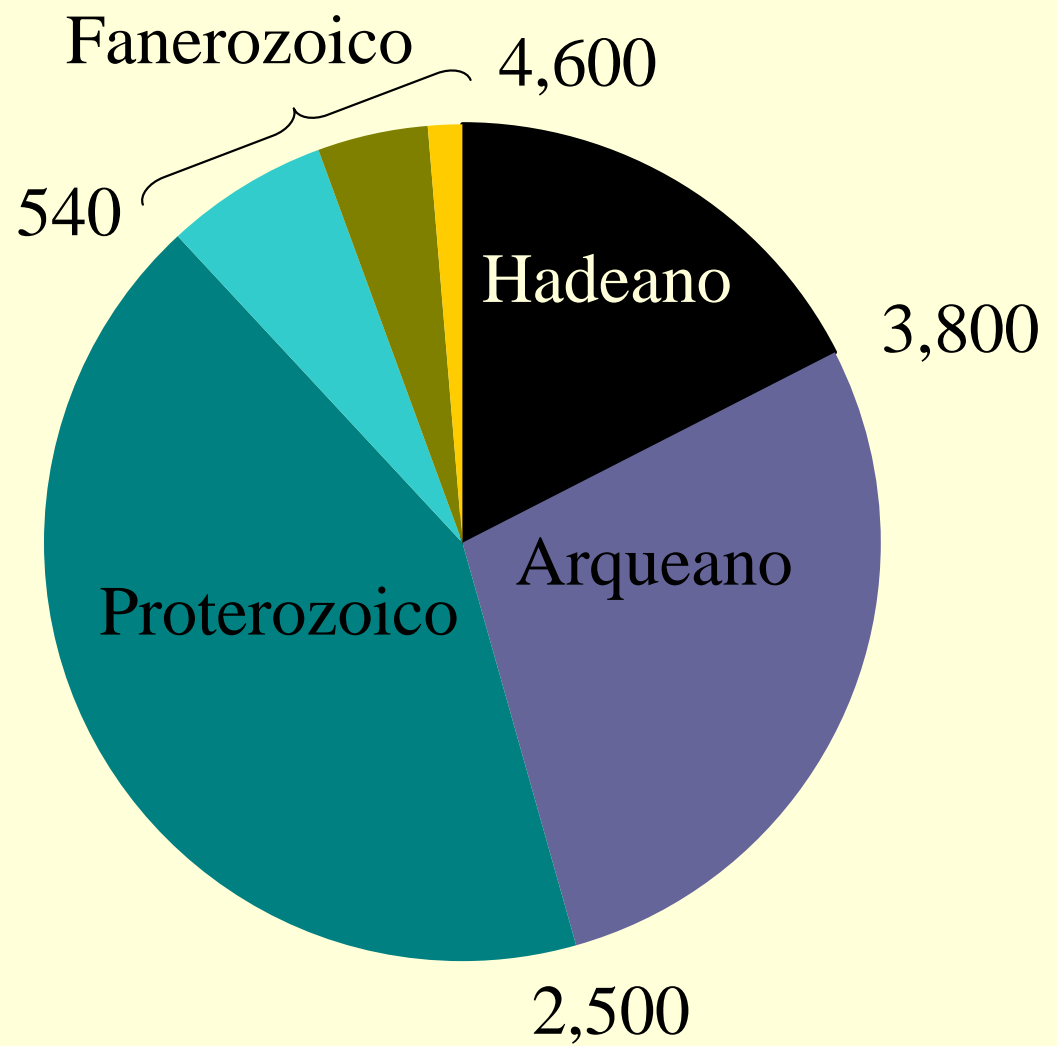


**BREVE HISTORIA DE LA
VIDA EN LA TIERRA
Vol. I: Precámbrico:
Hadeano, Arqueano, Proterozoico**

**Margarita Caballero
Instituto de Geofísica, UNAM**



HADEANO

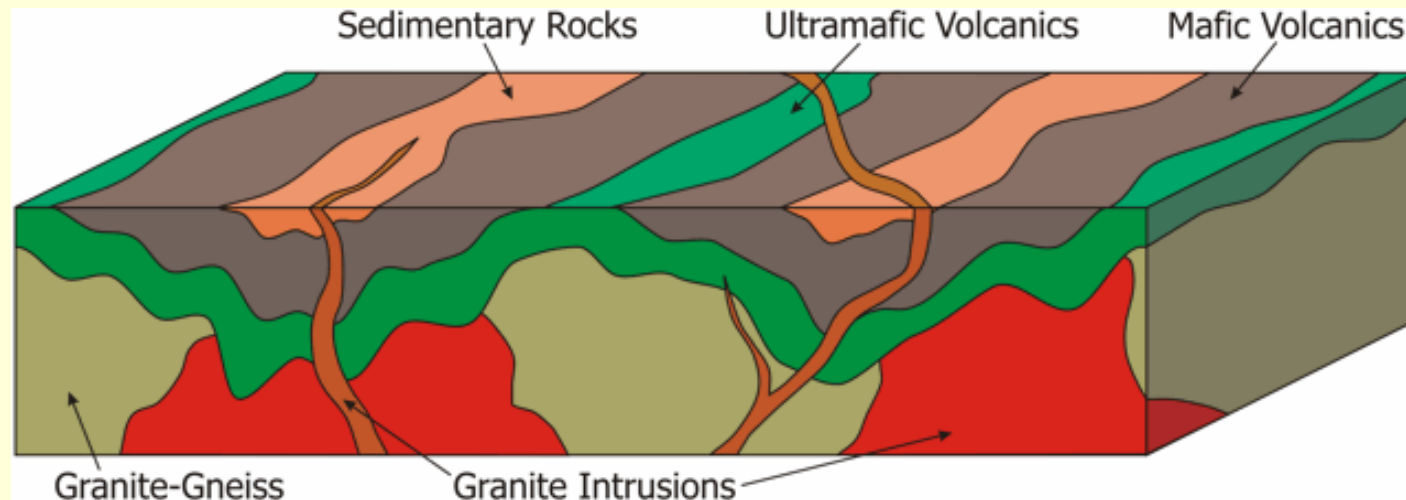
4,600-3,800 ma

- Acreción de la Tierra y diferenciación capas
- Intensa actividad volcánica por mayor flujo de calor desde el interior del planeta
- Formación de una corteza primitiva, fechada por zircones retrabajados en 4,200 ma.
- Intenso bombardeo de meteoritos
- Principales subproductos de la actividad volcánica: océano y atmósfera

ARQUEANO

3,800-2,500 ma

- ca. 3,800 ma rocas más antiguas (Gneiss, Canadá)
- Rocas más abundantes: Gneiss y granitos
- Cinturones de piedra verde (Green Stone Belts): rocas volcánicas ultramáficas, rocas sedimentarias, todo plegado y con intrusivos
- ¿ambiente de formación?



ARQUEANO

3,800-2,500 ma

- Margen continental activo, cuencas post arco de islas



- Tectónica de placas más rápida, por intenso flujo de calor del interior.

EDAD DE MASAS CONTINENTALES

- Escudos (continentes solo 20% de hoy)

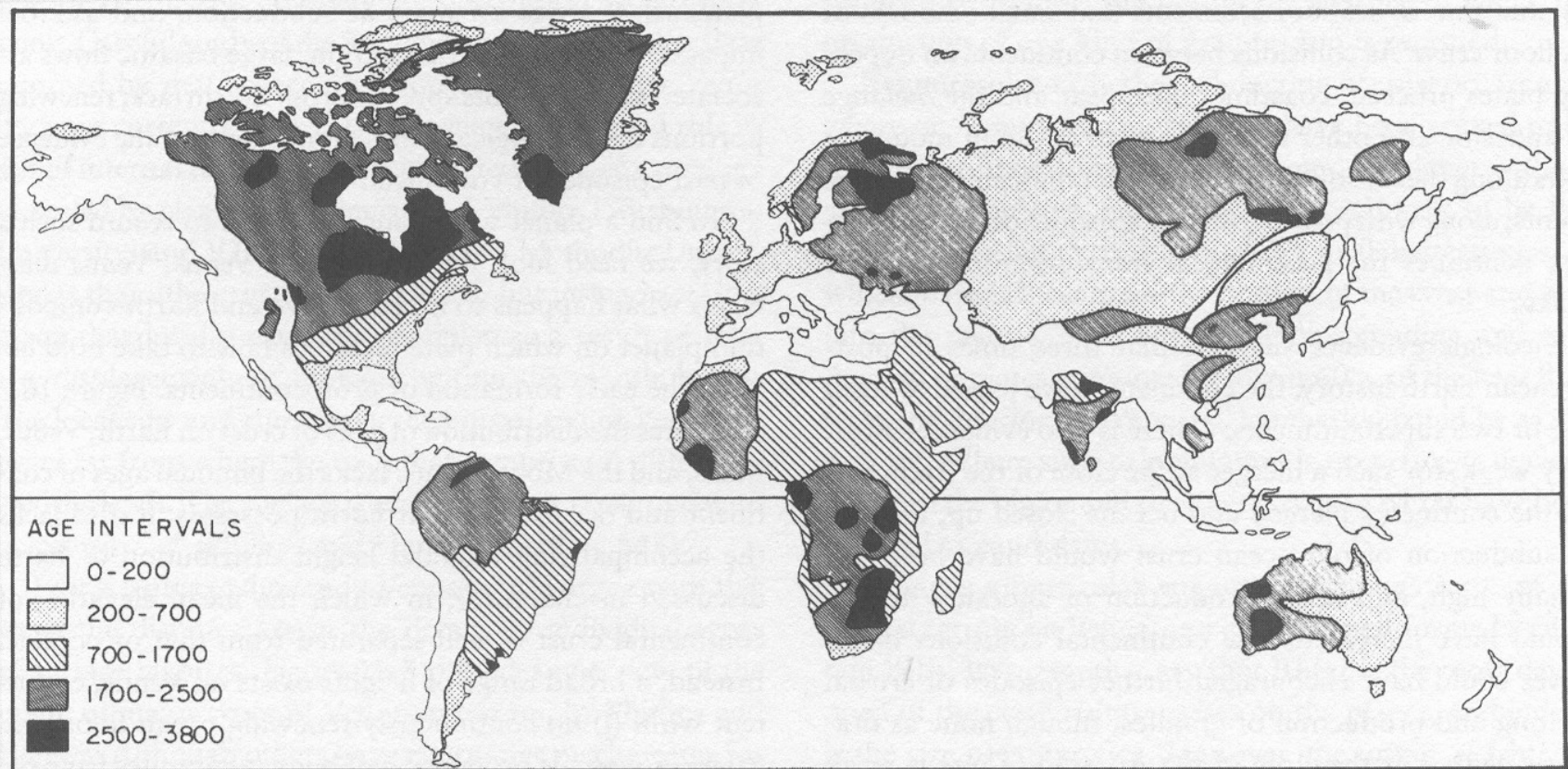


Figure 16.6. Map of Earth showing approximate ages of continental material, in millions of years. Reproduced from Broecker (1985) by permission of Eldigio Press.

ARQUEANO

3,800-2,500 ma

- ¿Ambiente del Arqueano?
- Paradoja sol precámbrico



ARQUEANO

3,800-2,500 ma



ARQUEANO

3,800-2,500 ma

- Atmósfera del Arqueano
 - Actualmente dominan N y O
 - Atmósfera reductora
 - Con amoniaco y metano
 - Con nitrógeno y dióxido de carbono
 - Origen de la vida

¿Qué es la vida?

- **Metabolismo: Unidad bioquímica de la vida**
 - estructura y catálisis: proteínas (20 aminoácidos)
 - información: DNA-RNA (4 bases: C-G, T(U)-A)
 - energía: ATP
 - Rutas metabólicas: glucólisis

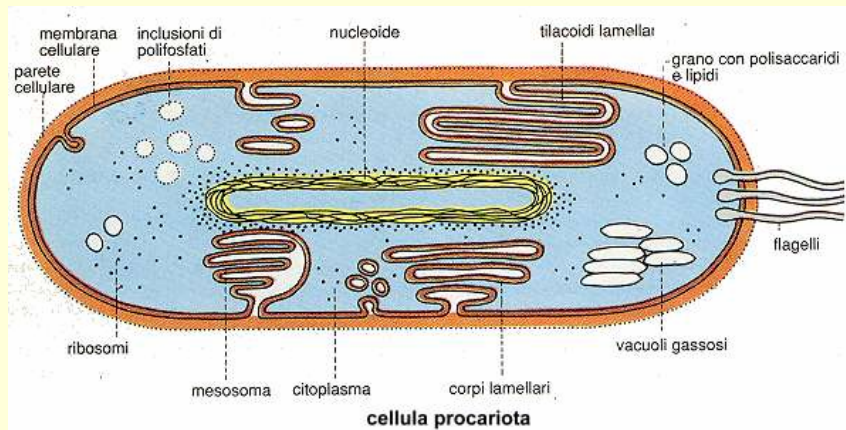
- **Nivel de complejidad**
 - moléculas - polímeros - **célula**
 - célula**- tejido - órgano
 - organismo - población - comunidad
 - ecosistema - biosfera

¿Qué es la vida?

- Reproducción:
 - asexual (no hay recombinación genética)
 - sexual (si hay recombinación genética)
- Evolución:
 - herencia, mutaciones, deriva genética,
 - migraciones
 - selección natural

Metabolismo, Crecimiento, Reproducción y Evolución

TIPOS CELULARES



- Primeras células:
procariontes,
anaerobias
heterotróficas



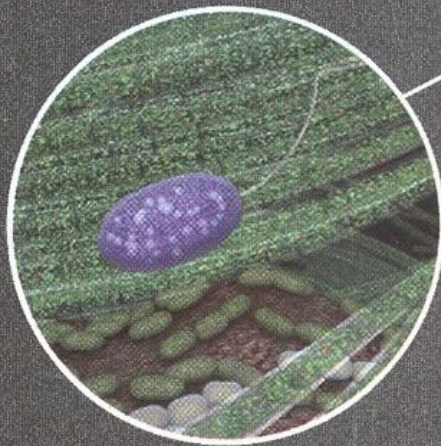
ARQUEANO

3,800-2,500 ma

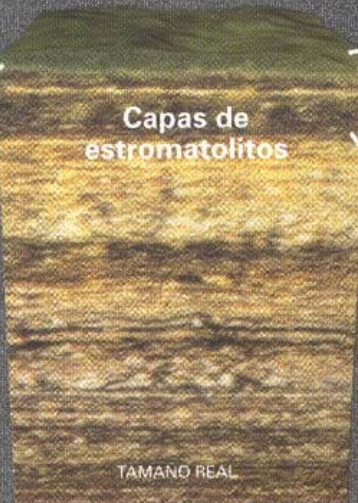
- Origen de la vida: ca. 3,800 - 3,500 ma
- Proteínas vs. Ácidos nucleicos ● Mundo de RNA
selección de formas simétricas: ¿arcillas?
- Procariontes anaerobios: glucólisis (2ATP)
- Cianobacterias, fotosíntesis cíclica
(no libera O₂)
- Fotosíntesis: estromatolitos

Estromatolitos

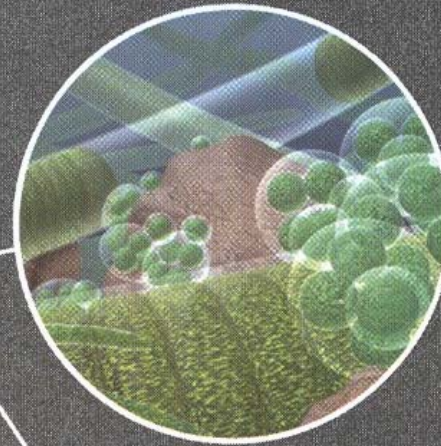
Donde hay mucha luz, las cianobacterias fotosintetizadoras productoras de oxígeno coexisten con microbios dependientes de éste.



Estos microbios usan el oxígeno que se filtra de la superficie y, cuando no lo hay, cambian a la fermentación.



A falta de oxígeno, los únicos microbios que sobreviven son los que obtienen su energía de la fermentación.

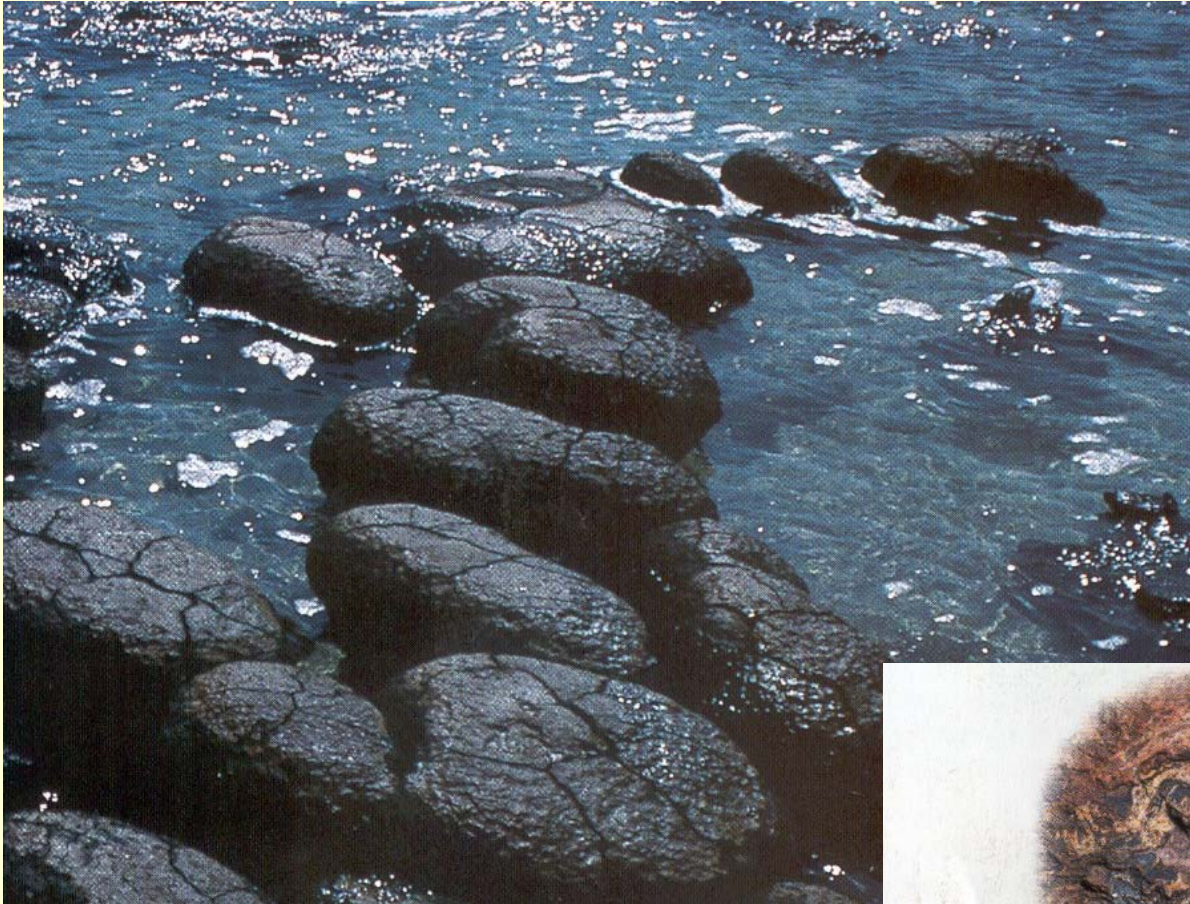


Un estromatolito está compuesto por un conjunto de especies. Un metro cuadrado puede contener cinco mil millones de individuos vinculados por relaciones simbióticas que mantienen unida la comunidad. Las vistas microscópicas (izquierda) muestran organismos a diferentes niveles de condiciones de vida.



ARTE POR KEN EDWARD.

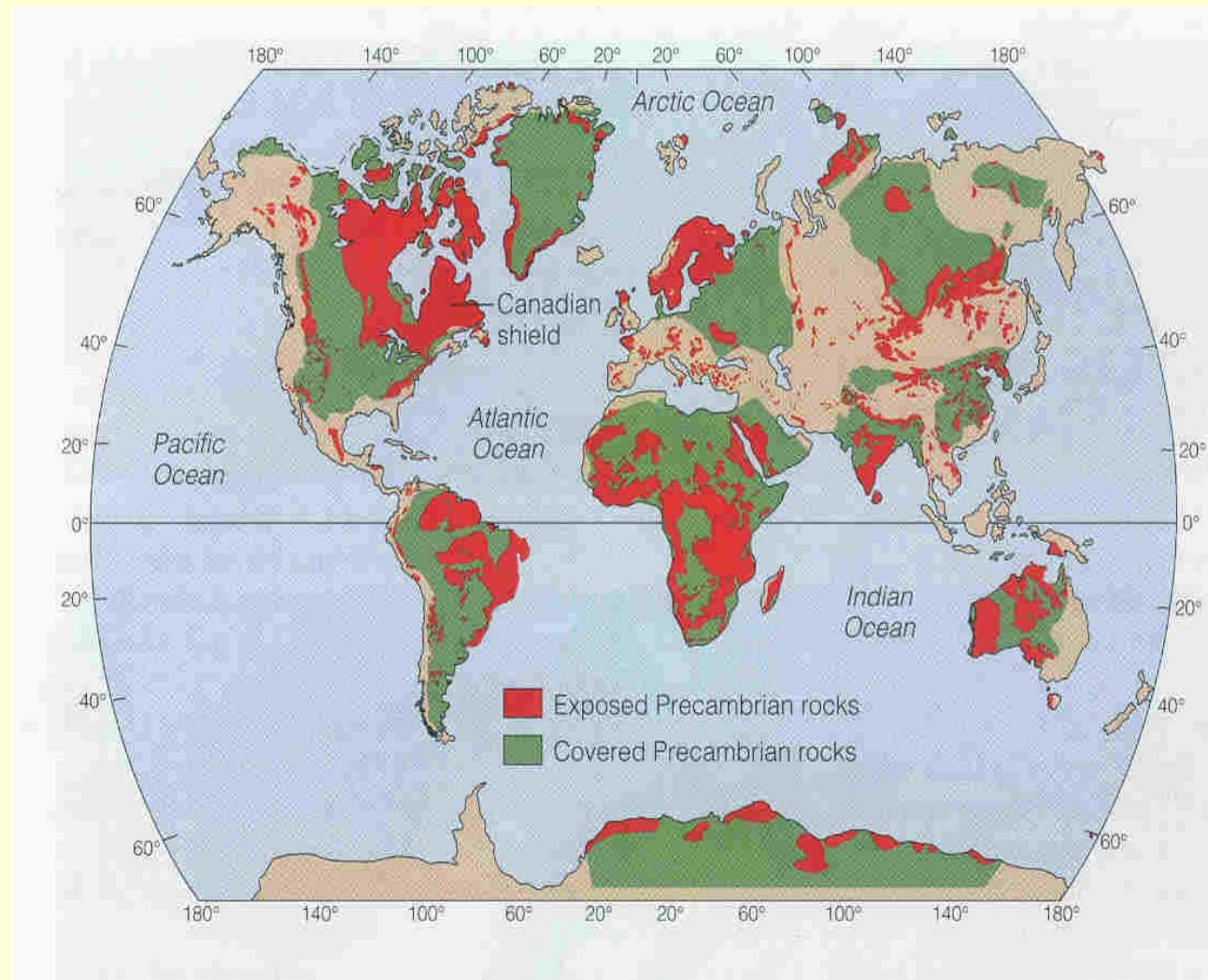
Estromatolitos



PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

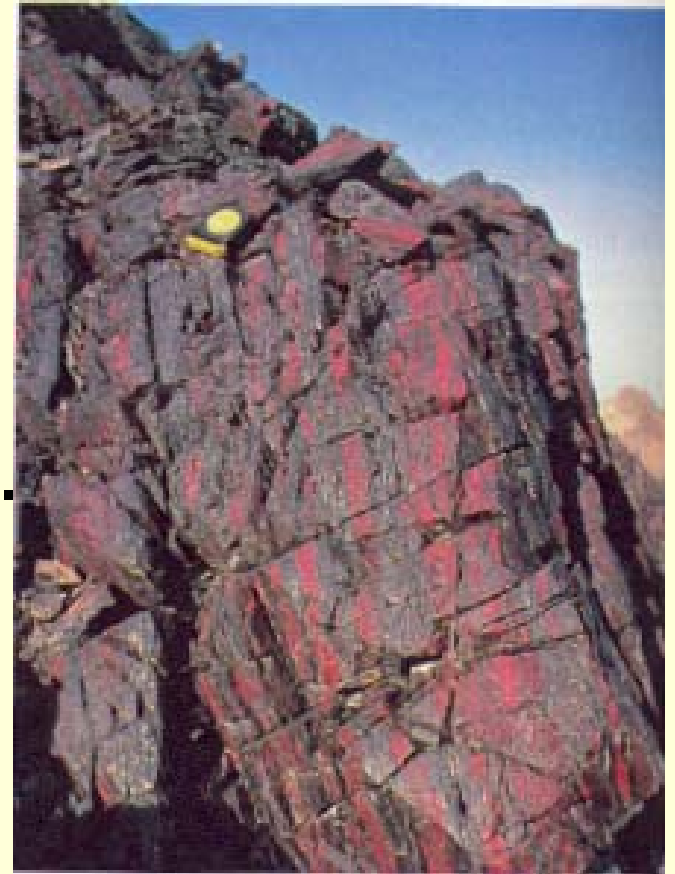
- Rocas: areniscas-calizas-lutita (shale), volcánicas
- Márgenes pasivos, ambientes continentales estables (como hoy).



PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

- Formaciones de Fe
bandedo: FeO vs FeO_3
- Acumulación gradual de O_2
- Disminución gradual de CO_2 .
(¡ozono!)

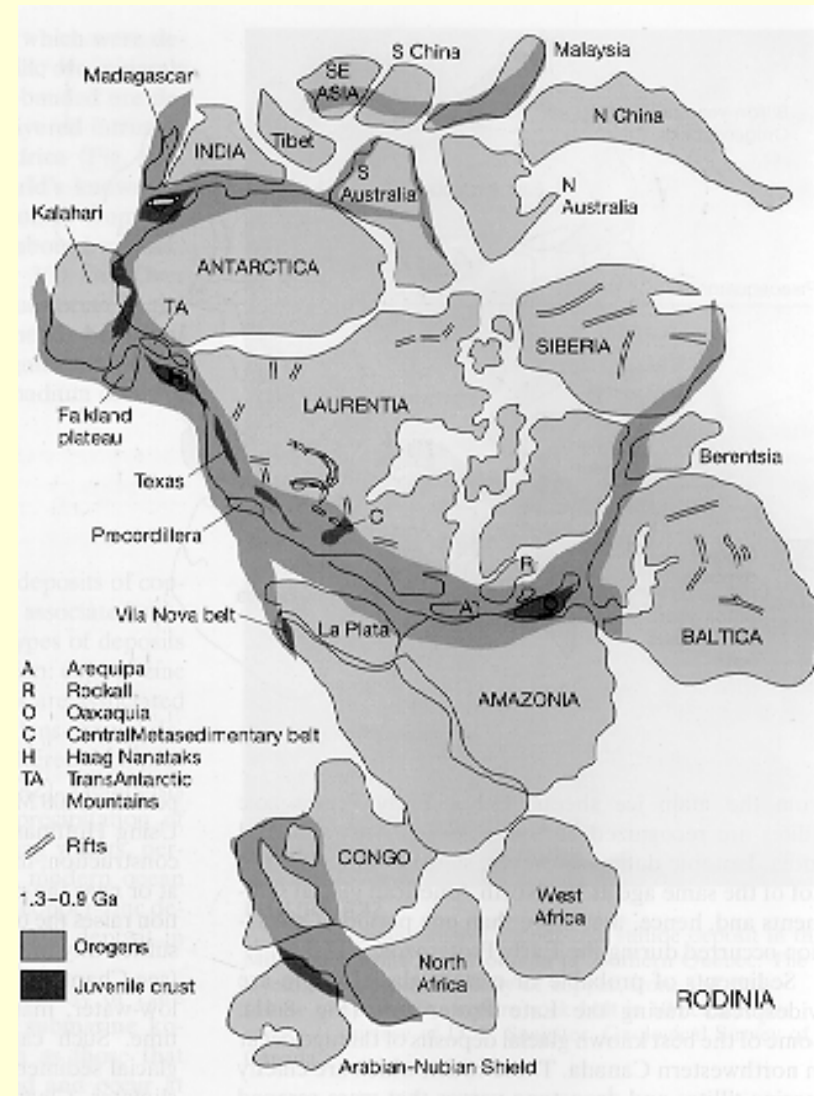


PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

Supercontinentes:

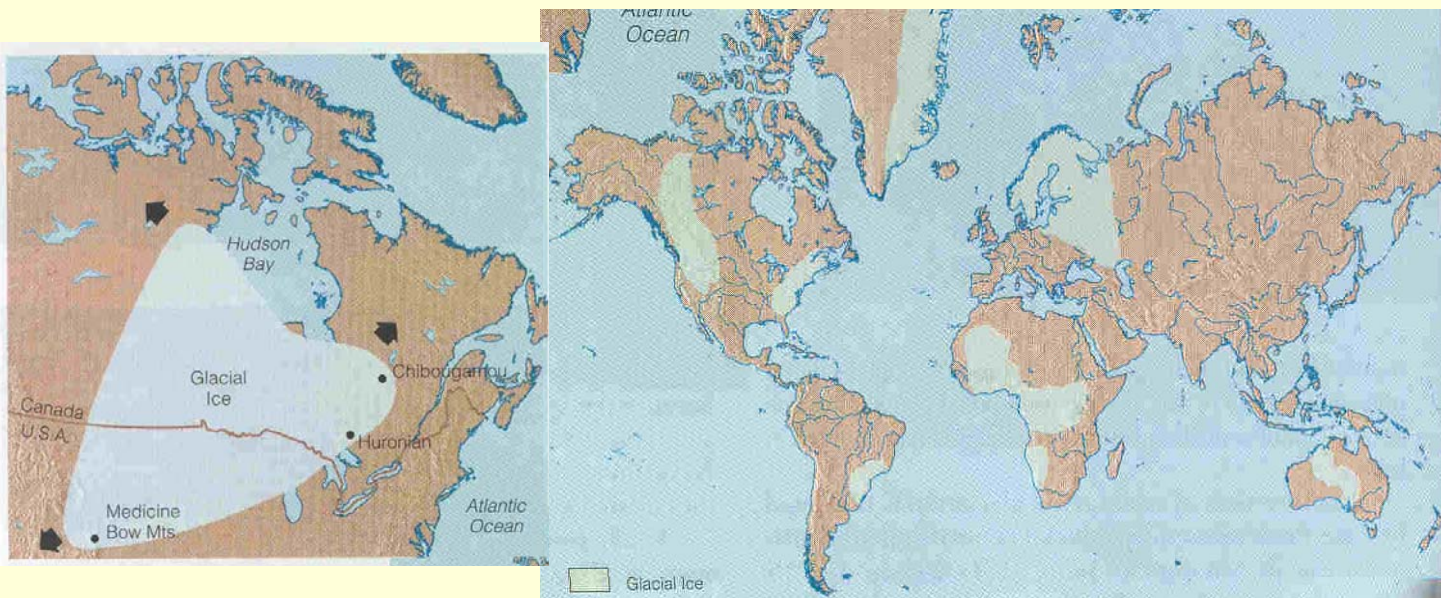
- Rodinia (1,300 - 1,000 ma)
- Pannotia (650 ma)



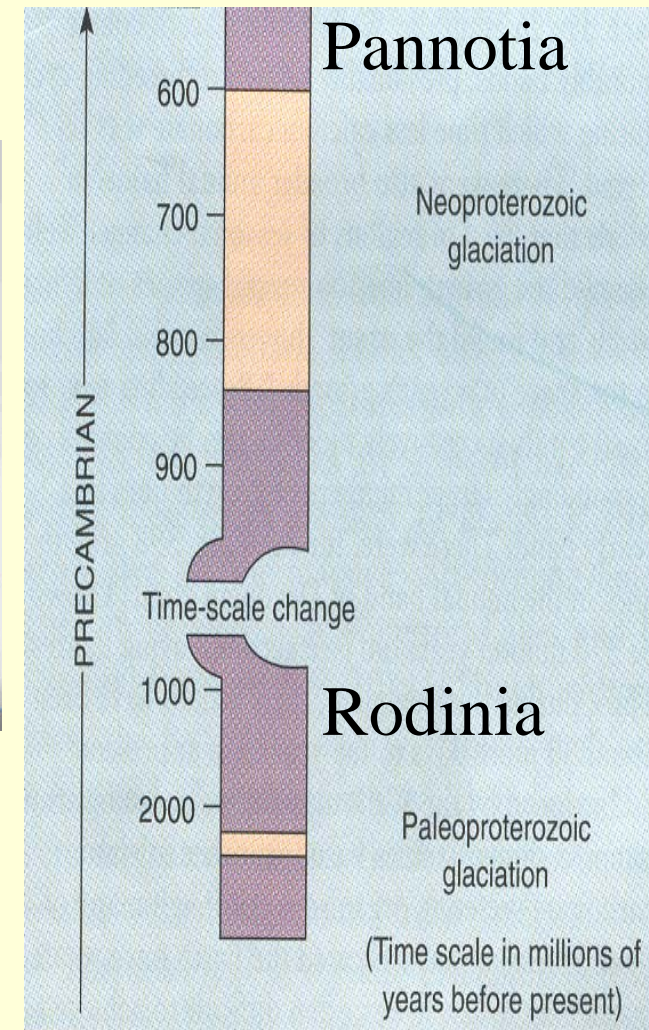
PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

- Glaciación Huroniana ca. 2,500 ma



- Glaciación Neoproterozoica
900-600 ma: Casa de Hielo



PROTEROZOICO

2,500-540 ma

- Dominan arrecifes de estromatolitos
- ca. 2,000 ma: O₂ atm. llega a nivel actual
Innovación: respiración $2+34=36\text{ATP}$
- Eucariontes ca. 2,000 - 1,500 ma. (> 50um)
- Innovación: reproducción sexual
- Algas verdes (unicelulares y colonias)
Acritarcas (1,600-675 ma.)
Protozoarios (800 ma.)



PROTEROZOICO

2,500- 540 ma

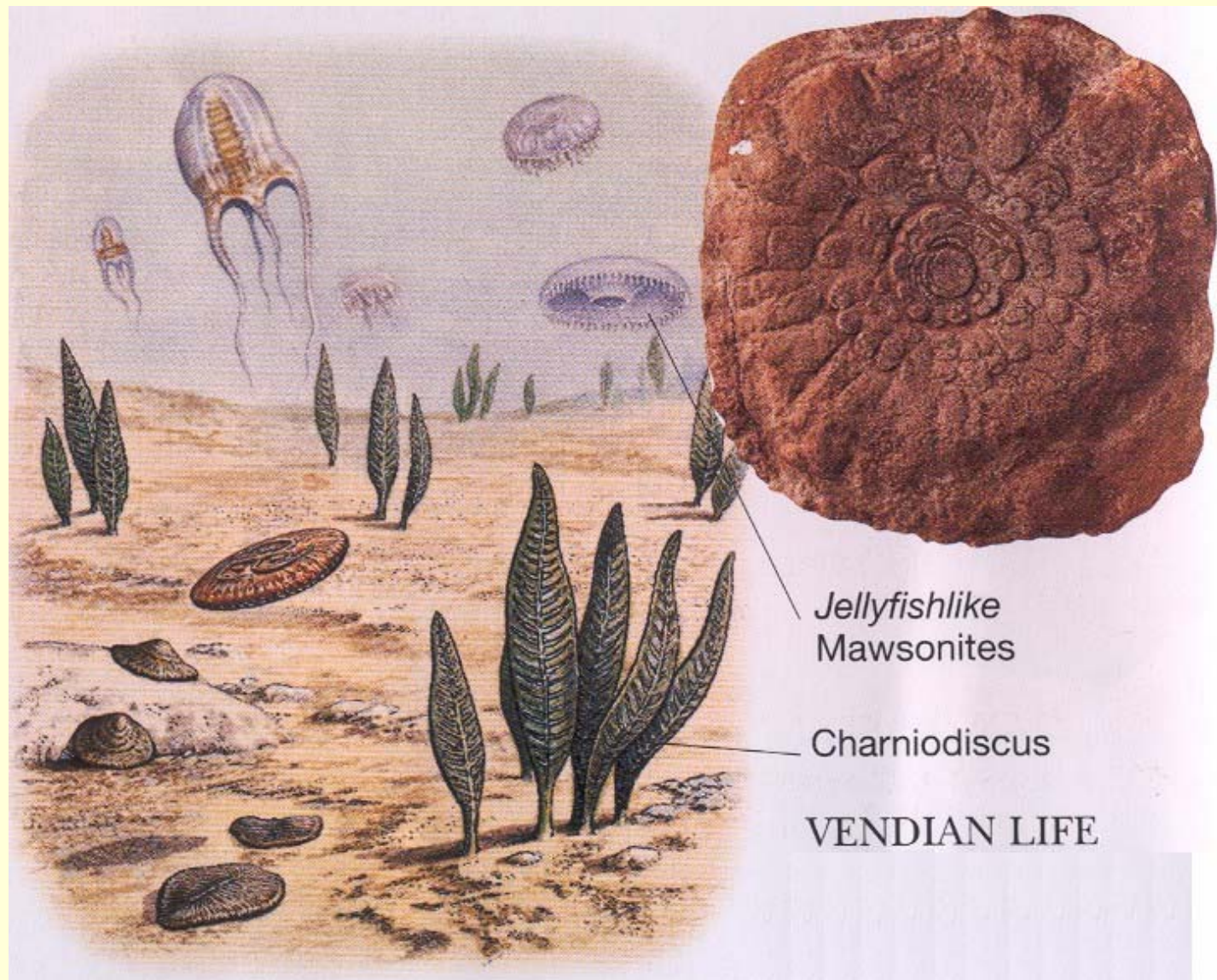
- Primeros pluricelulares ¿ca. 1,000 ma?
- Fauna Ediacara o Vendiana ca. 670 ma.
- Relaciones filogenéticas de la Fauna Vendiana dudosas, sin partes duras, domina geometría plana, sin ano, sin boca, los más grandes ca. 1m.

Fauna Vendiana, ca. 630 ma
Formación Ediacara Hills (Australia)



Fauna Vendiana, ca. 630 ma

Formación Ediacara Hills (Australia)



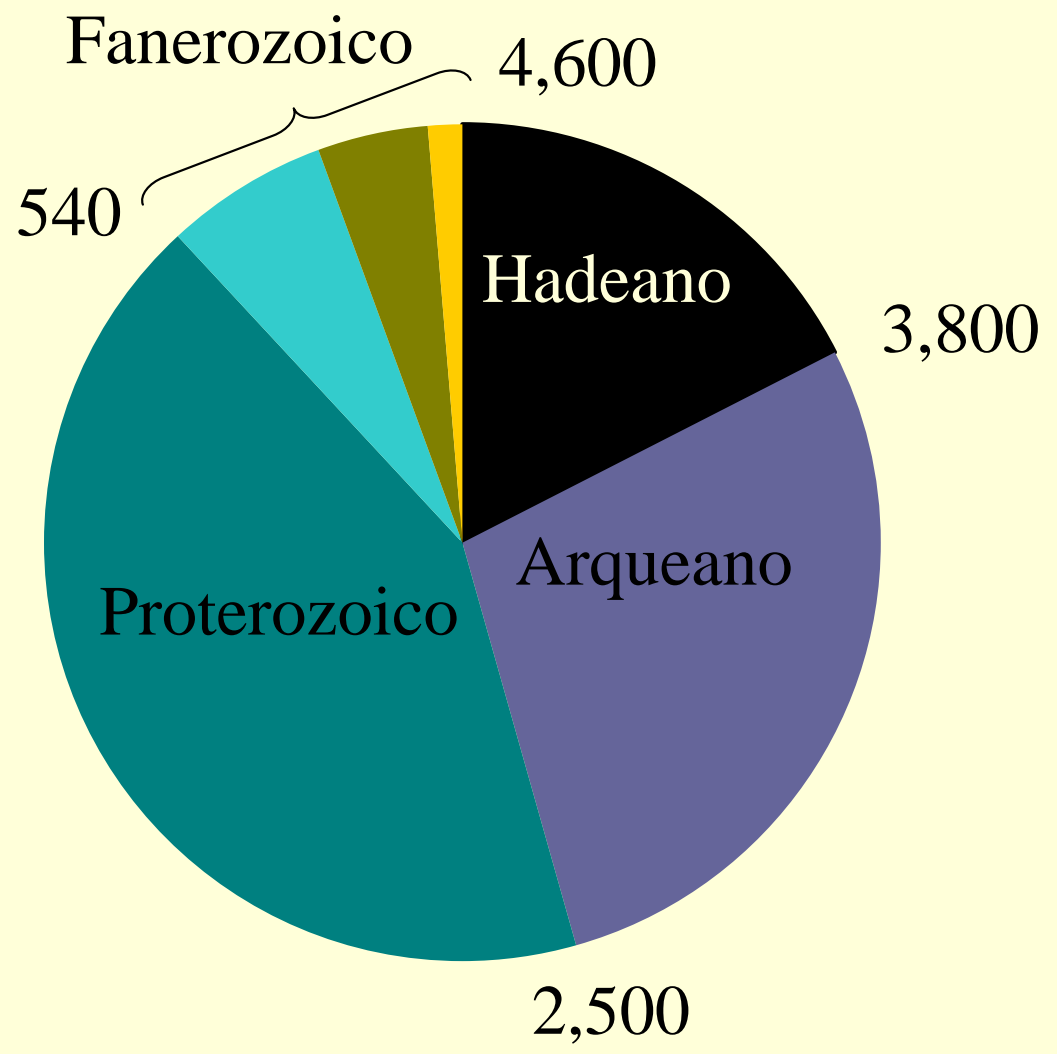
PROTEROZOICO / FANEROZOICO

540 ma

- Glaciación Neoproterozoica termina,
- Pannotia se fragmenta

- La fauna de Ediacara presente en todo el mundo.

- Fauna de Ediacara se extingue hacia los 570-540 ma. Esta extinción marca el final del Proterozoico y el inicio del Fanerozoico.





INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART



International Commission on Stratigraphy

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP	
Phanerozoic	Cenozoic	Neogene	Holocene		0.0115		
			Pleistocene	Upper		0.126	
				Middle		0.781	
				Lower		1.806	🔑
						2.588	🔑
			Pliocene	Gelasian		3.600	🔑
				Piacenzian		5.332	🔑
				Zanclean		7.246	🔑
					11.608	🔑	
		Miocene	Messinian		13.65	🔑	
			Tortonian		15.97	🔑	
			Serravallian		20.43	🔑	
			Langhian		23.03	🔑	
			Burdigalian		28.4 ± 0.1	🔑	
			Aquitanian		33.9 ± 0.1	🔑	
					37.2 ± 0.1	🔑	
				40.4 ± 0.2	🔑		
	Paleogene	Oligocene	Chattian		48.6 ± 0.2	🔑	
			Rupelian		55.8 ± 0.2	🔑	
			Priabonian		58.7 ± 0.2	🔑	
					61.7 ± 0.2	🔑	
		Eocene	Bartonian		65.5 ± 0.3	🔑	
			Lutetian		70.6 ± 0.6	🔑	
			Ypresian		83.5 ± 0.7	🔑	
					85.8 ± 0.7	🔑	
		Paleocene	Thanetian		89.3 ± 1.0	🔑	
			Selandian		93.5 ± 0.8	🔑	
			Danian		99.6 ± 0.9	🔑	
					112.0 ± 1.0	🔑	
					125.0 ± 1.0	🔑	
					130.0 ± 1.5	🔑	
					136.4 ± 2.0	🔑	
				140.2 ± 3.0	🔑		
Mesozoic	Cretaceous	Upper	Maastrichtian		145.5 ± 4.0	🔑	
			Campanian		70.6 ± 0.6	🔑	
			Santonian		83.5 ± 0.7	🔑	
			Coniacian		85.8 ± 0.7	🔑	
		Lower	Turonian		89.3 ± 1.0	🔑	
			Cenomanian		93.5 ± 0.8	🔑	
			Albian		99.6 ± 0.9	🔑	
			Aptian		112.0 ± 1.0	🔑	
	Permian	Upper	Barremian		125.0 ± 1.0	🔑	
			Hauterivian		130.0 ± 1.5	🔑	
			Valanginian		136.4 ± 2.0	🔑	
			Berriasian		140.2 ± 3.0	🔑	
		Lower			145.5 ± 4.0	🔑	
					145.5 ± 4.0	🔑	
					145.5 ± 4.0	🔑	
					145.5 ± 4.0	🔑	

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Mesozoic	Jurassic	Upper	Tithonian		145.5 ± 4.0
				Kimmeridgian		150.8 ± 4.0
				Oxfordian		155.7 ± 4.0
						161.2 ± 4.0
			Middle	Callovian		161.2 ± 4.0
				Bathonian		164.7 ± 4.0
				Bajocian		167.7 ± 3.5
				Aalenian		171.6 ± 3.0
		Lower	Toarcian		175.6 ± 2.0	
			Pliensbachian		183.0 ± 1.5	
			Sinemurian		189.6 ± 1.5	
			Hettangian		196.5 ± 1.0	
		Triassic	Upper	Rhaetian		199.6 ± 0.6
				Norian		203.6 ± 1.5
				Carnian		216.5 ± 2.0
						228.0 ± 2.0
	Middle		Ladinian		237.0 ± 2.0	
			Anisian		245.0 ± 1.5	
	Lower		Olenekian		245.0 ± 1.5	
			Induan		249.7 ± 0.7	
	Paleozoic	Permian	Lopingian		251.0 ± 0.4	
			Changhsingian		253.8 ± 0.7	
			Wuchiapingian		253.8 ± 0.7	
			Capitanian		260.4 ± 0.7	
			Wordian		265.8 ± 0.7	
			Roadian		268.0 ± 0.7	
			Kungurian		270.6 ± 0.7	
			Artinskian		275.6 ± 0.7	
		Carboniferous	Cisuralian	Sakmarian		284.4 ± 0.7
				Asselian		284.4 ± 0.7
						294.6 ± 0.8
						299.0 ± 0.8
Pennsylvanian			Upper	Gzhelian		303.9 ± 0.9
			Middle	Kasimovian		306.5 ± 1.0
			Lower	Moscovian		311.7 ± 1.1
				Bashkirian		311.7 ± 1.1
Mississippian	Upper	Serpukhovian		318.1 ± 1.3		
				326.4 ± 1.6		
				345.3 ± 2.1		
				345.3 ± 2.1		
	Lower	Tournaisian		359.2 ± 2.5		
				359.2 ± 2.5		
				359.2 ± 2.5		
				359.2 ± 2.5		

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Series Epoch	Stage Age	Age Ma	GSSP
Phanerozoic	Paleozoic	Devonian	Upper	Famennian		359.2 ± 2.5
				Frasnian		374.5 ± 2.6
				Givetian		385.3 ± 2.6
						385.3 ± 2.6
			Middle	Eifelian		391.8 ± 2.7
				Emsian		397.5 ± 2.7
				Pragian		407.0 ± 2.8
				Lochkovian		411.2 ± 2.8
		Silurian	Pridoli		416.0 ± 2.8	
			Ludlow	Ludfordian		418.7 ± 2.7
			Gorstian		421.3 ± 2.6	
			Wenlock	Homerian		422.9 ± 2.5
			Sheinwoodian		426.2 ± 2.4	
			Llandovery	Telychian		428.2 ± 2.3
			Aeronian		436.0 ± 1.9	
			Rhuddanian		439.0 ± 1.8	
	Ordovician	Upper	Hirnantian		443.7 ± 1.5	
					445.6 ± 1.5	
					455.8 ± 1.6	
		Middle	Darriwilian		460.9 ± 1.6	
					468.1 ± 1.6	
		Lower	Tremadocian		471.8 ± 1.6	
					478.6 ± 1.7	
					488.3 ± 1.7	
	Cambrian	Furongian	Paibian		488.3 ± 1.7	
					501.0 ± 2.0	
		Middle			513.0 ± 2.0	
		Lower			513.0 ± 2.0	
					542.0 ± 1.0	
					542.0 ± 1.0	
					542.0 ± 1.0	
					542.0 ± 1.0	

Eonothem Eon	Erathem Era	System Period	Age Ma	GSSP	GSSA	
Precambrian	Proterozoic	Ediacaran	542	🔑		
		Neo-proterozoic	Cryogenian	~630	🔑	
			Tonian	850	🔑	
		Meso-proterozoic	Stenian	1000	🔑	
			Ectasian	1200	🔑	
			Calymmian	1400	🔑	
				1600	🔑	
		Paleo-proterozoic	Statherian	1800	🔑	
	Orosirian		2050	🔑		
	Rhyacian		2300	🔑		
	Siderian		2500	🔑		
	Archean	Neoaarchean	2800	🔑		
		Mesoarchean	3200	🔑		
		Paleoarchean	3600	🔑		
		Eoarchean	Lower limit is not defined	🔑		

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic interval (~542 Ma to Present) and the base of the Ediacaran is defined by a Global Standard Section and Point (GSSP) at its base, whereas the Precambrian Interval is formally subdivided by absolute age, Global Standard Stratigraphic Age (GSSA).

This chart gives an overview of the international chronostratigraphic units, their rank, their names and formal status. These units are approved by the International Commission on Stratigraphy (ICS) and ratified by the International Union of Geological Sciences (IUGS).

The Guidelines of ICS (Remane et al., 1996, Episodes, 19: 77-81) regulate the selection and

definition of the international units of geologic time. Many GSSP's actually have a 'golden' spike (🔑) and Stage and/or System name plaque mounted at the boundary level in the boundary stratotype section, whereas a GSSA is an abstract age without reference to a specific level in a rock section on Earth. Updated descriptions of each GSSP and GSSA are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

Some stages within the Ordovician and Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most intra-stage boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined. Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Colors are according to the United States Geological Survey (USGS). The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004) with Cambridge University Press.

This chart was drafted and printed with funding generously provided for the GTS Project 2004 by ExxonMobil, Statoil Norway, ChevronTexaco and BP. The chart was produced by Gabi Ogg.