

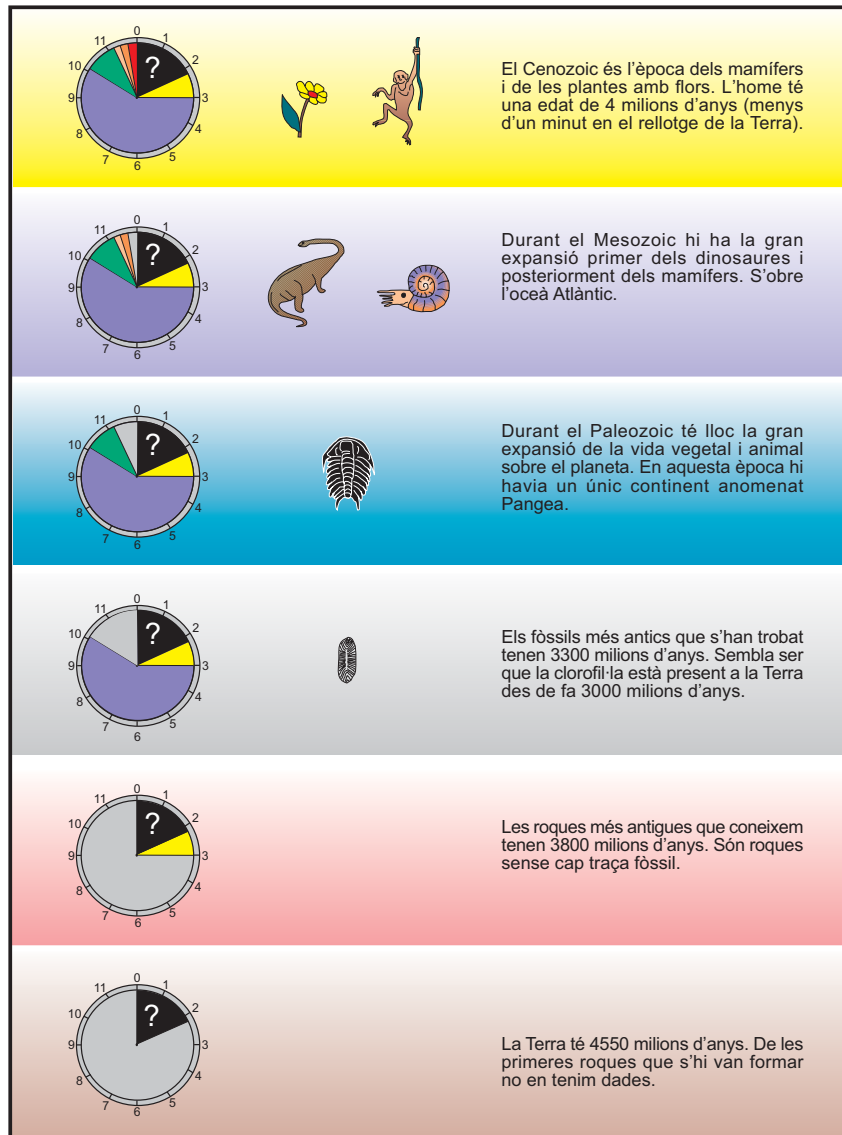
## Sabies què?

### EL TEMPS SEMPRES RELATIU

En la nostra vida quotidiana estem acostumats a mesurar el temps en dies, hores, minuts, segons. La història ens ho posa més complicat: parla de segles, fins hi tot de milers d'anys. La geologia sobrepassa moltes vegades la nostra capacitat de comprensió doncs parla de milions d'anys. La Terra té una edat de 4.600 milions d'anys. Per a un geòleg, un esdeveniment que va passar fa uns 100 milions d'anys pot ser recent i una roca de fa 10 milions d'anys pot ser molt jove.

Entendre la magnitud dels temps geològics és imprescindible per entendre els diferents processos que tenen lloc a la Terra, tal com l'erosió, la formació i el desmantellament de grans serralades, la mateixa evolució de les espècies..., però no és gens fàcil. Es poden fer diferents analogies dels temps geològics amb escales més comprensibles per a nosaltres com la que apareix en el dibuix adjunt: **el rellotge de la Terra**. En el rellotge de la Terra, l'hora zero representa la formació de la Terra fa 4.600 milions d'anys i les 12 del migdia és avui. Una hora equival a 383,3 milions d'anys i un minut a 6,4 milions d'anys.

En aquest rellotge l'home no fa ni un minut que va aparèixer, els primers fòssils que es troben a la Terra són de les 3 del matí i els dinosaures fa 11 minuts que van desaparèixer.

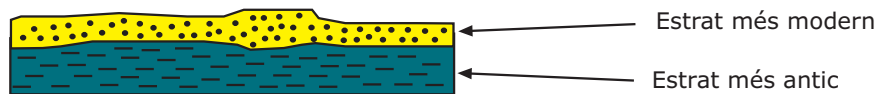


## Com es coneix l'edat de les roques?

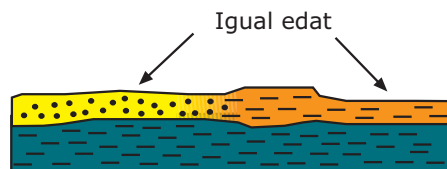
L'edat de les roques ha estat sempre una inquietud pels investigadors. A finals del segle XVII es va establir la primera llei, que avui en dia encara s'utilitza, per a conèixer l'edat de les roques. La llei de Steno (1669) o principi de superposició que aplica la idea de superposició dels estrats sedimentaris, vol dir que una capa és més jove que la que té per sota. La llei de Steno es va acompanyar amb altres principis com el de continuïtat lateral o el principi d'inclusió.

### Principi de superposició o llei de Steno.

Un estrat és més jove que el que té per sota.



**Principi de continuïtat lateral.** Dos estrats on un és la prolongació de l'altre tenen la mateixa edat, encara que tinguin composicions diferents.



**Principi d'intersecció.** (aplicat a roques no sedimentàries)

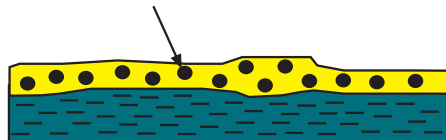
Una roca que talla a una altra és més moderna.



**Principi d'inclusió.** (aplicat a roques sedimentàries i magmàtiques)

Un fragment de roca inclòs en un altra és més antic que aquesta.

Els còdols que conté l'estrat són més antics que el mateix estrat.



Per comparar estrats que no estan en el mateix paquet s'utilitzen els fòssils, ja que aquests són contemporanis a l'estrat que els conté.

Els fòssils són útils perquè els organismes no s'han mantingut iguals al llarg de la història de la Terra, sinó que han anat evolucionant. Un cop establerta aquesta idea, els naturalistes de l'època van fer ràpidament una llista, vàlida per a tot el món, amb els fòssils que es coneixien en funció de la seva edat relativa. Així quan trobaven un estrat del qual desconeixien l'edat, buscaven els fòssils que contenia i els comparaven amb la llista realitzada. D'aquesta manera es podia determinar l'edat relativa de l'estrat.

Es van definir les eres caracteritzades cadascuna per un conjunt de fòssils concrets:

- El **Proterozoic** (de *proteros*, que vol dir primer), amb molts pocs fòssils i tots ells sense esquelet.
- El **Paleozoic** (de *paleos*, antic), en la que vivien uns petits artròpodes anomenats trilobites.
- El **Mesozoic** (de *mesos*, mitjà), caracteritzat per la proliferació dels amonits i els dinosaures.
- El **Cenozoic** (de *kainos*, nou), època dels mamífers. A finals del Cenozoic apareixen els homínids.

Aquest mètode de datació de les roques, però, presentava i presenta tot un seguit de problemes. En primer lloc, les edats obtingudes són relatives, no s'obté cap valor absolut en milions d'anys i per una altra banda només és aplicable a les roques sedimentàries que contenen fòssils. A més a més, les roques que contenen fòssils tant sols representen una petita fracció de la història de la Terra, les roques més antigues amb fòssils tenen 545 milions d'anys mentre que la Terra té una edat de 4.600 milions d'anys.

En aquest impàs, de sobte, la geologia va rebre una eina molt valuosa que va ser la datació radioactiva. Aquest mètode permet la datació absoluta de la roca, és a dir el coneixement exacte de la seva edat.

El principi de la datació absoluta és senzill: els minerals que formen les roques contenen àtoms radioactius que es desintegren a un ritme constant i conegut. Un isòtop radioactiu anomenat "pare" dona lloc a un isòtop "fill" gràcies a l'emissió de nuclis d'heli, d'electrons o d'energia. Com que la proporció d'àtoms que es desintegren és constant, la proporció relativa entre isòtops pares i isòtops fills (que es pot mesurar) ens donarà el temps que ha passat entre que el mineral es va formar i l'actualitat.

Posem un exemple: un mineral conté 100 àtoms radioactius que tenen un període de semidesintegració (temps al final del qual es desintegren la meitat dels isòtops pares) de 25 anys. Al cap de 25 anys de la formació del mineral, quedaran 50 isòtops pare i els altres 50 s'hauran transformat en isòtops fill. Al cap de 50 anys quedaran 25 isòtops pare i els altres 75 seran isòtops fill, etc.

Malauradament, però, aquest mètode també presenta mancances. Tant sols es pot realitzar una datació absoluta en aquells minerals que s'han format al mateix temps que la roca, com és el cas de roques plutòniques (granit), roques volcàniques (basalt) o metamòrfiques (esquist). En roques sedimentàries tant sols es pot realitzar en minerals com la glauconita, però aquests són escassos.

De totes formes, els dos mètodes es complementen i els seus resultats es poden comparar. Per exemple es pot datar una colada de lava continguda entre estrats, aleshores els que té per sota seran més antics que la lava datada i els de sobre seran més moderns. Es pot datar un granit que talla una sèrie sedimentària que és lògicament més antiga que el granit. Es pot datar també la glauconita que pugui contenir un estrat i comparar l'edat obtinguda amb els fòssils de l'estrat, etc.

Des de que existeix la datació absoluta, aquestes observacions s'han anat realitzant sistemàticament en tot el món de manera que actualment disposem d'una bona correlació entre l'escala relativa realitzada a partir dels fòssils i l'escala absoluta donada en milions d'anys. Tot això ha permès de poder establir l'escala dels temps geològics que teniu a continuació.

EONOTEMES	ERATEMES	SISTEMES	SÈRIES	ESTATES	MILIONS D'ANYS (BP)			
FANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01			
				PLEISTOCÈ	SUPERIOR			
					MITJÀ			
			INFERIOR					
			NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8	
					INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6	
		MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3		
					TORTONIÀ	7.1		
					SERRAVAL·LIÀ	11.2		
				MITJÀ	LANGUIÀ	14.8		
					BURDIGALIÀ	16.4		
					AQUITANIÀ	20.5		
		PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8	
					RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5	
				EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7	
					BARTONIÀ		37.0	
					LUTECIÀ		41.3	
					YPRESIÀ		49.0	
			TANETIÀ			54.8		
			SELANDIÀ			57.9		
			PALEOCÈ		DANIÀ	61.1		
					MAASTRICHTIÀ	65.0		
		CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3		
					SANTONIÀ	83.5		
			CONIACIÀ		85.8			
			TURONIÀ		89.0			
			CENOMANIÀ		93.5			
			INFERIOR	ALBIÀ	98.9			
				APTIÀ	112.2			
				BARREMIÀ	121.0			
				HAUTERVIÀ	127.0			
				VALANGINIÀ	132.0			
		MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0	
					KIMMERIDGIÀ		142.0	
					OXFORDIÀ		150.7	
					CAL·LOVIÀ		154.1	
					BATHONIÀ		159.4	
				DOGGER	BAJOCIÀ		164.4	
					AALENIÀ		169.2	
					TOARCIÀ		176.1	
	PLIENSBAQUIÀ					180.1		
	SINEMURIÀ					189.6		
	TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9			
			RETIÀ	NORIÀ	205.7			
			NORIÀ		209.6			
			CARNIÀ		220.7			
			LADINIÀ		227.4			
		MITJÀ	ANISIÀ		234.3			
			ESCITIÀ		241.7			
					248.2			
	FANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIACIÀ		85.8		
				TURONIÀ		89.0		
				CENOMANIÀ		93.5		
				INFERIOR	ALBIÀ	98.9		
					APTIÀ	112.2		
					BARREMIÀ	121.0		
					HAUTERVIÀ	127.0		
					VALANGINIÀ	132.0		
			MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0
						KIMMERIDGIÀ		142.0
						OXFORDIÀ		150.7
						CAL·LOVIÀ		154.1
						BATHONIÀ		159.4
					DOGGER	BAJOCIÀ		164.4
						AALENIÀ		169.2
						TOARCIÀ		176.1
		PLIENSBAQUIÀ					180.1	
		SINEMURIÀ					189.6	
		TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9		
				RETIÀ	NORIÀ	205.7		
				NORIÀ		209.6		
				CARNIÀ		220.7		
				LADINIÀ		227.4		
			MITJÀ	ANISIÀ		234.3		
ESCITIÀ					241.7			
					248.2			
FANEROZOIC		CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIACIÀ		85.8		
				TURONIÀ		89.0		
				CENOMANIÀ		93.5		
				INFERIOR	ALBIÀ	98.9		
					APTIÀ	112.2		
					BARREMIÀ	121.0		
					HAUTERVIÀ	127.0		
					VALANGINIÀ	132.0		
			MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0
						KIMMERIDGIÀ		142.0
						OXFORDIÀ		150.7
						CAL·LOVIÀ		154.1
						BATHONIÀ		159.4
					DOGGER	BAJOCIÀ		164.4
						AALENIÀ		169.2
						TOARCIÀ		176.1
		PLIENSBAQUIÀ					180.1	
		SINEMURIÀ					189.6	
		TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9		
				RETIÀ	NORIÀ	205.7		
				NORIÀ		209.6		
				CARNIÀ		220.7		
				LADINIÀ		227.4		
			MITJÀ	ANISIÀ		234.3		
	ESCITIÀ				241.7			
					248.2			
	FANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIACIÀ		85.8		
				TURONIÀ		89.0		
				CENOMANIÀ		93.5		
				INFERIOR	ALBIÀ	98.9		
					APTIÀ	112.2		
					BARREMIÀ	121.0		
					HAUTERVIÀ	127.0		
					VALANGINIÀ	132.0		
			MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0
						KIMMERIDGIÀ		142.0
						OXFORDIÀ		150.7
						CAL·LOVIÀ		154.1
						BATHONIÀ		159.4
					DOGGER	BAJOCIÀ		164.4
						AALENIÀ		169.2
						TOARCIÀ		176.1
		PLIENSBAQUIÀ					180.1	
		SINEMURIÀ					189.6	
		TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9		
				RETIÀ	NORIÀ	205.7		
				NORIÀ		209.6		
				CARNIÀ		220.7		
				LADINIÀ		227.4		
			MITJÀ	ANISIÀ		234.3		
ESCITIÀ					241.7			
					248.2			
FANEROZOIC		CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIACIÀ		85.8		
				TURONIÀ		89.0		
				CENOMANIÀ		93.5		
				INFERIOR	ALBIÀ	98.9		
					APTIÀ	112.2		
					BARREMIÀ	121.0		
					HAUTERVIÀ	127.0		
					VALANGINIÀ	132.0		
			MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0
						KIMMERIDGIÀ		142.0
						OXFORDIÀ		150.7
						CAL·LOVIÀ		154.1
						BATHONIÀ		159.4
					DOGGER	BAJOCIÀ		164.4
						AALENIÀ		169.2
						TOARCIÀ		176.1
		PLIENSBAQUIÀ					180.1	
		SINEMURIÀ					189.6	
		TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9		
				RETIÀ	NORIÀ	205.7		
				NORIÀ		209.6		
				CARNIÀ		220.7		
				LADINIÀ		227.4		
			MITJÀ	ANISIÀ		234.3		
	ESCITIÀ				241.7			
					248.2			
	FANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIACIÀ		85.8		
				TURONIÀ		89.0		
				CENOMANIÀ		93.5		
				INFERIOR	ALBIÀ	98.9		
					APTIÀ	112.2		
					BARREMIÀ	121.0		
					HAUTERVIÀ	127.0		
					VALANGINIÀ	132.0		
			MESOZOIC	JURÀSSIC	MALM	TITHONIÀ	VOLGIÀ	137.0
						KIMMERIDGIÀ		142.0
						OXFORDIÀ		150.7
						CAL·LOVIÀ		154.1
						BATHONIÀ		159.4
					DOGGER	BAJOCIÀ		164.4
						AALENIÀ		169.2
						TOARCIÀ		176.1
		PLIENSBAQUIÀ					180.1	
		SINEMURIÀ					189.6	
		TRIÀSIC	SUPERIOR	HETTANGIÀ		201.9		
				RETIÀ	NORIÀ	205.7		
				NORIÀ		209.6		
				CARNIÀ		220.7		
				LADINIÀ		227.4		
			MITJÀ	ANISIÀ		234.3		
ESCITIÀ					241.7			
					248.2			
FANEROZOIC		CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ		0.01		
					PLEISTOCÈ	SUPERIOR		
						MITJÀ		
				INFERIOR				
				NEOGEN	PLIOCÈ	SUPERIOR	PLASENCIÀ	1.8
						INFERIOR	ZANCLIÀ	3.6
			MIOCÈ		SUPERIOR	MESSINIÀ	5.3	
						TORTONIÀ	7.1	
						SERRAVAL·LIÀ	11.2	
					MITJÀ	LANGUIÀ	14.8	
						BURDIGALIÀ	16.4	
						AQUITANIÀ	20.5	
			PALEOGEN		OLIGOCÈ		CATIÀ	23.8
						RUPELIÀ	ESTAMPIÀ	28.5
					EOCÈ	PRIABONIÀ	LATDORFIÀ	33.7
						BARTONIÀ		37.0
						LUTECIÀ		41.3
						YPRESIÀ		49.0
				TANETIÀ			54.8	
				SELANDIÀ			57.9	
				PALEOCÈ		DANIÀ	61.1	
						MAASTRICHTIÀ	65.0	
			CRETACI		SUPERIOR	CAMPANIA	71.3	
						SANTONIÀ	83.5	
				CONIAC				

## Anem a treballar

A continuació teniu un llistat d'esdeveniments. Busqueu en la taula dels temps geològics la correspondència entre el temps geològic que us donem i l'edat en milions d'anys. A continuació busqueu a quina hora correspondria en el rellotge de la Terra. Veureu que de vegades els temps geològics que us donem comprenen edats molt amples, decidiu vosaltres mateixos una data exacta en milions d'anys.

Esdeveniment	Edat	Hora en el rellotge de la Terra
Formació de les roques més antigues	Inici Cambroordivià	
	Final Carbonífer inferior	
Orogènesi herciniana	Inici Carbonífer superior	
	Finals del Westfalià	
Formació de les granodiorites d'Andorra	Fa 305 milions d'anys	
Orogènesi alpina, fase de màxima compressió	Inici Principi de l'Eocè	
	Acabament de l'Eocè	
Formació de les superfícies d'aplanament com el Camp de Claror	Inici Oligocè	
	Final Miocè	
Glaciacions	Pleistocè	
Primer Preatge	1278	
Jocs dels Petits Estats d'Andorra	2005	