



José Ramón Martínez Batlle

GEOMORFOLOGÍA (GEO-112)

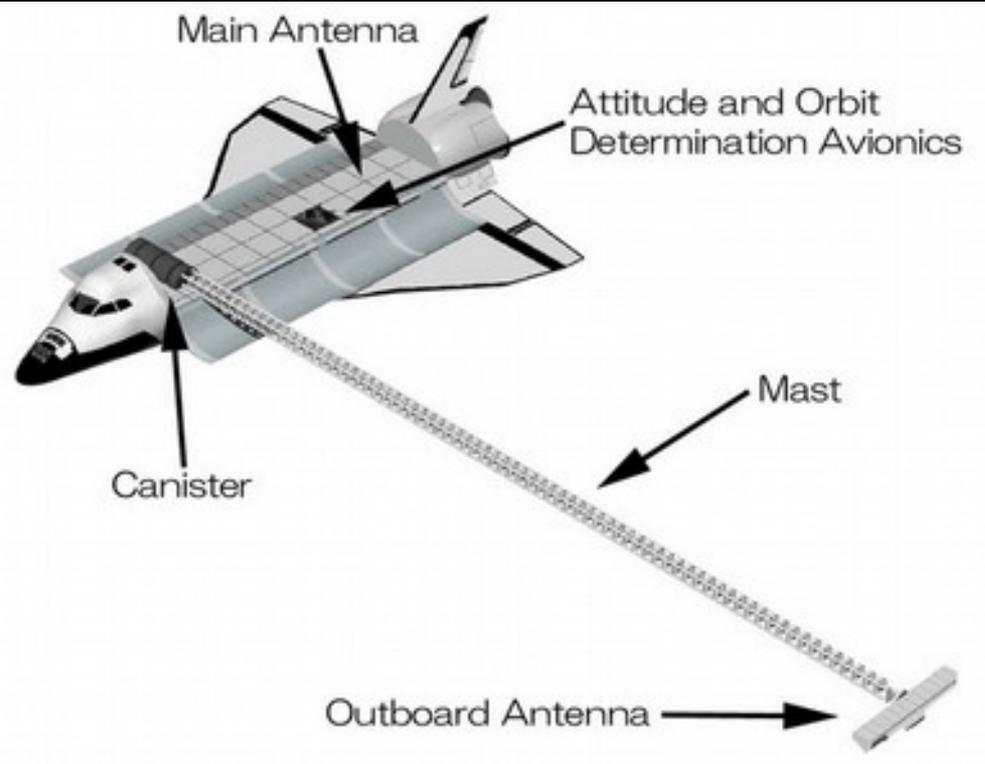
Tema 2. El tiempo en geomorfología

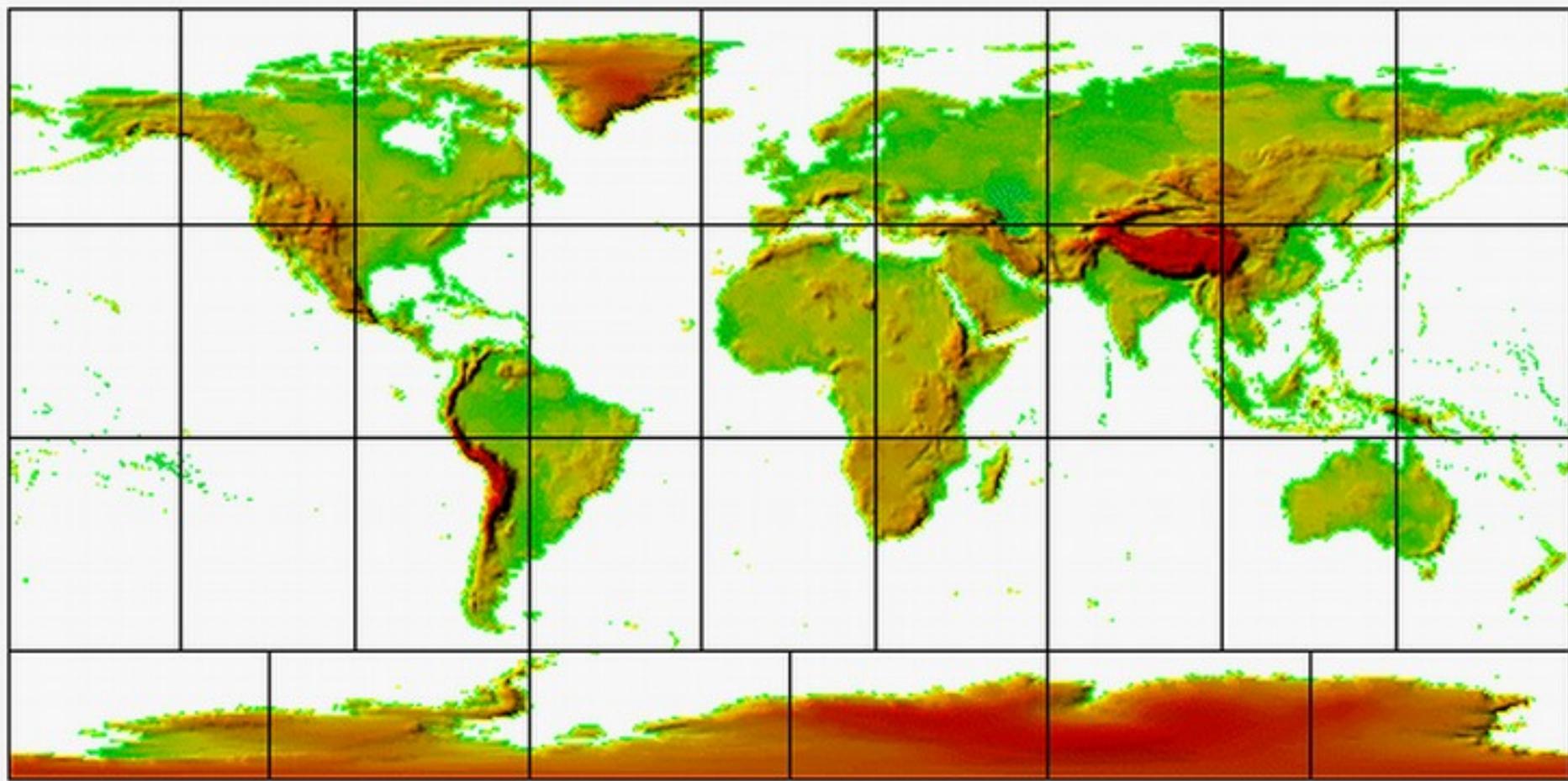
# DATACIÓN RELATIVA

- Aplicada a **grandes relieves**:
  - Edad de los materiales y paleoniveles de base
- Aplicada a **procesos** y formas pequeñas:
  - **Velocidad sísmica** en los clastos
  - Anillos de hidratación en **obsidiana**
  - Desarrollo de **suelos**
  - **Liquenometría**



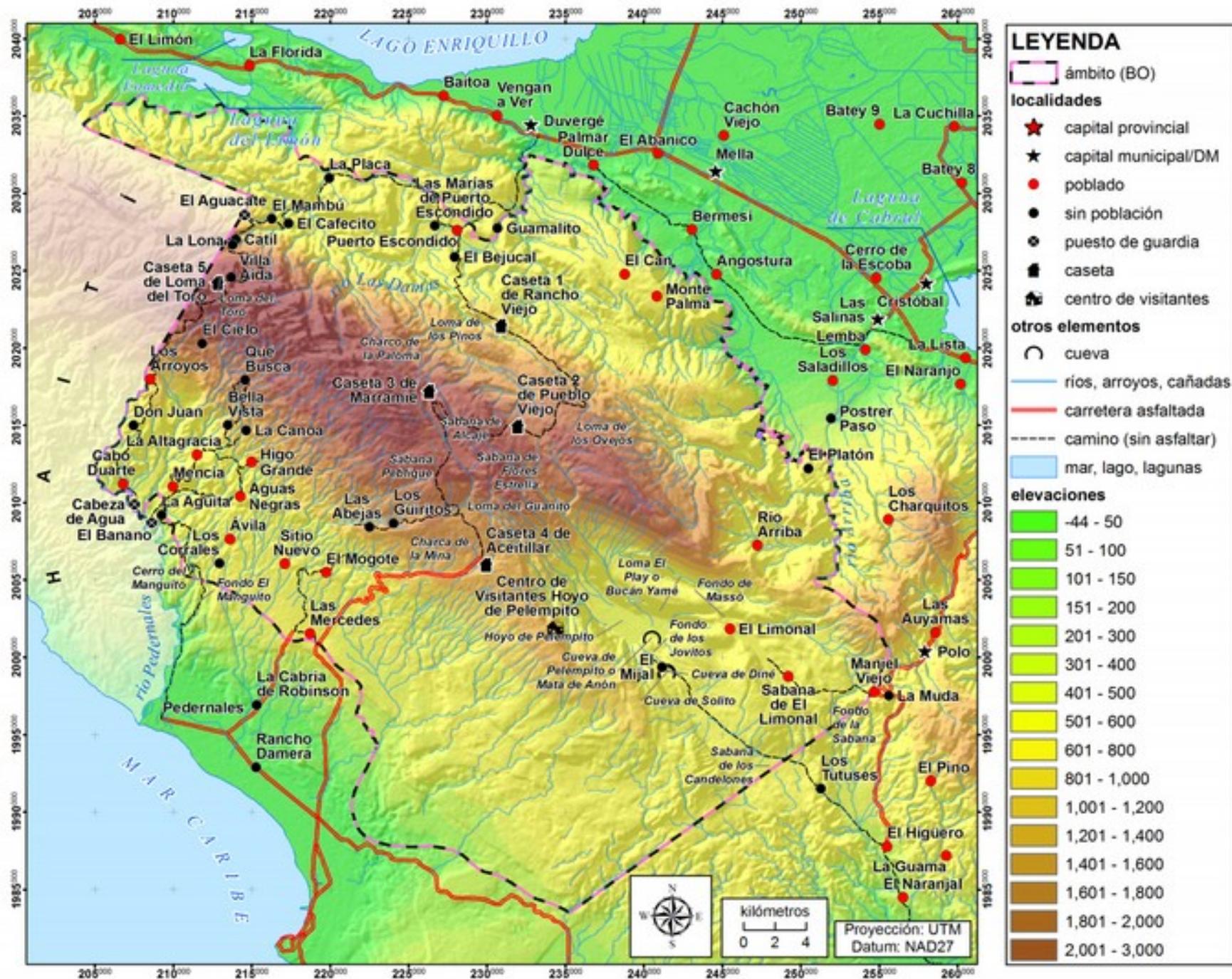
# Shuttle Radar Topography Mission

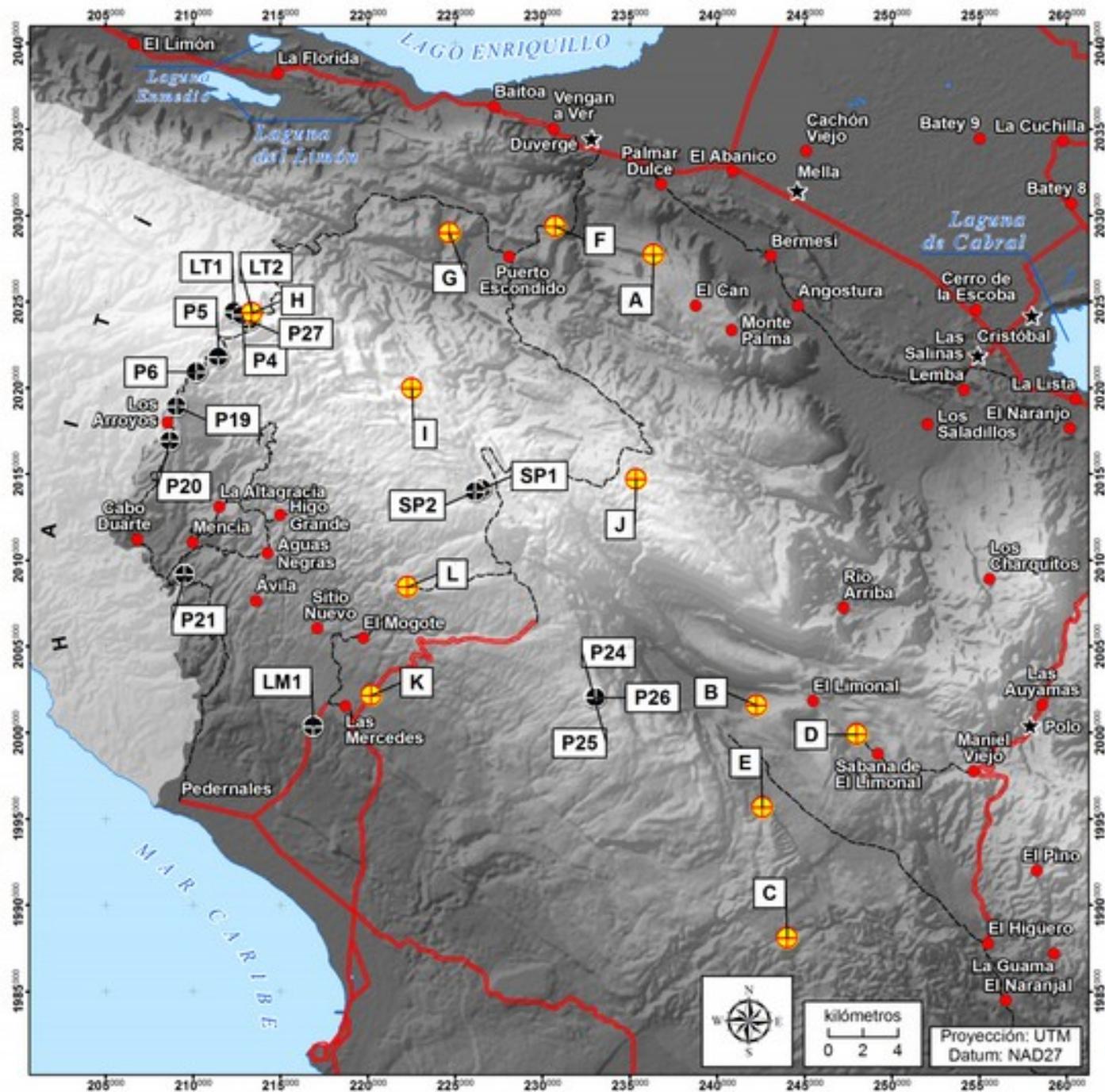










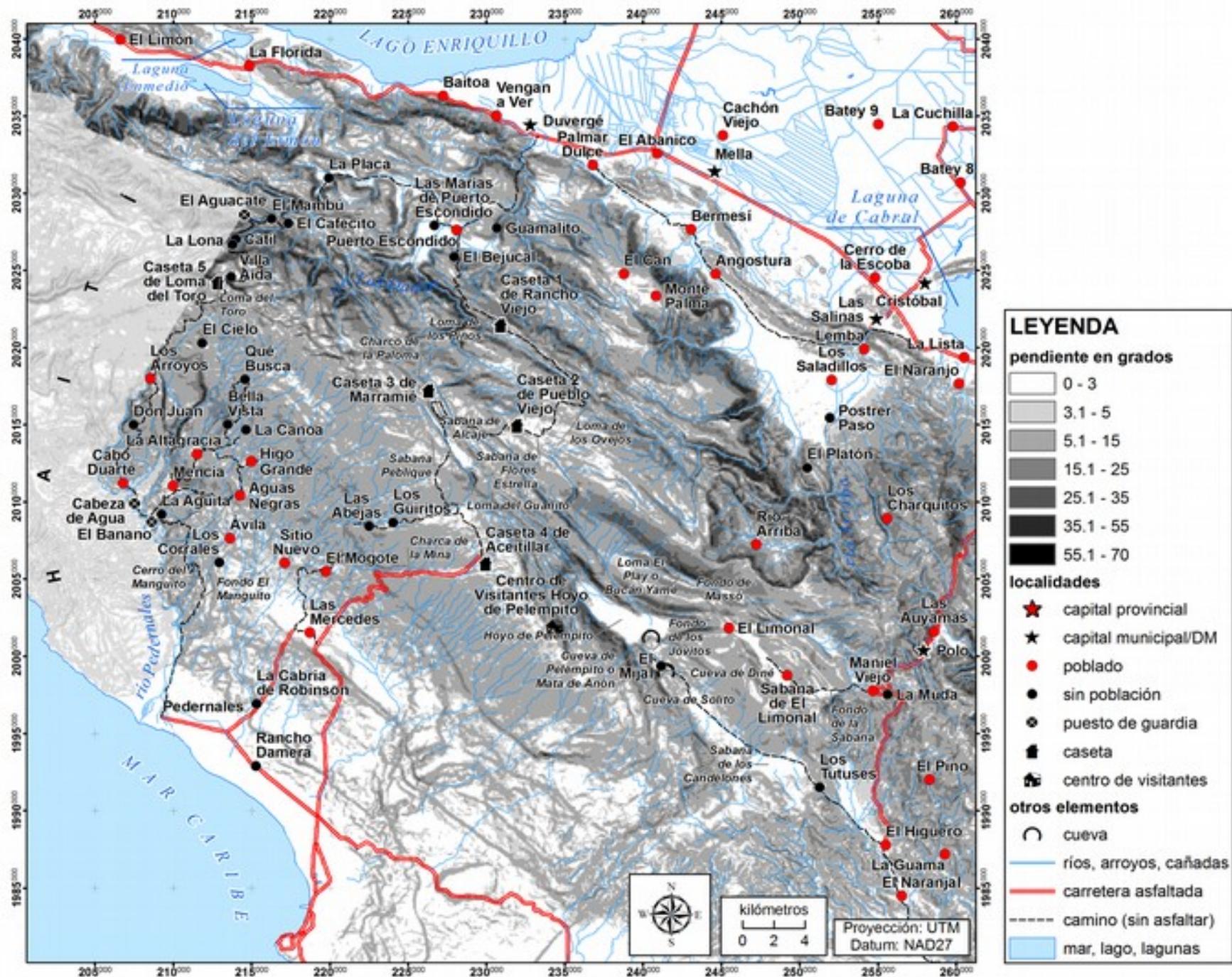


**LEYENDA**

- sitios de muestreo ONAPLAN y otros (2004)
- sitios de muestreo de SEA/DVS (1994)

**localidades**

- capital provincial
- capital municipal/DM
- poblado
- sin población
- puesto de guardia
- caseta
- centro de visitantes
- carretera asfaltada
- camino (sin asfaltar)
- mar, lago, lagunas



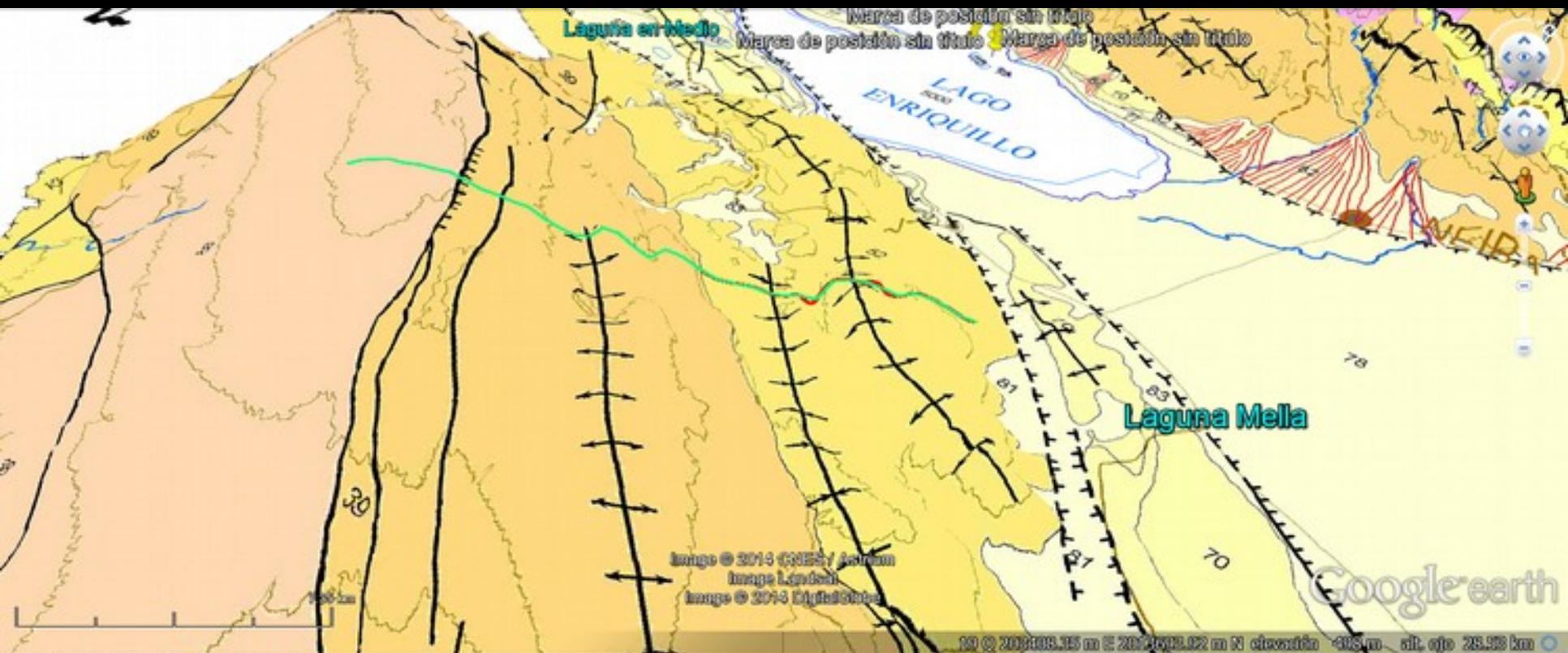
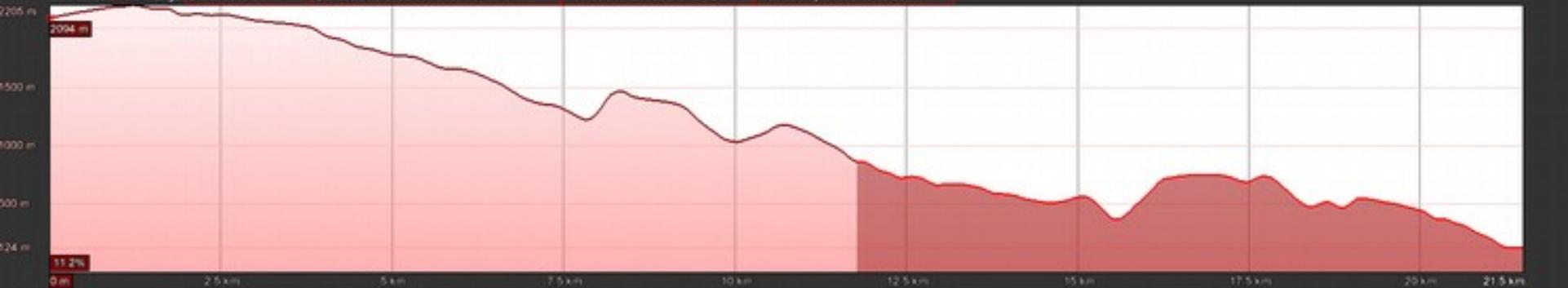
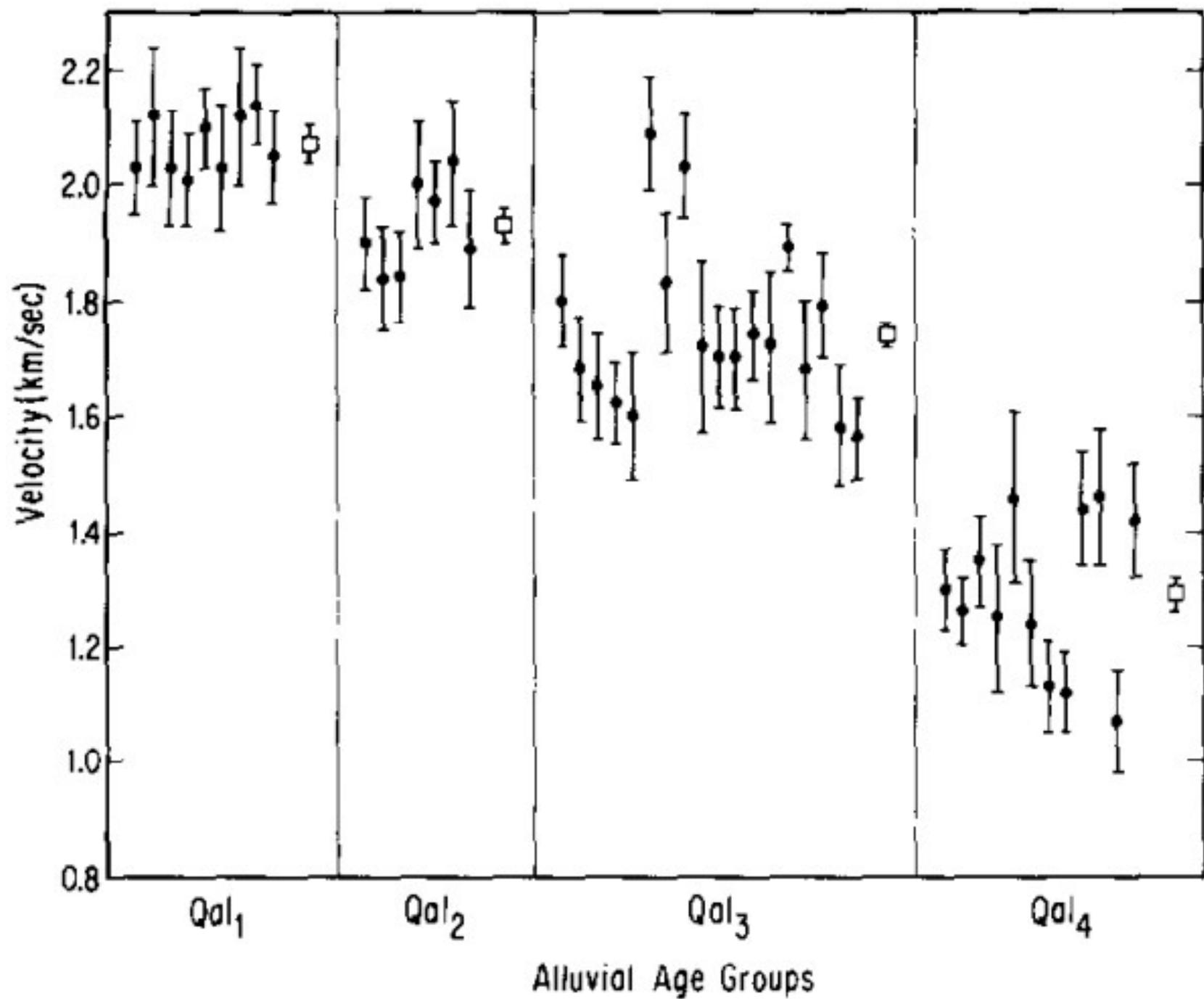


Gráfico: Min.: 0 m, Prom.: 124.559, Max.: 666 m  
 Totales del rango: Distancia: 9.74 km, Ganancia/Pérd. de elev.: 637 m, -1370 m, Inclinación máx.: 55.2%, -64.2%, Inclinación prom.: 10.5%, -20.9%





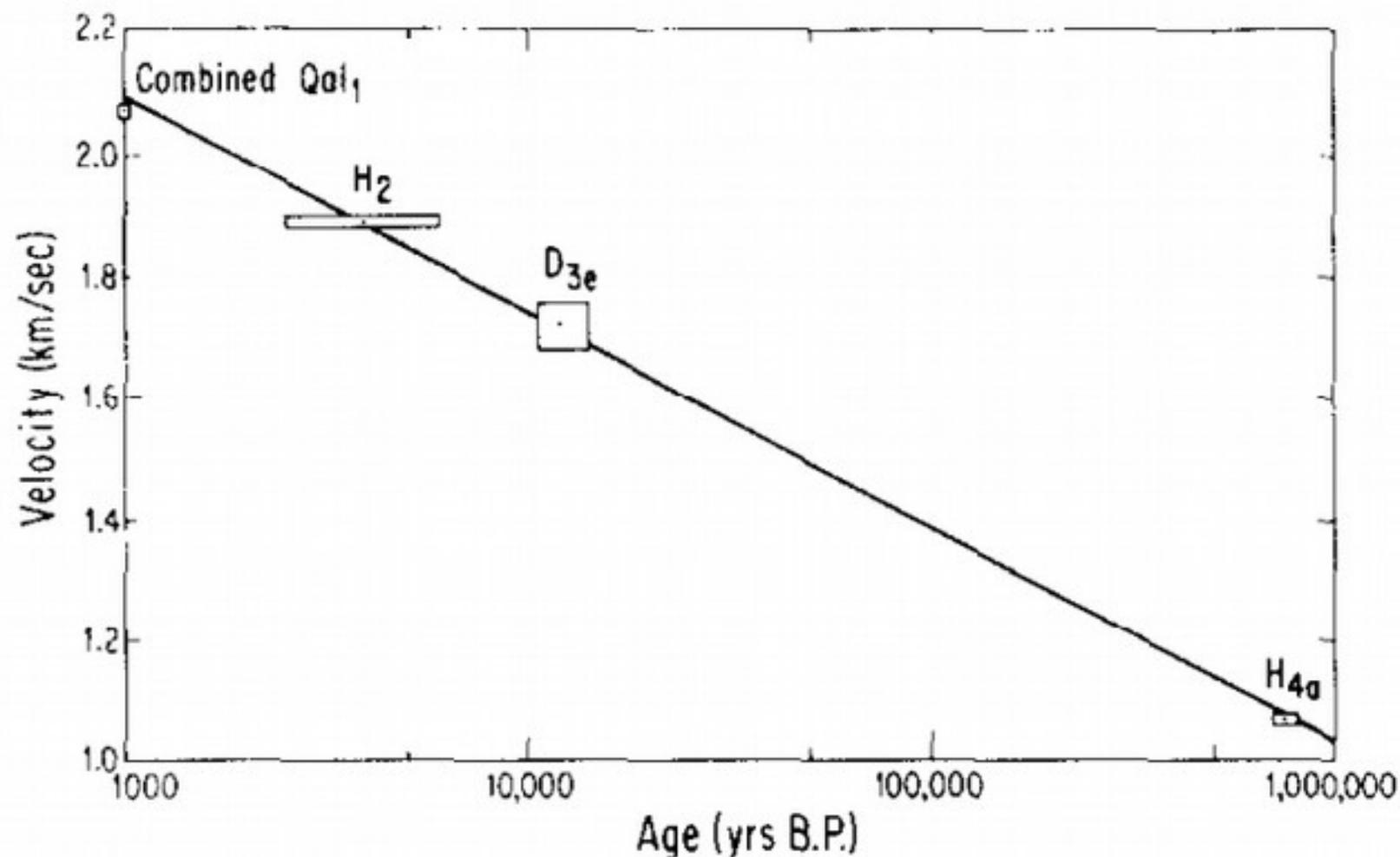


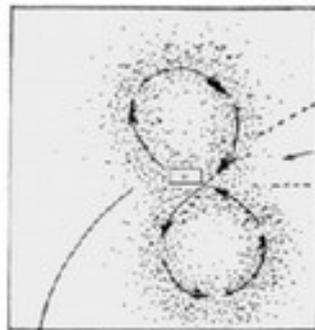
FIG. 7. Proposed velocity versus age curve for the San Gabriel Valley and San Gabriel Canyon alluvial deposits. Dots represent the best estimate of velocity versus age and boxes represent the estimated error.



(1) TWO PARALLEL CUTS ARE MADE ON THE EDGE OF AN OBSIDIAN ARTIFACT OR FLAKE USING A DIAMOND TIP CIRCULAR SAW BLADE TO YIELD A SMALL CROSS-SECTION PIECE ABOUT 1 MM THICK.



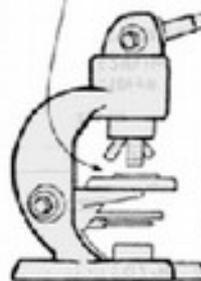
(2) THE PIECE IS MOUNTED ON A SLIDE WITH ONE CUT FACE UP.



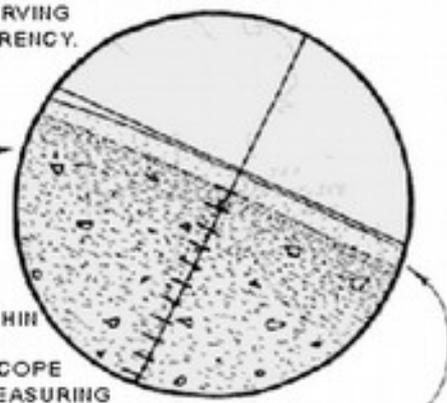
(3) AFTER THE FIRST SIDE IS GROUND, THE CEMENT HOLDING THE SAMPLE TO THE SLIDE IS REHEATED, THE SPECIMEN INVERTED, AND THE SECOND FACE IS GROUND. GRINDING IS DONE IN A FIGURE 8 PATTERN TO INSURE UNIFORM THICKNESS IS ACHIEVED.



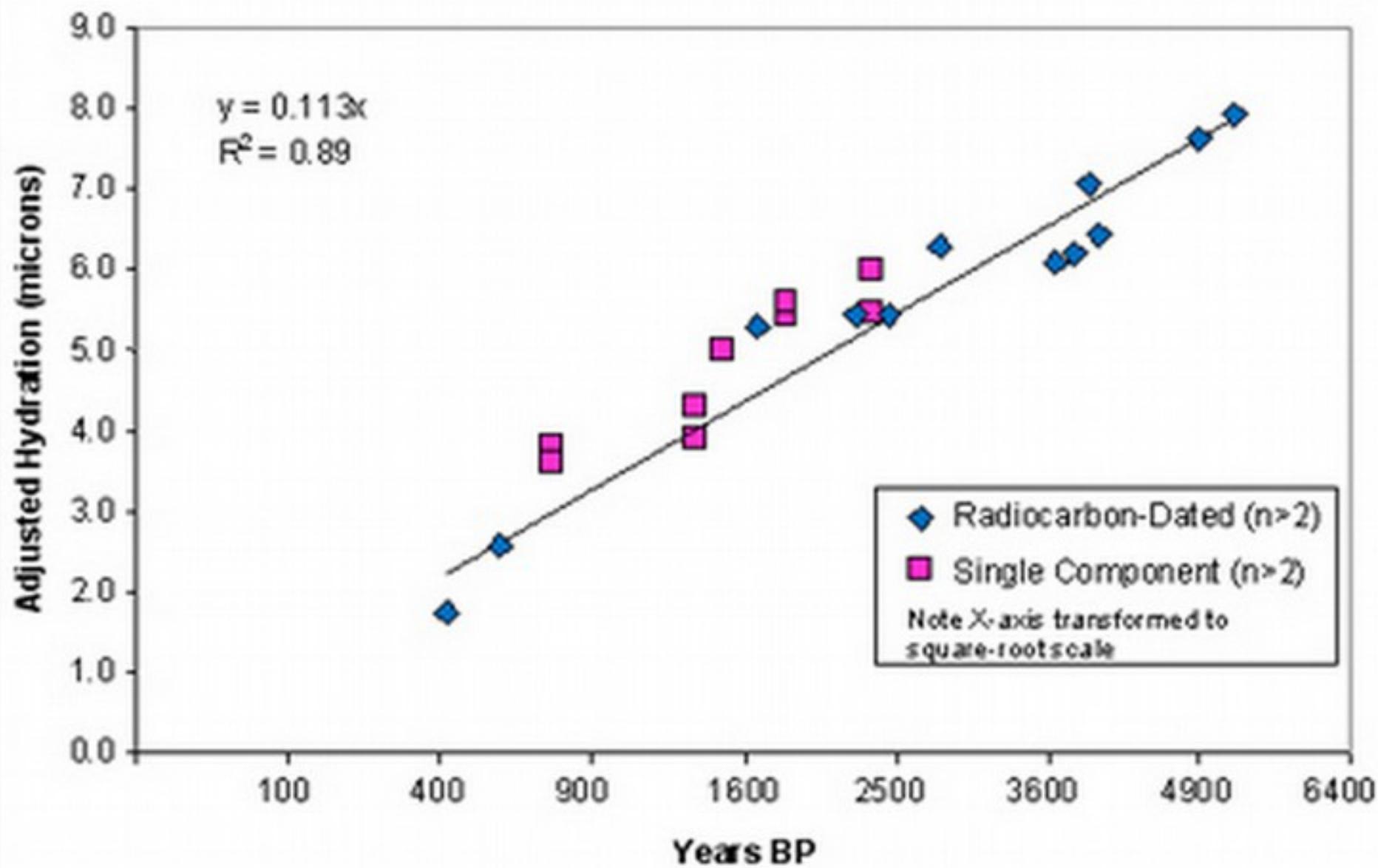
(4) THE FINAL THICKNESS IS DETERMINED BY THE "TOUCH TECHNIQUE" AND BY OBSERVING THE SPECIMEN'S TRANSPARENCY.



(5) THE PREPARED THIN SECTION IS VIEWED THROUGH A MICROSCOPE EQUIPPED WITH A MEASURING DEVICE.



(6) THROUGH THE MICROSCOPE'S LENS, THE HYDRATION FRONT SHOWS CLEARLY AS A DISTINCT BAND AND CAN BE MEASURED IN MICRONS.



Correlation between hydration and independent age estimate for cleaned data set, removing outliers and small samples, and correcting for elevation (source Eerkens et al. 2008).

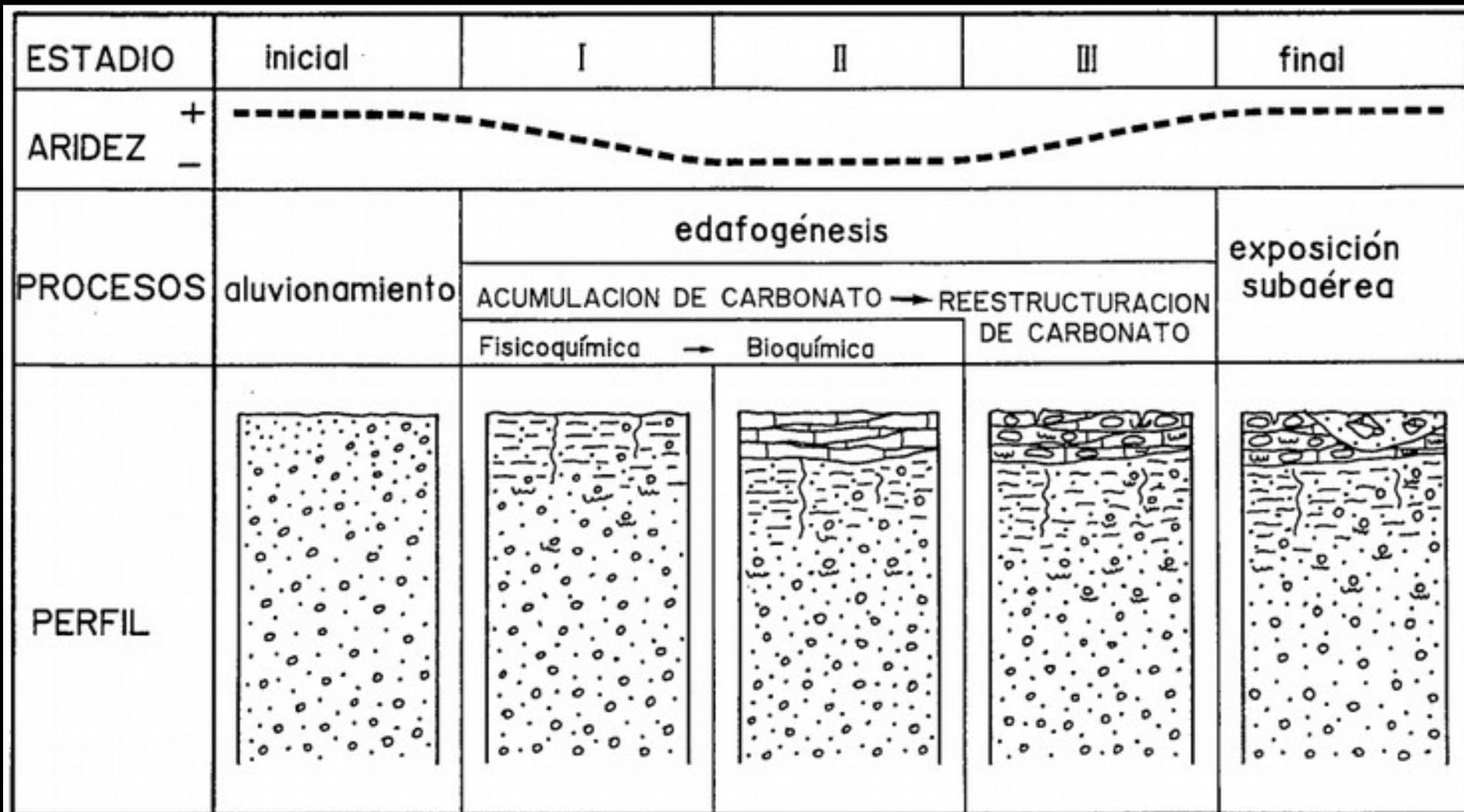


Fig. 5.-Estadios evolutivos, significado climático y procesos en la génesis de los caliches desarrollados sobre los niveles de glacia-terrazas más antiguos en la cuenca baja del río Cinca.

Fig.5.- Evolutionary stages, climatic significance and processes in the genesis of caliche deposits developed on the oldest glacia-terrace levels in the Cinca lower basin.



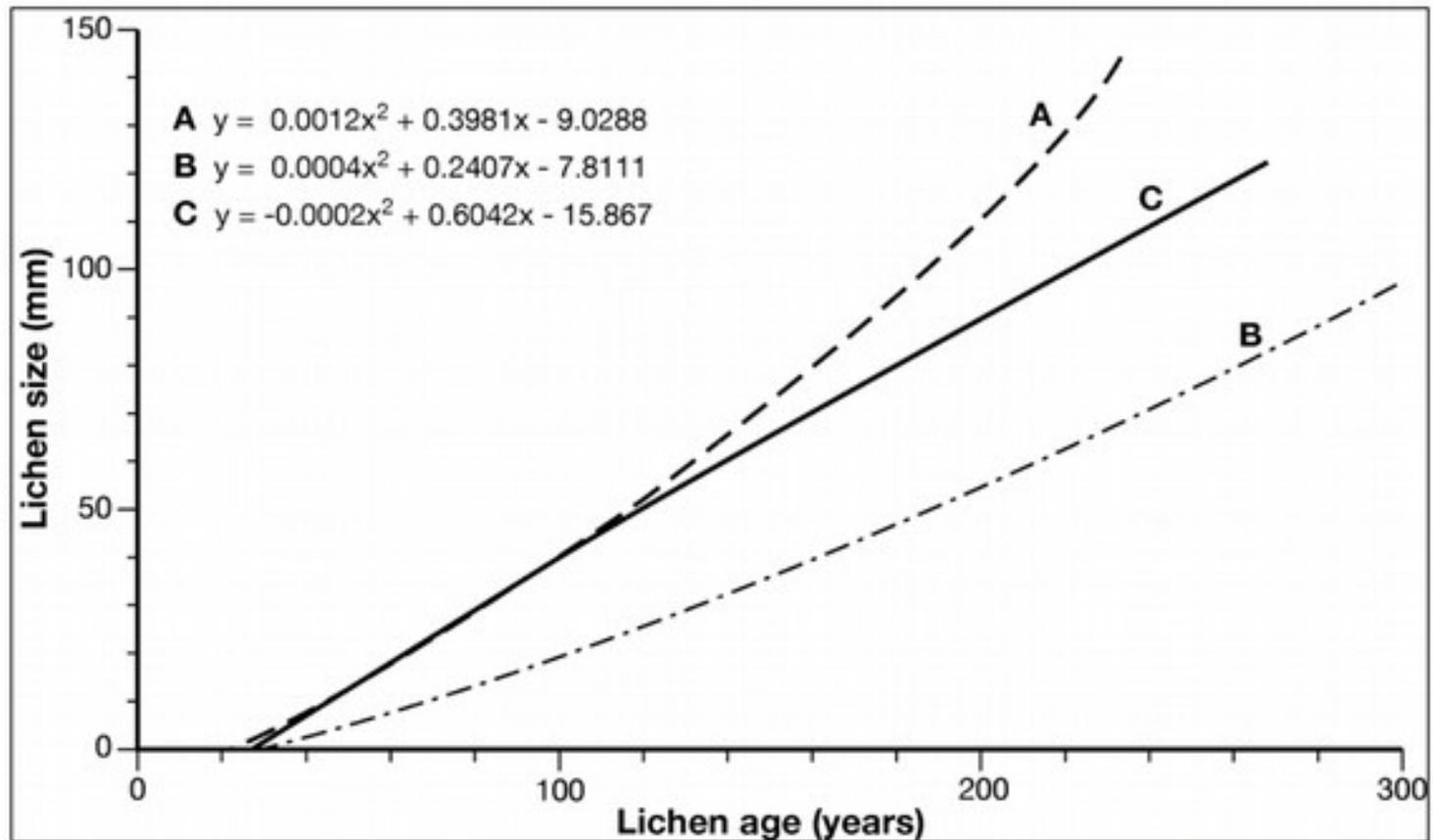


Figure 7. Growth curves constructed for direct measurements: (A) Storbreen AD1750 high altitude site; (B) Styggedalsbreen AD1750 site; and (C) Nigardsbreen AD1750 site (Trenbith & Matthews, 2010).

# DATACIÓN ABSOLUTA

- **Dendrocronología**
- Cronología de **varvas**
- **Radiogénicos:**
  - Método de **radiocarbono**, estándar y con espectrometría de aceleración de masas (AMS)
  - Series de **uranio** y otras técnicas de datación radiogénica
  - **Luminiscencia**
    - Termoluminiscencia (**TL**)
    - Luminiscencia ópticamente estimulada (**OSL**)
- **Cosmogénicos**
- **Racemización** de aminoácidos
- **Paleomagnetismo**

**TABLA 3.1** Métodos de datación absoluta (Burbank y Anderson, 2001).

Método	Intervalo útil	Materiales
<b>Radiogénico</b>		
$^{14}\text{C}$	35 Ka	Madera, conchas de carbonato
U/Th	10-350 Ka	(Corales y espeleotemas)
Termoluminiscencia (TL)	30-300 Ka	Limo cuarcífero
Luminiscencia ópticamente estimulada (OSL)	0-300 Ka	Limo cuarcífero
<b>Cosmogénico</b>		
In situ $^{10}\text{Be}$ , $^{26}\text{Al}$	3-4 Ma	Cuarzo
He, Ne	Ilimitado	Olivino, cuarzo
$^{36}\text{Cl}$	0-4 Ma	
<b>Químico</b>		
Tefrocronología	0- Varios Ma	Ceniza volcánica
Racemización de aminoácidos	0-300 Ka; el intervalo depende de la temperatura	Conchas de carbonato
<b>Paleomagnético</b>		
Identificación de inversiones	0-700 Ka	Sedimentos finos, coladas volcánicas
Variaciones seculares	0-700 Ka	Sedimentos finos
<b>Biológico</b>		
Dendrocronología	10 Ka, dependiendo de la existencia de una curva de crecimiento local	Madera

# DATACIÓN ABSOLUTA

- Dendrocronología
  - La fuente son los **anillos de crecimiento del tronco de los árboles**
  - Los anillos **crecen rápidamente en la estación húmeda, y en la seca tienden a crecer lentamente**, lo que produce bandas con un patrón alternante (bandas de distintos color, densidad, porosidad) reconocible.
  - Suele haber una **banda clara y otra oscura**, y este par abarca un ciclo anual
  - Sirve para calibrar otros métodos y para estudios paleoclimáticos





T H H AA Ø 15

T H H PS Ø 5 E

TUPO 2





0  
63  
57

1730

18

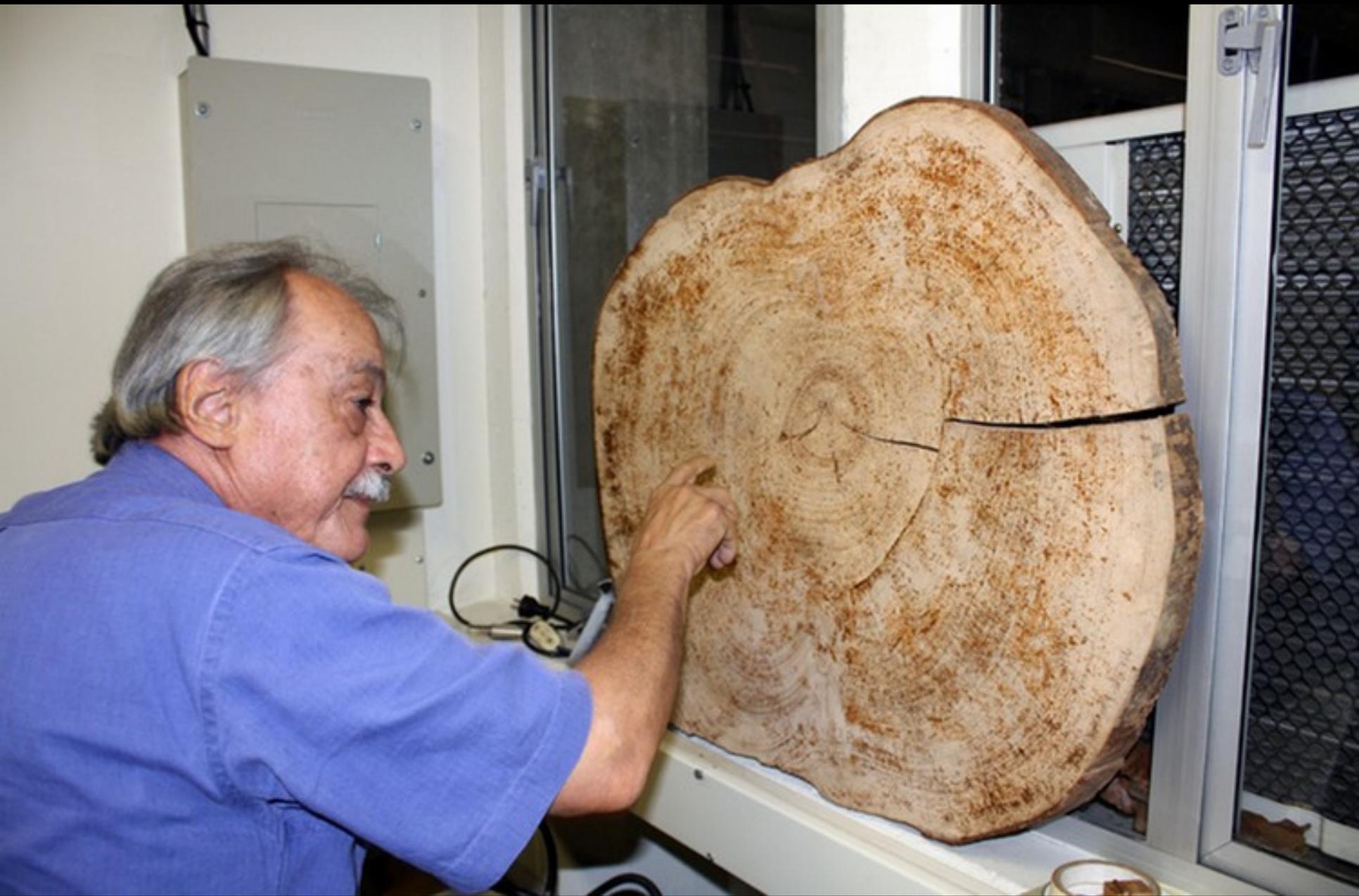
1715

1708

1705

1696

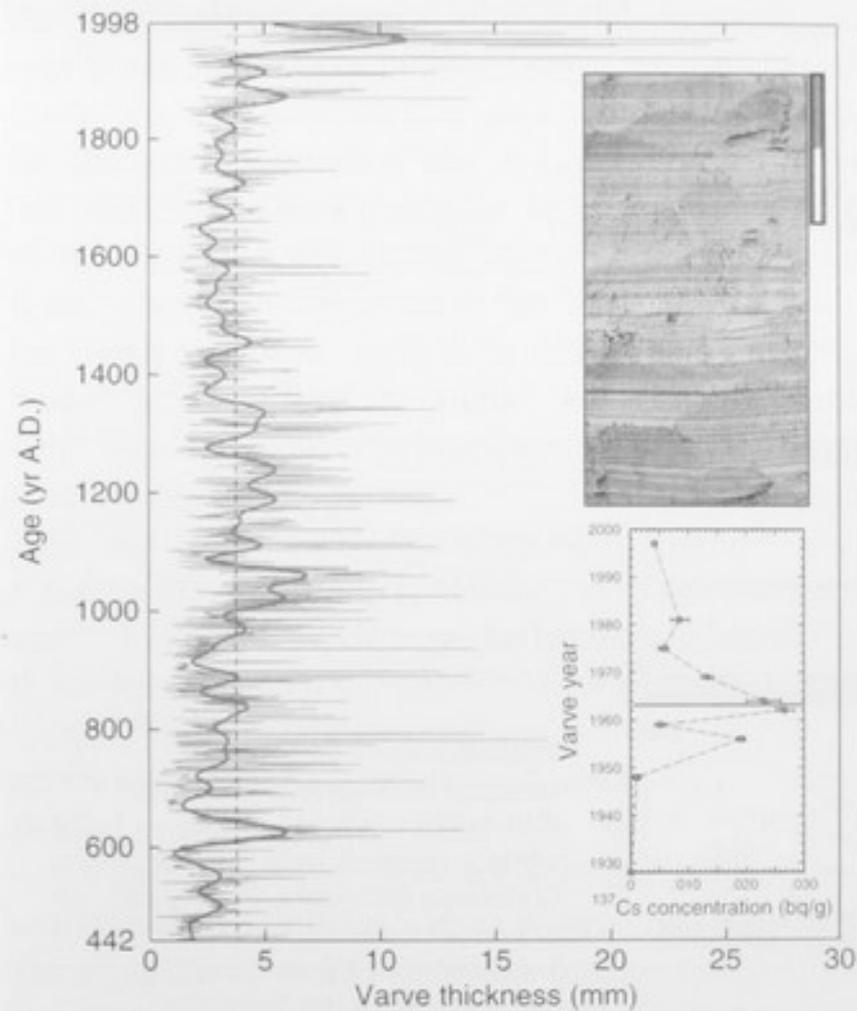




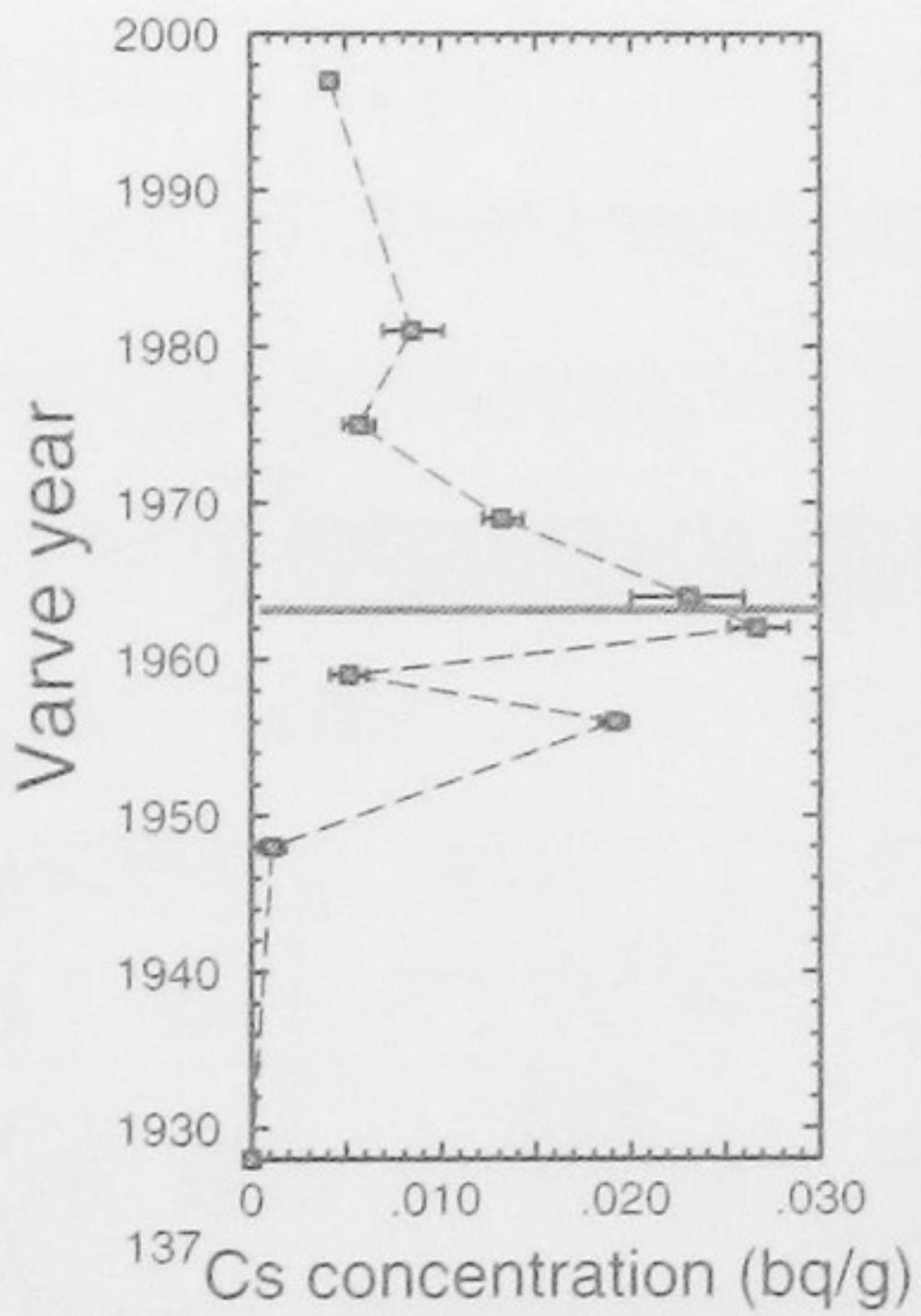
<b>COMPONENTES</b>	<b>Nº DE ANILLOS</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>LOCALIDAD</b>
<b>LDI 145</b>	78	1920-1997	Irun
<b>LDI 146</b>	56	1942-1997	Irun
<b>LDI 159</b>	54	1944-1997	Irun
<b>LDI 187</b>	60	1938-1997	Irun
<b>LDI 249</b>	47	1952-1998	Irun
<b>LDI 251</b>	74	1925-1998	Irun
<b>LDI 266</b>	59	1940-1998	Irun
<b>LDI 267</b>	67	1932-1998	Irun
<b>LDI 280</b>	124	1875-1998	Irun
<b>LDI 281</b>	138	1861-1998	Irun
<b>LDI 429</b>	63	1937-1999	Irun
<b>LDI 430</b>	66	1934-1999	Irun
<b>LDI 686</b>	61	1940-2000	Hernani
<b>LDI 702</b>	120	1881-2000	Hernani
<b>LDI 783</b>	81	1910-1990	Oñati
<b>LDI 784</b>	44	1957-2000	Oñati
<b>LDI 786</b>	86	1915-2000	Oñati
<b>LDI 809</b>	91	1910-2000	Oñati
<b>LDI 810</b>	144	1857-2000	Oñati
<b>LDI 813</b>	113	1887-1999	Oñati
<b>LDI 814</b>	116	1874-1989	Oñati
<b>LDI 829</b>	166	1835-2000	Oñati

# DATACIÓN ABSOLUTA

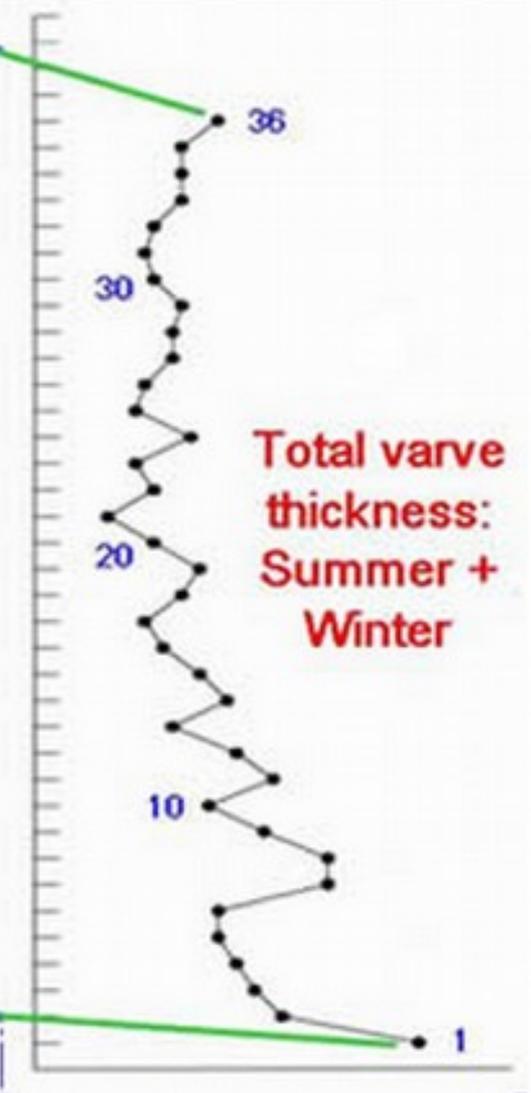
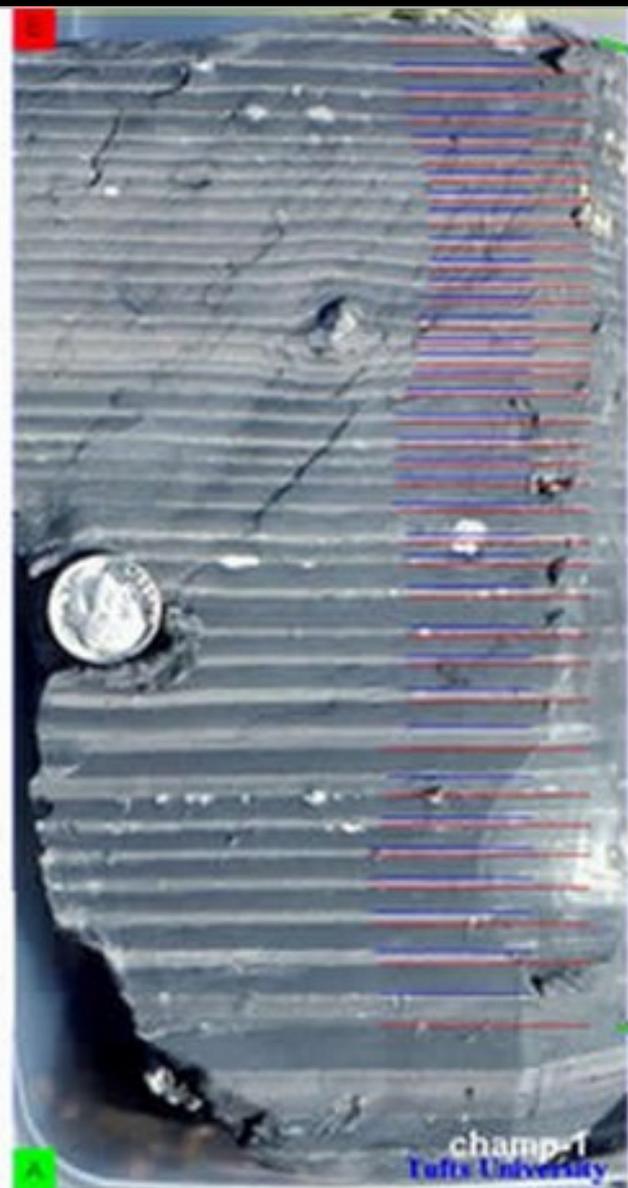
- Cronología de **varvas**
  - En **lagos** proglaciares son comunes series de una capa de arenas y la suprayacente capa de finos. **Este par suele indicar un ciclo anual**
  - En otros tipos de lagos, el patrón suele ser diferente, pero la técnica de cronología de varvas puede ser empleada si se descubre un ciclo temporal
  - Por lo tanto, la fuente es «sedimentos lacustres»



**Figure 6.1** Time series of varve thickness from sedimentary section in freshly drained Iceberg Lake, Alaska. Record extends more than 1500 years. Inset: photograph of varves with 1 cm scale bar. Lower inset: profile of  $^{137}\text{Cs}$ , which is expected to peak in the year of maximum atmospheric atomic bomb testing (1963; horizontal band). That the peak corresponds to the year that layer counting suggests is 1963 strongly supports the interpretation of the layers as being annual layers, i.e., varves (after Loso *et al.*, 2004, Figures 3, 5, and 7).







# DATACIÓN ABSOLUTA

- Método de radiocarbono, estándar y con espectrometría de aceleración de masas (AMS)
  - Es el más usado, por su precisión y la disponibilidad de material fuente (carbones, conchas)
  - Se basa en el principio de que el  $^{14}\text{C}$  se crea constantemente por la interacción de los rayos cósmicos con el nitrógeno atmosférico
  - Conocida la tasa de desintegración del  $^{14}\text{C}$ , y conocida su cantidad en la atmósfera en el pasado, se puede calcular la edad de una muestra con bastante precisión

# TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

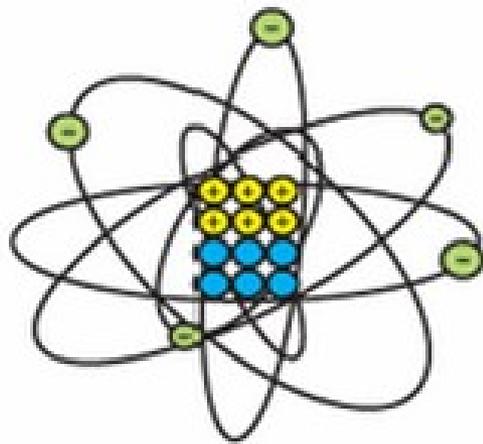
1 1.00797 2.1 <b>H</b> HIDROGENO 1,-1 0.082 0.0709																	2 4.0026 <b>He</b> HELIO 0.0002 0.120			
3 6.941 1.0 <b>Li</b> LITIO 1 180.5 1330 0.535	4 9.0122 1.5 <b>Be</b> BERILIO 2 1277 2770 1.85																	10 20.180 <b>Ne</b> NEON 0.002 1.204		
11 22.990 0.9 <b>Na</b> SODIO 1 97.8 882.9 0.971	12 24.312 1.2 <b>Mg</b> MAGNESIO 2 680 1157 1.74																	18 39.948 <b>Ar</b> ARGON 1.40		
19 39.102 0.8 <b>K</b> POTASIO 1 63.7 780 0.862	20 40.078 1.5 <b>Ca</b> CALCIO 2 856 1440 1.55	21 44.956 1.3 <b>Sc</b> ESCANDIO 3 1538 2730 2.96	22 47.88 1.5 <b>Ti</b> TITANIO 3 1668 3260 4.51	23 50.942 1.6 <b>V</b> VANADIO 3 1900 3400 6.07	24 51.996 1.6 <b>Cr</b> CROMO 3 1875 2665 7.19	25 54.938 1.5 <b>Mn</b> MANGANESO 2,3,4,6,7 1246 2130 7.43	26 55.847 1.8 <b>Fe</b> HIERRO 2,3 1538 2740 7.87	27 58.933 1.8 <b>Co</b> COBALTO 2,3 1495 2700 8.9	28 58.933 1.8 <b>Ni</b> NIQUEL 2,3 1455 2730 8.9	29 63.546 1.9 <b>Cu</b> COBRE 1,2 1083 2595 8.96	30 65.37 1.6 <b>Zn</b> ZINC 2 419.5 906 7.14	31 69.723 1.8 <b>Ga</b> GALIO 3 238 2227 5.91	32 72.59 1.8 <b>Ge</b> GERMANIO 4 937.4 2830 5.38	33 74.922 2.0 <b>As</b> ARSENICO 3,5 613 917 5.72	34 78.96 2.4 <b>Se</b> SELENIO 2,4,6 217 985 4.79	35 79.904 2.8 <b>Br</b> BROMO 1,3,5 7.2 98.8 3.12	36 83.80 <b>Kr</b> KRIPTON 1.40			
37 85.47 0.8 <b>Rb</b> RUBIDIO 1 38.9 686 1.532	38 87.62 1.0 <b>Sr</b> ESTRONCIO 2 768 1380 2.6	39 88.905 1.3 <b>Y</b> ITRIO 3 1029 2927 4.48	40 91.224 1.4 <b>Zr</b> ZIRCONIO 2,3,4 1832 3500 6.49	41 92.906 1.6 <b>Nb</b> NIOBIO 3,5 2440 3300 8.57	42 92.906 1.6 <b>Mo</b> MOLIBDENO 2,3,4,5,6 2610 3550 10.22	43 92.906 1.6 <b>Tc</b> TECNICIO 2,4,7 2140 3700 11.8	44 92.906 1.6 <b>Ru</b> RUTENIO 2,3,4,5,6 2610 3700 11.8	45 102.905 2.2 <b>Rh</b> RODO 1,2,3,4 1868 3600 12.42	46 106.4 2.2 <b>Pd</b> PALADIO 2,4 1962 3980 12.02	47 107.87 1.9 <b>Ag</b> PLATA 1,2 960.8 2160 10.5	48 112.4 1.7 <b>Cd</b> CADAMIO 3 302.9 785 8.64	49 114.82 1.7 <b>In</b> INDIO 3 196.2 2070 7.31	50 118.69 1.8 <b>Sn</b> ESTANIO 2,4 231.9 2270 7.31	51 121.75 1.8 <b>Sb</b> ANTIMONIO 3,5 635.5 1380 6.62	52 127.60 2.1 <b>Te</b> TELURO 2,4,6 480 1290 6.24	53 126.904 2.8 <b>I</b> YODO 1,3,5,7 113.5 184.3 4.94	54 131.30 <b>Xe</b> XENON 1.40			
55 132.905 0.7 <b>Cs</b> CESIO 1 89.7 690 1.90	56 137.34 0.9 <b>Ba</b> BARIO 2 714 1640 3.61	57 138.91 1.1 <b>La</b> LANTANO 3 920 3470 6.17	72 178.49 1.3 <b>Hf</b> HAFNIO 4 2220 3400 13.1	73 180.948 1.5 <b>Ta</b> TANTALIO 5 2966 5400 16.6	74 183.85 1.7 <b>W</b> WOLFRAMIO 2,3,4,5,6 3396 5900 19.26	75 186.2 1.9 <b>Re</b> RENIUM 2,4,6,7-1 3170 5900 21	76 190.2 2.2 <b>Os</b> OSMIO 4,6,8 3000 5900 22.7	77 192.2 2.2 <b>Ir</b> IRIDIO 2,3,4,6 2454 6000 22.64	78 195.08 2.2 <b>Pt</b> PLATINO 2,4 1929 6000 21.45	79 196.967 2.4 <b>Au</b> ORO 1,3 1063 2970 19.3	80 200.59 1.9 <b>Hg</b> MERCURIO 2,4 384 357 13.58	81 204.37 1.8 <b>Tl</b> TALIO 3 303 1457 11.85	82 207.19 1.8 <b>Pb</b> PLOMO 2,4 327.4 1725 11.34	83 208.98 1.8 <b>Bi</b> BISMUTO 3,5 271.3 1560 9.80	84 210 2.0 <b>Po</b> POLONIO 2,4 254 9.2	85 210 2.2 <b>At</b> ASTATO 1,5 302	86 222 <b>Rn</b> RADON 1.40			
87 223 0.7 <b>Fr</b> FRANCIO 1 27	88 226 0.8 <b>Ra</b> RADIO 2 700	89 227 1.1 <b>Ac</b> ACTINIO 3 1080	104 261 4 <b>Ku</b> KURJATOVIO 4	105 262 0 <b>Ha</b> HANIO 0																

58 140.12 1.1 <b>Ce</b> CERIO 3,4 796 3448 6.77	59 140.907 1.1 <b>Pr</b> PRASEOCIMIO 3,4 936 3027 6.78	60 144.24 1.2 <b>Nd</b> NEODIMIO 3 1024 3027 7.00	61 147 <b>Pm</b> PROMETIO 3 1027	62 150.35 1.2 <b>Sm</b> SAMARIO 2,3 1002 3900 7.54	63 151.96 <b>Eu</b> EUROPIO 2,3 1026 3439 5.26	64 157.25 1.1 <b>Gd</b> GADOLINIO 3 1312 2000 7.89	65 158.904 1.2 <b>Tb</b> TERBIO 3,4 1356 2800 6.27	66 162.50 <b>Dy</b> DISPROSIO 3 1407 2800 8.54	67 164.93 1.2 <b>Ho</b> HOLMIO 3 1461 2800 8.8	68 167.26 1.2 <b>Er</b> ERBIO 3 1487 2905 9.05	69 168.934 1.2 <b>Tm</b> TULIO 2,3 1546 1227 9.33	70 173.04 1.1 <b>Yb</b> YTERBIO 2,3 1624 1427 6.88	71 174.97 1.2 <b>Lu</b> LUTENCIO 3 1687 3207 9.84
90 232.037 1.3 <b>Th</b> TORIO 4 1700 3650 11.7	91 231 1.5 <b>Pa</b> PROTACTINIO 4,5 1200 15.4	92 238.03 1.3 <b>U</b> URANIO 3,4,5,6 1132 3818 19.05	93 237 1.3 <b>Np</b> NEPTUNIO 3,4,5,6 627 19.5	94 244 1.3 <b>Pu</b> PLUTONIO 3,4,5,6 640 3226 19.5	95 243 1.3 <b>Am</b> AMERICIO 3,4,5,6 640 11.7	96 247 <b>Cm</b> CURIO 3	97 247 <b>Bk</b> BERKELIO 3,4	98 249 <b>Cf</b> CALIFORNIO 3	99 254 <b>Es</b> EINSTEINIO	100 253 <b>Fm</b> FERMIO	101 254 <b>Md</b> MEDELEVIO	102 256 <b>No</b> NOBELIO	103 257 <b>Lr</b> LAWRENCIO

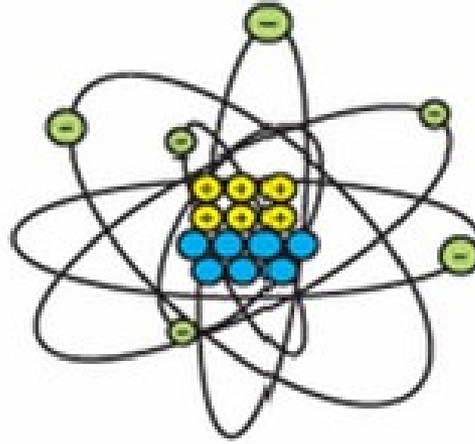
LANTANIDOS

ACTINIDOS

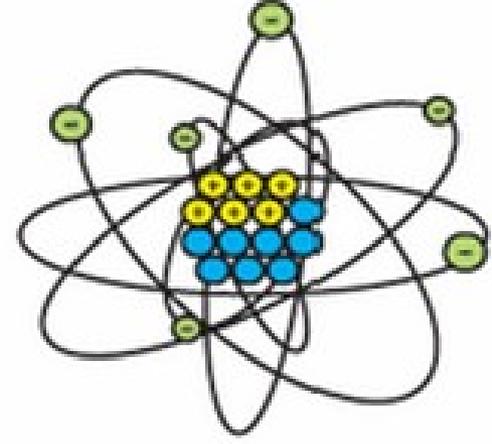
## stable & unstable atoms (figure 1)



C-12 Stable



C-13 Stable



C-14 Unstable

Radiometric dating is based on a simple fact about atoms. If an atom has too many neutrons in its nucleus (blue circle below), it is unstable and will change into a stable form. To date a sample, scientists calculate how much time would be required for the unstable atoms in the sample to change into a stable form.

For example, most carbon atoms are stable because they have only six or seven neutrons in their nuclei (carbon-12 and carbon-13, above). But some carbon atoms have too many neutrons and are unstable (carbon-14).



$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

donde:

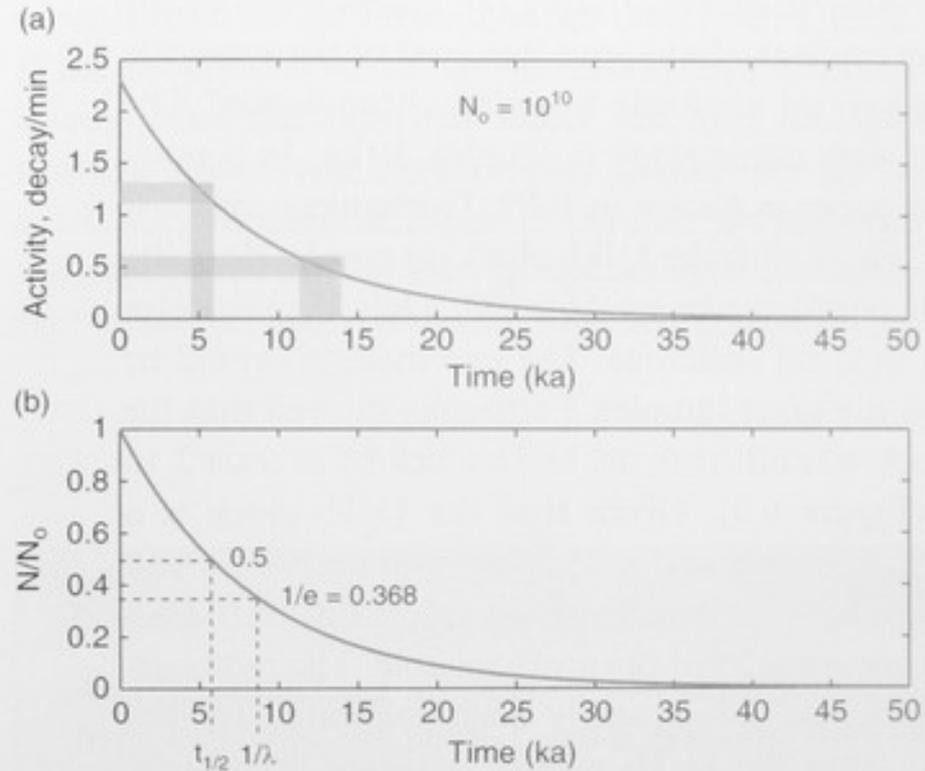
$N_0$  = número de átomos de  $^{14}\text{C}$  en el momento  $t = 0$ , o sea el momento inicial en el que se empieza a contar el número de desintegraciones,

$N$  = número de átomos restante después de que haya transcurrido un tiempo  $t$ ,

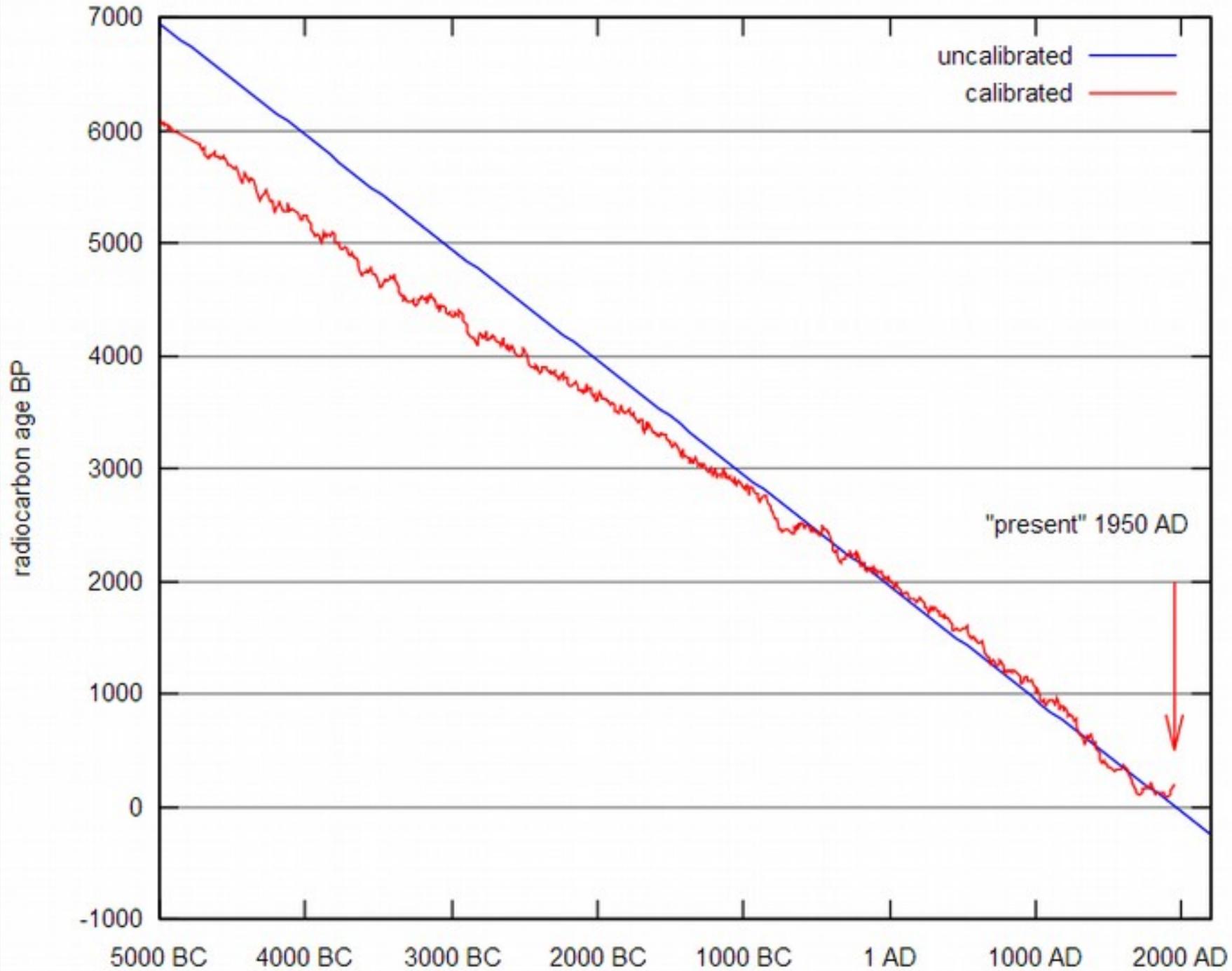
$\lambda$  = constante de desintegración radiactiva, la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo.

$$t = -\frac{1}{\lambda} * \ln \frac{N}{N_0}$$

$$t_{1/2} = -\frac{1}{\lambda} \ln \left[ \frac{1}{2} \right]$$



**Figure 6.8** (a) Rate of decay of  $^{14}\text{C}$  concentration in a sample (measured by its "activity"), and (b) concentration of  $^{14}\text{C}$  relative to its initial concentration,  $N_0$ . Note that the half-life corresponds to  $N/N_0 = 0.5$ , while the mean life ( $1/\lambda$ ) corresponds to  $N/N_0 = 1/e = 0.368$ . By 30–40 ka, the concentration and hence the activity of the  $^{14}\text{C}$  system is so low that the signal becomes difficult to measure relative to the noise (gray bar). Gray horizontal bars representing measurement uncertainty correspond to increasing uncertainty in sample age as the age increases.





CLOSED  
FERMÉ  
CERRADO

Ziploc®  
EASY ZIPPER

CL2 CHAROS LARGOS 12/10/2008  
CASA RAMILLA

Johnson  
A FAMILY COMPANY  
UNE ENTREPRISE FAMILIALE

1000 3000 20 30 40 50 60  
1000 3000 20 30 40 50 60

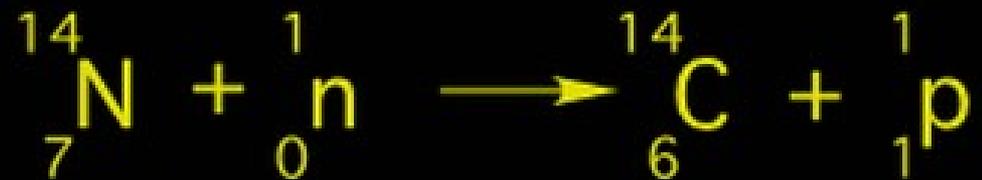
Cosmic Rays enter the Atmosphere causing molecules to fly apart.



The resulting Neutrons, collide into N 14 Atoms.



N 14 Atoms convert into C 14 Atoms



# DATACIÓN ABSOLUTA

- Series de uranio y otras técnicas de datación radiogénica
  - Series de uranio:
    - Se basa en la desintegración de los radioisótopos de uranio
    - Una de las más conocidas en geomorfología es la serie del U/Th, que permite dataciones entre  $10^4$  y  $10^6$ . Se aplica a corales y espeleotemas
    - Otros radioisótopos conocidos, aunque de mayor rango temporal, son las series de  $^{238}\text{U}$  y  $^{235}\text{U}$ , que conducen a un isótopo de plomo, y el material fuente es generalmente volcánico
  - Otras series
    - $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Rb}/^{40}\text{Sr}$  que permiten amplios rangos temporales, y el material fuente es generalmente volcánico

# TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

1 1.00797 2.1 <b>H</b> HIDROGENO 1,-1 0.082 0.709																	2 4.0026 <b>He</b> HELIO 0.0007 0.120	
3 6.941 1.0 <b>Li</b> LITIO 1 180.5 1330	4 9.0122 1.5 <b>Be</b> BERILIO 2 1277 2770																	10 20.180 <b>Ne</b> NEON 20.179 1.204
11 22.990 0.9 <b>Na</b> SODIO 1 97.8 882.9	12 24.312 1.2 <b>Mg</b> MAGNESIO 2 680 1157																	18 39.948 <b>Ar</b> ARGON 39.944 1.40
19 39.102 0.8 <b>K</b> POTASIO 1 63.7 780	20 40.078 1.5 <b>Ca</b> CALCIO 2 856 1440	21 44.956 1.3 <b>Sc</b> ESCANDIO 3 1538 2730	22 47.88 1.5 <b>Ti</b> TITANIO 3 1668 3260	23 50.942 1.6 <b>V</b> VANADIO 3 1900 3400	24 51.996 1.6 <b>Cr</b> CROMO 3 1875 2665	25 54.938 1.5 <b>Mn</b> MANGANESO 2,3,4,6,7 1246 2130	26 55.847 1.8 <b>Fe</b> HIERRO 2,3 1538 2740	27 58.933 1.8 <b>Co</b> COBALTO 2,3 1495 2700	28 58.933 1.8 <b>Ni</b> NIQUEL 2,3 1455 2730	29 63.546 1.9 <b>Cu</b> COBRE 1,2 1083 2595	30 65.37 1.6 <b>Zn</b> ZINC 2 419.5 906	31 69.723 1.8 <b>Ga</b> GALIO 3 238 2227	32 72.59 1.8 <b>Ge</b> GERMANIO 4 507.4 2830	33 74.922 2.0 <b>As</b> ARSENICO 3,5 613 917	34 78.96 2.4 <b>Se</b> SELENIO 2,4,6 217 985	35 79.904 2.8 <b>Br</b> BROMO 1,3,5 7.2 188.8	36 83.80 <b>Kr</b> KRIPTON 187.3 152	
37 85.47 0.8 <b>Rb</b> RUBIDIO 1 38.9 686	38 87.62 1.0 <b>Sr</b> ESTRONCIO 2 768 1380	39 88.905 1.3 <b>Y</b> ITRIO 3 1109 2927	40 91.224 1.4 <b>Zr</b> ZIRCONIO 2,3,4 1832 3500	41 92.906 1.6 <b>Nb</b> NIOBIO 3,5 2420 3300	42 92.906 1.6 <b>Mo</b> MOLIBDENO 2,3,4,5,6 2620 3550	43 92.906 1.6 <b>Tc</b> TECNICIO 2,4,7 2140 3700	44 92.906 1.6 <b>Ru</b> RUTENIO 2,3,4,5,6 2500 3700	45 102.905 2.2 <b>Rh</b> RODIO 1,2,3,4 1868 3600	46 106.4 2.2 <b>Pd</b> PALADIO 2,4 1485 3980	47 107.87 1.9 <b>Ag</b> PLATA 1,2 960.8 2160	48 112.4 1.7 <b>Cd</b> CADAMIO 2 320.9 785	49 114.82 1.7 <b>In</b> INDIO 3 156.2 2070	50 118.69 1.8 <b>Sn</b> ESTANIO 2,4 231.9 2270	51 121.75 1.8 <b>Sb</b> ANTIMONIO 3,5 635.5 1380	52 127.60 2.1 <b>Te</b> TELURO 2,4,6 480 1290	53 126.904 2.8 <b>I</b> YODO 1,3,5 113.5 184.3	54 131.30 <b>Xe</b> XENON 131.3 108.0	
55 132.905 0.7 <b>Cs</b> CESIO 1 89.7 690	56 137.34 0.9 <b>Ba</b> BARIO 2 714 1640	57 138.91 1.1 <b>La</b> LANTANO 3 802 3470	72 178.49 1.3 <b>Hf</b> HAFNIO 4 2220 3400	73 180.948 1.5 <b>Ta</b> TANTALIO 5 2966 5400	74 183.85 1.7 <b>W</b> WOLFRAMIO 2,3,4,5,6 3396 5900	75 186.2 1.9 <b>Re</b> RENIUM 2,4,6,7-1 3170 6000	76 190.2 2.2 <b>Os</b> OSMIO 4,6,8 2700 6000	77 192.2 2.2 <b>Ir</b> IRIDIO 2,3,4,6 2484 6000	78 195.08 2.2 <b>Pt</b> PLATINO 2,4 1930 6000	79 196.967 2.4 <b>Au</b> ORO 1,3 1063 2970	80 200.59 1.9 <b>Hg</b> MERCURIO 2 384 357	81 204.37 1.8 <b>Tl</b> TALIO 3 303 1457	82 207.19 1.8 <b>Pb</b> PLOMO 2,4 327.4 1725	83 208.98 1.8 <b>Bi</b> BISMUTO 3,5 271.3 1560	84 210 2.0 <b>Po</b> POLONIO 2,4 254 9.2	85 210 2.2 <b>At</b> ASTATO 1,5 302 9.2	86 222 <b>Rn</b> RADON 222 41.8	
87 223 0.7 <b>Fr</b> FRANCIO 1 27	88 226 0.8 <b>Ra</b> RADIO 2 700	89 227 1.1 <b>Ac</b> ACTINIO 3 1080	104 261 4 <b>Ku</b> KURJATOVIO 4	105 262 0 <b>Ha</b> HANIO 0														

58 140.12 1.1 <b>Ce</b> CERIO 3,4 796 3448	59 140.907 1.1 <b>Pr</b> PRASEOCIMIO 3,4 936 3127	60 144.24 1.2 <b>Nd</b> NEODIMIO 3 1024 3027	61 147 1.2 <b>Pm</b> PROMETIO 3 1027	62 150.35 1.2 <b>Sm</b> SAMARIO 2,3 1072 3900	63 151.96 1.1 <b>Eu</b> EUROPIO 2,3 152 1439	64 157.25 1.1 <b>Gd</b> GADOLINIO 3 1372 2000	65 158.924 1.2 <b>Tb</b> TERBIO 3,4 1356 2800	66 162.50 <b>Dy</b> DISPROSIO 3 1407	67 164.93 1.2 <b>Ho</b> HOLMIO 3 1481 2800	68 167.26 1.2 <b>Er</b> ERBIO 3 1487 2905	69 168.934 1.2 <b>Tm</b> TULIO 2,3 1546 1227	70 173.04 1.1 <b>Yb</b> YTERBIO 2,3 162 1427	71 174.97 1.2 <b>Lu</b> LUTENCIO 3 162 3227
90 232.037 1.3 <b>Th</b> TORIO 4 1700 9000	91 231 1.5 <b>Pa</b> PROTACTINIO 4,5 1200 15.4	92 238.03 1.3 <b>U</b> URANIO 3,4,5,6 1132 3818	93 237 1.3 <b>Np</b> NEPTUNIO 3,4,5,6 627 19.05	94 244 1.3 <b>Pu</b> PLUTONIO 3,4,5,6 640 3225	95 243 1.3 <b>Am</b> AMERICIO 3,4,5,6 640 11.7	96 247 1.3 <b>Cm</b> CURIO 3 640	97 247 1.3 <b>Bk</b> BERKELIO 3,4 640	98 247 1.3 <b>Cf</b> CALIFORNIO 3 640	99 251 1.3 <b>Es</b> EINSTEINIO 3 640	100 252 1.3 <b>Fm</b> FERMIO 3 640	101 254 1.3 <b>Md</b> MEDELEVIO 3 640	102 256 1.3 <b>No</b> NOBELIO 3 640	103 257 1.3 <b>Lr</b> LAWRENCIO 3 640

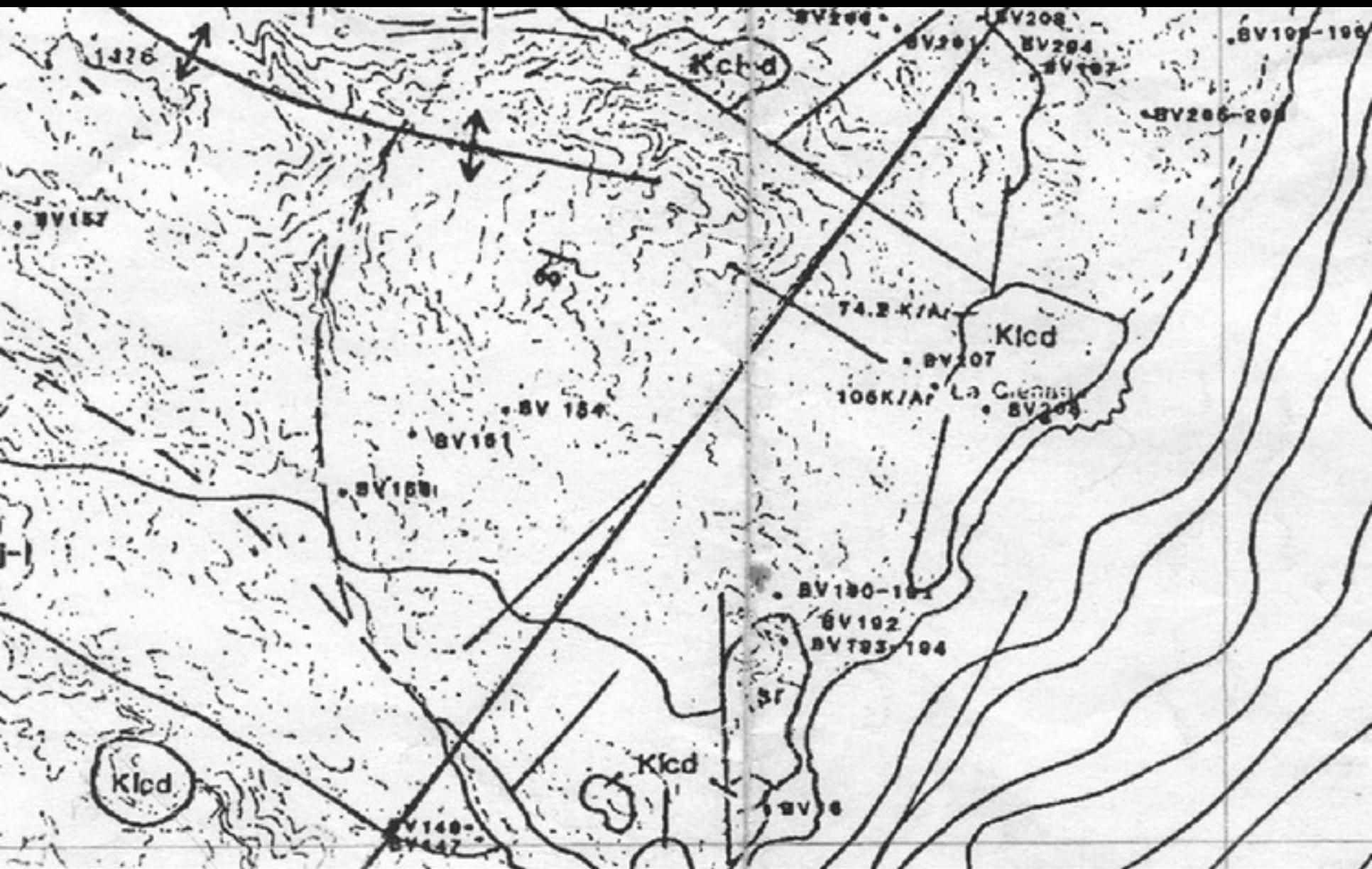
LANTANIDOS

ACTINIDOS

NUMERO ATOMICO: 1  
 SIMBOLO DEL ELEMENTO: H  
 NOMBRE DEL ELEMENTO: HIDROGENO  
 PUNTO DE FUSION: -259.2  
 PUNTO DE EBULLICION: -252.7  
 PESO ATOMICO: 1.00797  
 ELECTRONEGATIVIDAD: 2.1  
 NUMERO DE OXIDACION: 1,-1  
 DENSIDAD DE SOLIDOS, LIQUIDOS, g/ml, 20°C: 0.0709  
 GASES, g/l, 0°C, 1 Atm: 0.0709

Parent	Half-life (10 <sup>9</sup> yrs)	Daughter	Materials Dated
<sup>235</sup> U	0.704	<sup>207</sup> Pb	Zircon, uraninite, pitchblende
<sup>40</sup> K	1.251	<sup>40</sup> Ar	Muscovite, biotite, hornblende, volcanic rock, glauconite, K-feldspar
<sup>238</sup> U	4.468	<sup>206</sup> Pb	Zircon, uraninite, pitchblende
<sup>87</sup> Rb	48.8	<sup>87</sup> Sr	K-micas, K-feldspars, biotite, metamorphic rock, glauconite

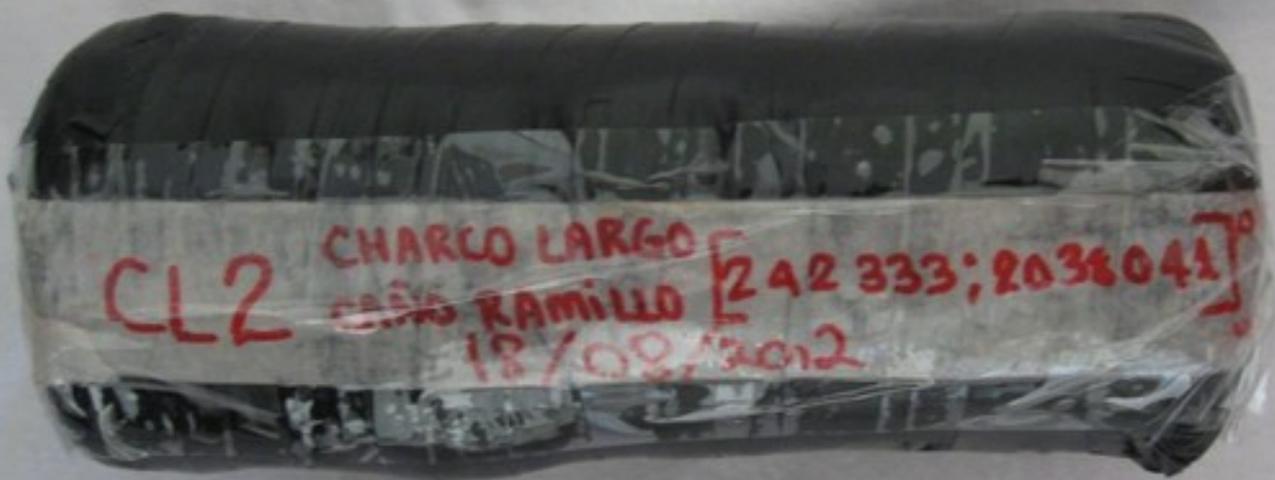
<b>Parent</b>	<b>Daughter</b>	<b>Half-life</b>
Uranium-235	Lead-207	0.704 billion years
Uranium-238	Lead-206	4.47
Potassium-40	Argon-40	1.25
Rubidium-87	Strontium-87	48.8
Samarium- 147	Neodymium 143	106
Thorium-232	Lead-208	14.0
Rhenium- 187	Osmium- 187	43.0
Lutetium- 176	Hafnium- 176	35.9



# DATACIÓN ABSOLUTA

- Luminiscencia
  - Termoluminiscencia
  - Luminiscencia ópticamente estimulada





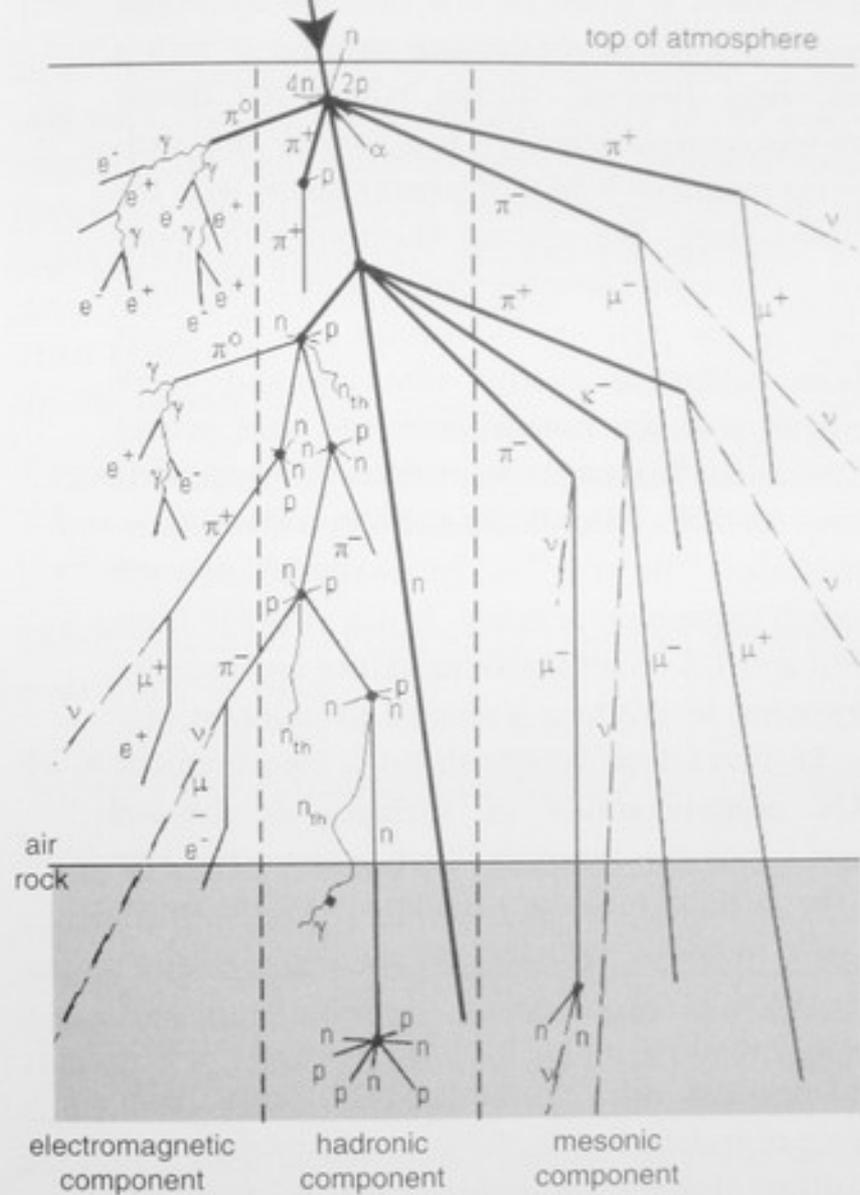
CL2 CHARCO LARGO [242 333; 2036041]  
CASO RAMILLO  
18/08/2012



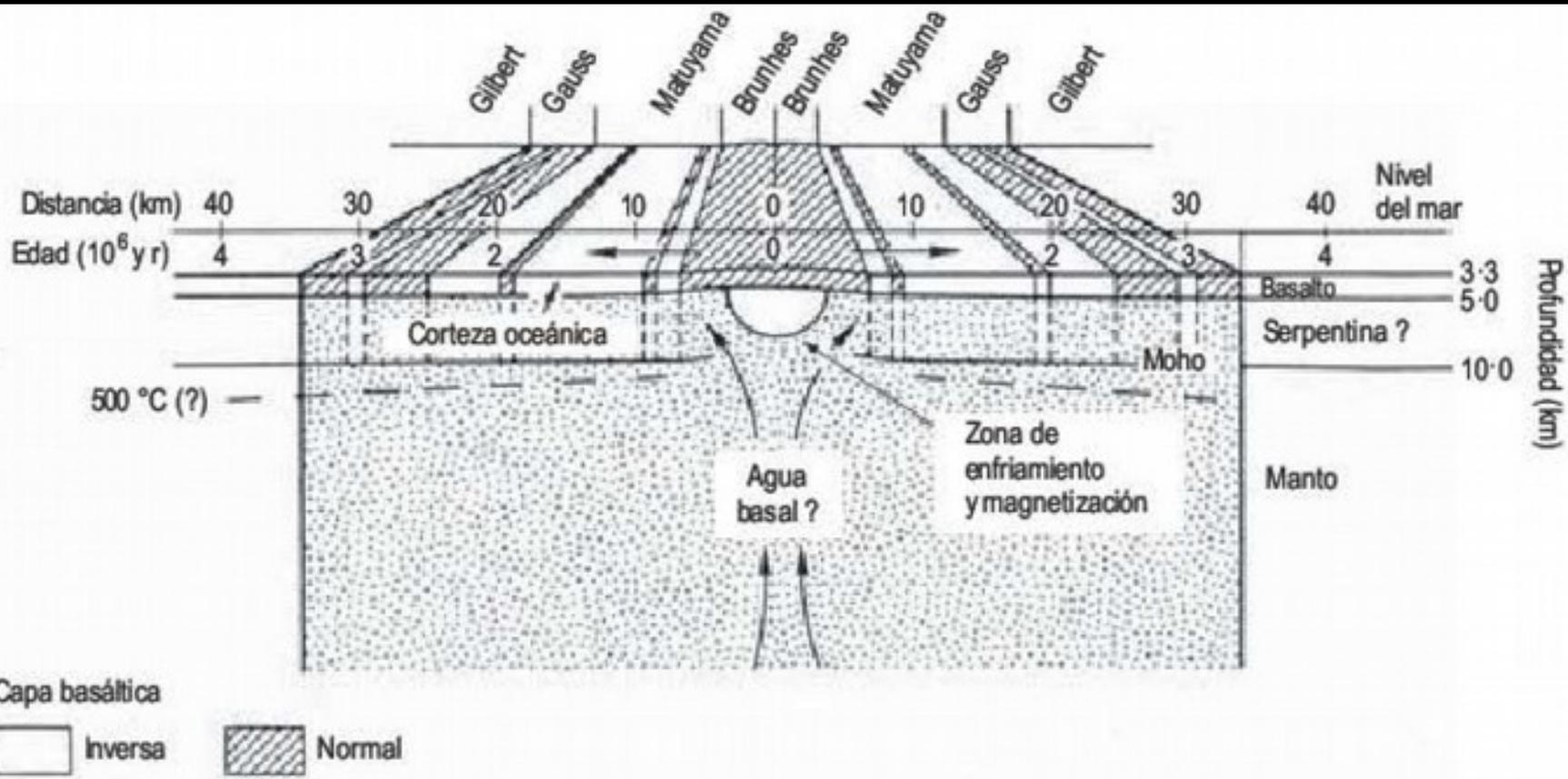
# DATACIÓN ABSOLUTA

- Cosmogénicos

- Data el tiempo que tienen los afloramientos expuestos a la radiación cósmica
- La fuente son generalmente depósitos aluviales, suelos u otros tipos de rocas expuestas
- Se mide el contenido de cualquiera de estos isótopos:  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ , He, Ne
- Estos surgen de la interacción de neutrones con la superficie; los neutrones son resultantes de la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera
- Lo que se data es el tiempo de exposición



**Figure 6.12** Cascade of particle interactions generated by the entrance of a high-energy particle at the top of the atmosphere. Cosmogenic nuclides produced both in the atmosphere and in the top few meters of rock most commonly result from at least secondary particles.

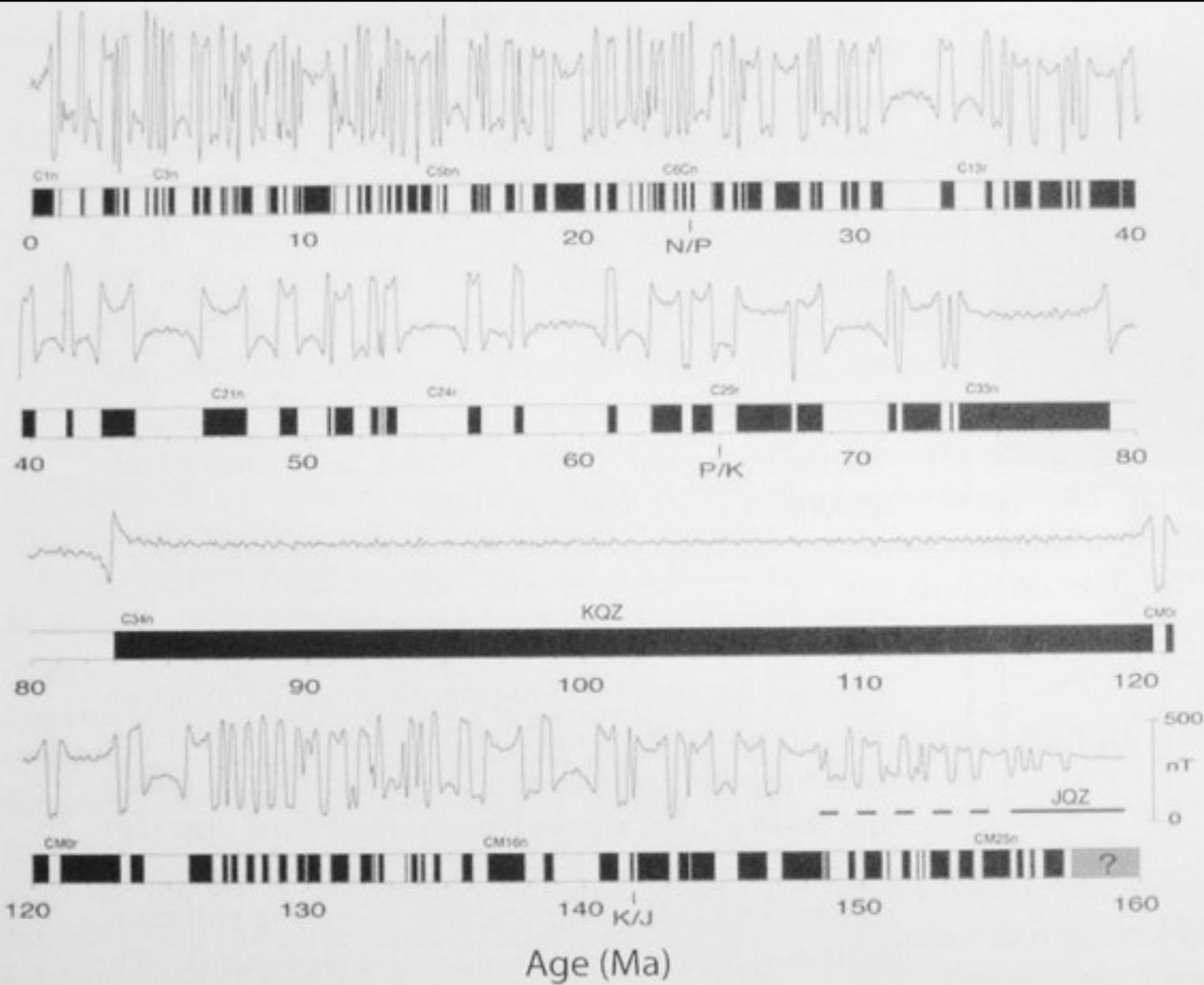


# DATACIÓN ABSOLUTA

- Racemización de aminoácidos

# DATACIÓN ABSOLUTA

- Paleomagnetismo



**Figure 6.2** Paleomagnetic timescale through mid-Mesozoic. Dark bands = normal polarity, white = reversed. Note the long Cretaceous quiet zone (KQZ) from 121–83 Ma (after Gee *et al.*, 2000). Supplementary Figure 1, with permission from the American Geophysical Union).