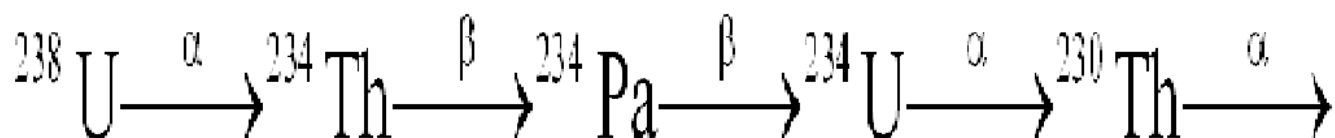




## Datazione Uranio-Torio

I metodi di datazione basati sul disequilibrio della famiglia dell'uranio sono stati sviluppati nell'ultimo trentennio. Nelle rocce vecchie di qualche milione di anni tutti i discendenti dell'uranio, presente sin dal momento della formazione della Terra, sono ora all'equilibrio con il capostipite (equilibrio secolare), a patto che non ci siano state alterazioni del sistema. In tali rocce il solo cronometro possibile è la misura dell'accumulazione di un discendente stabile, il  $^{206}\text{Pb}$  per la famiglia dell' $^{238}\text{U}$  e il  $^{207}\text{Pb}$  per la famiglia dell' $^{235}\text{U}$ . Questi metodi possono essere applicati soltanto a rocce molto antiche a causa dei tempi di dimezzamento molto lunghi dei radionuclidi presenti. Per questo motivo si è recentemente cercato di sviluppare dei metodi basati sui radionuclidi a vita più corta per poterli applicare a domini quali l'archeologia, lo studio del Quaternario e la geomorfologia, per esempio. Tuttavia poche tecniche radiometriche sono disponibili per periodi superiori al limite del  $^{14}\text{C}$ , che è di circa 40 mila anni. Fra queste una fra le più comuni è la tecnica  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ , comunemente detta dell'Uranio-Torio.

Il metodo  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  utilizza isotopi della catena dell' $^{238}\text{U}$  secondo lo schema:



dove i tempi di dimezzamento sono di 4.49 10<sup>9</sup> anni per l' $^{238}\text{U}$ , 24.1 giorni per il  $^{234}\text{Th}$ , 1.18 minuti per il  $^{234}\text{Pa}$ , 2.48 10<sup>5</sup> anni per l' $^{234}\text{U}$  e 7.52 10<sup>4</sup> anni per il  $^{230}\text{Th}$ . E' possibile quindi considerare il  $^{234}\text{Th}$  e il  $^{234}\text{Pa}$  sempre all'equilibrio con l' $^{238}\text{U}$ , da cui si assume lo schema semplificato:



Generalmente la solubilità dell'uranio e l'insolubilità del torio nelle acque naturali creano una rottura dell'equilibrio della famiglia dell' $^{238}\text{U}$  al livello dell' $^{234}\text{U}$  e del  $^{230}\text{Th}$ . Per alcuni tipi di campioni, per esempio i coralli, che ricavano tutti gli elementi di cui sono composti dall'acqua di mare, si può fondatamente ipotizzare che al tempo  $t=0$ , cioè al momento della loro formazione, il torio sia assente, mentre l'uranio è presente con tutti i suoi isotopi. Con la condizione che  $^{230}\text{Th}=0$  a  $t=0$ , e sfruttando l'equazione fondamentale del decadimento radioattivo, si può giungere ad un'equazione d'evoluzione del rapporto di attività  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  in funzione del rapporto di attività  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  e del tempo. In questo modo inoltre non è necessario conoscere il rapporto iniziale  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ , che varia secondo il campione, tranne nel caso di campioni che incorporano l'uranio a partire dall'acqua marina e senza frazionamento isotopico. Infatti è stato mostrato che in mare il rapporto di attività  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  è costante e uguale a  $1.14 \pm 0.03$ . La misura della quantità di torio formatasi e di uranio rimasto permette quindi di ricavare l'età del campione, secondo l'equazione:

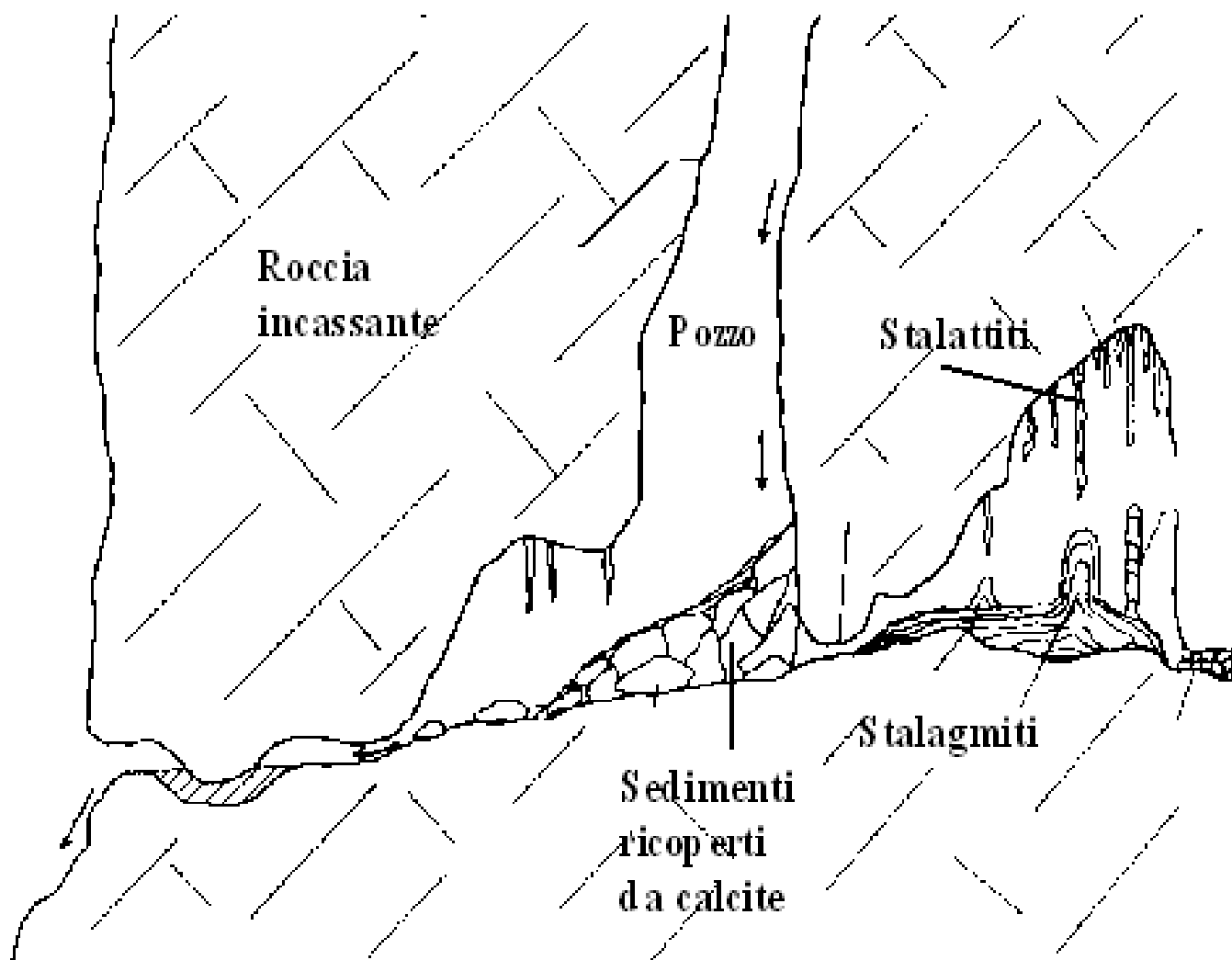


$$\frac{{}^{230}\text{Th}}{{}^{234}\text{U}} = \frac{\left(1 - e^{-\lambda_{230}t}\right)}{{}^{234}\text{U}/{}^{238}\text{U}} + \left(1 - \frac{1}{{}^{234}\text{U}/{}^{238}\text{U}}\right) \frac{\lambda_{230}}{\lambda_{230} - \lambda_{234}} \left(1 - e^{-\left(\lambda_{230} - \lambda_{234}\right)t}\right)$$

in cui i rapporti si riferiscono alle attività specifiche misurate e la sola incognita è il tempo  $t$ , che corrisponde all'età del campione.

In spettrometria alfa questo metodo ha un limite inferiore che si situa verso i 3000 anni a causa della scarsa quantità di  ${}^{230}\text{Th}$  formatosi, e un limite superiore verso i 350 mila anni, perchè il  ${}^{230}\text{Th}$ , ormai a cinque periodi, è vicino all'equilibrio secolare. In spettrometria di massa, notevolmente più precisa, è possibile estendere i margini ed arrivare a circa 100 e 500 mila anni, rispettivamente.

Uno dei materiali più facilmente databili con questa tecnica è, oltre il già menzionato corallo, il carbonato di calcio. La Figura seguente mostra i precipitati di carbonato di calcio più tipici rinvenibili in una grotta e la loro localizzazione. La crescita di un precipitato dipende da diversi fattori ma il principale è un lento flusso continuo di acqua in un ambiente aperto all'aria. Se la crescita si arresta, per la cessazione del flusso o al contrario per un suo aumento troppo importante, la continuità dei cristalli è compromessa e uno strato di sedimento detritico, come sabbia o argilla, si accumula spesso sul precipitato.



Sezione di una tipica grotta formatasi nel calcare con i carbonati di calcio più spesso rinvenuti, le stalattiti, le stalagmiti e i letti carbonatici che ricoprono i sedimenti o eventualmente i fossili

Di solito questo materiale non viene completamente rimosso quando la precipitazione ricomincia, e un arresto della crescita è chiaramente riconoscibile in un carbonato fossile e in alcuni casi può essere interpretato come un'indicazione di un cambiamento climatico della regione.

Un'altra forma con la quale i carbonati di calcio possono entrare nelle grotte è costituita dalle argille di decalcificazione. L'acqua, passando attraverso i terreni e le rocce sovrastanti la grotta, può disciogliere delle quantità importanti di carbonati molto contaminati in argilla, che quindi viene trasportata all'interno della grotta e dà origine a depositi carbonatici molto ricchi in argilla.

Numerosi tipi di materiale sono tuttavia databili, almeno in alcuni casi, attraverso l'Uranio-Torio o comunque con tecniche simili basate sui disequilibri della famiglia dell'Uranio. Si va dai denti e dalle ossa fossili ai sedimenti marini e lacustri, passando attraverso le colate laviche e le conchiglie fossili, per citare solo alcuni esempi di campi di applicazione.

Siamo disponibili ad effettuare datazioni U-Th su reperti fossili e su varie matrici e ad avviare nuove attività di ricerca di valenza internazionale.



L'esperienza accumulata è testimoniata dalle pubblicazioni scientifiche e dalle ricerche condotte.

Pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali con fattore di impatto ISI:

- Esposito, M., Chaimanee, Y., Jaeger, J.-J. and Reyss, J.-L., 1998.  
Datation des concrétions carbonatées de la "Grotte du Serpent" (Thaïlande) par la méthode Th/U.  
C. R. Acad. Sci. Paris, 326, 603-608.
- Esposito M. et al. (2002)  
U-series dating of fossil teeth and carbonates from Snake Cave, Thailand.  
Journal of Archaeological Science 29, 341-349.
- Benzi, V., Abbazzi, L., Bartolomei, P., Esposito, M., Fasso, C., Fonzo, O., Giampieri, R., Murgia, F., Reyss, J.-L. (2007).  
Radiocarbon and U-series dating of the endemic deer *Praemegaceros cazioti* (Deperet) from "Grotta Juntu", Sardinia.  
Journal of Archaeological Science 34[5], 790-794.
- Magnani, G., Bartolomei, P., Cavulli, F., Esposito, M., Marino, E.C., Neri, M., Rizzo, A., Scaruffi, S., Tosi, M. (2007).  
U-series and radiocarbon dates on mollusc shells from the uppermost layer of the archaeological site of KHB-1, Ra's al Khabbah, Oman.  
Journal of Archaeological Science 34[5], 749-755.

Altre pubblicazioni:

- Bartolomei, P., Cini, S., Giampieri, R., Rizzo, A. and Esposito, M., 1998.  
Radiometric techniques for environment and cultural heritage.  
Proceedings of XI National Congress "Research activities in Radiochemistry, Radiation Chemistry, Nuclear and Radioelements Chemistry" (Ed. G. Angelini), Rome.
- Agnoli, G., Bartolomei, P., Esposito, M., Poluzzi A. e Rizzo, A., 1999. Età  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  e radiocarbonio di coralligeno al largo di Cesenatico (Adriatico settentrionale).  
Atti I Convegno Nazionale Associazione Italiana di Archeometria, Verona.
- Bartolomei, P., Esposito, M., Rizzo, A., Salvatori, S. e Tosi, M., 1999.  
Misure chimico-fisiche ed età radiometriche di campioni dello scavo archeologico di Ras'al Hadd, Oman.  
Atti I Convegno Nazionale Associazione Italiana di Archeometria, Verona.
- Bartolomei, P., Esposito, M., Marino, E., Plastino, W., Rizzo, A. e Severi, P., 1999.  
Età radiometriche di campioni provenienti da sondaggi geologici in Emilia-Romagna.  
Atti I Convegno Nazionale Associazione Italiana di Archeometria, Verona.