

FILIPPO TERRASI

Falso o autentico? La datazione radiocarbonica del  
sigillo del diploma di Carlo Magno  
dell'8 giugno 781

---

ABSTRACT Quaderni Estensi n. 6 (2014), p. 179- 184

---

FILIPPO TERRASI, Professore Ordinario di Fisica Applicata ai Beni Culturali e Ambientali presso il Dipartimento di Matematica e Fisica della Seconda Università di Napoli, email [filippo.terras@unina2.it](mailto:filippo.terras@unina2.it)

***Falso o autentico? La datazione radiocarbonica del sigillo del diploma di Carlo Magno dell'8 giugno 781***

*Al fine di ottenere informazioni oggettive sull'autenticità del sigillo di Carlo Magno dell'8 giugno 781, un frammento di pochi milligrammi è stato sottoposto a datazione radiocarbonica con il metodo della Spettrometria di Massa Ultrasensibile con Acceleratore presso il laboratorio CIRCE. Gli intervalli di età calibrata al livello di confidenza di 1▲, cioè del 68%, sono risultati: 770-778 AD, 789-830 AD, 837-867 AD. La distribuzione di probabilità dell'età di calendario ottenuta indica che si può escludere con certezza l'origine rinascimentale del sigillo, mentre non può essere escluso né che il sigillo sia autentico, né che sia stato prodotto tra la fine dell'ottavo secolo e gli anni 70 del IX.*

***Genuine or forged? Radiocarbon dating of the Carlo Magno seal of June 8th, 781 AD***

*With the aim to ascertain the authenticity of the Carlo Magno seal of June 8<sup>th</sup>, 781, a sample of few milligrams has been radiocarbon dated by Accelerator Ultrasensitive Mass Spectrometry at the CIRCE facility. The calibrated age intervals at 1▲ confidence level, i.e 68% probability, are: 770-778 AD, 789-830 AD, 837-867 AD. The probability distribution of the calendar age indicates that the Reanaissance origin of the seal can be rejected, while it cannot be excluded neither that it is authentic nor that it has been manufactured between the end of 8<sup>th</sup> century and the seventies of the 9<sup>th</sup>.*

FILIPPO TERRASI

*Falso o autentico? La datazione radiocarbonica del sigillo del diploma di Carlo Magno dell'8 giugno 781*

Sembrirebbe non sussistano dubbi sulla non autenticità del diploma che si vorrebbe emanato da Carlo a Pavia nel 781<sup>1</sup>, ritrovato nel Repertorio di documenti dell'Archivio Pico nel Torrione del Castello di Mirandola. I moduli grafici ne suggeriscono l'attribuzione alla seconda metà del secolo IX, e si ritiene che il prezioso sigillo sia stato apposto tardivamente, forse in età rinascimentale.

La materia del sigillo ben si presta ad una indagine che ne fissi oggettivamente la collocazione temporale: la ceralacca infatti, essendo di origine naturale, conserva l'impronta dell'anidride carbonica atmosferica da cui hanno tratto la propria biomassa gli organismi viventi che l'hanno prodotta, molto verosimilmente poco prima che venisse impiegata per realizzare il manufatto. È noto che il Carbonio dell'anidride carbonica atmosferica, e quindi quello degli organismi viventi, è caratterizzato da una ben precisa abbondanza del suo isotopo di massa 14 che, a differenza di quelli di massa 12 e 13, è radioattivo. La sostanza organica della ceralacca da cui è stato tratto il sigillo di Carlo aveva quindi questo rapporto isotopico che, finché gli organismi viventi cui apparteneva erano in vita, era costante nel tempo. Dal momento in cui, però, la linfa è stata prelevata per la fusione del sigillo, l'abbondanza del <sup>14</sup>C ha iniziato a diminuire nel tempo con la ben nota legge esponenziale caratterizzata dal tempo di dimezzamento del <sup>14</sup>C, che è di 5730 anni, mentre quella degli altri isotopi, stabili, è rimasta costante. Poiché noi conosciamo il valore iniziale del rapporto, una misura del valore attuale ci consente di risalire al tempo trascorso dall'epoca di produzione della linfa che, come detto, può precedere al massimo di pochi anni quella della realizzazione del sigillo.

L'abbondanza del <sup>14</sup>C nel Carbonio naturale è però molto piccola, di molti ordini di grandezza inferiore a quella degli isotopi stabili, ed è quindi necessario, per identificare e contare gli atomi di <sup>14</sup>C presenti nel campione, utilizzare una apparecchiatura molto sofisticata basata su un acceleratore del tipo di quelli utilizzati per la ricerca in Fisica Nucleare. Nell'ambito del Centro per lo Sviluppo ed il Trasferimento dell'Innovazione nel Settore dei Beni Culturali e Ambientali (INNOVA Scarl), il Dipartimento di Matematica e Fisica della Seconda Università di Napoli gestisce il "Center for Isotopic

<sup>1</sup> Si veda ROSSELLA RINALDI, *Sulle tracce di Carlo Magno nell'Archivio di Stato di Modena (781.; 808)*. *Storie di uomini e carte*. Quaderni Estensi, IV (2012), p. 236.

Research on the Cultural and Environmental heritage” (CIRCE), dotato di un sistema di Spettrometria di Massa Ultrasensibile con Acceleratore (AMS), in grado di effettuare misure di datazioni radiocarboniche di alta precisione. Il Centro svolge attività di Ricerca e Sviluppo al fine di migliorare l’accuratezza e la precisione delle proprie analisi e di sviluppare nuovi metodi analitici. Nel contempo viene erogato un servizio a favore di privati ed Enti pubblici che, seppure di carattere commerciale, conserva le peculiarità dell’attività scientifica, ed in particolare la cura per l’interazione multidisciplinare con i committenti. Infatti, solo un regime di cooperazione tra fisici ed operatori nell’ambito dei beni culturali in tutte le fasi di una datazione, dalla scelta e il prelievo del campione fino all’interpretazione dei risultati, può assicurare che al fisico vengano poste le richieste in modo adeguato e che questi fornisca le risposte nei termini giusti.

Nel caso dell’autenticazione del sigillo, si è adottato un approccio multidisciplinare che ha consentito un maggiore rigore metodologico e, oltre a un arricchimento culturale reciproco, la necessaria attenzione alla relazione tra il contesto che si vuole datare e l’evento effettivamente datato. Ci si è avvalsi della peculiarità del metodo AMS che, rispetto al metodo convenzionale radiometrico, consente di effettuare la datazione sacrificando una quantità di materiale di pochi milligrammi, oltre 10000 volte minore di quella che sarebbe necessaria nell’altro caso. In generale questa circostanza, che ha costituito all’epoca della invenzione del metodo una rivoluzione in archeologia, consente di effettuare analisi virtualmente non distruttive di oggetti unici. Inoltre, essa offre una maggiore libertà di scelta del materiale da datare, cui consegue la possibilità di una migliore correlazione con il contesto archeologico-ambientale. Infine, è spesso di grande utilità la possibilità, offerta dalle ridotte dimensioni del reperto da prelevare, di effettuare misure su più campioni (o frazioni) dello stesso materiale o date multiple su reperti in relazione temporale tra essi.

Tornando alla datazione del sigillo, un suo frammento di pochi milligrammi è stato trattato secondo i protocolli in uso presso il laboratorio CIRCE<sup>2</sup> al fine di eliminare le impurezze estranee al materiale originario; il residuo ottenuto è stato quindi sottoposto alla misura ultrasensibile del rapporto isotopico  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ <sup>3</sup>. Quest’ultimo, dopo le correzioni per il fondo e per il frazionamento isotopico e la normalizzazione ad uno standard di rapporto isotopico noto, è stato convertito in unità pmC (percent modern Carbon) che rappresenta il tenore di  $^{14}\text{C}$  del campione rispetto allo standard internazionale. Da questo, sulla base della nota relazione esponenziale, è

---

<sup>2</sup> *Radiocarbon sample preparation at the CIRCE AMS laboratory in Caserta*. Radiocarbon 49(2007)225-232

<sup>3</sup> *High precision  $^{14}\text{C}$  AMS at CIRCE*. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B266(2008)2221-2224.

stata estratta la cosiddetta età radiocarbonica convenzionale che è risultata pari a  $1213 \pm 21$  a BP (anni before present), dove il presente convenzionale è il 1950 AD.

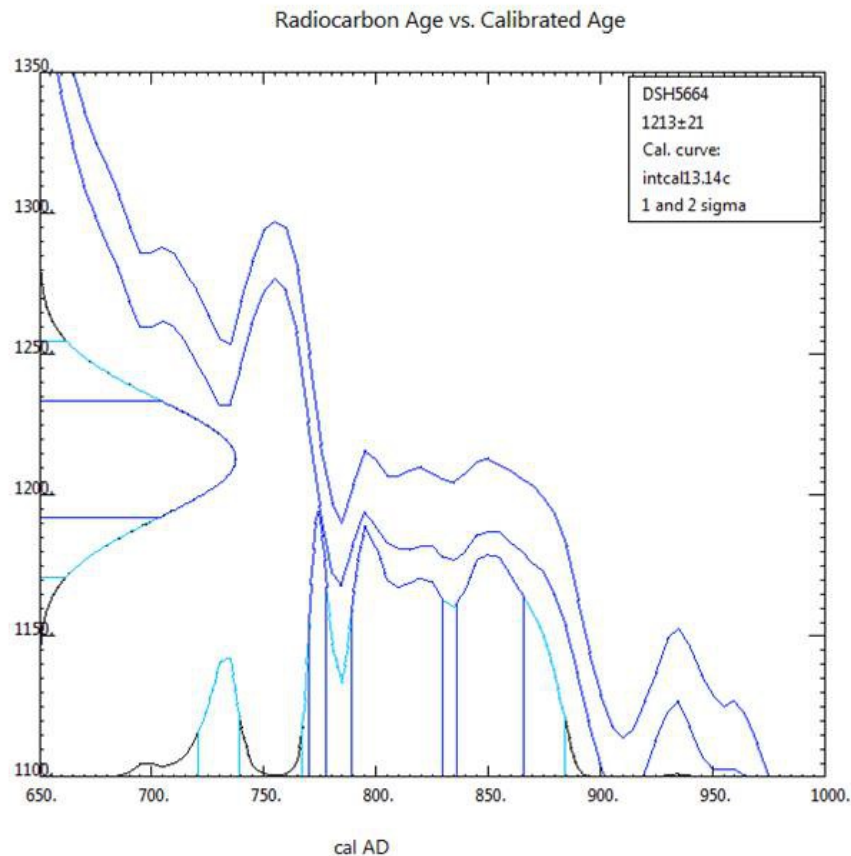


Figura 1 – Conversione dell'età radiocarbonica convenzionale del sigillo in età calibrata

Questa età rappresenta il numero di anni di cui bisogna andare indietro rispetto al 1950 per ottenere la data convenzionale radiocarbonica, che in realtà differisce dalla vera età di calendario a causa del non rigoroso verificarsi delle ipotesi che soggiacciono alla procedura delineata sopra. Al fine di ottenere la cosiddetta età calibrata è necessario ricorrere alla procedura di calibrazione, che si avvale di un database molto ampio (INTCAL13<sup>4</sup>), contenente decine di migliaia di risultati di datazioni radiocarboniche di campioni di età nota (essenzialmente, per il periodo che

<sup>4</sup> IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP, Radiocarbon 55(4).

ci interessa, anelli di accrescimento di alberi datati dendrocronologicamente).

Il risultato di tale calibrazione è mostrato in figura 1: gli intervalli di età radiocarbonica identificati sull'asse verticale dai tratti in blu (1192-1231 a BP) e in celeste chiaro (1171-1255 a BP) della curva a campana sul lato sinistro della figura rappresentano rispettivamente le forchette cui competono il 68% e il 95% di probabilità di comprendere il valore vero dell'età radiocarbonica del reperto. Quando tali intervalli (detti intervalli di confidenza  $1\sigma$  e  $2\sigma$ ) vengono convertiti nei corrispondenti intervalli di età di calendario mediante la curva di calibrazione, si verifica purtroppo un effetto di allargamento dell'incertezza statistica. La natura, infatti, ha voluto che nel periodo storico in questione la curva di calibrazione mostri un andamento quasi piatto tra il 780 e l'870 AD: ciò vuol dire che, mentre ad ogni anno di calendario corrisponde un ben determinato valore dell'età radiocarbonica, non è vero il viceversa, cioè la stessa età radiocarbonica, che è la grandezza misurabile, corrisponde a più valori dell'età di calendario. Ciò fa sì che possiamo affermare, al livello di confidenza di  $1\sigma$ , cioè del 68%, che l'età di calendario del sigillo, o meglio della ceralacca con cui è stato apposto, può essere compresa tra il 770 e il 778 AD, ovvero tra il 789 e l'830 AD, ovvero tra l'837 e l'867 AD. Alternativamente, al livello di confidenza del  $2\sigma$  (95%), esistono due intervalli di età di calendario possibili, il primo compreso tra il 722 e il 740 AD e il secondo tra il 767 e l'885 AD. In definitiva, nonostante l'ottimo livello di precisione della misura, l'andamento della curva di calibrazione amplifica l'incertezza sull'età vera del sigillo.

La stessa informazione può essere letta, forse in maniera più efficace, sulla figura 2, nella quale è riportata la distribuzione di probabilità dell'età di calendario a confronto con la linea verticale rossa che indica l'età presunta del sigillo. Dall'osservazione della figura si può escludere con certezza l'origine rinascimentale del sigillo, mentre non può essere escluso né che il sigillo sia autentico, né che sia stato prodotto tra la fine dell'ottavo secolo e gli anni 70 del IX.

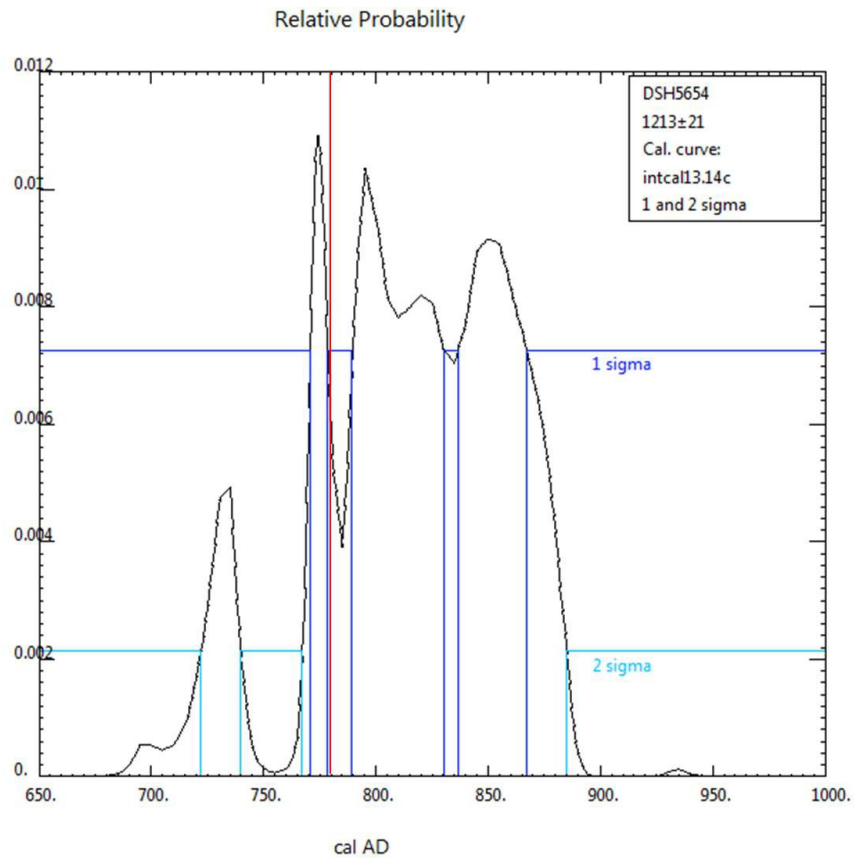


Figura 2 – Distribuzione di probabilità dell'età della componente organica della ceralacca utilizzata per la produzione del sigillo.