

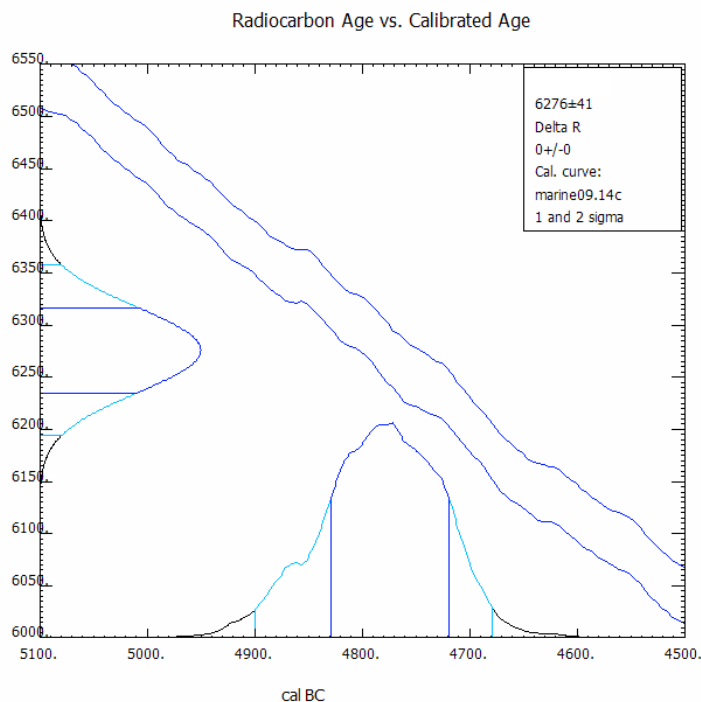
## Interpretación del Informe de Datación y Calibración

En el Informe de Datación y Calibración el usuario del servicio encuentra toda la información relevante acerca de la muestra tras los datos obtenidos en la medida y su posterior análisis numérico. A continuación, pasamos a explicar de manera precisa el significado de los mismos, poniendo especial énfasis en los datos que habitualmente son de mayor interés para el usuario, las fechas calibradas. Para ello, podemos seguir el siguiente ejemplo.

### Informe de Datación y Calibración

<b>Código de muestra:</b> E.JEMPI.O	<b>CNA</b> XXX
<b>Tratamiento aplicado:</b> Limpieza exterior de carbonatos.	
<b>Edad de Radiocarbono convencional</b>	6275 ± 40 BP
<b>pM</b>	45.78 ± 0.23
<b>d<sup>13</sup>C</b>	1.20 ± 0.39 ‰

**Calibración 2σ (95% probabilidad):** [cal BC 4899: cal BC 4678] 1  
**[Comienzo:Fin] Área relativa**



- **Código de muestra:** Es el código proporcionado por el usuario para la identificación de la muestra a datar.

- **Código CNA:** Es un código interno que el Centro Nacional de Aceleradores asigna a cada muestra para usos de control interno.

- **Tratamiento aplicado:** Aunque los tratamientos químicos de las muestras están hasta cierto punto estandarizados, indicamos mediante palabras clave algunos de los aplicados. Estos tratamientos dependen en gran medida del tipo de muestra que haya que preparar, y el tratamiento al que haya podido ser sometida previamente.

- **Edad Radiocarbono Convencional (ERC):** Es el dato que se obtiene a partir de la medida y el tratamiento numérico posterior. No indica de manera directa la edad de la muestra, para lo que hay que llevar a cabo la calibración (ver posteriormente). Se indica siempre en unidades BP (Before Present, “antes del presente” en inglés). Por convenio, se define como “presente” el año 1950. Como hemos dicho, esta ERC hay que calibrarla, lo que nos dará edades realmente relacionadas con el calendario.

Su error se expresa como  $\pm\sigma$  en una distribución gaussiana (siguiendo el método habitual en la expresión de los errores en medidas). Por las propiedades de la distribución gaussiana, esto quiere decir que con un 68% de probabilidad, la ERC real de la muestra estará entre  $X-\sigma < ERC < X+\sigma$ . Con un 95% de probabilidad, la ERC real de la muestra estará entre  $X-2\sigma < ERC < X+2\sigma$ . Es decir, cuanto más ampliamos el rango sobre el valor de ERC obtenido, es más probable que el valor verdadero esté dentro de ese rango. Habitualmente se toma el caso de  $2\sigma$ .

En el ejemplo, la ERC calculada es  $565\pm 45$  años. Con un 68% de probabilidad, la ERC real de la muestra está entre 610 y 520 BP, y con un 95% de probabilidad entre 655 y 475 BP.

Por convenio, todas las muestras que den valores menores a 200 BP se consideran Modernas. Esto es debido a que por la forma de la curva de calibración, no es posible asignarle una edad posteriormente. A efectos prácticos, esto nos indica que las muestras que realmente tengan menos de 300 años aproximadamente, no son buenas candidatas a la datación por  $^{14}\text{C}$ .

- **pM:** Es un parámetro previo al cálculo de la ERC, y es por tanto equivalente. Simplemente, es una forma de expresar la cantidad de radiocarbono en tanto por ciento, siendo el 100% el correspondiente al año 1950. Es especialmente útil en muestras en las que no se pretende directamente la datación, sino que se trata de blancos (que tendrán pM muy cercano a cero) o de muestras patrón, en las que no interesa la edad, sino su concentración de radiocarbono. En concreto, en estos casos, no es raro que pM sea mayor que 100%. Asimismo, en muestras recientes afectadas por el pulso de C14 generado en las pruebas nucleares de mediados del s. XX, son normales valores de hasta 170%.

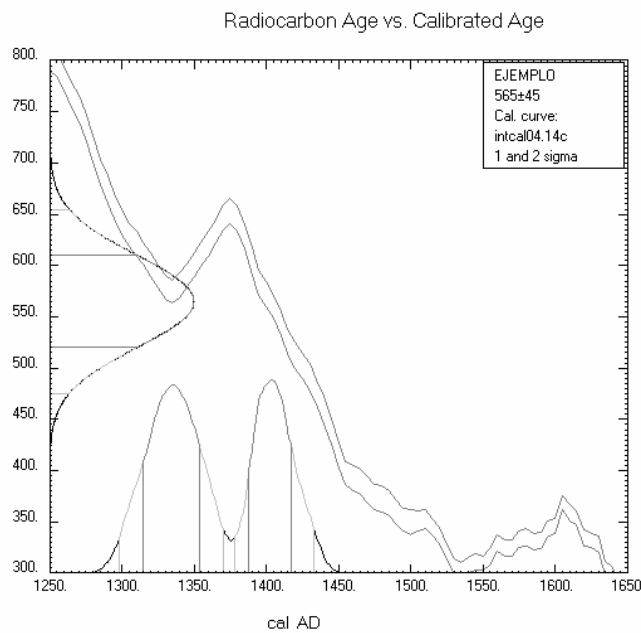
- **$\delta^{13}\text{C}$ :** Es un parámetro de gran importancia para realizar una de las correcciones habituales en el cálculo de la ERC. Se mide en tantos por mil con respecto a un patrón, y es una característica del material. Es un indicativo de que no todos los materiales orgánicos tienen la misma composición isotópica, es decir, la relación entre los isótopos del carbono,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  y el radiactivo  $^{14}\text{C}$  no es constante en la naturaleza. Por ejemplo, valores típicos de madera son  $\delta^{13}\text{C}\approx -25\text{‰}$ , mientras que muestras marinas pueden mostrar valores del orden de  $\delta^{13}\text{C}\approx +1\text{‰}$ .

- **Valores de calibración. Gráfica:** En la gráfica y el recuadro con la calibración se encuentra la información más relevante para el usuario. Ambas están íntimamente relacionadas. En el recuadro de la calibración encontramos el resultado de transformar la ERC a edad de calendario. Son los rangos de fechas a los que puede pertenecer la

muestra, y se presentan junto a la probabilidad de que pertenezca a cada uno de los rangos. En nuestro caso, la calibración es relativamente simple, y sólo aparece un rango. Para comprender mejor el funcionamiento, veamos un par de ejemplos más complejos y desarrollados.

El primer ejemplo es de una muestra cuya ERC es 545BP, con un error de 45 años.

<b>Calibración 1σ (68% probabilidad):</b> [Comienzo:Fin] Área relativa	<b>[1316 AD:1355 AD] 0.565533</b> [1389 AD:1418 AD] 0.434467
<b>Calibración 2σ (95% probabilidad):</b> [Comienzo:Fin] Área relativa	<b>[1298 AD:1371 AD] 0.569285</b> [1379 AD:1433 AD] 0.430715

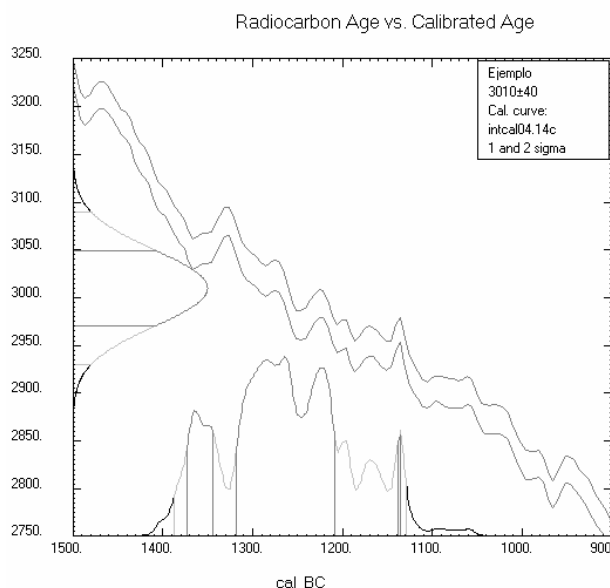


La distribución gaussiana de la ERC se representa en el eje vertical, y se pueden observar los rangos de  $\pm 1\sigma$  y  $\pm 2\sigma$  (líneas paralelas y simétricas respecto al centro de la gaussiana). El proceso de calibración consiste, básicamente, en cruzar esta distribución con la curva de calibración, y proyectar estos cortes en el eje horizontal. De este modo, obtenemos en el eje horizontal, en escala de calendario, los diferentes rangos con su probabilidad. Dado que la calibración la podemos hacer tomando  $\sigma$  o  $2\sigma$  en la ERC, tenemos dos conjuntos. Como está indicado, tomar el resultado de  $2\sigma$  nos da un 95% de probabilidad. De este modo, en el ejemplo que nos ocupa, si tomamos el caso  $2\sigma$ , tendremos un primer rango, 1298-1371 AD, con una probabilidad de 56.9285%, y un segundo rango de 1379-1433 AD con un 43.0715% de probabilidad. En este caso tenemos dos rangos con una probabilidad muy similar entre sí. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así. En ocasiones puede haber un único rango posible, y en otras puede haber múltiples rangos con diferentes probabilidades.

La decisión última de cual de los rangos es el más adecuado sólo puede hacerse basándonos en otros datos de medidas, o en evidencias históricas que nos permitan eliminar alguno de los rangos.

Veamos un ejemplo, en el que la ERC de la muestra ha sido determinada en 3010±40 BP. Al utilizar el programa de calibración, el resultado es el que vemos en la tabla.

<b>Edad Radiocarbono Convencional:</b>	3010±40 BP
<b>Calibración 1σ (68% probabilidad):</b> [Comienzo:Fin] Área relativa	[1372 BC:1344 BC] 0,16246 [1317 BC:1211 BC] 0,83754
<b>Calibración 2σ (95% probabilidad):</b> [Comienzo:Fin] Área relativa	[1387 BC:1187 BC] 0,894372 [1184 BC:1153 BC] 0,063948 [1146 BC:1129 BC] 0,041681



Siguiendo con el caso de 2σ, tenemos un primer rango que va de 1387 a 1187 BC (Before Christ, adC) con un 89.4372% de probabilidad. Los otros dos rangos son algo más modernos, y tienen probabilidades mucho menores que el primero, por lo que, salvo otras consideraciones, podemos localizar con mucha seguridad la fecha de datación en el primer rango.

Es importante señalar que la aparición de estos rangos de edad, cada uno con una probabilidad distinta, es algo intrínseco al método de datación por <sup>14</sup>C, y proviene del hecho de que la cantidad de <sup>14</sup>C en la atmósfera no ha sido constante a lo largo de la historia.<sup>1</sup>

**NOTA FINAL:** Es de vital importancia que el usuario comprenda que al datar un objeto se está datando la edad del material, y en ningún caso la manufactura del mismo. Esto es fundamental a la hora de la interpretación de las edades. En un ejemplo sencillo, una figura de madera puede haberse tallado en el siglo XV utilizando para ello otra figura del, por ejemplo, siglo X. Al realizar la datación, obtendremos la edad del material, siglo X, aunque la manufactura sea posterior.

<sup>1</sup> Este documento pretende ser una ayuda para comprender el informe de datación y calibración. Por supuesto, es susceptible de ser mejorado. Cualquier sugerencia para aumentar la claridad del mismo será bienvenida en [fj.santos@csic.es](mailto:fj.santos@csic.es)