

# Problemática para la datación en recintos de fosos usando análisis bayesiano: Complejo Arqueológico de Perdigões (Portugal) y la puerta 1 como caso de estudio

José L. Caro  
Universidad de Málaga  
jlcaro@uma.es

**Resumen.** Las campañas de los años 1997 (NIA-ERA Arqueología), 2009, 2010 y 2013 (Universidad de Málaga) estuvieron destinadas a completar la investigación relativa a la excavación y caracterización del relleno de foso 1 del Complejo Arqueológico de Perdigões (situado en una de las “puertas” de acceso al recinto) en el sector L. Como resultado de estas actuaciones, se ha obtenido un conjunto relativamente amplio de dataciones absolutas relativas al yacimiento [Val14] y en concreto de foso 1 [Mar13].

El estudio de la cronología usando métodos estadísticos y en concreto el análisis bayesiano se ha hecho prácticamente necesario debido a la naturaleza probabilística de una muestra de  $^{14}\text{C}$  y la complejidad en la formación del registro arqueológico de este tipo de estructuras en negativo [Whi11]. Relacionando un conjunto de dataciones y su estratigrafía conjugada con su necesaria calibración se ofrece, la posibilidad de afinar las dataciones absolutas obtenidas en laboratorio así como inferir cotas e intervalos de uso de las estructuras estudiadas.

Este trabajo pretende obtener un modelo bayesiano coherente con la estratigrafía y ofrecer un mayor afinamiento de las fechas obtenidas.

## **Problematic for dating in pit enclosures using Bayesian analysis: Perdigões Archaeological Complex (Portugal) and Gate 1 as a case study**

**Abstract.** The campaigns of the years 1997 (NIA-ERA Archaeology), 2009, 2010 and 2013 (University of Málaga) were intended to complete the investigation into the excavation and characterization of ditch 1 (located in one of the "gates" of access to the site) in the area L. As a result of these actions, we obtained a set of radiocarbon dating on the site [Val14] and in particular on ditch 2 [Mar13].

The study of the chronology using statistical methods like the Bayesian analysis has been practically necessary due to the probabilistic nature of  $^{14}\text{C}$  samples and the complexity of the archaeological record for this type of negative structures [Whi11]. Linking a set of dating and its stratigraphy adding its necessary calibration offers the possibility to refine the absolute dates obtained in the laboratory.

This work aims to obtain a consistent Bayesian model using the stratigraphy and offer greater refinement of the dates obtained.

## **1 Introducción**

El Complejo Arqueológico de Perdigões es un recinto de fosos situado 2km al NO el concejo de Reguengos de Monsaraz (Évora, Alentejo, Portugal) compuesto por un conjunto de fosos rellenos en época prehistórica (Fig. 1). El yacimiento posee al menos 12 fosos circulares concéntricos con al menos una empalizada (círculo interior) cuya cronología abarca desde el Neolítico Final hasta un momento avanzado del Calcolítico (segunda mitad del cuarto milenio al último tercio del tercer milenio BC). Cercano a él encontramos un área con un conjunto de tumbas tipo tholos y un crómlech. Está situado en un circo que ocupa unas 16 hectáreas cercano a la ribera del río Álamo afluente del río Guadiana. Destaca la visibilidad del mismo a un área de especial intensidad en yacimientos megalíticos (menhires, tumbas, crómlech).

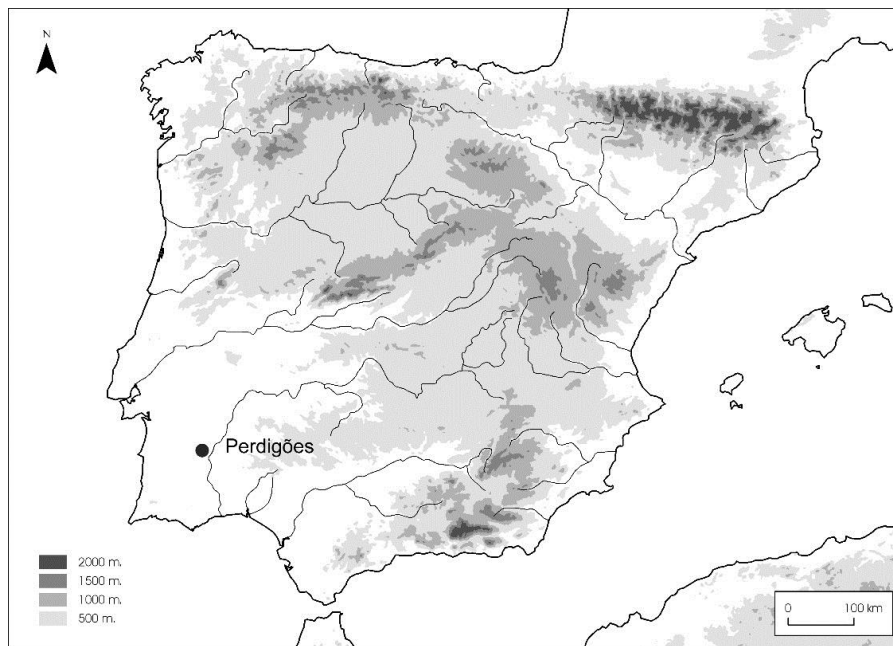


Figura 1 - Localización del Complejo Arqueológico Perdigões.

El artículo pretende cubrir dos objetivos. En primer lugar, proponer una aproximación al análisis bayesiano de las fechas del foso 1 de Perdigões. Para este punto se presentarán las fechas confrontadas en la estratigrafía y se desarrollará un modelo bayesiano empleando OxCAL (usando el lenguaje CQL *Chronological Query Language*) [Bro09a] para conseguir una interpretación más afinada de la cronología de dicho foso. Entre éstas, presentaremos una fecha inédita obtenida en el corte 2 que data un depósito en el que se encontraron objetos relacionados con la manufactura de cobre [Car-ep].

En segundo lugar, como creemos necesario, discutiremos el modelo realizado, en tres aspectos fundamentales: en lo referente a la problemática de la complejidad de la formación del registro arqueológico de este tipo de estructuras, a la cantidad de fechas y al uso que se puede o debe hacer de las mismas para obtener una datación lo más completa y fiable posible para este tipo de yacimientos. Todo ello contextualizado en el caso de estudio del foso 1 (puerta 1) del sector L de Perdigões.

El trabajo se estructura en los siguientes apartados: en el segundo punto introduciremos la formación del registro arqueológico de foso 1 para focalizar nuestra área de estudio del artículo. Se continúa con el tercer punto, central del trabajo, en el que se aborda el análisis bayesiano concluyendo con un conjunto de conclusiones.

## 2 La formación del registro en foso 1.

Desde 2008, la Universidad de Málaga, dentro del programa Programa Global de Investigação Arqueológica dos Perdigões INARP (ERA-Arqueología) se han realizado campañas arqueológicas que abarcan desde las prospecciones geofísicas, a las campañas de excavación tanto en extensión como en profundidad. De éstas las relativas al foso 1 se realizaron: durante 1997 por ERA-Arqueología [Lag98] y en los años 2009, 2010 [Mar11a] y 2013 [Sua-ep, Mar14] por la Universidad de Málaga. Foso 1 es la estructura de este tipo más exterior que encontramos en el yacimiento (Fig. 2). Las campañas 2009 y 2010 fueron destinadas a la excavación de foso 1 iniciada por ERA Arqueología en 1997. La estratigrafía es compleja debido a las dinámicas de relleno del mismo existiendo aperturas y cierres continuados e incluso re-excavaciones de fosas dentro del propio relleno [Mar11b, Mar13]. Foso 1 tiene una anchura, en la zona excavada, que no supera los 5,50m aunque las prospecciones geofísicas muestran que en algunos lugares pueda llegar a una anchura cercana a los 9 metros. Está excavado sobre el sustrato geológico y, una vez documentado el foso, conocemos que posee una forma de V con una potencia máxima de los rellenos cercana a los 3,50 metros (Fig. 3).

Se han interpretado dos momentos de relleno o velocidades de relleno [Mar13] (Fig. 4). El primer momento (fase I) y segundo momento (fase II) quedan delimitados por la UE123 (depósito aluvial 2) siendo el primero con estratos de menor potencia que el segundo. La fase I también denominada fase de “uso” es la más profunda con 70 cm de potencia total y está delimitada entre la UE140 (a muro) y UE123 (a techo), ambas son estériles [Mar13: 24]. La fase II, que parece que se rellena de forma más, rápida posee una potencia de 2 metros (aprox.) resultando más compleja en la interpretación por la aparición de fosas (por ejemplo, UE116) y rellenos de pierdas en la zona más superficial [Mar13: 24] que que posteriormente se documentó como “recutting” [Sua-ep].

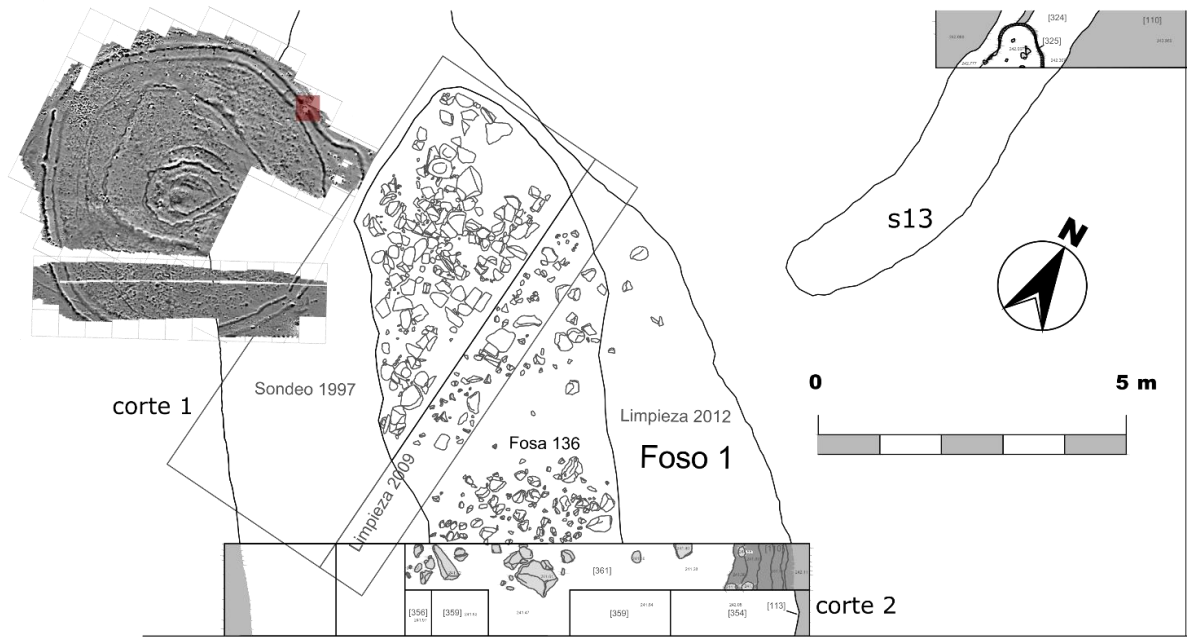


Figura 2 - Planta del sector de foso 1 excavado

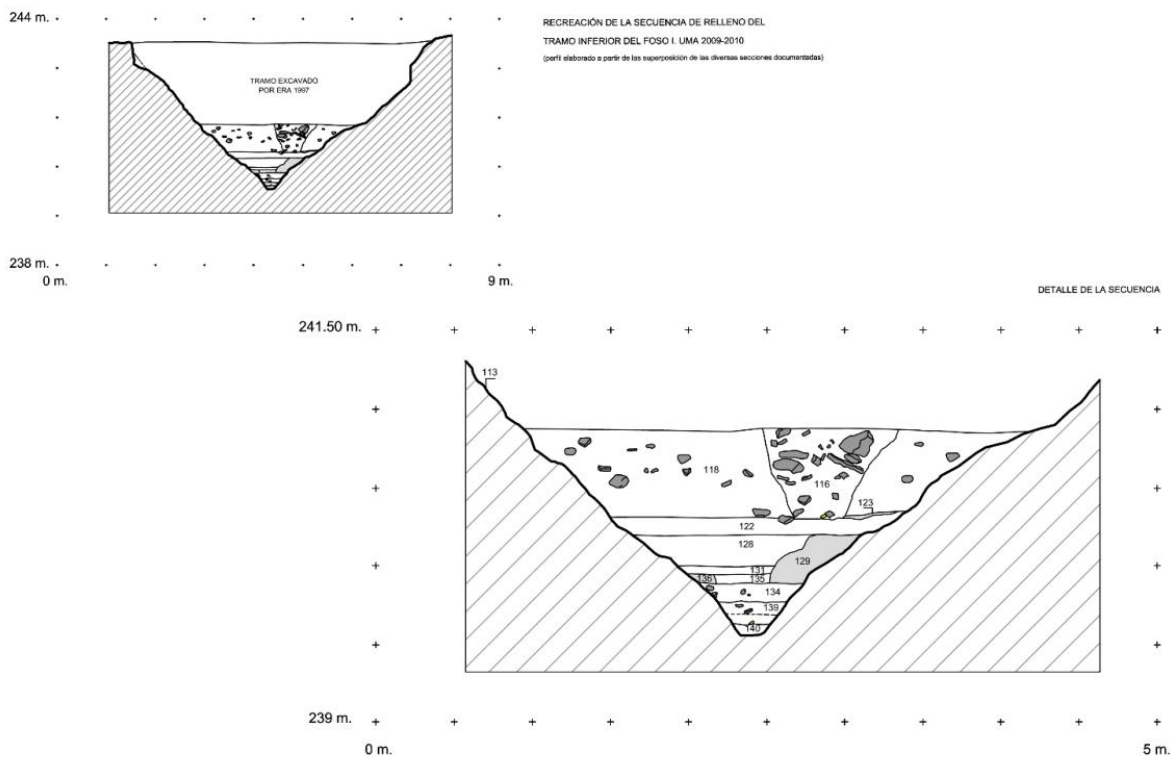


Figura 3 - Recreación del relleno del tramo inferior de foso 1. Campañas 2009 y 2010 [Mar11b]

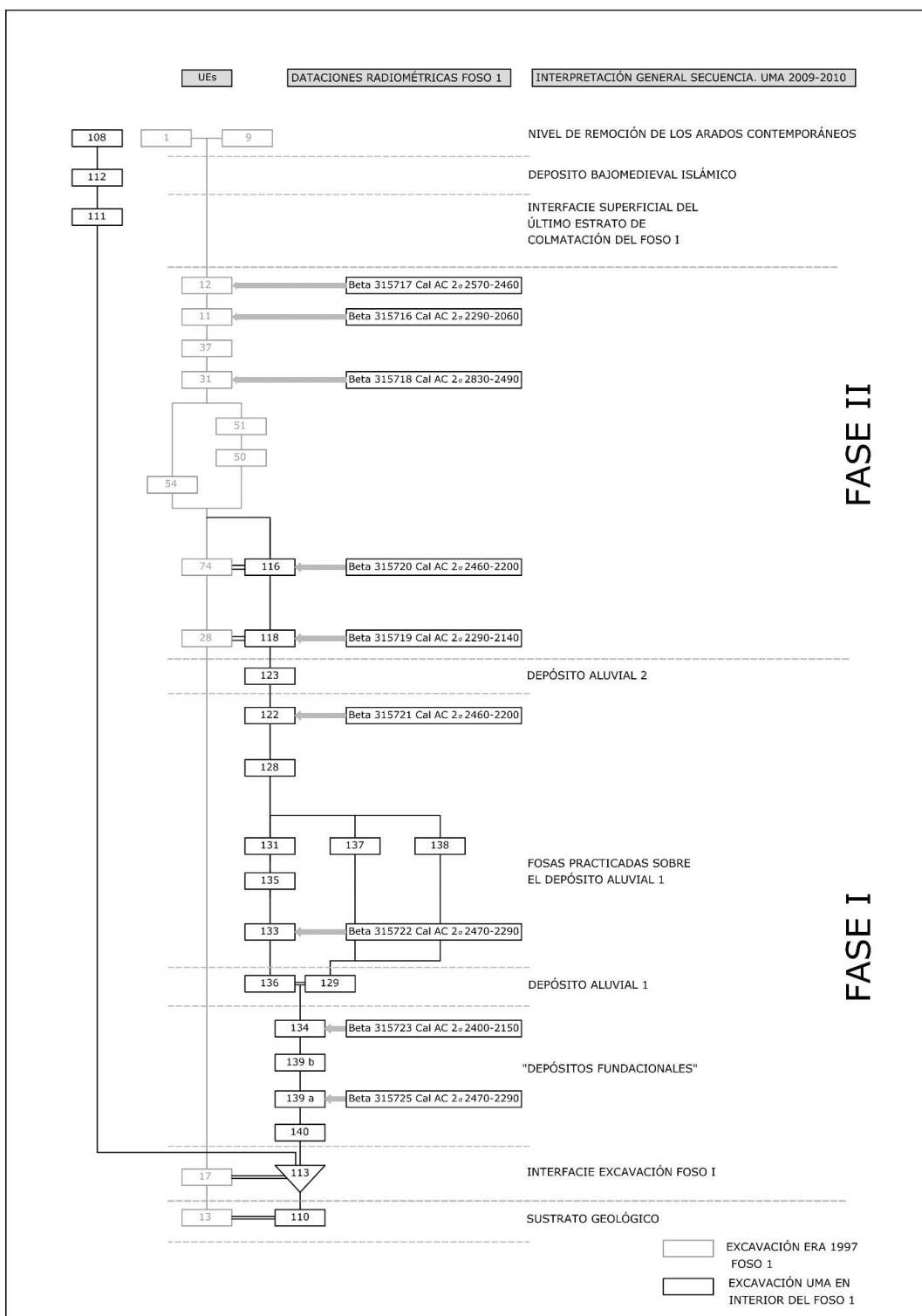


Figura 4 - Dataciones absolutas de foso 1 corte 1 en Perdigões con indicación de la UEs [Mar13]

Uno de los objetivos de la campaña realizada en 2013 era documentar este posible *recutting* o reexcavación superficial. Tal como se aprecia en la figura 5 fue registrado con éxito (UE358), apreciándose en la misma el relleno antrópico con piedras de un tamaño medio de unos 30 cm [Sua-ep].

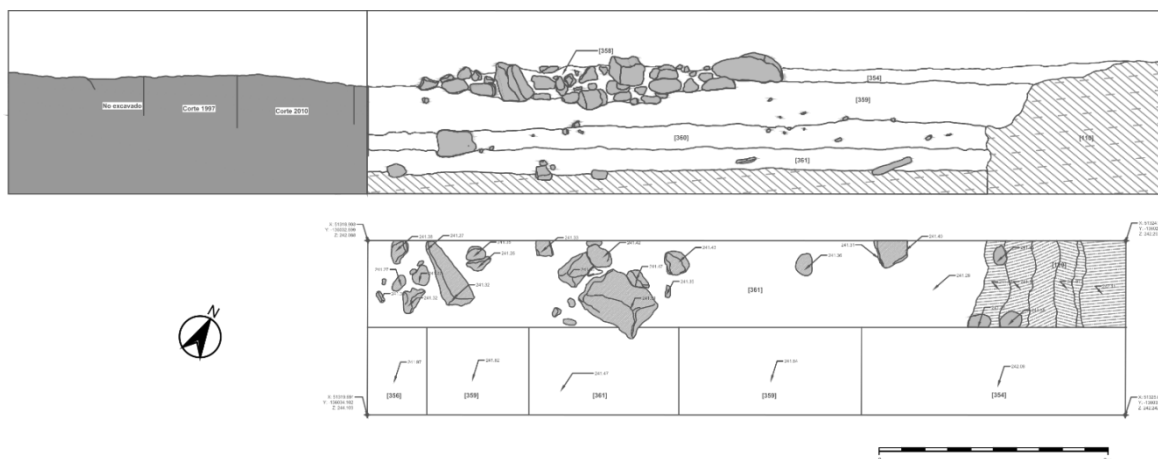


Figura 5 - Perfil y detalle de *recutting* (UE358)

Entre el conjunto cerámico (Fig. 6) localizado podemos destacar la presencia predominante de platos de bordes engrosado y fuentes (tipos 1 y 21) seguido de cuencos con forma esférica (tipos 4 y 5) y algunas formas carenadas (tipo 3). Encontramos adicionalmente pesas de telar y otros tipos de forma residual. Las piezas aparecen todas fracturadas (con rotura antigua) e incompletas a excepción de un pequeño cuenco en los denominados “depósitos fundacionales”.

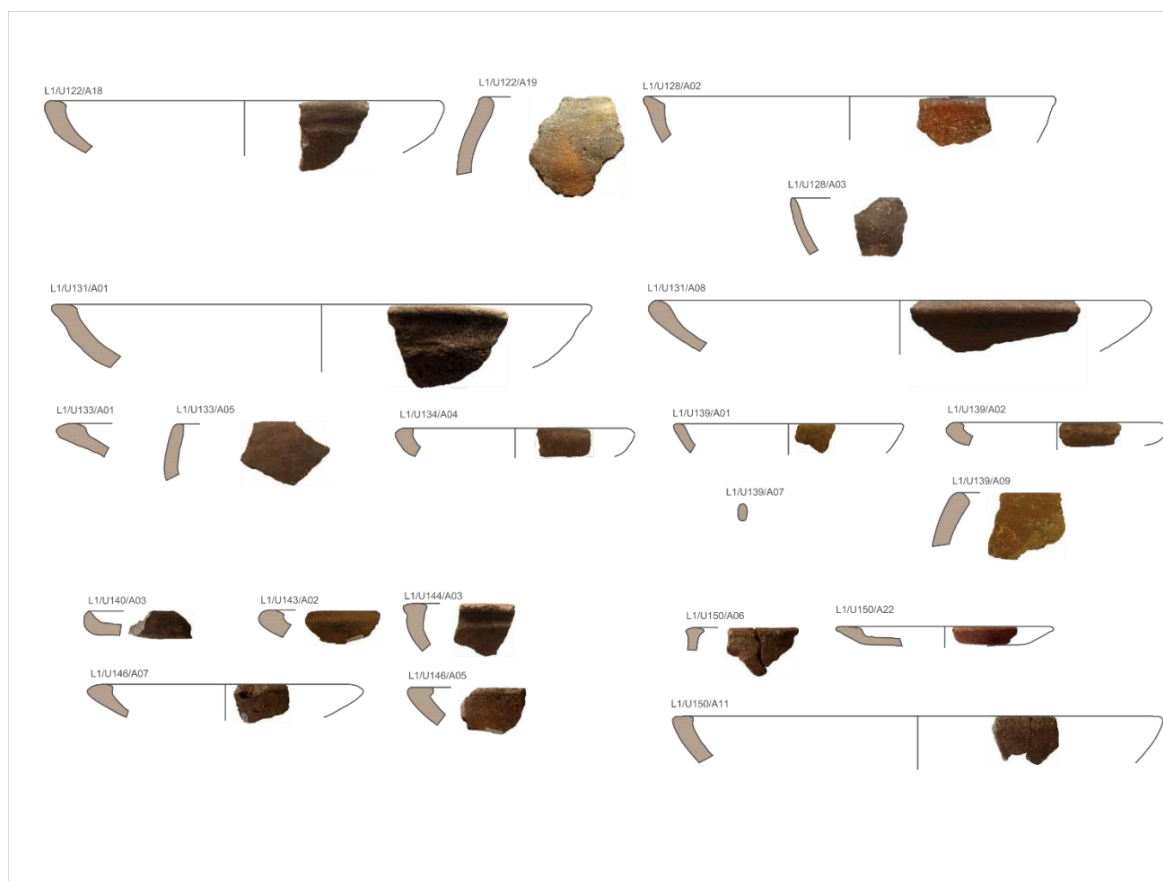


Figura 6 - Muestra cerámica de Foso 1.

1 Tipología completa del yacimiento en [Lag98].



### 3 Análisis bayesiano de las dataciones de foso 1

#### 3.1 Valoración de las muestras de $^{14}\text{C}$ de foso 1

Foso 1 cuenta con diez dataciones siendo la estructura con un mayor número en el yacimiento. Contamos con seis muestras identificadas a las que se añaden otras cuatro de hueso/diente cuya especie no se pudo identificar. Todas, ellas excepto una, son muestras correspondientes al corte 1. La muestra Beta-374731 UE360 presentada en el presente artículo pertenece al corte 2 y data, como ya se ha indicado, un depósito que contiene elementos de manufactura del cobre (Caro et al, en prensa). Las muestras han sido medidas por AMS y datadas por el laboratorio Beta Analytic Radiocarbon Dating (más información sobre el tratamiento de muestras en <http://www.radiocarbon.com/>). Así mismo, deseamos destacar que las muestras poseen una desviación que no supera los 30 años (Tabla 1).

Tabla 1 - Dataciones  $^{14}\text{C}$  de foso 1 calibradas con Oxcal 4.2 [Bro13] e IntCal13 [Rei13]

| LAB CODE    | STRUCT | CORT | UE  | TYPE                         | DATA BP | +/- | Cal. ANE 1sigma | Cal. ANE 2sigma |
|-------------|--------|------|-----|------------------------------|---------|-----|-----------------|-----------------|
| Beta-315717 | FOSO 1 | 1    | 12  | Astrágalo, Cervus elaphus    | 3980    | 30  | 2565-2469       | 2578-2457       |
| Beta-315716 | FOSO 1 | 1    | 11  | Humero, Sus sp               | 3770    | 30  | 2275-2140       | 2290-2051       |
| Beta-315718 | FOSO 1 | 1    | 31  | Diente, Sus sp               | 4060    | 30  | 2831-2496       | 2840-2483       |
| Beta-315720 | FOSO 1 | 1    | 116 | Diente, Ovis/Capra           | 3860    | 30  | 2454-2286       | 2461-2210       |
| Beta-315719 | FOSO 1 | 1    | 118 | Diente, Sus sp               | 3780    | 30  | 2280-2143       | 2296-2060       |
| Beta-315721 | FOSO 1 | 1    | 122 | Hueso, especie indeterminada | 3840    | 30  | 2389.2297       | 2457-2202       |
| Beta-315722 | FOSO 1 | 1    | 133 | Diente, Sus sp               | 3890    | 30  | 2457-2345       | 2468-2291       |
| Beta-315723 | FOSO 1 | 1    | 134 | Hueso, especie indeterminada | 3820    | 30  | 2299-2203       | 2448-2144       |
| Beta-315725 | FOSO 1 | 1    | 139 | Hueso, especie indeterminada | 3890    | 30  | 2457-2345       | 2468-2291       |
| Beta-374731 | FOSO 1 | 2    | 360 | Hueso, especie indeterminada | 3870    | 30  | 2454-2293       | 2465-2211       |

La calibración de las muestras se ha realizado con Oxcal 4.2 (Bronk-Ramsey, 2009a; 2013) usando IntCal13 (Reimer et al, 2013) curva que afecta a los intervalos de calibración (Guilderson et al, 2005). Se debe destacar que, tanto las mesetas o “plateau” como las fluctuaciones “wiggles” con su picos localizadas en la curva IntCal13 (Reimer et al, 2013), afectan a las fechas extendiendo sus intervalos temporales (Fig. 7).

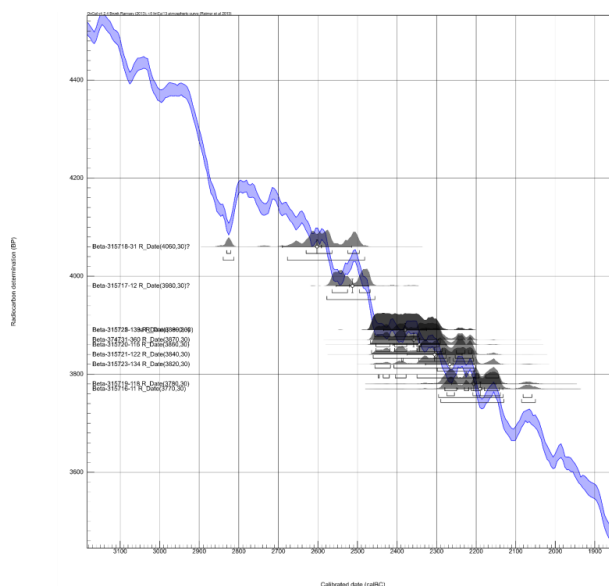


Figura 7. Afección de mesetas/plateau y picos/wiggles de la curva de calibración IntCal13.



La calibración de las muestras (Fig. 8) apunta a encajarlas correctamente en la segunda mitad del III milenio a.C. si exceptuamos las dos muestras que fueron determinadas como intrusiones (*outliers*) (Beta-315717 y Beta-315718) [Mar13].

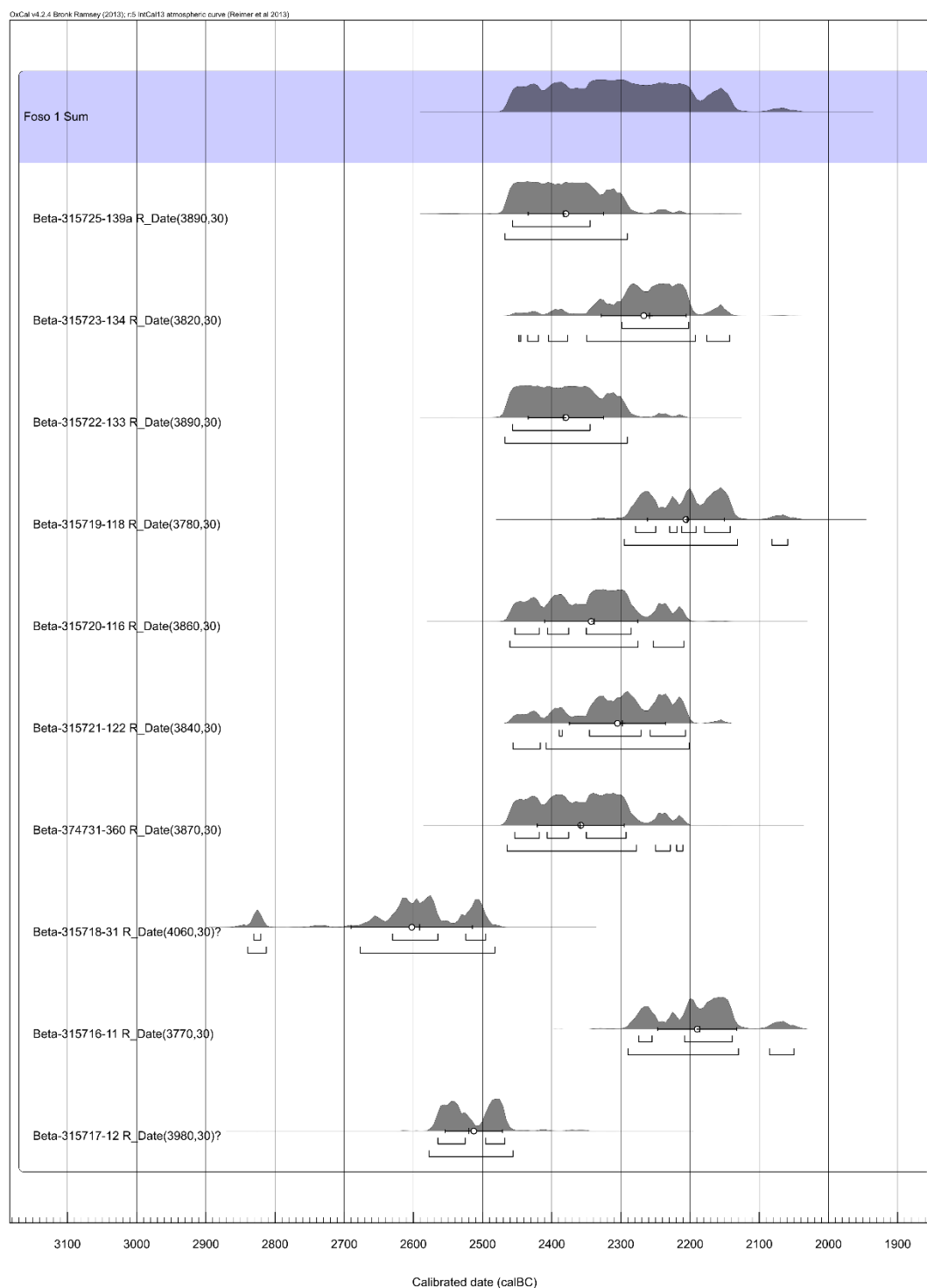


Figura 8 - Dataciones absolutas de foso 1 calibradas (cortes 1 y 2). Software Oxcal 4.2 [Bro09a, Bro13] y curva de calibración IntCal13 [Rei13].



### 3.2 Análisis de Outliers

Existen ocasiones en las que una muestra no proporciona el resultado esperado. Bronk-Ramsey [Bro09a] encuentra, entre las razones por las cuales una muestra puede no proporcionar un resultado esperado, que dicha muestra no se corresponda con la temporalidad del evento medido. Uno de los tratamientos de *outliers* consiste en su retirada manual, que si bien en ocasiones se realiza de forma directa, la herramienta OxCal, mediante su indicador Amodel (*agreement*), proporciona una medida del grado de adecuación de la muestra al modelo. Si es menor del 60% el modelo no posee todas las garantías. Sin embargo, si es superior, el modelo es coherente y no habría razón alguna para rechazar fechas. Si deseamos una valoración estadística deberemos recurrir a la herramienta Outlier\_Model que permite realizar un análisis de los mismos.

Para foso 1 se ha usado el denominado modelo general propuesto por Bronk-Ramsey [Bro09a]. Éste se ha especificado usando los siguientes parámetros Outlier\_Model (“General”, T(5), U(0,4), “t”), con distribución *t-student* con 5 grados de libertad, una distribución normal U(0,4) y t para la localización de *outliers* en la variable tiempo. Hemos asumido una probabilidad (de ser *outliers*) a priori del 5% (Outlier(0.05)), incluidas las fechas Beta-315718 y Beta-315717. Se ha usado un modelo restrictivo simple tipo Sequence (secuencia estratigráfica) para observar su comportamiento y corroborar la hipótesis nula (no son *outliers*).

El modelo resultante posee un Aoverall muy bajo 10,2% siendo las fechas marcadas anteriormente como *outliers* las que, a pesar de ser incluidas con una probabilidad del 5%, aparece en el modelo como claros *outliers* (Fig. 9). En términos más concretos Beta-315718 y Beta-315717 posee unas probabilidades a posteriori del 100% y del 98%. El resto de fechas, incluso las que son marcadas con un valor de A bajo en el modelo (Beta-315723 A=54,2% y Beta-374731 A=56,4%) no se muestran claros *outliers* y, por tanto, deberán ser incluidas para ser valoradas en el modelo bayesiano desarrollado en apartados posteriores.

| Element               | Ok <span style="color: green;">■</span>                  | Outlier <span style="color: red;">■</span>             | Prior | Posterior | Model   | Type |
|-----------------------|--|--|-------|-----------|---------|------|
| Beta-315725-139a      | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 1         | General | t    |
| Beta-315723-134       | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 3         | General | t    |
| Beta-315722-133       | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 2         | General | t    |
| Beta-315721-122       | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 1         | General | t    |
| Beta-315719-118       | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 7         | General | t    |
| Beta-315720-116       | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 2         | General | t    |
| Beta-374731-360 (c02) | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 3         | General | t    |
| Beta-315718-31        | <div style="width: 5%; background-color: green;"></div>  | <div style="width: 95%; background-color: red;"></div> | 5     | 100       | General | t    |
| Beta-315716-11        | <div style="width: 95%; background-color: green;"></div> | <div style="width: 5%; background-color: red;"></div>  | 5     | 3         | General | t    |
| Beta-315717-12        | <div style="width: 2%; background-color: green;"></div>  | <div style="width: 98%; background-color: red;"></div> | 5     | 98        | General | t    |

Figura 9 - Resultados del análisis de *outliers*.

Sólo, las dataciones Beta-315718 y Beta-315717 serán consideradas *outliers* dentro de la secuencia estratigráfica de foso 1 [Mar13a, Vall14] y así será indicado en nuestro modelo, pero no por ello deseamos dejarlas fuera de la representación gráfica puesto que forman parte de una dinámica compleja de relleno de este tipo de yacimientos. El resto de fechas deberán ser conjugadas en el modelado estratigráfico.

### 3.3 Modelado y análisis bayesiano de las dataciones

Comenzaremos esta sección contextualizando el problema de la aplicación de modelos bayesianos en el ámbito de la arqueología. Hemos de situarnos ante la premisa de que nos encontramos ante fechas radio-carbónicas que en sí mismas por definición son un intervalo de probabilidad, que además, están sujetas a una calibración que puede extender la incertidumbre, como se ha destacado en el apartado 3.1.

Box [Box79: 202] apunta, como no puede ser de otra forma, que “todos los modelos son erróneos y sólo algunos son útiles” puesto que los modelos son intentos por representar la realidad usando un lenguaje lo más formal y objetivo posible con un objetivo concreto. Las limitaciones que tenemos al abordar fenómenos de naturaleza histórica y, sobre todo, en los que la información procede de excavaciones arqueológicas en la que tenemos una muestra limitada de información complica nuestra tarea aunque, siguiendo el método científico, abordamos la explicación de los mismos usando modelos [Voo87]. En el ámbito del análisis de las fechas radio-carbónicas, su análisis y modelado usando software que incluye información estratigráfica, el trabajo de Bayliss, Ramsey, Plicht y Whittle [Bay07] indica a la hora de desarrollar un modelo que debemos observar qué elementos pueden ser “erróneos” (entendidos como distorsión) y, si no afectan a las estimaciones de dataciones, el modelo no es fundamentalmente erróneo (o menos imperfecto). Sin embargo, si dichos elementos afectan significativamente al modelo y son anómalos el modelo si es completamente erróneo (*importantly wrong*) [Bay07: 7] por tanto, se deben considerar de forma prudente a la hora de incluirlos o no en el modelo.





Actualmente debemos realizar una lectura histórica cautelosa de las distribuciones probabilísticas de los conjuntos de fechas radiocarbónicas debido al sesgo que puede suponer la datación de unas muestras, la tipología de muestra, aparición de *outliers* y efectos de la curva de calibración [Bal15].

En el ámbito de estudio de los recintos de foso se une la dificultad añadida que supone la formación del registro arqueológico en las estructuras que estamos datando. En dichas estructuras la aparición de *recuttings* (re-excavaciones) [Mar13a] y fosas excavadas sobre el propio relleno, así como la aportación de materiales resultado de los procesos de reavivamiento del propio foso genera una estratigrafía que dificulta aún más la realización de un modelo.

Si bien podríamos decantarnos por un modelo simple usando una sola fase/secuencia (CQL Phase – Sequence), se ha intentado explotar al máximo la secuencia estratigráfica (Fig. 4) y las dataciones. Siguiendo todas estas premisas, se ha desarrollado un modelo bayesiano para este conjunto de fechas explotando todas las posibilidades del mismo.

Se han dispuesto dos momentos correspondientes a la lectura estratigráfica. Un primer momento (fase I) con estratos de menor potencia en el que encontramos los depósitos fundacionales. El segundo momento (fase II), separado por el denominado depósito aluvial 2 en el que la dinámica, de relleno se puede considerar más rápida con estratos de mayor potencia [Mar13a]. En el mismo se ha incluido la fecha Beta-374731 correspondiente al corte 2 puesto que pertenece a este momento y el modelado del momento II, debido a la compleja dinámica se correspondería con Phase. Destaca que en esta fase una dinámica más rápida de relleno siendo en la que se encuentran las dos fechas determinadas como *outliers* (mucho más antiguas que el conjunto).

El resultado del modelo posee un Aoverall=66,5% y Amodel =61,5% aunque todas las fechas poseen un A (*agreement*) mayor al 70% excepto la fecha Beta-315723 cuyo A es del 61.3% siendo la causante de que el modelo global resulte con un menor A aunque dentro de los parámetros de confianza deseables.

Tabla 2 - Fechas modeladas para foso 1 (Oxcal 4.2 (Bronk-Ramsey, 2009a;2013) e IntCal13 (Reimer et al 2013)).

| LAB CODE    | STRUCT | CORT | UE  | MOMENTO                  | Cal. ANE 1σ modelled | Cal. ANE 2σ modelled | μ    | σ  | m    |
|-------------|--------|------|-----|--------------------------|----------------------|----------------------|------|----|------|
| Beta-315716 | FOSO 1 | 1    | 11  | 2                        | 2288-2163            | 2295-2137            | 2225 | 49 | 2233 |
| Beta-315720 | FOSO 1 | 1    | 116 | 2                        | 2317-2213            | 2343-2205            | 2275 | 40 | 2281 |
| Beta-315719 | FOSO 1 | 1    | 118 | 2                        | 2289-2196            | 2297-2142            | 2234 | 45 | 2246 |
| Beta-374731 | FOSO 1 | 2    | 360 | 2                        | 2321-2214            | 2347-2205            | 2278 | 41 | 2286 |
| Beta-315721 | FOSO 1 | 1    | 122 | 1                        | 2399-2286            | 2453-2268            | 2339 | 46 | 2331 |
| Beta-315722 | FOSO 1 | 1    | 133 | 1                        | 2389-2298            | 2451-2291            | 2359 | 45 | 2351 |
| Beta-315723 | FOSO 1 | 1    | 134 | 1                        | 2392-2281            | 2440-2245            | 2332 | 46 | 2328 |
| Beta-315725 | FOSO 1 | 1    | 139 | 1 (Depósito fundacional) | 2389-2298            | 2451-2291            | 2359 | 45 | 2351 |

En la tabla 2 se presentan los resultados del modelo a los que tenemos que añadir los cálculos de cota para los que hemos usado la distribución Tau\_Boundary (más exponencial que Boundary) en los extremos y la simple Boundary para inter-momentos. Las curvas calibradas y modeladas presentadas en la línea temporal (Fig. 10) muestra el panorama para las dataciones de foso 1. Los dos momentos quedan acotados por Momento I-II Boundary (2341-2264 cal(mod))i 1σ BC μ=2306 σ=41 m=2306) que separa las dos velocidades situado en torno al 2300.

El momento I queda determinado por las dataciones Beta-315725 (2389-2298 cal(mod) 1σ BC A=96,8%), Beta-315723 (2392-2281 cal(mod) 1σ BC A=61,3%), Beta-315722 (2389-2298 cal(mod) 1 BC A=96,8%) y Beta-315721 (2399-2286 cal(mod) 1 BC A=98,8%) separadas, las dos primeras de las dos segundas por el depósito aluvial 1 y cubiertas estas dos últimas por el depósito aluvial 2. Ambos sucesos fueron modelados en Oxcal demostrándose de escasa duración. En cuanto a la duración del momento 1 (fase I), la inferencia estadística Span proporciona unos valores de 0-89 años 1σ μ=67, σ=49 y m=58ii. En la figura 10 se observa la disposición gráfica de las fechas calibradas (gris claro) reduciéndose sensiblemente la desviación de las mismas (gris oscuro) obteniendo una situación de las mismas fundamentalmente en la horquilla 2400-2300 BC.

El depósito aluvial 2 separa estratigráficamente el denominado momento II (fase II) que corresponde a las fechas Beta-315719 (2289-2196 cal(mod) 1σ BC A=97,5%), Beta-315720 (2317-2213 cal(mod) 1 BC A=88,2%), Beta-315716 (2288-2163 cal(mod) 1σ BC A=89,9%) y la inédita Beta-374731 (2321-2214 cal(mod) 1σ BC A=71,8%) correspondiente al corte 2 a las que se añaden dos fechas determinadas como *outliers* (Márquez-Romero et al., 2013; Valera et al, 2014). Todas ellas oscilando en la horquilla aproximada de 2300-2200. En cuanto a la duración del momento II fue calculado con un Span cuyos valores oscilan 7-117 años 1σ μ=88, σ=58 y m=78.

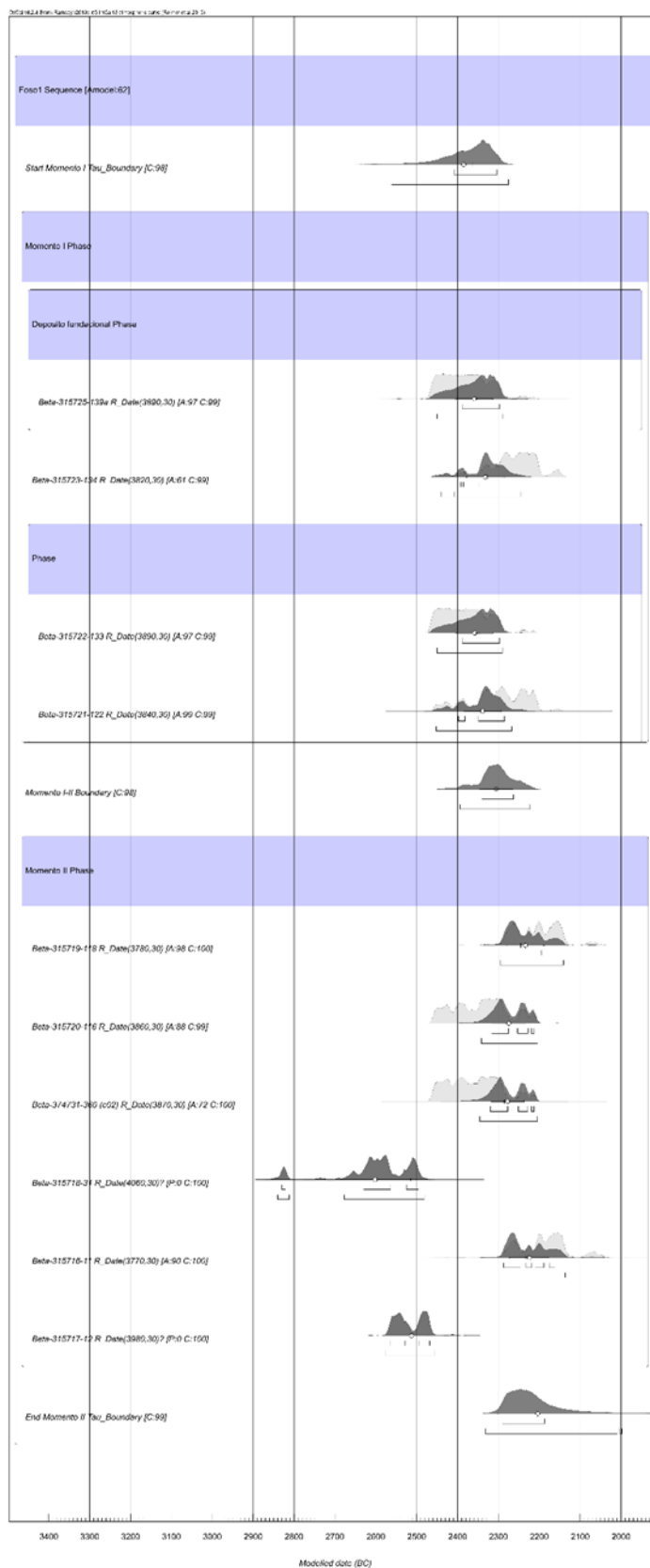


Figura 10 - Fechas modeladas de foso 1 (Oxcal 4.2 [Bro09a, Bro13] e IntCal13 [Rei13])



Deseamos destacar que se han realizado varias propuestas de modelo proponiendo otras hipótesis que, si bien proporcionan un modelo con una *A overall mayor* (en torno al 80%) obteniendo fechas modeladas más cercanas al último cuarto del tercer milenio, descartan un número de fechas excesivamente elevado. Creemos que en el estadio actual de la investigación, descartar tal cantidad de fechas, siendo estas coherentes con el conjunto global del registro arqueológico es arriesgado. Así mismo modelos más simples como el de agrupación por fases (CQL Phase) menos restrictivos proporciona un *A overall mayor* pero no se explota la lectura estratigráfica.

## 4 Conclusiones

La formación del registro arqueológico de un foso es extremadamente compleja debido a la acción antrópica continuada y repetida en el mismo lugar tal como observamos en la secuencia estratigráfica del foso 1 de Perdiggões. Las actuaciones se repiten una y otra vez pudiéndose aportar materiales tanto de re-excavaciones, reavivamientos y/o *recuttings* [Mar13, Mar14]. Todo ello implica una mayor complejidad en el tratamiento de las dataciones y su modelado estratigráfico.

Hemos conseguido un modelo bayesiano que es capaz de delimitar tanto el período de uso como los momentos 1 y 2 detectados en el estudio estratigráfico con la premisa de descartar el mínimo número de dataciones (en este caso han sido incluidas todas, excepto 2 *outliers* detectados en estudios previos). Como estudio previo al mismo se ha realizado una corroboración mediante la herramienta de Oxcal de los *outliers* detectados en las diferentes pruebas.

Como resultado, este modelo sitúa el momento 1 en torno a la horquilla 2400-2300 BC y el 2 en torno al 2300-2200 BC. Así mismo, hemos inferido que la formación de depósitos aluviales son momentos de escasísima duración y la duración de los momentos 1 y 2, que podríamos decir que se corresponden al uso entendido de forma general (aperturas, cierres, colmataciones, etc), podrían durar de media 67 y 88 años respectivamente pero con una desviación considerable necesiándose mayor cantidad de dataciones para acotar mejor los períodos.

El análisis bayesiano es una herramienta de gran utilidad para corroborar modelos estratigráficos poniendo en relación las dataciones con la estratigrafía. Posee la potencia estadística necesaria para acotar mejor los períodos y fechas obteniéndose medidas como las medias, medianas, desviaciones, cotas entre fases/secuencias o duraciones de intervalos usados en este trabajo.

Pero es necesario realizar una reflexión, sin olvidar la naturaleza estadística, en lo relativo al número de fechas necesarias por unidad estratigráfica y sobre todo: si las dataciones corresponden con el entorno de la puerta 1 ¿un tramo es un foso?

## Agradecimientos:

Trabajo desarrollado en el contexto de Perdiggões Global Research Program.

Proyecto de Investigación I+D+i: Arqueología y Patrimonio en los recintos de fosos de la Península Ibérica. Perdiggões (Renguengos de Monsaraz, Portugal) como caso de estudio (HAR2010-21610). Ministerio de Ciencia e Innovación (España) Vigencia 2011-2013. Proyectos coordinados C01 y C02.

## Bibliografía:

- [Bal15] Balsera V., Bernabeu-Aubán J., Costa-Caramé M., Díaz-Del-Río P., García-Sanjuán L., y Pardo S. (2015) The radiocarbon chronology of southern Spain's late prehistory (5600 – 1000 CAL BC). *Oxford Journal of Archaeology*, 34(2), pp. 139–156.
- [Bay07] Bayliss A., Bronk-Ramsey C., Van Der Plicht J., y Whittle A. (2007) Bradshaw and Bayes: Towards a Timetable for the Neolithic. *Cambridge Archaeological Journal*, 17, 1. doi:10.1017/S0959774307000145
- [Box79] Box G.E.P. (1979) Robustness in scientific model building. En: R.L. Launer y G.N. Wilkinson (eds.) *Robustness in Statistics*. New York (NY): Academic Press, pp. 201–36
- [Bro09a] Bronk-Ramsey C. (2009a). Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates. *Radiocarbon*, vol 51, pp. 337-360.
- [Bro09b] Bronk-Ramsey C. (2009b) Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. *Radiocarbon*, 51(2001), pp. 1023–1045.
- [Bro13] Bronk-Ramsey C., y Lee S. (2013) Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon*, 55(2-3), pp. 720-730.
- [Car-ep] Caro J.L., Compañía-Prieto J.M., Rodríguez-Vinceiro F. y Santamaría-García J.A. (*in press*) Primeros vestigios de metalurgia en el foso 1 (Puerta 1) del yacimiento de Perdiggões. Un avance arqueométrico (Reguengos de Monsaraz, Portugal). *VII Encuentro de Arqueología del suroeste peninsular. Aroche (España)*. Serpa (Portugal), 2013.
- [Gui05] Guilderson T., Reimer P., Brown T. (2005) The boon and bane of radiocarbon dating. *Science* 307(5708). Pp. 362–4



- [Lag98] Lago M., Duarte C., Valera A., Albergaria J., Almeida F. E. y Carvalho A. (1998) Povoado dos Perdígões (Reguengos de Monsaraz): dados preliminares dos trabalhos arqueológicos realizados em 1997, *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 1(1), pp. 45-152.
- [Mar13a] Márquez Romero J. E., Mata Vivar E., Jiménez Jáimez V. Y Suárez Padilla J., (2013) Dataciones absolutas para el foso 1 de Perdígões (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Reflexiones sobre su cronología y temporalidad. *SPAL* 22, pp. 17-27.
- [Mar11a] Márquez-Romero J.E., Valera A.C., Becke, H., Jiménez-Jaimez V., Suárez-Padilla J. (2011) El Complejo Arqueológico dos Perdígões (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Prospecciones Geofísicas – Campaña 2008-09. *Trabajos de Prehistoria*, 68(1). Pp. 175-186.
- [Mar11b] Márquez-Romero J.E., Suárez-Padilla J., Jiménez-Jaimez V., Mata-Vivar E. (2011) Avance a la Secuencia Estratigráfica del “Foso 1” de Perdígões (Reguengos de Monsaraz, Portugal) a partir de las campañas 2009 y 2010. *Menga, Revista de Prehistoria de Andalucía*, (2). Pp. 157-174.
- [Mar13] Márquez-Romero J.E. y Jiménez-Jáimez V. (2013) Monumental ditched enclosures in southern Iberia (fourth-third millennia BC). *Antiquity*, vol. 87, no. 336, pp. 447-460.
- [Mar14] Márquez-Romero J.E., Mata E., Suárez J., Jiménez-Jáimez V. y Caro J.L. (2014) Yacimiento de Perdígões (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Actividades arqueológicas de la Universidad de Málaga (Trienio 2009-2011). In: García Alfonso E. (ed.) *Movilidad, contacto y cambio. II Congreso de Prehistoria de Andalucía*, Antequera: Junta de Andalucía. Pp. 343-349.
- [Rei13] Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Ramsey C.B., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hafliðason H., Hajdas I., Hatte C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., van der Plicht J. (2013) Intcal13 And Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years Cal BP, *Radiocarbon*, Vol. 55, pp. 1869-1887. (doi:10.2458/azu\_js\_rc.55.16947).
- [Sua-ep] Suárez-Padilla J., Márquez-Romero J.E., Caro-Herrero J.L., Mata-Vivar E., Cuevas-Albadalejo P., Jiménez-Jaimez V., Altamirano-Toro E., Milesi-García L. y Crespo-López E. (*in press*) Excavaciones arqueológicas en la Puerta 1 del yacimiento de Perdígões (Reguengos de Monsaraz, Portugal). Universidad de Málaga. Campaña de 2013. *VII Encuentro de Arqueología del suroeste peninsular. Aroche (España)*. Serpa (Portugal), 2013.
- [Tel04] Telford R. J., Heegaard E., y Birks H. J. B. (2004) All age-depth models are wrong: But how badly? *Quaternary Science Reviews*, 23, pp. 1–5. doi:10.1016/j.quascirev.2003.11.003
- [Val14] Valera A.C., Silva A.M. y Márquez Romero J.E. (2014) The temporality of Perdígões enclosures: absolute chronology of structures and practices. *SPAL* 23, pp. 11-26.
- [Voo87] Voorrips A., 1987. Formal and statistical models in archaeology. En: M.S. Aldenderfer (ed.) *Quantitative Research in Archaeology*. Beverly Hills (CA): Sage, pp. 61–72.
- [Whi11] Whittle A., Healy F., Bayliss A., (2011) Gathering time: dating the early Neolithic enclosures of southern Britain and Ireland. Oxford, Oxbow.

---

i Cal y mod = calibrada y modelada bayesianamente.

ii  $\mu$ = media,  $\sigma$  : desviación, m=mediana