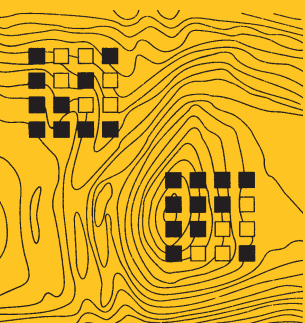


Año 2021. urtea

N.º 33. zk.



TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA NAVARRA

SEPARATA

Los perfiles sedimentarios del yacimiento arqueológico de Resa (Andosilla, Navarra)

Reconstrucción de los procesos ambientales
y humanos en el valle del Ebro entre la
Antigüedad y la Edad Media

Josu Narbarte, Mattin Aiestaran, Aitor Pescador,
Eneko Iriarte, Oihane Mendizabal Sardonís, Eukén Alonso,
Carlos Resa, Jantxo Agirre Mauleon

Los perfiles sedimentarios del yacimiento arqueológico de Resa (Andosilla, Navarra)

Reconstrucción de los procesos ambientales y humanos en el valle del Ebro entre la Antigüedad y la Edad Media

Resako aztarnategi arkeologikoaren profil sedimentarioak (Andosilla, Nafarroa). Antzinarotik Erdi Arora bitarteko Ebro bailarako ingurumen eta giza prozesuak berritzea

The sedimentary profiles at the archaeological site of Resa (Andosilla, Navarre). Reconstruction of the environmental and human processes in the Ebro Valley between Ancient Times and the Middle Ages

Josu Narbarte, Mattin Aiestaran, Aitor Pescador,
Eneko Iriarte, Oihane Mendizabal Sandonís,
Eukén Alonso, Carlos Resa, Juantxo Agirre Mauleon
Sociedad de Ciencias Aranzadi
Correo de contacto: jnarbarte@aranzadi.eus

DOI: <https://doi.org/10.35462/TAN33.1>

Este trabajo ha contado con el apoyo del Gobierno de Navarra a través de la convocatoria de Ayudas a Entidades Locales para la realización de intervenciones arqueológicas y paleontológicas. Agradecemos su aportación a todos los voluntarios de Andosilla que han participado en los trabajos de excavación, a los técnicos de Arqueología del Gobierno de Navarra que han supervisado las operaciones y a los revisores anónimos que contribuyeron con sus comentarios a mejorar la versión final del texto.

Recepción de original: 01/12/2021. Aceptación provisional: 01/03/2022. Aceptación definitiva: 01/03/2022.

RESUMEN

Se presentan los resultados del estudio geoarqueológico de los perfiles sedimentarios del yacimiento de Resa, poniéndolos en relación con las evidencias arqueológicas y documentales disponibles. La caracterización estratigráfica, sedimentológica, elemental y mineralógica de los depósitos sedimentarios permite trazar una larga secuencia cronológica que abarca desde una probable ocupación altoimperial hasta la Baja Edad Media, con momentos de importante transformación en torno al siglo III, durante la Alta Edad Media y en los siglos XIV-XV, momento de su despoblación.

Palabras clave: geoarqueología; arqueología del paisaje; paleoclima; despoblados.

LABURPENA

Resako aztarnategiko profil sedimentarioen azterketa geoarkeologikoaren emaitzak aurkezten dira, eskura dauden aztarna arkeologiko eta dokumentalekin lotuz. Metakin sedimentarioen karakterizazio estratigrafiko, sedimentologiko, oinarritzko eta mineralogikoak sekuentzia kronologiko luze bat marraztea ahalbidetzen du, goi inperioko balizko okupaziotik Behe Erdi Arora bitartekoa, eta bertan eraldaketa handiko uneak egon ziren III. mendearen inguruan, Goi Erdi Aroan eta XIV.-XV. mendeetan; azken mende horretan, hain zuzen, jendez hustu zen.

Gako hitzak: geoarkeologia; paisaiaren arkeologia; paleoklima; jenderik gabeko eremuak.

ABSTRACT

The results of the geoarchaeological study of the sedimentary profiles at the Resa site are presented here, connecting them to the archaeological and documentary evidence available. The stratigraphic, sedimentological, elementary and mineralogical characterisation of the sedimentary deposits allows to trace a long chronological sequence which extends from probable occupation during the early Roman empire to the Late Middle Ages, with moments of significant transformation around the third century, during the Early Middle Ages, and in the fourteenth and fifteenth centuries, when the site was deserted.

Keywords: geoarchaeology; landscape archaeology; paleoclimate; deserted settlements.

1. INTRODUCCIÓN. 2. EL YACIMIENTO Y SU ENTORNO. 3. MATERIALES Y MÉTODOS. 3.1. Muestreo. 3.2. Caracterización físico-química. 3.3. Caracterización estratigráfica. 3.4. Datación. 4. RESULTADOS. 4.1. Caracterización geoquímica. 4.2. Estratigrafía. 4.3. Datación. 5. DISCUSIÓN. 5.1. Fase 1: el Alto Imperio. 5.2. Fase 2: el Bajo Imperio (siglo III d. C.). 5.3. Fase 3: la Alta y Plena Edad Media (siglos VI-XII). 5.4. Fase 4: de la Baja Edad Media (siglos XIV-XV) a la actualidad. 6. CONCLUSIÓN. 7. LISTA DE REFERENCIAS.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio arqueológico de la interacción entre grupos humanos y su medio ambiente ha conocido en las últimas décadas un importante desarrollo en toda Europa (p. ej., Aston & Gerrad, 2013; Blume & Leinweber, 2004; Bonfanti et al., 1997; Crumley et al., 2017; Guzmán, 2016; Hoskins, 1955; Quirós-Castillo, 2014). Estos trabajos están contribuyendo cada vez más a evidenciar la gran complejidad que caracteriza los paisajes culturales de época histórica, poniendo de relieve la necesidad de elaborar marcos conceptuales novedosos que permitan reconsiderar estos espacios desde una perspectiva diacrónica y de paisaje, basada en la integración de registros diversos (p. ej. Johnson, 2006; Kluiving & Guttmann-Bond, 2012).

Estos parámetros teóricos y metodológicos han sido aplicados en la reciente intervención arqueológica realizada por la Sociedad de Ciencias Aranzadi en el yacimiento arqueológico de Resa (Navarra). La existencia en este lugar de varios sectores y estructuras distintas, distribuidas en un entorno relativamente amplio, pero incluido en un marco geográfico común, sugería la necesidad de generar un registro estratigráfico que fuera representativo de la evolución histórica de este paisaje en la larga duración. El objetivo era que el registro obtenido pudiera servir como marco de referencia para contextualizar los distintos elementos arqueológicos identificados en el curso de los últimos tres años, incorporando en su análisis tanto el impacto de los procesos ambientales como el de la acción humana. Se planteó, para ello, el estudio estratigráfico y sedimentológico de un perfil muestreado a tal efecto, siguiendo la metodología geoarqueológica que se ha venido ensayando en otro tipo de contextos (p. ej., Narbarte et al., 2019; Narbarte et al., 2020).

En las páginas que siguen, se describirá en primer lugar el yacimiento arqueológico (apartado 2), situando los distintos sectores identificados hasta la fecha en su contexto espacial y cronológico. En el apartado 3, se describirá la metodología seguida para la recuperación y análisis de las muestras, pasando a continuación (apartado 4) a presentar los resultados y a proponer una estratigrafía de conjunto. En el apartado 5 se discutirán los principales procesos que se reflejan en dicha estratigrafía y se propondrá una serie de fases, poniendo en relación las evidencias obtenidas con los registros disponibles en los distintos sectores del yacimiento y con otras realidades cercanas. Finalmente, en el apartado 6 se plantearán unas conclusiones generales.

2. EL YACIMIENTO Y SU ENTORNO

El sitio arqueológico de Resa, incluido en el Inventario arqueológico de Navarra (referencia: 09-31-015-0007), se encuentra radicado en término municipal de Andosilla, aunque geográficamente se halla más cercano al núcleo urbano de Sartaguda (Navarra). El yacimiento se asienta entre dos unidades geomorfológicas bien definidas. Por un lado, se encuentra enmarcado por el relieve producido por las rocas del anticlinal de Sartaguda, un pliegue de hasta 406 metros de altitud, orientado de noroeste a sudeste y formado por rocas sedimentarias miocenas entre las que destacan yesos, arcillas, areniscas y calizas¹. Por otro lado, limita con el río Ebro, entre cuyos meandros se abre una serie de terrazas fluviales de cronología pleistocena y holocena, formadas por gravas poligénicas y arenas y arcillas en proporciones variables, con clastos de calizas, cuarcitas, areniscas y microconglomerados, localmente cementados por carbonatos². Entre las distintas terrazas, se documentan también varios meandros y cursos abandonados, con características litológicas similares³.

En el marco de Resa se distinguen, atendiendo a la nomenclatura operante en la Sección de Arqueología del Gobierno de Navarra, dos yacimientos diferenciados. Por un lado, el yacimiento Resa-1 abarca el denominado Cementerio de los Moros, un amplio canchal (depósito de coluviones en la base del anticlinal) situado sobre la amplia terraza fluvial conocida como La Veguilla. El yacimiento se encuentra en el límite del espacio inundable durante los periodos de recurrencia de cincuenta años (fig. 2). Los trabajos arqueológicos realizados hasta la fecha se han centrado principalmente en esta área, definiéndose dos sectores de excavación: el sector 1/100, situado en un punto elevado del canchal a una altitud aproximada de 320 m s. n. m.; y el sector 1/200, localizado a unos 50 metros de la anterior, sobre la superficie de La Veguilla a una

- 1 Cartografía Geológica de Navarra, escala 1:25.000. Hoja 205-III (Pradejón). Unidades 338 (yesos), 340 (arcillas rojas, areniscas y calizas micríticas), 341 (yesos y margas).
- 2 Cartografía Geológica de Navarra, escala 1:25.000. Hoja 205-III (Pradejón). Unidades 521 y 524 (gravas y arenas; terrazas altas, medias y bajas).
- 3 Cartografía Geológica de Navarra, escala 1:25.000. Hoja 205-III (Pradejón). Unidad 530 (gravas arenas y lutitas); v. también la unidad 536 (limos y arcillas ocreas con cantos).

altitud aproximada de 305 m s. n. m. Por otro lado, el yacimiento Resa-2 abarca un conjunto de cuevas abiertas en la pared rocosa miocena, el llamado Castillo de Resa, con un control privilegiado sobre el valle del Ebro. Entre ambas zonas, las vegas del Ebro están actualmente dedicadas a cultivos intensivos de regadío, aunque perduran aún algunos fragmentos de sotos y áreas arboladas, especialmente en los puntos más cercanos al Ebro.

El Ayuntamiento de Andosilla ha promovido tres campañas de investigaciones arqueológicas en Resa, en 2018, 2019 y 2020. Los trabajos han sido desarrollados por

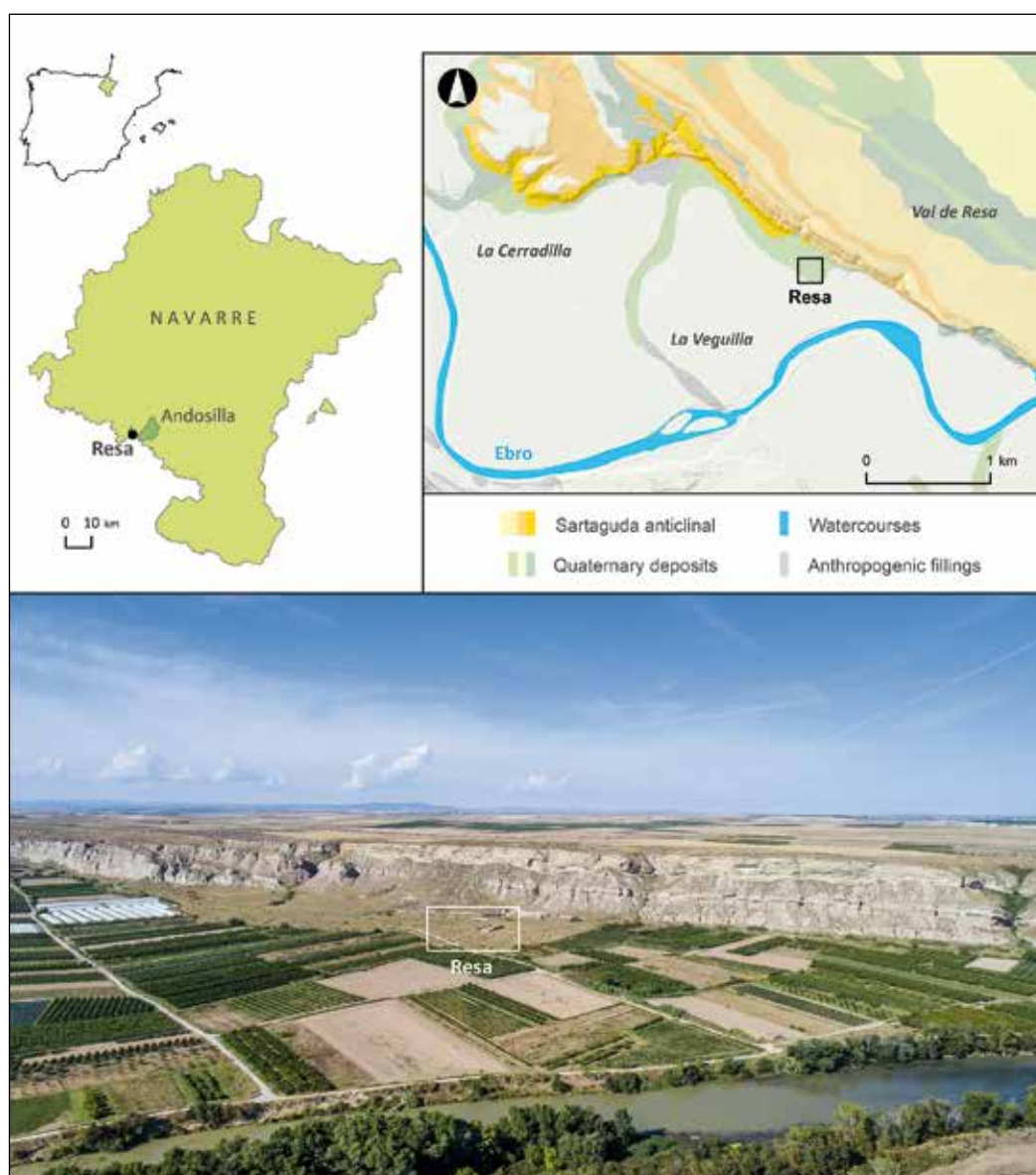


Figura 1. Localización y planimetría general del yacimiento de Resa.

el Departamento de Arqueología Histórica de la Sociedad de Ciencias Aranzadi y han contado con el apoyo del Departamento de Cultura del Gobierno de Navarra y del voluntariado del vecindario local. En el momento en que arrancaron los trabajos, el yacimiento Resa-1 se encontraba fuertemente afectado por la extracción mecánica de tierras con el objetivo de reforzar las defensas del Ebro, realizada entre 1975 y 1977. Estas operaciones habían supuesto la apertura de una amplia trinchera en el canchal, en cuyo cantil quedaron expuestos restos de varios enterramientos dentro de una secuencia estratigráfica de gran potencia. Dicha trinchera sirvió como referencia para la realización de los primeros trabajos en 2019, y fue ampliada con maquinaria en 2020 para proceder a la excavación del sector 1/200. El trabajo que aquí se presenta partió del nuevo cantil creado durante dicha ampliación, con el fin de realizar una caracterización estratigráfica que permitiera reconstruir la secuencia de ocupación del yacimiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Muestreo

La estrategia de muestreo hubo de adaptarse a las características del propio yacimiento y al estado de los trabajos arqueológicos en el momento de plantear el presente estudio. Así, en aquellos puntos en los que el perfil a muestrear aparecía expuesto en la sección del área de excavación, las muestras se tomaron directamente sobre dicho perfil, buscando en todo momento la analogía con las unidades estratigráficas visibles. En cambio, allí donde esta estrategia de muestreo no resultaba factible se optó por una recuperación de sondeos en columna, empleando para ello una sonda mecánica Van Walt / Eijkelkamp. De este modo, el perfil sedimentario del yacimiento de Resa se muestreó mediante la yuxtaposición de tres operaciones distintas (fig. 2).

En primer lugar, una vez excavada la gran estructura identificada en el sector 1/200, se seleccionó una porción de la sección oeste del área de excavación, donde tras la intervención de 2020 había quedado expuesta una secuencia de ca. 2 m de espesor con varias unidades estratigráficas superpuestas visibles a simple vista. Las coordenadas de este punto de muestreo son: X, 580661.762; Y, 580661.762; altitud, 307. Se comenzó por una limpieza cuidadosa de esta sección (P1), con el fin de fotografiar la disposición de los distintos estratos que la formaban. Una vez realizado este trabajo, se procedió a muestrear el sedimento a intervalos regulares de 10 cm, partiendo desde la cota de la última unidad estratigráfica excavada hacia techo, abarcando un total de 135 cm de sedimento (fig. 3). Se tomó en cada caso una cantidad aproximada de 500 ml; cuando se identificó la presencia de algún elemento de interés (carbón, elementos litológicos o materiales arqueológicos), fue muestreado separadamente (tabla 1). Los depósitos más superficiales (ca. 80 cm) no pudieron ser muestreados, al constar de sedimentos de grano grueso (clastos) fuertemente compactados.

Esta dificultad fue solventada mediante la realización de una segunda intervención, que consistió en la recuperación de un testigo de sondeo (Z3) en un área no excavada, a escasos metros al oeste de la sección P1 y a unos cincuenta metros al sur del sector 1/100.

Las coordenadas de este punto de sondeo fueron: X, 580647.505; Y, 4691788.725; altitud, 307.248. Se llevó a cabo una sola maniobra de sondeo, que permitió recuperar 1 m de registro sedimentario. Tras comprobar la correspondencia del mismo con la sección

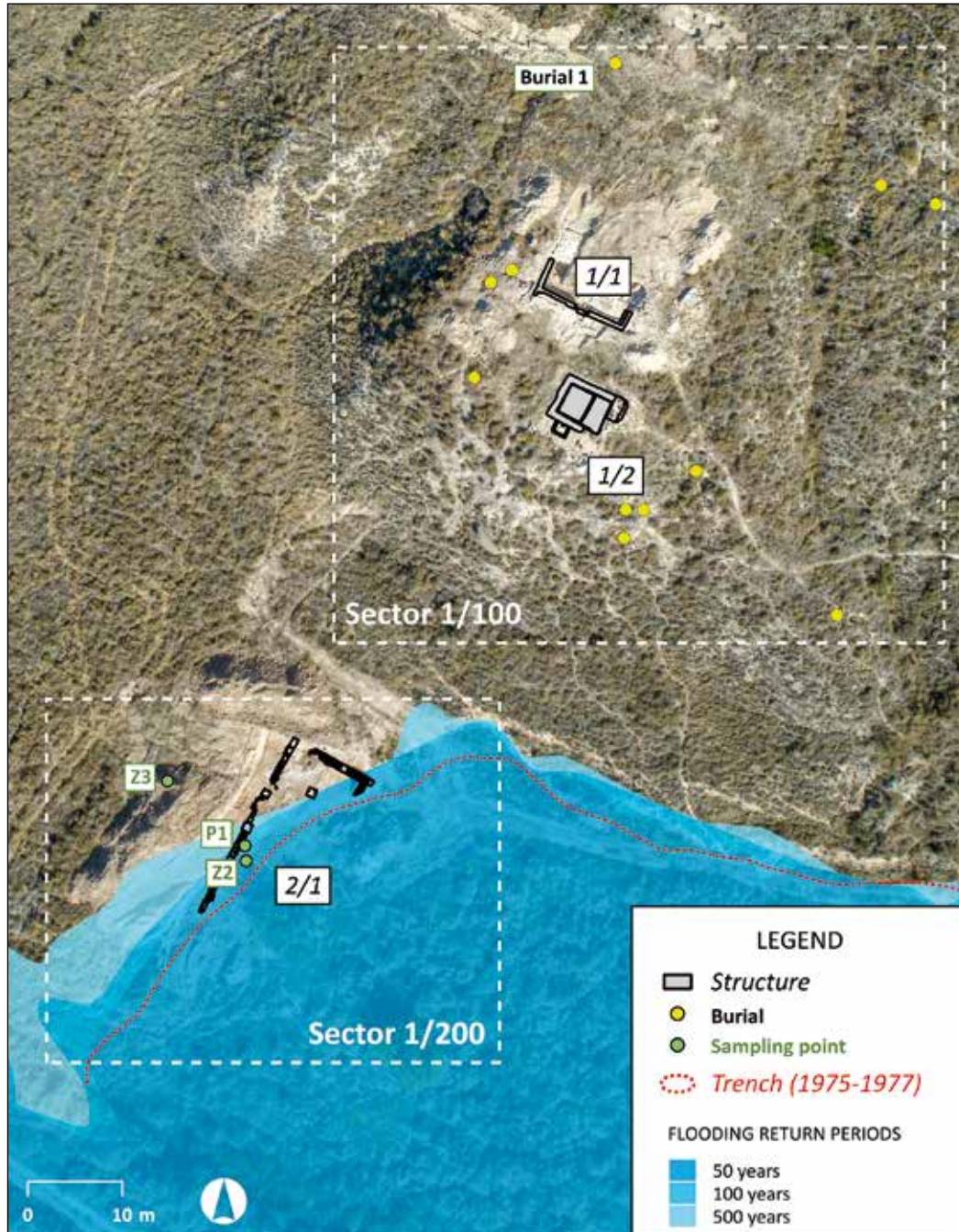


Figura 2. Planimetría del área Resa-1, con indicación de los sectores de excavación 1/100 y 1/200, las principales estructuras excavadas, y los puntos de muestreo de la secuencia sedimentaria.

P1 en términos de color y textura, se procedió a muestrear, a intervalos de 10 cm, los 85 cm más superficiales, considerados análogos a la porción que había quedado sin muestrear en dicha sección P1.

En tercer lugar, se recogió un nuevo sondeo (Z2) en la base de la sección P1, junto a la estructura excavada en el interior del sector 1/200, con el fin de documentar la secuencia aún sin excavar por debajo de este nivel. Las coordenadas de este punto de sondeo fueron: X, 580663.057; Y, 4691781.138; altitud, 304.741. Se realizó una sola maniobra de sondeo, que permitió la recuperación de 1 m de registro sedimentario.

Un tercer sondeo (Z1), realizado en el interior de la estructura excavada en el sector 1/200, no fue analizado para el presente trabajo por considerarse redundante con el sondeo Z2 a efectos de caracterizar el perfil sedimentario local. Sus coordenadas fueron: X, 580665.707; Y, 4691779.506; altitud, 304.740.

Tras su recuperación, los testigos fueron muestreados a intervalos regulares de 10 cm. Todas las muestras obtenidas fueron selladas y conservadas a 2-3 °C hasta su apertura para ser procesadas en el laboratorio.



Figura 3. Sección expuesta del perfil estratigráfico P1, con indicación de las unidades estratigráficas definidas *de visu*, tras su muestreo a intervalos regulares de 10 cm. Nótese la diferenciación de los estratos en función del color y textura de los sedimentos.

Tabla 1. Relación de muestras recuperadas del perfil P1

Profundidad (cm)	Muestra
170	carbón
180	carbón
180	tejas
190	carbón
210	yeso
230	carbón

3.2. Caracterización físico-química

Una vez en el laboratorio, se llevó a cabo una serie de análisis geoquímicos para la caracterización de las muestras del perfil: análisis de la composición mineralógica mediante difracción de rayos X (DRX), de la geoquímica elemental mediante fluorescencia de rayos X (FRX) y del contenido en carbono orgánico mediante ignición (LOI). Todos los análisis se realizaron en el Parque Científico-Técnico de la Universidad de Burgos.

3.2.1. Difracción de rayos X (XRD)

La composición mineralógica de los sedimentos muestreados se determinó mediante difracción de rayos X (DRX). Para ello, las muestras fueron molidas en un mortero de ágata hasta reducir las a una fracción de polvo fino y homogéneo. Dicha muestra fue analizada utilizando un difractómetro Bruker D8 Advance (Davinci) de geometría Bragg-Brentano, compuesto por un generador de 3 kW, tubo cerámico de rayos X tipo KFL Cu, láser-video microscopio para ajuste de la muestra pulverizada, detector ultra rápido Lynx-Eye, detector de estado sólido Sol-X, óptica para SAXS y una cámara de temperatura DCS 350 y equipamiento de baja temperatura. Todos los resultados obtenidos (difractogramas) fueron analizados e interpretados utilizando el software DIFFRACplus basic EVA.

3.2.2. Fluorescencia de rayos X (XRF)

La fluorescencia de rayos X (FRX) se empleó para la identificación y medida semi-cuantitativa (en porcentaje, %) de la concentración de los distintos elementos químicos presentes en las muestras de sedimento. El objetivo de este análisis consistió en determinar la variabilidad de la concentración de los distintos elementos químicos a lo largo del registro sedimentario, para poder definir con precisión las unidades estratigráficas presentes en el mismo e identificar los procesos ambientales y antrópicos que habían contribuido a su formación.

Para el análisis se prepararon perlas de vidrio mediante la fusión del sedimento, garantizando su homogeneidad y evitando así los efectos del tamaño de partícula, densidad y matriz. El equipamiento utilizado para la determinación geoquímica elemental fue un Thermo Electron Corporation ARL ADVAT XP Sequential XRF con

una perladora Claisse Fluxy. La medida se derivó de la dispersión de longitudes de onda con una potencia de 1200 W, un goniómetro Universal F45 con cuatro colimadores (0.15, 0.25, 0.6 y 2,6 mm), 6 cristales (LiF200, PET, LiF220, Ge111, AX16 y TLAP) y, por último, dos detectores con un flujo proporcional y de centelleo. La medición e interpretación de los resultados se realizó utilizando los programas WinXRF. ADVANT 3.2.1 y UniQuant v. 5.47.

3.2.3. *Carbono orgánico (LOI)*

La presencia de carbono orgánico en las muestras se midió mediante Loss On Ignition (LOI). Este método analiza el porcentaje en peso (%) del carbono orgánico de las muestras (Heiri et al., 2001). La técnica consiste en un proceso de deshidratación y combustión en mufla, en un horno HD-230 PAD equipado con un programador de rampas. Para ello, después de la limpieza y el secado de los crisoles se pesan junto con la muestra (0,5 gr de sólido seco pulverizado) y se introducen en la mufla durante catorce horas a unos 110 grados (deshidratación). Tras este proceso se procede a pesar tanto las muestras como los crisoles y se vuelven a introducir durante cinco horas a la mufla a 550 grados y después se vuelven a pesar las muestras y crisoles.

Mediante las fórmulas:

$$\text{LOI } 110^{\circ} = 100 (\text{WS} - \text{DW}110) / \text{WS} \text{ y } \text{LOI } 550^{\circ} = 100 (\text{DW}110 - \text{DW}550) / \text{WS}$$

(WS= peso de la muestra a temperatura ambiente, DW110=peso de la muestra a 110 grados, DW550 peso de la muestra a 550 grados)

se calculan los resultados en base a la disminución del peso de cada muestra, que refleja el porcentaje del peso de la materia orgánica combustionada (liberada en forma de CO₂) en la muestra.

3.2.4. *Tratamiento estadístico: análisis de componentes principales (PCA)*

Los resultados geoquímicos del análisis de XRF y de LOI fueron filtrados y analizados conjuntamente mediante métodos de estadística multivariante, en particular mediante un análisis de componentes principales (PCA; Hotelling, 1933), usando el programa SPSS 23.0. Esta técnica permitió reducir el número de variables obtenidas del análisis de FRX y LOI a una serie de factores principales que son una combinación lineal de las variables originales, independientes entre sí, a partir de las cuales es posible reconocer e interpretar los distintos procesos ambientales y antrópicos que explican la variabilidad presente en los resultados analíticos (p.ej., Giralt et al., 2008, 2011; Margalef et al., 2014). El PCA se realizó en modo de correlación. Se evaluaron soluciones rotadas (Varimax) y no rotadas, seleccionando la que mejor se ajustaba a la varianza de los datos geoquímicos. Los coeficientes de correlación de cada una de las variables fueron clasificados en función de la varianza explicada: un coeficiente de > 0,7 es considerado de correlación alta, al explicar un > 49 % de la varianza de un elemento dado; un coeficiente de 0,7-0,5 se considera como una correlación moderada, al explicar un 25-49 % de varianza; mientras que un coeficiente de < 0,5 se considera como una correlación baja, al explicar < 25 % de varianza.

3.3. Caracterización estratigráfica

Los resultados de los distintos análisis realizados (DRX, FRX y LOI), así como los componentes principales obtenidos del PCA y otros indicadores como el color y la textura de los sedimentos, fueron considerados conjuntamente para la caracterización estratigráfica del perfil. Así, se definió una serie de unidades estratigráficas cuyo proceso de formación se interpretó en base a sus características sedimentológicas, mineralógicas y composicionales, para después confrontar estos resultados con la estratigrafía obtenida de los distintos sectores de excavación.

3.4. Datación

En el marco del proyecto se han realizado varias dataciones radiocarbónicas de materiales arqueológicos recuperados en los sectores de excavación 1/100 y 1/200. Las muestras se enviaron a datar a los laboratorios de la Universidad de Uppsala, donde se realizaron las mediciones y se calibraron los resultados usando el software IOSACal 0.4.1 y los datos atmosféricos de Reimer et al. (2013).

Estas dataciones se emplearon como referencia para establecer la cronología del perfil analizado en este trabajo, buscando la analogía entre las estratigrafías de ambos registros. Dada la correspondencia exacta entre la estratigrafía del perfil y la del sector de excavación 1/200, las dataciones provenientes de este sector se asociaron directamente a la estratigrafía del perfil. Por el contrario, las dataciones del sector 1/100 solo pudieron asociarse mediante analogías indirectas a la estratigrafía del perfil analizado, por lo que únicamente se consideraron como una referencia genérica para la secuencia de ocupación del yacimiento.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización geoquímica

4.1.1. Difracción de rayos X (DRX)

Los resultados completos de los análisis de DRX se encuentran recogidos en la tabla 2. La composición mineralógica de las muestras analizadas varía de manera significativa a lo largo del registro. Se han identificado cuatro fases minerales mayoritarias (> 15 %) y dos más que presentan contenidos significativos (5-10 %) (fig. 4 y tabla 2).

El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es el mineral más abundante en el conjunto del registro analizado (contenido promedio de 25,29 %), aunque con fuertes variaciones entre los valores mínimos (2,30 %) y máximos (70,09 %) que alcanza. En líneas generales, su concentración es más baja en la porción inferior de la secuencia, y tiende a aumentar hacia techo.

La calcita (CaCO_3) tiene valores medios del 23,89 % de la secuencia. Muestra una importante variabilidad entre sus valores mínimos (9,85 %) y máximos (45,44 %), aunque esta es más moderada que en el caso del yeso. En líneas generales, el contenido en

calcita es más alto en la porción inferior del registro, disminuyendo paulatinamente hacia techo.

El cuarzo (SiO_2) presenta contenidos medio del 18,58 % de la secuencia analizada. Alcanza sus valores más bajos (5,42 %) en la porción superior del registro, aumentando progresivamente en los depósitos más inferiores. Sus valores máximos (hasta 43,20 %) se dan entre los 180 y los 265 cm de profundidad, volviendo a bajar después hasta valores medios.

La dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) presenta contenidos medios del 16,12 % de la secuencia analizada. Muestra una presencia similar a lo largo de la secuencia, con picos máximos de hasta el 26,55 %, salvo en dos puntos (0-35 cm y 180-265 cm), donde su contenido es significativamente menor (hasta 5,72 %).

Los minerales arcillosos están representados por filosilicatos del grupo de la moscovita ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$) y, en menor medida, por la lepidolita ($\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Si},\text{Rb})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$) y la chamosita ($(\text{Fe}_2^+, \text{Mg})_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$). En conjunto, el contenido de estos minerales varía alrededor de un 9,46 % en las muestras de la secuencia analizada, aunque con importantes variaciones entre sus valores mínimos (0 %) y máximos (15,37 %). Su presencia es regular a lo largo del registro, excepto en los 50 cm superiores, donde decrece de manera significativa hasta desaparecer en las muestras más superficiales.

Finalmente, los feldespatos están representados por la albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) y, de manera esporádica, también por la sanidina ($\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$) y la microclina (KAlSi_3O_8). Presentan valores medios de un 6,02 % del contenido total de la secuencia analizada, con fuertes oscilaciones entre los valores mínimos (0 %) y máximos (21,58 %). Sus valores más altos se dan entre los 180 y los 265 cm de profundidad; en el metro superior del registro, por el contrario, sus valores tienden a decrecer de manera significativa, hasta desaparecer en las cuatro muestras más superficiales.

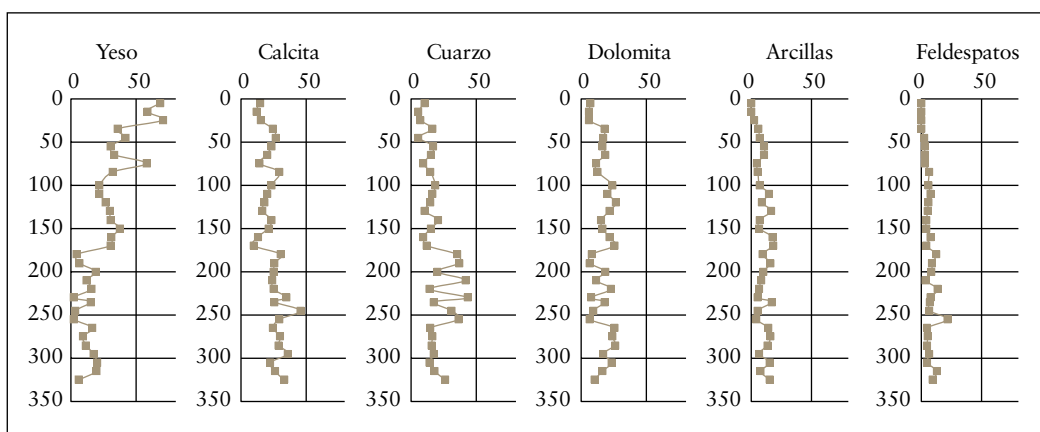


Figura 4. Síntesis de la composición mineralógica (% wt.) obtenida a partir del análisis (DRX) de las muestras de la secuencia estratigráfica analizada.

Tabla 2. Resultados del análisis de DRX expresados en porcentaje del peso (% wt.)

Profundidad (cm)	Cuarzo	Feldspatos	Mins. Arcilla	Yeso	Calcita	Dolomita
5	10,29	0,00	0,00	68,38	14,43	6,90
15	5,42	0,00	0,00	58,15	11,77	6,02
25	6,86	0,00	2,37	70,09	14,96	5,72
35	15,95	0,00	5,99	35,91	24,24	17,91
45	5,61	2,45	6,84	41,57	26,74	16,79
55	16,91	2,64	10,46	30,31	23,31	16,36
65	14,96	2,78	10,72	33,11	19,80	18,63
75	9,23	3,03	4,63	57,72	14,29	11,11
85	14,75	6,16	5,44	31,64	29,39	12,62
100	18,36	5,67	7,01	21,84	23,20	23,92
110	16,40	7,49	14,68	21,45	19,79	20,18
120	14,43	5,55	8,94	26,63	17,90	26,55
130	10,30	5,36	16,58	29,72	16,40	21,64
140	20,33	3,93	7,04	30,12	23,27	15,31
150	15,15	3,93	6,63	37,09	21,01	16,19
160	9,22	7,80	17,70	30,87	12,96	21,45
170	12,09	4,27	18,01	30,22	9,85	25,57
180	35,23	12,36	9,46	4,56	30,54	7,85
190	37,00	8,88	15,77	6,24	25,59	6,51
200	19,80	8,45	9,70	18,75	24,97	18,37
210	41,67	3,47	7,89	11,81	23,81	11,35
220	14,25	13,40	6,38	15,80	24,70	22,92
230	43,20	7,36	5,07	2,31	34,68	7,37
235	17,35	7,28	16,98	15,03	25,58	17,79
245	30,76	6,52	5,00	3,34	45,44	8,95
255	36,36	21,58	4,08	2,30	29,41	6,26
265	14,54	4,63	14,23	16,46	24,52	25,61
275	16,13	5,14	15,89	9,00	29,94	23,90
285	15,55	4,84	13,57	11,44	28,92	25,69
295	17,15	6,57	6,47	17,22	35,73	16,86
305	13,81	4,82	15,50	20,01	22,42	23,44
315	17,88	12,81	7,73	19,48	26,04	16,05
325	26,06	9,55	15,37	5,88	32,82	10,33

4.1.2. Fluorescencia de rayos X (FRX) y carbono orgánico (LOI)

El análisis de FRX permitió realizar una medición semicuantitativa de la concentración de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅ y SO₃ en cada muestra. Por su parte, la medición de LOI permitió medir la concentración de C orgánico en cada muestra. Los resultados de ambas mediciones se encuentran recogidos en la tabla 3. El contenido relativo de cada uno de los distintos elementos analizados es, naturalmente,

muy dispar y varía entre una muestra y otra, según la composición mineralógica de los sedimentos y de los procesos deposicionales y postdeposicionales.

En líneas generales, puede decirse que los sedimentos analizados muestran concentraciones significativas de cinco elementos (fig. 5 & tabla 3). Por un lado, el silicio es el elemento más abundante en los sedimentos analizados; su valor promedio es del 34,75 % del peso total del sedimento, y alcanza el 64,8 % en algunos puntos. Junto con el aluminio (9,25 % de promedio), alcanza sus mayores concentraciones en la porción inferior del registro, entre 180 y 350 cm de profundidad, y disminuye significativamente hacia la superficie. Por otro lado, el calcio, el carbono y el azufre muestran también valores elevados, con promedios situados entre el 10 % y el 20 % del peso total; sin embargo, sus concentraciones oscilan de manera muy significativa entre la porción inferior del registro (el azufre cae al 1,93 %, y el calcio al 11,41 %) y la parte superior, donde muestran sus mayores concentraciones (con picos del 34,49 % para el azufre y del 30,62 % para el calcio). Entre los demás elementos, se observan concentraciones importantes de hierro, potasio y sodio, que representan generalmente más del 1 % del peso total del sedimento, y alcanzan valores cercanos o incluso superiores al 5 % en algunos puntos. Finalmente, las concentraciones de titanio, fósforo y manganeso son muy bajas a lo largo de todo el registro, aunque muestran también oscilaciones a lo largo del mismo.

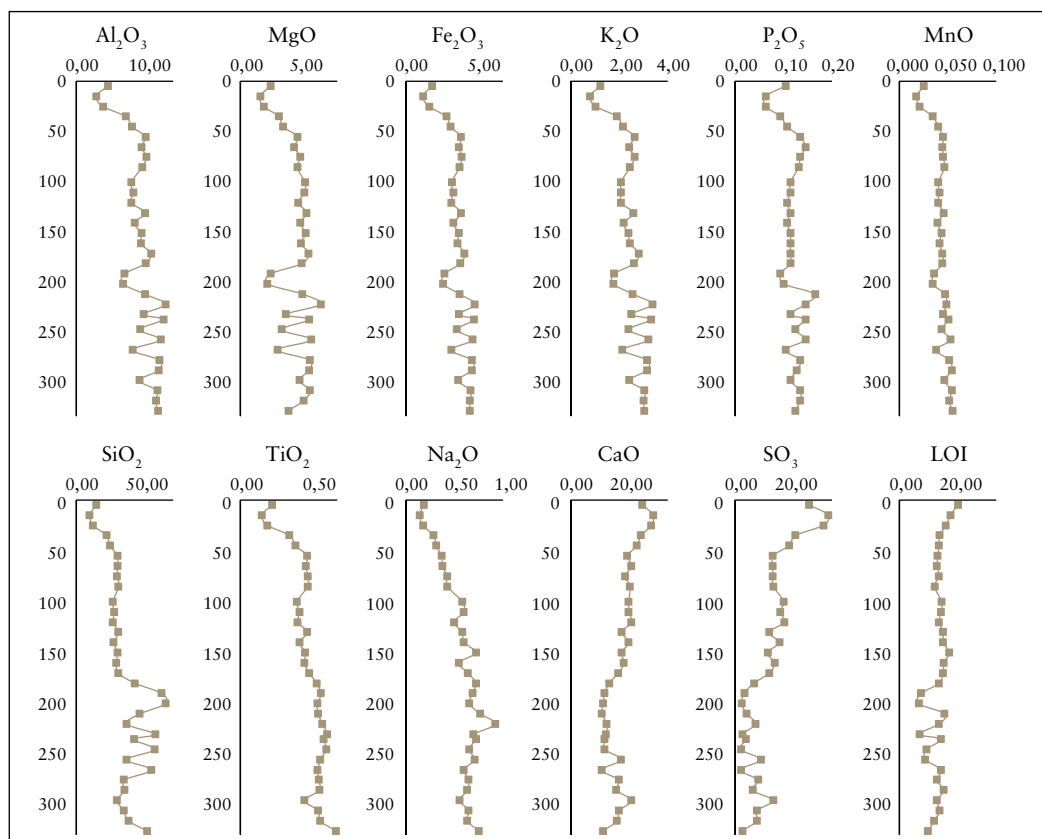


Figura 5. Síntesis de la composición elemental (FRX) de las muestras recogidas en la secuencia estratigráfica.

Tabla 3. Resultados del análisis de XRF

Prof. (cm)	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% MnO	% MgO	% CaO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% TiO ₂	% P ₂ O ₅	% SO ₃	% LOI
5	14,33	4,55	1,58	0,024	2,37	26,71	0,18	1,18	0,19	0,10	27,37	21,42
15	9,65	2,92	1,04	0,017	1,53	30,62	0,14	0,77	0,12	0,06	34,49	18,65
25	11,89	3,86	1,39	0,020	1,79	30,00	0,17	1,00	0,16	0,06	32,71	16,94
35	21,65	7,17	2,42	0,033	3,04	26,20	0,28	1,85	0,29	0,09	22,37	14,60
45	24,15	8,11	2,69	0,039	3,34	24,58	0,30	2,08	0,33	0,10	19,92	14,34
55	29,71	10,02	3,31	0,044	4,54	21,08	0,36	2,55	0,40	0,13	13,92	13,94
65	29,69	9,47	3,18	0,044	4,25	22,61	0,37	2,33	0,39	0,14	13,91	13,61
75	29,62	10,19	3,36	0,044	4,75	20,22	0,41	2,55	0,40	0,13	13,92	14,39
85	30,60	9,54	3,21	0,046	4,49	21,99	0,42	2,38	0,40	0,13	14,10	12,69
100	26,27	8,02	2,76	0,039	5,11	21,55	0,56	2,01	0,34	0,11	17,93	15,30
110	27,28	8,29	2,83	0,040	5,08	21,64	0,58	2,05	0,35	0,11	16,59	15,16
120	26,56	8,01	2,74	0,039	4,59	22,52	0,48	2,00	0,34	0,10	18,26	14,35
130	30,34	9,99	3,32	0,045	5,26	19,05	0,56	2,52	0,40	0,11	12,51	15,88
140	27,03	8,43	2,85	0,039	4,72	21,55	0,58	2,12	0,35	0,10	16,29	15,94
150	29,67	9,48	3,18	0,042	5,19	18,83	0,70	2,31	0,39	0,11	11,95	18,14
160	28,76	9,36	3,10	0,040	4,81	19,79	0,53	2,38	0,38	0,11	14,50	16,24
170	30,30	10,82	3,50	0,044	5,41	17,63	0,62	2,72	0,41	0,11	12,64	15,79
180	42,44	10,06	3,28	0,044	4,87	14,23	0,70	2,53	0,45	0,11	6,85	14,43
190	61,75	7,01	2,31	0,035	2,36	12,51	0,67	1,74	0,48	0,09	3,27	7,78
200	64,80	6,81	2,24	0,033	2,12	11,94	0,64	1,71	0,46	0,10	2,37	6,78
210	45,99	9,95	3,23	0,046	4,92	11,41	0,74	2,49	0,46	0,16	4,18	16,41
220	36,41	12,94	4,14	0,048	6,38	13,44	0,90	3,27	0,49	0,14	7,51	14,34
230	57,19	9,73	3,18	0,044	3,57	13,07	0,68	2,44	0,52	0,11	2,42	7,04
235	41,66	12,64	4,09	0,050	5,48	12,62	0,70	3,21	0,50	0,14	3,82	15,10
245	56,58	9,24	3,07	0,043	3,24	12,60	0,63	2,33	0,51	0,12	2,01	9,62
255	36,31	12,21	4,01	0,052	5,63	18,70	0,69	3,12	0,48	0,14	9,35	9,33
265	54,27	8,20	2,71	0,037	2,92	11,55	0,58	2,08	0,46	0,10	1,93	15,16
275	34,44	12,04	3,95	0,051	5,52	17,82	0,63	3,07	0,47	0,13	8,39	13,50
285	34,84	12,00	3,95	0,053	5,44	17,01	0,61	3,06	0,47	0,12	6,32	16,11
295	29,33	9,21	3,14	0,046	4,66	22,59	0,54	2,36	0,38	0,11	14,00	13,64
305	34,22	11,71	3,88	0,053	5,52	17,95	0,63	2,96	0,46	0,13	7,92	14,58
315	37,70	11,54	3,83	0,051	4,99	17,14	0,61	2,92	0,47	0,13	8,01	12,60
325	51,34	11,87	3,86	0,054	3,78	11,99	0,73	2,95	0,57	0,12	2,45	10,28

4.1.3. Análisis de componentes principales

De acuerdo con el análisis estadístico llevado a cabo, las variaciones en la composición elemental más significativas del registro analizado se resumen en dos componentes principales (CPs), que explican, en conjunto, un 90,6 % de la varianza total.

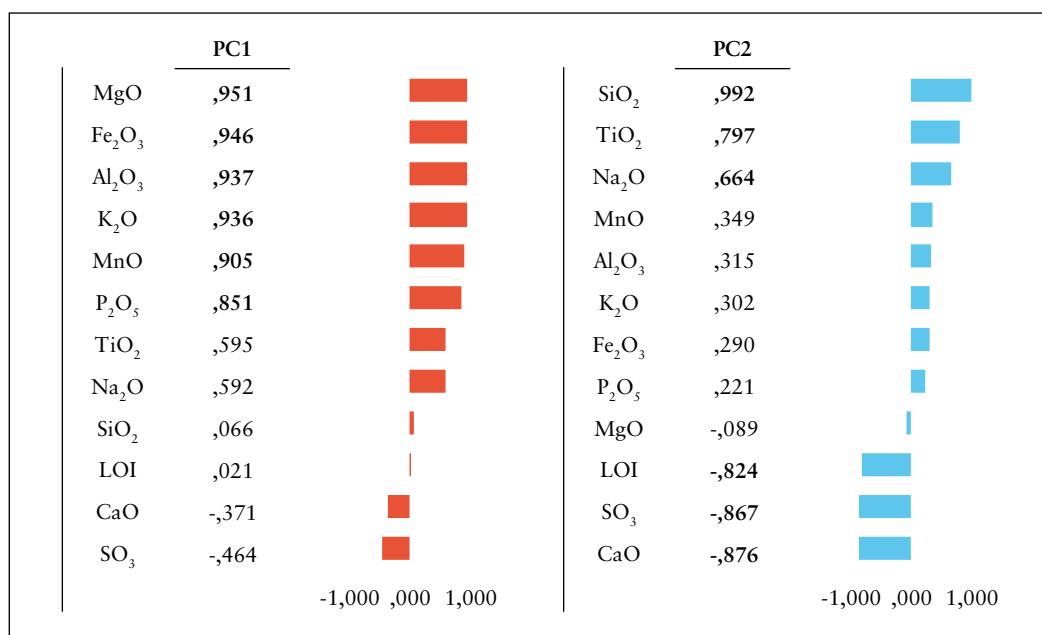


Figura 6. Matriz de correlación e histogramas de los elementos analizados en los componentes principales obtenidos. Los elementos con correlaciones altas y moderadas, tanto positivas como negativas, en los distintos componentes principales se han resaltado en negrita.

El CP1 explica un 70,33 % de la varianza total. MgO, Fe₂O₃, Al₂O₃, K₂O, MnO y P₂O₅ muestran correlaciones positivas altas (> 0,7), mientras que TiO₂ y Na₂O muestran correlaciones positivas moderadas (0,7-0,5) (fig. 6). Elementos como el hierro, el potasio y el titanio se asocian comúnmente con la presencia de minerales arcillosos, por tanto, con sedimentos de grano fino, fundamentalmente de composición silicatada (Koinig et al., 2003; Kylander et al., 2011). Su concentración está relacionada con la presencia variable de minerales de la arcilla (filosilicatos), presentes en los niveles sedimentarios siliciclásticos estudiados y presentan un origen detrítico (alóctono o aportado).

El CP2 explica un 20,27 % de la varianza total. SiO₂ y TiO₂ muestran correlaciones positivas altas y Na₂O muestra una correlación positiva moderada; al contrario, CaO, SO₃ y LOI muestran correlaciones negativas altas (fig. 6). Este PC refleja la relación inversa entre dos tendencias bien diferenciadas. Por un lado, el silicio y el titanio pueden estar relacionados con la presencia de silicatos de grano fino cuando covarían con otros como el potasio, el hierro o el rubidio (este último no analizado en el presente trabajo); ahora bien, el silicio también puede estar relacionado con la presencia de cuarzo o, cuando aparece junto al aluminio, también en aluminosilicatos de grano más grueso (Koinig et al., 2003; Kylander et al., 2011). Teniendo en cuenta que se trata del elemento más abundante a lo largo de todo el registro analizado, es probable que la concentración de silicio refleje las variaciones tanto en la concentración de cuarzo como en la de feldspatos y minerales de arcilla, minerales silicatados en general. Por

otro lado, la concentración de azufre y calcio está relacionada con la presencia de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y carbonatos (calcita y dolomita). En cuanto a los valores de LOI, reflejan la concentración de carbono orgánico, sea este de origen sedimentario, edáfico o antrópico. No obstante, los altos valores obtenidos, entre un 6-21 %, esté también indicando la presencia de yeso y la pérdida de peso de la muestra debido a su deshidratación al ser calentada en la mufla. Por tanto, los valores de LOI deben tomarse con precaución a la hora de hacer inferencias respecto al contenido en C orgánico.

4.2. Estratigrafía

La reconstrucción de los procesos naturales y antrópicos que han intervenido en la formación de la secuencia sedimentaria analizada permite la definición de una estratigrafía, basada en la combinación de los distintos indicadores geoquímicos analizados (DRX, FRX, LOI) y compuesta por cuatro unidades principales (fig. 7).

La UE 201 se extiende desde la superficie del registro hasta 25 cm de profundidad. Está compuesta por sedimentos de grano grueso (gravas y cantos) moderadamente compactados. Se caracteriza por una matriz sedimentaria con un alto contenido en yeso (y, consecuentemente, altas concentraciones de S y Ca), lo que sugiere un origen coluvial; así como un posible ligero aumento del contenido en C_{org} ligado a la presencia de materia orgánica superficial. La UE 202 consiste en un depósito limoso masivo, muy uniforme y compacto, en el que el contenido en yeso disminuye en favor del contenido en carbonato (calcita con su correspondiente incremento en la señal de Ca), minerales arcillosos (reflejados especialmente en la señal de Al) y, en menor medida, cuarzo (representado por el contenido en Si). La UE 203 abarca desde los 180 hasta los 265 cm de profundidad. Se compone de sedimentos de grano fino, con un alto componente de la fracción silicática, y puede subdividirse en cuatro niveles: 203A (180-210 cm), de color rojizo y caracterizado por un alto contenido en cuarzo (Si), en contraste con unos valores muy bajos de minerales arcillosos y feldespatos (PC1), así como de C_{org} ; 203B (210-230 cm), de color blanco y caracterizado por un alto contenido en dolomita y feldespatos (Na, Al, Mg), mientras el contenido en C_{org} muestra un pequeño incremento; 203C (230-255 cm), de color marrón oscuro y alto contenido en cuarzo (Si) y arcillas (Al, Mg), con el C_{org} mostrando un pico de concentración a 235 cm; y 203D (255-265 cm), con características similares, aunque destaca también un aumento en el contenido en feldespatos. Por último, la UE 206 se extiende desde los 265 cm hasta la base de la secuencia, situada a 325 cm de profundidad. Se compone de sedimentos de grano medio-grueso fuertemente compactados, que presentan un bajo contenido en cuarzo (Si), en contraste con un contenido moderado en C_{org} , yeso, calcita y, sobre todo, dolomita, lo que se refleja en altos valores de Ca y S.

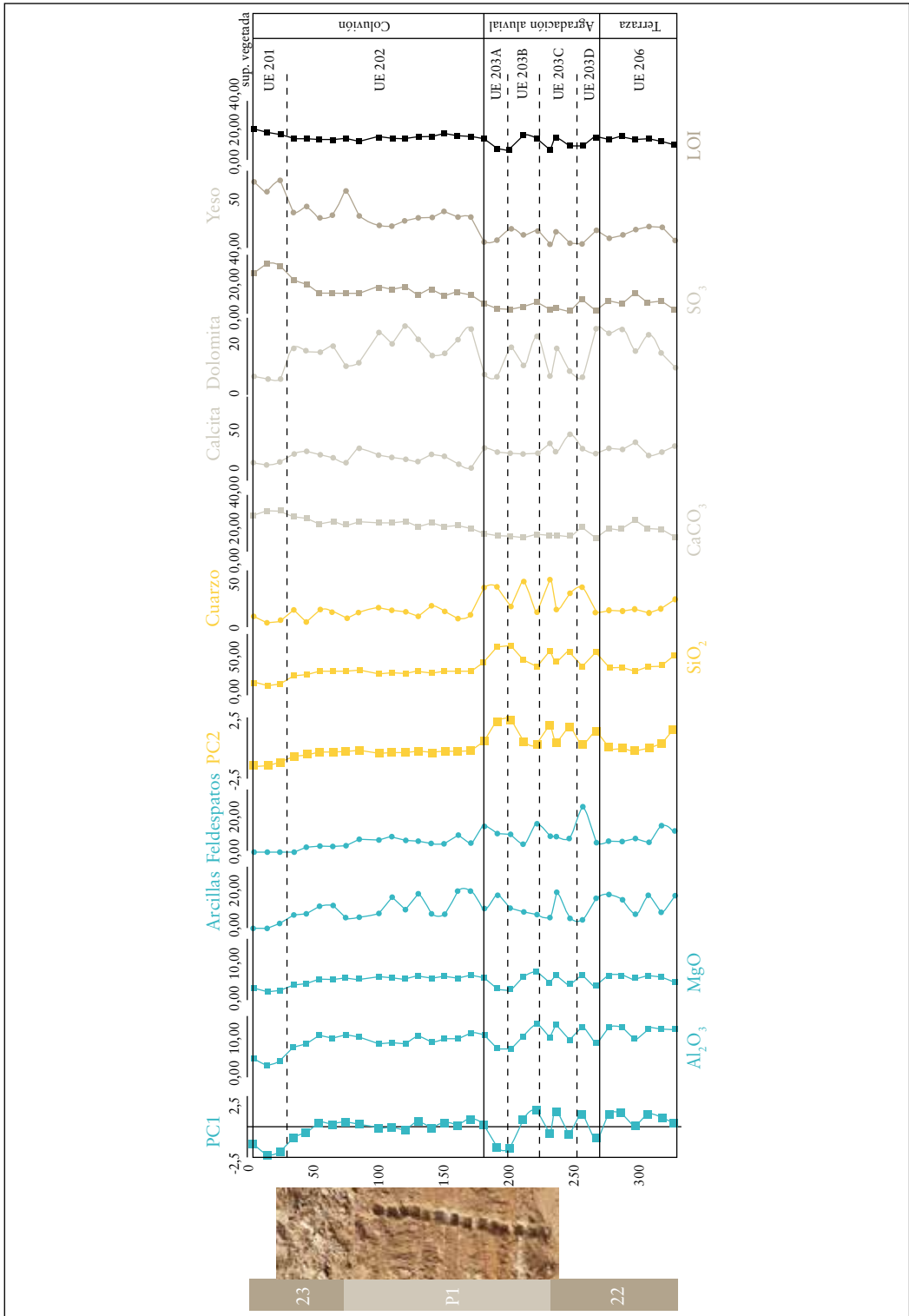


Figura 7. Secuencia estratigráfica propuesta a partir del análisis combinado de distintos indicadores geoquímicos.

4.3. Datación

Los resultados de las dataciones practicadas en el yacimiento de Resa se hallan sintetizados en la tabla 4. Solo una de las muestras datadas (RESA1-BONE-DOG) puede identificarse directamente con la secuencia sedimentaria aquí analizada, al proceder del último nivel de frecuentación asociado a la estructura excavada en el sector 1/200, junto a los puntos de muestreo del perfil P1 y del sondeo Z2 (fig. 2). El resto de muestras datadas procede de tumbas excavadas en el sector 1/100, y no pueden relacionarse directamente con la secuencia analizada; sin embargo, su consideración es de utilidad para la comprensión general del yacimiento, y pueden servir como referencia para establecer analogías entre los perfiles estratigráficos del sector 1/100 y la secuencia objeto de análisis.

Tabla 4. Resultados de las dataciones por radiocarbono realizadas en el yacimiento de Resa

Nombre	Tipo de muestra	Código	Edad ¹⁴ C BP	Edad cal. (1s)	Edad cal. (2s)
UE 203A	Sediment OM	Ua-71239	1861 ± 30	130-144 (12.6 %) 154-194 (35.3 %) 199-219 (19.0 %)	87-92 (1.1 %) 120-242 (94.2 %)
RESA1-BONE-DOG	Animal bone	Ua-66834	1815 ± 29	140-159 AD (14.9 %) 166-196 AD (24.3 %) 208-237 AD (25.5 %)	127-257 AD (90.1 %) 285-288 AD (0.4 %) 296-321 AD (4.9 %)
TUMBA1-WOOD	Wood	Ua-71238	1541 ± 31	440-450 AD (7.1 %) 455-459 (2.8 %) 478-496 (13.4 %) 534-579 (44.1 %)	434-468 (17.5 %) 473-521 (23.6 %) 525-596 (54.0 %)
TUMBA1-IND2	Human bone	Ua-71241	1489 ± 29	562-604 (63.5 %) 630-633 (3.6 %)	547-611 (77.3 %) 615-640 (17.1 %)
TUMBA1-IND1	Human bone	Ua-71240	1481 ± 30	567-605 (55.3 %) 625-636 (12.8 %)	551-642 (95.2 %)
RESA1-TUMBA6	Human bone	Ua-66833	1216 ± 29	733-735 AD (1.8 %) 770-779 AD (7.7 %) 789-871 AD (58.2 %)	695-703 AD (1.5 %) 707-745 AD (14.3 %) 764-888 AD (79.5 %)
RESA1-TUMBA2	Human bone	Ua-66831	975 ± 30	1020-1046 AD (32.0 %) 1090-1121 AD (29.2 %) 1140-1147 AD (6.5 %)	1015-1154 AD (95.3 %)
TUMBA2-IND1	Human bone	Ua-71242	919 ± 29	1046-1084 (32.2 %) 1094-1104 (6.6 %) 1122-1165 (29.4 %)	1037-1179 (88.8 %) 1190-1208 (6.4 %)
RESA1-TUMBA5	Human bone	Ua-66832	847 ± 29	1166-1220 AD (67.4 %)	1058-1064 AD (1.1 %) 1066-1074 AD (1.3 %) 1154-1259 AD (92.9 %)

5. DISCUSIÓN

El perfil sedimentario analizado en este trabajo puede relacionarse cronoestratigráficamente con los distintos niveles arqueológicos excavados en el yacimiento de Resa. Por un lado, la correlación es directa con el asentamiento de época romana radicado en

la vega del Ebro (sector 1/200) (fig. 7), así como con varias de las sepulturas visibles en la trinchera abierta durante el siglo XX. Por otro lado, puede también establecerse una equivalencia por analogía entre los depósitos más superficiales del perfil y la estratigrafía del sector 1/100, correspondiente a un asentamiento cristiano de cronología tardoantigua/altomedieval erigido en torno al promontorio que domina la vega (sector 1/100) (fig. 2).

Todos estos registros arqueológicos se engloban dentro de una secuencia sedimentaria en la que se intercalan los aportes de origen fluvial y coluvial (fig. 8). Por un lado, los sedimentos fluviales aportados por el Ebro, consistentes sobre todo en sedimentos

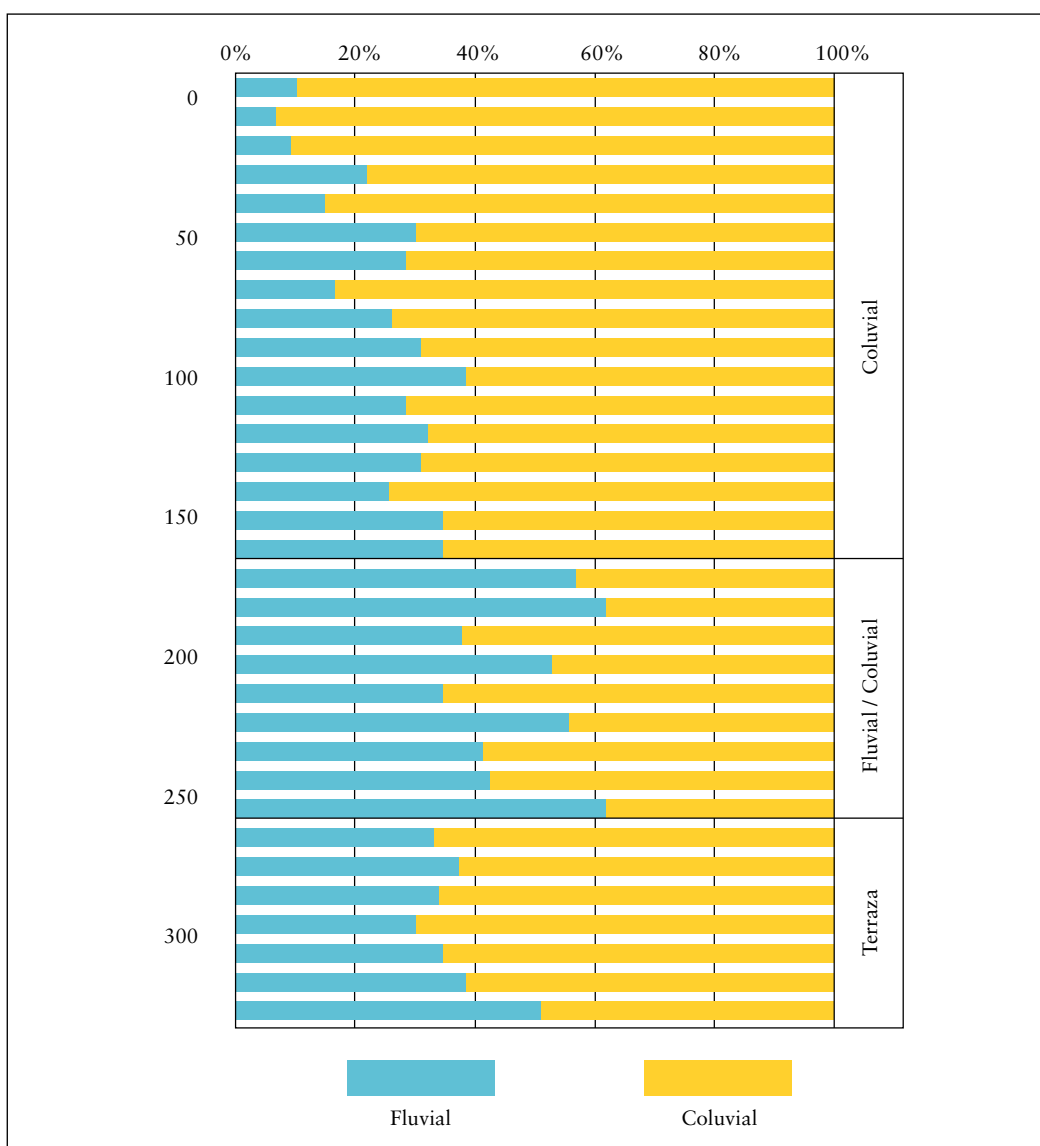


Figura 8. Síntesis de los aportes fluviales (cuarzo, feldespatos, arcillas) y coluviales (yesos, carbonatos) a partir de la composición mineralógica (DRX).

siliciclásticos finos, arcillas y limos, compuestos de minerales silíceos, como arcillas, feldespatos y cuarzo, se observan claramente en la UE 203. Su composición está dominada por los elementos litogénicos siliciclásticos agrupados en PC1 (Mg, Fe, Al, K, Mn, P, Ti y Na) y PC2 (Si y Ti), cuyas variaciones alternantes reflejarían a su vez la superposición de aportes aluviales de distinta naturaleza (UE 203A, 203B, 203C). La unidad 203A podría corresponder a un horizonte edáfico más desarrollado, lixiviado y con presencia de mayor contenido de óxidos de hierro, que le confieren un color más rojizo. Por otro lado, los materiales coluviados desde el cercano escarpe, compuestos sobre todo por yesos, calizas y dolomitas, forman las UE 201 y 202. Estos se caracterizan por su alto contenido en S y Ca (ambos mostrando correlaciones negativas altas en el PC2). Finalmente, cabe destacar la presencia de altas concentraciones de LOI en las muestras, si bien más que el C orgánico, refleja la presencia de yeso y su deshidratación al realizar los análisis.

El perfil analizado en este trabajo abarca, por tanto, un importante arco cronológico (ca. 1000 años) en el que se observa la interacción entre distintos procesos ambientales y factores humanos. El estudio pormenorizado de las distintas unidades estratigráficas identificadas abre la puerta a una interpretación de conjunto del yacimiento desde la Antigüedad hasta la Plena Edad Media, dividida en cuatro fases principales.

5.1. Fase 1: el Alto Imperio

El depósito más antiguo registrado en el perfil es la UE 206 (265-325 cm). Este depósito está formado por sedimentos compuestos principalmente por carbonatos (dolomita) y minerales arcillosos, con contenidos moderados de yeso y calcita. Se trata de la terraza fluvial holocena, parcialmente edafizada como muestra el paulatino incremento de C_{org} hacia techo del depósito.

Estratigráficamente, es sobre este sustrato sobre el que se cimenta la estructura excavada en el sector 1/100 (UE 204). Esta constituye una amplia dependencia, con una superficie aproximada estimada de 120 m², realizada en muros de mampostería, grandes sillares de arenisca de origen alóctono, y cantos. Sobre la amortización de esta estructura han aparecido diversos materiales de época bajoimperial (UE 205, v. apartado 5.2), lo que marca una cronología *ante quem* para el edificio en cuestión. Así, la dependencia en cuestión ha sido interpretada como un espacio auxiliar perteneciente a una *villa* agrícola de época romana, que no resulta posible caracterizar mejor con los datos actualmente disponibles.

5.2. Fase 2: el Bajo Imperio (siglo III d. C.)

La segunda fase corresponde a los depósitos siliciclásticos incluidos en la UE 203 (180-265 cm), en los que se distinguen hasta cuatro niveles diferentes (fig. 7). Todos ellos presentan un contenido relativamente bajo de minerales procedentes de los relieves del entorno, como la dolomita o el yeso. Por el contrario, muestran altas concentraciones de la fracción siliciclástica, en la que destaca el contenido en cuarzo (y su correspondiente reflejo en los valores de Si en FRX, recogidos en el PC2), que alcanza valores cercanos al 40 % del contenido total de algunas muestras. En menor medida, es significativo

también el contenido en minerales arcillosos, especialmente en la UE 203C, y en feldespatos, sobre todo en la UE 203D; ambos grupos de minerales están representados por los altos valores que alcanzan en estos niveles los elementos litogénicos agrupados en el PC1. Finalmente, cabe destacar el alto contenido en calcita de la UE 203D, así como los valores de LOI (presencia de yeso) de las UE 203B y 203C.

Atendiendo a las referidas particularidades en su composición elemental y mineralógica, estos niveles se interpretan como el resultado de la alternancia de varios ciclos de aporte de sedimentos finos (limo-arcillosos o arenosos) de origen fluvial, relacionados con otros tantos episodios de crecida del cercano río Ebro –inundaciones que afectaron incluso a la zona más proximal de la llanura de inundación, a 4 m sobre el cauce del río–, con sedimentos coluviales con alto contenido en yesos y carbonatos, que se depositarían en largos períodos de tiempo a techo de los materiales fluviales, entre un episodio de inundación y el siguiente. Ambos tipos de sedimentación indican la presencia de climas relativamente húmedos, con eventos de grandes precipitaciones e inundación. La mayor concentración yeso en los puntos más superficiales de algunos de estos depósitos (UE 203C, 203B) indica un mayor aporte de sedimentos coluviales entre los depósitos de inundación. La unidad 203A podría indicar un incipiente desarrollo edáfico de la superficie final o techo de la secuencia sedimentaria agradante que muestran los sedimentos de esta UE 203, sugiriendo un cierto espaciamiento entre los distintos eventos de inundación.

Estos sedimentos amortizan y cubren completamente la estructura excavada en el sector 1/200, correspondiente al nivel de ocupación romano. El depósito UE 205, donde se localizaron numerosos fragmentos de material arqueológico, se sitúa por debajo de la UE 203C y puede considerarse como estratigráficamente equivalente a la unidad U3D. Se trata de un depósito retirado en tres sondeos de pequeñas dimensiones (fig. 2), realizados tanto en el interior como en el exterior de la estructura; bajo el mismo se registraron varios depósitos de cerámicas de cubrición, tégulas e ímbrices, además de fragmentos de dolias y algunos –escasos– fragmentos cerámicos de vajilla. Todos estos materiales aparecían muy fragmentados y de pequeño tamaño, así como un fragmento óseo de *Canis*, que se dató en los siglos II-III d. C. (Agirre, 2020). Considerando este hecho y su posición estratigráfica bajo los depósitos aluviales englobados en la UE 203, estos materiales arqueológicos estarían ligados al abandono del edificio y proporcionarían una fecha *post quem* para dichos depósitos aluviales. La datación por radiocarbono de la UE 203A, datada en fechas muy similares (siglo II o, probablemente, principios del III d. C.) confirma esta interpretación. Los niveles de inundación ligados a la UE 203 se adscribirían, por tanto, a cronologías bajoimperiales, y reflejarían un intervalo de frecuentes inundaciones, ocurridas en un lapso de tiempo de apenas un siglo, que pudieron incentivar el abandono de la *villa* y una reorganización del paisaje local, sin que por el momento se pueda determinar si esto supuso un abandono total del entorno por parte de los grupos humanos locales, o su traslado a otro punto cercano.

Sea como fuere, se trata de un periodo, el siglo III d. C., en el que hay constancia de episodios de destrucción y reorganización de varias otras *villae* en el valle del Ebro, como en los casos de Falces (Mezquíriz, 1987a), Arellano (Mezquíriz, 2003) o Los

Olmos en Murillo el Cuende (Nuin et al., 2011); episodios que coinciden con la decadencia y reestructuración de asentamientos urbanos como los de Andelos (Mezquíriz, 1987b) o incluso Pompelo (Mezquíriz, 1978). Estos episodios han sido tradicionalmente explicados por la turbulenta situación social, política y económica del Imperio romano en este periodo, representada en la cuenca del Ebro por movimientos como el de los llamados bagaudas, si bien éste es un debate que permanece abierto (López Melero, 1990; Sánchez, 1996).

Por otro lado, más recientemente se ha venido reportando, también para el siglo III d. C., una serie de eventos ligados a una incipiente inestabilidad climática en diversos puntos del Imperio (McCormick et al., 2012). En la península ibérica, uno de los rasgos más significativos de estos cambios fue un aumento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones en sus cursos fluviales (Benito et al., 2015; Corella et al., 2016). Hay constancia de la amortización de *villae* y reorganización de los espacios agrarios en este contexto de aumento de las inundaciones torrenciales en otros puntos de la Tarraconense, como el caso de Vilardida en la cuenca del Gaià (Narbarte & Iriarte, 2019), sin que por el momento se haya podido establecer relación entre este tipo de fenómenos y el aumento de la inestabilidad política ya referida.

5.3. Fase 3: la Alta y Plena Edad Media (siglos VI-XII)

La tercera fase, representada en el perfil sedimentario por la UE 202 (25-180 cm), refleja una importante transformación del paisaje de Resa. Estratigráficamente, este depósito se sitúa por encima de los niveles fluvio-aluviales detectados para la fase anterior. Se compone de sedimentos finos de color marrón claro intercalado con algunos niveles más oscuros, todos ellos fuertemente compactados. Cuenta con un alto contenido en yeso y dolomita –reflejado en altos niveles de Ca y S–, con fluctuaciones moderadas en el resto de componentes: calcita –sendos picos a 85 y 140 cm–, cuarzo –110 y 140 cm–, así como los minerales arcillosos, más abundantes hacia la base del depósito –v. valores de Al, Mg, Fe, K, P y PC1. Se trata, por tanto, de coluviones de origen local, procedentes de la erosión y resedimentación por parte de arroyos torrenciales de sedimentos del glacis desarrollado al pie del escarpe de rocas miocenas que delimitan el fondo del valle del Ebro (fig. 2).

Dada la entidad del depósito UE 202 y su origen coluvial, su presencia puede relacionarse con un intervalo de tiempo de gran coluviación entre los siglos IX y XII (Corella et al., 2021), normalmente ligado a climas marcadamente estacionales con una fase húmeda o caracterizada por eventos torrenciales, que podría haber estado además retroalimentada de manera positiva debido a una intervención antrópica en cotas más altas, que habría podido desencadenar un proceso erosivo de entidad suficiente como para provocar el arrastre de un gran volumen de materiales hacia las vegas del Ebro. Precisamente, esta intervención antrópica puede identificarse con el establecimiento del hábitat estable excavado en el sector 1/100, situado a escasos 50 metros de los puntos de muestreo, pero a una cota considerablemente superior, 321 frente a 307/304 m s. n. m. Los trabajos realizados hasta la fecha han sacado a la luz varios elementos de gran entidad (Agirre Mauleón, 2020): un gran edificio de piedra, identificado con el monasterio de

Santa Maria de Resa (UE 114, 116, 118, 119 & 120); una presa de vino radicada junto al mismo (UE 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110 & 111); y una necrópolis compuesta por una veintena de tumbas, de las que se han obtenido varias dataciones altomedievales (siglos VI-IX) y dos plenomedievales (siglos XI-XIII) (v. tabla 4).

Las fechas más antiguas, de los siglos VI y VIII-IX, carecen de correlato en las fuentes documentales, pero sugieren la existencia de un primitivo asentamiento, con necrópolis y, muy probablemente, templo asociado, ya en la Alta Edad Media. Sin embargo, sus características son difíciles de precisar con los datos disponibles, más aún, teniendo en cuenta que se trata de un contexto que, a partir del siglo IX, constituirá la frontera militar entre el espacio político pamplonés y el islam (cf. Larrea, 1998; Pescador, 2018). Se trata, en cualquier caso, de una realidad que aparece ya plenamente consolidada a partir del siglo XI, cuando se la menciona en una serie de transacciones realizadas entre 1064 y 1071 entre un presbítero local llamado Fortún, el rey Sancho Garcés IV y el monasterio de San Millán de la Cogolla –y, posteriormente, de la catedral de Pamplona–, en el marco del entramado socio-político que por las mismas fechas se iba tejiendo entre las élites del reino de Pamplona en torno a los monasterios de patronato privado (tabla 5; cf. Carvajal & Narbarte, 2019). En estas fuentes, el monasterio Resa aparece caracterizado como «unum monasterium iuxta Iberum fluvium, in exitu Rese potenti vicu»⁴, es decir, asociado a una plaza de cierta entidad. Esta aparece, a su vez, caracterizada por un paisaje agrario diversificado, en el que se intercalan tierras de cultivo, algunas de ellas situadas en los sotos o vegas del Ebro –p. ej., «tres terras in soto Sarrazini», «tres terras in soto de Carrion», «alia terra in campo de Iber»–, con varios montes, manzanos y una proporción significativa de viñedos y majuelos⁵, cuya correspondencia material se encuentra en el lugar excavado en el sector 1/100.

Tabla 5. Transacciones en torno al monasterio de Resa y sus bienes en el siglo XI

Doc.	Fecha	Título
159	1064	García Meliellos, Velasco y Velasquita venden un casal en Resa a don Fortún presbítero.
156	1065	El presbítero de Resa, Fortún, dona a San Millán unas casas en dicho lugar, al tiempo que Sancho IV el de Peñalén otorga al monasterio las tres tierras que el presbítero había tomado prestadas.
158	1065	Sancho IV el de Peñalén dona a San Martín de Berberana una viña en Resa.
157	1071	Sancho IV el de Peñalén agrega a San Millán el monasterio de Santa María de Resa.
608	1090	Relación de heredades que don Fortún de Resa entregó a San Millán.
160	1102	Sceba y su hija Velasquita, hija y nieta respectivamente de Fortún de Resa, donan varias heredades a San Millán en diversos lugares.

Fuente: Monasterio de San Millán de la Cogolla-Becerro Galicano Digital (BGD).

4 Monasterio de San Millán de la Cogolla – Becerro Galicano Digital, doc. 157 (25/05/2021): ehu.eus/galicano/id157&l=es&tmp=1622037024269

5 Monasterio de San Millán de la Cogolla – Becerro Galicano Digital, doc. 608 (25/05/2021): ehu.eus/galicano/id608&l=es&tmp=1622035703969

Se trata, en suma, de una completa rearticulación del paisaje local en torno al nuevo asentamiento centralizado en torno a la iglesia, una realidad constatada en otros puntos del valle del Ebro. Un ejemplo significativo por su analogía con el caso aquí analizado es el despoblado de Torrentejo, junto al Ebro, en la Sonsierra hoy alavesa. Como en Resa, la aldea de Torrentejo parece haberse articulado a lo largo de la Alta Edad Media mediante el impulso de una comunidad campesina que acondicionó la topografía local con fines agrarios y habitacionales; pero, a partir del siglo XI, se vio sometida a una fuerte reestructuración bajo influencia regia y señorial, cuya acción se manifestó fundamentalmente mediante la centralización de determinados bienes y rentas, con una significativa especialización vitícola, en torno a la iglesia local (Narbarte et al., 2020). De forma más general, estos procesos se inscriben en la dinámica de feudalización que siguió a la articulación de la red de poblamiento durante los siglos XI y XII, una realidad bien documentada en el reino de Navarra (Larrea, 1998).

5.4. Fase 4: de la Baja Edad Media (siglos XIV-XV) a la actualidad

La cuarta y última fase corresponde a la UE 201 (0-25 cm). Tanto la composición elemental de estos depósitos –progresiva disminución de los elementos litogénicos agrupados en PC1 (Mg, Fe, Al, K, Mn, P) y PC2 (Si, Ti) hacia techo, en contraste con un marcado aumento en las concentraciones de S y Ca– como su composición mineralógica –principalmente yesos ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y dolomitas ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), estas últimas presentes sobre todo en la subunidad U1B– inducen a caracterizarlo como un nivel de coluvión formado por materiales erosionados desde las alturas circundantes, es decir del escarpe y glacis adyacentes donde abundan las rocas y sedimentos ricos en yeso y calcita (fig. 2).

Dada su analogía, en términos de color y textura, con los estratos superficiales excavados en el sector 1/100 (UE 101 & 102), se deduce que este depósito estaría estratigráficamente situado por encima de las estructuras medievales identificadas en dicho sector. Por tanto, cabe interpretar la UE 201 como el resultado de la amortización de la villa de Resa a finales de la Edad Media, cuando existe evidencia documental de su abandono (Pescador, 2018). Se trataría, por tanto, de materiales provenientes, en parte, del hábitat situado en el sector 1/100 que, una vez abandonado, se habría visto erosionado por la falta de mantenimiento, provocando el arrastre de materiales hacia cotas inferiores, donde se encuentra el sector 1/200. La excavación mecánica de estos depósitos superficiales ha permitido observar la presencia de materiales antrópicos en posición secundaria, muy esporádicos y poco representativos –podrían corresponder a elementos arrastrados del asentamiento abandonado tanto como a actividades pastoriles posteriores. En cualquier caso, dicha evidencia podría complementarse con la realización de una prospección superficial en el área donde se recuperó el sondeo Z3.

El abandono y amortización de numerosos núcleos de población a finales de la Edad Media es una realidad bien constatada en Navarra, tanto desde las fuentes documentales (Idoate, 1975; Martín Duque, 1986) como a partir del registro arqueológico (p. ej., Jusué, 1988, 1994; Tabar, 1987, 1993-1994, 1995-1996). Este fenómeno, que enlaza

con una tendencia ampliamente documentada en otras zonas de la península ibérica, así como en numerosas regiones del occidente europeo, ha sido explicado desde diversos ángulos, desde las narrativas ligadas a la crisis económica bajomedieval hasta los estudios centrados en la concentración del poblamiento en torno a determinados núcleos principales y al desarrollo de los mercados urbanos (p. ej., Dyer & Jones, 2010; Panero & Pinto, 2012; Quirós Castillo, 2017).

En cualquier caso, parece claro que el abandono de Resa como entidad poblacional en este periodo fue acompañado de una reorganización del paisaje a escala local y comarcal. A lo largo del siglo XIV, existen varias menciones al aprovechamiento de sus términos por vecinos de las cercanas villas de San Adrián y Andosilla; localidad, esta última, a cuyo término municipal quedarían eventualmente incorporadas (Pescador, 2018). Procesos similares de abandono de aldeas e incorporación de sus términos a un núcleo cercano de mayor entidad se han observado en otras áreas del valle del Ebro, como la Sonsierra, donde además se han podido documentar procesos asociados de erosión y coluviación, similares a los aquí observados (Narbarte et al., 2020).

6. CONCLUSIÓN

El análisis geoarqueológico aplicado a los registros sedimentarios de Resa ha permitido caracterizar la estratigrafía del yacimiento como el resultado de dos procesos sedimentarios claramente diferenciados, uno coluvial y el otro fluvial, en los que se intercalan el impacto de distintos factores paleoambientales –ligados a fluctuaciones climáticas y/o hidrológicas – con la huella dejada por varias intervenciones antrópicas de distinta naturaleza a lo largo de varios siglos. A su vez, estas evidencias se han podido relacionar, ya sea de manera directa o indirecta, con los distintos registros materiales identificados en el curso de la excavación, así como con las fuentes documentales existentes. Como consecuencia de todo ello, se ha podido proponer una larga secuencia cronológica de transformación del paisaje local relacionada con la interacción entre los grupos humanos y su entorno.

Dicha secuencia se divide en cuatro fases principales. La primera fase corresponde a una villa de cronología altoimperial sobre las vegas del Ebro, a los pies de un glacis situado bajo el escarpe de rocas miocenas del anticlinal de Sartaguda que bordea la llanura del valle del Ebro. La segunda fase registra el abandono y amortización de la villa en un contexto de probables inestabilidades climáticas, reflejadas en el depósito de varios niveles alternantes de sedimentos fluviales silíceos de inundación y una posterior etapa de depósito coluvial rico en yeso. La tercera fase está asociada al establecimiento de un asentamiento medieval, con la construcción de una iglesia y sus dependencias anexas, así como una gran necrópolis, en la parte alta del glacis; proceso que implicó unos importantes trabajos de desmonte y el aporte de coluviones de gran potencia a la vega, gracias también al desarrollo e incisión en el glacis de arroyos de actividad torrencial. Finalmente, la cuarta parte implicó el abandono del asentamiento durante la Baja Edad Media, con nuevos episodios de erosión y arrastre de coluviones hacia la vega como consecuencia de la falta de mantenimiento de las estructuras.

Los resultados alcanzados no solo ponen de relieve la larga secuencia de ocupación del yacimiento de Resa, sino que arrojan también nueva luz sobre varios debates abiertos en la arqueología de la región. Destacan, en particular, las potenciales aportaciones del yacimiento a las siguientes cuestiones: 1) la morfología, funcionalidad y evolución de las *villae* romanas en el valle del Ebro; 2) las fluctuaciones climáticas/hidrológicas ocurridas en el siglo III d. C., su impacto medioambiental y su posible relación con la crisis sociopolítica abierta en el mismo periodo; 3) la articulación de la red de poblamiento altomedieval, especialmente en un contexto de frontera entre el espacio político pamplonés y el islámico, como era el valle del Ebro; 4) el papel de la fundación y donación de iglesias de patronato privado en el proceso de feudalización ocurrido a partir del siglo XI, y en particular la importancia de los bienes agrarios especializados, como los ligados al sector vitícola, en dicho proceso; 5) los procesos de abandono y concentración del poblamiento de la Baja Edad Media, incluido su impacto en la reestructuración de los paisajes agrarios locales; y 6) la pervivencia de elementos ligados a los desolados, como la toponimia, en la memoria de las sociedades locales.

Se trata, en síntesis, de un yacimiento de gran potencial arqueológico, cuyo interés abarca varios niveles temáticos y cronológicos.

7. LISTA DE REFERENCIAS

- Agirre Mauleón, J. (2020). Memoria de las intervenciones arqueológicas realizadas en Resa (Andosilla), 2020. (Informe inédito). Archivo de la Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- Aston, M. & Gerrad, C. (2013). *Interpreting the English Village: Landscape and community at Shapwick, Somerset*. Oxbow Book. <https://doi.org/10.2307/j.ctv138wtcz>
- Atafar, Z., Mesdaghinia, A., Nouri, J., Homae, M., Yunesian, M., Ahmadimoghaddam, M. & Mahvi, A. H. (2010). Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. *Environmental Monitoring Assessment*, 160, 83-89. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0659-x>
- Benito, G., Macklin, M. G., Zielhofer, C., Jones, A. F. & Machado, M. J. (2015). Holocene flooding and climate change in the Mediterranean. *Catena*, 130, 13-33. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.11.014>
- Blume, H. P. & Leinweber, P. (2004). Plaggen Soils: landscape history, properties, and classification. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(3), 319-327. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420905>
- Bonfanti, P., Fregonese, A. & Sigura, M. (1997). Landscape analysis in areas affected by land consolidation. *Landscape and Urban Planning*, 37, 91-98. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00373-8](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00373-8)
- Carvajal-Castro, Á. & Narbarte-Hernández, J. (2019). Royal power and proprietary churches in the eleventh-century Kingdom of Pamplona. *Journal of Medieval Iberian Studies*, 11(2), 115-134. <https://doi.org/10.1080/17546559.2019.1566760>

- Corella, J. P., Valero-Garcés, B. L., Vicente-Serrano, S. M., Brauer, A. & Benito, G. (2016). Three millennia of heavy rainfalls in Western Mediterranean: frequency, seasonality and atmospheric driver. *Scientific Reports*, 6, 38206. <https://doi.org/10.1038/srep38206>
- Crumley, C. L., Lennartsson, T. & Westin, A. (2017). *Issues and Concepts in Historical Ecology. The Past and Future of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108355780>
- Dyer, C. & Jones, R. (2010). *Deserted Villages Revisited: Explorations on Local and Regional History*. University of Hertfordshire Press.
- Giralt, S., Moreno, A., Bao, R., Sáez, A., Prego, R., Valero, B. L., Pueyo, J. J., González-Sampérez, P. & Taberner, C. (2008). A statistical approach to disentangle environmental forcings in a lacustrine record: the Lago Chungará case (Chilean Altiplano). *Journal of Paleolimnology*, 40(1), 195-215. <https://doi.org/10.1007/s10933-007-9151-9>
- Giralt, S., Rico-Herrero, M. T., Vega, J.C., Valero-Garcés, B. L. (2011). Quantitative climate reconstruction linking meteorological, limnological and XRF core scanner datasets: the Lake Sanabria case study, NW Spain. *Journal of Paleolimnology*, 46(3), 487-502. <https://doi.org/10.1007/s10933-011-9509-x>
- Guzmán Álvarez, J. R. (2016). The image of a tamed landscape: *dehesa* through History in Spain. *Culture and History digital Journal*, 5(1): e003. <http://dx.doi.org/10.3989/chdj.2016.003>
- Hoskins, W. G. (1955). *The Making of the English Landscape*. Hodder & Stoughton.
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6), 417-441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>
- Huang, S.-W. & Jin, J. Y. (2008). Status of heavy metals in agricultural soils affected by different patterns of land use. *Environmental Monitoring Assessment*, 139, 317-327. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9838-4>
- Idoate, F. (1975). Desolados navarros en la primera mitad del siglo XV. *Príncipe de Viana*, 138-139, 165-228.
- Johnson, M. (2006). *Ideas of landscape*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470773680>
- Jusué Simonena, C. (1988). Arqueología y desolados medievales. *Príncipe de Viana, anejo 8*, 99-104.
- Jusué Simonena, C. (1994). Arqueología en los despoblados medievales: una aproximación al conocimiento del mundo rural. En *Aragón en la Edad Media: sesiones de trabajo* (pp. 103-121). Universidad de Zaragoza.
- Kluiving, S. J. & Guttmann-Bond, E. (2012). *Landscape Archaeology between Art and Science: from a multi- to an interdisciplinary approach*. Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.1515/9789048516070>
- Koinig, K. A., Shotyk, W., Lotter, A. F., Ohlendorf, C. & Sturm, M. (2003). 9000 years of geochemical evolution of lithogenic major and trace elements in the sediment of an alpine lake: the role of climate, vegetation, and land-use history. *Journal of Paleolimnology*, 30, 307-320. <https://doi.org/10.1023/A:1026080712312>
- Kylander, M. E., Ampel, L., Wohlfarth, B. & Veres, D. (2011). High-resolution X-ray fluorescence core scanning analysis of Les Echets (France) sedimentary

- sequence: new insights from chemical proxies. *Journal of Quarterly Science*, 26(1), 109-117. <https://doi.org/10.1002/jqs.1438>
- Larrea, J. J. (1998). *La Navarre du IVe au XIIe siècle : peuplement et société*. De Boeck.
- López Melero, R., 1990. La supuesta invasión del siglo III d. C. en territorio de los vascones. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua*, 3, 43-60. <https://doi.org/10.5944/etfii.3.1990.4159>
- Margalef, O., Martínez Cortizas, A., Kylander, M., Pla-Rabes, S., Cañellas-Boltà, N., Pueyo, J. J., Sáez, A., Valero-Garcés, B. L. & Giralt, S. (2014). Environmental processes in Rano Aroi (Easter Island) peat geochemistry forced by climate variability during the last 70 kyr. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 414, 438-450. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.09.025>
- Martín Duque, A. J. (1986). Población medieval y desolados. En *Gran Atlas de Navarra II* (pp. 122-123). Caja de Ahorros de Navarra.
- McCormick, M., Büntgen, U., Cane, M. A., Cook, E. R., Harper, K., Huybers, P. J., Litt, T., Manning, S. W., Mayewski, P. A., More, A. F. M., Nicolussi, K. & Tegel, W. (2012). Climate Change during and after the Roman Empire: Reconstructing the Past from Scientific and Historical Evidence. *Journal of Interdisciplinary History*, 43(2), 169-220. https://doi.org/10.1162/JINH_a_00379
- Mezquíriz, M. Á. (1978). *Pompaelo II*. Institución Príncipe de Viana.
- Mezquíriz, M. Á. (1987a). La villa romana de San Esteban de Falces (Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra*, 4, 157-184.
- Mezquíriz, M. Á. (1987b). Andelos: secuencia estratigráfica y evolución cronológica. *Príncipe de Viana, anejo 7*, 517-530.
- Narbate Hernández, J. & Iriarte, E. (2019). Estudio geoarqueológico de los espacios agrarios de época antigua y tardoantigua en el yacimiento de Vilaridida (Alt Camp, Tarragona). Informe arqueológico inédito.
- Narbate-Hernández, J., Iriarte, E., Rad, C., Carrancho-Alonso, Á., González-Sampérez, P., Peña-Chocarro, L. & Quirós-Castillo, J. A. (2019). On the origin of rural landscapes: looking for physico-chemical fingerprint of historical agricultural practice in the Atlantic Basque Country (N Spain). *Science of the Total Environment*, 681, 66-81. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.082>
- Narbate-Hernández, J., Iriarte, E., Rad, C., Tejerizo-García, C., Fernández Eraso, J. & Quirós-Castillo, J. A. (2020). Long-term construction of vineyard landscapes in the Ebro Valley: The deserted village of Torrentejo (Basque Country, Spain). *Catena*, 187, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104417>
- Nuin Cabello, J., Mateo Pérez, M. R., Armendáriz Aznar, R. M., Duró Cazorla, A. (2011). Nuevos datos sobre el hábitat rural de época romana en Navarra: la villa de Los Olmos de Murillo el Cuende. *Trabajos de Arqueología Navarra*, 23, 119-140.
- Quirós-Castillo, J. A. (2014). Agrarian Archaeology in Early Medieval Europe: an introduction. *Quaternary International*, 346, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.007>

- Quirós Castillo, J. A. (2017). Despoblamiento e identidades locales en la Baja Edad Media. Microhistorias y tendencias a través de la arqueología de los despoblados de Álava (País Vasco). *Reti Medievali Rivista*, 18(2), 89-121.
- Panero, F. & Pinto, G. (2012). *Assetti territoriali e villaggi abbandonati (secoli XII-XIV)*. Centro Internazionale di Studi sugli Insediamenti Medievali.
- Pescador, A. (2018). Resa. Una población altomedieval navarra. Historia y documentos (siglos X-XVI). (Informe inédito). Archivo de la Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Warren Beck, J., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C. & Van der Plicht, J. (2013). IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50.000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16947
- Sánchez León, J. C. (1996). *Los bagaudas: rebeldes, demonios, mártires: revueltas campesinas en Galia e Hispania durante el Bajo Imperio*. Universidad de Jaén.
- Tabar Sarrías, M.^a I. (1987). Rada: materiales arqueológicos del siglo XV. En *Arqueología Medieval española: II congreso* (vol. 3, pp. 723-730). Comunidad de Madrid.
- Tabar Sarrías, M.^a I. (1993-1994). Desolado de Rada, 1990-1992. *Trabajos de Arqueología Navarra*, 11, 312-315.
- Tabar Sarrías, M.^a I. (1995-1996). Intervenciones arqueológicas en el Desolado de Rada, 1994-1995. *Trabajos de Arqueología Navarra*, 12, 338-342.