

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE PREHISTÒRIA



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

**DINÁMICAS Y RELACIONES SOCIALES DE LAS
PRIMERAS SOCIEDADES AGROPECUARIAS DEL
NORESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (5500-3150 CAL. BC)**

ESTUDIO DE LOS CONTENEDORES Y CONTENIDOS FUNERARIOS
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

TESIS DOCTORAL DE PREHISTORIA

ANDREU MONFORTE-BARBERÁN

DIRIGIDA POR:

Dr. Miquel Molist Montaña

Dr. Salvador Pardo-Gordó

2023

Esta tesis ha estado financiada gracias al programa *d'Ajuts destinats a universitats per a la contractació de personal investigador novell* (FI-DGR) de l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca de la Generalitat de Catalunya entre el 2019 y 2023 (2019_FI_B_00927)

Paralelamente, el trabajo que se presenta no habría estado posible sin la colaboración y soporte personal e infraestructural del Grup de Recerca Arqueològica de la Mediterrania i del Pròxim Orient (GRAMPO) y, más concretamente, del Seminari d'Arqueologia Prehistòrica del Pròxim Orient (SAPPO) del Departament de Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

*A la meua mare i al meu pare,
per ser-hi sempre.*

AGRAÏMENTS

La tesi que aquí presento no és tan sols un compendi de 360 pàgines de text i figures: és un conjunt de vivències d'intensitat i complexitat difícilment commensurables; és una imposició forçada d'un aprenentatge emocional que m'ha obligat a desenvolupar-me, a créixer; és una lluita contra els desitjos i les frustracions, contra l'autoexigència i la complaença; és desesperança alhora que gratificació; és, al capdavant, la fi d'un camí que m'ha acompanyat al llarg de 10 anys.

La dificultat alhora d'agrair a tota la gent que m'ha ajudat en aquest procés no és tasca menyspreable. Sento la necessitat d'agrair, en primer lloc, la dedicació i confiança del meus directors: a Miquel Molist, per haver-me acollit com estudiant i haver-me format com a investigador, tant en l'àmbit professional com en el personal i a Salvador Pardo-Gordó, per haver-me permès explorar noves formes de fer arqueologia.

Agrair a tot l'equip del Seminari d'Arqueologia del Pròxim Orient haver-se convertit en una extensió de la meva família. Gràcies a l'Anna Bach i a l'Adrià Breu per ser referents d'investigadores i de passió científica; gràcies a l'Ivan Gironès i al Quim Sisa-Lòpez de Pablo per infinitat de coses que no em veig capaç de resumir en una frase; gràcies per compartir l'experiència Alícia Gluitz, Roger Alcàntara, Biel Soriano, Erik Villaroya, Toni Cuevas, Caterina Sabán i Àstrid Ortega.

A Tom Brughmans per haver-me dedicat temps i haver-me acollit al Urban Network Evolutions a Aarhus, Dinamarca.

Al Quim Ripoll, la Maria Dolores-Perales, la Sara Santaella i a la Marta Merino per ser companyes de professió i patiments, però també per ser grans amigues.

Al Matt i a la Tània, que més enllà de dos companyes de vida m'han ajudat a lluitar contra la programació i les matemàtiques.

Agrair el suport incondicional de l'exterior de la cova de l'acadèmia que m'ha permès seguir endavant: a l'Àxel, per recordar-me que s'ha de ser un boig coherent; al Carles, per ensenyar-me a ser intens; al Javi, per donar-me vida; a la Martina, per acompanyar-me de forma incondicional; a la Paola, per ser referent de persona; i al Santi, per recordar-me essent ell mateix que en aquesta vida hi han coses meravelloses.

Aquest treball no hagués vist la llum sense la meva família i la Marta els quals han estat al meu costat en les hores més intempestives. No se com us ho puc agrair... Us ho dec tot!

Finalment agrair-me a mi mateix haver-me suportat en els pitjors moments i haver-me donat els ànims suficients per a que aquest treball acabi veient la llum.

RESUMEN

El presente trabajo de doctorado se centra en investigar la emergencia de nuevas relaciones sociales derivadas de la implantación del modelo económico agropecuario entre la segunda mitad del VI milenio y la primera mitad del IV cal. BC en el NE de la península ibérica. Para ello se analizan las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio llevadas a cabo en la materialidad localizada en las sepulturas funerarias neolíticas, entendidas como depósitos de trabajo socialmente necesario.

Para abordar este tema se desarrolla una propuesta teórica materialista que considera los sepulcros funerarios como depósitos de trabajo socialmente necesarios, tanto en su construcción y preparación como en su contenido, representando así un valor social depositado para asegurar la reproducción del sistema. El análisis de estos, a su vez, se articula mediante la división en dos categorías de análisis: el contenedor funerario y su contenido antropológico y artefactual.

Para llevar a cabo este estudio, se han empleado diversos enfoques de redes basados en el Análisis de Redes Sociales (ARS), una herramienta apropiada para comprender la emergencia de nuevas relaciones y dinámicas sociales.

Específicamente, de las 574 sepulturas citadas en la bibliografía se han seleccionado aquellas que presentan mayor calidad (n= 146) para desarrollar un modelo de red temporal, dando lugar a 7 fases temporales sobre las cuales se ha estudiado la evolución de la conectividad, cohesión y demografía social. Una vez establecidas las fases temporales, se ha estudiado el contenido artefactual a través de su afiliación y co-asociación y mediante la implementación de análisis de redes complejas. Posteriormente, se ha construido y analizado un modelo de red para las sepulturas, enfatizando la identificación de grupos polítéticos y las características y comportamiento del modelo, e incorporando también un análisis de redes complejas. Utilizando el modelo de red se ha estudiado su implicación espacial y su relación con las diferencias tendencias de producción del contenedor funerario.

El análisis de la emergencia de disimilitudes se ha llevado a cabo a partir de la relación del modelo y los individuos inhumados, que actúan como consumidores indirectos de esta producción de carácter político-ideológico. Finalmente, se han analizado las relaciones de transferencia de información y/o materiales mediante el uso los datos obtenidos hasta el momento.

La aplicación de estos enfoques analíticos ha permitido discutir acerca de la evolución demográfica y patrón de interacción social, las tendencias productivas a lo largo del tiempo, la detección de (di)similitudes socioeconómicas y, finalmente, la adscripción de valores político-ideológicos a grupos o individuos.

ABSTRACT

The present doctoral work focuses on exploring the emergence of new social relations resulting from the implementation of the agricultural economic model between the second half of the VI millennium and the first half of the IV cal. BC in the NE of the Iberian Peninsula. To do this, trends in production, consumption, distribution, and exchange carried out in the materiality located in Neolithic funerary burials are studied, understood as deposits of socially necessary labour.

To address this topic, a materialistic theoretical proposal is developed, considering funerary burials as deposits of socially necessary labour, both in their construction and preparation, as well as in their content, representing a social value deposited to ensure the reproduction of the system. The analysis of these, in turn, is articulated through the division into two categories of analysis: the funerary container and its anthropological and artefactual content.

To carry out this study, various network approaches based on Social Network Analysis (SNA) have been employed, an appropriate tool for understanding the emergence of new social relations and dynamics.

Specifically, out of the 574 graves mentioned in the bibliography, those with the highest quality (n=146) have been selected to develop a temporal network model, resulting in 7 temporal phases over which the evolution of connectivity, cohesion, and social demography has been studied. Once the temporal phases have been established, the artefactual content has been studied through its affiliation and co-association, and through the implementation of complex network analysis. Subsequently, a network model for the burials has been constructed and analysed, emphasizing the identification of polithetical groups and the characteristics and behaviour of the model, also incorporating complex network analysis. Using the network model, its spatial implication, and its relationship with the different production trends of the funerary container have been studied.

The analysis of the emergence of dissimilarities has been carried out based on the relationship between the model and the interred individuals, who act as indirect consumers of this politically-ideological production. Finally, the transfer of information and/or materials has been analysed using the data obtained so far.

The application of these analytical approaches has allowed for a discussion on demographic evolution and patterns of social interaction, productive trends over time, the detection of socio-economic (dis)similarities, and ultimately, the attribution of political-ideological values to groups or individuals.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Consideraciones previas	1
El Análisis de Redes Sociales	4
Objetivos y premisas de partida	4
Estructura del trabajo	5
Aclaraciones	7
CAPÍTULO I. CONTEXTO HISTÓRICO Y REGISTRO EMPÍRICO	9
1.1. CRONOLOGÍA Y PERIODIZACIÓN	10
1.2. BREVE HISTORIOGRAFÍA	13
1.3. REGISTRO ARQUEOLÓGICO	16
1.3.1. Neolítico antiguo cardial (5500-4850 cal. BC)	16
1.3.1.1. <i>Contenedor funerario</i>	17
1.3.1.2. <i>Contenido funerario</i>	19
1.3.1.2.1. <i>Las inhumaciones</i>	19
1.3.1.2.2. <i>El ajuar</i>	20
1.3.2. Neolítico antiguo epicardial (4930-4420 cal. BC)	20
1.3.2.1. <i>Contenedor funerario</i>	21
1.3.2.2. <i>Contenido funerario</i>	23
1.3.2.2.1. <i>Las inhumaciones</i>	23
1.3.2.2.2. <i>El ajuar</i>	24
1.3.3. Neolítico postcardial y medio (4690-3150 cal. BC)	24
1.3.3.1. <i>Contenedor funerario</i>	26
1.3.3.2. <i>Contenido funerario</i>	33

1.3.3.2.1. <i>Las inhumaciones</i>	33
1.3.3.2.2. <i>El ajuar</i>	34
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	47
2.1. LA ARQUEOLOGÍA COMO CIENCIA SOCIAL	48
2.2. PRODUCCIÓN, CONSUMO, DISTRIBUCIÓN Y CAMBIO	50
2.3. ARQUEOLOGÍA DE LA MUERTE	52
2.3.1. Presupuestos históricos	52
2.3.2. Fundamentos teóricos para un análisis materialista de los sepulcros funerarios	53
2.3.3. Los grupos politéticos como medida de (di)simetría social	55
2.3.4. La importancia de sexuar los sujetos sociales	56
CAPÍTULO III. EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES COMO MÉTODO	59
3.1. MODELIZAR LAS SOCIEDADES DEL PASADO	60
3.1.1. ¿Qué es modelar?	60
3.1.2. Clases de modelos	61
3.2. LA CIENCIA DE REDES	63
3.2.1. Modelo de red	63
3.2.2. ¿Qué es una red?	64
3.2.3. La Teoría de Grafos	65
3.2.4. Breve historiografía de la Ciencia de Redes en las ciencias sociales	65
3.2.5. Análisis Redes Sociales	68
3.2.5.1. <i>Definición y características del ARS</i>	68
3.2.5.2. <i>Tipologías de red</i>	70
3.2.5.2.1. <i>Red unimodal</i>	71
3.2.5.2.2. <i>Red bimodal o red de afiliación</i>	72
3.2.5.3. <i>Medidas de la red</i>	73
3.2.5.3.1. <i>Medidas globales</i>	73
3.2.5.3.2. <i>Medidas de centralidad</i>	74
3.2.6. Redes complejas o física social	75
3.2.6.1. <i>Definición y características de las redes complejas</i>	75

3.2.6.2.	<i>Modelos de redes complejas</i>	76
3.2.6.2.1.	<i>Redes aleatorias</i>	76
3.2.6.2.2.	<i>Redes de pequeño-mundo</i>	77
3.2.6.2.3.	<i>Redes libres de escala</i>	78
3.3.	LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES	80
3.3.1.	Abstracción de los fenómenos del pasado en datos de red	80
3.3.2.	Conceptualización de los datos de red	81
3.3.3.	Representación de los conceptos de red: plataformas de modelado	84
3.4.	MÉTODOS DE MODELADO PARA LA ESTRUCTURA DE LAS REDES	86
3.4.1.	Modelo de gráficos aleatorios exponenciales	86
3.4.2.	Modelo de enfoque de red bayesiana	87
CAPÍTULO IV.	MARCO METODOLÓGICO	89
4.1.	CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA	90
4.2.	SELECCIÓN DEL REGISTRO EMPÍRICO	91
4.2.1.	Criterios de selección	91
4.2.2.	Sistematización de las variables	92
4.2.2.1.	<i>Espacio y tiempo</i>	92
4.2.2.2.	<i>Contenedor funerario</i>	94
4.2.2.3.	<i>Contenido artefactual</i>	94
4.2.2.4.	<i>Contenido antropológico</i>	95
4.3.	ESPECIFICACIONES METODOLÓGICAS	96
4.3.1.	Dinámicas temporales de las sepulturas	96
4.3.1.1.	<i>Estudio de la sincronía</i>	97
4.3.1.2.	<i>Estudio de la diacronía</i>	98
4.3.2.	Afiliación y co-asociación del contenido funerario	99
4.3.3.	Análisis de redes complejas	100
4.3.4.	Construcción y análisis de la topología	101
4.3.5.	Análisis de la riqueza	102
4.3.6.	Análisis del modelo de red espacial	102

CAPÍTULO V. RESULTADOS	105
5.1. MODELO DE RED A PARTIR DEL TIEMPO	106
5.1.1. Identificación de fases temporales	106
5.1.2. Modelo bayesiano secuencial	108
5.1.3. Evolución estructural y temporal de la topografía de red	111
5.2. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ARTEFACTUAL	117
5.2.1. Análisis general de la muestra	117
5.2.2. Ajuste del contenido artefactual a la distribución matemática	122
5.2.3. Co-asociación de artefactos	124
5.2.4. Evolución estructural y temporal del contenido artefactual	134
5.3. MODELO DE RED PARA LOS SEPULCROS FUNERARIOS	136
5.3.1. Identificación de grupos politéticos	136
5.3.2. Características del modelo	137
5.3.3. Comportamiento general del modelo	146
5.3.3.1. <i>Ajuste del modelo de red a la distribución matemática</i>	<i>146</i>
5.3.3.2. <i>Evolución estructural de la red</i>	<i>147</i>
5.3.3.3. <i>Aparición y desaparición de los nodos</i>	<i>148</i>
5.4. ANÁLISIS DE LAS IMPLICACIONES ESPACIALES DEL MODELO DE RED	151
5.4.1. Modelos topológicos espaciales	153
5.4.2. Zonas de influencia de la red	154
5.5. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ANTROPOLÓGICO	157
5.5.1. Estructura demográfica	157
5.5.2. Análisis del contenido según sexo	161
5.5.2.1. <i>Adscripción al grupo politético según sexo</i>	<i>161</i>
5.5.2.2. <i>Distribución del contenido artefactual según sexo</i>	<i>162</i>
5.5.2.3. <i>Distribución de los individuos en la red según sexo</i>	<i>166</i>
5.5.3. Análisis del contenido según edad	167
5.5.3.1. <i>Adscripción al grupo politético según la edad</i>	<i>167</i>
5.5.3.2. <i>Distribución del contenido artefactual según la edad</i>	<i>169</i>
5.5.3.3. <i>Distribución de los individuos en la red según la edad</i>	<i>175</i>
5.6. ANÁLISIS DEL CONTENEDOR FUNERARIO	176
5.6.1. Distribución de los contenedores según espacio	176

5.6.2.	Distribución de los contenedores según tiempo	178
5.6.3.	Relación entre el contenedor y el sexo y edad	181
5.6.4.	Adscripción a un grupo politético según tipología del contenedor	181
5.6.5.	Distribución de los contenedores en la red	183
5.7.	ESTUDIO DE LAS RELACIONES DE TRANSFERENCIA	185
5.7.1.	Evolución temporal de la influencia de las facies cerámicas y materiales exógenos	185
5.7.2.	Adscripción al grupo politético según materiales exógenos	190
5.7.3.	Espacio y materiales exógenos	191
CAPÍTULO VI.	DISCUSIONES	195
6.1.	EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA Y PATRÓN DE INTERACCIÓN SOCIAL	196
6.1.1.	Secuencia temporal para las primeras sociedades agropecuarias del NE de la península ibérica	196
6.1.2.	Evolución de las dinámicas de conectividad y cohesión social	198
6.1.3.	Implicaciones del crecimiento y decrecimiento demográfico	200
6.2.	TENDENCIAS PRODUCTIVAS A LO LARGO DEL TIEMPO Y ESPACIO	202
6.2.1.	Evolución del contenido artefactual y del contenedor funerario	202
6.2.2.	Esferas de variabilidad de producción y consumo en las prácticas funerarias	205
6.2.3.	Dinámicas regionales de circulación y consumo	206
6.3.	DETECCIÓN DE (DI)SIMILITUDES SOCIOECONÓMICAS	209
CHAPTER VI.	DISCUSSIONS	213
6.1.	DEMOGRAPHIC EVOLUTION AND PATTERN OF SOCIAL INTERACTION	214
6.1.1.	Temporal sequence for the early agricultural societies in the Northeast of the Iberian Peninsula	214
6.1.2.	Evolution of connectivity and social cohesion dynamics	216
6.1.3.	Implications of demographic growth and decline	218
6.2.	PRODUCTIVE TRENDS OVER TIME AND SPACE	220
6.2.1.	Evolution of artifact content and funerary Container	220
6.2.2.	Spheres of production and consumption variability in funerary practices	223
6.2.3.	Regional dynamics of circulation and consumption	224

6.3. DETECTION OF SOCIOECONOMIC (DIS)SIMILARITIES	227
CAPÍTULO VII. VALORACIONES, LÍNEAS DE FUTURO Y CONCLUSIONES	231
7.1. VALORACIONES Y LÍNEAS DE FUTURO	232
7.2. CONCLUSIONES	234
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	237
ANEXOS	279
ANEXO 1: BASES DE DATOS	280
Sepulturas neolíticas del NE de la península ibérica	280
Sepulturas/eventos utilizados en modelo de red	296
Sepulturas/eventos eliminados	301
Ajuar de las sepulturas utilizadas en el modelo de red	302
Datos antropológicos utilizados en el modelo de red	306
Medidas de red del modelo	310
ANEXO 2: SCRIPTS EN R COMMANDER	313
SCRIPT: Combinar dataciones	313
SCRIPT: Modelado de redes complejas	316
SCRIPT: Cálculo de co-asociaciones de materiales	318
SCRIPT: Comparación modelos espaciales con empíricos	320
ANEXO 3: SCRIPT DATAACIONES RADIOCARBÓNICAS (OXCAL)	325

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los enterramientos asociados al VI milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 2. _____	18
Figura 2. Mapa de los enterramientos asociados al inicio del V milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 4. _____	22
Figura 3. Mapa de los enterramientos asociados desde mediados del V milenio BC hasta finales del IV milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 6. _____	29
Figura 4. Viñetas del proceso de construcción de tipologías del <i>Solsonià</i> . Arriba izquierda: cámara en margen (ejemplo del Llord I); Arriba derecha: cista enterrada (ejemplo de Costa dels Garrics II); Abajo izquierda: cámara dentro de túmulo (ejemplo de Costa dels Garrics I); Abajo derecha: cista enterrada (Castany, 2008). _____	30
Figura 5. Esquema tipológico Martín et al., 2016 (Gibaja et al., 2022). _____	32
Figura 6. Sílex melado perteneciente a la tumba B6 de Bòbila Madurell (Foto de J.F. Gibaja) (Modificado de Gibaja, Mozota, et al., 2017). _____	36
Figura 7. Industria lítica de obsidiana documentada en el NE peninsular. Izquierda: Bòbila Padró. Derecha: 1-2. Bòbila Madurell, 3. La Serreta, 4. Mines de Gavà, 5. Can Gambús (Fotos de B. Solina y A. Peñarroya) (Modificado de Terradas et al., 2014). _____	37
Figura 8. Ejemplos de los principales grupos litológicos documentados en los artefactos macrolíticos localizados en las Minas de Gavà. a) Materias primas locales: a1) Corneana, a2-a3) Pizarra, a4-a5) Corneana; b) Materias primas exógenas: b1) Fibrolita, b2-b4) Eclogitas, c) Indeterminadas (Masclans, 2017, p. 340). _____	39
Figura 9. Sepultura 17 de la Caserna de Sant Pau del Camp con identificación y ubicación de los elementos de ajuar. Destaca por ir acompañado de dos esqueletos de cabra completos (Molist et al., 2012). _____	40
Figura 10. Izquierda: collar de variscita de la mina 83 de Gavà. Derecha: fragmentos de variscita en bruto o ligeramente trabajados de la mina 83 de Gavà (foto: Casanova, Museu de Gavà) (Gibaja et al., 2019, p. 200). _____	41
Figura 11. Principales producciones cerámicas del Neolítico postcardial y <i>Sepulcres de Fossa</i> . (Dibujo A. Gómez Bach) (Molist et al., 2016) _____	45
Figura 12. Propuesta teórica de estudio de los sepulcros funerarios. _____	54

Figura 13. Esquema del proceso de modelado de un modelo de red. Modificado de Brandes et al. (2013).	64
Figura 14. Ejemplo de red de 6 nodos (n) y 7 enlaces o aristas (e).	64
Figura 15. Ejemplo de red unimodal donde los nodos son sepulturas y los enlaces es el grado de similitud que hay entre ambas. Los colores de los nodos indican la tipología de tumba y los números hacen referencia a la tumba. El algoritmo de visualización utilizada es ForceAtlas2. En Monforte-Barberán, Cuevas, et al. (en prensa).	71
Figura 16. Ejemplo de red bimodal o de afiliación donde los círculos son sepulturas y los cuadrados clases de adorno que aparecen en ellas. En Monforte-Barberán, Cuevas, et al. (en prensa).	72
Figura 17. Los nodos en redes aleatorias tienen casi el mismo número de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de bienes funerarios como indicadores de las conexiones sociales, es evidente una distribución de Poisson. Cuando se linealiza a través de una transformación logarítmica, es evidente una distribución normal (Gráfico de red de Barabási y Oltvai, 2004, p. 104).	77
Figura 18. Los nodos en las redes de mundos pequeños tienen un número desigual de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de ajuar funerario como sustitutos de las conexiones sociales, se observa una distribución logarítmica normal (Gráfico de red de Newth, 2006, p. 80).	78
Figura 19. Los nodos en redes libres de escala tienen un número desigual de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de bienes funerarios como indicadores de las conexiones sociales, se hace evidente una distribución de ley de potencia (Gráfico de red de Barabási y Oltvai, 2004, p. 104).	79
Figura 20. A. Ejemplo de matriz de modo 1. B. Ejemplo de matriz de modo 2.	81
Figura 21. Mapa de las zonas o regiones utilizadas.	93
Figura 22. Grafo de eventos donde el color de los nodos es el grupo modular y tamaño su grado de intermediación. El algoritmo de distribución utilizado para visualizar la red es el Force Atlas (inercia 0.1; fuerza de repulsión 10; fuerza de atracción 10; gravedad 150).	107
Figura 23. Modelo bayesiano secuencial de 7 fases utilizando OxCal 4.4.4 para los 146 eventos funerarios.	110
Figura 24. Suma de todos los eventos definidos.	111
Figura 25. Gráfico de las características globales de cada grupo modular o fase de la red sincrónica.	113
Figura 26. Gráfico integrado de las características globales de cada grupo modular y NTR de las ventanas temporales. (los valores de los grupos modulares han sido colocados calculando las medias temporales de cada grupo modular). Para las ventanas se ha utilizado el valor de su inicio.	116
Figura 27. Presencia de artefactos para todos los sepulcros con el contenedor no afectado (n=258).	118

- Figura 28. Gráfico de las inercias de cada clúster para todos los sepulcros con el contenedor no afectado (n= 258). El sombreado indica el punto de inflexión. _____ 119
- Figura 29. Tabla de correlaciones para los niveles 1 y 2 de análisis. En gris, se señalan los valores de $p \leq 0.05$ del test de significancia del coeficiente de correlación de Pearson. El gradiente de colores indica el índice de correlación. _____ 121
- Figura 30. red de co-asociaciones de tipos de artefactos para todas las sepulturas. Los vínculos entre las clases de adorno se dan para valores superiores a +0.01. _____ 124
- Figura 31. Red de co-asociaciones de tipos de artefactos para cada fase. Los vínculos entre las clases de adorno se dan para valores ≥ 0.01 . _____ 133
- Figura 32. Gráfico de los valores de la ratio de homogeneidad de cada fase. La bajada pronunciada entre las fases 4 y 5 está influenciada por el tamaño de la red. _____ 137
- Figura 33. Grafos de la Etapa 1. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el tamaño de los nodos indica su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas. _____ 139
- Figura 34. Grafos de la Sub-Etapa 2A. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas. _____ 142
- Figura 35. Grafos de la Sub-Etapa 2B. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas. _____ 142
- Figura 36. Grafos de la Sub-Etapa 2C. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas. _____ 145
- Figura 37. Grafos de la Etapa 3. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas. _____ 145
- Figura 38. Gráfico de las características globales de cada fase para el modelo de red. _____ 148
- Figura 39. modelo de red para cada fase. La distribución de los nodos ha sido realizada mediante su ubicación espacial. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo. _____ 152
- Figura 40. Frecuencia de los valores de intermediación para cada fase del Vallès (azul) comparados con el resto de las zonas (verde). _____ 156
- Figura 41. Cantidad de individuos sexuados para cada fase. _____ 158

Figura 42. Evolución demográfica para cada fase según la edad. _____	160
Figura 43. Resultados del valor de riqueza Gini según sexo y fase. Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____	163
Figura 44. Frecuencias de aparición de cada clase de artefacto para individuos masculinos (azul) y verdes (femeninos). Para las clases de artefactos con ≤ 5 muestras en ambos sexos no se ha computado. En la malacología se ha eliminado el valor de 1856, considerado atípico (<i>out-layer</i>) para este gráfico. _____	164
Figura 45. Frecuencia de los valores de intermediación para individuos masculinos (azul) y verdes (femeninos) en cada fase. _____	166
Figura 46. Análisis de correspondencia para la distribución de edades en cada grupo modular. _____	168
Figura 47. Resultados del valor de riqueza Gini según edad y fase. Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____	170
Figura 48. Resultados del valor de riqueza Gini según edad para todo el modelo. _____	171
Figura 49. Frecuencias de aparición de cada clase de artefacto para individuos subadultos, adultos y maduros/seniles. Para las clases de artefactos con ≤ 5 muestras no se han computado. _____	173
Figura 50. Frecuencias de aparición de artefactos para individuos adultos que no han podido ser calculadas en el resto de las edades. _____	174
Figura 51. Grafo de similitud de zonas según tipologías de contenedor funerario (n= 387). La distribución de los nodos ha sido realizada mediante el cálculo del centroide de cada área de estudio. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo. El tamaño de los nodos indica su valor de grado de intermediación. _____	177
Figura 52. Grafo de eventos donde el color de los nodos es el tipo de contenedor. _____	180
Figura 53. Análisis de correspondencia para los grupos polítéticos de cada fase según tipo de contenedor. _____	183
Figura 54. <i>Boxplot</i> de los valores z-score del grado de intermediación para cada tipo de contenedor. _____	184
Figura 55. Frecuencias de valor de intermediación en el modelo de red para ausencia (azul) y para presencia (verde) de estilos cerámicos <i>Molinot</i> , <i>Montboló</i> , <i>Chassense</i> o <i>Boca Cuadrada</i> . _____	186
Figura 56. Grafo de eventos donde el color de los nodos es la presencia de influencias cerámicas en las sepulturas funerarias. _____	187
Figura 57. Grafo de eventos donde el color de los nodos es la presencia de materiales exógenos en las sepulturas funerarias. _____	188
Figura 58. <i>Boxplot</i> para los porcentajes de material exógeno de cada fase. _____	189

Figura 59. Gráfico de cantidad de materiales locales y exógenos según los grupos politéticos de cada fase. La nomenclatura indica fase (F)-grupo (p. ej. grupo 2 fase 7= F7-2). _____ 191

Figura 60. Grafo de similitud de zonas según cantidad de materiales exógenos localizados en las sepulturas (n= 388). La distribución de los nodos ha sido realizada mediante el cálculo del centroide de cada área de estudio. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo. El tamaño de los nodos indica su valor de grado de intermediación. _____ 192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronología neolítica según diversas autoras (dataciones en cal. BC). _____	11
Tabla 2. Enterramientos asociados al VI milenio BC. La ID corresponde a la Figura 1. _____	17
Tabla 3. Sexo y edad de los enterramientos asociados al VI milenio BC. “?”= Indeterminado. _____	19
Tabla 4. Yacimientos con enterramientos asociados desde inicios a mediados del V milenio BC. La ID corresponde a la Figura 2. _____	21
Tabla 5. Sexo y edad de los enterramientos desde inicios a mediados del V milenio BC. “?”= Indeterminado. _____	23
Tabla 6. Yacimientos con enterramientos asociados desde mediados del V milenio BC hasta finales del IV milenio BC. La ID corresponde a la Figura 3. _____	28
Tabla 7. Selección de los datos según la calidad de estos. _____	91
Tabla 8. Sistematización del contenedor de las sepulturas. _____	94
Tabla 9. Sistematización del contenido artefactual de las sepulturas. _____	95
Tabla 10. Grupos modulares de la red sincrónica. _____	108
Tabla 11. <i>Boundary start</i> y <i>boundary end</i> de cada fase modelada calibrada en 2 sigmas. _____	111
Tabla 12. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de los nodos del modelo de red temporal. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Para cada conjunto de datos se incluye la estadística de bondad de ajuste (KS) y la probabilidad (p) de que los datos empíricos sigan una distribución de Poisson (LP), logaritmo normal (LN) o una distribución exponencial (EXP). Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). _____	112
Tabla 13. Características globales de cada grupo modular o fase de la red sincrónica. _____	112
Tabla 14. Ventanas temporales y valor NTR. _____	114
Tabla 15. Resumen de las principales características del modelo temporal analizado. Donde “+” indica aumento, “-“ decrecimiento, “=” constancia. _____	116
Tabla 16. Cantidad de sepulcros y artefactos presentes en cada uno de ellos. _____	118
Tabla 17. Valores de los clústeres del Análisis de Correspondencia efectuado para todos los sepulcros con el contenedor no afectado ($n= 258$). _____	119

Tabla 18. Valores normalizados de la cantidad de veces que aparece cada artefacto en cada clúster. () = número total de sepulturas. El sombreado indica los valores ≥ 0.5 . _____ 120

Tabla 19. Resultados de la bondad de ajuste para el total de la distribución de los artefactos. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____ 122

Tabla 20. Resultados de la bondad de ajuste para la distribución de los artefactos asociados a los 146 eventos o sepulturas funerarias. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras ≤ 3 no se ha computado. _____ 123

Tabla 21. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para todas las sepulturas. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 126

Tabla 22. Valor de centralidad de vector propio de tipos de artefactos para todas las sepulturas. _____ 126

Tabla 23. Valor de centralidad de vector propio de tipos de artefactos para cada fase (NA indica la ausencia de la clase de artefacto). _____ 127

Tabla 24. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 1. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 127

Tabla 25. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 2 Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 128

Tabla 26. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 3. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 128

Tabla 27. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 4. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 130

Tabla 28. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 5. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 130

Tabla 29. Valores de co-asociación de tipos de artefactos la fase 6. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 131

Tabla 30. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 7. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 . _____ 131

Tabla 31. Asociaciones significativas diferenciando entre materiales exógenos y locales. ____ 134

Tabla 32. Resultados de la robustez modular para cada fase del modelo de red. El sombreado indica valores que no son estadísticamente significativos. Las fases 1 y 2 han sido excluidas debido a el tamaño de la red (3 nodos). _____ 136

Tabla 33. Tabla de cálculo para la ratio de homogeneidad. _____ 137

Tabla 34. Nodos sin presencia de ajuar. _____ 138

- Tabla 35. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____ 146
- Tabla 36. Características globales de cada fase para el modelo de red. _____ 147
- Tabla 37. Valores normalizados de centralidad de intermediación para nodos que desaparecen de la red. El sombreado indica valores positivos. NA indica ausencia de nodos desaparecidos. _____ 150
- Tabla 38. Resultados de la comparación de los modelos espaciales con el modelo de red general para las fases de ≥ 5 nodos. El sombreado indica los valores de $p < 0.05$. _____ 153
- Tabla 39. Cantidad de nodos por cada fase y región. Entre paréntesis aparece el total de nodos teniendo en cuenta aquellos nodos sin materiales arqueológicos. _____ 154
- Tabla 40. Acumulación de valores de intermediación para cada región y fase. _____ 155
- Tabla 41. Cantidad de inhumaciones sexuadas, infantiles e indeterminadas para el Neolítico antiguo y medio. Para los Niveles 1 y 2 (n= 295). _____ 158
- Tabla 42. Evolución demográfica según el sexo y cantidad de individuos inhumados conjuntamente. _____ 159
- Tabla 43. Evolución demográfica para cada fase según la edad y el sexo conjuntamente. ____ 160
- Tabla 44. Relación entre los grupos politéticos del modelo de red y el sexo de los individuos. El color del grafo coincide con el color de la Figura 34 hasta la Figura 37. Los grupos politéticos con color de grafo “-“ pertenecen a aquellas tumbas sin presencia de materiales. _____ 161
- Tabla 45. Resultados de la bondad de ajuste para la presencia de artefactos según el sexo de los individuos en cada una de las fases. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____ 162
- Tabla 46. Resultados de la bondad de ajuste de la presencia de artefactos según sexo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado. _____ 165
- Tabla 47. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según sexo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____ 167
- Tabla 48. Relación entre los grupos politéticos del modelo de red y la edad de los individuos. El color del grafo coincide con el color de la Figura 34 hasta la Figura 37. Los grupos politéticos con color de grafo “-“ pertenecen a aquellas tumbas sin presencia de materiales. _____ 168
- Tabla 49. Resultados de la bondad de ajuste de la presencia de artefactos según la edad de los individuos en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. NA indica que una distribución particular podría no ajustarse a los datos. Se

descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado. _____ 169

Tabla 50. Resultados de la bondad de ajuste para la cantidad total de artefactos según la edad de los individuos en todo el modelo. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). _____ 170

Tabla 51. Cantidad de inhumaciones con presencia de cada clase de artefacto. El sombreado indica aquellas inhumaciones que presentan de ≤ 5 clases de artefactos diferentes. _____ 171

Tabla 52. Resultados de la bondad de ajuste para la presencia de artefactos según la edad. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado. Las hachas locales y los ornamentos indeterminados de los individuos adultos no han estado computados debido a que las inhumaciones tan solo presentan 1 o 2 elementos. _ 174

Tabla 53. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según franja de edad en cada una de las fases El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3). _____ 175

Tabla 54 Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según franja de edad en todo el modelo. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). _____ 175

Tabla 55. Cantidad de sepulturas por zona geográfica y tipología de contenedor. CUEVA LAT.= Cueva lateral; FOSA SIMP.= Fosa simple; FOSA COMP.= Fosa compleja; FOSA REUT.= Fosa reutilizada; MEG= Megalitismo. _____ 176

Tabla 56. Distribución de los tipos de contenedor según las fases temporales. _____ 178

Tabla 57. Adscripción del tipo de contenedor al sexo y edad de los individuos. _____ 181

Tabla 58. Adscripción del tipo de contenedor al grupo politético del modelo de red. _____ 182

Tabla 59. Cantidad de materiales exógenos y locales para cada grupo politético y fase. ____ 190

Tabla 60. Cantidad de sepulturas y artefactos exógenos según zonas geográficas. Las ID “-“ no aparecen en el mapa debido a la ausencia de estos materiales. _____ 191

Tabla 61. Cantidad de materiales exógenos según espacio y tiempo. _____ 193

Tabla 62. Franjas temporales de cada fase. _____ 196

ABREVIACIONES

A	Franja de edad adulto
BC	Antes de Cristo
BR	Coefficiente de Brainerd-Robinson
BRAZ.	Brazaletes de <i>Glycymeris</i>
CA	Análisis de Correspondencia
Cal.	Calibrado
CAS	Sistemas Complejos Adaptativos
CER.	Cerámica
COL.	Colmillos de <i>Sus scrofa</i>
CUEN. PIE.	Cuenta de piedra
E	Este
EXP	Distribución exponencial
F	Sexo femenino
FAU.	Fauna
G	Coefficiente de Gini
GAL.	Galena
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alternativa
HAC. EX.	Hachas exógenas
HAC. LOC.	Hachas locales

I	Franja de edad infantil
IND.	Individuos
IND. OS.	Industria ósea
J	Franja de edad joven
JA	Índice de Jaccard
ka	Miles de años
km	kilómetros
KS	Estadística de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov
LN	Distribución normal
LP	Distribución de Poisson
M	Sexo masculino
m	Metros
M/S	Franja de edad maduro/senil
MACRO.	Macrolítico
MALAC.	Malacología marina
N	Norte
n	Número
NA	No disponible (<i>Not Available</i>)/ Valores no computables / Ausencia
NE	Noreste
NMI	Número mínimo de individuos
NTR	Node Turnover
NW	Noroeste
OB.	Obsidiana
ORN.	Ornamento
<i>p</i>	Probabilidad

p. ej.	Por ejemplo
PCA	Análisis de Componentes Principales
S	Sud
SA	Franja de edad subadulto
SD	Desviación estándar
SE	Sudeste
SIL. ME.	Sílex melado
SIL.	Sílex
SW	Sudoeste
VAR.	Variscita
W	Oeste

INTRODUCCIÓN

Consideraciones previas

El objeto de estas consideraciones es tratar de desarrollar una inquietud, un anhelo que, lejos de ser un completo desahogo personal, trata de vincular la arqueología con las problemáticas del presente. Pido pues, a la lectora que lo entienda como tal, como una nota necesaria con el fin de aunar el mundo que nos rodea con la investigación aquí presente.

Para ello parto del principio, es decir, des del cuestionamiento de qué es una ciencia social. Las ciencias sociales, entre ellas la arqueología, son concebidas hegemónicamente como ciencias neutras al servicio de la obtención de conocimiento del comportamiento del ser humano, la sociedad y sus formas de organización. Dicha concepción, aísla el plano analítico de la realidad objetiva, tratando de desvincular el conocimiento social de los problemas de la sociedad en la que nos encontramos. La arqueología ni es neutra ni está al servicio de toda la sociedad. Se encuentra, mayoritariamente, subyugada a unos intereses de clase que, lejos de beneficiarnos, sirven a la clase dominante para reforzar, ideológicamente, el conjunto de relaciones sociales sobre el cual se fundamenta nuestro sistema económico.

Pero esto no es siempre así. Dentro del marco institucional existen pequeñas fugas que unifican las necesidades de la sociedad actual, abriendo un abanico de discusión acerca de las posibilidades reales de creación de una herramienta contrahegemónica. Estos son los trabajos de las diversas agrupaciones y entidades que luchan, por ejemplo, por dignificar las personas represaliadas por la Guerra Civil española a través de la documentación y excavación de fosas comunes.

Con ello, consideramos que las arqueólogas no somos una clase ni un grupo social concreto; somos una parte más de la clase trabajadora. Las arqueólogas nos ubicamos como agentes

activas en la producción intelectual y, por ello, estamos sometidas al conjunto de relaciones sociales del entorno, determinando y siendo determinadas por el mismo. La generación de conocimiento se ubica en la academia, al servicio de la creación y mantenimiento, en constante adaptación, de la ideología dominante. La *libre elección* de esta producción está totalmente condicionada y, *por ende*, negada. El grado de *libertad* a la hora de llevar a cabo nuestra investigación siempre estará sujeto a la correspondencia entre el nivel de equilibrio que se da entre el desarrollo de las fuerzas productivas y las relaciones sociales que de él se desprenden. La producción intelectual arqueológica y, por lo tanto, académica, se opone pues a una producción íntegramente revolucionaria y contrahegemónica al servicio de los más desfavorecidos.

Ante este panorama tenemos que ser conscientes de cuál es el papel que nos toca jugar, situándonos correctamente en la lucha por la transformación social. Recuperando la concepción de Gramsci (1999), el cual defendía que las clases sociales toman conciencia y dejan de ser clase en sí para ser clase para sí misma en el terreno de la ideología, nuestro objetivo tiene que ser unánime: el proceso de creación y difusión de *conciencia histórica*.

En base a las consideraciones anteriores es necesario construir una arqueología ligada de forma dialéctica y permanente con las luchas del presente. ¿Cumple este trabajo con esta necesidad? Sí y no.

Es evidente que vivimos en un mundo desigual e injusto. El capitalismo, sistema decadente y destructivo, vive una crisis económica global desde 2008 en comparación solo con la de la década de 1930, agravada por la crisis ambiental y la pandemia causada por ello mismo. Arroja estas crisis y sus horrores sobre las trabajadoras y la mayoría de la población del planeta. Crecen elementos de barbarie y opresión de todo tipo. La violencia y las consecuencias de la crisis y la pandemia recaen con más fuerza en los sectores más explotados y oprimidos de la clase trabajadora y el pueblo más pobre. Su rostro más cruel se expresa en el genocidio, el hambre, el encarcelamiento masivo de jóvenes pobres, los feminicidios y crímenes lgbtfóbicos, la persecución y asesinato de los migrantes, expropiación de los pueblos originarios, etc.

En este contexto, las opresiones aumentan y la tarea central de las arqueólogas deviene una actividad indispensable. En algunas formaciones económicas precapitalistas, la explotación o apropiación del excedente de trabajo de una clase explotada se obtenía directamente a través de relaciones de opresión. En el capitalismo, el mecanismo que permite la explotación es “extraeconómico”, y las relaciones sociales, al ser mediadas por cosas (mercancías y dinero), están ocultas. La apariencia es de una sociedad de individuos libres e iguales, donde este individuo posee su fuerza de trabajo, que vende en el mercado, como cualquier otra mercancía. La relación de cambio, la esfera de la circulación del capital, revela de inmediato las relaciones sociales detrás de ella. Las mercancías cobran vida (fetichismo), se personifican, mientras que los seres humanos se deshumanizan y se vuelven cosas. Esta apariencia de libertad e igualdad se presenta al individuo, aunque su esencia y su contenido es la desigualdad y la esclavitud. Sin esta comprensión, no podemos entender la producción, reproducción y forma de manifestación de las opresiones en el sistema capitalista y cómo se entrelazan con la explotación.

Para entender el funcionalismo del capitalismo, y por tanto como combatirlo, debemos buscar y analizar la emergencia de relaciones disimétrica. Estas, según gran cantidad de investigadoras,

se da con la aparición de las primeras sociedades con economías basadas en la explotación agrícola y ganadera, momento que consideran el inicio del desarrollo de desigualdades jerárquicas (García-Sanjuán y Díaz del Río, 2006, p. 4; Hayden, 1995, p. 15; Mazurié de Keroualin, 2003, pp. 169-170; Price, 1995, pp. 140-417) y de la adopción de mecanismos de explotación social, políticamente institucionalizados (García-Sanjuán y Díaz del Río, 2006, p. 3) que dan lugar a formas de explotación.

Algunas investigadoras asocian la aparición de desigualdades jerárquicas con la aparición de agricultura (Cintas-Peña, 2018; García-Sanjuán y Díaz del Río, 2006, p. 6), momento en el que las opciones de apropiación de la plusvalía aumentan. Según Estévez et al. (1998, p. 15-17), el control de la reproducción de animales y plantas, acompañada de la noción de propiedad, necesitaría una mayor inversión de trabajo. Las mujeres se verían entonces más oprimidas: aumentaría su capacidad reproductiva, para asegurar las fuerzas productivas, es decir, la mano de obra necesaria para esta nueva economía. Por otro lado, Castro et al. (2005) se preguntan si las relaciones entre hombres y mujeres se articulan sobre la base de la reciprocidad o de la explotación, dependiendo de la existencia de una compensación o asimetría entre el trabajo realizado y el acceso a los productos y/o servicios creados. Para abordar correctamente la realidad de las prácticas sociales de cualquier época, insisten en la importancia del estudio de tres tipos de producción: la producción de objetos, la producción de los cuerpos de los sujetos sociales sexuados y el mantenimiento de los dos anteriores. En cuanto al posible aumento demográfico que se suele describir para el Neolítico, Castro y colaboradoras, plantean la hipótesis de que esto podría suponer una mayor actividad por parte de las mujeres, que por tanto debían experimentar más embarazos y partos, y quizás también cuidar más a los niños. Pero van más allá al preguntarse si este incremento del trabajo femenino fue compensado de alguna manera por el grupo social o si, por el contrario, supuso una explotación del colectivo femenino. Insisten en la necesidad de realizar investigaciones sobre estos aspectos (Castro et al., 2005).

La emergencia de las desigualdades jerárquicas o, al menos, el momento en que estas se desarrollan significativamente, se describe regularmente como el momento en el que se adoptan prácticas agrícolas y ganaderas, hecho que favorece el aumento de la producción, el intercambio y la presión demográfica (Hayden, 1995, p. 71; Price y Feinman, 2010, p. 3). Aun así, cabe tener en consideración que estas dinámicas se dan de forma desigual a lo largo de Europa y Oriente Próximo. En este sentido, el objeto de esta tesis es la aplicación de un método de análisis para el estudio de la emergencia de dichas desigualdades. Concretamente, se han seleccionado las primeras sociedades agrícolas y ganaderas del NE peninsular debido al abundante recorrido historiográfico llevado a cabo en los últimos 80 años y debido al amplio registro empírico de sepulcros funerarios documentados en esta zona, unidad de análisis del método implementado. Con ello, se tratará de buscar el origen de la división del trabajo, de la disimetría de acceso a los recursos por parte de la población y de las instituciones generadas para fijar la coerción en el NE peninsular.

Así pues, tratamos de aportar un grano de arena más para establecer las bases científicas que ayuden en el avance de la *conciencia histórica*, contradiciendo discursos hegemónicos y llevando a cabo un proceso de investigación necesario en el marco del acrecentamiento de la barbarie social que sufrimos cada día.

El Análisis de Redes Sociales

Considerando la realidad social como una determinación causal fruto de las relaciones sociales de producción y reproducción, en este trabajo se ha tratado de confeccionar un modelo coherente donde no exista contradicción alguna entre la base lógica que lo sostiene y las leyes fundamentales o pautas arqueológicas contrastadas a partir de su manifestación material. Para ello, el encargado de llevar a cabo este modelo es el Análisis de Redes Sociales que, definido por Brughmans (2010, p. 277), no es más que un medio para “detectar e interpretar patrones de relaciones entre sujetos de interés de investigación”. Este se basa en la premisa de que una serie de fenómenos observados arqueológicamente pueden abstraerse como un conjunto de asociaciones entre elementos que pueden conceptualizarse como vínculos que forman modelos de redes (Brandes et al., 2013).

En este sentido, el uso de modelos de red dentro de la investigación arqueológica ha sido utilizado como un método de estudio para examinar los fenómenos pasados, cómo estos se resumen en conceptos y cómo, a su vez, se pueden representar como datos de red.

Estos modelos de red no son más que abstracciones formadas por elementos o entidades individuales representados como puntos (nodos) conectados por líneas (enlaces) que representan algún tipo de relación entre ellos. Como tales, los actores se analizan en términos de su inserción dentro de conjuntos de relaciones y, por lo tanto, nunca son autónomos, sino que siempre dependen del comportamiento de todas las demás entidades y sus conexiones (Borgatti et al., 2009; Marin y Wellman, 2011). Este tipo de enfoque se basa en la observación de que el análisis de dichas conexiones proporciona una comprensión mucho más profunda de la dinámica de fenómenos específicos (Borgatti et al., 2009; Brughmans et al., 2016; Brughmans y Peeples, 2018, 2023; Collar et al., 2015; Knappett, 2011).

Objetivos y premisas de partida

Las **premisas** de partida de este trabajo se fundamentan en algunas de las conclusiones de investigadoras como Duboscq (2017) y Allièse (2016) las cuales plantean que, según los tipos de estructuras y, especialmente, según el ajuar funerario, a partir de la segunda mitad del V milenio cal. BC en el NE peninsular emergen relaciones disimétricas entre individuos y grupos, consolidándose y ampliándose desde de entonces. Los datos arqueológicos disponibles para este periodo ofrecen un amplio abanico de oportunidades de análisis para llevar a cabo la contrastación de estas premisas. Concretamente, las premisas sobre las que trabajaremos son las siguientes:

- La existencia de accesos diferenciales a los recursos que requieren una importante inversión de trabajo en su obtención podría interpretarse como el reflejo de fenómenos de circulación desigual, donde el control de la circulación de unos grupos centrales afecta a las poblaciones periféricas al núcleo central.

- Las relaciones entre individuos sexuados masculinos y femeninos variaron indudablemente según la época y los sectores geográficos, siendo los primeros los que aparentan mayor ostentación de estatus y siendo este mayor conforme avanza el tiempo.
- Emerge una posible división social y sexual de las actividades, con una mayor asociación de las mujeres con actividades sedentarias.
- La forma de considerar y tratar a las inhumaciones infantiles varía según los grupos y el tiempo.
- Según el ajuar, el Vallès y la costa litoral central funcionarían como núcleo central que gestiona la circulación.
- Catalunya central y la llanura prelitoral de Girona jugarían un papel secundario en las redes de circulación y podrían funcionar como lugares dependientes del núcleo central.
- Los Pirineus funcionarían como una zona de importancia en la gestión de las redes.

Con ello, tomando en cuenta las consideraciones previas y el método de análisis de red, el **objetivo general** de este trabajo es:

explorar la emergencia de nuevas relaciones sociales derivadas de la implantación de un modelo económico agropecuario en el NE peninsular a partir del estudio de la organización y estructura social, es decir, mediante el estudio de las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio llevadas a cabo en la materialidad localizada en las sepulturas funerarias neolíticas, entendidas como depósitos de trabajo socialmente necesario.

Los **objetivos específicos** que de este se desprende, aplicados al marco del NE de la península ibérica y ubicados entre mediados del VI milenio y finales del IV cal. BC, se pueden resumir de la siguiente forma:

- a) Análisis de la evolución demográfica y los patrones de interacción social.
- b) Estudio de la variabilidad de la práctica ritual y la tendencia productiva a lo largo del tiempo y espacio.
- c) Detección de la presencia de similitudes/disimilitudes socioeconómicas individuales y/o grupales.
- d) Análisis de la posible adscripción de valores político-ideológicos a individuos y/o grupos.

Estructura del trabajo

El trabajo aquí presente se estructura en un preámbulo o introducción seguido de 7 capítulos de desarrollo con sus correspondientes apéndices. El Capítulo 5 se presenta en castellano e inglés, elemento indispensable para la mención internacional. Para facilitar la lectura, cada uno de los capítulos presenta, en su primera página, un resumen de su contenido.

De forma detallada, en la introducción, se establecen los propósitos y premisas iniciales, al tiempo que se delinea la estructura de la investigación. Se señalan las limitaciones y desafíos que pueden surgir en el estudio.

El primer capítulo aborda el contexto histórico y empírico del tema, estableciendo el marco cronológico de análisis. Se realiza una revisión historiográfica y se explora el registro arqueológico de las diversas etapas, prestando mayor atención y detallando las características de contenedores y contenido funerarios en cada una de las distintas etapas.

En el segundo capítulo se establece el marco teórico en el que se enmarca la investigación. Se explora la arqueología como ciencia social y su relación con conceptos de producción, consumo, distribución y cambio. Se examina la importancia de la arqueología de la muerte, considerando sus presupuestos históricos para, posteriormente establecer los fundamentos teóricos de análisis materialista de los sepulcros funerarios utilizados en este trabajo. Se aborda la importancia de sexuar el pasado en estos estudios.

El tercer capítulo se dedica al Análisis de Redes Sociales como método de estudio. Se explora la modelización de sociedades pasadas, definiendo diferentes clases de modelos. Se introduce la Ciencia de Redes, la Teoría de Grafos y se detallan las características del Análisis de Redes Sociales. Se describen las características y tipologías de las redes y se abordan las redes complejas en el contexto de las ciencias sociales.

El cuarto capítulo se concentra en el marco metodológico. Se presenta una conceptualización metodológica general, seguida de la selección y sistematización de variables en el registro empírico. Se detallan las especificaciones metodológicas para analizar dinámicas temporales, la afiliación y co-asociación de artefactos, la construcción de redes, y el análisis de implicaciones espaciales.

El quinto capítulo presenta los resultados obtenidos a través del análisis. Se exhiben los modelos de red basados en el tiempo, el análisis del contenido artefactual y el modelo de red para sepulcros funerarios. Se discuten las implicaciones espaciales de estos modelos y se analiza el contenido antropológico y los contenedores funerarios.

El capítulo sexto es una discusión en profundidad de los resultados obtenidos marcando como puntos de discusión los objetivos específicos de este trabajo: la evolución demográfica, los patrones de interacción social, las tendencias productivas a lo largo del tiempo y el espacio, las diferencias socioeconómicas y las posibles adscripciones de valores político-ideológicos en el análisis.

Finalmente, el séptimo capítulo reúne las conclusiones derivadas del estudio. Se sintetizan los aspectos más relevantes y se brinda una perspectiva global sobre la investigación realizada, valorando limitaciones y propuestas de futuro.

Aclaraciones

El apartado bibliográfico de la presente tesis se ha realizado mediante el software de código abierto Zotero debido a sus características de código abierto, sus características propias de obtención de citas de bibliografía de forma rápida y óptima respecto a otros gestores y por la optimización del tiempo en la introducción de bibliografía, reduciendo de forma exponencial la dedicación al apartado bibliográfico. Cualquier error u omisión en el apartado bibliográfico debe asociarse al autor del trabajo y no al gestor bibliográfico utilizado. Las normas utilizadas han sido las American Psychological Association (APA) 7ª edición.

Los últimos datos bibliográficos utilizados en la redacción de la presente tesis son aquellos publicados hasta el abril del 2023. Por otro lado, la base de datos fue cerrada a fecha de mayo del 2022 por lo que no se han considerado publicaciones de datos funerarios como, por ejemplo, los nuevos datos de las sepulturas de Ca l'Estrada II (Roig, 2023).

Las fechas radiocarbónicas han sido calibradas a 2 sigmas –95% de probabilidad– y siempre han sido representadas en formato cal. BC mediante el software OxCal 4.4.4 (Bronk-Ramsey, 2009).

Para representar los gráficos han sido utilizados diferentes softwares dependiendo del grado de optimización y sencillez de cada uno de ellos. Ha sido utilizado el software estadístico Past (Hammer et al., 2001) el Microsoft Excel y el software estadístico R (R Core Team, 2023).

Los nombres de yacimientos y regiones se han mantenido en la lengua de origen, es decir el catalán, así como los horizontes y grupos culturales acuñados por la biografía catalana (estos últimos se escribirán en letras itálicas): p. ej. Pirineus, Vallès, Solsonès, Ebre, *Sepulcres de Fossa*, *Molinot*, *Boques de l'Ebre*.

Finalmente, el uso del femenino inclusivo ha sido utilizado para la primera persona del plural y la tercera persona del singular y del plural.

CAPÍTULO I. CONTEXTO HISTÓRICO Y REGISTRO EMPÍRICO

Resumen

En este primer Capítulo se presenta la cronología y periodización del registro empírico que se utilizará a lo largo del trabajo, es decir se concreta la realidad arqueológica fechada desde la primera mitad del VI milenio hasta la segunda mitad del IV milenio cal. BP. Posteriormente, se repasa la historiografía de este periodo para, finalmente, exponer su registro material haciendo hincapié en las prácticas funerarias.

1.1. CRONOLOGÍA Y PERIODIZACIÓN

Si bien a lo largo de las consideraciones iniciales ha quedado delimitado el ámbito temporal entre el Neolítico antiguo y Neolítico medio del NE peninsular, debemos situarlo cronológicamente para poder caracterizar las sociedades que vivieron en él. Así pues, el Neolítico es la etapa histórica situada en la época geológica del Holoceno medio, fase posterior al inicio de este. Su aparición condujo a la expansión de los bosques a expensas de las estepas tardías glaciares debido a la instauración de un clima más cálido y húmedo, llegando a una máxima expansión de los bosques caducifolios después del 9.5-9.0 cal. ka BP en la península ibérica (Badal et al., 2016; Carrión et al., 2010; González-Sampériz et al., 2017). Uno de los motores de cambio socioeconómico documentado a lo largo del Mediterráneo occidental se vincula al evento de enfriamiento 8.2 ka cal. BP, considerado como el límite entre el Holoceno temprano y el medio, de acuerdo con la clasificación geocronológica de Walker et al. (2012). Este se concibe como causa de las crisis, migraciones o abandono de las anteriores sociedades de cazadoras-recolectoras (González-Sampériz et al., 2017), argumento utilizado repetidamente para explicar el proceso de neolitización en esta área (Berger, 2009; Weninger et al., 2006).

El Holoceno medio representa un estadio de contradicciones y relaciones cada vez más complejas entre los cambios ambientales y el desarrollo de los modelos de producción de las diferentes formaciones sociales, haciéndose cada vez más evidente el grado de afectación del medio ambiente por los humanos (Robert et al., 2011). Con ello, las diversas fluctuaciones climáticas afectaron al desarrollo de la vegetación (Revelles, 2017), dando lugar a un clima húmedo más cálido que en el Holoceno temprano que permitió la expansión de densos bosques caducifolios de hoja caduca que evolucionaron hacia bosques mesófilos y condiciones más húmedas en las zonas más secas. Este ambiente se conoce como el *Óptimo Climático*.

Las primeras poblaciones propiamente agropastorales las encontramos homogéneamente en el extremo oeste del Mediterráneo en este momento. Una serie de diversos "grupos cerámicos" aparecen en el sur de Francia y en la península ibérica en el lapso comprendido entre el 5600 y 4900 cal. BC. Desde el primero y más antiguo, el llamado grupo cerámico impreso (Bernabeu et al., 2009; Guilaine et al., 2007; Pardo-Gordó et al., 2020), hasta las cerámicas impresas e incisas con almagras de la España meridional (García et al., 2010), pasando por las decoraciones cardiales y por el *Boquique* (Bernabeu, García, et al., 2011) hasta llegar a los estilos *Molinot* y *Montboló* propios del Neolítico postcaridal (Molist et al., 2016). Hasta entonces, esta región estuvo habitada por comunidades de cazadoras-recolectoras mesolíticas que vivían en las tierras bajas y las montañas del Pre-Pirineu/Pirineus, así como en las sierras prelitorales. Algunos ejemplos de yacimientos de los últimos grupos con economía cazadora-recolectora son la Cova del Parco (Guilaine et al., 2008), la Cova del Vidre (Bosch, 2001), la Font del Ros (Roda et al., 2020), la Balma Margineda (Guilaine et al., 2008; Oms, Gibaja, et al., 2016) y Bauma del Serrat del Pont (Alcalde y Saña, 2008).

Tras ocupar los territorios costeros, en unos pocos siglos, estas primeras comunidades de agricultoras y pastoras ya se habían asentado en los territorios del interior e incluso en determinados contextos montañosos de los Pirineus y Pre-Pirineus. Posteriormente, y de forma paulatina, fueron ocupando otras zonas de la península ibérica. Sin embargo, cabe señalar otras

líneas de investigación que propone que la emergencia de este escenario podría haberse dado a través de otra vía de penetración desde el N de África, atravesando las costas de Marruecos (Bernabeu et al., 2015; Gibaja y Carvalho, 2010; Isern et al., 2014; Martins et al., 2015; Oms et al., 2012; Zilhão, 2001). Ambos modelos de neolitización indican no sólo una alta velocidad de llegada del Neolítico al occidente mediterráneo (Zilhão, 2001), sino también un componente arrítmico y sucesivo en la venida de nuevas poblaciones (Guilaine, 2001, 2014).

Estas sociedades se caracterizaron principalmente por la agricultura, tal y como evidencian los restos localizados en algunos yacimientos de trigo, cebada (*Triticum aestivum t. compactum*, *Triticum aestivum/durum*, *Triticum dicoccum*, *Hordeum vulgare nudum* y *Hordeum vulgare*) y legumbres (judías blancas -*vicia fava*- y guisantes -*pisum sativum*-) (Antolín y Buxó, 2012; Zapata et al., 2005) y la ganadería, como bien se documenta por los restos óseos de varias especies de animales domésticos (ovejas y cabras -*Ovis aries*, *Capra hircus*-), bovinos -*Bos Taurus*- y cerdos -*Sus domesticus*-) (Tresset y Vigne, 2011). Además, estos grupos reprodujeron a la perfección las técnicas alfareras y produjeron industrias líticas talladas (caracterizadas por el doble bisel) (Gironès et al., 2020) y pulimentadas (hachas, azuelas y molinos) (Masclans, 2017, 2019).

Tradicionalmente se han establecido cinco periodos a partir de diversos aspectos: la morfología y decoración de la cerámica, los modelos de poblamiento, la tecnomorfología de los instrumentos líticos y óseos, las características del ornamento y las prácticas funerarias. Estos son: Neolítico antiguo cardial, Neolítico antiguo epicardial, Neolítico postcardial y Neolítico medio (Martín et al., 2010; Mestres, 1992; Molist et al., 2003).

Varias autoras han planteado diversas periodizaciones o fases cronológicas a partir del estudio de acumulaciones de dataciones radiocarbónicas, elementos diagnósticos o fósiles directores para las primeras sociedades neolíticas en el NE peninsular:

Fase	Inicio	Final	Referencia
NEOLÍTICO ANTIGUO CARDIAL	5400	5000	Barceló, 2008
	5500	4850	Oms, Martín, et al., 2016
NEOLÍTICO ANTIGUO EPICARDIAL	5000	4400	Barceló, 2008
	4930	4420	Oms, Martín, et al., 2016
NEOLÍTICO POSTCARDIAL	4400	3600	Barceló, 2008
	4600	3900	Mestres y Tarrús, 2016
	4400	4000	Molist et al., 2016
NEOLÍTICO MEDIO	4690	3800	Oms, Martín, et al., 2016
	4000	3300	Barceló, 2008
	3900	3400	Mestres y Tarrús, 2016
	4000	3400	Molist et al., 2016
	4250	3150	Oms, Martín, et al., 2016

Tabla 1. Cronología neolítica según diversas autoras (dataciones en cal. BC).

La dinámica de estas agrupaciones de dataciones parece encajar, según Bernabeu et al. (2017), con un patrón de “auge y caída” de estas poblaciones. Bernabeu et al. (2014, 2016) notan como este fenómeno se correlaciona con un desarrollo inicial de entidades arqueológicas seguido de una fase de "fragmentación cultural". Si bien se han propuesto factores internos (Bernabeu y Martí, 2014; Shennan et al., 2013) y externos (Gronenborn, 2009, 2010) para explicar este fenómeno, ambos podrían haber tenido consecuencias para las sociedades humanas dando lugar

a variables regionales y locales que reflejan la importancia de los factores bióticos y el comportamiento económico humano (Bernabeu et al., 2017).

Además de este modelo, en la actualidad se están desarrollando diversos modelos de expansión agrícola mediante el uso de las dataciones radiocarbónicas que deben de ser tenidos en cuenta (p. ej. Martínez-Grau et al., 2020, 2021; Pardo-Gordó y Bergin, 2021).

A pesar de que la cantidad de dataciones radiocarbónicas se ha visto incrementado en los últimos años, tal y como evidencian los trabajos de Morell, Barceló, et al. (2018) y Huet et al. (2022), existen innumerables contextos y sepulturas sin una asignación cronológica clara. En este sentido, dado que el objeto de estudio de este trabajo son los sepulcros funerarios, hemos creído oportuno utilizar, a grandes rasgos, la propuesta de división del Neolítico de Oms, Martín, et al. (2016), la cual divide el Neolítico en antiguo cardial, antiguo epicardial, postcardial y medio.

Aun así, el registro arqueológico del Neolítico postcardial y el Neolítico medio ha sido agrupado en un mismo apartado ya que existe cierto consenso en considerar la emergencia y desarrollo del horizonte de los *Sepulcros de Fossa* a lo largo de ambas fases cronoculturales, o lo que es lo mismo, entre la segunda parte del V milenio BC hasta el final del IV milenio BC (Morell, Barceló, et al., 2018). La terminología referente al Neolítico postcardial y al Neolítico medio, si bien persiste en su uso, ha perdido su especificidad y cada vez se considera de manera más unánime que las manifestaciones de la segunda mitad del V milenio de Catalunya constituyen, sociológica y arqueológicamente, una transición hacia un Neolítico medio (Molist et al., 2016).

1.2. BREVE HISTORIOGRAFÍA

Desde su origen, el estudio de las sepulturas funerarias neolíticas se ha visto influenciado por una clara tradición histórico cultural que se ha centrado en la definición del llamado horizonte de *Sepulcres de Fossa*. No por ello, las prácticas funerarias anteriores han sido abandonadas. Actualmente, la diacronía entre los sepulcros asociados al Neolítico antiguo y los *Sepulcres de Fossa* asociados al Neolítico medio están bien constatados (Gibaja, Morell, et al., 2018; Oms, Martín, et al., 2016), tal y como evidencian las sepulturas cardiales de la Cova de Can Sadurní o Plaça de la Vila de Madrid, las sepulturas epicardiales de Ca l'Estrada, así como las sepulturas fechadas en la transición entre Neolítico antiguo y medio con presencia de materiales *Montboló* en la Cova de Grioterres o con materiales *Molinot* en Mas d'en Boixos o Pujolet de Moja.

El primero en iniciar un estudio de los sepulcros prehistóricos a partir de una clasificación fue P. Bosch Guimpera (1919). Este dividió las sepulturas prehistóricas no megalíticas en fosas, pequeños abrigos y fosas con losas. Las integró en un mismo horizonte cultural que identificó como “Círculo de Cultura de los Sepulcros no Megalíticos” (Bosch, 1915-1920) en el cual las fosas sepulcrales podían estar tapadas, delimitadas o señalizadas con algunas piedras, mientras que llamó cistas a las construidas con losas (Bosch-Guimpera, 1919). El año 1927 Mn. Serra Vilaró presentó el libro “La Civilització Megalítica a Catalunya” (Serra Vilaró, 1927), cambiando la nomenclatura de las cistas como sepulcros no megalíticos propuesta por Bosch-Guimpera, a “megalitos neolíticos”. Autores como L. Pericot (1950) en “La civilización megalítica catalana y la cultura pirenaica” utilizaron la unión de ambas nomenclaturas para referirse a estas sepulturas: cistas neolíticas y cistas megalíticas.

En los años sesenta, con la publicación de la “Civilización de los Sepulcros de Fosa” de M. Tarradell (1962) se adscribieron todas las tumbas neolíticas conocidas, tanto en fosa como en cista, a la “cultura de los *Sepulcres de Fossa*”. De estos años datan dos propuestas tipológicas para los *Sepulcres de Fossa* de E. Ripoll y M. Llongueras (1963) que, posteriormente, retomaría y ampliadas por A. Muñoz (1965) a partir del estudio de más de 120 yacimientos. Esta autora caracterizó, por primera vez, el “horizonte de los *Sepulcres de Fossa*, unánimemente, llevando a cabo el estudio más amplio y detallado hasta el momento, contextualizando este horizonte con las manifestaciones contemporáneas europeas y desligándolo de las vinculaciones con la “cultura de Almería” u otras propuestas similares planteadas hasta ese momento. Juntamente con J. Guilaine (Guilaine y Muñoz, 1964; Muñoz, 1965) y a través de las revisiones en los años 1970 y 1980 de J. Vaquer y A. Martín (Martín y Tarrús, 1991; Vaquer, 1975, 1990) se pusieron de relieve por primera vez, la proximidad de algunos elementos materiales entre el SE francés, es decir entre el llamado horizonte *Chassense* con el horizonte de los *Sepulcres de Fossa*. Las sepulturas de la zona del Midi francés se caracterizaban por inhumaciones en fosa excavadas en el subsuelo que podrían estar recubiertas por losas y que contenían un ajuar compuesto por cerámicas, industria lítica laminar, núcleos de sílex prismáticos, punzones de hueso, hachas de piedra y adornos. Aún hoy estas semejanzas son interpretadas como resultado de la propuesta de intercambios a larga distancia entre las comunidades de la cultura *Chassense* de Francia, la cultura de los Vasos de *Boca Cuadrada* del centro y S de Italia y las sepulturas *Chamblandes* suizas (Moinat y Chambon, 2007; Schmitt, 2015; Tarrús, 2002; Vaquer, 2014). Más recientemente se ha emitido la hipótesis de que la cultura *Chassense* se extiende por las regiones más septentrionales del NE peninsular, sobre todo en el Alt Empordà (Tarrús et al., 2016). Aun

así, autoras como M. Molist et al. (2016), defienden que ambos conjuntos no constituyen una misma “cultura arqueológica” puesto que se observa, en cada una de ellas, un fuerte arraigamiento de los elementos arqueológicos en el substrato local anterior, con transformaciones progresivas en el tiempo y con una fuerte presencia en él de elementos materiales e inmateriales externos de distinta procedencia.

En la década de los 70', destaca la subdivisión de los *Sepulcres de Fossa* en base a la distribución geográfica y los contenidos de artefactos asociados. M. Cura reivindicó un grupo original en las tierras del Pre-Pirineu catalán, con enterramientos en cistas, que denomina *Solsonià*, y que lo distingue del de las tierras bajas del litoral donde las comunidades enterraban en fosas y al que llamó *Sabadellià* (Cura, 1975, 1976) (posteriormente *Vallesià*). Con la entrada de la *New Archaeology*, se consigue un mejor rigor metodológico y se contrasta una mayor diversidad cultural del arco neolítico (Martín y Tarrús, 1991; Martín y Vaquer, 1995; Molist, 1992). Con ello nacen las llamadas facies, clústerizando así la investigación.

El grupo del *Solsonià*, que recoge el trabajo de Mn. Serra Vilaró, ha sido exhaustivamente estudiado por J. Castany, quien acabó diferenciando, dentro del mismo, sepulturas en cámaras megalíticas y sepulturas en cistas (Castany, 2008). Esta tipología se basaba en la propuesta de J. Maluquer de Motes (1950), el cual estableció una diferencia entre las cajas de losas de grandes dimensiones, que presentan un sistema de entrada al interior por la parte delantera, y de las de pequeñas dimensiones, cerradas por los cuatro lados y con un acceso tan solo a través del movimiento de la losa de la cubierta.

El grupo litoral, el cual termina denominándose *Vallesà* o *Vallesià* (Martín, 2009). Este se fortaleció, en un primer momento, por los trabajos arqueológicos llevados a cabo en el paraje de Bòbila Madurell (Martín et al., 1988; Pou et al., 1996; Roig et al., 2010; Roig y Coll, 2007) y en el Camí de Can Grau (Martí et al., 1997; Pou y Martí, 1999) que permitieron descubrir dos grandes necrópolis de fosas enterradas. A su vez, en la zona del Penedès, se descubrieron y excavaron las sepulturas en fosa d'Hort d'en Grimau, Pou Nou y Pujolet de Moja (Mestres, 1989; Mestres et al., 1997; Nadal y Mestres, 2019). En 2003, la intervención previa del proyecto urbanístico de Can Gambús, al norte del paraje de Bòbila Madurell, puso al descubierto otra gran superficie arqueológica denominada Can Gambús-1 (Roig y Coll, 2007). En el Penedès también se siguieron produciendo hallazgos: Mas d'en Boixos y La Serreta (Esteve et al., 2019; Farré et al., 2002). Estas experiencias permitieron ir acotando la diversidad de tipologías proponiendo, el año 2016, la tipología utilizada en la actualidad para las fosas neolíticas (Martín et al., 2016).

A estos grupos o facies se añade un tercer grupo que nace como fruto de la actividad investigadora que se da al Alt Empordà a partir de los años 90. A través de la reexcavación y estudio de varios sepulcros megalíticos del tipo más arcaico (*Sepulcres de corredor*) y el inicio y primer desarrollo de las excavaciones de Ca n'Isach, permitieron proponer a J. Tarrús et al. (1992) la existencia del grupo *Empordanés*, diferenciado de los demás grupos por poseer el primer desarrollo del megalitismo y unos conjuntos materiales con mayor presencia de elementos *chassenses*. Los datos resultantes de la excavación y estudio del poblado de Ca n'Isach como elemento más emblemático, así como los hallazgos de los hábitats de Banys de la Mercè y Serra de Mas Bonet, fortalecieron el registro material y, por tanto, la configuración de un grupo con fuertes conexiones con el *chassense* del N, pasando a ser considerado como un

grupo propio dentro del Neolítico medio pleno de tipo *Chassey* (Empordanès) (4100-3400 cal. BC) (Rosillo et al., 2010; Tarrús et al., 2016).

Tal y como señala A. Masclans (2017) en el marco de estos trabajos de campo y de algunas tesis doctorales se empezó a implantar la consecución de analíticas con técnicas modernas auxiliares tales como los estudios arqueobotánicos (p. ej. Antolín, 2013), arqueofaunísticos (p. ej. Saña, 1994) y estudios de artefactos (Blasco et al., 1998; Gibaja, 2003a, 2003b, 2003c; Gibaja y Clemente, 1996; Masvidal et al., 2005; Oliva, 2015; Terradas y Gibaja, 2002). También se avanzó en el debate en torno a las tipologías funerarias (Gibaja, 2004; Gibaja et al., 2010; Martín et al., 2016; Mercadal y Vives, 1992; Pou et al., 1994, 1996), los patrones de asentamiento y subsistencia (Alaminos y Blanch, 1992; Masvidal y Mora, 1999; Placencia, 2016; Saña et al., 2015), sistemas de intercambio (M. Borrell et al., 2012; Edo et al., 1992; Fíguls y Weller, 2012; Vaquer, 2012; Weller y Fíguls, 2012) e hipótesis interpretativas en torno a la organización socio-política de estas comunidades (Gibaja, 2002, 2003a; Gibaja et al., 1999; Gibaja y Clemente, 1996).

El año 2011, con la aparición de un nuevo proyecto liderado por J.F. Gibaja, se abordaron el estudio del Horizonte de los *Sepulcres de Fossa* desde una perspectiva que permitió plantear objetivos generales que implicaran el análisis homogéneo y sistemático de muchos yacimientos.

En esta línea se han trabajado diversos aspectos del registro a gran escala como las dataciones radiocarbónicas (Gibaja, Morell, et al., 2017, 2018; Morell, 2019; Morell, Barceló, et al., 2018; Morell, Duboscq, et al., 2018), la tecnología y funcionalidad lítica y ósea (Gibaja y Terradas, 2012; Masclans, 2017; Masclans et al., 2017; Mozota y Gibaja, 2015), los estudios de procedencia de materias primas (F. Borrell et al., 2019; Terradas et al., 2014; Terradas y Gibaja, 2002), las características tafonómicas y antropológicas de los individuos (Allièse, 2016; Allièse et al., 2014; Duboscq, 2017), la paleodieta y movilidad (Díaz-Zorita et al., 2021; Fontanals-Coll et al., 2015, 2017), análisis de isótopos (Díaz-Zorita et al., 2021) y el ritual funerario (Allièse, 2016; Allièse et al., 2014; Roig et al., 2010).

Todos estos resultados quedaron recogidos y sistematizados en cuatro volúmenes titulados “Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el neolítico en el NE peninsular” (Gibaja et al., 2019, 2022; Gibaja, Mozota, et al., 2017, 2018).

Finalmente, también cabe hacer mención del catálogo de la exposición temporal del Museu Arqueològic de Catalunya “La fi és el principi. Pràctiques funeràries a la Catalunya Prehistòrica” el cual sintetiza las prácticas funerarias prehistóricas del territorio catalán (Bosch y Borrell, 2016).

1.3. REGISTRO ARQUEOLÓGICO

Una vez establecido el marco temporal, se detalla la materialidad arqueológica documentada en el NE peninsular desde mediados del VI milenio hasta finales del IV milenio cal. BC. La intención de este apartado es presentar la realidad arqueológica sobre la cual se trabajará en los capítulos posteriores. Aun así, no todos los datos que aquí se exponen serán utilizados en el presente trabajo puesto que para llevar a cabo el proceso de Análisis de Redes Sociales (ARS) se necesita una previa selección del registro empírico, detallando las variables escogidas. Para dicha selección puede consultarse el apartado 4.2.

Así pues, en el presente apartado se describen las características socioeconómicas, el patrón de asentamiento y la materialidad artefactual de cada agrupación de dataciones. Posteriormente, se hace hincapié en el registro funerario, objeto de estudio del presente trabajo. Para ello se detallan la cantidad de sepulturas documentadas y sus características estructurales, es decir, se detallan los aspectos formales que definen el cometedor funerario. A continuación, se exponen los aspectos más relevantes del contenido funerario documentado, diferenciando las inhumaciones del ajuar.

1.3.1. Neolítico antiguo cardial (5500-4850 cal. BC)

Las diferentes hipótesis de llegadas de poblaciones agricultoras y ganaderas desde el N, vía S de la actual Francia o por el S, vía marítima desde la costa de África, han dejado gran cantidad de evidencias a lo largo de la costa (Bernabeu et al., 2014; Gibaja y Carvalho, 2010; Isern et al., 2014; Martins et al., 2015; Mazzucco, 2014; Oms et al., 2012; Zilhão, 2001). Aunque estas pueden ser explicadas a partir del modelo dual de neolitización (Bernabeu, 1996; Fortea, 1973; Fortea et al., 1987) o por la ola de avance (Ammerman y Cavalli-Sforza, 1984; Cavalli-Sforza y Feldman, 1981; Steele et al., 1998) el debate sigue abierto. No obstante, se está empezando a matizar en yacimientos como les Coves del Fem (Palomo et al., 2018) donde se está cuestionando el lapso ocupacional que, hasta ahora, era evidente en la región del NE peninsular entre el 6000 y 5500 cal. BC. En este, no se conocían ocupaciones mesolíticas, siendo pues las dataciones posteriores a estas asociadas a modelos de subsistencia basados en una economía totalmente agropastoral, es decir, neolítica.

La economía de este periodo se basaba en la ganadería y la agricultura intensiva (Antolín, 2015; Antolín et al., 2018; Antolín y Buxó, 2012; Antolín y Saña, 2022). El trigo, la cebada y las leguminosas fueron las especies más representadas (Antolín y Buxó, 2012; Zapata et al., 2005). No por ello se descarta la recolección de otras plantas como los madroños, bellotas y avena silvestre (Seguí et al., 1999). Los restos de fauna documentados principalmente en abrigos y cuevas son principalmente de ovinos y los porcinos, mientras que el bovino fue más frecuente en los escasos contextos al aire libre (Navarrete, 2017; Saña, 1994, 1998). Aunque hay poca evidencia de caza se documenta la recolección de recursos marinos (Estévez y Martín, 1991; Martín et al., 1985; Molist et al., 2008, 2012; Tresset y Vigne, 2007).

La dicotomía presentada en el patrón de asentamiento, diferenciada entre cuevas y abrigos de zonas montañosas y hábitats al aire libre en la zona del litoral mediterráneo, ha sido definida por algunas autoras como reflejo del ciclo agrícola y la explotación de diferentes recursos, es decir, como un modelo dual y cíclico de subsistencia (Ribé, 1996). Sin embargo, las pocas evidencias de estructuras domésticas, probablemente debido a la naturaleza de su construcción, el posible uso de materiales perecederos o las prácticas agrícolas posteriores, tales como el la Draga (Palomo et al., 2014) y Guixeres de Vilobí (Oms et al., 2021), dificultan la contrastación de estos modelos.

La cerámica se caracteriza por la combinación decorativa de impresiones paralelas horizontales y en zigzag vertical, decoración plástica a partir de la base de conchas o cordones plásticos lisos (Gómez y Congia, 2011; Martín, 1992; Molist et al., 2003; Oms, 2014; Pardo-Gordó et al., 2020). La industria lítica de esta fase mantiene los útiles mesolíticos, así como raederos, denticulados, dorsos o raspadores, siendo dominante la talla laminar para la confección de útiles cortantes como de proyectiles geométricos (Molist et al., 2003, p. 48) con algunos cambios morfológicos (Juan-Cabanilles, 2008) y la aparición de los segmentos a doble bisel (Gironès et al., 2020; Oms, 2014, p. 73).

1.3.1.1. Contenedor funerario

Las sepulturas asociadas a grupos agropecuarios más antiguas se han documentado, principalmente, en espacios de cueva desde mediados del VI milenio cal. BC. El número mínimo de individuos (NMI) es de 43, localizados en 5 yacimientos diferentes (Tabla 2 y Figura 1):

ID	Yacimientos	Tipología funeraria	Núm. de contenedores	Núm. individuos
1	Cova Bonica	Cueva	1	6
2	Cova de Can Sadurní	Cueva	1	29
3	Cova de l'Avellaner	Cueva	1	6
4	Cova Foradada	Cueva	1	1?
5	Plaça de la Vila de Madrid	Aire libre-Fosa	1	1

Tabla 2. Enterramientos asociados al VI milenio BC. La ID corresponde a la Figura 1.

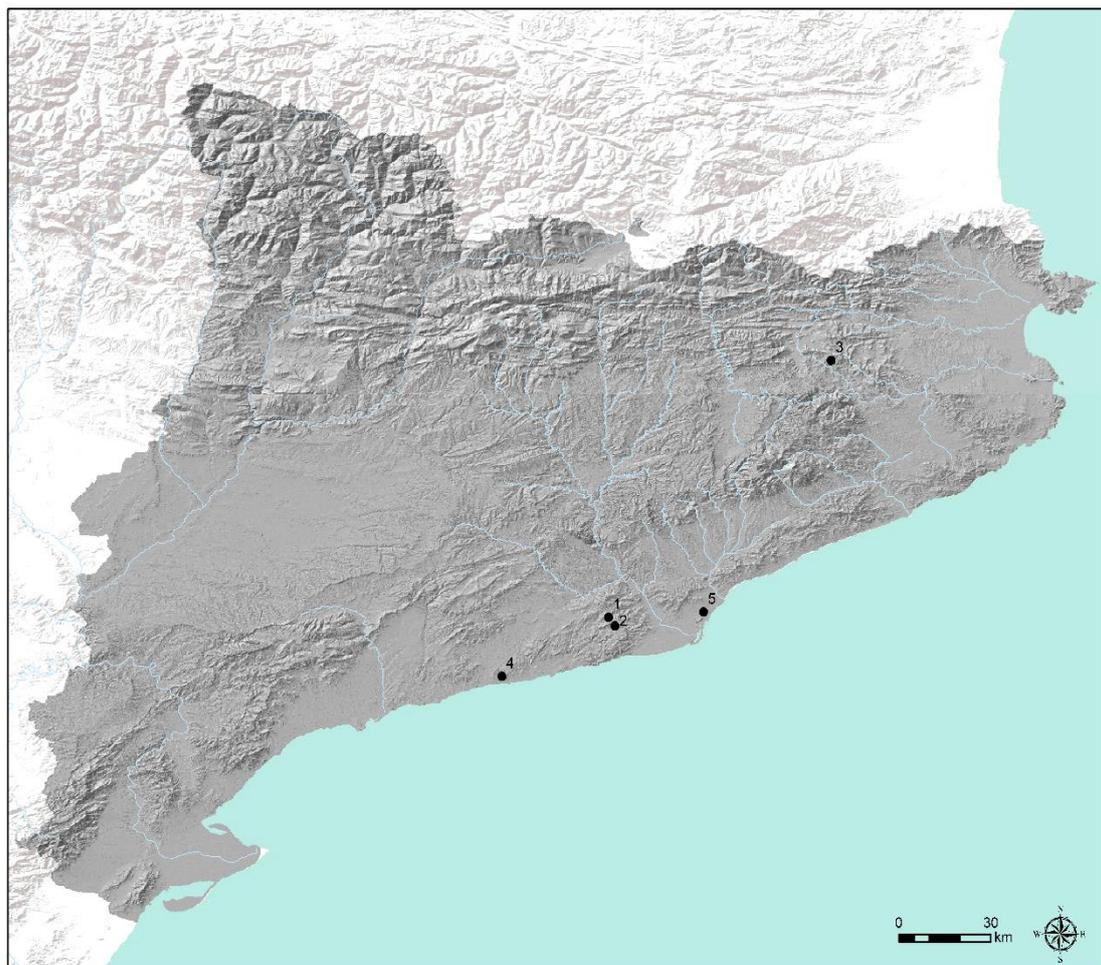


Figura 1. Mapa de los enterramientos asociados al VI milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 2.

Aunque las evidencias son muy reducidas, permiten fijar una tendencia caracterizada por la heterogeneidad de tratamientos funerarios. A su vez, se constata un abundante uso de las cavidades como espacios sepulcrales donde se depositan individuos de forma sucesiva con ajuares muy limitados. Estas características son compartidas en el arco mediterráneo próximo (Bernabeu, García-Puchol, et al., 2001; Rubio, 1995).

Los yacimientos documentados son la Cova Bonica, datada entre el 5474-5217 cal. BC (Oms et al., 2017), la capa 18 de Cova de Can Sadurní datada entre el 5474-5312 cal. BC (Blasco et al., 2011; Esteve et al., 2019), la cavidad sepulcral 2 de la Cova de l'Avellaner, entre 5297-4853 cal. BC (Gibaja, Morell, et al., 2018) y la Cova Foradada, entre el 5300-5032 cal. BC (Oms, Cebrià, et al., 2016).

No por ello son exclusivas, tal y como se documenta en el enterramiento individual en fosa circular de la Plaça de la Vila de Madrid, entre el 5477-5331 cal. BC (Pou et al., 2010).

Estas tipologías de contenedor se repiten en todos los ámbitos del Neolítico antiguo en el SE francés (Zemour, 2013), como las inhumaciones individuales primarias de Pendimoun (Binder et al., 1993) o Gazel (Beyneix, 1997) o los restos mezclados en niveles o estructuras con otros materiales como Fontbrégoua o Adaouste (Le Bras-Goude et al., 2010; Mafart et al., 2004). De

la misma forma, en el resto de la península ibérica, se localizan cavidades con inhumaciones primarias como la Cova de la Sarsa (García-Borja et al., 2011) y la Cueva de Chaves (Utrilla et al., 2008) así como los restos humanos dispersos en niveles arqueológicos como en la Cova de l’Or o la Cova de les Cendres (Bernabeu, Fumanal, et al., 2001), o las estructuras funerarias al aire libre de los Cascajos y Paternanbidea (García-Gazólaz y Sesa-Sesma, 2007).

1.3.1.2. Contenido funerario

1.3.1.2.1. Las inhumaciones

Generalmente es de gran dificultad identificar el gesto funerario debido al alto grado de degradación de los niveles arqueológicos. Los restos humanos se encuentran desarticulados y dispersos en capas arqueológicas, como en Cova Bonica, Can Sadurní, Cova de l’Avellaner o Cova Foradada. Este tipo de registro también se localiza en Portugal, como la Grotte de Caldeirão (Zilhão, 1992), o en el SE francés, como Grotte de Fontbrégoua (Villa et al., 1986). Este patrón puede indicar que los cuerpos no fueron depositados en tumbas, sino colocados en la superficie de la cueva lo que conllevó su desarticulación debido a procesos post-deposicionales. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de una deposición secundaria (Oms et al., 2017). Estas inhumaciones tienen un carácter sucesivo y, aunque sea de difícil determinación, podrían haber sido depositadas de forma colectiva (Domingo et al., 2022).

Por otro lado, el entierro individual primario en fosa sugiere un solo evento de entierro, como el localizado en la Plaça de la Vila de Madrid, dónde se descubrió y excavó un esqueleto parcial, femenino, y de edad juvenil (Pou et al., 2010). Un ejemplo similar a este es el enterramiento localizado en el Cingle del Mas Nou con dataciones similares (Olària, 2020) y el yacimiento francés d’Au Molin au Barretde-Lioure (Pathin-Peytavy y Mahieu, 1991).

Exceptuando el individuo femenino adulto localizado en Plaça de la Vila de Madrid, se desconoce el sexo de estos individuos por lo que no podemos hacer ninguna abstracción demográfica en este sentido. Por otro lado, los yacimientos de Can Sadurní i Cova de l’Avellaner han permitido caracterizar la edad de estos individuos los cuales son, mayoritariamente adultos (5) y, en segundo lugar, infantiles (2), subadultos (2) un senil (Tabla 3).

Yacimientos	Sexo	Edad
Cova Bonica	?	?
Cova de Can Sadurní	?	A/SA/I/I/?
Cova de l’Avellaner	?	I/A/A/A/A/M-S
Cova Foradada	?	?
Plaça de la Vila de Madrid	F	A

Tabla 3. Sexo y edad de los enterramientos asociados al VI milenio BC. “?”= Indeterminado.

1.3.1.2.2. *El ajuar*

Los ajuares funerarios son escasos o están ausentes. Si bien se documentan numerosos materiales las capas en las que se localizan los restos humanos, la atribución directa entre estos y las inhumaciones es de gran dificultad. En la Cova de Can Sadurní (Blasco et al., 2005) los artefactos (cerámica, restos de fauna, lítica y cuentas de concha) parecen ser ajuar funerario, aunque estos se encuentran distribuidos por los estratos y no pueden ser asociados a momentos de deposición concretos. En Cova Bonica, por el contrario, los materiales arqueológicos del estrato IV2 son insuficientes para determinar si se trata de costumbres mortuorias o si se trata de útiles funcionales, fruto del efecto palimpsesto (Oms et al., 2017). Otro ejemplo de este fenómeno se localiza en la Gruta do Caldeirão (Zilhão, 2004).

Contrariamente, los 7 elementos líticos de jaspe y sílex localizados en la Plaça de la Vila de Madrid sí que están relacionados con la inhumación. Esta heterogeneidad no solo se registra en las prácticas funerarias, sino que está presente en otros aspectos de este periodo como en la tecnología y tipos decorativos distintos de la cerámica cardial (Bernabeu, Gómez, et al., 2011; Binder et al., 2010; Terradas et al., 2022), en las diferencias de tipos de cultivos (Antolín y Saña, 2022) y las diversas tipologías de hoz (Mazzucco et al., 2020), entre otros. Esto sugiere que el proceso de neolitización de la cuenca del Mediterráneo occidental, si bien tenía algunas características en común (agricultura, ganadería, cerámica, piedra pulida, etc.), presentó algunas características regionales distintivas de alto nivel.

1.3.2. Neolítico antiguo epicardial (4930-4420 cal. BC)

A comienzos del V milenio BC se da un declive de las ocupaciones agropecuarias (Bernabeu et al., 2017; Bocquet-Appel, 2008), tanto a escala peninsular (Balseira et al., 2015; Bernabeu et al., 2014) como europea (Shennan et al., 2013) considerado por algunas autoras como un fenómeno de fragmentación cultural (Bernabeu et al., 2017). Este fenómeno se agudiza al entrar en contacto la tradición cardial con el flujo epicardial (cerámicas impresas y acanaladas) sobreviniendo un horizonte cultural epicardial (Martín et al., 2010). La decoración cardial perdura, aunque se observa un incremento en la decoración impresa, escasamente representada por conchas, incisión y acanaladuras (Martín, 1992; Oms y Martín, 2018). En este momento se generaliza el predominio de segmentos a doble bisel en los conjuntos geométricos del Valle del Ebre y en el NE peninsular (Gironès et al., 2020; Oms, 2014, p. 73).

Aunque en este milenio disminuye el número de ocupaciones, se documentan yacimientos como Pla Gardelo (Piera, 2010), Guixeres de Vilobí (Oms et al., 2021) así como cuevas con dataciones radiocarbónicas como Can Sadurní (Blasco et al., 2011; Esteve et al., 2019), Avellaner (Gibaja, Morell, et al., 2018), Frare (Estévez y Martín, 1992), Toll (Cebrià et al., 2014) y Sant Llorenç (Borrell et al., 2016), entre otras.

Las evidencias de ocupaciones al aire libre también son evidentes en los yacimientos de Reina Amàlia (González et al., 2017), Guixeres de Vilobí (Oms et al., 2021), Font del Ros (Roda,

2019), Can Roqueta II (Utrilla et al., 2008), Ca l'Estrada I (Fortó et al., 2005, 2006) y II (Roig, 2023) y Molló (Monforte-Barberán, Gironès, et al., en prensa), entre otros.

Si bien se observan algunas diferencias en el patrón de asentamiento, no se intuye ninguna diferencia significativa en la producción y consumo de especies ganaderas y agrícolas, por lo que el desarrollo económico se considera continuista con el período anterior.

1.3.2.1. Contenedor funerario

Las sepulturas localizadas entre el inicio y mediados del V milenio BC son mucho más numerosas y heterogéneas que en el VI milenio BC y permiten una aproximación más detallada y de valor más amplio (Molist y Clop, 2010). El NMI es de 44 individuos localizados en 11 yacimientos diferentes (Tabla 4 y Figura 2):

ID	Yacimientos	Tipología funeraria	Núm. de contenedores	Núm. individuos
1	Cova de l'Avellaner	Cueva	2	5?
2	Cova dels Lladres	Cueva	1	4
3	Cova Mariver	Cueva	1	1?
4	Cova Pasteral	Cueva	1	19
5	Ca l'Estrada	Aire libre-Fosa	2	2
6	Can Roqueta	Aire libre-Fosa	1	3
7	Barranc d'en Fabra	Aire libre-Fosa	8	4?
8	Masdenvergenc XVI	Aire libre-Fosa	1	1
9	Clota de Roquetes	Aire libre-Fosa	1	1
10	Molins de la Vila	Aire libre-Fosa	1	1
11	Reina Amàlia 31-33	Aire libre-Fosa	3	3

Tabla 4. Yacimientos con enterramientos asociados desde inicios a mediados del V milenio BC. La ID corresponde a la Figura 2.

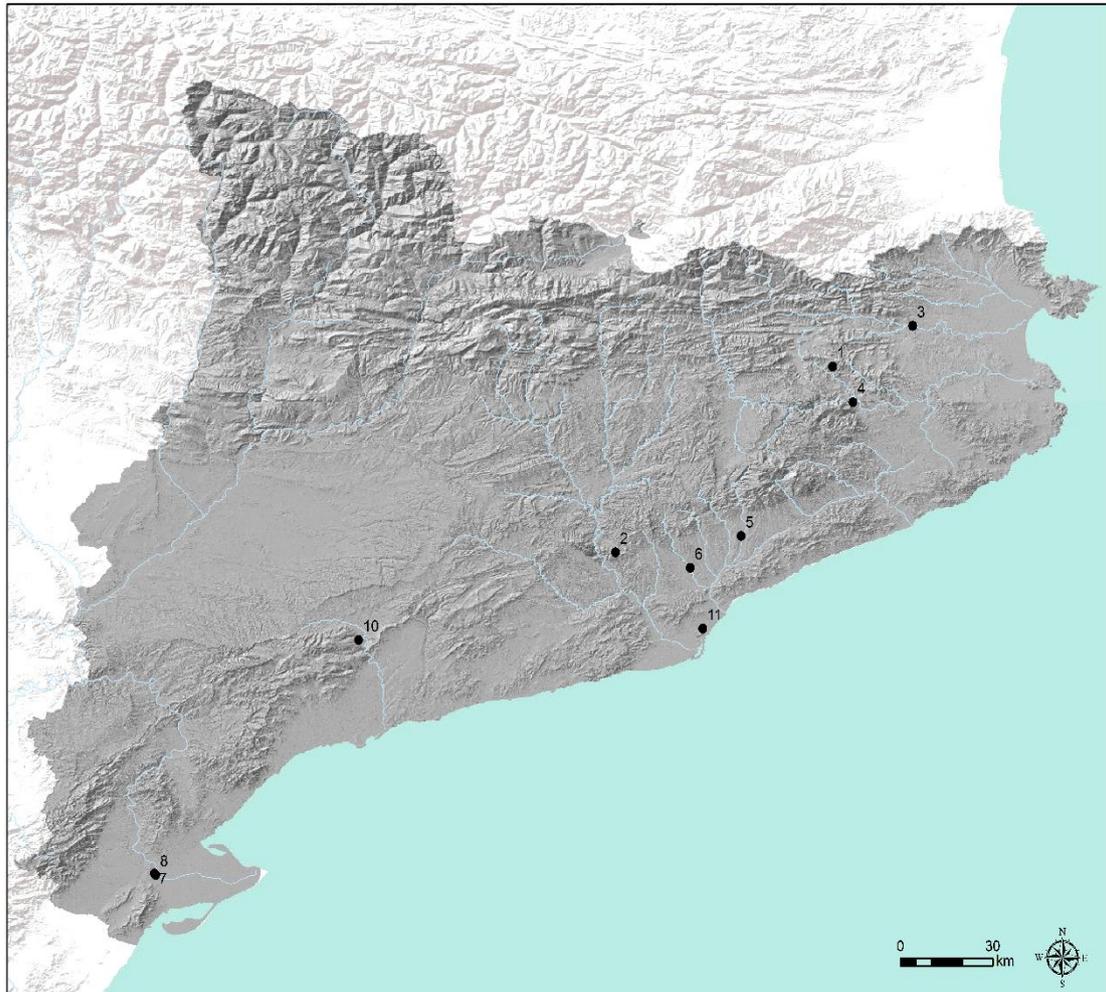


Figura 2. Mapa de los enterramientos asociados al inicio del V milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 4.

El uso de cavidades como espacios funerarios sigue registrándose a principios del V milenio cal. BC como en la Cova de l'Avellaner (Gibaja, Morell, et al., 2018) entre el 4935-4455 cal. BC para la cavidad 3 y 4931-4720 cal. BC para la cavidad 1, la Cova dels Lladres (Ten et al., 2018), fechada entre el 4339-3982 cal. BC, fecha en discusión ya que no coincide con la cerámica de claro estilo epicardial documentada, la Cova Pasteral (Rosillo et al., en prensa), fechada entre el 4319-3962 cal. BC, y la Cova Mariver (Tarrús, 1979).

Aunque las inhumaciones se encuentran mayoritariamente en cueva, también se documentan inhumaciones en fosa simple como las dos sepulturas documentadas en Ca l'Estrada (Subirà, 2015), fechadas entre el 4700-4461 cal. BC (Gibaja y Carvalho, 2010) o las tres inhumaciones documentadas en la sepultura 255-2 de Can Roqueta, asociadas a material epicardial y *Molinot* fechado entre el 4537-4253 cal. BC (Oliva y Terrats, 2018).

Las sepulturas al aire libre localizadas en la desembocadura del río Ebre, Barranc de Fabra y Clota de Roquetes (Bosch et al., 2023), han sido ubicadas en esta cronología mediante los paralelos documentados en la secuencia de estilos cerámicos neolíticos identificados en la región valenciana (Bernabeu, 1989, p. 136). Bosch (2005), describe un conjunto de vasos globulares con cuello corto y estrecho, con acabados alisados y alguno con decoraciones de

cordones e incisiones alrededor del cuello y elementos de prensión que enmarca dentro del horizonte epicardial (Bernabeu, 1989, p. 107; Guilaine et al., 1984, p. 280; Martín, 1992, p. 322) y por ello, simultáneamente al hábitat de Barranc de Fabra, fechado entre el de 5009-4489 cal. BC se pueden realizar asociaciones cronoculturales con la necrópolis del mismo yacimiento (Bosch et al., 1996, p. 393), la necrópolis de Barranc d'en Fabra, con 8 sepulturas. Dentro de estas se incluye la sepultura XVI de Masdenvergenc debido a su tipología cerámica (Bosch, 2005) y el yacimiento de Clota de Roquetes (Bosch et al., 2022). Si bien este yacimiento cuenta con 19 sepulturas más, estas se asocian, cronológicamente, a momentos posteriores de mediados del V milenio BC.

1.3.2.2. Contenido funerario

1.3.2.2.1. Las inhumaciones

El gesto funerario del VI milenio pervive y se amplía en esta cronología emergiendo, por primera vez, en algunas zonas geográficas. Perviven ambos tipos de inhumación: inhumaciones primarias sucesivas en cueva con la posibilidad de la existencia de depósitos secundarios (Cova de l'Avellaner) y, por otro lado, inhumaciones primarias individuales localizadas en fosas al aire libre.

De los yacimientos al aire libre tan sólo se conocen los sexos de Ca l'Estrada-501 y de Molins de la Vila, siendo estos dos femeninos, uno adulto y otro juvenil, respectivamente. Se desconoce el sexo de los individuos infantiles de Ca l'Estrada-505 y Barranc de Fabra-6. De la Cova de l'Avellaner tenemos tan sólo datos de la edad mientras que en la Cova del Lladre y Cova Pasteral tenemos datos de sexo y edad (Tabla 5).

Yacimientos	Sexo	Edad
Cova de l'Avellaner	?	S1: I/I/I/J/A/A/A
		S3: I/J/A/A/M-S
Cova dels Lladres	M/?/?/?	A/A/A/SA
Cova Pasteral	?	?
Ca l'Estrada	501: F	501: A
	505: ¿	505: I
Can Roqueta	?	?
Barranc d'en Fabra	?	6: I
		?
Masdenvergenc XVI	?	?
Clota de Roquetes	?	?
Molins de la Vila	F	J
Reina Amàlia	?	UF-I: I
		UF-II: I
		UF-III: A

Tabla 5. Sexo y edad de los enterramientos desde inicios a mediados del V milenio BC. “?”= Indeterminado.

1.3.2.2.2. *El ajuar*

Exceptuando las sepulturas ubicadas en la zona del Ebre, el ajuar localizado al aire libre y en las cuevas es bastante diferente. En las cuevas el ajuar funerario está formado por recipientes cerámicos, elementos de adorno personal y restos de animales, tanto domésticos como salvajes, que han sido asociado directamente con las inhumaciones, aunque se desconoce su atribución a un individuo concreto. Por otro lado, en la gran mayoría de inhumaciones al aire libre como Reina Amàlia, Molins de la Vila y Ca l'Estrada-502, no se ha documentado ajuar asociado. Tan sólo en Ca l'Estrada-501 se documentó una inhumación primaria individual en un recorte acompañada de una lámina de sílex (Fortó et al., 2006).

Si bien la cronología aún está por verificar (Oms y Martín, 2018), en la zona de la desembocadura del Ebre proliferan las fosas con inhumaciones individuales en estructuras funerarias *exprofeso*, asociadas generalmente a un rico ajuar: vasos que recuerdan las formas epicardiales, brazaletes de *Glycimeris sp.* y fragmentos de borde de estas conchas con perforaciones en los extremos seguramente para formar parte de joyas articuladas (Esteve, 2000).

1.3.3. Neolítico postcardial y medio (4690-3150 cal. BC)

La cultura de los *Sepulcres de Fossa*, desde su definición como horizonte crono-cultural (Bosch-Guimpera, 1919) ha perdurado de manera general gracias, en parte, al análisis detallado y la clasificación tipológica de A. Muñoz (1965) que constituyó el primer estudio sistemático. En este sentido, existe cierto consenso en considerar la cronología de los *Sepulcres de Fossa* entre la segunda parte del V milenio hasta la mitad del IV milenio BC. Este milenio se divide, según los datos disponibles (Martín y Mestres, 1996; Martín, 2009; Mestres y Tarrús, 2016; Molist et al., 2016), en dos etapas: el Neolítico postcardial, fechado entre el 4600-3800 cal. BC, y el Neolítico medio, entre el 4150-3680 cal. BC (Oms, Martín, et al., 2016). Esta terminología, si bien persiste en su uso, ha perdido su especificidad y cada vez se considera de manera más unánime que las manifestaciones de la segunda mitad del V milenio BC de Catalunya constituyen, sociológica y arqueológicamente, una transición hacia un Neolítico medio (Molist et al., 2016).

Desde su emergencia hasta su declive, no hay duda de que a lo largo de este período se consolida la vida agrícola a partir de asentamientos en zonas de valles y llanuras (Muñoz, 1997, pp. 267-268). Se observa un acopio de materias primas concretas con carácter no estrictamente económico, así como una organización sepulcral, ya sea a partir de inhumaciones aisladas o agrupándose en necrópolis (Gibaja, 2004, p.16). Sin duda las novedades más significativas se hallan en la mayor documentación de las sepulturas al aire libre, unidas a dos novedades de peso: por una parte, la aparición de la necrópolis y, por otra la inversión de trabajo en la construcción de una estructura para uso funerario (Molist y Clop, 2010).

Esto no ocurre en las evidencias de estructuras domésticas relacionadas con espacios de hábitat. Apenas son documentados algunos como las estructuras ovales delimitadas por muros de piedra

en Can n'Isach (Tarrús et al., 2016, 1992) y las posibles cabañas y fosos de almacenamiento o residuos en Bòbila Madurell-Can Gambús y Feixa del Moro (Placencia, 2016; Remolins et al., 2018). Aun así, las estructuras de almacenamiento siguen el mismo patrón, documentándose especies de animales salvajes solamente en el 2% de ellas (Gibaja y Gassin, 2015).

La agricultura se basa en el cultivo del trigo, la cebada y algunas legumbres, aunque se siguen recolectando diversas frutas y plantas silvestres (Antolín, 2015; Antolín et al., 2018; Antolín y Buxó, 2012). Los restos faunísticos predominantes son el bovino (*Bos Taurus*), el ovino (*Ovis aries*), el caprino (*Capra hircus*) y, ocasionalmente, el porcino (*Sus domesticus*) (Saña, 1994; 1998; Saña et al., 2015), aunque se sigue evidenciando la práctica de la caza, aunque de forma menos recurrente (Martín, 1992; Molist, 1992; Ribé et al., 1996).

Estos datos han sido contrastados con los análisis de los isótopos estables $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ (Fontanals-Coll, 2015; Fontanals-Coll et al., 2015, 2017), confirmando que los cereales y leguminosas, principalmente (*Triticum*, *Hordeum*, *Vicia faba* y *Lens culinaris*), formaron la base de la dieta de estas sociedades. También se consumían proteínas animales (Breu et al., 2023), aunque éstas representaban una parte menor y procedían de la fauna doméstica, principalmente de los productos lácteos de las vacas (*Bos sp.*), ovejas (*Ovis sp.*) y cabras (*Capra sp.*). La fauna salvaje, por el contrario, constituía una parte bastante pequeña de la dieta. Significativamente, estos análisis han confirmado que, en general, los recursos marinos no se consumían y, aunque lo hicieran, su consumo no era lo suficientemente importante como para dejar rastro a nivel isotópico (Fontanals-Coll, 2015, pp. 198-205). Así, según los datos disponibles, la economía del NE de la península ibérica durante este período se basaba principalmente en la agricultura-pastoralismo, mientras que la caza tenía una importancia menor (Antolín et al., 2013; Saña, 1998)

A mediados del V milenio cal. BC (Neolítico postcardinal) aparecen las llamadas facies o estilos de producción cerámica *Montboló* (Guilaine, 1974) y *Molinot* (Baldellou et al., 1975). El *Montboló* se caracteriza por cierta variabilidad morfométrica y estilística que corresponde a formas globulares, con cuello diferenciado, de tipo cerrado y con una fuerte influencia de las tradiciones del Neolítico antiguo, si bien los acabados son más cuidados a modo de bruñidos y alisados, con coloraciones oscuras. Suelen disponer de una buena asa de tipo tubular dispuesta vertical y perpendicularmente en el borde del vaso (Molist et al., 2016). Estas producciones cerámicas se localizan en yacimientos como Ca n'Isach y la Dou (Mestres y Tarrús, 2016, p. 294) y en estructuras funerarias como la Cova de l'Avellaner, Pasteral, Mariver o Grioterres (Martín et al., 2016) o las cámaras tumulares de Tavertet como el Padró (Molist et al., 1987).

Por otro lado, el estilo *Molinot* se caracteriza por la pervivencia de formas globulares, habituales en el Neolítico antiguo final que pueden presentar acabados con decoración cepillada, de intensidad desigual (Molist et al., 2016). Se localiza en yacimientos como la Cova del Font del *Molinot*, Guixeres de Vilobí, Pujolet de Moja, Pou Nou-2 (Baldellou y Mestres, 1981; Mestres, 1992; Mestres et al., 1997) y en estructuras funerarias como Mallols I, Can Roqueta II, Sant Pau del Camp, Can Tintorer, Pujolet de Moja, Pou Nou-2, l'Hort de'n Grimau, Mas d'en Boixos, La Serreta, Mas Pujó (Bosch y Borrell, 2016; Martín et al., 2016; Mestres y Tarrús, 2016).

Paralelamente, se propone el desarrollo de diferentes "grupos culturales" como el llamado *Boques de l'Ebre* (Bosch y Faura, 2003) caracterizado por vasos de dimensiones diversas con

predominio de grandes contenedores con superficies alisadas y cocción oxidada o mixta. Las formas más recurrentes son globulares en forma de botella, de tipo esférico, con elementos de prensión y decoración de cordones lisos de forma curvilínea simple o doble. Los yacimientos donde son documentadas se localizan en el tramo inferior del río Ebre como Masdenvergenc, Mas de Benita, Mas Seròs (Bosch, 2005). En el N, algunas autoras proponen la existencia del *Jubeterrìa* (Fortó et al., 2009; Fortó y Vidal, 2016; Martínez, Vidal, Fortó, Turu, et al., 2016), delimitado por Martínez et al. (2019) como un grupo que se extendía desde Arieja hasta la Cerdeña al que tan solo se le asociaría la Tomba del Segudet en territorio catalán (Yañez et al., 2002).

Posteriormente a todo esto, en la etapa plena (Neolítico medio) aparecen nuevas tipologías cerámicas, como los vasos de *Boca Cuadrada*, relacionados con los grupos culturales del franco-italícos del *Chassense* y *Bocca Quadrata* (Gibaja, 2004, p. 17; Molist et al., 2016, p. 149), documentándose también, por primera vez, la presencia de gran cantidad de materiales exógenos.

Una de las principales particularidades de la socioeconomía de este período es la explotación, adquisición e intercambio de algunas materias primas y artefactos arqueológicos específicos a lo largo del Mediterráneo occidental. Estos son: variscita de las minas de Gavà-Can Tintorer (Gavà), el sílex melado del SE de Francia, la obsidiana de Cerdeña, las rocas metamórficas alpinas, las vasijas de cerámica de *Boca Cuadrada* (formas comúnmente documentadas en el Neolítico del N de Italia) y, a la espera de nuevas evidencias concluyentes, la exportación de sal documentada en Cardona y la Vall Salina (Fíguls, 2020; Gibaja y Terradas, 2012; Léa y Vaquer, 2010; Weller y Fíguls, 2007, 2012). La adquisición y fabricación de todos estos materiales presupone la existencia de intercambios a media y larga distancia (Fíguls y Weller, 2012), en los que participan materias locales, como la variscita o los brazaletes de *Glycymeris*, e implica la especialización de determinadas regiones (Gavà-variscita, Ebre-*Glycymeris*) en la extracción de estas materias primas (Weller y Fíguls, 2012), que constituyen los adornos que acompañan los diferentes ajuares. Todo ello presenta un alto nivel de especialización tecnológica, así como un mantenimiento de estas redes de intercambio a larga distancia, es decir, cierto grado de complejidad en la organización social de estas comunidades.

1.3.3.1. Contenedor funerario

Las sepulturas localizadas entre mediados del V milenio y finales del IV milenio cal. BC pertenecen, principalmente, al horizonte de los *Sepulcres de Fossa*. La eclosión de este fenómeno nos brinda gran cantidad de datos, hecho que nos permitirá una aproximación más detallada. El NMI es de 716 individuos documentados en 193 yacimientos diferentes (Tabla 6):

ID	Yacimientos	Núm. de contenedores	Núm. individuos
1	Aeroport de Reus	5	10
2	Aguilar de Segarra	1	1
3	Alcanar	1	1?
4	Altracs	2	2?
5	Arceda	1	1
6	Astinyà	3	2?
7	Avellanosa	1	1?
8	Avenc del Rabassó	1	1
9	Balenyà	1	1
10	Balma de Codony	1	3
11	Barranc de Ceguet	1	2
12	Bassella	1	1?
13	Bòbila Boatella-Ravalet	3	3
14	Bòbila Bonastre	2	2
15	Bòbila de Bellsolà	7	7
16	Bòbila de Can Torrens	3	3
17	Bòbila del Ravalet	2	2
18	Bòbila d'en Busquets	1	1?
19	Bòbila d'en Fusteret	2	2
20	Bòbila d'en Joca	1	1
21	Bòbila d'en Sallent	2	2?
22	Bòbila Elías	2	2?
23	Bòbila Madurell-Can Feu A	2	3
	Bòbila Madurell-Can Feu B	7	8
	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	47	52
	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	5	5
	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	6	8
	Bòbila Madurell-Madurell Sud	25	29
	Bòbila Madurell-Mas Duran	32	39
24	Bòbila Negrell	1	1
25	Bòbila Padró-Can Triana	2	2
26	Bòbila Roca	2	2?

ID	Yacimientos	Núm. de contenedores	Núm. individuos
62	Carretera de Ribes	1	1?
63	Carrova	1	1
64	Caserna de Sant Pau del Camp	19	20
65	Castellterçol	1	1
66	Ceuró	3	7
67	Cista les Comes	1	2
68	Clot del Solar	1	1?
69	Clota de Palau	1	1
70	Clota de Sabaté Margalef	1	1?
71	Clota del Colo	1	1?
72	Clota del Molinàs	5	5?
73	Colilles	1	2
74	Coll de l'Oreller	3	3?
75	Collet de Puiggròs	2	2
76	Collet de Rejols	1	1
77	Cometllar del Mas de Baix	1	1
78	Corbera	1	1
79	Cornuella	1	1?
80	Correà	1	1?
81	Costa dels Garrics del Caballol	2	4
82	Cova de les Grioterres	1	9
83	Cova del Toixó	1	14
84	Cova del Toll	1	1
85	Cova del Tossal Gros	1	1?
86	Cova Pasteral	1	14
87	Dolmen d'Arreganyats	1	1?
88	Dolmen de Tires Llargues	1	1?
89	El Cementiri	1	1
90	El Cerc	1	1
91	El Còdol	1	1
92	El Coll de l'Oreller	3	3?
93	El Llord	9	11?

ID	Yacimientos	Núm. de contenedores	Núm. individuos
128	La Fossa del General	1	1
129	La Gardunya	1	1
130	La Plana del Torrent	1	1
131	La Rambla	1	1
132	La Roqueta	2	2?
133	La Serreta	7	8
134	La Tomba del Moro	1	2
135	LAV-Sagrera	1	1
136	Les Borges Blanques	1	1?
137	Les Censades	1	2
138	Les Piles	3	3
139	L'Escorial	3	3?
140	Mas Benita	9	9?
141	Mas Berengueres	1	1?
142	Mas de l'Abella	1	2
143	Mas de Seròs	2	2
144	Mas de Xies	2	2?
145	Mas d'en Boixos	7	13
146	Mas Pujó	2	2
147	Masdenvergenc	19	19?
148	Masia Nova	7	7?
149	Megalit del Senyor Bisbe	1	1
150	Mines de Gavà-Can Tintorer	8	45
151	Molló de la Torre	4	4?
152	Montjuïc d'Altes	1	1
153	Ortoneda	2	2?
154	Palà de Coma	2	3
155	Passeig Ramon Vall	3	3?
156	Pineda de la Serra	1	1
157	Pla del Coll	1	1
158	Pla del Riu de les Marcetes	8	10
159	Pla d'Empúries	2	2

27	Bòbila Vidal	1	1	94	El Mirador	1	1?	160	Plaça Major	1	1
28	Bòbila Vilartagues	2	2	95	El Padró II	1	1	161	Pont Vell	1	1
29	Ca l'Amell Xic	2	2	96	El Pla de Nuncarga	1	3	162	Pou Nou 2	1	1
30	Ca l'Arnella	2	2	97	El Puput	1	1	163	Povia	1	1
31	Ca l'Oliaire	1	2	98	El Segudet	1	1	164	Puig d'en Roca	16	19
32	Ca N'Agut	1	2	99	El Serrat del Balasc	1	1?	165	Puig Espelta	1	1?
33	Ca N'Ignasi	1	1	100	El Solar	5	6?	166	Pujolet de Moja	6	7?
34	Cal Pessetero	3	3?	101	El Toll de l'Aubareda	1	3	167	Sant Andreu de la Barca	1	1?
35	Cal Rajolí	1	1	102	El Tros de l'Aragonès	1	1?	168	Sant Genis de Vilassar	2	2?
36	Cal Tòfol	1	2	103	El Vilaró	1	1?	169	Sant Joan Despí	2	2?
37	Cal Tururut	1	2	104	Els Cirerers	1	1	170	Sant Julià de Ramis	4	4
38	Cal Vila	1	1?	105	Els Mallols	1	1	171	Sant Miquel de l'Alzina	1	3
39	Camí de Can Grau	24	36	106	Els Ots	1	1	172	Sant Ramon	1	2
40	Camí de Mas Romeu	3	3	107	Els Plans	2	2	173	Santa Costança	2	2
41	Camí dels Casals	1	1	108	Els Pujols	3	5	174	Santa Maria de Miralles	1	1
42	Camp Cinzano	2	1	109	Els Rajols	1	1	175	Santa Susanna	2	2?
43	Camp de la Bruna	1	2	110	Els Tossals	1	1	176	Santes Creus de Bordell	1	1
44	Can Catafau	1	1?	111	Els Trossos dels Perers	1	1?	177	Sepulcre Martorell	1	1?
45	Can Fatjó dels Aurons	1	1	112	Els Valls-I	1	1	178	Serrat de la Rovira	1	1
46	Can Gelats	3	3	113	En Pla de la Pinassa	1	1?	179	Serrat de les Tombes	1	2
47	Can Jorba	1	1	114	Fàbrica Guasch	1	1	180	Serrat de l'Horabona	1	1?
48	Can Marcet	1	1	115	Feixa del Moro	3	3?	181	Solicrup	1	1
49	Can Marchal	1	1	116	Filmoteca	1	1	182	Terrassa del Molinàs	1	1?
50	Can Maspons	1	1	117	Font Cirera	1	1?	183	Timba de'n Barenys	1	3
51	Can Muset	1	1?	118	Font de la Padruella	1	1	184	Tomba del Moro de Pea	1	2
52	Can Roget	4	4?	119	Font de la Vena	1	1	185	Viladebaix	1	3
53	Can Roqueta/Can Revella	4	7	120	Font Petera	2	2?	186	Vilar de Simosa	1	5
54	Can Sadurní	1	7?	121	Forat de les Tombes	1	4	187	Vinya de Cal Monjo	1	1
55	Can Soldevila	2	2?	122	Gangolells	1	1?	188	Vinya de la Cabana	1	1?
56	Can Vallès	2	2	123	Garrofers Torrent de Sta. Maria	1	2	189	Vinya del Giralt I	2	2
57	Can Vinyals	1	4	124	Granera	1	1?	190	Vinya del Marxant	1	1?
58	Cap l'obaga del Grauet	1	1?	125	Hort d'en Grimau	5	5	191	Vinya del Picó	4	4?
59	Carrer Copèrnic	1	1	126	Horts de Can Torras	1	4	192	Vinya d'en Salvany	1	1
60	Carrer de la Igualtat	1	1	127	La Bassa	1	1	193	Vinya Erma	1	1?
61	Carrer del Pi	2	2								

Tabla 6. Yacimientos con enterramientos asociados desde mediados del V milenio BC hasta finales del IV milenio BC. La ID corresponde a la Figura 3.

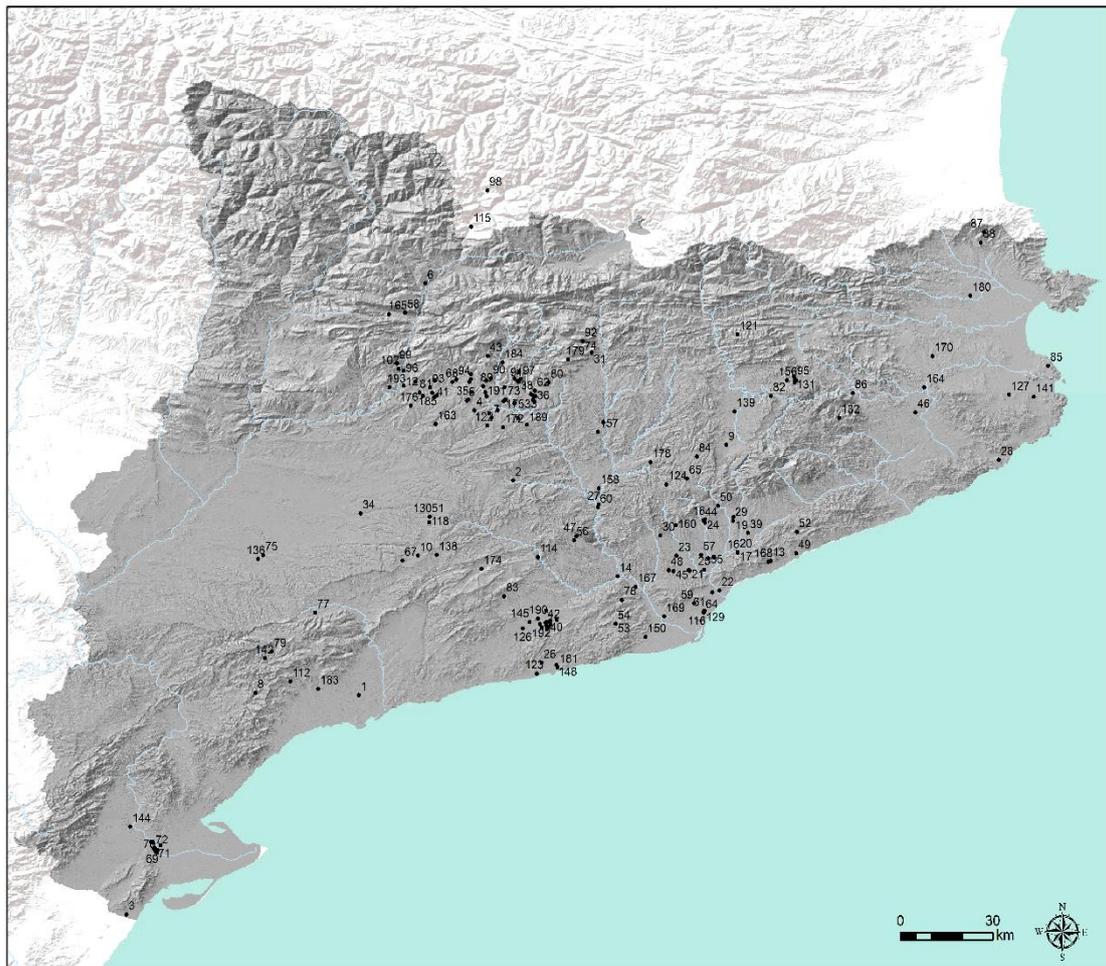


Figura 3. Mapa de los enterramientos asociados desde mediados del V milenio BC hasta finales del IV milenio BC. La numeración corresponde a la ID de la Tabla 6.

Los enterramientos pueden localizarse tanto de forma aislada como agrupados en necrópolis, oscilando entre las 4 y 25 sepulturas, con la excepción de Bòbila Madurell-Can Gambús donde se han documentado un total de 175 sepulturas (Martín et al., 1988; Pou et al., 1996; Roig et al., 2010; Roig y Coll, 2007). La reiteración en el uso de este espacio como necrópolis se daría entre 365-470 años, concretamente entre el 4100 y el 3575 cal. BC (Gibaja, Morell, et al., 2017).

De entre estas necrópolis también destaca la de Caserna de Sant Pau del Camp (Molist et al., 2008) y Camí de Can Grau (Martí et al., 1997). En la primera se han localizado 24 sepulturas, una de ellas doble, distribuidas en una amplia área en la que también se localizan 26 estructuras de combustión circulares. En el Camí de Can Grau, se documentan 24 estructuras funerarias de diversas tipologías y cantidad de inhumaciones (Pou y Martí, 1999).

Las estructuras funerarias suelen responder a un criterio geográfico (Figura 3): en el litoral y prelitoral se localizan fosas excavadas en el suelo (Martín et al., 2016) con ciertas diferencias en cuanto a su cobertura, forma de acceso, tipo de paredes, etc. (Ripoll y Llongueras, 1963, p. 63), mientras que en la región pirenaica y áreas de interior se localizan en forma de cámara o cista (Castany, 2008).

El conjunto de sepulturas localizadas en el Solsonès y Pre-Pirineu, definidas por Castany (2008), se caracterizan por una tipología sepulcral en cámara megalítica (CM) o en cistas (CX) (Figura 4). El mismo autor (Castany, 2008, p. 495) define las primeras como sepulcros de planta rectangular formados por tres ortostatos y una losa de cubierta que deja espacio para una abertura lateral que permite comunicar el interior con el exterior. Según su disposición en el terreno estas cámaras pueden presentar tres variantes: cámaras enterradas (CMS), cámaras dentro de margen o nicho (CMM) y cámaras dentro túmulo (CMT). Por otro lado, las citas se definen como sepulcros enterrados de planta rectangular en forma de caja o cista configurada por cuatro o más ortostatos y una cubierta de una o varias losas (CX) (Castany, 2008, p. 509).

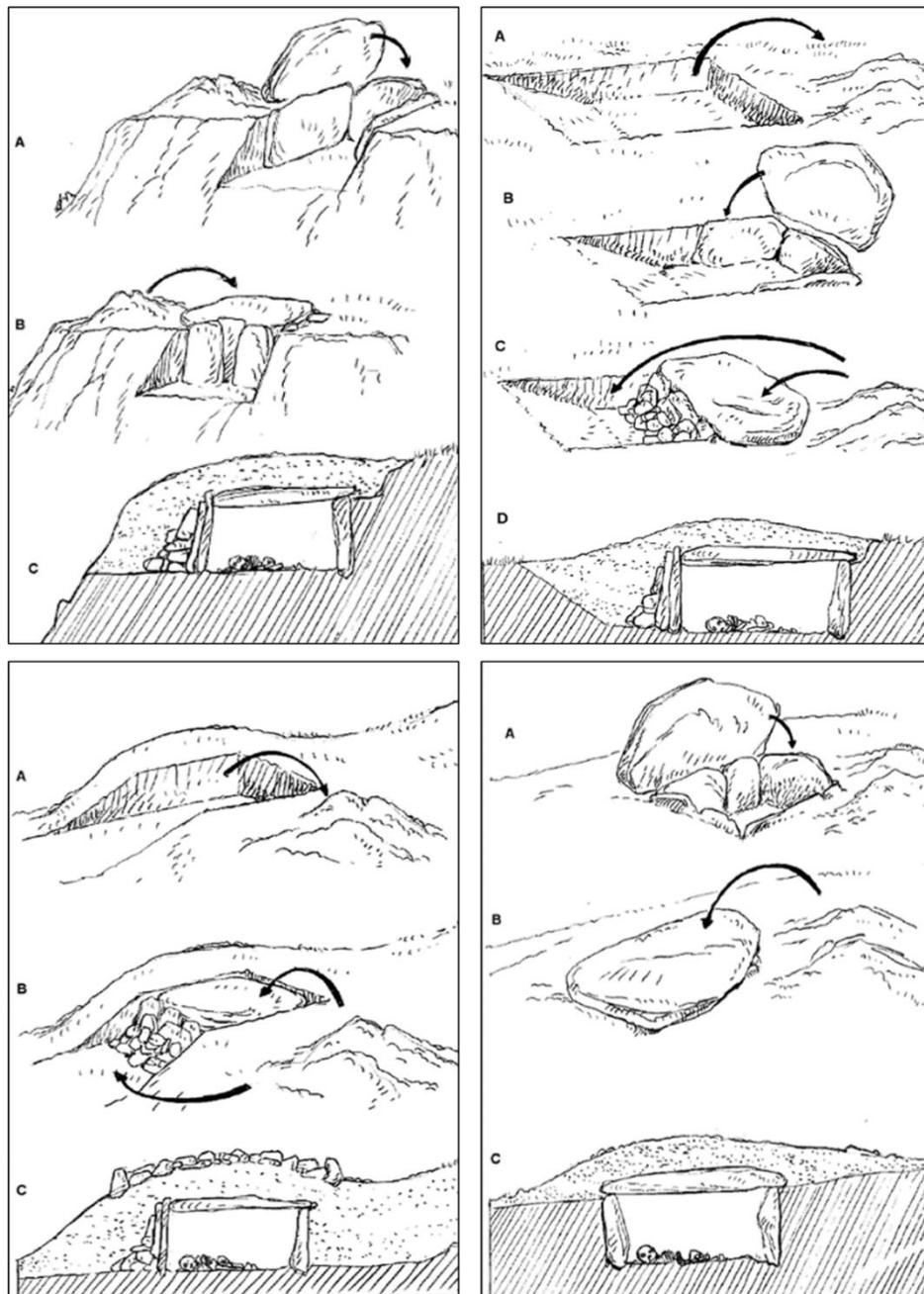


Figura 4. Viñetas del proceso de construcción de tipologías del *Solsonià*. Arriba izquierda: cámara en margen (ejemplo del Llord I); Arriba derecha: cista enterrada (ejemplo de Costa dels Garrics II); Abajo izquierda: cámara dentro de túmulo (ejemplo de Costa dels Garrics I); Abajo derecha: cista enterrada (Castany, 2008).

Excepcionalmente, en el Ebre, Bosch (2005) y colaboradoras (Bosch et al., 2023), recogen los trabajos de Esteve (2000) señalando la existencia de 83 sepulcros repartidos entre 16 yacimientos, todos ellos al aire libre, en algunos casos formando pequeñas necrópolis de hasta 25 tumbas. Si bien la conservación de la gran mayoría de estos sepulcros no es buena, se ha podido señalar la existencia de fosas rectangulares, excavadas verticalmente, con las paredes revestidas de losas de piedra y cubiertas también con ellas; cavidades excavadas lateralmente, cerradas con losas verticales y, al menos en ocasiones, provistas de un pozo de acceso; y una cista aérea con un pequeño túmulo a su alrededor. Esta cista se localiza en Clota del Molinàs I y, dada su excepcionalidad en el registro de los *Sepulcres de Fossa*, ha sido considerada en este trabajo como una estructura megalítica.

Por otro lado, las tipologías de las fosas sepulcrales neolíticas asociadas tradicionalmente a la facies del *Vallesità* se han categorizado según Martín et al. (2016) en varios tipos, tres de ellos complejos y uno simple (Figura 5):

- Tipo I: plataforma superior sobre la que se abre la cámara funeraria inferior con orientación NE/SW y, en ocasiones E/W, con el inhumado depositado en decúbito supino. La estructura se cierra con losas o con material perecedero. Se han definido dos subtipos: con superficie y cámara rectangular (Tipo Ia) o con superficie y cámara circular u ovalada (Tipo Ib).
- Tipo II: plataforma rectangular superior donde se abre la cámara funeraria inferior de morfología rectangular u ovalada, creando una especie de ábside (en cueva). La inhumación se encuentra normalmente encogida, alineada en decúbito supino. La orientación es la misma que el tipo anterior y también se cierra con una gran losa o material perecedero. Se han definido dos subtipos (Tipo IIa y Tipo IIb) que se diferencian por el espacio que ocupan los inhumados en el espacio sepulcral.
- Tipo III: plataforma superior circular, ovalada o cuadrangular desde la que se desciende a la cámara funeraria, situada en un lateral, a través de una rampa, un escalón o un pozo. El esqueleto se contrae en decúbito lateral o se contrae o estira en decúbito supino, con orientación SE/NW o S/N. La estructura se cierra verticalmente con piedras o materiales perecederos. Existen dos subtipos: cámara de pequeñas dimensiones con acceso en rampa o escalones y esqueleto encogido (Tipo IIIa) y cámara funeraria ancha ovalada o circular, a modo de hipogeo, también con acceso en rampa o escalones y con esqueleto encogido o estirado (Tipo IIIb).
- Tipo IV: cámara funeraria abierta al nivel original de circulación. La orientación de la inhumación es NE/SW o E/W y la estructura está cerrada por losas o material perecedero. Se han definido dos subtipos: los de forma rectangular (Tipo IVa) y los de forma ovalada (Tipo IVb).

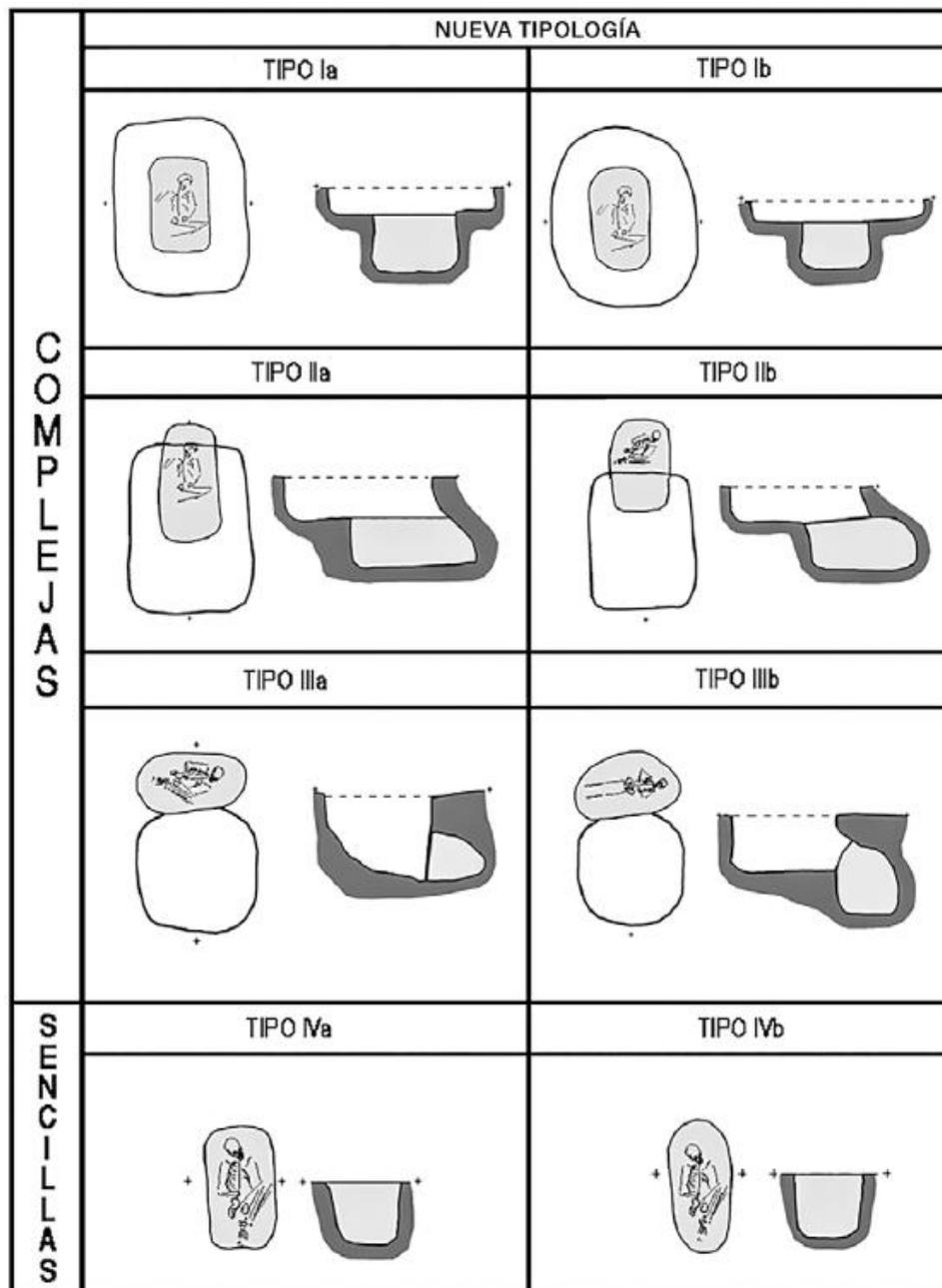


Figura 5. Esquema tipológico Martín et al., 2016 (Gibaja et al., 2022).

Duboscq (2015, p. 58) señala un conjunto de sepulcros que no quedan recogidos en esta tipología pero que presentan cierta relevancia interpretativa:

- Estructuras reutilizadas: estructuras tipo fosa cuyo propósito principal no era funerario, pero que fueron reutilizadas para el entierro de uno o más sujetos. En este contexto, lo más frecuente es que se trate de estructuras domésticas del tipo silo.
- Restos humanos fragmentados de los que no se pudo delimitar ningún contenedor ni contenido directamente atribuido. El hecho de que no se pudiera identificar ninguna estructura podría significar que nunca existió, pero también que desapareció por razones tafonómicas.

Aunque los *Sepulcres de Fossa* son los más comunes se sigue enterrando, en menor medida, en algunas cuevas. Un ejemplo de ello es la Cova Pasteral (Rosillo et al., en prensa), la cova de les Grioterres (Castany, 1995) o la Cova de l'Avellaner, la cual pertenecería a una cultura de tipo postcardial que incluiría ya cerámicas de tipo *Montboló* (Bosch y Tarrús, 1987, p. 199). La datación de la primera cueva nos enmarca entre el 4319-3962 cal. BC. Todas ellas comparten uno rasgos comunes: esqueletos sin posición reconocida de tipo primario y sucesivo.

Excepcionalmente se localizan inhumaciones en las Minas de variscita de Gavà (Borrell y Bosch, 2019), concretamente y asociadas a este periodo disponemos dataciones de la mina 8 (3946-3379 cal. BC), mina 28 (3630-3367 cal. BC) y mina 84 (3939-3655 cal. BC).

Si bien las características arquitecturales son diferentes, la aparición de sepulturas monumentales de tipo megalítico se da un milenio antes que la aparición del megalitismo clásico del Calcolítico y Bronce en las llamadas “cámaras con túmulo” localizadas en Tavertet. Estas están fechadas en el inicio del postcardial (p. ej. El Padró, 4826-4500 cal. BC). Se trata de los yacimientos de los túmulos de Collet de Rejols, els Rajos I y II, el Padró, Font de la Vena y Pineda de la Serra (Cruells et al., 1992; Molist et al., 1987, p. 987, 2007; Molist y Clop, 2010; Monforte-Barberán, Sisa-López de Pablo, et al., en prensa). A estos, tal y como se ha señalado anteriormente, cabe añadir la estructura funeraria de Clota de Molinàs I en el Ebre.

Otras estructuras monumentales como las anteriores son las sepulturas megalíticas documentadas en Vilanera (Codina, en prensa; Molist et al., 2020), el Dolmen d'Arreganyats y Dolmen de Tires Llargues (Tarrús, 2021) incluidos también en este trabajo. La cronología de este último presenta un alto valor de desviación estándar: GAK12162, 5090 ± 160 .

1.3.3.2. Contenido funerario

1.3.3.2.1. Las inhumaciones

El análisis más preciso sobre el gesto funerario ha sido llevado a cabo por Allières (2016) y Duboscq (2017). Se trata de inhumaciones individuales, ocasionalmente dobles y en menor medida múltiples (Oms, Martín, et al., 2016, p. 298) con cierta sobrerrepresentación de individuos masculinos. Estos presentan algunas disimetrías en las materias primas encontradas en los ajuares masculinos y femeninos (Allières, 2016; Allières et al., 2014; Cintas-Peña, 2018; Duboscq, 2017; Masclans, 2017, 2019), así como en su uso previo a su deposición. Esta diferencia también es notable en la ingesta mayor de carne de individuos masculinos frente a femeninos (Fontanals-Coll et al., 2015).

Las conclusiones sociales a las que llega Allières (2016) a través del estudio antropológico de las inhumaciones son que:

- En las fosas tanto simples como complejas no hay disimilitudes sexuales, pero sí de edad, predominando estadísticamente adultos.

- En las estructuras megalíticas predominan femeninos y juveniles/adultos; en general, en todas estas estructuras, los inmaduros están infrarrepresentados en beneficio de los adultos.
- Algunos de los enterrados tienen fuertes inserciones musculares, probablemente reflejando la práctica constante de actividad física intensiva (Armentano et al., 2011; Armentano y Carrascal, 2010; Piera et al., 2008; Subirà, 2006; Yañez, 2003) pero no se identifican disimilitudes sexuales.
- La presencia de lesiones y traumatismos es predominante entre los hombres, aunque no hay diferencias sexuales en marcas de estrés.

A su vez, Duboscq (2017), unificando criterios antropológicos con económicos, señala que:

- Existe una jerarquía probable entre los individuos desde la segunda mitad del V milenio BC según los tipos de estructuras y tipo de ajuar que se consolida y se amplifica más tarde.
- En los yacimientos más antiguos (segunda mitad del V milenio BC), las diferencias en los tipos de ajuar en función del sexo son menos marcadas que durante el siguiente periodo. Además, durante la primera mitad del IV milenio BC, aunque las personas que parecen tener un estatus más elevado son principalmente los individuos masculinos, los femeninos no se encuentran totalmente excluidos de estos rangos de “prestigio”.
- La manera de considerar y tratar a los individuos infantiles con relación a las prácticas funerarias podría variar según los grupos.
- Debía existir una división social y sexual de las actividades (voluntaria o impuesta), con una mayor participación de las mujeres en actividades sedentarias.

1.3.3.2.2. El ajuar

A final del V milenio BC, la transición entre el Neolítico antiguo y la posterior eclosión de los *Sepulcres de Fossa* se caracteriza por un cambio notable en la complejidad e intensidad de la interacción social interregional y las redes de cambio, particularmente aquellas que involucran recursos abióticos como p. ej. la obsidiana, el sílex, las rocas alpinas, la esteatita, la variscita, etc. (Borrell et al., 2015, 2019; Léa, 2012; Léa y Vaquer, 2010; Pétrequin et al., 2012; Rodríguez-Rellán et al., 2021; Terradas et al., 2014, 2016).

El contenido artefactual depositado está íntimamente ligado con el transcurso del Neolítico postcardial al Neolítico medio. Tal y como hemos mencionado, en un primer momento se localiza principalmente en la parte más septentrional (facies cerámica *Montboló*), en el llano de la zona central catalana y áreas próximas (facies cerámica *Molinot*) y finalmente en la desembocadura del Ebre (facies cerámica *Boques de l'Ebre*). El segundo momento, Neolítico medio, por considerarse la fase de desarrollo que mejor caracteriza el período, se caracterizaría por la cultura de los *Sepulcres de Fossa* relacionada con el S de Francia, y en concreto con la cultura meridional de *Chassensse* ya que comparten el tipo de estructura funeraria (Molist et al., 2016). Si bien existen otros rasgos en la cultura material que podrían relacionarse con este momento del Neolítico postcardial catalán, que en Francia coincide con el *Chassense* más

antiguo (*Proto-chassense*), a juzgar por las evidencias reales de contactos, las relaciones con la región meridional francesa debieron intensificarse en un segundo momento, durante las fases más recientes de desarrollo de la cultura *Chassense* (reciente) y la fase plena de la cultura de los *Sepulcres de Fossa* en torno al 4000 cal. BC. Es en estas fechas cuando se documentan intercambios de materias primas, productos y probablemente ideas en ambas direcciones y motivos estéticos compartidos en los recipientes cerámicos (Molist et al., 2016).

Teniendo todo ello en cuenta y dada la diversidad de materiales depositados como ajuar señalada por Gibaja et al. (2016), se ha creído oportuno exponer uno a uno los artefactos que caracterizan estos periodos y que pueden ser localizados como ajuar funerario.

Industria lítica

A menudo se ha propuesto que los objetos líticos depositados como ajuar en las sepulturas habían sido seleccionados o incluso realizados exclusivamente para tal fin (Barrera et al., 1987; Delibes, 1995; Jeunesse, 1997). Gibaja (2003a, 2003c) analiza traceológicamente la industria lítica de diversas sepulturas llegando a la conclusión que una parte de los objetos funerarios fueron fabricados *exprofeso* para tal fin y otra parte del utillaje, seguramente, fue traído de los contextos normales de utilización, sin otro criterio selectivo que el de ser instrumental doméstico. Además, observa que las inhumaciones masculinas están relacionados, sobre todo, con los núcleos, los instrumentos pulimentados y, en general, con el utillaje lítico tallado (especialmente los geométricos y las puntas usados para descarnar), mientras que las femeninas, aparte de mostrar una clara vinculación con otro tipo de instrumentos como son los elaborados en hueso, se asocian en menor medida con las láminas y las lascas (empleados para tratar la piel), nunca con los núcleos y muy puntualmente con los geométricos y las puntas. Aun así, en estudios posteriores (Dubosq, 2017) tan sólo se observan diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en las puntas de proyectil. Asimismo, los abundantes instrumentos utilizados para cortar plantas no leñosas (cereales), no sólo suelen estar depositados con muchos individuos, sino que además tales piezas aparecen en muchos enterramientos, sean masculinos o femeninos (Gibaja, 2003a). Esto propone una división sexual del trabajo (Gibaja, 2004).

En los contextos funerarios más antiguos los útiles tallados descubiertos en algunas tumbas parecen tener un origen local o regional (Gibaja y Terradas, 2012; Gibaja et al., 2016). Posteriormente, a mediados del V milenio cal. BC, aparece el sílex melado y, muy ocasionalmente, la obsidiana como origen exógeno.

Industria lítica de edad barroco-beduliense o sílex melado

El sílex de edad barroco-beduliense proviene de los afloramientos silíceos del W de la Provenza (principalmente sílex del Cretácico Inferior-Beduliense), objeto de una explotación a gran escala por parte de las sociedades del sur de Francia durante el Neolítico medio (Binder, 1998; Briois, 2005; Gassin et al., 2010; Léa, 2004; Léa et al., 2004). Si bien esta materia ha sido nombrada de diversas formas, en este trabajo se ha optado por la clásica, la cual toma su coloración (melada) como criterio terminológico: sílex melado.

La alta presencia del sílex melado como parte de los ajuares funerarios de este período sugiere que este material tuvo un estatus particular, con un valor simbólico más allá del funcional, y que, según algunas autoras, su distribución en la región podría haber sido controlada por las élites locales (Gibaja, 2004).

Las producciones laminares de sílex melado constituyen la base de esta explotación masiva de recursos silicios de la región. Este material es uno de los marcadores cronoculturales más importantes de la facies *Chassense* (Vaquer et al., 2013). Existen gran cantidad de estudios tecnológicos y funcionales que han permitido la caracterización de las producciones líticas barremo-bedulienses *chassenses* y sus modos de difusión, dando lugar a una mejor comprensión de la organización territorial de dicho horizonte (Binder, 1998; Gassin et al., 2010). En este sentido, autoras como Borrell et al. (2019) coinciden en que la explotación masiva y especializada de esta materia y su distribución fue el principal vector a través del cual se articularon y jerarquizaron los asentamientos. De esta forma, se desarrolló en el marco de un sistema de asentamiento productor-consumidor, la presencia de producciones especializadas y procesos técnicos de alta complejidad (tratamiento térmico y *débitage* a presión) y, finalmente, el desarrollo de extensas e intensas redes de intercambio/interacción (Borrell et al., 2019).

Su difusión se hizo masiva entre 4200-4000 cal. BC y la primera mitad del IV milenio BC, momento en el que llegan al NE de la península en forma de ajuar funerario. Sin embargo, los primeros estudios tecnológicos y funcionales revelaron que las láminas y proyectiles encontrados en contextos funerarios habían sido utilizados con frecuencia sugiriendo así la posibilidad un estatus dual (funcional y simbólico) y, en segundo lugar, que pudiera haber sido tallado *in situ* (Gibaja, 2003a, 2003c; Terradas y Gibaja, 2002).

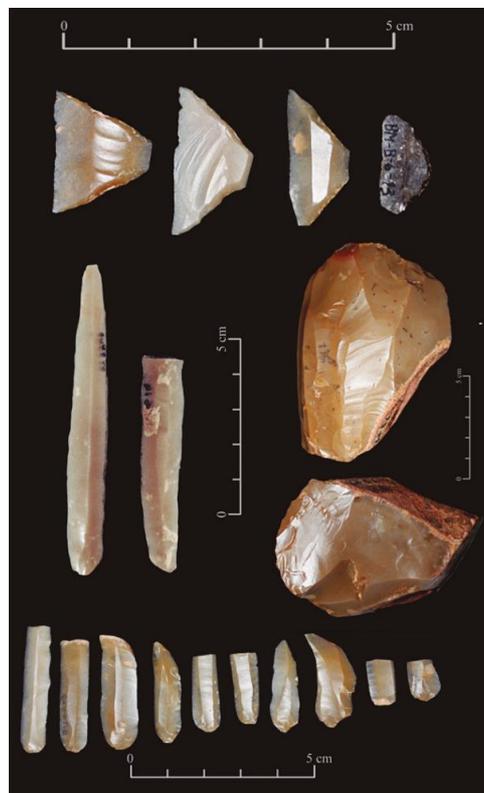


Figura 6. Sílex melado perteneciente a la tumba B6 de Bòbila Madurell (Foto de J.F. Gibaja) (Modificado de Gibaja, Mozota, et al., 2017).

Obsidiana

El estudio de la composición de piezas neolíticas de obsidiana del NE ibérico con técnicas XRF y LA-ICP-MS muestra de forma concluyente su procedencia en el Monte Arci (Terradas et al., 2014). La distribución de estos productos se da en un radio de 1200 km si consideramos su llegada a través de Córcega y la Provenza francesa, desde donde podrían haber sido distribuidos junto con el sílex melado. En el NE peninsular se han localizado hasta la actualidad (Figura 7) un núcleo de obsidiana (MHS-2731) en la Bòbila Padró; dos fragmentos de láminas de obsidiana pertenecientes al ajuar funerario de la inhumación del MS-17 de Bòbila Madurell (Alaminos et al., 1991); una lámina de obsidiana en la tumba E-110 de Can Gambús-1, corresponde al enterramiento de un varón de entre 25 y 35 (Gibaja y Terradas, 2012) fechado entre el 3800-3495 cal. BC (Roig et al., 2010); una lámina de obsidiana en la mina 83 de Gavà asociados a un adulto de sexo indeterminado fechado entre el 4320-3780 cal. BC (Bosch y Borrell, 2009); y, finalmente una lámina de obsidiana asociada al enterramiento E-60 de La Serreta fechado entre el 4090-3930 cal. BC (Esteve et al., 2012).

Según Terradas et al. (2014) el análisis uso-desgaste brinda evidencias del uso de estas herramientas y acciones de corte relacionadas con plantas y materiales blandos. Propone pues que su llegada no responde, exclusivamente, a necesidades surgidas dentro de la estricta subsistencia. Esto se observa en su asociación con el sílex melado en todo el S de Francia, donde tan solo se conocen 32 núcleos de obsidiana (Vaquer et al., 2012), incluidos 26 en el único sitio de Terres Longues en Trets, Bouches-du-Rhône, el cual parece ser un lugar central para la redistribución de obsidiana sarda y probablemente también para el sílex melado en la Baja Provenza (Léa et al., 2010). Con ello, es razonable preguntarse si los sitios provenzales de este tipo no habrían servido como puntos de enlace para la distribución tanto de obsidiana sarda como de este sílex en dirección a Languedoc y Catalunya.



Figura 7. Industria lítica de obsidiana documentada en el NE peninsular. Izquierda: Bòbila Padró. Derecha: 1-2. Bòbila Madurell, 3. La Serreta, 4. Mines de Gavà, 5. Can Gambús (Fotos de B. Solina y A. Peñarroya) (Modificado de Terradas et al., 2014).

Industria macrolítica

La industria macrolítica (hachas, azuelas, molinos, etc.) es un elemento clave en el marco del ritual funerario dada la significativa reiteración de su presencia en los ajuares (Castany, 2008; Fíguls, 2020; Gibaja et al., 2010; Muñoz, 1965). Este hecho va estrechamente ligado a la concepción de un sistema de redes de intercambio a larga distancia de objetos de alto valor social controlados por un número reducido de personas (Borrell et al., 2012; Léa et al., 2010; Vaquer, 2012).

Se han realizado estudios puntuales relacionados con la tecnología de la industria macrolítica en yacimientos como las Minas Prehistóricas de Can Tintorer de Gavà (Bofill y Borrell, 2009), de materiales del Solsonès (Fíguls y Weller, 2012; Fíguls, 2020) y algunas de las piezas del Camp del Colomer (Martínez et al., 2016; Masclans, 2017). Posiblemente, el aspecto sobre el que se ha dedicado más atención ha sido el estudio de las posibles fuentes de aprovisionamiento, ya sea de una materia local, como la corneana (Clop, 2004; Risch y Martínez, 2008; Weller y Fíguls, 2007), así como exógenos (Vaquer et al., 2012). En este punto, las atribuciones funcionales son prácticamente inexistentes, destacando el trabajo de Masclans (2017) la cual establece una relación intensa entre los procesos de trabajo y el contexto, es decir, entre las actividades de reparación, desecho y de contacto con elementos minerales (minería) están presentes de manera unilateral en espacios no funerarios mientras que aquellos elementos no usados sólo están presentes en las tumbas. Por otro lado, las tareas de descuartizamiento, de trabajo de la madera y del trabajo de las pieles se encuentran en ambos tipos de contexto indistintamente. La conclusión es que se evidencia una selección de aquellas herramientas acabadas y en buen estado de conservación para ser depositadas como ajuar (Masclans, 2017). Esta autora, además, establece una relación entre la materia prima y el contexto constatando, en las piezas procedentes de las tumbas, una variabilidad mucho mayor que las domésticas, tanto de origen local (calizas, esquistos verdes, esquistos de clorita y roca volcánica) como exógenas (jadeíta, serpentina, ecolgita, fibrolita, anfibolita, cinerita, nefrita y esquisto ardiosero) (Figura 8).

Pétrequin et al. (2012), Ricq de Bouard (1994) y Vaquer et al. (2012), entre otras, han documentado algunos de los centros de producción especializada en la manufactura de estos artefactos en el N de los Pirineus, caracterizando su distribución por el sur de los Pirineus. Hachas de jadeíta, serpentina, ecolgita, fibrolita, anfibolita cálcica, cinerita de Réquista, nefrita o esquisto ardiosero viajan des del S de Francia para incorporarse en los ajuares funerarios más ricos. Vaquer et al. (2012) afirma que parece muy significativo señalar que las tumbas que contienen las hachas exógenas son también las que contienen el mayor número de núcleos de sílex melado, dándose así una relación innegable entre estas dos categorías. A esto hecho añade que estas parecen estar íntimamente ligadas con individuos masculinos adultos.

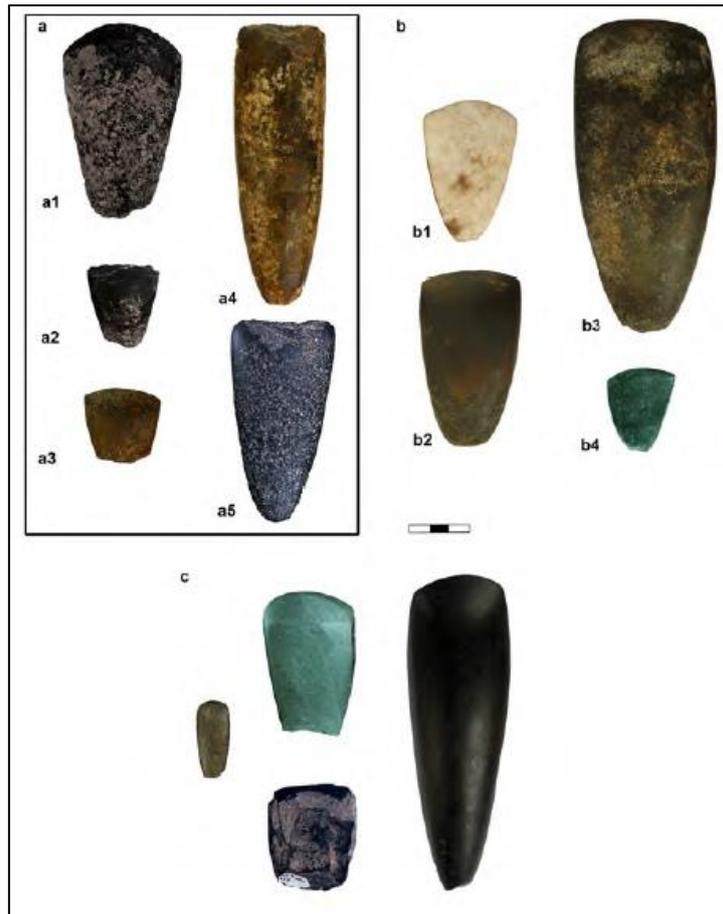


Figura 8. Ejemplos de los principales grupos litológicos documentados en los artefactos macrolíticos localizados en las Minas de Gavà. a) Materias primas locales: a1) Corneana, a2-a3) Pizarra, a4-a5) Corneana; b) Materias primas exógenas: b1) Fibrolita, b2-b4) Eclogitas, c) Indeterminadas (Masclans, 2017, p. 340).

Fauna

Los restos de animales aparecen sistemáticamente en el mobiliario funerario que acompaña a las estructuras del Neolítico medio del NE de la península ibérica. En especial, en este momento, destaca la aparición, junto a los inhumados, de perros y vacas (en conexión anatómica completa o parcial). La constatación de su existencia constituye un hecho diferenciador respecto al Neolítico antiguo y marca una tendencia que se prolongará hasta el Bronce final en este territorio (Albizuri, 2011). Este hecho repetitivo es, además, una evidencia de participación de los animales en el ritual funerario y de su papel en la economía y su trascendencia hacia la simbología (Martín y Albizuri, 2022).

En general los restos no manufacturados proceden fundamentalmente de mamíferos domésticos y de algunas especies salvajes y, frecuentemente, se registran en forma de conjuntos anatómicos en conexiones anatómicas (completas o parciales) y de fragmentos dispersos o elementos anatómicos enteros fácilmente identificables y representativos del animal (falanges, metápodos o cráneos) (Martín et al., 2019). La selección de determinadas especies y edades, de unidades anatómicas normalmente enteras, así como la disposición de animales completos como es el caso de los cánidos (Albizuri et al., 2019) y de los bovinos de la necrópolis de Bòbila Madurell, nos llevan a interpretar estos conjuntos como depósitos intencionados relacionados con algún momento del entierro humano (Martín et al., 2019; Martín y Albizuri, 2022).

De aquellos animales domésticos figuran los bovinos, los suidos y los ovicaprinos. Los cánidos se documentan, por primera, vez en un total de 5 yacimientos, destacando por su número los registrados en dos sectores de la Bòbila Madurell (Martín y Albizuri, 2022). Se trata de perros completos en conexión anatómica o de elementos anatómicos identificativos como los cráneos, que aparecen normalmente acompañando restos humanos. También se documentan otros casos, en los que los cánidos no aparecen en la misma estructura de inhumación sino en fosas inmediatamente adyacentes (Martín et al., 2019).

Las especies salvajes reflejan la fauna típica del nicho ecológico que circundó estos yacimientos: ciervos, corzos y conejos (Martín y Albizuri, 2022). También se documenta, de forma muy puntual, la presencia de carnívoros salvajes, algunos en conexión anatómica, como el zorro de Camí de Can Grau (Martí et al., 1997).

Martín y Albizuri (2022) concluyen que en general, la presencia de los restos faunísticos por estructura suele ser escasa y que buena parte de ellos son empleados como soporte para herramientas y elementos de adorno. En los casos de huesos no manufacturados, predominan los animales domésticos y se presentan en forma de conexiones anatómicas, elementos identificativos aislados o fragmentos. Las especies susceptibles de ser consumidas son el bovino, los ovicaprinos y los cerdos. Los cánidos quedan fuera de este grupo por la falta de marcas de manipulación de los esqueletos y por ser los que manifiestan mayor porcentaje de esqueletos completos y de conexiones anatómicas.

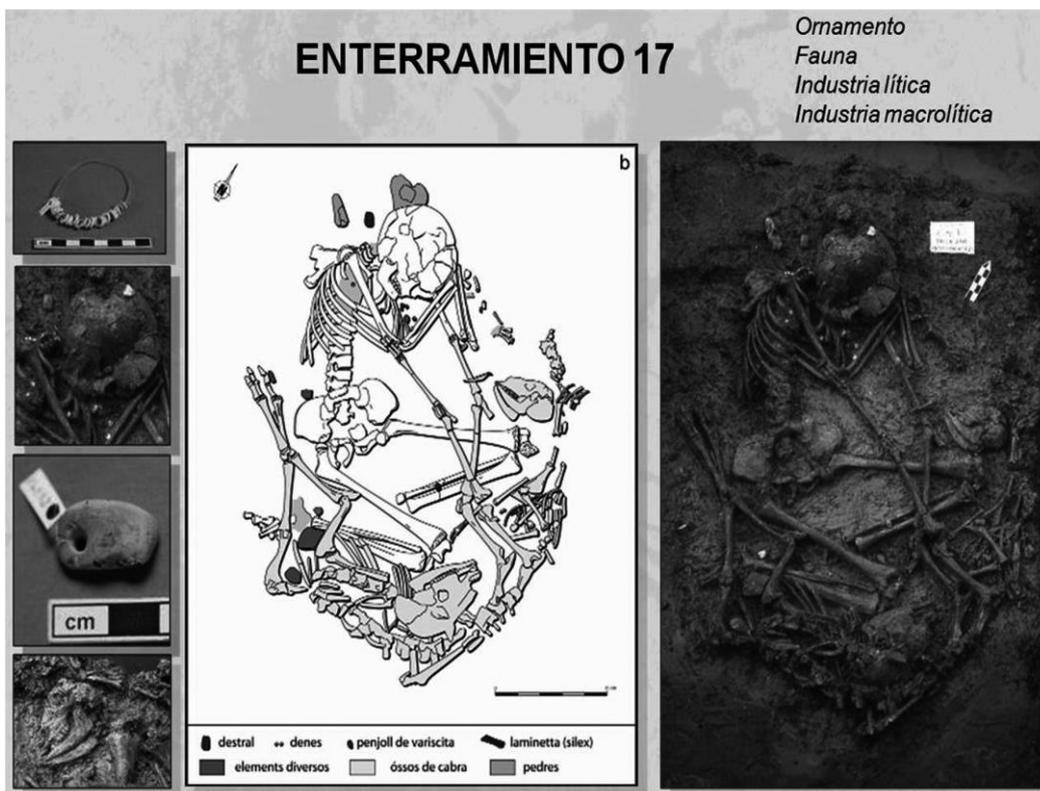


Figura 9. Sepultura 17 de la Caserna de Sant Pau del Camp con identificación y ubicación de los elementos de ajuar. Destaca por ir acompañado de dos esqueletos de cabra completos (Molist et al., 2012).

Ornamento

Aunque los tipos de adorno se diversifican tanto en su forma como en cuanto a la materia prima utilizada, los adornos de piedra están representados principalmente por cuentas de variscita fabricadas en la zona de extracción de las minas de Gavà. A estos adornos se le suman los collares dobles realizados con cuentas de concha, brazaletes de *Glycymeris*, enteros y articulados, cuentas colgantes engarzadas con gasterópodos perforados, dentalium y varias cuentas en materias minerales como la esteatita y la variscita (Edo et al., 1992; Esteve, 2000; Bosch, 2005; Gibaja et al., 2016). Resumidamente, los adornos que acompañan a estas sepulturas son:

- La variscita: se encuentra principalmente en fosas y, más ocasionalmente en cistas. Las más numerosas son las situadas en las necrópolis de Bòbila Madurell, Can Gambús I, Bòbila Padró, etc. Las cuentas son de varios tipos (discoides, globulares, en forma de barril, agrandadas con sección semiesférica o rectangular, tubulares, etc.). Estas cuentas de variscita se montaban en pulseras, collares o tobilleras. Se ensamblaban en diferentes combinaciones o incluían la inclusión de cuentas elaboradas con otros materiales, como serpentina, anfíbolita, esteatita, moscovita o malaquita (Oliva, 2012). Algunos ejemplos se encuentran en las estructuras E-313 de Mas d'en Boixos, en la cista sepulcral de Cal Rajolí.



Figura 10. Izquierda: collar de variscita de la mina 83 de Gavà. Derecha: fragmentos de variscita en bruto o ligeramente trabajados de la mina 83 de Gavà (foto: Casanova, Museu de Gavà) (Gibaja et al., 2019, p. 200).

La adquisición y elaboración de las cuentas se llevaba a cabo en las Minas de Gavà (Borrell et al., 2015; Bosch y Vergès, 1994; Oliva, 2015). En ellas se han documentado gran cantidad de minas que varían mucho en complejidad y tamaño, desde pozos cortos, simples, verticales o semiverticales hasta estructuras complejas que combinan pozos semiverticales, cámaras de distribución y galerías horizontales tipo túnel en diferentes niveles, alcanzando una profundidad total de hasta 15 m.

La sobreinversión técnica (en tiempo y energía) también se evidencia en el acabado de alta calidad de las perlas (Alarashi y Borrell, 2020). Esto es, según Costin (1991), un requisito previo para aumentar el valor social del producto y, por lo tanto, determina su estatus como artículo de circulación e intercambio (Perlès, 2007, 2012). Los tipos convencionales de cuentas de variscita hechas en Gavà se distribuyeron de forma intensiva en un radio de 40

km de Gavà. La distribución a larga distancia también se evidencia, por ejemplo, en las cuentas de variscita encontradas en el sitio contemporáneo de Feixa del Moro en las montañas de los Pirineus (Oliva, 2018).

- Coral rojo, hallado en la mina 83 de Gavà, en el hipogeo de El Bordellet, en la cista de Cal Rajolí, en el entierro E5 de La Serreta o en los entierros M15 y MS61 de Bòbila Madurell. Según Estrada y Bosch (2008) este material es de origen cercano, pero no local.
- Gasterópodos biperforados o triperforados: el *Cassis Phalium saburon* se localiza en la mina 9 de Can Tintorer en Gavà, en el entierro MS28 de Bòbila Madurell, en los entierros 221 y 442 de Can Gambús I, en el Pla del Riu de les Marcetes y en cistas del Solsonès como las del Solar IV y Llord I.
- Brazaletes de *Glycymeris*: documentado en las cistas de El Cerc, Puigreig o Astinyà y en sepulturas pirenaicas como la Tomba del Segudet, Andorra o Ca l'Oliaire. Los brazaletes se encuentran dispersos por gran parte del territorio peninsular, especialmente en áreas costeras, como Catalunya dónde se halla la mayor concentración de estas piezas (Martín y Joan-Muns, 1986); particularmente en los territorios alrededor del Ebre y del interior, como la región del Solsonès, aunque también se han encontrado en otras zonas de la península, como p. ej. en el área de Valencia (Pascual, 1996). Fuera del territorio nacional, los tenemos presentes en Andorra (Yañez et al, 2002) y en áreas de Francia (Courtin y Guthertz, 1976) e Italia (Petrinelli y Vassanelli, 2021).

Estos elementos están presentes desde el Neolítico antiguo, aunque es hacia el Neolítico medio cuando se localizan la gran mayoría (Cuevas, 2022).

- Adornos elaborados con huesos o dientes: se han encontrado colgantes elaborados con colmillos de jabalí en las cistas del Solsonès como las de Vinya del Picó, Costa dels Garrics I y II, El Llord I, entre otras, y en enterramientos de fosa como el de la Bòbila Vilatargas, el enterramiento de la Gardunya o los enterramientos de la necrópolis del Camí de Can Grau. Además, se han localizado láminas de hueso perforado en los enterramientos E110 de Can Gambús I, en la cista I de El Llord y en la Tomba del Segudet.
- El resto de los adornos se realizan sobre concha. Algunos ejemplos son el conjunto de *Glycymeris sp.* perforados por abrasión del sepulcro de Can Muset, algunas piezas perforadas de los sepulcros de Bòbila Madurell, así como los 40 ejemplares descubiertos en el doble enterramiento MB-88 de Mas d'en Boixos. También se documentan en la cista de Arceda unas cuentas realizadas sobre *Dentalium*, y formando un brazaletes en la estructura SH-3 de Bòbila Madurell.

La evidencia generalizada de ornamentos en los enterramientos ha sido utilizada por algunas autoras para modelizar los patrones de interacción e identificar puntos en común y distinciones en la práctica ritual en el Paleolítico (Cucart-Mora et al., 2021) y en el Neolítico (Monforte-Barberán, Cuevas, et al., en prensa).

Las evidencias de adscripción diferencial de ornamentos a individuos por sexo y edad se dan de forma significativa, únicamente, en tumbas infantiles (Molist et al., 2012; Gibaja et al., 2010). Oliva (2018) señala que entre mediados del V milenio BC y finales del IV BC la presencia de ornamentos se encuentra de forma dominante en individuos de sexo indeterminados de edades infantiles, seguido de individuos adultos masculinos y, en menor medida, femeninos, representados principalmente por ornamento sobre malacofauna marina y colgantes de valvas perforadas, así como de cuentas de piedra. Concretamente, las valvas-colgante se asocian tanto a

individuos adultos femeninos como masculinos, las cuentas circulares de concha a adultos femeninos y sobre todo infantiles, los caracoles-reclamo a adultos masculinos y las pulseras de concha a adultos femeninos.

Industria ósea

La industria ósea presenta una importante estandarización en lo que respecta a medidas y morfología, siendo los más abundantes los punzones y espátulas, aunque también se documenta la presencia de colgantes o agujas (Estrada y Borrell, 2009; Martínez, 1997; Mozota y Gibaja, 2015). Se denominan punzones a objetos realizados a partir de huesos largos (principalmente tibias y metápodos de ovicaprinos y cérvidos) con un extremo apuntado. Son definidos como espátulas o alisadores fragmentos de hueso de sección plana y un extremo redondeado. Aunque menos numerosos, también se han recuperado fragmentos de aguja de hueso. Los elementos de adorno se realizan prioritariamente sobre caninos inferiores de suido, plaquetas de hueso y malacofauna marina perforada. Los elementos manufacturados sobre soporte de origen animal suelen aparecer en torno al cuerpo del inhumado o inhumados.

Cerámica

La heterogeneidad de morfologías y tecnologías utilizadas en las producciones cerámicas entre mediados del V milenio BC y finales del IV BC, ha permitido establecer unas tipologías que se engloban en las producciones denominadas postcardiales con la formación de unas tradiciones cerámicas adscritas a las facies *Montboló*, *Molinot* y *Boques de l'Ebre*. Esta categorización, asociada a una cierta distribución en el territorio, presenta importantes modificaciones a inicios y mitad del IV milenio BC, momento en que las producciones cerámicas presentan variaciones formales y decorativas que se asocian y ayudan en la configuración material de nuevos conjuntos arqueológicos adscritos al horizonte de los *Sepulcres de Fossa*. Estas producciones son continuistas a grupos *Montboló* y, más tarde, *Chassense*, procedente del N de los Pirineus. A pesar de que la presencia de materiales afines al *Chassense* no es muy numerosa, existen gran cantidad de publicaciones que tratan de identificar y caracterizar los contactos entre estas tradiciones cerámicas y los grupos culturales que las realizaron (Llongueras et al., 1980, 1981, 1986; Martín y Tarrús, 1991).

En la segunda mitad del V milenio BC, podemos identificar tres grupos cerámicos conocidos como *Montboló*, *Molinot* y *Boques de l'Ebre*. El grupo más al S corresponde a la facies Baix Ebre o *Boques de l'Ebre* compuesto principalmente por vasijas de diferentes tamaños, aunque predominan los grandes contenedores con superficies alisadas y con una cocción oxidada o mixta. Dentro de este grupo, destacan las formas globulares en forma de botella, que son esféricas y cuentan con elementos de agarre. La decoración de estas vasijas se caracteriza por cordones lisos de forma curvilínea simple o doble. Estos conjuntos cerámicos provienen principalmente de contextos funerarios como Masdenvergenc, Mas de Benita o el asentamiento de Mas Seròs (Esteve, 2000; Bosch, 2005; Bosch et al., 2023).

En cuanto a la facies *Molinot*, también se observa la persistencia de formas globulares que pueden presentar un acabado con decoración cepillada, aunque con una intensidad desigual, lo que dificulta su clasificación. Sin embargo, esta cerámica se encuentra principalmente en el área central y meridional de Catalunya (Llobregat, Garraf y Penedès), con yacimientos emblemáticos

como la Cova Font del Molinot, Hort d'en Grimau, Guixeres de Vilobí o Cova de l'Or (Mestres, 1981). Más recientemente, se han descubierto minas en Gavà, Pujolet de Moja, así como los yacimientos de La Serreta y Cova de Can Sadurn en Begues. Es importante destacar que este tipo de cerámica tiene una presencia limitada en contextos más septentrionales del Vallès y el Barcelonès, lo que no permite establecer una asociación morfotecnológica clara con algún grupo cultural específico (Molist et al., 2016).

En el caso de la facies *Montboló*, se observa una variabilidad morfométrica y estilística que se caracteriza por formas globulares con cuello diferenciado, pero con acabados más cuidados, mediante bruñidos y alisados. Se le da una gran importancia al tratamiento de las superficies, buscando una coloración oscura a través de la cocción. Estas vasijas pueden contar con un asa de tipo tubular dispuesta vertical y perpendicular al borde del recipiente. Esta producción cerámica se documenta en una amplia área geográfica, pero se encuentra principalmente en el norte y centro de la región de Catalunya. Algunos ejemplos de sitios donde se han encontrado estos tipos de cerámica son Cova Mariver, Coves de les Grioterres, Cova Empolla 120, Font del *Molinot*, Pujolet de Moja y Hort d'en Grimau. Cabe mencionar que se han encontrado asas tubulares en conjuntos cerámicos de algunos yacimientos recientemente excavados o reestudiados, como Caserna Sant Pau o Reina Amàlia 31-33 en el llano de Barcelona, aunque en proporciones muy bajas.

La proximidad con las producciones cerámicas del otro lado de los Pirineus se limita estrictamente a la forma y al elemento de agarre (Molist et al., 2016). En efecto, esta facies septentrional se corresponde con las tradiciones adscritas al *prechasseen* y caracterizadas en el que se denomina el *Néolithique moyen primitif des Pyrénées* y al grupo *Montboló* (Guilaine, 1974), muy representado en yacimientos como la Balme de Montboló, grotte de Montou en Corbère-las-Cabanès, grotte d'en Gorner en Villefranche de Conflent o la Caune de Bélesta (Molist et al., 2016).

La aparición de nuevas tradiciones cerámicas en la segunda mitad del IV milenio BC pone en evidencia la transformación gradual de buena parte de las técnicas de manufactura anteriores. Si bien se diversifican en formas y en acabados, mantienen los contenedores de medida mediana y grande, aunque estos últimos son bastante desconocidos. Será en las producciones de vasos de formato pequeño y mediano donde las morfometrías se diversificarán con la presencia de carenas cada vez más marcadas y la introducción de varias tradiciones como puede ser la incisión, el uso de engobe o el pintado que convivirán con los bruñidos y pulidos, cada vez de mejor calidad (Molist et al., 2016). Destaca la creación de nuevas morfometrías generadas a partir de la carena y de las paredes cóncavas cerradas con una mayor inversión en los acabados, como es la profusión de bruñidos, bien documentados en las Minas de Gavà. Se considera también que hay una selección y un tratamiento más cuidadoso de las tierras con la extracción de inclusiones o cribados. Otro elemento significativo es el adelgazamiento intencionado de las paredes y la presencia significativa de los ahumados para uniformizar la coloración del vaso.

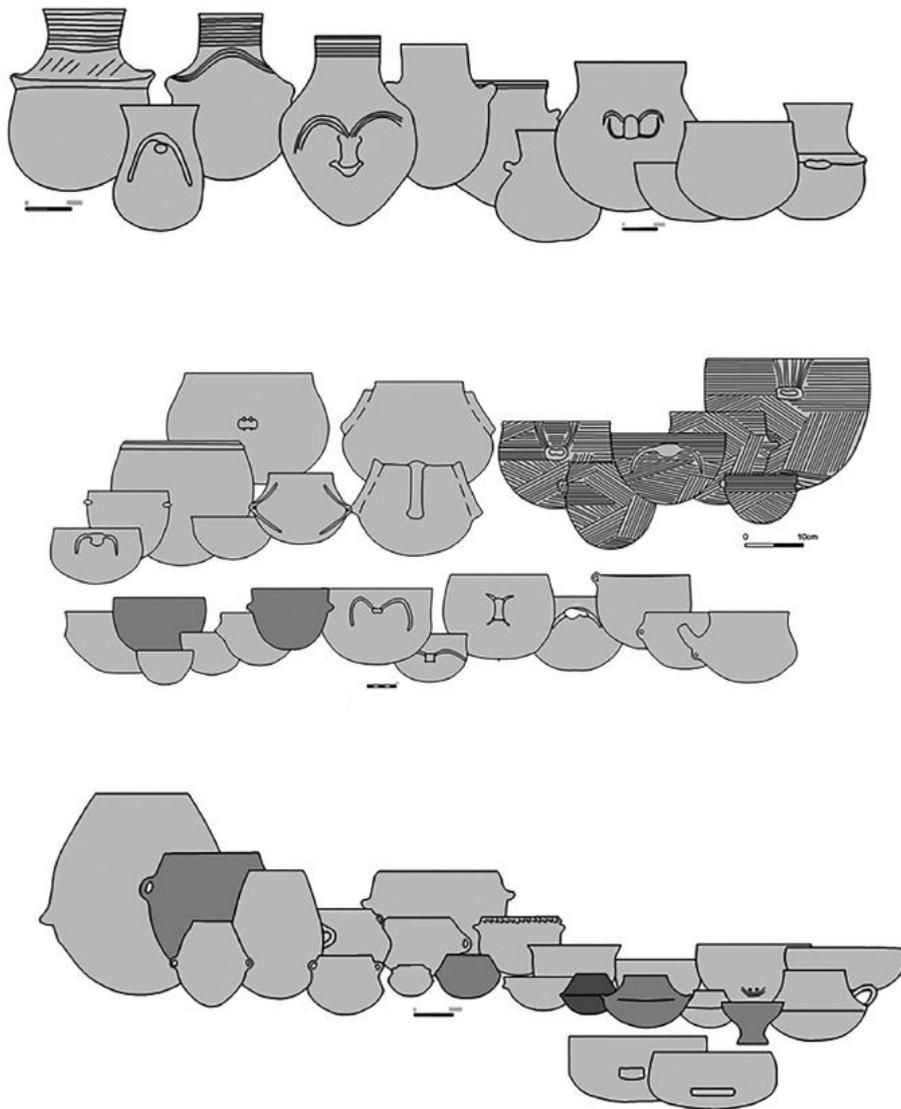


Figura 11. Principales producciones cerámicas del Neolítico postcardial y *Sepulcres de Fossa*. (Dibujo A. Gómez Bach) (Molist et al., 2016)

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Resumen

En el Capítulo II se expone el marco teórico del presente estudio. Para ello, en primer lugar, se desarrolla el posicionamiento consciente sobre el cual se pretende construir conocimiento histórico, es decir, sobre cómo haremos arqueología. Puesto que nuestro objeto de trabajo son los artefactos, se discute sobre la diferencia entre producción, consumo y distribución para, posteriormente, aplicar dicha concepción en el estudio de las sepulturas funerarias, analizando y criticando los presupuestos históricos sobre los que se construye la “Arqueología de la muerte” y elaborando así una propuesta teórica de análisis.

2.1. LA ARQUEOLOGÍA COMO CIENCIA SOCIAL

La construcción de un discurso histórico, objeto final de este trabajo, debe ser llevada a cabo, en su totalidad, sobre una base teórica clara y científica. Para ello, delimitar qué significa “hacer arqueología” deviene un paso necesario.

La perspectiva inicial es la crítica hacia la noción que sugiere que la investigación debe abstenerse de cualquier posicionamiento personal (es decir, *político*) o filosófico acerca de la creación de conocimiento. Este hecho, a nuestro parecer, conduce inevitablemente a planteamientos cientificistas y neopositivistas sometidos al *sentido común*, aceptando así la norma impuesta y tomando un camino totalmente acrítico. Tras de sí, se esconde la conformidad y la subordinación a todo aquello que nos envuelve, sin disposición de cambio. Para solucionarlo, nos acogemos al marxismo como posicionamiento que se opone a la negación de la *presunción* de la inexistencia de principios filosóficos y políticos. Debido a su carácter revolucionario tiene como tarea principal la transformación (Marx, 1888) y entendimiento del mundo, contrariamente a los *posicionamientos teóricos*, entendidos como un conjunto de supuestos ontológicos, epistemológicos, metodológicos y valorativos que permiten el desarrollo de teorías sustantivas (Gándara, 1993), que tan solo pretenden explicar la realidad. A partir de este posicionamiento, las herramientas analíticas necesarias para la unificación de la realidad, histórica y presente, con la transformación social y la arqueología pueden dividirse en tres componentes principales (Gándara et al., 1985):

1. La **posición filosófica** es aquella en la que se engloban todos los aspectos *ontológicos, epistemológicos y metodológicos*:
 - La *ontología* marxista entiende que la realidad está construida por una serie de procesos concatenados en constante cambio sujeto a las leyes de la dialéctica, rigiendo el mundo y el pensamiento (Kopnin, 1966). En él existen relaciones nomológicas descritas o explicadas por las categorías dialécticas
 - El proceso de conocimiento, es decir la *epistemología* materialista, se basa en la acción práctica del sujeto cognoscente sobre el objeto de conocimiento a través de la producción y reproducción de la vida real que se apropia de la naturaleza por medio del *trabajo*. El sujeto es pues un ser social en cuanto las condiciones reales de su existencia lo determinan a la vez que es partícipe en el conjunto de relaciones sociales. El conocimiento se da puesto que el objeto sufre un proceso de transformación en sí mismo por la dinámica interna y otro por la acción del *trabajo* humano.
 - El proceso de conocimiento es guiado por la lógica dialéctica (De Goratari, 1979), es decir, la *metodología* materialista. La dialéctica supone una guía que permite comprender las características fundamentales de la materia, permitiéndonos acceder a un razonamiento que nos faculta para conceptualizar la concomitancia que entra en juego en la relación realidad-conocimiento (Havemann, 1967). Esta definición nos permite elaborar un modelo coherente donde no exista contradicción alguna entre la base lógica que lo sostiene y las leyes fundamentales o pautas arqueológicas contrastadas a partir de su manifestación material (Lull, 1988).
2. La **teoría general sustantiva** marxista es aquella donde el *materialismo histórico* (Novack, 1981) funciona como sistema de proposiciones conceptuales representativas

de la realidad arqueológica (Lull, 1988). Es pues el conjunto de enunciados, sistemáticamente relacionados, que incluyen cuando menos un principio general tipo-lei y que se propone para explicar/comprender un fenómeno o proceso (Gándara, 1993).

3. La **posición política y ética** (Gándara et al., 1985) o **área valorativa** (Gándara, 1993), define el “para qué” de la investigación. Así pues, la elaboración de conocimiento viene determinada por la realidad objetiva. De este modo, la Arqueología social debe estar íntegramente ligada con la necesidad de establecer un posicionamiento político y ético claro de todo aquello que nos rodea para obtener herramientas analíticas que nos posibiliten insertarnos en la lucha consciente por la transformación real del sistema en el que vivimos.

2.2. PRODUCCIÓN, CONSUMO, DISTRIBUCIÓN Y CAMBIO

Cuando definimos el objetivo central de este trabajo como “el estudio de la emergencia de nuevas relaciones sociales derivadas mediante el estudio de las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio llevadas a cabo en la materialidad localizada en las sepulturas funerarias neolíticas” aplicamos ciertas premisas teóricas como, por ejemplo, que todos aquellos artefactos que componen los sepulcros prehistóricos, así como los propios sepulcros funerarios, son artefactos consumidos por las sociedades del pasado.

Para justificar dichos axiomas tomamos del *materialismo histórico* el principio de que el conjunto de relaciones de producción (infraestructura), las relaciones de producción y reproducción social (estructura) y las relaciones jurídicas, políticas e ideológicas (superestructura), son las tres esferas que condicionan la vida social en general y, por ende, las que explican, *grosso modo*, los restos arqueológicos. Estos restos no son más que artefactos, es decir, productos que constituyen el medio instrumental de las sociedades, resultado de procesos de elaboración mediatizados socialmente. A su vez son medio y producto e implican, generalmente, una apropiación social selectiva de la materia y unas actividades económicas determinadas (Lull, 2007). Los artefactos producidos o productos son la expresión material de la producción y reproducción de las sociedades del pasado. Si bien la producción debe ser entendida siempre en el estadio determinado de desarrollo social e histórico, todas las épocas tienen ciertos rasgos de abstracción comunes.

Estos rasgos pueden ser categorizados en todo momento como consumo, distribución y cambio, aunque debemos tener en cuenta que se presuponen unos a los otros, es decir, que están presentes en cada momento del ciclo de realización social. Cada uno solo puede llevarse a cabo si se los otros pueden realizarse. Su auto-movimiento es un movimiento no condicionado por factores naturales sino por sí mismo, es decir, por el entrelazamiento interno de sus momentos. Concretamente, el consumo objetiva el consumo pensado, “cerrando” así el ciclo de lo producido. Este es el acto de usar un objeto para satisfacer una necesidad social. Puede ser individual (consumo de los valores de uso o artefactos por los individuos) o productivo (consumo de los valores de uso o artefactos como medios de producción). Tal y como veremos a continuación, el consumo de un sepulcro funerario se engloba dentro del consumo productivo por lo que nos da información sobre las tendencias de producción y reproducción social.

La manera en que los objetos han sido producidos y distribuidos en la sociedad no son simplemente un conjunto de eventos aislados, sino que forman parte y resultado del proceso de producción en sí mismo. La forma en que los artefactos se reparten está influida por cómo se lleva a cabo la producción y cómo se organiza la sociedad para hacerlo. Esto es de especial importancia con la aparición de materiales exógenos ya que, irrefutablemente, es indicativo de una distribución de materiales no observada hasta el momento en las sociedades de estudio.

El cambio, por otro lado, es visto como una totalidad, ya que no ocurre en un solo sentido, sino que implica un movimiento constante y una interacción entre diferentes elementos de la sociedad. Esta interacción conlleva circulación y mediación, es decir la transferencia de productos, personas o ideas y cómo estos son influenciados y facilitados por diferentes factores y actores en la sociedad. Si bien desde la tradición historiográfica se considera que la llegada de

materiales exógenos conllevó un proceso de intercambio, se desconocen evidencias concretas del mismo, aunque sí que existen algunas propuestas como p. ej. la de Weller y Fíguls (2007; 2012).

Aunque llevemos a cabo esta distinción, el factor más relevante es entender que estas categorías constituyen articulaciones de una totalidad donde la producción trasciende más allá de sí misma en la determinación opuesta de la producción y más allá de otros momentos (Marx, 1888). La producción está determinada por otros momentos entre los cuales tiene lugar una acción recíproca, que ocurre siempre en todos los conjuntos orgánicos. Producción, distribución, cambio y consumo constituyen, así, articulaciones de una totalidad, diferenciaciones de una unidad, y es en este sentido que deben ser analizadas en cada momento histórico socialmente determinado.

2.3. ARQUEOLOGÍA DE LA MUERTE

Partimos de la consideración propuesta por Lull y Picazo (1989) en la que el tratamiento de la muerte de cualquier sociedad responde a una exigencia bifactorial es decir, es un proceso que desliga al muerto del mundo de los vivos y es un proceso de integración a lo colectivo a partir de un ritual social. El rito expresa el nexo de alejamiento-integración y sus normas conforman la doble dimensión en la que se inscribe el difunto. La naturaleza, complejidad y diversidad de los rituales en un grupo social sugieren, en cierto grado el estadio de las relaciones sociales intragrupal y expresan la distancia económica, social o ideológica entre los individuos (Lull y Picazo, 1989). Esta concepción difiere de la Arqueología de la muerte “tradicional”, utilizada desde la década de 1960 como fuente de información sobre la organización social de las comunidades del pasado (Fowler, 2004, p. 6) bajo diversas propuestas teórico-metodológicas enmarcadas en discursos procesualistas.

Es por ello que, antes de presentar cómo esta puede constituir una herramienta fundamental en la investigación de las relaciones sociales se repasará, brevemente, su historia para, finalmente, proponer un modelo de entendimiento.

2.3.1. Presupuestos históricos

En la década de los 40, G. Childe (1944) planteó, por primera vez que, a mayor progreso de la cultura material, menor es la energía social invertida en los enterramientos al tiempo que se consolida y aumenta la riqueza de los vivos. Bajo esta primera propuesta, la “Arqueología de la muerte” generó el convencimiento de que las estructuras implícitas en las prácticas funerarias expresan la realidad social o sus principios simbólicos y, por tanto, constituyen una base potencial de estudio para obtener información. Con esta premisa se desarrollan en el contexto de la *New Archaeology* las primeras propuestas formales de la mano de Saxe (1970), Binford (1971) y Tainter (1973, 1975, 1977, 1978).

A. Saxe recoge y aplica de la teoría antropológica del rol desarrollada por Goodenough (1965) y basada, a su vez, en un importante ensayo de Linton (1936), sobre los conceptos básicos de identidad social (o *status* social), relación de identidad (relación de dos o más identidades) y persona social (conjunto de varias entidades que se consideran apropiadas en una interacción determinada).

Según este autor, la variabilidad de los restos funerarios se relaciona con una selección consciente de una serie de distinciones que son coherentes con las identidades sociales que tenía el muerto en vida. Así pues, los tratamientos funerarios son un reflejo de las relaciones sociales que unían al muerto con los vivos. Dicha aproximación ha sido objeto de crítica desde visiones marxistas ya que Saxe no contempla el caso de obligaciones institucionales que normalicen el ritual en cualquier tipo de sociedades Lull y Picazo (1989, p. 11).

L. Binford (1971), plantea desde un punto de vista metodológico la relación entre estructura social y ritual funerario (Binford, 1971). Este parte de la propuesta de (Radcliffe-Brown, 1952, p. 143) que distingue entre actores técnicos (deshacerse del muerto) y rituales (prácticas simbólicas). Al igual que Saxe, este presupone que la sociedad reconoce simbólicamente, mediante el ritual, cuestiones de sexo, edad y filiación (es decir, cuestiones de identificación comunitaria del individuo) y que la posición social aparece definida únicamente en términos de consideración o reconocimiento de los roles que el muerto tuvo en vida (sin especificar de que orden). Al igual que en la propuesta anterior, se ignoran las relaciones sociales de producción, identificando formas de complejidad social a través del término *status* o “estatus”. Este funciona como un índice para inferir complejidad social a través de una mecánica de identificación entre formas productivas y nivel de desarrollo social, surgiendo así un cuadro reductor, claramente economicista (Lull y Picazo, 1989, p. 13).

J. Tainter (1973, 1975, 1977, 1978) recoge la línea teórica iniciada por Saxe y Binford, reforzando la perspectiva sistémica de este último, ampliando el significado de algunas de las categorías operativas insinuadas y no desarrolladas con anterioridad (gasto de energía) y realizando análisis de contrastación más adecuados. Para caracterizar un sistema social utiliza dos conceptos básicos: la estructura (número, naturaleza y orquestación de sus subsistemas y componentes articulados) y la organización (presiones que se ejercen sobre los niveles de comportamiento posibles en los elementos de un sistema social) (Tainter, 1975, p. 1).

La propuesta de Tainter asume que el gasto de energía se relaciona directamente con la estructura jerárquica de la sociedad de los vivos. Aunque se basa en la observación de Binford (1971, p. 17 y 21) de que la forma de un ritual funerario está determinada por el tamaño y composición del segmento social que reconoce deberes de *status* para con el muerto, desarrolla de forma más extensa el concepto al afirmar que el rango individual del muerto es mayor cuanto más importantes sean la intervención del resto del grupo y la interrupción de las actividades cotidianas. Estos factores, según el autor, provocan un mayor gasto de energía en todo el proceso del ritual funerario.

Si bien su postulado no carece de sentido, no tiene en cuenta que el ritual funerario es una actividad necesaria para la reproducción del grupo. La simplificación de a mayor “trabajo” mayor importancia del difunto no tiene por qué ser directamente proporcional.

2.3.2. Fundamentos teóricos para un análisis materialista de los sepulcros funerarios

El Análisis de Redes Sociales, método de análisis de la realidad, debe sostenerse con una serie de fundamentos teóricos. De este modo, en este apartado, trataremos de aplicar una concepción materialista para el estudio de los restos funerarios. Con ello, partimos del punto de partida dado por Lull y Picazo (1989, p. 17) las cuales consideran los enterramientos como depósitos de trabajo socialmente necesarios, tanto en su construcción y preparación como en su contenido que representa un valor social relativo depositado para asegurar la reproducción del sistema. Estos son fruto de una práctica político-ideológica y por tanto son artefactos, proporcionando información sobre la materialidad socializada (Lull, 1988). Este tipo de registro puede ser articulado en dos esferas de análisis: el continente y el contenido.

Las sepulturas funerarias son pues artefactos consumidos no de forma individual sino de forma colectiva, es decir, son un medio de reproducción social. Esta práctica se considera político-ideológica ya que extiende el tiempo productivo: es considera tiempo socialmente necesario para establecer y mantener las relaciones sociales.

Mediante la determinación de los sistemas apropiados que midan la significación del continente y del contenido (infraestructura) respecto a las relaciones sociales de producción (estructura), se podrán establecer disimetrías en las tendencias productivas en su uso y valor social relativo en el caso contenido, posibilitando la lectura de desigualdades o disimetrías sociales (Figura 12).

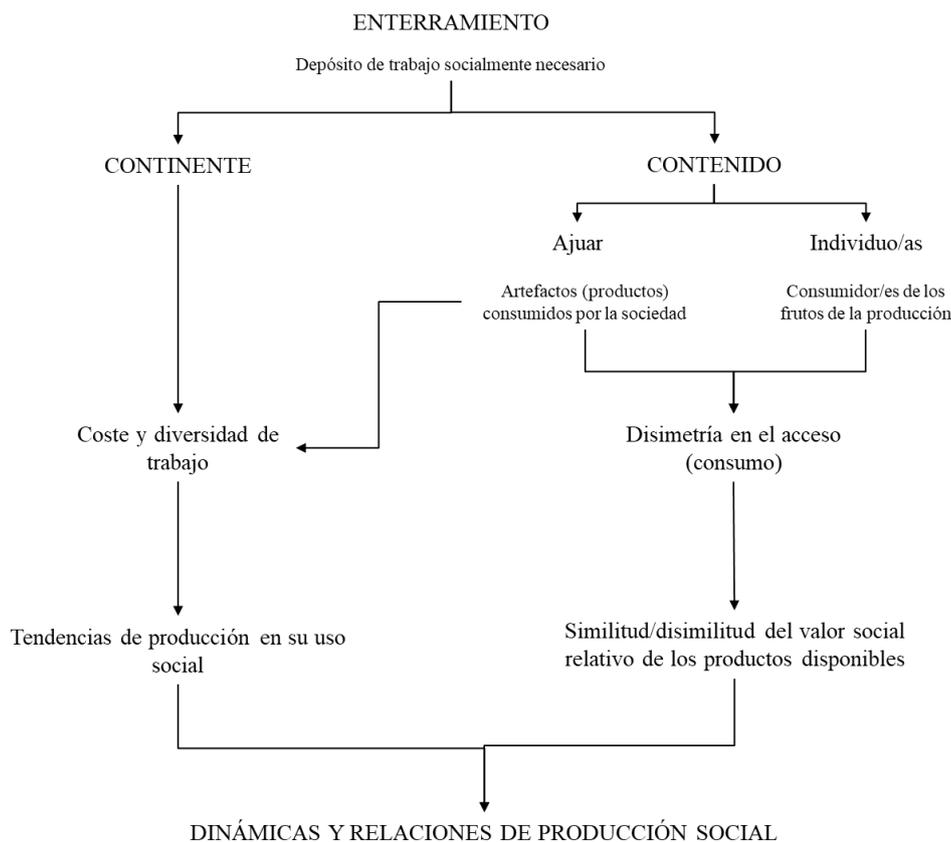


Figura 12. Propuesta teórica de estudio de los sepulcros funerarios.

Concretamente, el contenedor se presenta como la estructura en la cual se lleva a cabo la práctica político-ideológica en tanto que la construcción de este ya forma parte de ella. El estudio del coste y la diversidad de su producción (trabajo), nos informará de las tendencias de producción en su uso social. Estos son los patrones de desarrollo y cambio en los métodos de producción, las tecnologías utilizadas y las relaciones económicas dentro de una sociedad.

Aun así, partiendo de que el tiempo de la práctica político-ideológica extiende la vida productiva, no podemos sinonimizar energía y trabajo y traducir mecánicamente su inversión como valor social, tal y como plantea Tainter, de la misma manera que no se puede establecer el valor social de un trabajo a partir exclusivamente del esfuerzo, ya que el valor social del trabajo adquiere sentido en las relaciones sociales de producción y no en el esfuerzo. Asimismo, la consideración de los materiales depositados como valores de uso, de cambio o excedentarios no resulta apropiada ya que se distorsiona el discurso (Lull y Picazo, 1989, p. 17). Los materiales

depositados como ajuar, en muchas ocasiones, han sido seleccionados o realizados exclusivamente para ser consumidos en esta actividad. Estos forman parte del contenido que, a su vez, se divide en artefactos (productos) y en el individuo o individuos inhumados. El consumo de los artefactos es llevado a cabo por la sociedad en tanto que estos son depositados en esta. El individuo o individuos inhumados consumen, de forma indirecta, estos productos en tanto que los vivos los asocian a ellos.

Ambas esferas de análisis nos pueden acercar a la lectura de disimetrías en el acceso al consumo material, dando lugar a diversas significancias de valor social de aquellos productos consumidos. Contenedor y contenido nos ofrecen pues la oportunidad de estudiar las dinámicas y relaciones de producción y reproducción social del pasado.

Tal y como señala Lull y Picazo (1989), la complejidad social reside en la existencia o no de la división del trabajo, en la disimetría de acceso a los recursos por parte de la población y en las instituciones generadas para fijar la coerción. Teniendo esto en cuenta, el estudio de los sepulcros funerarios nos brinda la oportunidad de evaluar esta complejidad social, indicándonos tendencias de consumo en su uso social de los artefactos que conforman el ajuar.

Los individuos enterrados, ajenos al proceso productivo, son los consumidores indirectos de la producción, ya que es la sociedad la que permite que el tratamiento de la muerte se apropie de un trabajo social, primando a un muerto o a un grupo de muertos sobre los demás como una inversión para la reproducción del sistema en el orden deseado (Lull y Picazo, 1989, pp. 17-18). Es este hecho el que posibilitará observar la existencia o no de la emergencia de dinámicas disimétricas en el consumo de esta actividad asociadas a unos individuos u otros.

2.3.3. Los grupos politéticos como medida de (di)simetría social

Debido a que la expresión de la organización y funcionamiento económico-social puede materializarse en una o más esferas de variabilidad de las prácticas funerarias, tal y como señala Castro (1994), la reiteración de atributos en las mismas subrayará la existencia de tendencias en el uso y consumo. Tan solo después de detectar las asociaciones significativas podremos involucrar las tendencias de producción en su uso social y en su marco histórico.

Para ello es necesario definir “tipos” de artefactos (tumbas, ajuares, individuos), conteniendo en sí la noción de modelos de producción (Estévez y Lull, 1984, p. 235), huyendo de la consideración de estos como meros modelos abstractos, coherentes con la lógica interna de estructuras o sistemas formales. Así pues, es preciso la selección de atributos observables o de variables epistémicamente independientes (Castro, 1994, p. 25), eliminando aquellos aspectos irrelevantes o resultantes de situaciones aleatorias. Para lograr vincular atributos materiales y dimensiones sociales es necesario llevar a cabo una clasificación previa de las variables seleccionadas, estableciendo convergencias entre ellas y sustentando la articulación de los datos en sistemas de relaciones. El tipo de clasificación debe ser politética, es decir aquella que constituye un modelo para las entidades arqueológicas (Clarke, 1984). Estos grupos politéticos, tal y como señala Castro (1994, p. 25), serán un tipo de clasificación en la que tengan cabida las

distintas esferas de variabilidad, entendidas estas como expresión de los distintos ámbitos sociales del pasado que configuran la producción, acceso y uso de los productos.

Un grupo politético está formado por elementos que se adscriben al grupo porque poseen un determinado número de atributos característicos, no porque se identifiquen con la totalidad de rasgos definidores; cada atributo puede ser un factor común a distintos elementos adscritos al grupo, pero ninguno de los atributos es a la vez suficiente y necesario para asegurar la calidad de miembro del grupo (Clarke, 1984, p. 31). Las agrupaciones politéticas, obtenidas mediante la demarcación de tendencias de asociación de variables, permiten orientar los casos empíricos en función de la aproximación a esas tendencias y no de la identidad con una atribución demarcadora (Castro, 1994, p. 26).

Serán los factores comunes los que otorguen valores a la existencia o no de homogeneidades en la normalización productiva. Con ello, debido a que las tendencias de producción son el resultado de la convergencia de distintos modelos de referencia, la asociación relevante de atributos obtenidos por ajustes a cada tendencia productiva permitirá establecer como se expresa la materialización de las diversas esferas que engendran los modelos y los usos sociales (Castro, 1994, p. 26).

En definitiva, la clasificación de los sepulcros funerarios y de sus variables expresará las diversas esferas de variabilidad de la producción y consumo en las prácticas funerarias. Cada depósito contará con elementos que lo singularizan, lo mismo que con elementos que comparte con aquellos que igualmente intentan reproducir una norma de producción. La existencia de varias normas y la definición de tendencias-modelos nos posibilitará observar y analizar la emergencia de disimetrías productivas.

2.3.4. La importancia de sexuar los sujetos sociales

La presencia de individuos inhumados en las prácticas funerarias es la única expresión material prehistórica en la que se pueden detectar a que sexo era consumidor indirecto de la producción, aproximándonos así a la asociación de este a los frutos de la producción (contenedor y contenido artefactual) en tanto que los vivos los asocian a ellos. De esta forma, mujeres y hombres, en cuanto sujetos sociales sexuados, deben ser contemplados como dos condiciones independientes, puesto que la producción de cuerpos constituye siempre un factor determinante de la vida social y sólo está vinculada a la capacidad de las mujeres para gestar otro cuerpo en el propio y relacionarse con él, empleando tiempo y energía para ello (Castro et al., 1996; Castro et al., 2002; Sanahuja-Yll, 2002). El análisis de una posible división del trabajo como consecuencia de esta diferencia lleva, necesariamente, a observar si existen desigualdades entre las personas que han experimentado esa división (Castro et al., 2005).

La división del trabajo puede manifestarse de forma diferente dentro de una comunidad. Puede ser una simple organización de las actividades sin implicar desigualdades entre los miembros, o puede reflejar una estructura jerárquica donde existen relaciones de explotación y opresión. De hecho, incluso si una división y especialización del trabajo no conduce necesariamente a la explotación social, ésta no puede mantenerse sin una división de tareas que facilite la asimetría

(Castro y Escoriza-Mateu, 2006). Algunos modelos sociopolíticos incluso consideran que la organización de la producción es un mecanismo para mantener las divisiones de estatus y poder en una sociedad (Costin, 2005).

El análisis consciente de esta realidad se nos presenta como un factor clave en la lectura de la emergencia de las disimetrías. Castro y Escoriza-Mateu (2006) definen la explotación hacia las mujeres como una situación en la que la mayor parte del trabajo recae sobre las mujeres, mientras que el producto beneficia al grupo en su conjunto, y/o una situación en la que el tiempo invertido en el trabajo es desigual o pesado para las mujeres, pero beneficioso para los hombres. Si bien esta aproximación no puede hacerse únicamente con el análisis de las prácticas funerarias, estudiar tendencias productivas, de consumo, distribución y circulación de estas prácticas teniendo en cuenta el sexo de los individuos, nos permitirá observar la presencia de disimetrías de acceso a la producción entre hombres y mujeres.

CAPÍTULO III. EL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES COMO MÉTODO

Resumen

En el Capítulo III se esboza el método de análisis utilizado: el Análisis de Redes Sociales (ARS). Para ello se presenta la definición y características de este análisis entendido como la aplicación de los modelos de red para entidades sociales. Se introduce la Ciencia de Redes y la Teoría de Grafos y, finalmente, se discute acerca del significado de modelar el pasado dentro de la investigación arqueológica haciendo hincapié en el modelado de redes, tanto en su fase de construcción como en la de modelización.

3.1. MODELIZAR LAS SOCIEDADES DEL PASADO

Modelizar el pasado deriva de una teoría, compartiendo con ella su aspecto sintáctico y su aspecto semántico (Ruiz y Padilla, 2012). Por ello, para abordar el estudio de la materialidad arqueológica partimos del materialismo histórico como teoría sustantiva. De esta forma, considerando la realidad social como una determinación causal fruto de las relaciones sociales de producción y reproducción, fundamentaremos el método científico en la lógica dialéctica (De Goratari, 1979). De esta manera, tratando de confeccionar un modelo coherente donde no exista contradicción alguna entre la base lógica que lo sostiene y las leyes fundamentales o pautas arqueológicas contrastadas a partir de su manifestación material (Lull, 1988), es decir, necesitamos un método de contrastación explícito que permita validar o refutar las diferentes hipótesis de la teoría con la realidad arqueológica (Fedoséev et al., 1978; Lull, 1988).

3.1.1. ¿Qué es modelar?

Un modelo es una proyección de la realidad que permite ser modificada, observada y medida sin afectar al proceso real que representa, dando información sobre la causa y el efecto de dicha realidad (Barton, 2014), es decir un método de análisis. Así pues, definiremos el modelo arqueológico como una abstracción de la realidad que permite establecer un proceso de deducción lógica sobre el funcionamiento de las sociedades del pasado o, al menos, sobre alguna parte de ellas (Angourakis, 2023). Como entidades conceptuales, los modelos no pueden ser ni más ni menos simples que la realidad, ya que desde el inicio son otra cosa (Reynoso, 1998).

Para realizar estas extracciones se lleva a cabo el proceso de modelización, entendido como una estrategia para abstraer de los fenómenos sociales la base de comparación, es decir, el conjunto de las particularidades que los miembros de la oposición poseen en común (Trubetzkoy, 1976). De esta manera, se relacionan los fenómenos entre sí y se evidencia que son simultáneamente genéricos y específicos, ni puramente cíclicos ni meramente analógicos (González, 2004). La construcción del modelo no es más que llevar a cabo una representación de la estructura y función del sistema estudiado (Epstein, 2008).

Para aceptar la propuesta de modelo, este debe cumplir los siguientes requisitos básicos (Izquierdo et al., 2008):

- a) Capturar la realidad estudiada, en esencia, facilitando el desarrollo del proceso de inferencia que no podría poderse aplicar si no existiese el modelo.
- b) Proporcionar conocimientos (resultados) que puedan extrapolarse a diversas situaciones.

3.1.2. Clases de modelos

Existen tres clases de modelos principales que han sido utilizados en el ámbito científico arqueológico en las últimas décadas:

- a) Modelos narrativos o no formales: son discursos ordenados y coherentes de una serie de eventos significativos para la investigadora. La narración se basa en la (re)construcción personal que, todo y formalizarse de forma secuencial, es enfatizada o difuminada por la investigadora. Este tipo de modelos han sido plasmados en la arqueología a través de las teorías postprocesuales, las cuales cuestionan principalmente el estatuto científico de la disciplina, una de las pretensiones epistemológicas de la *New Archaeology* así como el compromiso socio-político de la práctica arqueológica. Presentan la arqueología no como una ciencia sino como narrativa y la cultura material como un “texto” que es interpretado y presentado en los escritos arqueológicos (monografías, informes, artículos de divulgación...), según la perspectiva teórica del arqueólogo como sujeto condicionado por su presente (Lull y Micó, 2001).
- b) Modelos matemáticos, cuantitativos o analíticos: son experimentos encaminados a la comprensión de las relaciones causales que impulsan importantes fenómenos naturales o culturales. Se caracterizan por la utilización de la formulación matemática para su elaboración. Algunas autoras defienden la aplicación de estos modelos en las ciencias sociales debido a que la utilización de ecuaciones implica la recolección de pruebas y la formalización del lenguaje bajo unos parámetros estándares. Estos modelos no son muy utilizados ya que este lenguaje es muy difícil de entender, incluso por aquellos que han sido “entrenados” en las habilidades matemáticas (Boyd y Richerson, 1985).
- c) Modelos computacionales: Estos modelos se construyen mediante métodos computacionales. El software utilizado en su elaboración pretende representar algún aspecto concreto del mundo (García-Valdecasas, 2011, p. 93). Dentro de estos destacamos tres modelos diferentes:
 - Modelos Basados en Agentes: modelos donde los individuos o agentes son entendidos como entidades únicas y autónomas que difieren de otras entidades en el espacio y tiempo y usualmente interactúan con otras entidades o con el ambiente de manera local (Railsback y Grimm, 2012, pp. 4 y 10). Algunas autoras defienden que es la metodología natural para capturar la propiedad emergente (Bonabeau, 2002).
 - Modelos dinámicos o *top-down*: explican y predicen el comportamiento evolutivo que exhibe el sistema a nivel macroscópico (Strogatz, 1994, p. 2; Mitchell, 2009, p. 15). Son muy útiles para comprender la estructuración social y analizar los procesos sociales desde una perspectiva no-lineal (McGlade, y van der Leeuw, 1997, p. 19). La modelización dinámica puede ser descrita a partir de leyes físicas en lugar del procesamiento de la información, por lo que su lenguaje natural es una formulación matemática basada en ecuaciones diferenciales (Parunak et al., 1998; Quesada y Hassan, 2012.).
 - Modelos de red: aunque serán abordados con más detalles en el apartado siguiente (véase apartado 3.2.1), estos se pueden definir como la representación y especificación de un fenómeno abstraído en una o varias redes. En ellos, quedan recogidos todos los procesos por los que las investigadoras pasan, explícita o

implícitamente. En arqueología, estos modelos tratan de representar datos mediante la abstracción de los fenómenos del pasado.

En conclusión, la utilización de modelos formales, analíticos o computacionales en arqueología nos permite obtener un grado de abstracción, rigurosidad y detalle suficiente para obtener datos que pueden ser interpretados bajo una óptica teoría concreta para explicar fenómenos y comportamientos del pasado. En frente de estos, los modelos no formales (narrativos) heredan del subjetivismo postmoderno visones de los pasados individuales y subjetivas y, por lo tanto, a nuestro parecer, deben ser desechados.

3.2. LA CIENCIA DE REDES

El uso de modelos de red dentro de la investigación arqueológica debe entenderse como un método de estudio para examinar los fenómenos pasados, cómo estos se resumen en conceptos y cómo, a su vez, pueden representarse en datos de red. Para ello, la encargada de llevar a cabo este proceso, tal y como sugiere Collar et al. (2015), es la Ciencia de Redes, entendida como el estudio de la recopilación, gestión, análisis, interpretación y presentación de datos relacionales (Brandes et al., 2013). Esta Ciencia se basa en teorías y métodos que incluyen mecánica estadística de la física, visualización de la información y teoría de computación de las ciencias de la computación y matemáticas, estadística inferencial de la estadística y estructura social de la sociología.

El Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos define la Ciencia de Redes como "el estudio de las representaciones como red de fenómenos físicos, biológicos y sociales que conducen a modelos predictivos de estos fenómenos" (Committee on Network Science for Future Army Applications, 2006).

3.2.1. Modelo de red

Amparados por la Ciencia de Redes, los modelos de red son los encargados de abstraer, mediante conceptos obtenidos de dicha Ciencia, fenómenos para representar los datos en una red. En consecuencia, aplicados a la arqueología no son más que la representación y especificación de como fenómenos pasados se abstraen en una o varias redes. De esta forma, el estudio del pasado se formaliza dando lugar a un proceso de deducción lógica que permite la obtención de datos del pasado de forma rigurosa.

El proceso de modelado en red se divide pues en tres pasos (Figura 13):

1. Los fenómenos del pasado son abstraídos mediante su objetivación. Este proceso de "objetivación" del pasado toma de la realidad material unos objetos que, mediante su definición y concreción teórica, adquieren un rango de objetos de estudio, pudiendo dar explicaciones a los fenómenos del pasado. Se elaboran pues las premisas e hipótesis de análisis.
2. Los fenómenos, ahora convertidos en objetos de estudio, son conceptualizados en datos de red, es decir, en nodos que pueden ser relacionados con aristas o enlaces. Según Brandes et al. (2013) dicho enlace es el que puede afectar a cualquier otro enlace de la red. En otras palabras, los objetos se analizan en términos de su inserción dentro de conjuntos de relaciones y, por lo tanto, nunca son autónomos, sino que siempre dependen del comportamiento de todas las demás entidades y sus conexiones (Borgatti et al., 2009; Marin y Wellman, 2011).

Así pues, son las relaciones entre las entidades las que constituyen una red y las que modifican su estructura. Es por ello que los supuestos teóricos mediante los cuales se lleva a cabo la abstracción serán la base fundamental que sustenta la representación de red.

- Las relaciones entre objetos son representadas mediante redes que pueden ser analizadas, medidas y comparadas.

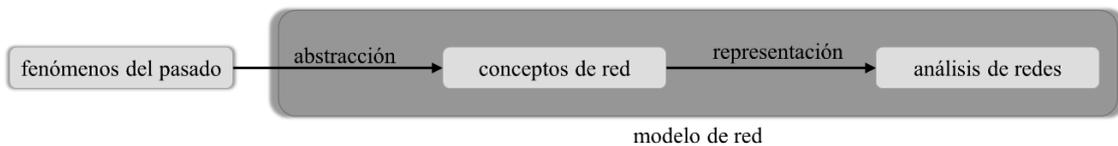


Figura 13. Esquema del proceso de modelado de un modelo de red. Modificado de Brandes et al. (2013).

3.2.2. ¿Qué es una red?

Si se considera que modelar mediante modelos de red es la forma en la que la Ciencia de Redes se formaliza, cabe analizar en profundidad cuál es el significado de su concepto más elemental: la red.

Una red es un conjunto de objetos (nodos) que se encuentran conectados entre ellos mediante enlaces (aristas) (Easley y Kleinberg, 2011) y que se encarga de plasmar entidades en interacción que, colectivamente, forman una estructura compleja (Brughmans, 2013) (Figura 14). Esta definición es muy flexible ya que, según el objeto de estudio y los supuestos teóricos, se pueden usar muchas formas diferentes de relaciones o conexiones para vincular entidades o sujetos sociales.

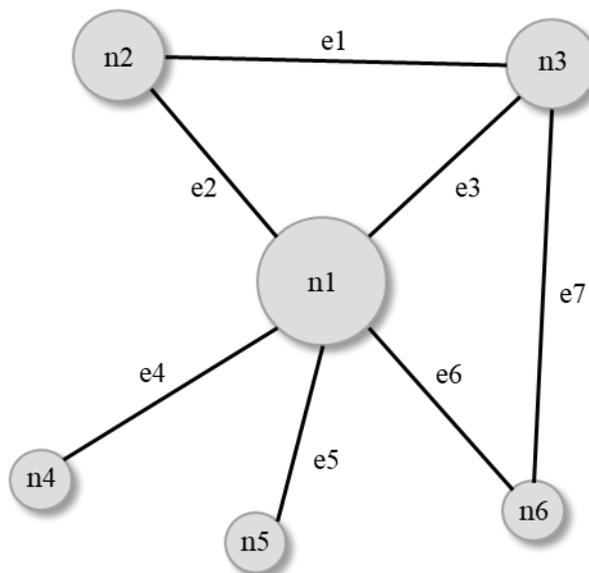


Figura 14. Ejemplo de red de 6 nodos (n) y 7 enlaces o aristas (e).

Según Knappett (2011), las relaciones entre las entidades tienen un factor inherentemente espacial. Con la flexibilidad de ser tanto sociales como físicas, son un método sólido para articular escalas y pueden incorporar tanto personas como objetos así como una dimensión temporal. Brughmans (2010) las define como un medio para detectar e interpretar patrones de relaciones entre sujetos de interés de investigación.

Autoras como Kadushin (2013) definen que una red es un conjunto de relaciones compuestas por una serie de objetos (en términos matemáticos, nodos) plasmados en un mapa donde se describen las relaciones entre ellos. De la misma manera, Faust (2002) sostiene que una red social consiste básicamente en una población de actores o entidades en las que por lo menos hay una relación conmensurable para cada par de actores.

Tal y como se expondrá a continuación, aunque la visualización de estos puntos y líneas no es imprescindible, es un componente crucial de muchos métodos de redes formales, ya que facilita una comprensión intuitiva de los conceptos de redes (de Nooy et al., 2005; Freeman, 2005). Para identificar, examinar y visualizar estos patrones de relaciones, los modelos de red se fundamentan en una rama de las matemáticas llamada Teoría de Grafos (Barnes y Harary, 1983; Harary, 1969; Harary y Norman, 1953).

3.2.3. La Teoría de Grafos

La Teoría de Grafos es una rama de las matemáticas y de las ciencias de la computación que estudia las propiedades de los grafos. Formalmente, un grafo $G = (V, E)$ es una pareja ordenada en la que V es un conjunto no vacío de vértices y E es un conjunto de aristas. Donde E consta de pares no ordenados de vértices, tales como $\{x, y\} \in E$, donde x e y son adyacentes; y en el grafo se representan por una línea no orientada que una dichos vértices (Godsil y Royle, 2001).

La Teoría de Grafos proporciona un sistema descriptivo y matemático que, aplicado al análisis social, según Harary et al. (1965):

- a) Proporciona un vocabulario de conceptos que pueden usarse para describir las propiedades de la estructura social.
- b) Nos da un conjunto de operaciones matemáticas para cuantificar y medir estas propiedades
- c) Nos permite probar teoremas sobre la estructura social representados como gráficos (Wasserman y Faust, 1994).

De esta forma, si bien el grafo es el encargado de representar la estructura de las relaciones de una red, una red consta de un grafo e información adicional sobre los vértices o las líneas del mismo (de Nooy et al., 2005, p. 7; Wasserman y Faust, 1994, p. 93) que también deben ser tenidas en cuenta.

3.2.4. Breve historiografía de la Ciencia de Redes en las ciencias sociales

Para entender la importancia y las posibilidades analíticas de la Ciencia de Redes en la arqueología, debemos estudiar la historia de su desarrollo. En ella radican dos tradiciones de redes altamente interconectadas, aunque no fue así desde el inicio: el Análisis de Redes Sociales (ARS) y la Física Social o Redes Complejas. En ambos, la Teoría de Grafos es considerada uno

de sus principales fundamentos matemáticos (Barnes y Harary, 1983; Wasserman y Faust, 1994, p. 15) y computacionales (Newman y Bárbasi, 2010).

Así pues, el que es considerado el primer indicio de red es el propuesto el año 1736 por el matemático V. Euler el cual resolvió el problema de los siete puentes de Königsberg, dando una primera noción de grafo. Posteriormente, no sería hasta un siglo después cuando, en 1847, G. Kirchhoff aplicó los conceptos de Euler para el análisis de redes eléctricas, considerándose esta la primera aplicación de la Teoría de Grafos a un problema de ingeniería. En 1852, F. Guthrie planteó el problema de los cuatro colores, problema que no fue resuelto hasta un siglo después y que puede ser considerado como el nacimiento de la Teoría de Grafos. Al tratar de resolverlo, los matemáticos K. Appel y W. Haken definieron términos y conceptos teóricos fundamentales de los grafos (Appel y Haken, 1989).

En 1857, A. Cayley estudió y resolvió el problema de enumeración de los isómeros mediante un grafo árbol donde los vértices representan átomos y las aristas la existencia de enlaces químicos. Posteriormente, Macfarlane (1883) realizó un análisis de las relaciones de consanguinidad y afinidad de los matrimonios británicos, aplicando este método para el análisis social.

No fue hasta la década del 1930 cuando se desarrolló el Análisis de Redes Sociales como una importante perspectiva de investigación en las ciencias sociales y del comportamiento a partir de su precursora, la sociometría, que implicaba la medición de las relaciones interpersonales en pequeños grupos. Esta fue fundada por J. Moreno después de su invención del sociograma a principios de la década de 1930 (Moreno, 1934, 1946, 1960; Moreno y Jennings, 1938).

Posteriormente, de la mano del estructuralismo-funcionalismo antropológico desarrollado en la escuela de Harvard durante las décadas de 1930 y 1940, autores como L.I. Warner y E. Mayo se centraron en el estudio de la estructura de grupos pequeños y subgrupos utilizando los sociogramas (Freeman, 2004). La Teoría de Grafos, la teoría estadística y de probabilidad, y los modelos algebraicos encontrarían un lugar temprano en los métodos de redes sociales convencionales (Wasserman y Faust, 1994, pp. 10-17). Es ejemplo de estos avances el trabajo de Lundberg y Steele (1938), focalizado en medir patrones de atracción social en un pueblo; o la propuesta de Roethlisberger y Dickson (1939), centrada en el estudio de la organización de la gerencia y trabajadores de una fábrica; el método elaborado por Northway (1940) que representaba la relación social obtenida mediante pruebas sociométricas; o, por otro lado, el estudio de Sampson (1962) sobre el periodo de cambio e influencias en un noviciado.

Aun así, el potencial para el Análisis de Redes Sociales no fue claramente reconocido hasta el modelo de red de Irwin-Williams (1977) para el análisis del comercio prehistórico. Los siete enfoques de redes que componían su modelo trataron de superar la mera descripción para tratar de caracterizar los intercambios prehistóricos de forma cualitativa y sirvieron como base de desarrollo de todos los trabajos posteriores:

1. Existen tres “puntos de vista” para las redes de intercambio: global (toda la red), zonal (parte de una red, definida en términos geográficos, culturales u otros) y anclado (una llamada red de ego centrada en un punto y sus vecinos directos).
2. Las redes se pueden visualizar como diagramas y matrices de nodo-enlace.

3. Se introduce la medida de densidad de la red (adoptado de Haggett y Chorley (1969) y de Mitchell (1969).
4. Se introduce una red de "estrella de primer orden" como el ego y sus vecinos directos, y se introduce una "zona de primer orden" como las relaciones entre todos los miembros de la "estrella de primer orden" (adoptado de Barnes, 1972).
5. Se introducen enlaces *uniplex* y *multiplex* como relaciones a través del cual pueden circular una o más clases de bienes (adaptado de Kapferer, 1969).
6. Se diferencian zonas con máxima vinculación interna limitada por zonas de relativa baja densidad y pocas relaciones múltiplex (adoptado de Kapferer, 1969);
7. Se define una red efectiva como aquella caracterizada por grandes canales, enlaces múltiplex y una densidad relativamente grande, mientras que las relaciones dentro de una red extendida son más atenuadas y probablemente más especializadas (adoptado de Epstein, 1969).

Poco después, a partir de la sociometría y de la psicología de grupos pequeños desarrollada en los años 1950, surgió la psicología social (Wasserman y Faust, 1994) de forma paralela a la publicación de Barnes (1954) a partir del cual se comenzó a utilizar sistemáticamente el término red social. En 1963 y 1969, a las nociones de Moreno y a los grafos se sumó la notación algebraica (Boyd, 1969; White, 1963) para el estudio de relaciones múltiples y compuestas en redes sociales unimodales. Tanto en la psicología social como en la antropología social y la sociología, el desarrollo organizacional, entre otros campos, experimentaron un creciente desarrollo hacia finales de los años 1980, utilizando formalmente datos relacionales para sus análisis (Wasserman y Faust, 1994).

Debido a la gran cantidad de datos con los que la arqueología necesita procesar, la adopción generalizada de estos métodos no se aplicó hasta que la potencia informática estuvo disponible de forma más general. Aun así, tal y como señala Brughmans (2010), este hecho no explica por qué los conceptos de red introducidos por Irwin-Williams no se abrieron paso como enfoques más cualitativos o de pequeña escala en el pensamiento arqueológico. Knappett (2011, pp. 17-18) sugiere que una de las razones de la renuncia de la *New Archaeology* a adoptar redes podría ser que la conectividad generalmente se concebía como interacciones entre los yacimientos de diversas áreas geográficas.

La nueva fuerza de computación dio lugar al desarrollo de nuevas técnicas analíticas como las medidas de centralidad (véase apartado 3.2.5.3.2), las redes de afiliación (véase apartado 3.2.5.2) o las redes egocéntricas. Paralelamente, la física social entró en escena mediante la *New Archaeology*, incorporando muchos de los conceptos que subyacen en la Teoría de la Complejidad y que son aplicados por los físicos en su trabajo relacionado con las redes (Newman, 2010).

El pensamiento de redes en la ciencia de la complejidad está en parte en deuda con ARS, ya que comparten una perspectiva de investigación y algunas de las técnicas utilizadas para analizar redes complejas fueron desarrolladas originalmente por analistas de redes sociales (Brughmans, 2013). Aunque las analistas de redes sociales reconocen la importancia de cambiar dinámicamente las redes a través de la adaptación y han desarrollado algunos métodos para enfrentar este problema (Snijders, 2005), la mayoría de las aplicaciones ARS todavía se enfocan en las propiedades estructurales de las redes estáticas (Brughmans, 2013).

Debido al amplio espectro de aplicación de la Ciencia de Redes en campos como la economía (Schweitzer et al., 2009), biología (Bascompte, 2009), neurociencia (Sporns, 2002), ciencia de computación (Adamic y Huberman, 2000) o sociología (Scott y Carrington, 2011), entre otras, el número de estudios sobre las redes sociales de la población pasada ha aumentado considerablemente en los últimos años (Peeples, 2019). Este hecho es visible en la publicación de libros y volúmenes especializados o revistas especiales (Knappett y Rivers, 2013; Evans y Felder, 2016; Brughmans y Peeples, 2023; Donnellan, 2020; Collar et al., 2015). El potencial de este enfoque metodológico queda ilustrado por la amplia gama de estudios de casos, temas y preguntas de investigación a los que se ha aplicado recientemente el análisis de redes como la detección de comunidades (Mazzucato, 2019), la emergencia de desigualdades (Thompson et al., 2021), la estructura de objetos Clovis (Buchanan et al., 2019), los ratios de adopción y difusión de la innovación (Kandler y Caccioli, 2016), las interacciones sociales a través de la cultura material (Bernabeu et al., 2017; Cucart-Mora et al., 2021; Jiménez-Puerto, 2022b), las prácticas funerarias (Monforte-Barberán, Cuevas, et al., en prensa; Sosna et al., 2013), etc.

3.2.5. Análisis Redes Sociales

Si bien ha sido introducido el Análisis de Redes Sociales (ARS) como la aplicación de los modelos de red para entidades sociales, en el siguiente apartado trataremos de definir y especificar sus características principales.

3.2.5.1. Definición y características del ARS

El Análisis de Redes Sociales (ARS) busca modelar relaciones entre entidades de un sistema para poder analizar la estructura de red social restante. Combina la visualización de los datos mediante los supuestos de la Teoría de Grafos y el análisis estadístico inferencial y probabilístico para obtener resultados de la estructura de la red. Resumidamente, los principios compartidos en cualquier ARS son, según Wasserman y Faust (1994, p. 4), los siguientes:

- a) Los actores y sus acciones son vistos como unidades autónomas interdependientes más que independientes.
- b) Los lazos relacionales (vínculos) entre actores son canales para la transferencia o “flujos” de recursos (ya sean materiales o no materiales).
- c) Los modelos de red que se centran en los individuos ven el entorno estructural de la red como proveedor de oportunidades o limitaciones para la acción individual.
- d) Los modelos de redes conceptualizan la estructura (social, económica o política), como pautas de relaciones duraderas o permanentes entre actores.

La clave para postular un modelo de red social a partir de una situación real se basa en la conceptualización relacional de una situación social (Faust, 2002, p. 2), es decir, en establecer qué tipo de lazos existen entre las entidades sociales a estudiar.

De acuerdo con Kadushin (2013), existen dos principios fundamentales de las redes sociales: la *propinquidad*, la cual consiste en el hecho de estar al mismo tiempo en el mismo lugar, y la *homofilia*, la cual implica el supuesto que cuando las entidades son más similares tienen a estar más relacionadas (Verbrugge, 1977).

Si bien actualmente estos dos supuestos son los principales para el ARS, debemos considerar la propuesta de Burt (1987) que considera que mediante la identificación de los siguientes fenómenos se pueden determinar estructuras sociales:

- a) Equivalencia o *homofilia*: los nodos semejantes tienen patrones de relación parecidos.
- b) Prominencia: los nodos más “importantes” se dan debido a la cantidad y calidad de sus relaciones.
- c) Rango de dependencia: la comunicación entre tipos de nodos sucede mediante relaciones débiles.
- d) Competición: desde una perspectiva dinámica, los espacios vacíos en la estructura social representan oportunidades de ascenso social y toma de ventaja en la competencia entre nodos.
- e) Cohesión: nodos similares están enlazados juntos mediante relaciones sociales de interacción por lo que pueden compartir mayor cantidad de características.

Bajo estos supuestos, el ARS ha tratado de reconstruir relaciones entre entidades en diversos niveles de análisis que, organizados de menor a mayor serían según Faust (2002):

1. Los actores individuales (ego) pueden estudiarse a medida que se involucran en relaciones interpersonales o tomando en cuenta los patrones de enlaces que los unen unos con otros.
2. La interacción entre dos actores (díadas) puede ser simétrica o asimétrica, directa o indirecta.
3. Las tríadas de actores presentan la transitividad como una de sus propiedades más importantes. Esta expresa una simple propiedad intuitiva con “el amigo de mi amigo es mi amigo” y también es útil para estudiar la presencia de relaciones jerárquicas en la red.
4. Los subconjuntos de actores presentan propiedades de colección de enlaces tales como frecuencia, intensidad o cercanía de sus miembros.
5. La agregación es la red total o completa. Las propiedades de una gráfica pueden ser la densidad de enlaces, la longitud de caminos (*Path-length*) y las medidas de centralidad.

El tipo y la escala de las interacciones sociales que exhibe una sociedad tienen una profunda influencia en la evolución de la complejidad social (Bernabeu et al., 2017; Collar et al., 2015; Coward y Gamble, 2008). El Análisis de Redes Sociales también proporciona la investigadora las herramientas necesarias para analizar y caracterizar interacciones sociales complejas (Mills, Clark, et al., 2013), tal y como se expondrá a continuación.

Existen un grupo de conceptos que resultan fundamentales para analizar redes sociales:

- a) Actor o nodo: de acuerdo con Wasserman y Faust (1994), los actores son las unidades sociales discretas individuales, corporativas o colectivas, cuyos vínculos permiten comprender sus pautas de relación así como la estructura de la red a la que pertenecen.
- b) Camino: entre nodos, es la sucesión de nodos no repetidos y conectados por aristas.
- c) Clic: subconjunto de nodos donde un par de nodos están conectados por un enlace.
- d) Conector principal o *Hub*: nodo de los más conectados o elemento de una red que recibe una cantidad de conexiones sustancialmente mayor a los elementos normales (grado mucho más alto que los demás nodos).
- e) Díada: pares de nodos y sus relaciones asociativas (Wasserman y Faust, 1994).
- f) Direccionalidad: atributo de los arcos que indica asimetría en la relación existente entre dos nodos.
- g) Enlace o arista: los nodos se vinculan entre sí a través de enlaces.
- h) Grupo: colección de todos los nodos cuyas relaciones deben medirse. Un grupo constituye un conjunto finito de nodos que, por razones empíricas, teóricas o conceptuales, son tratados como un conjunto finito de individuos sobre los que se hacen mediciones reticulares (Wasserman y Faust, 1994).
- i) Homogeneidad: característica de un grafo. Se da cuando todos sus elementos tienden a estar conectados con un número muy similar de conexiones.
- j) Peso: atributo de los arcos que indica un valor asociado a la relación existente entre dos nodos. Suele ser un número real.
- k) Subgrupo: cualquier subconjunto de nodos y de relaciones entre ellos. La localización y el subgrupo de actores utilizando criterios específicos constituye un objeto de estudio muy importante en el Análisis de Redes Sociales (Wasserman y Faust, 1994).
- l) Tríada: subconjunto de tres nodos con sus respectivas relaciones. Muchos métodos importantes del Análisis de Redes Sociales se basan en la triada.
- m) Integración: la integración es un indicador de cómo un individuo o grupo social en particular interactuará socialmente al elegir conectarse en red con muchos otros individuos o solo con unos pocos (Borck et al., 2015).

3.2.5.2. Tipologías de red

A nuestro entender en el ARS existen dos grandes tipologías de red que dependen de la similitud de sus nodos: las redes unimodales y las redes bimodales o de afiliación. Los resultados del análisis de ambas pueden ser comunes, dando lugar a diversos tipos de redes:

- a) Red egocéntrica: es una red que consiste en un nodo llamado ego, los nodos a los que está directamente conectado y los enlaces entre sus nodos. Un enfoque centrado en el ego se enfoca en la posición de un nodo y sus oportunidades para relacionarse con otros nodos (de Nooy et al., 2005). La red del ego es una representación de la idea de que los individuos solo tienen conocimiento local de las redes sociales de las que forman parte (Kleinberg, 2000; Watts et al., 2002). Puede verse como atributos de los individuos, que representan uno de los muchos reflejos de los contextos sociales en los que están incrustados (Granovetter, 2022; Knox et al., 2006, p. 118).

- b) Red descentralizada: grafo en el que no existe un único nodo central sino un centro colectivo de conectores. La caída de uno de los nodos centralizadores conlleva la desconexión de uno o más nodos del conjunto de la red, mientras que la caída del cúmulo de nodos centrales produciría la ruptura de la red.
- c) Red distribuida: grafos en los que todos los nodos se conectan entre sí sin pasar por un centro local. Estos tipos de red son sólidos frente a ataques, pero no filtran la información.
- d) Red jerarquizada o centralizada: grafo en el que todos los nodos menos uno son periféricos y sólo pueden comunicarse a través del nodo central. La caída del nodo central priva de flujo a los demás.
- e) Red ponderada: es una red que contiene un grupo de nodos y otro de enlaces con peso asociado.
- f) Red regular: que tienen que ver con el orden debido a algún tipo de restricción geométrica natural, que exige recorrer la geografía de la red para llegar de un punto a otro. O lo que es lo mismo, la distancia que se debe recorrer es comparable al tamaño total de la red.
- g) Red dirigida y no dirigida: la dirección de la red dependerá de si los nodos tienen una relación unidireccional (de un sentido a otro), y por lo tanto dirigidos, o si por el contrario la relación se da de igual manera de una a otro, es decir, no tienen dirección.

3.2.5.2.1. Red unimodal

Una red unimodal se define como aquellas en las que tan solo se tienen en cuenta un único conjunto de actores, es decir, donde todos los nodos son similares (p. ej. individuos, yacimientos, etc.). Estas redes son las más frecuentes (Figura 15).

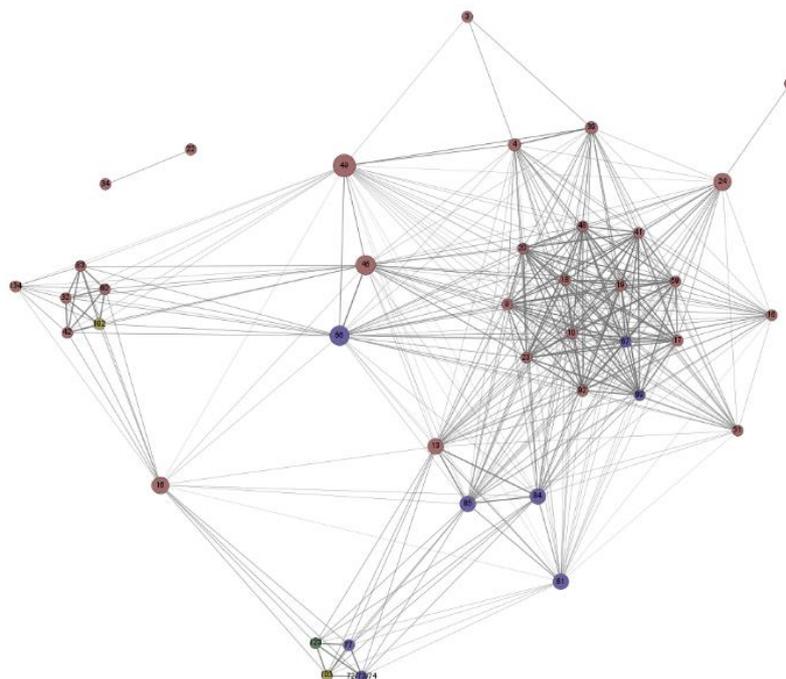


Figura 15. Ejemplo de red unimodal donde los nodos son sepulturas y los enlaces es el grado de similitud que hay entre ambas. Los colores de los nodos indican la tipología de tumba y los números hacen referencia a la tumba. El algoritmo de visualización utilizada es ForceAtlas2. En Monforte-Barberán, Cuevas, et al. (en prensa).

3.2.5.2.2. Red bimodal o red de afiliación

Las redes bimodales o de afiliación son aquellas redes formadas por dos tipos diferentes de nodos y por relaciones que unen directamente solo los diferentes tipos de nodos (Borgatti y Everett, 1997; Prell, 2012; Borgatti et al., 2013). Según Everett y Borgatti (2005), en los datos bimodales hay dos tipos de entidades: los actores y eventos relacionados de forma binaria (Figura 16).

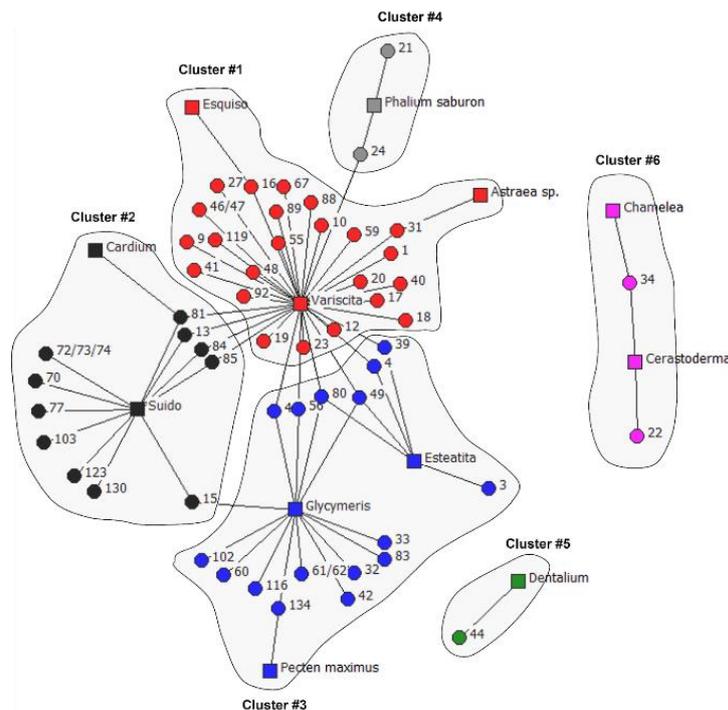


Figura 16. Ejemplo de red bimodal o de afiliación donde los círculos son sepulturas y los cuadrados clases de adorno que aparecen en ellas. En Monforte-Barberán, Cuevas, et al. (en prensa).

Si bien las redes de afiliación se visualizan tradicionalmente como redes de dos modos, el uso de este tipo de redes no se limita a las afiliaciones, ya que los modos podrían representar dos conjuntos de actores (Wasserman y Faust, 1994, pp. 39-40) o, de hecho, cualquier tipo de datos (p. ej., Brughmans, 2012). Para ello, se ha desarrollado un conjunto creciente de métricas para analizar las redes de afiliación de dos modos (Everett y Borgatti, 2005; Faust, 2005).

En la mayoría de los ejemplos arqueológicos en los que se han utilizado esta tipología de red (p. ej. Coward, 2013; Golitko et al., 2012; Mizoguchi, 2013; Mills, Clark, et al., 2013, 2015) los datos de afiliación se proyectan en una sola red unimodal centrada en sitios/contextos sobre la cual se llevan a cabo análisis formales. Por otro lado, otras aproximaciones arqueológicas han realizado análisis directos de datos bimodales (p. ej. Ladefoged et al., 2019).

Con ello, la consideración de redes materiales como redes de afiliación también abre la posibilidad de muchos métodos adicionales que hasta ahora han sido raros en la investigación de redes arqueológicas (Brughmans y Peeples, 2023).

3.2.5.3. Medidas de la red

Para medir las propiedades de la red se utilizan, tradicionalmente, dos niveles de análisis: el nivel de red (también conocido como “medidas globales”) o a nivel de nodos (también conocido como "medidas de centralidad"). Si el interés recae en la posición de los nodos dentro de la red, se medirá a nivel de nodo; si se busca comprender la estructura del sistema como un todo, se utilizarán las medidas a nivel de red. El ARS, normalmente, combina ambos.

3.2.5.3.1. Medidas globales

Siguiendo las definiciones recogidas por Collar et al. (2015), las medidas globales más utilizadas son las siguientes:

- a) Coeficiente de agregación o *clustering coefficient*: se define como el número de tríadas cerradas sobre el número total de tríadas de una red. El coeficiente de agrupamiento representa la probabilidad promedio de que dos nodos conectados a un tercer nodo estén conectados, y se usa comúnmente para este propósito desde la publicación del modelo de red de "mundo pequeño" (Watts y Strogatz, 1998). Esta medida está estrechamente relacionada con el concepto de transitividad.
- b) Densidad: definida como la fracción del número de aristas que están presentes en la cantidad máxima posible de aristas en la red.
- c) Diámetro: es la máxima distancia entre dos nodos cualesquiera de la red.
- d) Distancia o *path-length*: número de aristas en un camino. Se engloba la distancia geodésica, entendida como la ruta entre un par de nodos con la longitud de ruta más corta. A veces se denomina *shortest path-length*.
- e) Grado: número de aristas incidentes en un nodo. El grado medio de una red es la suma de los grados de todos los nodos de la red dividida por el número de nodos. En una red dirigida, el grado de entrada de un nodo se refiere al número de bordes incidentes entrantes de un nodo. En una red dirigida, el grado de salida de un nodo se refiere al número de bordes incidentes salientes de un nodo.

Se ha considerado oportuno añadir a este conjunto de medidas la encargada de detectar y caracterizar comunidades en la estructura de redes (Flake et al., 2002; Newman y Girvan, 2004). Así pues, siguiendo a Newman (2006):

- f) Modularidad: medida de detección de comunidades o grupos de nodos dentro de una red, es decir, la apariencia de grupos de nodos densamente conectados con conexiones más escasas con los otros grupos.

Sobre esta medida se aplica la medida diseñada por Jiménez-Puerto (2022b) la cual trata de cuantificar la facilidad con la que fluye la información y por tanto la homogeneidad cultural partiendo de la premisa que la presencia de fases en las que exista mucha fragmentación en grupos, debería ser *a priori* indicativa de potenciales periodos de fragmentación. Esta media se define como:

- g) Ratio de homogeneidad o *Homogeneity ratio*: permite cuantificar la homogeneidad cultural

Finalmente, el Ratio de Reemplazo de Nodos (*Node Turnover*) o NTR definido por Bernabeu et al. (2017) y codificado por Jiménez-Puerto (2021) ha sido utilizado para medir, en análisis diacrónicos, la cantidad de nodos que aparecen o desaparecen de una ventana de la red a la siguiente:

- h) NTR: permite saber si el sistema reduce o amplía su tamaño o si los actores han sido reemplazados parcial o totalmente. La desaparición de nodos clave en la red puede causar una disrupción en la forma en que se transmite la información, por lo que esta métrica es muy útil a la hora de caracterizar su evolución.

3.2.5.3.2. Medidas de centralidad

La amplia variedad de medidas específicas se remonta al menos a la década de 1950 con el trabajo de Katz (1953). Freeman (1979) impuso orden en parte de este trabajo en un artículo seminal que clasificaba las medidas de centralidad en tres categorías básicas: grado, cercanía e intermediación. En él presentaba medidas canónicas para cada categoría. Como resultado, estas tres medidas han llegado a dominar el uso empírico, junto con la medida basada en vectores propios propuesta por Bonacich (1972).

La formulación matemática de estas medidas puede ser consultada en Everett y Borgatti (2005) para el grado, cercanía, intermediación en redes unimodales y bimodales; Brandes (2001) y Freeman (1977) para la intermediación en redes unimodales; Bonacich (1972) y Newman (2010) para la medida basada en vectores propios.

Las medidas de centralidad son definidas por Collar et al. (2015) como el cálculo de la posición del nodo dentro de la red, representando una clasificación de nodos. Estas son utilizadas para identificar los nodos más importantes, dependiendo de las diferentes definiciones de importancia o prominencia implementadas en la medida de red utilizada. Concretamente:

- a) Distribución de grado: centralidad de un nodo basado en el número de aristas incidentes a este nodo. De acuerdo con la medida de grado de centralidad, un nodo es importante o prominente si tiene bordes con una gran cantidad de otros nodos. Sabidussi (1966) la define como el número de otros vértices dividido por la suma de todas las distancias entre el vértice y todos los demás.
- b) Cercanía o *closeness centrality*: inverso de la suma de las geodésicas de ese nodo a todos los demás nodos dividida por el número de nodos en la red. La centralidad de cercanía de un nodo da una indicación de qué tan cerca está este nodo de todos los demás nodos en la red, representada como el número de pasos en la red que son necesarios en promedio para llegar a otro nodo. Los nodos con un puntaje alto de centralidad de cercanía podrían considerarse importantes o destacados, ya que pueden compartir y obtener recursos en menos pasos que otros nodos. Freeman (1979) revisa las primeras implementaciones cuantitativas de la centralidad de la cercanía.

- c) Centralidad de intermediación o *betweenness centrality*: fracción del número de geodésicas que pasan a través del nodo de estudio sobre el número de geodésicas entre todos los pares de nodos en la red. Los nodos con una alta centralidad de intermediación a menudo se consideran intermediarios importantes para controlar el flujo de recursos entre otros nodos, porque están ubicados en caminos entre muchos otros pares de nodos. Los nodos que son incidentes en el único borde que conecta dos subconjuntos de nodos en la red están en posición de negociar la relación entre estos nodos. Estos nodos tendrán típicamente una centralidad de intermediación alta pero no necesariamente una centralidad de alto grado o cercanía. De Nooy et al. (2005, p. 31) la define como la proporción de todos los caminos más cortos entre pares de nodos que incluyen el nodo de estudio. La centralidad de intermediación fue expresada cuantitativamente por primera vez por Anthonisse (1971) y Freeman (1977).
- d) Centralidad de vector propio o *eigenvector centrality*: se define en términos de la centralidad del vector propio de los nodos incidentes en él. De manera más descriptiva, en lugar de asignar una única puntuación de centralidad a un nodo, la centralidad del vector propio de un nodo se define en términos proporcionales a los nodos que inciden en él. Un nodo con una centralidad de vector propio elevada es un nodo que está conectado a otros nodos con una centralidad de vector propio alta.

3.2.6. Redes complejas o física social

Gran parte de los trabajos arqueológicos sobre sistemas complejos han tenido como objetivo identificar y explicar las propiedades emergentes de autoorganización. Se han desarrollado algunos modelos muy populares para identificar y simular procesos particulares que conducen a la aparición de estas propiedades. Aunque estos modelos no son de ninguna manera las únicas técnicas para comprender las propiedades de los sistemas complejos, han dominado la investigación en redes complejas durante la última década (Brughmans, 2013, p. 642).

3.2.6.1. Definición y características de las redes complejas

El pensamiento en red es una perspectiva popular en la ciencia de la complejidad, ya que obliga a pensar explícitamente sobre cómo se relacionan las cosas y cómo la interacción local entre entidades individuales podría dar lugar a patrones a escala de todo el sistema. Muchas de las ideas que subyacen a este trabajo tienen sus raíces en la Teoría de la Complejidad desarrollada por los físicos. Esta teoría parte de la definición de Sistema Complejo como un sistema en el que grandes redes de componentes sin control central y reglas simples de operación dan lugar a un comportamiento colectivo complejo, procesamiento de información sofisticado y adaptación a través del aprendizaje o la evolución (Mitchell, 2009, p. 13). En esta definición pueden rastrearse algunas de las principales características de los Sistemas Complejos Adaptativos (CAS), tal y como señala Pardo-Gordó (2017):

- a) Emergencia: nuevos comportamientos que con anterioridad no se han observado en el sistema (Waldrop, 1992, p. 291) o, lo que es lo mismo, estados que sólo resultan visibles en el sistema pero que no son observables en sus componentes
- b) Autoorganización: implica que los CAS tienden a autoorganizarse sin imposiciones internas o externas. Junto a la autoorganización cabe decir que los CAS se agregan y disgregan mediante la jerarquía encajada, es decir, los componentes inferiores se agrupan con otros subsistemas y estos en otros superiores.
- c) Sistemas no lineales: las interacciones en el sistema carecen de linealidad, es decir, pequeños cambios pueden producir grandes transformaciones y viceversa.
- d) Sistemas Abiertos: carecen de equilibrio debido a que requieren un flujo de energía para mantener el sistema (Allen y Peter, 1997, p. 42; Cillers, 1998, p. 4).
- e) Adaptabilidad y proceso de la información: característica de responder al entorno y/o a las interacciones con otros componentes del sistema, en definitiva, procesar la información.
- f) Equifinalidad: implica que los sistemas abiertos pueden llegar a presentar idénticos estados partiendo de condiciones iniciales diferentes, del mismo modo que diferentes estados pueden producirse a partir de las mismas causas (Premo, 2010).

Esta perspectiva debe ser incluida en el corpus teórico de la Ciencia de Redes ya que, a diferencia del ARS, la adaptación y evolución de los sistemas a través del aprendizaje o procesos evolutivos es un supuesto clave en la ciencia de la complejidad (Bentley y Maschner, 2003; Mitchell, 2009).

3.2.6.2. Modelos de redes complejas

Debido a que los componentes de los Sistemas Complejos pueden ser representados mediante redes complejas (Barabási, 2005; Lozano et al., 2009), desarrollar un modelo matemático de la red que proporcione una topología con propiedades estadísticas similares a las reales ofrecerá la oportunidad de obtener una plataforma en la que sea posible aplicar diversos métodos matemáticos para analizar comportamientos generales de redes similares. Tres modelos de redes han sido particularmente influyentes para las arqueólogas: el modelo aleatorio, el modelo de pequeño-mundo, el modelo de escala libre.

3.2.6.2.1. Redes aleatorias

El concepto de redes aleatorias fue introducido por primera vez por Erdős y Rényi (1959, 1960). Estas redes emergen conectando un número de nodos tal que cada par de nodos tiene una conexión con probabilidad independiente. Cuando se modela matemáticamente, el proceso de crecimiento de estas redes se aproxima a una distribución de Poisson, alcanzando un valor promedio con una cola que disminuye exponencialmente (Newman et al., 2002), es decir, la red crece cuando todos los nodos pueden agregar enlaces al mismo ritmo.

En las redes aleatorias, existe una conectividad finita y no hay agrupación de nodos. Es por ello por lo que se da una gran distancia en términos de comunicación entre los nodos que están espacialmente separados en la red (Swanek, 2017). Según Bentley y Maschner (2003), estas redes surgen en los sistemas cuando la desigualdad social y económica se divide o comparte equitativamente entre la población. Debido a la alta conectividad en las redes aleatorias, los sistemas sociales que se les asemejan tienden a tener una mayor frecuencia de transferencia de información entre actores.

Suponiendo que tenemos un gran número de nodos ($N \gg 1$) y que con una cierta probabilidad p se conecta cada par de nodos con un enlace, el resultado es un grafo aleatorio ER con N nodos y aproximadamente $pN(N-1)/2$ enlaces (Figura 17).

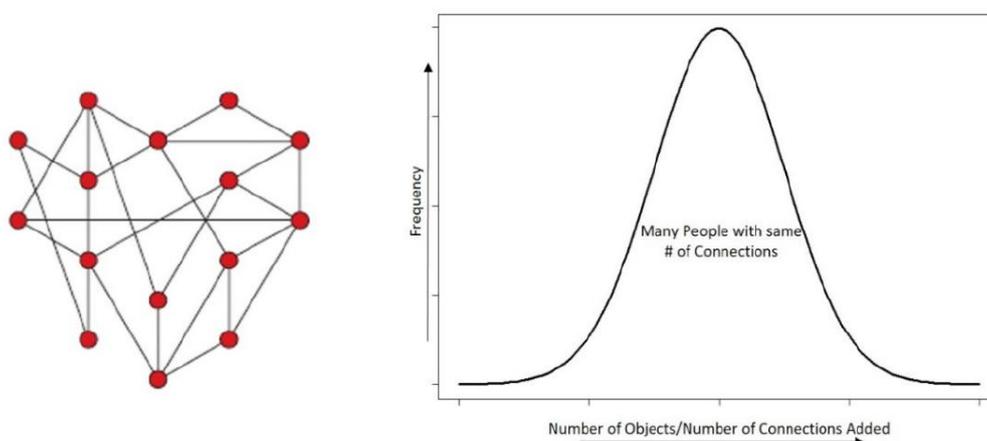


Figura 17. Los nodos en redes aleatorias tienen casi el mismo número de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de bienes funerarios como indicadores de las conexiones sociales, es evidente una distribución de Poisson. Cuando se linealiza a través de una transformación logarítmica, es evidente una distribución normal (Gráfico de red de Barabási y Oltvai, 2004, p. 104).

3.2.6.2.2. Redes de pequeño-mundo

Mediante el experimento de Milgram (1967, 1992) que concluía que en promedio, las personas en los Estados Unidos estaban conectadas, a lo sumo, en seis grados de separación de todos los demás, nació la idea de que las redes sociales son "mundos muy pequeños".

Watts y Strogatz (1998) observaron que muchas redes del mundo real, como la de Milgram (1967, 1992), tenían una estructura diferente y, por lo tanto, funcionaban de manera diferente a las redes aleatorias de Erdős y Rényi (1959, 1960).

Este tipo de estructura ilustra que se necesitan relativamente pocos enlaces entre grupos de nodos para reducir significativamente la longitud de ruta más corta promedio. Se hizo evidente que la presencia de agrupamiento y la capacidad de algunos nodos para hacer conexiones tanto con sus nodos más cercanos como con los de la red habían creado atajos, conectando nodos que de otro modo estarían demasiado separados.

Watts y Strogatz (1998) también observaron que cuando se elimina un enlace de un clúster para hacer un atajo este puede dar lugar a, como máximo, un efecto lineal sobre qué tan agrupada está una red. De esta forma, a nivel local, la transición a una configuración de mundo pequeño puede pasar prácticamente desapercibida.

Los modelos matemáticos de este proceso de crecimiento que aproximan el número de enlaces que tiene cada nodo en la red se asemejan a las distribuciones logarítmicas normales. Estas distribuciones muestran que muchos nodos solo tienen algunos enlaces a sus vecinos más cercanos, mientras que algunos nodos están creando más enlaces que se extienden más pero aún no controlan el flujo de información.

Collar et al. (2015) la define como una red en la que la longitud media del camino más corto es casi tan pequeña como la de una red uniformemente aleatoria con el mismo número de nodos y densidad, mientras que el coeficiente de agrupamiento es mucho mayor que en una red uniformemente aleatoria (Figura 18).

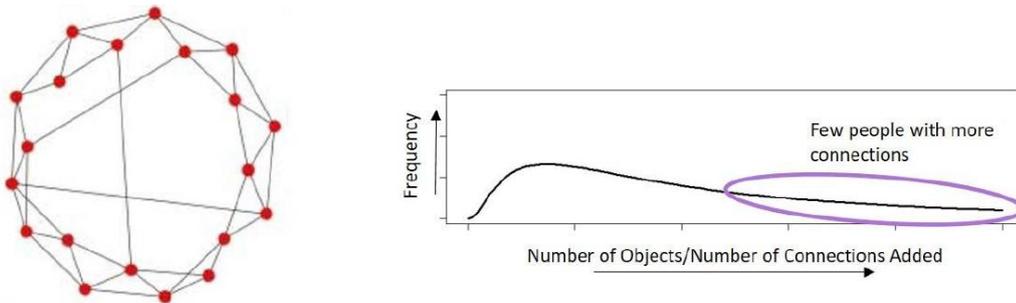


Figura 18. Los nodos en las redes de mundos pequeños tienen un número desigual de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de ajuar funerario como sustitutos de las conexiones sociales, se observa una distribución logarítmica normal (Gráfico de red de Newth, 2006, p. 80).

3.2.6.2.3. Redes libres de escala

Una red es libre de escala cuando la distribución de grados de una red sigue una ley de potencia (*Power-law*) (Collar et al., 2015), es decir, pocos nodos tienen un grado mucho más alto que todos los demás y la gran mayoría de ellos tienen un grado muy bajo (Figura 19). Los nodos con un grado muy alto, a veces denominados *hubs* en la red, reducen significativamente la longitud promedio de la ruta más corta de la red. Este hecho lo observó por primera vez Albert y Barabási (2002, p. 49), los cuales crearon un modelo matemático simple en el que los nodos se agregan continuamente y se unen preferentemente a aquellos nodos que ya están bien conectados, lo que efectivamente da lugar a un efecto de riqueza cada vez más rica (Barabási, 2005, pp. 79-92). Muchas redes del mundo real resultan tener una estructura sin escala.

Esta realización tuvo un impacto significativo en la forma en que se abordan las redes complejas porque no solo implica un cambio dramático en la perspectiva de los gráficos aleatorios sino que también exhibe propiedades específicas como la vulnerabilidad a fallas y ataques que ayudan a entender su funcionamiento (Watts, 2003, p. 109).

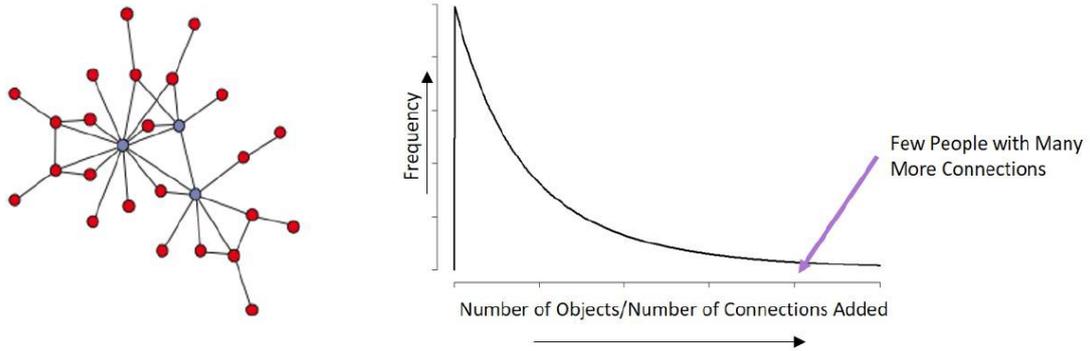


Figura 19. Los nodos en redes libres de escala tienen un número desigual de conexiones. Cuando se grafica la frecuencia del número de conexiones o la cantidad de bienes funerarios como indicadores de las conexiones sociales, se hace evidente una distribución de ley de potencia (Gráfico de red de Barabási y Oltvai, 2004, p. 104).

3.3. LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES

Para llevar a cabo la construcción de un modelo de red deben ser recuperados los tres pasos conceptuales anteriormente mencionados que permiten especificar el proceso de cómo fenómenos pasados se abstraen a una red: (1) abstracción de los fenómenos del pasado mediante su objetivación; (2) conceptualización de los fenómenos en datos de red; (3) y, finalmente, representación de los conceptos de red.

3.3.1. Abstracción de los fenómenos del pasado en datos de red

La materialidad arqueológica puede formalizarse mediante la creación de una base de datos (véase apartado 4.2). Puesto que la información relacional es la característica principal de cualquier modelo de red, las bases de datos arqueológicos deben ser construidas como matrices. Una matriz es un conjunto p -dimensional de números (elementos de la matriz) orquestados en filas (o renglones) y columnas, donde una fila es cada una de las líneas horizontales de la matriz y una columna es cada una de las líneas verticales. A una matriz con m filas y n columnas se le denomina “matriz m por n ” donde $m, n \in \mathbb{N} - \{0\}$. El conjunto de las matrices de tamaño $m \times n$ se representa como $M_{m \times n}(K)$, donde K es el cuerpo al cual pertenecen los elementos de la matriz.

Los elementos de la matriz se pueden asociar a un conjunto de entidades/actores y atributos/eventos. Dependiendo de la organización que toman dentro de la matriz podemos diferenciar dos tipos de matrices (Figura 20):

- Matrices de modo 1 o matriz de adyacencia: las filas y las columnas representan la relación entre actores de modo, donde un 1 en la fila i columna j indica que el actor i está relacionado con el actor j . La ausencia de esta relación se indica mediante NA o 0. Este modelo de datos se puede representar mediante un tipo de red unimodal.
- Matrices de modo 2: pueden representarse mediante una matriz de afiliación bidireccional y bimodal, en la que las filas representan actores y las columnas eventos. Un 1 en la fila i columna j indica que el actor i asistió al evento j (Everett y Borgatti, 2005). Más allá de esta perspectiva cualitativa, la organización de los datos en este tipo de matrices nos permite cuantificar las veces en las que un actor ha participado en un evento o, dicho de otra forma, la cantidad de atributos que tiene cada entidad. Cuando mayor sea dicha cantidad, mayor será la relación entre el actor y el evento, es decir, mayor será el peso del enlace entre ambos. Este modelo de datos se puede representar mediante un tipo de red bimodal o de afiliación o bien puede ser transformado a una matriz de modo 1 para ser representado por una red unimodal.

A. Matriz modo 1	B. Matriz modo 2
1 2 3 4 5	A B C
1 0 1 1 0 0	1 1 0 2
2 1 0 0 1 0	2 0 2 3
3 1 0 0 0 1	3 1 1 2
4 0 1 0 0 1	4 2 0 4
5 0 0 1 1 0	5 1 3 2

Figura 20. A. Ejemplo de matriz de modo 1. B. Ejemplo de matriz de modo 2.

3.3.2. Conceptualización de los datos de red

Una vez los datos arqueológicos han sido formalizados en matrices, mediante la aplicación práctica de los supuestos teóricos con los que se ha llevado a cabo la abstracción, serán la base fundamental que sustenta la representación de red, es decir, definirán que elementos de la tabla deben de relacionarse entre ellos y de qué forma, asociando actores-actores (Modo 1) o actores-eventos (Modo 2). Los desarrollos recientes en los enfoques de modelado permiten probar hipótesis para las intercorrelaciones entre elementos individuales y estructuras generales en redes (Brughmans, 2013; Brughmans y Peeples, 2018; Freeman, 2004; Salvini, 2010). Estas hipótesis vienen diseñadas por el tipo de nodo, enlace y objeto de estudio:

- a) Los nodos pueden representar:
 - Individuos humanos (Moreno, 1960, p. 35; Ruffini, 2008).
 - Objetos o conjuntos de objetos arqueológicos (Brughmans et al., 2012; Buchanan et al., 2019; Caraglio, 2020; Cucart-Mora et al., 2021; Faloutsos et al., 1999; Schich, 2009) donde destacan los análisis de comunidades mediante el estudio de los objetos localizados *intra site* (Mazzucato, 2019; Merrill y Read, 2010) y los análisis intracomunitarios macro (Munson, 2013; Munson y Macri, 2009; Paris, 2014; Scholnick et al., 2013).
 - Yacimientos arqueológicos (Broodbank, 2000; Knappett et al., 2008). Estas aproximaciones suelen ir acompañadas de la aplicación de técnicas GIS (Batty, 2005; Brughmans et al., 2014; Mills, Clark, et al., 2013; Wheatley y Gillings, 2002) posibilitando el estudio de transporte (Isaksen, 2008), difusión de materiales (Sindbæk, 2007) e interacciones regionales (Knappett et al., 2008; Knappett y Rivers, 2013; Mizoguchi, 2009) o similitudes y diferencias de las prácticas funerarias (Sosna et al., 2013).
- b) Las relaciones entre los nodos son muy variadas aunque poseen tres características principales (Faust, 2002, p. 8):
 - Funcionan como medio de flujos diversos entre actores.
 - Sirven como vínculo entre colecciones de actores.
 - Funcionan como indicadores concretos de patrones de relaciones en que los actores están inmersos.

Algunos ejemplos de estos son las relaciones de “amistad” (Carslon, 1965), de *hyperlinks* (Albert et al., 2000), co-autoría (Newman, 2001), caminos (Isaksen, 2007, 2008), co-ocurrencia de objetos en los yacimientos (Brughmans, 2010; Brughmans y Poblome, 2012; Mills, Roberts, et al., 2013) y afiliación (Newman y Park, 2003; Watts et al., 2002).

- c) El objeto de estudio arqueológico también acontece un elemento imprescindible a la hora de conceptualizar la red. Algunos ejemplos son el estudio de la difusión cultural (Östborn y Gerding, 2015), los movimientos de migración y transporte (Mills, 2016; Mills, Clark, et al., 2013; Mills et al., 2015) transformación social (Cegielski, 2020; Cucart-Mora et al., 2021) el intercambio de materiales e ideas (Crabtree, 2015; Gjesfjeld y Phillips, 2013; Östborn y Gerding, 2015), las ratios de adopción y difusión de una innovación (Bernabeu et al., 2017; Kandler y Caccioli, 2016), la emergencia de complejidad (Swantek, 2017) y, más novedosa es la aplicación del aprendizaje automático (*machine learning*) a través de redes bayesianas (Palacios, 2022; Palacios et al. 2023).

La relación entre los nodos es posiblemente uno de los elementos más importantes a la hora de construir las redes. Si bien el trabajo en redes unimodales los actores se relacionen entre ellos directamente mediante enlaces no-pesados (presencia/ausencia en la relación) o pesados (existe una variable cuantitativa que define la calidad del enlace), las relaciones entre los actores de una red bimodal son más complejos.

La transformación de una red bimodal (Modo 2) a una unimodal (Modo 1), suele darse mediante el cálculo de índices de similitudes/disimilitudes. Estos expresan el grado en el que dos actores son similares por los eventos presentes en ellos (Baev y Penev, 1995; Magurran, 1988; Pielou, 1975). Se trata pues de una medida numérica del grado en que dos objetos de datos son similares (Tan et al., 2005). Si bien han sido desarrolladas desde otros ámbitos como en el procesado del lenguaje natural (Manning et al., 2008; Mihalcea et al., 2006; Santini y Jain, 1999), la biología computacional (Heringa, 2001; Song et al., 2008), y el análisis de conglomerados (Balcan et al., 2008; Tan et al., 2005), entre otros, este tipo de medida se ha convertido en una base popular para analizar las redes sociales en arqueología.

Tal y como señala Habiba et al. (2018), la mayoría de estas medidas se basan en justificaciones teóricas para comparaciones distintivas y especializadas que no necesariamente tienen significados contextuales similares. Dos actores pueden ser similares con respecto a cierta medida, pero pueden ser distintos al ser medidos con otro índice de similitud. En consecuencia, la inexistencia de una clara correspondencia con el concepto claro de similitud, la decisión sobre que método utilizar toma una gran importancia.

Para exponer los algoritmos que definen estas medidas, se han seleccionado aquellos coeficientes que serán utilizados a lo largo del presente trabajo. El coeficiente de análisis cualitativo utilizado, entendido como aquel que calcula la similitud/disimilitud en función de la presencia/ausencia de elementos, sin tener en cuenta la cantidad de éstos, es el coeficiente de Jaccard (JA). Este tipo de índice puede ser de mayor utilidad cuando se desconoce la cantidad de cada elemento, cuando las cantidades son similares o simplemente cuando sólo nos interesa su presencia/ausencia.

Por otro lado, para llevar a cabo análisis que tengan en cuenta las proporciones de elementos se ha utilizado el coeficiente de Brainerd-Robinson (BR). A este, cabe añadir el coeficiente de Gini, el cual es una medida de desigualdad.

Concretamente, sean A y B dos actores cualquiera de la muestra, definiremos las diferentes categorías con las que trabajaremos para compararlas:

- a cantidad de elementos exclusivos del actor A
- b cantidad de elementos exclusivos del actor B
- c cantidad de elementos comunes por presencia de los actores A y B

Jaccard (JA)

El coeficiente de similitud de Jaccard se define como sigue (Jaccard, 1912):

$$JA(A, B) = \frac{c}{a + b + c}$$

Se trata de un índice con una expresión muy simple que evalúa la proporción de elementos comunes por presencia con el total de elementos de ambos actores. Su interpretación es fácil y directa motivo por el que se ha utilizado de forma recurrente en la arqueología. Su simplicidad es su mayor ventaja e inconveniente, ya que considera exclusivamente la presencia de elementos y no pondera especialmente ninguna categoría.

Brainerd-Robinson (BR)

El índice de Brainerd-Robinson (Brainerd, 1951; Robinson, 1951) compara la similitud en las proporciones de los valores de los atributos tal que:

$$BR = 2 - \sum_{k=1}^p |P_{ak} - P_{bk}|$$

donde, para todas las categorías k, x es la proporción de k en el primer conjunto (A) e y es la proporción de k en el segundo (B). Restamos la suma de 2 ya que 2 es la máxima diferencia proporcional posible entre dos muestras y dividimos el resultado por 2. Esto proporciona una escala de similitud de 0 a 1, donde 1 es similitud perfecta y 0 indica ninguna similitud.

Esta medida se desarrolla específicamente en arqueología para comparar conjuntos arqueológicos en términos de proporciones de tipos de objetos u otros datos categóricos. Está diseñada específicamente para datos composicionales, es decir, datos que se pueden expresar en términos de porcentajes, y solo toma valores positivos. La modificación implementada por Brughmans y Pepples (2023) establece un rango entre 0 y 1 donde 1 indica un conjunto totalmente idéntico mientras que 0 indica la ausencia total de semejanza.

Gini coeficiente (G)

El coeficiente de Gini es una medida de la desigualdad en la riqueza. Este se calcula como una proporción de las áreas en el diagrama de la curva de Lorenz. Su uso para datos arqueológicos suele responder a la implementación desarrollada en contextos de medición de las desigualdades en salud (Brown, 1994) a partir de dos variables:

$$G = 1 - \sum_{i=0}^{n-1} (Y_{i+1} + Y_i)(X_{i+1} - X_i)$$

La complejidad de este método recae en la determinación de aquellos eventos que son susceptibles de acontecer variables de riqueza. Su implementación, tal y como se desglosará continuación (véase apartado 4.3.5), ha sido desarrollada, en origen, por Buchan (2002).

3.3.3. Representación de los conceptos de red: plataformas de modelado

Los grafos que se utilizan como modelos de red desempeñan tres importantes funciones (Faust, 2002, p. 6):

1. Servir como modelos que representan la red.
2. Mostrar las propiedades estructurales de la red.
3. Aplicar conceptos y teoremas de la teoría de grafos para formalizar sus propiedades.

Así pues, una vez definido qué representan los nodos y sus relaciones, la red puede ser visualizada mediante diferentes plataformas de modelado. En ellas, mediante la aplicación de pruebas estadísticas y medidas de red se podrá obtener toda la información necesaria para entender e interpretar la red.

Las plataformas más utilizadas son:

- a) Gephi: Es software *open-source* de análisis de redes y visualización escrito en Java en la plataforma NetBeans. Permite explorar los datos fácilmente, hacer medidas de centralidad y globales en una interfaz ergonómica y fácil de utilizar.
- b) Visone: es un software para la creación, transformación, exploración, análisis y representación visual de datos de red, desarrollado conjuntamente por la Universidad de Konstanz y el Instituto de Tecnología de Karlsruhe desde 2001.
- c) UCINET: conjunto actualizado de técnicas de análisis con buena documentación de respaldo, excelente para convertir a diferentes formatos de datos de red, pero con escasa interfaz gráfica.
- d) R language: Ofrece gran variedad de oportunidades siempre que sea codificado para ello. Existen bibliotecas de análisis de red excelentes (network, sna, Rnetworks, igraph, ergm, networkDynamic, Rsienna, statnet, tnet).
- e) Pajek: Conjunto actualizado de técnicas de análisis que puede manejar grandes redes, buen manual y documentación de respaldo. Es más complejo que UCINET pero incluye algunas características específicas no incluidas en este (recuentos de triadas; buenos gráficos matriciales; gráficos que separan automáticamente los componentes).

En estas plataformas, tal y como recoge Collar et al. (2015), las visualizaciones de nodos y enlaces también se pueden adaptar para demostrar las propiedades de los individuos y las propiedades de las interconexiones dentro de la red; el ancho y/o el color de los bordes se pueden escalar para proporcionar una guía visual de la fuerza de las redes ponderadas; el

tamaño, la forma y el color de los nodos se pueden ajustar para reflejar una variedad de atributos de los nodos; finalmente, atributos primarios como la naturaleza de la entidad representada por el nodo y atributos secundarios tales como la centralidad o el grado del nodo, e incluso interpretaciones como la naturaleza del sistema de intercambio del que se infiere que forma parte cada nodo, pueden transmitirse visualmente a través de estos.

3.4. MÉTODOS DE MODELADO PARA LA ESTRUCTURA DE LAS REDES

Si bien entre los métodos de modelado de redes, los modelos de gráficos aleatorios exponenciales (en inglés *exponential random graph modelling* o ERGM) son uno de los modelos más utilizados últimamente (p. ej. Amati et al., 2020), recientemente han aparecido nuevas propuestas que alivian los problemas computacionales y otras limitaciones de los ERGM para permitir interpretaciones más claras y sólidas de los procesos de formación de redes: los métodos bayesianos.

3.4.1. Modelo de gráficos aleatorios exponenciales

Los ERGM son modelos estocásticos para investigar el proceso de formación de redes a través de suposiciones de dependencia para relaciones y simulaciones de patrones de red (Ghafouri y Khasteh, 2020; Handcock et al., 2008; Harris, 2013).

Estos pertenecen a una familia de modelos estadísticos desarrollados originalmente para redes sociales (Anderson et al., 1999; Wasserman y Pattison, 1996) que tienen como objetivo investigar los supuestos de dependencia que sustentan las hipótesis de formación de redes mediante la comparación de la frecuencia de configuraciones particulares en redes observadas con su frecuencia en modelos estocásticos (Brughmans et al., 2014). Con ello, estos modelos intentan solucionar la representación en red de datos arqueológicos utilizados instantáneas estáticas que fusionan un pasado dinámico en constante cambio (p. ej. Brughmans et al., 2014; Golitko et al., 2012).

Para ello abordan explícitamente los supuestos inherentes a la creación de redes sobre lo que significan los enlaces entre nodos y los tipos de procesos que lo permiten. Tratan de investigar las diferentes estructuras de red que dan lugar a suposiciones particulares y exploran los procesos dinámicos que podrían haber llevado a las redes observadas (Brughmans et al., 2014).

Para implementarlos se llevan a cabo 3 etapas según Brughmans et al. (2014):

1. En primer lugar, se establecen los “supuestos de dependencia”, es decir, supuestos teóricos sobre cómo los fenómenos pasados cambiaron con el tiempo a través de la aparición o desaparición de relaciones entre pares de nodos en sus redes de datos. Para ello parte de una red observable o empírica, es decir de la representación de los datos arqueológicos.
2. Posteriormente, se convierten los supuestos de dependencia en configuraciones particulares. Las configuraciones son pequeños patrones de red que consisten en unos pocos nodos y enlaces. Desempeñan una serie de funciones en el procedimiento ERGM: representan suposiciones de dependencia, describen la estructura de la red empírica y la comparan con redes simuladas. Los supuestos de dependencia se pueden representar formalmente mediante configuraciones particulares.
3. Finalmente se lleva a cabo la simulación estocástica es decir las configuraciones se ensamblan a través de un proceso estocástico donde en cada paso de tiempo se

consideran dos nodos seleccionados aleatoriamente, creándose o eliminándose enlaces entre ellos. La probabilidad de que se cree un enlace entre estos dos nodos está determinada por los efectos en el modelo y, por lo tanto, por la presencia o ausencia de otros enlaces.

Sin embargo, las dificultades computacionales, la sensibilidad a las incertidumbres y las ambigüedades en la interpretación limitan las aplicaciones prácticas de los ERGM (Caimo y Friel, 2011; Wang y Marwick, 2021).

3.4.2. Modelo de enfoque de red bayesiana

El enfoque bayesiano aplicado al modelado de redes proporciona nuevos conocimientos sobre la formación de redes arqueológicas y permite probar modelos antropológicos para comprender mejor los procesos sociales dinámicos (Wang y Marwick, 2021). Estos modelos entienden que los antecedentes y la perspectiva teórica son un aspecto distintivo y necesario en la elaboración de redes (Gill, 2014).

Estos estudios parten de algunas limitaciones de los ERGM, que tal y como señalan Caimo y Friel (2011) y Jin et al. (2013) serían la sensibilidad de los datos faltantes, la capacidad limitada para incorporar y representar la incertidumbre, la dificultad para estimar los parámetros del modelo e interpretar los resultados debido a las constantes de normalización de probabilidad intratables, entendidas como las funciones del parámetro del modelo para hacer que las distribuciones de probabilidad se integren en una (Caimo y Gollini, 2017; Lyne et al., 2015) y la degeneración del modelo (Schweinberger, 2011). Una constante de normalización es una función del parámetro del modelo para hacer que las distribuciones de probabilidad se integren en una, lo que se vuelve más difícil de calcular con un conjunto más grande de redes (Caimo y Gollini, 2017).

El modelado de redes bayesianas se puede aplicar a una amplia gama de datos arqueológicos para examinar la formación de relaciones utilizando una inferencia probabilística robusta. Esto permite comprender los procesos dinámicos de formación de relaciones y los factores subyacentes de las trayectorias históricas de los fenómenos socioculturales (Wang y Marwick, 2021).

En los últimos años, autoras como Palacios et al. (2022) han abordado la interacción entre las personas y el medio ambiente en sociedades agrícolas a partir de métodos de aprendizaje automático o, en inglés, *Machine Learning*. El uso del aprendizaje automático aplicado a las redes bayesianas como una metodología supervisada adecuada para investigar sistemas socioecológicos, se presenta como un método de gran utilidad para construir modelos útiles que aborden cuestiones arqueológicas y antropológicas relevantes (Palacios, 2023; Palacios et al., 2022).

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

Resumen

En el Capítulo IV se aplica de forma concreta el método de Análisis de Redes Sociales al objetivo y premisas generales recogidas anteriormente. Para ello, en primer lugar, se ajusta el marco teórico con el método. En segundo lugar, se presenta la selección y unificación del registro material para abstraer los fenómenos del pasado y convertirlos en objetos susceptibles de ser utilizados en el modelado de red. Finalmente, se tratan de ordenar los métodos utilizados. Concretamente se desarrolla el método de estudio de las dinámicas temporales de las sepulturas, la afiliación y co-asociación del contenido artefactual funerario, la comparación del registro empírico con tres modelos matemáticos, la construcción y análisis topológico del modelo de red y los modelos teóricos de análisis espacial.

4.1. CONCEPTUALIZACIÓN METODOLÓGICA

Para implementar de forma coherente la aplicación del método de Análisis de Redes Sociales en sociedades prehistóricas debe ajustarse y fusionarse con el marco teórico escogido. Es por ello que para discutir acerca de las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio en las sepulturas funerarias, trataremos de crear y analizar grupos polítéticos partiendo de la premisa que la expresión de la organización y funcionamiento económico-social puede materializarse en una o más esferas de variabilidad de las prácticas funerarias (Castro, 1994). La reiteración de atributos subrayará la existencia de tendencias en el uso y consumo de las sepulturas.

Para ello, se han combinado varios enfoques de red utilizando todos los datos disponibles para obtener diversas perspectivas de análisis y una visión más amplia del registro arqueológico. Si bien el conjunto empírico ha sido descrito anteriormente (véase apartado 1.3), la abstracción de los datos prehistóricos (fenómenos) ha sido llevada a cabo mediante la formulación de conceptos que, posteriormente, pueden ser susceptibles de ser utilizados en el Análisis de Redes Sociales (proceso de abstracción). De esta forma, se definen los criterios utilizados para estudiar el registro arqueológico (véase apartado 4.2.1) para, una vez seleccionadas aquellas tumbas susceptibles de ser analizadas mediante un enfoque de red u otro, sistematizar, conforme el marco teórico expuesto anteriormente, el tiempo, el espacio, el contenido y el contenedor funerario (véase apartado 4.2.2).

A continuación, se especifica la metodología implementada tratando de ordenar los métodos utilizados para analizar el caso de estudio presentado de forma secuencial y escalonada. Concretamente, se presenta la metodología utilizada para crear un modelo de red a partir del tiempo (véase apartado 5.1), relacionando las temporalidades utilizando la sincronía y la diacronía (véase apartado 4.3.1). Una vez creadas las fases temporales, se estudia el contenido artefactual (véase apartado 5.2) a través de su afiliación y co-asociación (véase apartado 4.3.2) y mediante la implementación de análisis de redes complejas (véase apartado 4.3.3). Posteriormente se construye y estudia el modelo de red general para los sepulcros (véase apartado 4.3.2), haciendo hincapié en la identificación de grupos polítéticos (véase apartado 5.3.1) y en las características y comportamiento del modelo (véase apartado 5.3.2 y 5.3.3). Para ellos, también se utiliza la metodología expuesta para el análisis de redes complejas.

Utilizando el modelo de red, en el cual ya están integradas las fases temporales, se estudia su implicación espacial (véase metodología en el apartado 4.3.6 y resultados en apartado 5.4), el contenido antropológico (véase apartado 5.5), el análisis del contenedor funerario (véase apartado 5.6) y el estudio de la relaciones de transferencia (véase apartado 5.7).

La aplicación de diversos enfoques analíticos (metodologías) posibilita la obtención de gran cantidad de resultados que, en última instancia, pueden ser utilizados para afirmar o refutar las hipótesis planteadas en la introducción, adaptando así los datos obtenidos con los objetivos específicos definidos. Concretamente, en el CAPÍTULO VI, se discute acerca de la evolución demográfica y patrón de interacción social (véase apartado 6.1), las tendencias productivas a lo largo del tiempo (véase apartado 6.2), la detección de (di)similitudes socioeconómicas (véase apartado 6.3) y la adscripción de valores político-ideológicos a grupos o individuos.

4.2. SELECCIÓN DEL REGISTRO EMPÍRICO

En este apartado se detallan y definen los diferentes niveles de análisis desde el grado de conservación de las sepulturas hasta la agrupación de variables para crear categorías de análisis que puedan ser sometidas a un análisis de red.

4.2.1. Criterios de selección

La calidad y procedencia del registro arqueológico son variables que deben ser tenidas en cuenta a la hora de llevar a cabo cualquier análisis. La gran mayoría de sepulturas registradas provienen de excavaciones llevadas a lo largo del s. XX y de excavaciones de salvaguarda del patrimonio. Ambos factores, juntamente con afectaciones en las inhumaciones propias de procesos tafonómicos variados (remoción de tierra, expolios del pasado, etc.), dan lugar a una gran heterogeneidad en la calidad de los datos recuperados. Es por ello por lo que los datos han sido categorizados en diferentes niveles de calidad en base a los siguientes criterios:

- a) Nivel 1: Sepulturas con contenedor y contenido intacto.
- b) Nivel 2: Sepulturas con afectación en el contenedor, pero no en el contenido.
- c) Nivel 3: Sepulturas con afectación en el contenido y, en algunas ocasiones, en el contenedor.
- d) Nivel 4: Sepulturas expoliadas con restos de contenedor y contenido.
- e) Nivel 5: Sepulturas sin datos arqueológicos fruto de registros antiguos o notas de expolio.

Si bien estos niveles de análisis serán utilizados en función de los datos de análisis, a su vez, otro criterio definitivo en la selección en el filtrado del registro ha sido la existencia o no de dataciones radiocarbónicas que puedan asociarlas a una fase de análisis concreta. Los resultados de este filtrado se observan en la siguiente tabla (Tabla 7):

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	TOTAL
Sin datación radiocarbónica	137	30	88	144	27	426
Con datación radiocarbónica	103	26	5	14	0	148
TOTAL	240	56	93	158	27	574

Tabla 7. Selección de los datos según la calidad de estos.

De aquellos sepulcros datados (n= 148) el número total de dataciones radiocarbónicas asciende a 188. Estas pueden ser de un mismo individuo (p. ej. Bòbila Madurell-G-12 con código CNA2313), de individuos diferentes (p. ej. Bòbila Madurell-M-7-Ind.1 con código UBAR443 y Ind.2 con código CNA2319), o de revisiones efectuadas sobre dataciones antiguas que reducen la desviación estándar mediante técnicas de lectura radiocarbónica más actuales (p. ej. la datación del Llord V UBAR362 con valor de 4290 ± 130 ha sido substituida por LYON1058 con valor de 4855 ± 30).

Considerando la sepultura como una disposición de trabajo social efectuada en uno o más eventos cronológicos, la creación de categorías cualitativas de análisis y recuentos cuantitativos de materiales según los datos antropológicos y arqueológicos disponibles, se ha llevado a cabo

según su episodio de deposición, es decir, para aquellas sepulturas con más de un individuo y con una única datación se ha considerado un único momento de deposición y, por lo tanto, las variables han sido agrupadas. En el caso de sepulturas no individuales con más de una datación, se ha asociado cada evento a un individuo, si es posible, diferenciando sus respectivas variables. (véase Anexo 1. Sepulturas/eventos utilizados en el modelo de red)

El proceso de abstracción de categorías analíticas en base a la materialidad arqueológica supone un reto en sí mismo. Definir categorías de estudio (variables) es una acción sujeta a un criterio subjetivo (arqueológico). Es por ello por lo que al analizar la muestra debemos tener siempre en cuenta los criterios utilizados para crear estas categorías.

4.2.2. Sistematización de las variables

Para sistematizar las variables se construyen diversas bases de datos en función del método analítico utilizado. Con ello, una vez recogido el nombre del yacimiento, municipio coordenadas planas, bibliografía de dónde ha sido extraída la información, nivel de calidad de los datos y número de la sepultura (en el caso de ser sepulturas con más de un evento-individuo al nombre de la sepultura le sigue un “-“ con el número del individuo) (véase Anexo 1. Sepulturas neolíticas del NE de la península ibérica), la materialidad de cada sepultura se agrupa y sistematiza según el espacio y tiempo y según el contenedor y el contenido.

4.2.2.1. Espacio y tiempo

La geolocalización de cada sepultura, así como la cuantificación del evento en el que esta se da (datación radiocarbónica), han sido recogidos mediante las coordenadas UTM (ETRS 89, Huso 31) y el conjunto de dataciones radiocarbónicas disponibles.

Mientras que la metodología utilizada para asociar evento-sepultura queda detallada en el apartado 4.3.1, la asociación de cada sepultura a una región concreta se ha llevado a cabo con el fin de agrupar las sepulturas espacialmente, dando lugar a definir 12 regiones. Estas regiones se han definido en base a criterios geográficos y a criterios de similitud tipológica de las sepulturas (Figura 21):

- CATALUNYA CENTRAL: formada por las comarcas de la Anoia, Bages, Moianès, Osona y parte de la Selva presenta inhumaciones en cueva, fosa y cista.
- DESEMBOCADURA DEL LLOBREGAT: se conforma mayoritariamente por cuevas y alguna fosa localizada en el tramo bajo y desembocadura del río Llobregat.
- EBRE: esta región está formada por las comarcas del Montsià, Baix Ebre, Terra Alta y Ribera d’Ebre, espacios que rodean el tramo inferior del río Ebro donde se localizan, mayoritariamente, cuevas laterales.
- EMPORDÀ: conformada por estructuras megalíticas en parte de la comarca del Alt Empordà y la totalidad del Baix Empordà.

- **GARROTXA-GIRONÈS:** se asocia a las comarcas del Gironès, Garrotxa y Plà de l'Estany y presenta inhumaciones en fosa.
- **LITORAL CENTRAL:** región donde se localizan inhumaciones en fosa en las comarcas del Barcelonès y el Maresme.
- **LLEIDA:** pertenecen todas las comarcas de la Plana de Lleida, localizándose inhumaciones en fosa y cista.
- **PENEDÈS:** Se conforma por el Alt y Baix Penedès, así como por el Garraf y presenta estructuras en fosa.
- **PIRINEU:** región definida por las comarcas de Pirineus y el estado de Andorra con inhumaciones en cista.
- **CAMP DE TARRAGONA:** Pertenecen todas las comarcas del Camp de Tarragona, es decir, Priorat, Baix Camp, Conca de Barberà, Alt Camp y Tarragonès. En ellas se localizan inhumaciones en fosa.
- **SOLOSÒNÈS:** se define a partir de las comarcas del Solsonès y del Berguedà y se localizan inhumaciones en cista.
- **VALLÈS:** esta región se configura fosas localizadas en las comarcas del Vallès Occidental y Oriental.

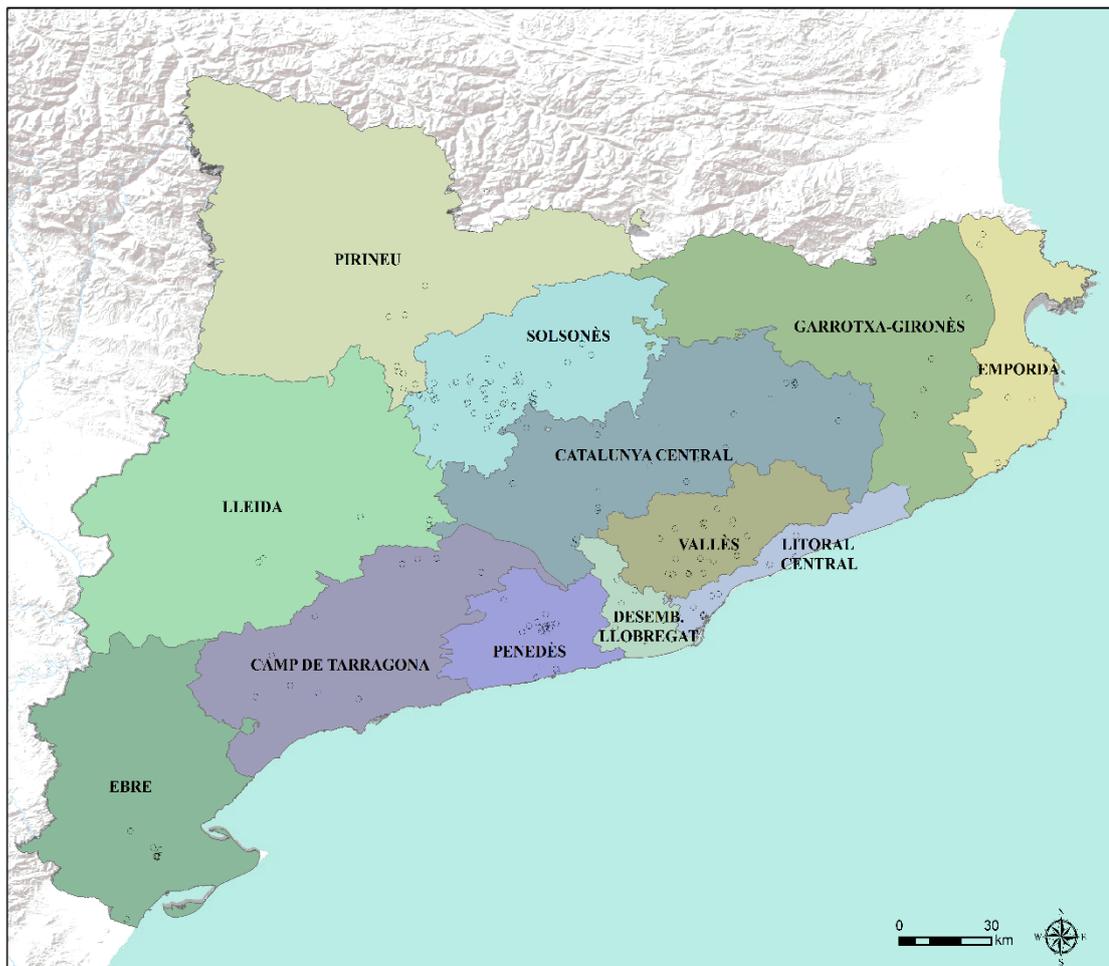


Figura 21. Mapa de las zonas o regiones utilizadas.

4.2.2.2. Contenedor funerario

Teniendo en cuenta todos los contenedores descritos en el apartado 1.3, se han agrupado categorías (Tabla 8) considerando el criterio principal de división el coste y la diversidad de su producción (trabajo). En esta tabla se presentan las tipologías “tradicionales” y la categoría analítica que será utilizada para llevar a cabo el análisis del presente trabajo.

TIPOLOGÍA BIBLIOGRÁFICA	CATEGORÍA ANALÍTICA	OBSERVACIONES	
Martín et al., 2016	Ia	*Incluimos Mas Benita (MBMal.) (Bosch, 2005)	
	Ib		
	IIa		
	IIb		
	IIIa		
	IIIb		
	IVa		
	IVb	Fosas simples	
Duboscq, 2017	1.3	Fosas reutilizadas	
Castany, 2008	CMM	Cistas	
	CMS		
	CMT		
	CXS		
Molist et al., 1987	Grupo Tavertet	MEG	*Incluimos Clota del Molinàs 1 (Bosch et al., 2023)
Tarrús, 2017	Grupo Empordà		*Incluimos Vilanera (Codina et al., 2022)
	Mina de Gavà	Mina	
	Cuevas	Cuevas	
Bosch, 2005	Cueva lateral	Cueva lateral	

Tabla 8. Sistematización del contenedor de las sepulturas.

4.2.2.3. Contenido artefactual

Teniendo en cuenta el registro empírico presente en las sepulturas localizadas en el Neolítico antiguo y medio del NE peninsular, el criterio utilizado para definir el contenido artefactual que acompaña las inhumaciones ha sido definido mediante el análisis de su materia prima y morfología o soporte. Estos dos parámetros nos permitirán acercarnos al valor social relativo de los productos depositados, estudiando la disponibilidad y dispersión de estos, tanto a nivel temporal (sincrónico, diacrónico) como espacial.

Concretamente, se ha sistematizado la clase (materia prima) de los artefactos conjuntamente con las variables recogidas de cada uno de ellos en la columna “variables recogidas” (Tabla 9). Todo ello ha sido cuantificado, exceptuando la cerámica y la fauna, ya que en la gran mayoría de ocasiones se desconoce el NMI, conservándose solamente algunos fragmentos (véase Anexo 1. Ajuar de las sepulturas utilizadas en el modelo de red).

Clase	Material artefactual	Variables recogidas	Cuantificación
Industria lítica	Obsidiana	Soporte: lámina, lasca, proyectil y núcleo	Si
	Sílex melado	Soporte: lámina, lasca, proyectil y núcleo	Si
	Sílex local/semi-local	Soporte: lámina, lasca, proyectil y núcleo	Si
Industria macrolítica	Hachas exógenas	Materia prima: jadeíta, serpentina, eclogita, fibrolita, anfibolita cálcica, cinerita de Réquista, nefrita o esquisto ardiosero	Si
	Hachas locales	-	Si
	Macrolítico	Soporte: elemento de molienda, percutor, punzón, indeterminado	Si
Fauna	Fauna	-	No
Ornamentos	Colmillos de <i>Sus scrofa</i>	-	Si
	Malacología	Materia prima: pecten, coral rojo, otras	Si
	Brazaletes de <i>Glycymeris</i>	-	Si
	Cuentas de variscita	Tipología: barrilete, circular o discoidal	Si
	Cuentas de piedra	Materia prima: serpentina, otras, indeterminado	Si
	Ornamento indeterminado	-	Si
Galena	Galena	-	Si
Industria ósea	Industria ósea	Soporte: espátula, aguja, punzón, plaqueta	Si
Cerámica	Cerámica	Soporte: hemisférica, esférica, globular, ovalada, cilíndrica, carenada, indeterminada	Si
		Tipología: Cardial, Epicardial, <i>Montboló</i> , <i>Molinot</i> , <i>Boca Cuadrada</i> , <i>Chassense</i>	No

Tabla 9. Sistematización del contenido artefactual de las sepulturas.

4.2.2.4. Contenido antropológico

La individualización y sistematización de las características antropológicas de los individuos inhumados se ha llevado a cabo siguiendo las hipótesis planteadas en el inicio de este trabajo. Es por ello por lo que se recogen aspectos antropológicos como el sexo y la edad que nos ofrecen datos demográficos, así como aspectos sociales como la presencia de biomarcadores que indiquen marcas osteológicas de trabajo, violencia y dieta (véase Anexo 1. Datos antropológicos utilizados en el modelo de red). Concretamente:

- Sexo: determinado según los estudios antropológicos sobre el esqueleto del individuo, se han utilizado 3 categorías diferentes: femenino, masculino e indeterminado (en el caso de individuos infantiles, individuos alofisos y esqueletos en los que no se han conservado los marcadores sexuales).
- Edad: determinada según los estudios antropológicos sobre el esqueleto del individuo, modificando las categorías descritas por Buikstra y Ubelaker (1994): infantil (edad comprendida entre los 0 y 12 años), juveniles (edad comprendida entre 12 y 20 años), adultos (edad comprendida entre 20 y 34 años), maduros (edad comprendida entre 34 y 49 años), seniles (mayores de 50 años) e indeterminados (individuos en los que no ha sido posible determinar su edad).
- Trepanación: presencia o ausencia de trepanación
- Trabajo y violencia: se recogen de la bibliografía todas aquellas marcas y evidencias de trabajo (marcadores de estrés ocupacional como la entesopatía) y violencia (puntas de flechas, deposición anormal de las inhumaciones, etc.).
- Paleodieta y movilidad: se recogen los trabajos de Fontanals-Coll (2015) y Fontanals-Coll et al. (2017), así como los análisis de isótopos llevados a cabo por Díaz-Zorita et al. (2021).

4.3. ESPECIFICACIONES METODOLÓGICAS

Las especificaciones metodológicas aquí presentes tratan de ordenar los métodos utilizados para analizar el caso de estudio presentado de forma secuencial y escalonada. Esto significa que tan sólo se avanza al siguiente procedimiento metodológico al completar el anterior ya que cada uno de ellos está diseñado para producir entregables específicos que se utilizan posteriormente.

4.3.1. Dinámicas temporales de las sepulturas

En este trabajo partimos del principio basado en la propuesta de (Sewell, 2005) en el que se considera que un evento debe ser tratado como una unidad analítica para, posteriormente, relacionarlo entre las temporalidades de diferentes eventos. Si bien las implicaciones teóricas de la noción de tiempo y su impacto en la explicación e interpretación del registro arqueológico han sido discutidas desde una amplia gama de perspectivas (p. ej. Holdaway y Wandsnide, 2005; Lock y Molyneaux, 2006), en este trabajo partimos de una materialidad arqueológica asociada y agrupada mediante definiciones categóricas temporalmente imprecisas como “Neolítico antiguo epicardial”, creando conjuntos arbitrarios de tipos de artefactos agrupados y vinculados a algunas extensiones espaciotemporales como “fases”, “periodos” u “horizontes culturales” (Crema, 2012, p. 315).

En este marco, los cambios suelen considerarse como parte de una secuencia o sucesión de momentos ignorando el hecho de que el tiempo tiene múltiples capas (Murray, 1999). Se reduce así la noción de “tiempo arqueológico” a un mero conjunto de fechas distorsionadas y se congela el flujo del tiempo en unidades o entidades cerradas dentro de las cuales nada cambia, nada fluye. Se impone pues una visión del cambio social y de la evolución histórica en términos de escalones de estabilidad separados por periodos cortos de cambio (Barceló, 2008, p. 26).

Con ello, la idea principal del análisis cronológico debe ser determinar la relación entre las temporalidades de diferentes eventos, es decir, entre cambios. Ante esta realidad, se propone la cuantificación del flujo temporal mediante un enfoque de red. Concretamente, en este apartado se expone el desarrollo metodológico utilizado para analizar las relaciones temporales que se establecen entre las sepulturas desde una perspectiva sincrónica y diacrónica:

- Sincrónicamente, mediante la creación de una red ponderada de dataciones simultáneas y su posterior detección de “comunidades temporales”, entendidas como grupos de similitud temporal que no tienen en cuenta ningún a priori material.
- Diacrónicamente, mediante la creación de “ventanas temporales”, utilizado por Bernabeu et al. (2017), para analizar la evolución de la red desde una perspectiva diacrónica.

4.3.1.1. Estudio de la sincronía

El desarrollo de un método que permita cuantificar la sincronía entendida como la simultaneidad de hechos o fenómenos permitirá crear y analizar una red social. Con tal de poder comparar las sepulturas entre ellas es necesario analizar su sincronía o simultaneidad en primer lugar.

El método utilizado para calcular la simultaneidad entre dataciones radiocarbónicas es el desarrollado por Ward y Wilson (1978) el cual calcula la media estimada de una serie de dataciones y la compara con cada una de las dataciones, de forma individual. Posteriormente, estima el error total conjunto mediante la combinación de las desviaciones típicas de todas ellas.

Si bien esta función se encuentra implementada con la función `R_Combine` en el software `OxCal 4.4.4` (Bronk-Ramsey, 2009), debido a que este software tan solo computa la simultaneidad de dos dataciones, se ha creado un script en R para implementar este método para relacionar gran número de dataciones (véase Anexo 2. SCRIPT: Combinar dataciones).

Más concretamente, a partir de varias determinaciones r_i con errores estándar si calculamos una determinación combinada r_c con error estándar s_c :

$$r_c = (\sum r_i/s_i^2)/(\sum 1/s_i^2)$$

$$s_c = (\sum 1/s_i^2)^{-1/2}$$

$$T = \sum (r_i - r_c)^2/s_i^2$$

El valor T tiene una distribución χ^2 en $n-1$ grados de libertad como se analiza en Ward y Wilson (1978), es decir:

- Si se rechaza la hipótesis nula (H_0) no habrá simultaneidad entre las dataciones radiocarbónicas y se considerará ambas como dos eventos diferentes (H_1).
- Si no se rechaza la H_0 habrá simultaneidad estadística entre las dataciones radiocarbónicas y por lo tanto se considerarán un único evento.

Del total de dataciones disponibles se han seleccionado todas las muestras directas (huesos humanos) e indirectas (carbones y fauna asociados a individuos) con una desviación ≤ 100 . Para las muestras obtenidas a partir de los restos humanos se ha tenido en cuenta que el efecto reservorio tiene una afectación insignificante en dichas muestras ya que, tal y como certifica Fontanals-Coll et al. (2015), no hay evidencias claras de consumo marino. Por otro lado, en el caso de localizar 2 o más muestras directas definidas arqueológicamente como un solo evento (p. ej. dos dataciones de un mismo individuo o dos dataciones de dos individuos diferentes enterrados simultáneamente) hemos analizado su simultaneidad mediante la función descrita. Con ello si la significación probabilística de la prueba nos indica una probabilidad igual o mayor al 95% de incertidumbre, consideraremos que ambas muestras son probabilísticamente simultáneas, se utilizará la datación radiocarbónica combinada. En caso contrario, si no hay significación estadística, se asume que se trata de dos eventos diferentes y, por lo tanto, de dos deposiciones de material diferenciadas.

A modo de ejemplo, la sepultura CCG-46 del Camí de Can Grau dispone de tres dataciones asociadas a tres individuos diferentes: 4646 ± 34 BP (CNA-3046) para el individuo 1, 4694 ± 33 BP (CNA-3047) para el individuo 2 y 4798 ± 31 BP (CNA-2665) para el individuo 3 (Morell, Duboscq, et al., 2018). La combinación de estas dataciones nos da un valor de significación estadística > 0.05 para la combinación de la datación del individuo 1 y 2 ($p= 0.19$) y < 0.005 para la combinación de ambas con el 3 ($p= 0.545$ y $p= 0.265$). Esto nos hace considerarla como una sepultura con dos momentos diferentes, el primero definido por la combinación de la datación 1 y 2 ($R_Combine= 4671 \pm 24$ BP) y un segundo momento definido por la datación del individuo 3.

Una vez obtenidos los resultados de simultaneidad, para construir la red temporal se considera un nodo como un “acontecimiento definido por la deposición de un individuo o conjunto de individuos (contenido) en un conjunto cerrado (contenedor)”. Si las inhumaciones son primarias individuales tendremos un nodo, si hay una sucesión de entierros tendremos tantos nodos como eventos. Los vértices se definen según la probabilidad (T) normalizada de que dos eventos sean simultáneos en los que si la significación probabilística de la prueba (T) nos indica una probabilidad $\leq 5\%$ ($T < 3.8$), diremos que ambos eventos son probabilísticamente simultáneos. Cuanto menor sea el valor, más probable será que sean simultáneos. Por otra parte, los eventos que sean mayores al 5% ($T > 3.8$) no serán probabilísticamente simultáneos. Debido a que construimos una red ponderada, los vértices se construirán si existe simultaneidad, siendo ésta más fuerte a menor valor de T.

Este método es de gran utilidad para elaborar redes sociales, tal y como trataremos de presentar a continuación, aunque presenta una limitación que debe ser tenida en cuenta y solucionada en un futuro (véase apartado 7.1).

4.3.1.2. Estudio de la diacronía

Entendiendo diacronía como la evolución de un evento o de un conjunto de eventos a lo largo del tiempo, en este apartado trataremos de esbozar la metodología utilizada para crear la base empírica que nos permitirá analizar, temporalmente, los eventos temporales o dataciones. Para ello, hemos utilizado el método definido por Bernabeu et al. (2017) y codificado por Jiménez-Puerto (2022a) para la creación de “ventanas temporales”.

Teniendo en cuenta el registro empírico y la incertidumbre por radiocarbono se han creado ventanas con una amplitud de 150 años. Este rango ha sido creado después de testear la resolución de la muestra, es decir, se ha escogido un rango de ventana en el que se eliminan posibles reiteraciones de ventanas adyacentes.

Las ventanas temporales han sido creadas tomando como referencia el intervalo de probabilidad de 2 sigmas para cada fecha calibrada (95%) y asignando la datación a una ventana temporal específica si, al menos, el 25% de este intervalo cronológico se sitúa dentro del intervalo temporal (Bernabeu et al., 2017). En el caso que una datación sea mayor que 25% en dos o más ventanas esta se mantendrá en todas ellas.

4.3.2. Afiliación y co-asociación del contenido funerario

Con el fin de identificar y caracterizar los factores comunes que otorguen valores a la existencia o no de homogeneidades en la normalización productiva trataremos de establecer como se expresa la materialización de las diversas esferas que generan los modelos y los usos sociales mediante el diseño analítico de Giomi y Peeples (2019), el cual establece una serie de razonamientos basados en las frecuencias relativas y ocurrencias de las clases de artefactos.

Esta aproximación permite evaluar los patrones internos más fuertes de co-asociación de artefactos dividiendo la red en varios agrupamientos (clústeres) a raíz de eliminar las relaciones más centrales de la red (Newman, 2006; Newman y Girvan, 2004). La creación de estos clústeres permite el cálculo de diferentes métricas basadas en el ensamblaje de la aglomeración de todas las sepulturas, en otras palabras: la frecuencia de cada artefacto en el grupo y el número de tumbas en las que está presente en cada agrupación.

Una vez implementado, se ha desarrollado la propuesta de Kintigh (2006) en la que se aplica un modelo probabilístico para comparar la distribución de tipos cerámicos entre yacimientos arqueológicos, permitiendo así analizar el comportamiento ritual entre espacios arquitectónicos basados en prácticas rituales especializadas (Giomi y Peeples, 2019). Este método calcula la coocurrencia esperada de cada par de objetos en un conjunto en función del número total de contextos considerados y el número de contextos que contienen cada tipo de objeto (puede codificar los tipos de objetos y contextos como dos modos en una red). Este método se basa únicamente en la presencia/ausencia, por lo que se puede aplicar en muchos contextos, incluso cuando solo se dispone de información esquemática sobre los inventarios del contexto arqueológico (Brughmans y Peeples, 2023). Giomi y Peeples (2019) presentan esta medida de co-asociación (C_{ab}) entre los tipos de objetos a y b , definida como:

$$C_{ab} = \frac{o_{ab} - Np_{ab}}{\sqrt{Np_{ab}(1 - p_{ab})}}$$

donde,

- o_{ab} = el número observado de co-ocurrencias entre las clases de objetos a y b
- N = el número total de conjuntos
- p_{ab} = la proporción esperada de co-ocurrencias entre las clases de objetos a y b definida como la proporción de ensamblajes donde ocurre a veces la proporción de ensamblajes donde ocurre b .

Esta medida permite generar un valor de co-ocurrencia para cada par de artefactos a partir de la comparación de la co-ocurrencia observada en dos clases de materiales en relación con la esperada en función de la frecuencia general de cada uno de ellos. Puede ser interpretada en unidades de desviación estándar, de tal modo que los valores positivos sugieren que la presencia de dos artefactos ocurre más de lo esperado mientras que los valores negativos indican una ocurrencia menor de la esperada, pudiéndose analizar por sí misma. El valor 0 implica la ausencia de co-ocurrencia (véase Anexo 2. SCRIPT: Cálculo de co-asociaciones de materiales).

4.3.3. Análisis de redes complejas

Para desarrollar un modelo matemático de la red que proporcione una topología con propiedades estadísticas similares a las reales se aplica la metodología utilizada por Bentley y Maschner (2003), implementada posteriormente por Swantek (2017). Estas investigadoras consideran la riqueza material y el estatus social como datos indirectos que provienen de las conexiones sociales y económicas de los restos arqueológicos. Con ello, toman las frecuencias de diversas categorías de datos como indicadores y las convierten a curvas de distribución acumulativa. Las funciones matemáticas que mejor se ajustan a estas distribuciones son sustitutas de las estructuras organizativas de las redes sociales y económicas (Bentley y Maschner, 2003, p. 47).

Para evaluar los patrones empíricos matemáticamente, se ha seguido el protocolo estadístico de Clauset et al. (2009) utilizando el paquete PoweRlaw (Gillespie, 2015) de R (R Core Team, 2023). Este protocolo evalúa la solidez con la que los datos arqueológicos se ajustan a una distribución de ley de potencias, una distribución logarítmica normal o a una distribución exponencial, es decir, si las redes se comportan como redes aleatorias, de pequeño-mundo o de libre escala. El método de Clauset et al. (2009) determina la distribución acumulada de datos empíricos y, posteriormente, calcula si una distribución de Poisson, una distribución logarítmica-normal o exponencial es la mejor opción para esta curva usando dos métodos estadísticos diferentes según el tamaño de la muestra.

Debido a que el resultado de la comparación de los parámetros de las distribuciones del modelo con los datos empíricos no es concluyente a la hora de ajustar los datos a estos modelos, para evaluar cuál de las tres distribuciones del modelo representa con mayor precisión el patrón en los datos arqueológicos, se realiza una prueba de bondad de ajuste que incluye un procedimiento de arranque en el que se genera una población de distribuciones modeladas e idealizadas a partir de los parámetros estimados, remuestreando así $n=100$, los datos empíricos (Swantek, 2017). La distribución de los datos empíricos se compara con la población de conjuntos de datos generados para calcular la probabilidad de que los datos empíricos sean indistinguibles de las distribuciones modeladas, utilizando la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (KS). Si la significación estadística es reducida ($p \leq 0.1$, siguiendo a Clauset et al., 2009, pp. 3 y 17) los datos empíricos no coincidirán con el modelo; de lo contrario, los datos empíricos no se pueden diferenciar estadísticamente del modelo. El valor de p se utiliza como una medida de la hipótesis que estamos tratando de verificar y, por lo tanto, los valores altos serán los óptimos (Clauset et al., 2009, p.17), considerándose que los valores p más altos indican un mejor ajuste (Clauset et al., 2009, p. 18). La hipótesis nula (H_0), en este caso, establece que no hay diferencia significativa entre la distribución de los datos empíricos y las distribuciones modeladas idealizadas mientras que la hipótesis alternativa (H_1) establece que hay una diferencia significativa entre la distribución de los datos empíricos y las distribuciones modeladas.

Este método tan sólo puede ser utilizado cuando el conjunto de datos es pequeño ($n < 100$) debido a que los valores p que se generan a partir del arranque de las distribuciones ($p > 0.1$) también se utilizan para estimar la bondad de ajuste entre los datos empíricos y cada uno de los modelos. Con ello, se considera que los valores p más altos indican un mejor ajuste (Clauset et al., 2009, p. 18) (véase Anexo 2. SCRIPIT: Modelado de redes complejas).

Si bien la distribución acumulada de los datos es, por lo general, evidente en su visualización conjunta con las distribuciones estimadas del modelo, en algunos casos la inspección visual por sí sola no brinda suficiente información para evaluar los patrones en los datos empíricos y puede introducir un ruido de fondo que implique una lectura incorrecta de los datos. Por lo tanto, esta exploración visual se complementará con las pruebas estadísticas adecuadas.

4.3.4. Construcción y análisis de la topología

Para llevar a cabo la construcción de cualquier red debe considerarse, en primer lugar, el proceso de modelado que permite la representación y especificación de fenómenos pasados abstraídos en una red (véase apartado 3.3). Así pues, la materialidad arqueológica categorizada anteriormente (véase apartado 4.2), ha sido recogida y objetivada mediante la creación de una base de datos matricial de modo 2, es decir, las filas representan sepulturas (actores) y las columnas cuantifican el ajuar depositado en ellas (eventos)

La conceptualización de estos fenómenos en datos de red ha sido llevada a cabo mediante la elección de un índice de similitud. Si bien es cierto que existen gran cantidad de índices de similitud-disimilitud (Habiba et al., 2018), la aplicación de cálculos que tengan en cuenta las proporciones (p. ej., Brainerd-Robinson) utilizados comúnmente en la literatura arqueológica (véase Mills, Clark, et al., 2013; Bernabeu et al., 2017 entre muchos otros) han sido descartados debido a la disparidad de proporciones en la frecuencia de aparición de objetos (p. ej. en una misma sepultura pueden aparecer más de 300 cuentas de variscita y 3 láminas de sílex). Por ello, nos hemos decantado por un índice de similitud cualitativo que basa su análisis en observar la presencia/ausencia. En este sentido, se ha utilizado en coeficiente de Jaccard (Jaccard, 1912) puesto que es más sensible a la presencia de las clases menos extendidas en la muestra, mientras que Brainerd-Robinson tiende a resaltar los más comunes (Prignano et al., 2017).

De esta forma, se ha considerado que un nodo es un “acontecimiento definido por la deposición de un individuo o conjunto de individuos (contenido) en un conjunto cerrado (contenedor)” que se relaciona con otro nodo por su similitud en el contenido artefactual depositado. En otras palabras, dicha similitud subrayará la existencia de tendencias producción en su uso social, materializando la organización y funcionamiento económico-social en una o más esferas de variabilidad de las prácticas funerarias.

Finalmente, los conceptos de red han sido representados mediante grafos, mostrando así las propiedades estructurales de la red y posibilitando la aplicación de diferentes medidas de estudio.

Estos resultados, a su vez, han sido comparados mediante la construcción de redes bimodales o de afiliación, es decir una tipología de red formada por dos tipos diferentes de nodos (sepulturas y ajuar) y por relaciones que unen directamente solo los diferentes tipos de nodos (Borgatti et al., 2013; Borgatti y Everett, 1997; Everett y Borgatti, 2005; Prell, 2012) según su presencia.

4.3.5. Análisis de la riqueza

Dado que desconocemos el valor social de cada artefacto depositado en las sepulturas, para determinar la riqueza se ha utilizado una aproximación de carácter reduccionista: a mayor cantidad de materiales mayor riqueza. Con ello tratamos de no adscribir a los materiales criterios de riqueza subjetivos, tratándolos por igual.

La herramienta utilizada para analizar la riqueza en las sepulturas es el coeficiente de Gini. Si bien este fue desarrollado como medida que resumía la desigualdad de ingresos en la sociedad del siglo XX, ha sido aplicada en distintas temáticas, aunque su desarrollo se ha llevado a cabo, principalmente, dentro de la economía (Cowell, 2009; Jenkins, 1991). Esta medida ha sido utilizada en estudios de sociedades prehistóricas para escalar la desigualdad de riqueza (p. ej. Ames, 2010; Smith et al., 2014; Swantek, 2017; Windler et al., 2013).

La implementación de esta medida ha sido llevada a cabo mediante el paquete Gini (Buchan, 2002) en R (R Core Team, 2023), el cual define este coeficiente como como la media de las diferencias absolutas entre todos los pares de individuos para alguna medida (véase apartado 3.3.2). El valor mínimo es 0 cuando todas las mediciones son iguales y el máximo teórico es 1 para un conjunto infinitamente grande de observaciones donde todas las mediciones menos una tienen un valor de 0, que es la desigualdad última (Stuart y Ord, 1994). En nuestro caso, los individuos son las sepulturas y las medidas serán la cantidad de materiales depositados en cada una de ellas. Este cálculo cuantifica pues la desigualdad en la acumulación de artefactos.

4.3.6. Análisis del modelo de red espacial

Un ingrediente fundamental del análisis arqueológico es la comprensión de las relaciones espaciales (Rivers et al., 2013). Partiendo de la premisa que las redes espaciales pueden usarse para simular relaciones sociales (p. ej. Graham, 2006; Mills, 2017), la conectividad espacial puede basarse en diferentes aspectos como la posición geográfica utilizando diferentes medidas de distancia (p. ej. geodésicas, caminos de menor costo, superficies de fricción) (Bevan y Wilson, 2017; Conolly y Lake, 2006) o la visibilidad entre puntos (Brughmans y Brandes, 2017). Tanto unas como otras son una de las muchas herramientas metodológicas que pueden ayudar a las arqueólogas del paisaje a limitar la complejidad del rango de ordenanzas del paisaje, a estudiar las formas particulares en que los paisajes afectan a las sociedades humanas y a estructurar el comportamiento social. Los estudios de redes en arqueología emplean una gama limitada de técnicas de Ciencia de Redes, a menudo restringiendo el estudio a una representación de diagrama de red que se explora visualmente. Ejemplos de estos análisis son las aplicaciones Knappett y colegas (Evans, 2016; Evans et al., 2009; Knappett et al., 2011; Rivers, 2016), donde revisan diferentes modelos espaciales y sus suposiciones, o las de Coward (2013), la cual señala cuán variada puede ser la relación entre la proximidad espacial y social y la importancia de mantener conexiones tanto locales como de larga distancia. Otro ejemplo son el análisis de los corredores de transporte como ríos, carreteras y senderos (Apolinaire y Bastourre, 2016; Fulminante, 2012; Isaksen, 2008; Orengo y Livarda, 2016; Pailles, 2014; Prignano et al., 2017; Scholnick et al., 2013; Wernke, 2012).

Dada esta gran cantidad de modelos de interacción espacio-sociedad, para proceder en nuestro análisis se ha llevado a cabo la construcción y comparación de patrones topológicos bien definidos con las redes de similitud construidas anteriormente, analizando que topología se aproxima más con la red de similitud.

Para proceder con el análisis escalonado, se seleccionan los 146 eventos asociados a sepulturas utilizados hasta el momento. Si bien tenemos información geográfica de 573 sepulturas, la selección de estos 146 eventos nos ofrecerá la oportunidad de comparar los resultados del modelado espacial con las fases de desarrollo del modelo.

Concretamente, los modelos o patrones topológicos espaciales utilizados son los siguientes (véase Anexo 2. SCRIPT: Comparación de modelos espaciales con empíricos):

- Red de vecindad relativa (RNG): definido por Toussaint (1980), es un gráfico no dirigido definido sobre un conjunto de nodos en el plano euclidiano. Estos están conectados si no hay otros nodos en el área marcada por la superposición de un círculo alrededor de cada uno de ellos con un radio igual a la distancia entre ellos. Por lo tanto, si dos nodos están unidos en esta red, ambos tienen más probabilidades de interactuar entre sí y de ser influenciados por los patrones sociales y culturales de su entorno inmediato.
- Gráfico de Gabriel (GG): definido por Gabriel y Sokal (1969), parte de que un par de nodos están conectados en un gráfico de Gabriel si no hay otros nodos dentro de la región circular con un diámetro igual a la distancia entre el par de nodos. El diámetro del círculo puede ser controlado por un parámetro beta (esqueleto beta).
- Árbol de expansión mínimo (MST): en un conjunto de nodos en el plano euclidiano, donde las aristas se crean entre pares de nodos para formar un árbol donde cada nodo puede ser alcanzado por cada uno de los otros nodos, de modo que la suma de las longitudes de las aristas euclidianas es menor que la suma para cualquier otro árbol de expansión.
- K-red vecina más cercana (KR): cada nodo está conectado a otros K nodos más cercanos a él. El concepto de k-red se utiliza en el análisis de redes complejas para identificar subredes densamente conectadas que pueden ser importantes en la estructura y el funcionamiento de la red. Las k-redes son especialmente útiles para identificar subgrupos de nodos altamente conectados y para evaluar la resistencia de la red a la eliminación de nodos o conexiones.
- Red de distancia máxima (DMAX): cada nodo está conectado a todos los demás nodos a una distancia más cercana o igual a un valor de umbral. Para definir una red de distancia máxima, simplemente necesitamos definir una distancia de umbral y definir todos los nodos mayores que esa distancia como no conectados y los nodos dentro de esa distancia como conectados.

Una vez construidos estos modelos para cada fase, se comparan las redes generadas con las redes resultantes del modelo de red utilizando la prueba de Mantel. Esta prueba estadística es utilizada para evaluar la correlación entre dos matrices de distancia o de similitud a través de la comparación de las distancias entre los mismos pares de objetos en dos matrices diferentes. Si hay una correlación significativa entre las dos matrices, los pares de objetos que están cerca en una matriz también estarán cerca en la otra matriz. La significancia

estadística se determina mediante la comparación de la correlación observada con la distribución de correlaciones que se esperarían por azar.

La prueba de Mantel es una herramienta útil para evaluar la relación entre dos conjuntos de datos de forma no paramétrica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta prueba asume que las dos matrices son independientes y que las distancias entre los objetos se distribuyen de manera normal. Además, la prueba de Mantel puede no ser adecuada para conjuntos de datos muy grandes debido a la complejidad computacional requerida.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

Resumen

En el Capítulo V se explora la organización y estructura social a partir del estudio de las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio de las sepulturas funerarias. Para ello se analiza, en primer lugar, el patrón de interacción social a través de la creación de un modelo de red temporal que organiza y caracteriza, temporalmente, los sepulcros funerarios. A continuación, se estudia el contenido funerario a través del análisis de las co-asociaciones materiales y mediante la creación de un modelo de red que ensalza las similitudes materiales de las sepulturas. Con ello, en tercer lugar, se analizan las implicaciones espaciales del modelo de red. El estudio espacial, juntamente con los datos obtenidos hasta este punto, servirán para analizar el contenido antropológico de forma relación con el resto de los datos. De la misma forma, se analiza el contenedor funerario en tanto que sirve para evidenciar diversidad en la producción de estos sepulcros. Finalmente, se analizan las relaciones de transferencia de información o material utilizando los datos obtenidos hasta el momento.

5.1. MODELO DE RED A PARTIR DEL TIEMPO

En este apartado se aplica el desarrollo metodológico expuesto en el apartado 4.3.1 para crear un modelo de red temporal tomando como base empírica el tiempo. Para ello, en primer lugar, se ha construido una red de dataciones radiocarbónicas desde una perspectiva sincrónica para establecer comunidades o grupos modulares temporales. A través de la creación de estos grupos se ha llevado a cabo un modelo bayesiano secuencial para caracterizar la evolución temporal de los sepulcros. Finalmente, aplicando un enfoque de red se han analizado y combinado las características estructurales de la red sincrónica con el estudio descrito, es decir con los datos obtenidos de la elaboración de ventanas temporales.

Los datos utilizados para llevar a cabo este análisis han sido filtrados según el rango de desviación estándar (SD) de las dataciones radiocarbónicas. Puesto que a menor SD menor es el rango fechado, se han eliminado del total de dataciones disponibles para los sepulcros ($n= 188$) aquellas con valores de desviación típica > 100 . En total 25 han sido descartadas. De las 163 dataciones restantes se han computado 15 contenedores con más de una datación. Todos ellos han sido sometidos a la prueba de similitud de Ward y Wilson (1978) obteniendo como resultado la cantidad de eventos que se han dado en un mismo contenedor. Con ello se han combinado las dataciones de 11 de estos 15 sepulcros, es decir, 4 contenedores tienen varios eventos no simultáneos de consumo. En total, 146 eventos asociados a prácticas funerarias serán utilizados.

5.1.1. Identificación de fases temporales

Establecer grupos modulares en una red donde los nodos son dataciones o eventos explorados a partir de la similitud de Ward y Wilson (1978) sirve para identificar fases temporales. Es decir, utilizando los valores T de probabilidad estadística de simultaneidad como los vértices o enlaces de la red, se conforma una red no dirigida pesada (Figura 22).

Debido a que cada nodo representa un rango de una datación, el cálculo de la modularidad nos dividirá la red en grupos modulares o clústeres que agrupan todos aquellos nodos estadísticamente simultáneos o cercanos temporalmente. De esta forma, se detecta la estructura interna de la comunidad de la red. El algoritmo de modularidad utilizado es el definido por el método Louvain, desarrollado por Blondel et al. (2008) e implementado por el software Gephi 0.10.1.

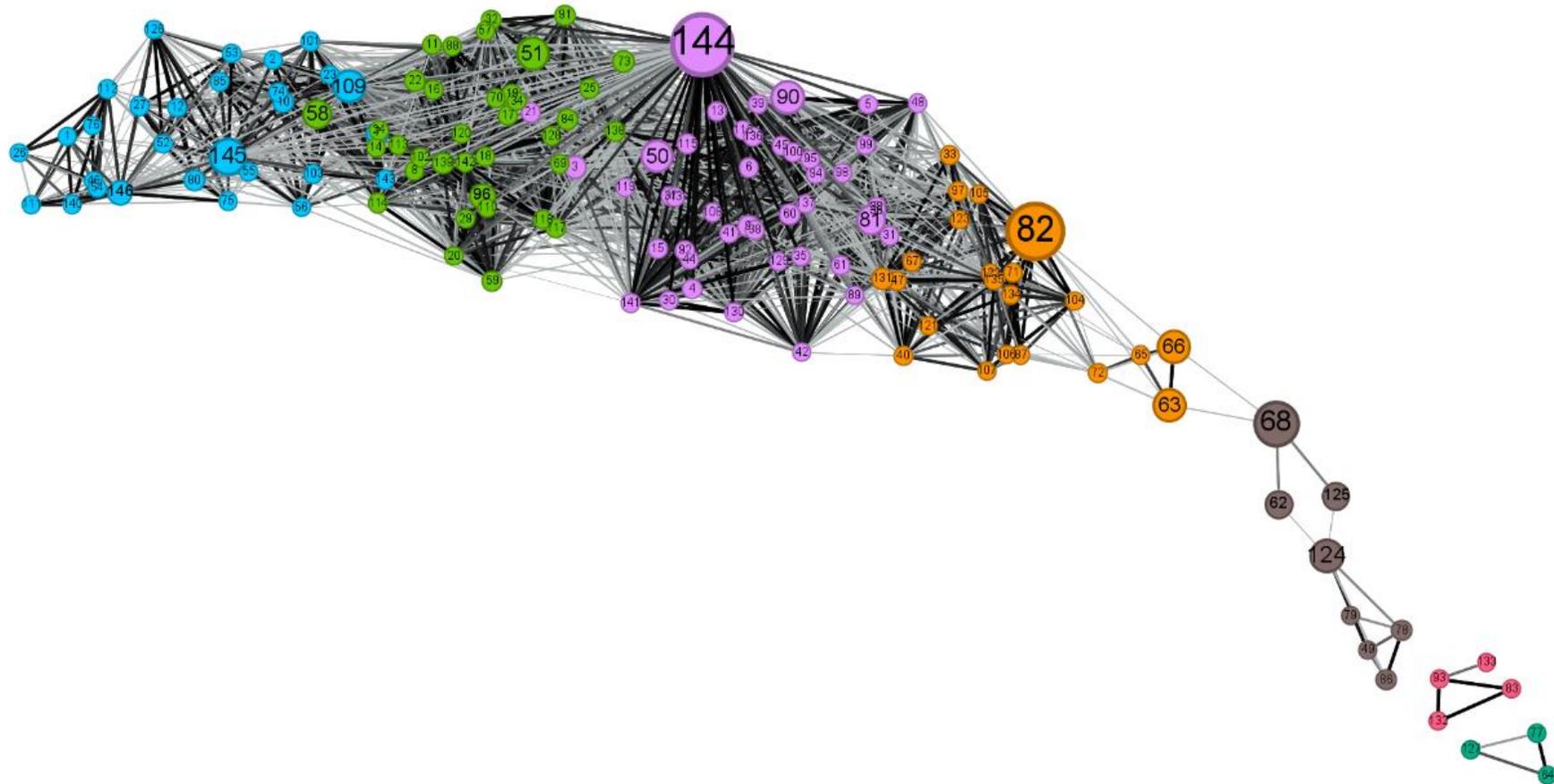


Figura 22. Grafo de eventos donde el color de los nodos es el grupo modular y tamaño su grado de intermediación. El algoritmo de distribución utilizado para visualizar la red es el Force Atlas (inercia 0.1; fuerza de repulsión 10; fuerza de atracción 10; gravedad 150).

Aunque este cálculo en sí no denota que una partición sea óptima ya que los valores obtenidos también podrían obtenerse en un grafo aleatorio, se ha considerado oportuno contrastarlo con los valores de agregación para comprobar la independencia de las variables mediante la prueba de Kruksal-Wallis: en caso de que la H_0 sea refutada ($p < 0.05$), no se tratará de un grafo aleatorio puesto que esta correlación no se puede dar en este tipo de grafos. El resultado de la prueba es $p = 2.327E-19$ por lo que hay significancia estadística entre los grupos modulares y los coeficientes de agregación.

Si bien este cálculo denota que la partición es “óptima”, para asegurar la robusteza de los grupos modulares se realiza un análisis de agrupación por K-medias (en inglés *K-means*). Debido a que esta técnica requiere como paso previo definir el número de clústeres, en nuestro caso de estudio hemos definido 7 grupos como hipótesis de partida, resultado del cálculo de modularidad de la red.

Posteriormente, el resultado de K-medias se contrasta mediante χ^2 con los resultados del cálculo de modularidad dando una $p = 0.99$, es decir, no se puede refutar la hipótesis nula por lo que ambas medidas no tienen ninguna diferencia estadística en la muestra. Finalmente, para detectar la presencia de valores atípicos se aplica a cada grupo/clúster la prueba de Q de Dixon, dando en todos ellos valores no significativos.

Con todo, podemos concluir que los valores modulares calculados son estadísticamente significativos. Concretamente, el resultado nos da 7 grupos modulares (Tabla 10) los cuales se adaptan, cronológicamente, a las periodizaciones del Neolítico catalán propuestas por diferentes autoras (Mestres y Tarrús, 2016; Molist et al., 2016; Oms, Martín, et al., 2016; Barceló, 2008). De hecho, con mayor precisión que otras aproximaciones dividen los horizontes cronoculturales en varios grupos de análisis.

Fase	Color del nodo	Horizonte cronocultural
1	Turquesa	Neolítico antiguo cardial I
2	Rosa	Neolítico antiguo cardial II
3	Gris	Neolítico antiguo epicardial
4	Naranja	Neolítico postcardial I
5	Morado	Neolítico postcardial II
6	Verde	Neolítico medio I
7	Azul	Neolítico medio II

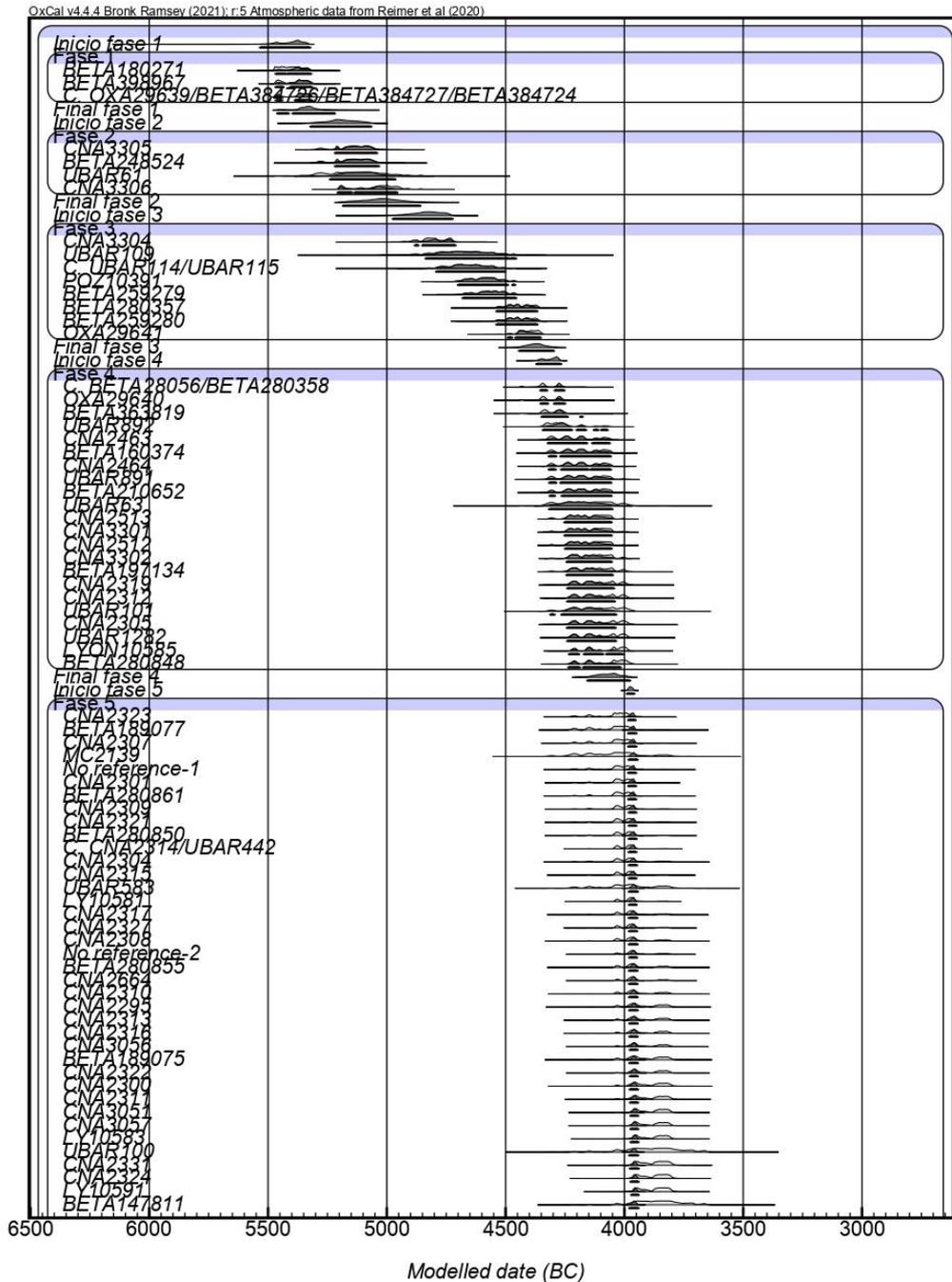
Tabla 10. Grupos modulares de la red sincrónica.

5.1.2. Modelo bayesiano secuencial

Las fases o grupos modulares obtenidos a partir de un enfoque de red pueden ser utilizados como apriorístico para crear un modelo bayesiano. Para ello, el software OxCal procede a calibrar las dataciones para, posteriormente, reconciliar la información *a priori* con las distribuciones de probabilidad de cada datación, usando una técnica de muestreo aleatorio (*Markov Chain Monte Carlo* [MCMC]) generando, así, una nueva distribución de probabilidad para cada datación (datación modelada o *posterior density estimate*) que ocupa sólo una parte de la anterior (Lozano y Capuzzo, 2020). Posteriormente, para evaluar la viabilidad y consistencia

del modelo se utilizan los índices de correlación (*agreement indices*), uno generado para cada datación y otro para el conjunto de modelo. Si estos índices se sitúan por debajo del 60%, la datación en cuestión o el modelo en su conjunto poseerá una baja coherencia interna y deberá ser revisado (Bronk-Ramsey, 1995, pp. 427-428).

En nuestro caso, hemos realizado un modelo secuencial integrado por 7 fases independientes para las que se desconoce la relación temporal entre ellas (Figura 23). En este caso, casi todos los índices de correlación se muestran superiores o iguales al 60%. Tan solo en casos como C.BETA28056/BETA280358 los índices se acercan a este estándar (52.9 %). No por ello el modelo resulta incoherente ya que el índice que mide la consistencia del modelo en su conjunto es favorable ($A_{model}= 151.2$; $A_{overall}= 125.4$) por lo que estas dataciones han sido mantenidas.



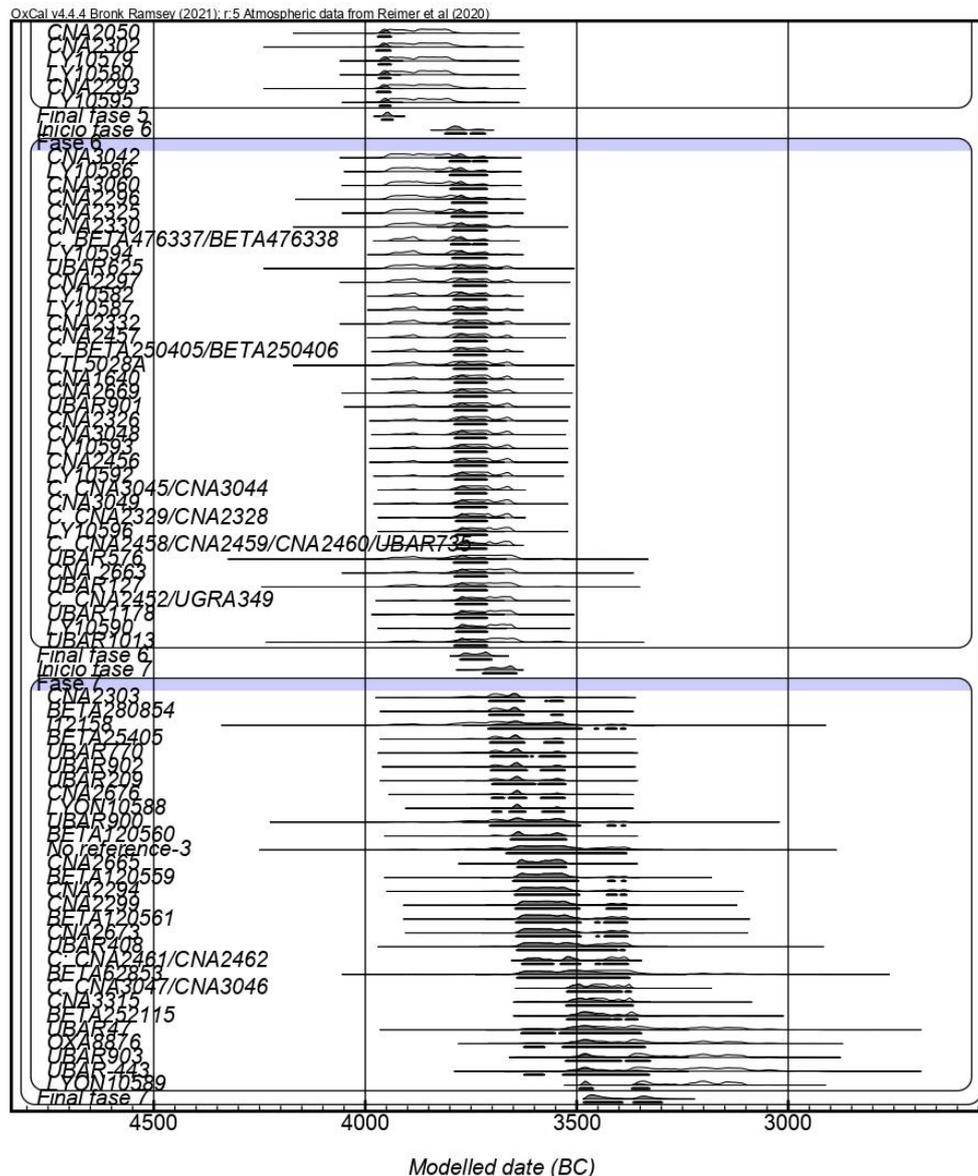


Figura 23. Modelo bayesiano secuencial de 7 fases utilizando OxCal 4.4.4 para los 146 eventos funerarios (véase Anexo 3: Script dataciones radiocarbónicas)

Si observamos las transiciones entre las fases del modelo (Tabla 11), las cuatro primeras fases se superponen sucesivamente entre ellas aproximadamente 100 años. Esto no ocurre entre las fases 4 y 5, donde este solapamiento se da en menos de 20 años. Este hecho indica mayor precisión del conjunto. La transición entre la fase 5 y 6 vuelve a solaparse casi 100 años mientras que entre la fase 6 y 7 se solapa tan solo menos de 20 años.

Para calcular el inicio y final de cada fase, se ha considerado que las dataciones se distribuyen de manera aleatoria en el periodo de actividad, es decir, se ha utilizado la función *Boundary* para determinar el tipo de distribución de las dataciones (Bronk-Ramsey, 2009, p. 346), implementada mediante el software OxCal 4.4.4 (Bronk-Ramsey, 2009).

Fases	Boundary start (cal. BC)	Boundary end (cal. BC)
1	5534-5324	5461-5220
2	5321-5067	5184-4861
3	4975-4725	4444-4298
4	4370-4268	4156-3978
5	3990-3960	3961-3936
6	3811-3718	3776-3703
7	3722-3644	3484-3300

Tabla 11. *Boundary start* y *boundary end* de cada fase modelada calibrada en 2 sigmas.

Con el objetivo de evaluar las variaciones en la frecuencia o intensidad con que las dataciones radiocarbónicas se distribuyen en un determinado rango temporal se ha considerado utilizar la suma de probabilidad de las dataciones. Los puntos de mayor y menor probabilidad de la suma se han interpretado en términos de intensidad de actividad, es decir como forma de inferir en la demografía. Aun así, tal y como señala Lozano y Capuzzo (2020), existe un amplio y controvertido debate en esta validez interpretativa (p. ej. Crema y Bevan, 2021; Pardo-Gordó y Barceló, 2020).

En este caso, se observa (Figura 24) un bajo nivel de intensidad demográfica en el VI milenio y mitad del V cal. BC. Este hecho cambia totalmente con la irrupción de los *Sepulcres de Fossa*, dándose su máximo esplendor alrededor del 4000 cal. BC y manteniéndose constante hasta mediados del IV milenio cal. BC, momento en que la acumulación decrece hasta desaparecer a finales del mismo milenio.

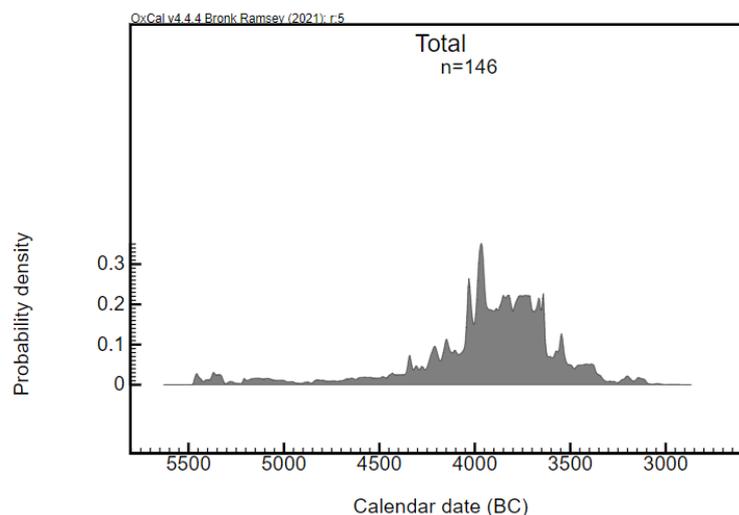


Figura 24. Suma de todos los eventos definidos.

5.1.3. Evolución estructural y temporal de la topografía de red

Exceptuando las fases 1 y 2, las cuales son clústeres aislados, el resto de los grupos se encuentran altamente conectados. Si observamos la Tabla 13 y la Figura 25, podemos ver como la media del grado pesado y no pesado depende directamente de la cantidad de nodos de cada

fase. Aun así, la importancia de cada nodo dentro de la red no es constante ya que hay nodos con mayor valor de intermediación. Son el caso del nodo 144 asociado a Garrofers de Santa Maria, con un valor de 1553, el nodo 82, asociado a la Cova dels Lladres, con un valor de 1376, o el nodo 68, asociado a Can Sadurní-INH4, con un valor de 917. Más allá de remarcar la intermediación de dichos nodos, debe ser considerado que el grado de cada uno de ellos no es relevante para entender la red ya que, aplicando el método de Clauset et al. (2009), se observa que esta red es aleatoria (Tabla 12).

	Estadística	LP	LN	EXP
Red	KS	0.081	0.085	0.085
temporal	p	0.43	0.19	0.04*

Tabla 12. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de los nodos del modelo de red temporal. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Para cada conjunto de datos se incluye la estadística de bondad de ajuste (KS) y la probabilidad (p) de que los datos empíricos sigan una distribución de Poisson (LP), logaritmo normal (LN) o una distribución exponencial (EXP). Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*).

Si analizamos sus características estructurales, observamos que la modularidad, la media de camino corto y el diámetro presentan cierta correlación. La variable que posiblemente determine el comportamiento de las demás es la modularidad ya que mide que tan fuertemente puede dividirse una red en clústeres, siendo esta más fuerte cuando los nodos de cada grupo modular están bien conectados entre ellos, y menos conectados a nodos fuera de su grupo. Esta medida indica pues el grado de cohesión social interna del grupo. Con ello, si esta medida disminuye entre dos grupos modulares que son continuos temporalmente, puede indicarnos un periodo de mayor fragmentación mientras que, por el contrario, si el valor aumenta, será indicativo de periodos con mayor homogeneidad e interconexión entre comunidades. En este caso, exceptuando las dos primeras fases las cuales, dada su reducida dimensión, la modularidad no puede ser computada, observamos cierta fragmentación en la conexiones entre la fase 3 y 4. Esta cohesión se mantiene a lo largo de la fase 5 hasta un aumento significativo de fragmentación en la fase 6, momento en el que la cohesión social llega a su mínimo (0.064). Finalmente, el valor modular vuelve a aumentar exponencialmente en la fase 7, dando lugar a una fase con un alto grado de cohesión interna e interconexión entre grupos.

	TOTAL	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
n nodos	146	3	4	8	22	44	36	29
n conexiones	5502	6	8	24	34	1684	1202	526
Grado medio	75.37	4	4	6	30.364	76.545	66.778	36.275
Grado medio pesado	192.877	12.703	14.342	14.354	85.422	223.005	208.359	94.815
Diámetro	10	1	2	4	2	2	2	2
Densidad	0.52	2	1.33	0.857	1.446	1.78	1.908	1.296
Modularidad	0.461	-	-	0.296	0.127	0.126	0.064	0.271
Coefficiente medio de agregación	0.763	1	0.778	0.454	0.894	0.923	0.959	0.87
Media de camino corto	2.418	1	1.333	1.821	1.277	1.11	1.046	1.352

Tabla 13. Características globales de cada grupo modular o fase de la red sincrónica.

Tanto la densidad como el coeficiente de agregación son métricas que nos hablan de la estabilidad de la red. Mientras que la densidad nos habla de la facilidad con que fluye la información por la red, el coeficiente de agregación nos proporciona información relativa al grado de resiliencia de la red ante disrupciones. En este caso, ambas medidas muestran

tendencias similares ya que su divergencia suele ser indicativa de la presencia de situaciones anormales y potencialmente interesantes.

Estas tendencias similares también se dan en la densidad, tamaño de la red y camino más corto. Tal y como se observa en la Figura 25, cuando menor es la distancia del camino más corto, la densidad y el tamaño de la red aumenta y, por ende, la cohesión de la red y la conectividad entre nodos crece. Esta dinámica de crecimiento puede ser observada a largo de las fases 4, 5 y 6, hasta su decrecimiento en la fase 7, aunque en la fase 6 encontramos se observa que mientras el tamaño disminuye su coeficiente de agregación sigue aumentando. Esta medida calcula el grado en el que los nodos tienden a agruparse por lo que podemos caracterizar esta fase como un momento de resiliencia: aunque la red disminuya de tamaño, los nodos cercanos se encuentran fuertemente unidos entre ellos (altos valores de agregación). Aun así, el conjunto no presenta una gran cohesión (baja modularidad), hecho que propicia su fragmentación en la fase 7.

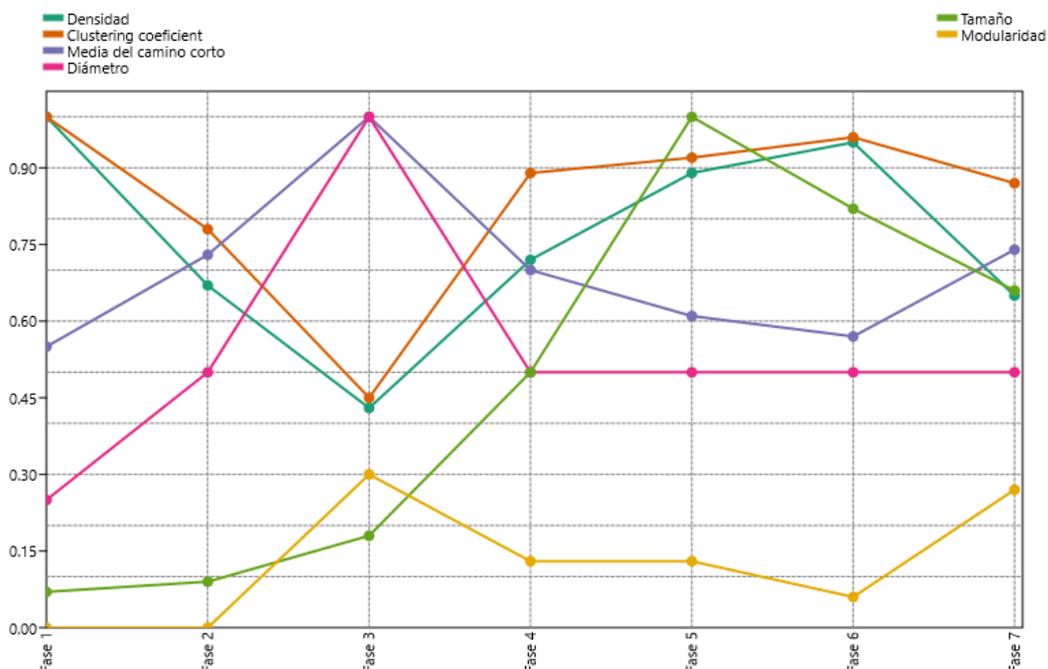


Figura 25. Gráfico de las características globales de cada grupo modular o fase de la red sincrónica.

Para poder analizar si el sistema reduce o amplía su tamaño o si los nodos han sido reemplazados parcial o totalmente, se calcula el valor NTR implementado el método de creación de ventanas temporales anteriormente descrito (véase apartado 4.3.1.2). Con ello, observando la desaparición de nodos clave en la red podemos identificar una disrupción en la forma en que se transmite la información, por lo que esta métrica es muy útil a la hora de caracterizar la evolución del sistema.

Los 146 eventos asociados a sepulturas han sido divididos en un total de 18 ventanas temporales (Tabla 14). Cabe tener en cuenta que el número de nodos no corresponde al número total de eventos analizados ya que, como ha sido descrito anteriormente, aquellos nodos que ocupan más de una ventana (con una probabilidad mayor del 25%), se han mantenido en ambas ventanas.

En las diferentes ventanas se calcula el valor NTR de tal manera que los valores positivos corresponden al aumento de la red y, contrariamente, los valores negativos indican su decrecimiento. Para poder compararlos, los valores han sido normalizados, siendo 1 cuando la red está compuesta exclusivamente por nodos "nuevos" y -1 cuando no han desaparecido todos los nodos.

Los resultados (Tabla 14) nos enmarcan tres momentos de desarrollo diferentes. El primero (5500-4500 cal. BC) se relaciona a todo el paquete de dataciones asociadas, tradicionalmente, al Neolítico antiguo. En él se observan valores de NTR muy bajos o cercanos a 0, es decir se da un aumento de la red minoritario o nulo, con un pico máximo de crecimiento durante la ventana 4800-4650 cal. BC (0.133), caracterizándolo en este momento como un periodo de estabilidad y crecimiento constante del sistema.

Por otro lado, el segundo momento (4500-3750 cal. BC), se asocia a la explosión de los llamados *Sepulcros de Fossa*. Se caracteriza por una aparición esporádica de gran cantidad de nodos (ventana 4500-4350 cal. BC) (0.5) seguida de un aumento constante de nuevos nodos a modo de flujo-reflujo (se alternan altas frecuencias de aparición con frecuencias medias en cada ventana temporal). La tendencia de este crecimiento es negativa, es decir, el valor de crecimiento disminuye hasta su estabilización en la ventana 3900-3750 cal. BC.

Finalmente, el último momento (3750-2850 cal. BC) se caracteriza por la desaparición constante de nodos (valores negativos de NTR). De la misma forma que en el momento anterior, pero de forma inversa, la desaparición se da de forma oscilante, es decir, desaparecen de forma alterna cantidades altas y medias de nodos.

	Ventanas temporales (BC)	n sepulturas/nodos	NTR
1	5550-5400	3	1.0
2	5400-5250	4	0.25
3	5250-5100	5	0.050
4	5100-4950	5	0.0
5	4950-4800	5	0.0
6	4800-4650	6	0.133
7	4650-4500	6	0.0
8	4500-4350	12	0.5
9	4350-4200	28	0.285
10	4200-4050	52	0.412
11	4050-3900	69	0.208
12	3900-3750	94	0.235
13	3750-3600	73	-0.189
14	3600-3450	31	-0.445
15	3450-3300	21	-0.307
16	3300-3150	11	-0.476
17	3150-3000	6	-0.454
18	3000-2850	5	-0.166

Tabla 14. Ventanas temporales y valor NTR.

Si unificamos los valores NTR de cada una de las ventas temporales con el análisis global de los grupos modulares obtenidos del análisis de la red temporal (Figura 26 y Tabla 15), podemos definir tres etapas o momentos de desarrollo diferentes con sus respectivas sub-etapas (variaciones internas en cada etapa):

- Etapa 1 (5429-4371 cal. BC): asociada al Neolítico antiguo, se caracteriza por ser una etapa de estabilidad y crecimiento constante del sistema. Los pocos datos de los que disponemos nos indican niveles bajos de conectividad temporal, es decir, los eventos se suceden de forma discontinua (grupos modulares aislados).
 - Sub-etapa A (5429-5023 cal. BC): se trata del Neolítico antiguo cardial y se caracteriza por una baja conectividad y un aumento demográfico progresivo.
 - Sub-etapa B (4850-4371 cal. BC): etapa asociada al Neolítico antiguo epicardial. En ella aumenta la cohesión modular en conjunto y el tamaño del sistema. Es el “preámbulo” a la eclosión de los *Sepulcres de Fossa*.
- Etapa 2 (4319-3740 cal. BC): se asocia a la explosión de los *Sepulcres de Fossa* y se caracteriza por una aparición esporádica de gran cantidad de nodos, aumento del tamaño, gran conectividad y cohesión y agrupación de los nodos.
 - Sub-etapa A (4319-3949 cal. BC): disminuye la cohesión interna con relación a la etapa anterior, aunque esta se mantiene constante a lo largo de esta sub-etapa. A su vez, el crecimiento de la red sigue constante. Se caracteriza por ser el momento de máximo crecimiento y explosión de este horizonte cultural.
 - Sub-etapa B (3764-3740 cal. BC): aunque se siguen creando nuevos nodos el tamaño de la red disminuye, dándose valores menores de cohesión global. Se trata de una etapa de cambio donde la red no se fragmenta, pero sí que cambia de forma drástica, es decir, se da una sustitución de algunos nodos por otros nodos muy unidos entre ellos (altos niveles de agregación), es decir, los nodos que desaparecen se sustituyen por otros nodos que se encuentran más cercanos entre ellos.
- Etapa 3 (3683-3392 cal. BC): finalmente, si bien aumenta su cohesión modular, la pérdida de nodos y la disminución en el tamaño de la red nos indican la fragmentación inminente de la red.

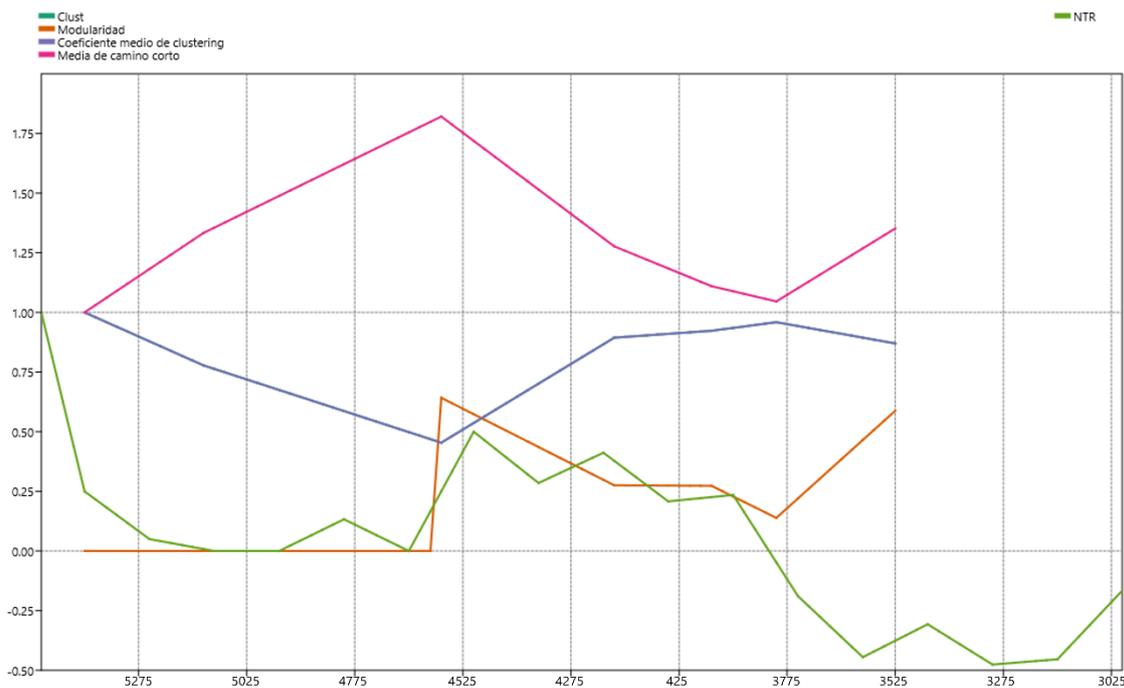


Figura 26. Gráfico integrado de las características globales de cada grupo modular y NTR de las ventanas temporales. (los valores de los grupos modulares han sido colocados calculando las medias temporales de cada grupo modular). Para las ventanas se ha utilizado el valor de su inicio.

Grupo modular	Modularidad	Tamaño	Camino medio	Agregación/Densidad	NTR
1	NA	+	+	-	=
2					
3	+				
4	-				
5	=	-	-	+	+
6	-				
7	+				

Tabla 15. Resumen de las principales características del modelo temporal analizado. Donde “+” indica aumento, “-“ decrecimiento, “=” constancia.

5.2. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ARTEFACTUAL

Partiendo del axioma que la construcción de una red se fundamenta en la abstracción de fenómenos del pasado mediante su objetivación para, posteriormente, conceptualizarlos en datos de red, en este apartado se lleva a cabo el análisis general del contenido artefactual localizado en las sepulturas neolíticas. Para ello se han seleccionado todas aquellas en las que el contenido no se ha visto afectado (Nivel 1 y 2; n= 295) para, posteriormente, a partir de las frecuencias de cada material, analizar su topología de red a través de su comparación con modelos matemáticos.

En el apartado 5.2.3 se presentan los puntos en común y divergencias en la práctica ritual de estas sociedades a partir del análisis de las co-asociaciones de materiales (véase apartado 4.3.2.) Dado que la evolución de estas asociaciones puede ser calculadas a nivel temporal, se seleccionan para este análisis los eventos descritos anteriormente (n= 146).

Aglutinando este análisis, finalmente, se esboza la evolución estructural y temporal del contenido artefactual.

5.2.1. Análisis general de la muestra

El estudio de las asociaciones de artefactos o ajuar localizado en el interior de las sepulturas deviene paso previo imprescindible al enfoque de red. Cuantificando la presencia de dichos artefactos para todos los sepulcros con contenedor no afectado (Figura 27), podemos observar como algunos artefactos se localizan en la gran mayoría de sepulturas, como la cerámica (n=127 sepulturas), el sílex (n= 134), el sílex melado (n= 108) y la industria ósea (n= 106) mientras que otros que tan sólo se localizan en pocas de ellas como la galena (n= 2), la obsidiana (n= 5) y los brazaletes de *Glycymeris* (n= 7).

Los elementos que más aparecen, de media, debido a que se han contabilizado el número total de cuentas o fragmentos de una misma pieza (collar, pulsera, etc.) son los ornamentos (malacología, brazaletes de *Glycymeris*, variscita, cuentas de piedra y ornamentos indeterminados), seguido de los restos de fauna (Tabla 16). La obsidiana, las hachas locales y exógenas, los colmillos de *Sus scrofa* y la galena aparecen de media entre 1 y 2 veces en aquellas tumbas en las que son presentes. En cambio, el sílex, el sílex melado, el macrolítico, la industria ósea y la cerámica se encuentran oscilando entre los 3 y 6 elementos en aquellas sepulturas en las que aparecen.

Dada pues esta heterogeneidad de frecuencias es necesario implementar técnicas de visualización para descubrir y mostrar la presencia o ausencia de relaciones e (inter)dependencias en la deposición de estos artefactos en las sepulturas.

Las asociaciones entre artefactos de origen exógeno o que bien forman parte del circuito de circulación clásico (Terrades et al., 2016), como la variscita de Gavà, con materiales locales, pueden indicarnos el motor de cambio. Es por ello, que tendremos en especial consideración aquellos materiales que, tradicionalmente, se han asociado a los ejes de circulación N-S (hachas exógenas, obsidiana y sílex melado) y S-N (varsicita) (Molist et al., 2016; Fíguls et al., 2012; Weller y Fíguls, 2012).

	n sepulturas	n materiales	μ
OBS.	5	6	1.20
SIL. ME	108	408	3.78
SIL.	134	496	3.70
HAC. EX.	26	36	1.38
HAC. LOC.	39	76	1.95
MACR.	31	85	2.74
FAU.	69	1203	17.43
COL.	21	33	1.57
MALAC.	54	6262	115.96
BRAZ.	7	61	8.71
VAR.	74	2125	28.72
CUEN. PIE.	12	1079	89.92
ORN.	34	312	9.18
GAL.	2	2	1.00
IND. OS.	106	635	5.99
CER.	127	278	2.19

Tabla 16. Cantidad de sepulcros y artefactos presentes en cada uno de ellos.

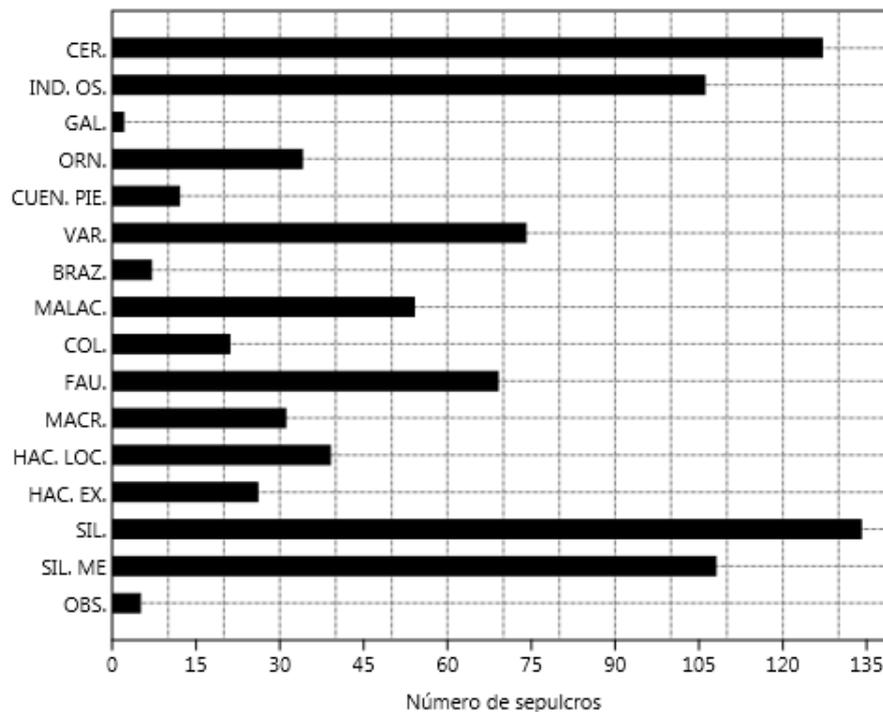


Figura 27. Presencia de artefactos para todos los sepulcros con el contenido no afectado (n= 258).

Uno de los métodos más utilizados en la arqueología para el análisis del contenido funerario ha sido el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de correspondencias (CA) (Bai, 2022; Greenacre, 1984; He, 2019). Ambos métodos emplean un pensamiento de reducción de dimensionalidad similar para representar relaciones complejas de variables de una manera manejable, condensando las complejidades originales de los datos en varios componentes

principales a través de transformaciones de matrices e investigando la combinación lineal de cada componente principal con las variables originales (Shennan, 1988). Sin embargo, cada variable original tiene una cierta carga en el componente principal dificultando la interpretación sobre las variables originales que quedan representadas por cada componente principal (Bai, 2022). Es por ello por lo que este método no es óptimo para este caso de estudio.

Como alternativa, aplicamos el agrupamiento por K-medias (*K-means* en inglés) para todas aquellas tumbas en las que el contenido no ha sido afectado y presenta ajuar (Nivel 1 y 2; n= 258) tomando los valores absolutos de cada variable. El objetivo de este análisis es que el algoritmo encuentre la variabilidad mínima dentro de la agrupación máxima entre clústeres, es decir, que busque la mayor homogeneidad dentro de cada uno de los agrupamientos y la mayor heterogeneidad entre los clústeres. Para ello recoloca cada observación en grupos diferentes y analiza las variabilidades presentadas. Debido a que esta técnica requiere como paso previo definir el número de clústeres, se grafica la inercia frente a los % de *eigenvalue* de cada uno de ellos obtenido mediante un análisis CA. La inercia se entiende como la suma de las distancias al cuadrado de cada observación al centroide de su clúster. Con ello, normalmente se observa una curva en forma de codo y se selecciona su punto de inflexión como el mejor valor para el número de agrupaciones. En nuestro caso (Figura 28), podemos elegir 6 clústeres como el mejor valor, lo que explica el 11.465 %, el 9.984 %, el 8.717 %, el 8.053 %, el 7.750 % y el 7.247 % de la relación de la varianza y más del 45 % en total (Tabla 17).

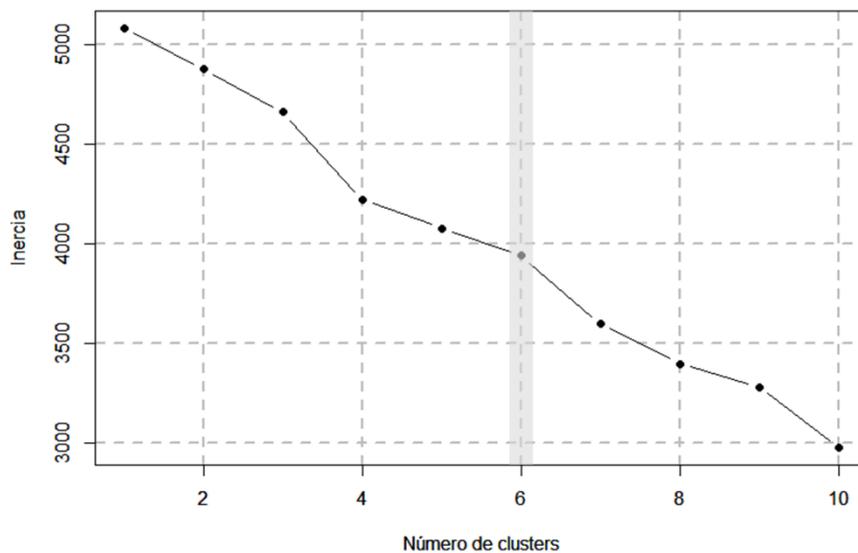


Figura 28. Gráfico de las inercias de cada clúster para todos los sepulcros con el contenido no afectado (n= 258). El sombreado indica el punto de inflexión.

Axis	<i>Eigenvalue</i>	% del total	Acumulativo
1	0.381	11.465	11.465
2	0.332	9.9846	21.449
3	0.290	8.7171	30.167
4	0.268	8.0534	38.22
5	0.258	7.7506	45.971
6	0.241	7.247	53.218

Tabla 17. Valores de los clústeres del Análisis de Correspondencia efectuado para todos los sepulcros con el contenido no afectado (n= 258).

Mediante la presencia de los artefactos en cada uno de los clústeres (Tabla 18), podemos caracterizar por que se caracteriza cada uno de ellos. Esto nos ayudará a interpretar las relaciones de similitud/disimilitud de las tumbas ya que estas vienen condicionadas por la presencia y cantidades de estos artefactos.

Concretamente, el Clúster 1 se explica por la alta concentración de cerámica, el Clúster 2 por el sílex y a industria ósea, el Clúster 3 por el sílex melado, la industria ósea y la cerámica, el Clúster 4 por el sílex melado, el Clúster 5, por el sílex melado, el sílex, la variscita y la industria ósea y, finalmente, el Clúster 6 por el sílex melado, la fauna, la variscita y la industria ósea.

	Clúster 1 (93)	Clúster 2 (63)	Clúster 3 (24)	Clúster 4 (36)	Clúster 5 (30)	Clúster 6 (12)
OBS.	0.000	0.000	0.042	0.028	0.100	0.000
SIL. MEL.	0.204	0.063	0.833	0.917	0.733	0.833
SIL.	0.301	0.857	0.208	0.444	1.000	0.083
HACH. EX.	0.065	0.032	0.042	0.167	0.267	0.250
HACH. LOC	0.118	0.048	0.042	0.278	0.267	0.500
MACRO.	0.054	0.079	0.083	0.361	0.167	0.083
FAU.	0.183	0.222	0.042	0.361	0.433	0.917
COL.	0.065	0.111	0.125	0.000	0.100	0.167
MALAC.	0.183	0.175	0.333	0.333	0.200	0.000
BRAZ.	0.054	0.016	0.042	0.000	0.000	0.000
VAR	0.215	0.000	0.125	0.333	1.000	0.750
DEN. PIED.	0.075	0.000	0.000	0.056	0.000	0.250
ORN.	0.172	0.159	0.042	0.028	0.100	0.250
GAL.	0.011	0.000	0.000	0.000	0.033	0.000
IND. OS.	0.000	0.683	1.000	0.056	0.833	1.000
CER.	0.785	0.206	0.792	0.056	0.467	0.500

Tabla 18. Valores normalizados de la cantidad de veces que aparece cada artefacto en cada clúster. () = número total de sepulturas. El sombreado indica los valores ≥ 0.5 .

Estos resultados deben tomarse con cautela debido que el valor acumulativo de los 6 clústeres es $< 85\%$ (53.218) y, por ende, la interpretación de la agrupación no es del todo óptima. Por ello, la aplicación de un enfoque de red es completamente necesaria. Aun así, previo a este, como último método de visualización, de correlaciones de artefactos, se ha implementado el coeficiente de correlación de Pearson mediante el software Past.4.11 (Hammer et al., 2001) para medir la magnitud de la tendencia entre estas variables, ayudándonos así a comprender el conjunto de forma global.

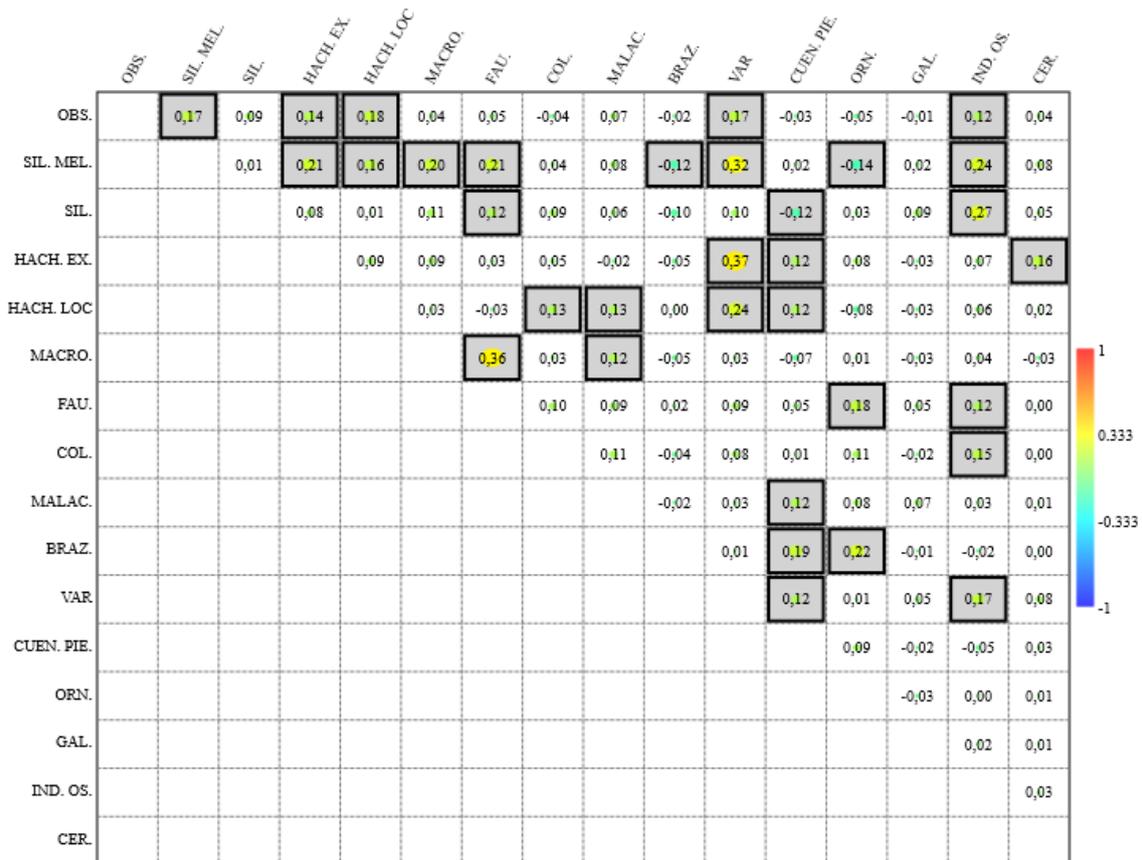


Figura 29. Tabla de correlaciones para los niveles 1 y 2 de análisis. En gris, se señalan los valores de $p \leq 0.05$ del test de significancia del coeficiente de correlación de Pearson. El gradiente de colores indica el índice de correlación.

En la Figura 29 observamos como todas las correlaciones que rechazan la hipótesis nula ($p < 0.05$), es decir que presentan una correlación estadísticamente significativa, oscilan entre 0.12 y 0.37, siendo todas ellas positivas o cercanas a 0. Las correlaciones cercanas a 0, consideradas aquellas con valores inferiores a 0.20, indican que la relación entre las variables es débil. Si bien no tenemos correlaciones cercanas al +1, es decir con una relación totalmente lineal entre dos variables, los valores más altos (0.24-0.37) nos indican cierta asociación entre dichas variables. Por otro lado, las correlaciones con valores negativos nos indican tendencias contrarias, es decir, las variables se mueven en direcciones opuestas (cuando una aumenta la otra disminuye). Estos valores oscilan entre el -0.12 y el -0.14.

Resumidamente, destacan las asociaciones de variscita con materiales exógenos como el sílex melado (0.32) o las hachas exógenas (0.37) y, en menor medida con la obsidiana (0.17). A su vez, el sílex melado presenta una pequeña correlación negativa con los brazaletes de *Glycymeris* (-0.12). Estas asociaciones nos indican la importancia de este material a la hora de dirigir y articular las redes de cambio con materiales foráneos al NE peninsular.

5.2.2. Ajuste del contenido artefactual a la distribución matemática

A partir de las frecuencias de aparición cada material en los sepulcros funerarios, se ha comparado su distribución con tres distribuciones matemáticas: distribución de Poisson, logarítmica-normal y exponencial o ley de potencia. Tal y como se ha señalado (véase apartado 4.3.3), estas tres distribuciones responden a tres modelos de red, respectivamente: redes aleatorias, redes de pequeño-mundo y redes de libre escala.

El ajuste de los datos empíricos a los modelos matemáticos nos ayudará a entender cómo se depositan y consumen los artefactos en las sepulturas. Concretamente, se han seleccionado el conjunto de 146 eventos asociados a prácticas funerarias descritos anteriormente.

El primer ajuste llevado a cabo para el total de artefactos presentes en cada una de las fases (Tabla 19), muestra que la tendencia general (total) es aleatoria o logarítmica-normal, es decir, tan sólo algunas tumbas presentan mayor acumulación de materiales, aunque su tendencia es aleatoria. Este tipo de distribución indica que las redes se componen de agrupaciones locales altamente interconectadas, que a su vez están conectadas a través de una serie de "puentes" o conexiones débiles. O lo que es lo mismo, si un nodo tiene muchos vecinos es más probable que esos vecinos también estén conectados entre sí y por lo tanto agrupe mayor cantidad de materiales.

Si analizamos cada una de las fases, podemos observar como la fase 4 presenta una distribución logarítmica-normal mientras que la fase 5 y 6 tienen una distribución aleatoria. No contradice la tendencia general. Esto no ocurre en la fase 7, donde su distribución es claramente exponencial, es decir, que hay un pequeño número de nodos muy conectados (*hubs*) y muchos nodos con pocas conexiones. En este caso, pocas sepulturas tendrían gran cantidad de estos materiales (*hubs*) delante de la gran mayoría en las que tan sólo serían presentes en frecuencias bajas.

	n sepulturas	n materiales		LP	LN	EXP
TOTAL	110	5672	KS	0.068	0.043	0.281
			p	0.58	0.61	0.00*
FASE 4	17	2762	KS	0.138	0.123	0.366
			p	0.45	0.73	0.00*
FASE 5	40	1475	KS	0.104	0.088	0.210
			p	0.78	0.19	0.12
FASE 6	32	715	KS	0.097	0.088	0.213
			p	0.58	0.41	0.00*
FASE 7	21	720	KS	0.115	0.100	0.161
			p	0.55	0.55	0.78

Tabla 19. Resultados de la bondad de ajuste para el total de la distribución de los artefactos. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

Estudiando cada tipo de artefacto de forma individualizada (Tabla 20) y eliminando todas aquellas frecuencias ≤ 3 (obsidiana, brazaletes de *Glycymeris* y galena), se observa que los materiales que se distribuyen al azar son las hachas exógenas ($p= 0.72$), los elementos macrolíticos ($p= 0.69$), la malacología ($p= 0.65$), el ornamento indeterminado ($p= 0.47$) y la cerámica ($p= 0.71$) por lo que no nos ofrecerán información relevante para distinguir un consumo diferencial de estos materiales. Aun así, la escasa presencia de estos en las sepulturas,

como es el caso de las hachas exógenas ($n= 26$ en 11 sepulturas) y los elementos macrolíticos ($n= 31$ en 16 sepulturas), sí que nos indican una distribución disimétrica.

Los materiales que siguen una distribución logarítmica-normal, y por lo tanto un modelo de red de pequeño-mundo, son el sílex melado ($p= 0.87$), el sílex ($p= 0.89$), la fauna ($p= 0.27$), los colmillos ($p= 0.65$), la industria ósea ($p= 0.53$). Aun así, exceptuando la fauna, todos ellos también comparten altos valores de significancia con la distribución exponencial.

Finalmente, los materiales con una distribución de ley de potencia o exponencial, es decir que siguen un modelo de red de libre escala, son el caso del sílex melado ($p= 0.95$), el sílex ($p= 0.94$), las hachas locales ($p= 0.18$), los colmillos ($p= 0.65$), la variscita ($p= 0.77$), las cuentas de piedra ($p= 0.52$) y la industria ósea ($p= 0.53$).

	n sepulturas		LP	LN	EXP
OBSIDIANA	2	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA
SÍLEX MELADO	62	KS	0.121	0.037	0.031
		p	0.14	0.87	0.95
SÍLEX	63	KS	0.85	0.02	0.022
		p	0.11	0.89	0.94
HACHAS EXÓGENAS	11	KS	0.06	NA	0.13
		p	0.72	NA	0.13
HACHAS LOCALES	18	KS	0.152	NA	0.087
		p	0.06	NA	0.18
MACROLÍTICO	16	KS	0.081	0.097	0.174
		p	0.69	0.28	0.27
FAUNA	38	KS	0.095	0.092	0.256
		p	0.17	0.27	0.02*
COLMILLOS DE <i>SUS SCRIFA</i>	12	KS	0.093	0.072	0.066
		p	0.56	0.64	0.65
MALACOLOGÍA	27	KS	0.071	NA	0.123
		p	0.65	NA	0.01*
BRAZALETES DE <i>GLYCYMERIS</i>	3	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA
VARISCITA	36	KS	0.171	0.089	0.105
		p	0.31	0.32	0.77
CUENTAS PIEDRA	7	KS	0.233	0.241	0.286
		p	0.4	0.18	0.52
ORNAMENTO INDETERMINADO	14	KS	0.08	NA	0.444
		p	0.47	NA	0*
GALENA	1	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA
INDUSTRIA ÓSEA	68	KS	0.105	0.045	0.09
		p	0.02*	0.53	0.53
CERÁMICA	73	KS	0.023	0.024	0.2
		p	0.71	0.66	0*

Tabla 20. Resultados de la bondad de ajuste para la distribución de los artefactos asociados a los 146 eventos o sepulturas funerarias. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras ≤ 3 no se ha computado.

Estos resultados sugieren la presencia de una disimetría en la repartición de materiales asociados, tradicionalmente, al intercambio de media y larga distancia como la variscita, así como de materiales exógenos como el sílex melado.

5.2.3. Co-asociación de artefactos

La complementariedad del análisis de correlación efectuado anteriormente con los análisis de co-asociación facilita la lectura diacrónica de los resultados para analizar los puntos en común y divergencias en la práctica ritual de estas sociedades. Se trata de una estrategia similar a la anterior, pero efectuada desde un enfoque de red, por lo que se han seleccionado el conjunto de 146 eventos.

Utilizando este conjunto de sepulturas, mediante la comparación de la co-asociación observada en dos clases de materiales con su co-asociación esperada en función de la presencia/ausencia general de cada uno de ellos, se ha generado una medida de co-asociación para cada par de artefactos (Tabla 21).

Para representar estas asociaciones, se han tomado los valores de las co-asociaciones de la Tabla 21 de valores y se ha construido un grafo mediante el paquete Igraph (Csardi y Nepuz, 2006) en R (R Core Team, 2023) facilitando la interpretación e implementando diversas métricas de red. Esta red toma las clases de adorno como nodo y las conecta, ponderadamente, considerando que una mayor co-asociación es aquella con un valor positivo más alto (Figura 30).

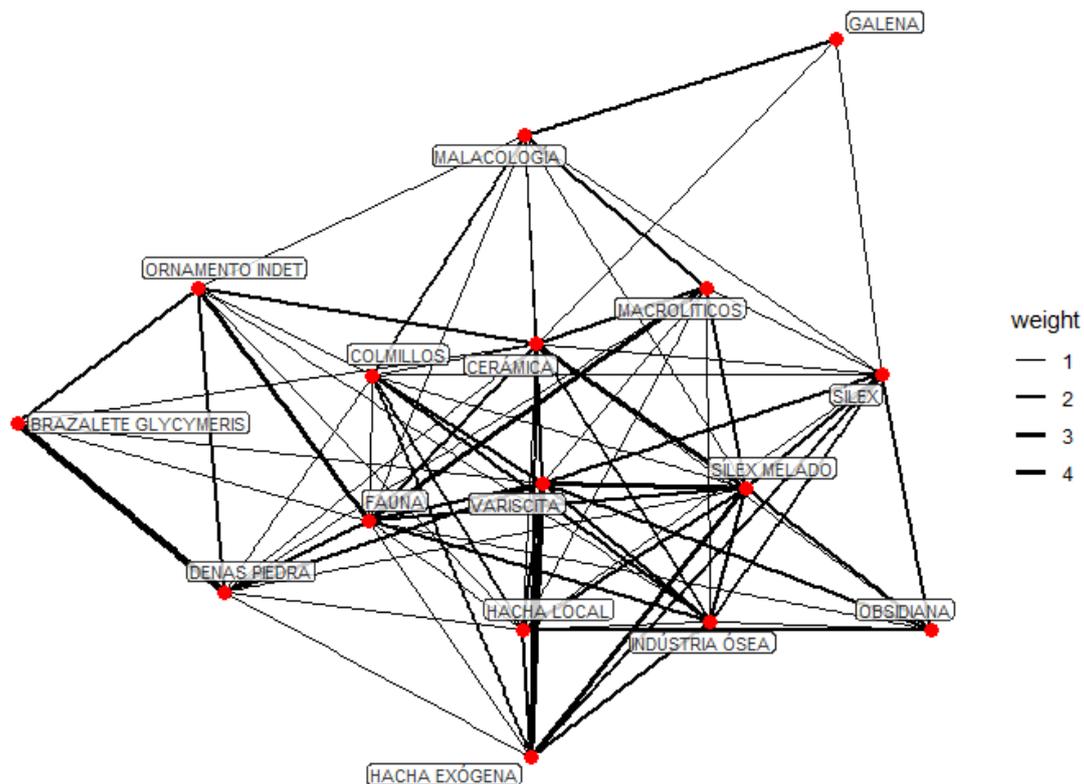


Figura 30. red de co-asociaciones de tipos de artefactos para todas las sepulturas. Los vínculos entre las clases de adorno se dan para valores superiores a +0.01.

A su vez, para cuantificar la influencia de cada nodo se ha calculado la centralidad de vector propio (*eigenvector centrality*) utilizando el mismo paquete de R que para representar las asociaciones. Un valor alto de esta medida indica que los nodos están conectados a otros nodos que a su vez son muy relevantes, en el sentido de la misma medida, o bien a muchos otros nodos

que pueden ser menos relevantes. Un valor bajo, por el contrario, indica que los nodos se encuentran conectados a otros nodos periféricos o poco relevantes.

Con ello, mediante los valores de co-asociación (Tabla 21) y los valores de la centralidad de vector propio (Tabla 22), se ha observado observar como la variscita y el sílex melado presentan mayor cantidad (número) y calidad (peso) de asociaciones. La variscita es el elemento más importante (1 *eigenvector*) con 4 valores que superan el grado 2 de asociación (entre 2.149 y 4.467) mientras que el sílex melado (0.988 *eigenvector*) presenta 6 valores superiores al grado 2 (entre 2.438 y 3.436). Estas asociaciones sugieren cierta importancia de estos materiales a la hora de dirigir y articular las redes de circulación.

Otra relación destacable es el alto grado de asociación entre las cuentas de piedra y los brazaletes de *Glycymeris* (4.897), ambos con valores de *eigenvector* bajos (0.455 y 0.222, respectivamente), por lo que esta relación no se da por ser artefactos importantes dentro de la red sino por encontrarse conjuntamente en las pocas sepulturas en las que ambos aparecen. Aunque la variscita ostenta el máximo valor de *eigenvector*, esta se encuentra altamente asociada con las hachas exógenas (4.446), las cuales, a su vez, también se asocian con el sílex melado (2.976). Es pues esta tríada de materiales la que define la topología de la red: las hachas exógenas, la variscita y el sílex melado.

Otros valores altos relevantes son la asociación de la obsidiana con la variscita (2.149), es decir, se repite la relación de la variscita con un material exógeno, así como el sílex melado con la industria ósea (2.727) y las hachas locales con la variscita (2.681). Por otro lado, podemos observar algunos artefactos que no presentan asociaciones de alta relevancia (< 2), como el sílex, los colmillos de *Sus scrofa*, la malacología y la galena.

Finalmente destacan un conjunto de artefactos que presentan, mayoritariamente, asociaciones con un alto valor de relevancia entre ellos como el macrolítico, la fauna, el ornamento indeterminado y la cerámica.

	OB.	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	BRAZ.	VAR.	CUEN. PIE.	ORN.	GAL.	IND. OS.	CER.
OB.		1.252	1.228	-0.388	1.519	-0.469	0.666	-0.406	-0.609	-0.203	2.149	-0.310	-0.438	-0.117	0.071	1.003
SI. ME			1.336	2.976	1.619	2.438	2.603	0.859	0.472	-1.134	3.436	0.602	-1.233	-0.653	2.727	2.833
SI.				1.052	0.455	0.817	-0.104	0.368	0.412	-1.143	1.467	-0.593	-0.848	0.867	1.581	0.905
HAC. EX.					1.418	-0.188	0.679	1.156	-1.436	-0.476	4.467	0.652	-0.054	-0.275	1.744	1.521
HAC. LOC.						0.736	0.618	1.256	-0.182	-0.609	2.681	0.148	0.210	-0.351	0.575	0.688
MACR.							2.901	-1.152	1.199	-0.574	1.049	0.267	-1.245	-0.331	0.206	1.818
FAU.								0.501	0.763	0.249	1.564	1.624	2.842	-0.511	1.598	2.460
COL.									1.205	-0.497	1.199	0.561	0.795	-0.287	1.471	0.417
MALAC.										-0.746	0.136	-1.143	0.885	1.897	-0.465	0.714
BRAZ.											0.303	4.897	1.329	-0.143	-0.338	0.410
VAR.												2.507	-0.791	-0.497	1.618	2.014
CUEN. PIE.													1.626	-0.219	-0.146	0.271
ORN.														-0.310	0.993	1.937
GAL.															-0.684	0.708
IND. OS.																1.566
CER.																

Tabla 21. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para todas las sepulturas. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

	OB.	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	BRAZ.	VAR.	DEN. PIE.	ORN.	GAL.	IND. OS.	CER.
TOTAL	0.383	0.988	0.426	0.771	0.541	0.527	0.756	0.395	0.222	0.224	1.000	0.455	0.377	0.080	0.643	0.777

Tabla 22. Valor de centralidad de vector propio de tipos de artefactos para todas las sepulturas.

Este tipo de análisis se ha realizado para cada grupo modular, pudiendo así observarse la evolución de los patrones internos más fuertes de co-asociación de artefactos (de la Tabla 24 a la Tabla 30), representando estas asociaciones mediante grafos (Figura 31) y calculando los valores de centralidad de vector propio de cada artefacto en cada fase (Tabla 23).

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
OB.	NA	NA	NA	NA	0.490	-	0.501
SIL. ME.	NA	NA	NA	1	0.892	0.605	0.846
SIL.	0.476	0.073	0.034	0.669	0.472	0.168	0.379
HAC. EX.	NA	NA	NA	0.819	0.576	0.743	0.730
HAC. LOC.	NA	NA	1	0.304	0.700	0.175	0.719
MACR.	NA	NA	NA	0.956	0.758	0.258	0.320
FAU.	1	1	1	0.447	0.838	0.992	0.648
COL.	NA	NA	NA	0.109	0.663	0.222	0.228
MALAC.	1	NA	0.122	0.169	0.314	0.146	0.153
BRAZ.	0.143	NA	NA	0.295	0.356	NA	NA
VAR.	NA	NA	NA	0.896	1	0.503	1
CUEN. PIE.	NA	NA	NA	0.295	0.603	0.963	NA
ORN.	1	1	1	0.307	0.117	1	0.228
GAL.	NA	NA	NA	0.162	NA	NA	NA
IND. OS.	0.522	1	0.793	0.911	0.275	0.473	0.580
CER.	0.143	0.600	0.778	0.784	0.498	0.418	0.600

Tabla 23. Valor de centralidad de vector propio de tipos de artefactos para cada fase (NA indica la ausencia de la clase de artefacto).

Con ello, para la fase 1 (Tabla 24), se observan valores muy bajos de asociación (≤ 2). Las relaciones más altas son la de la fauna con la malacología (1.225) y el ornamento indeterminado (1.225), la de este, el ornamento indeterminado con la malacología (1.225) y los brazaletes de *Glycymeris* con la cerámica (1.225). Por otra parte, el único elemento que se relaciona con todos menos con el sílex es la industria ósea. Los valores de *eigenvector* señalan esta relevancia (1) en estos tres artefactos: fauna, malacología y ornamento indeterminado.

La ausencia de materiales exógenos y la heterogeneidad de los conjuntos puede dar lugar a una red aleatoria, es decir, una red con ausencia de un patrón que indique simetría/disimetría entre sepulturas.

	SIL.	FAU.	MALAC.	BRAZ.	ORN.	IND. OS.	CER.
SIL.		0.463	0.463	-0.926	0.463	-0.387	-0.926
FAU.			1.225	-0.612	1.225	0.463	-0.612
MALAC.				-0.612	1.225	0.463	-0.612
BRAZ.					-0.612	0.463	1.225
ORN.						0.463	-0.612
IND. OS.							0.463
CER.							

Tabla 24. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 1. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001 .

La fase 2 (Tabla 25) es similar a la anterior ya que los valores de asociación son ≤ 1.225 . La gran mayoría de elementos se encuentran conectados débilmente entre ellos, exceptuando el sílex, el cual tan sólo se asocia con la cerámica. La fauna y el ornamento siguen presentando valores máximos de *eigenvector* (1), mientras que la malacología, la cual desaparece en esta fase, es sustituida por la industria ósea. Destaca la ausencia de brazaletes de *Glycymeris* en esta fase que, juntamente con la malacología, configuran un conjunto de materiales sin productos de origen marino.

	SL.	FAU.	ORN.	IND. OS.	CER.
SL.		-0.756	-0.756	-0.756	0.320
FAU.			1.155	1.155	0.516
ORN.				1.155	0.516
IND. OS.					0.516
CER.					

Tabla 25. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 2. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

Si bien en la fase 3 (Tabla 26) se mantiene la fauna y el ornamento indeterminado como máximos valores de *eigenvector* (1) aparecen, por primera vez, las hachas locales. Esta categoría irrumpe de forma importante en la red influyendo de la misma forma que la fauna y el ornamento, elementos que, por herencia, seguían definiendo las asociaciones. Este hecho no ocurre con la malacología, la cual vuelve a ser presente, pero con valores muy bajos de *eigenvector* (0.122). El sílex sigue presentando una mayor afiliación con la cerámica y la industria ósea, aunque, generalmente, pierde influencia (0.793) y se relacione, débilmente, con el resto de los materiales (entre 1.045 y 1.516).

	SIL.	HAC. LOC.	FAU.	MALAC.	ORN.	IND.OS.	CER.
SIL.		-0.730	-0.730	-0.508	-0.730	-0.910	0.303
HAC. LOC.			2.191	-0.508	2.191	1.516	1.516
FAU.				-0.508	2.191	1.516	1.516
MALAC.					-0.508	1.045	-0.627
ORN.						1.516	1.516
IND.OS.							0.890
CER.							

Tabla 26. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 3. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

Durante la fase 4 (Tabla 27) entran escena nuevos elementos que condicionan totalmente la topología de la red. La aparición de materiales exógenos como el sílex melado y las hachas exógenas, con valores de *eigenvector* de 1 y 0.819, respectivamente, reafirma los resultados obtenidos en el análisis general de co-asociación de todas las sepulturas: la importancia de los elementos exógenos. De la misma manera, elementos locales como el macrolítico (0.956) y la variscita (0.896) también irrumpen de forma relevante. El único elemento que se mantiene ajeno a estos cambios es la industria ósea, la cual mantiene su valor de relevancia (0.911).

Las asociaciones más relevantes de esta fase son las de los brazaletes de *Glycymeris* con las cuentas de piedra (ya observado en el análisis general) (4.482), el sílex melado con el macrolítico (3.311) y las hachas exógenas con la variscita (2.346). La importancia de la industria ósea se observa en su alto nivel de asociación con las hachas exógenas (2.346), el macrolítico (2.852) y la variscita (2.511). Los únicos elementos que no presentan asociaciones importantes es la galena y las hachas locales, hecho que puede darse por una sustitución de las hachas locales por las exógenas. Finalmente cabe destacar que la cerámica se encuentra asociada a todos los materiales, exceptuando las hachas locales.

La fase 5 (Tabla 28) presenta una dinámica similar a la fase anterior. La relación entre los brazaletes de *Glycymeris* y las cuentas de piedra se mantiene constante (3.018). El único elemento que desaparece es la galena, artefacto que no presentaba mucha relevancia en la fase anterior. En su lugar, aparece, por primera vez, la obsidiana altamente conectada con las hachas locales (2.342). Si bien los valores de *eigenvector* oscilan, tanto el sílex melado como el

macrolítico y la variscita, presentan altos niveles de influencia (0.892, 0.758, 1, respectivamente). El único cambio significativo es la disminución casi a la mitad de las hachas exógenas (0.472) y el aumento exponencial de la fauna (0.838). Este material se encuentra altamente relacionado con el sílex melado (2.642) y las hachas locales (2.116).

Cabe destacar la ausencia de asociación con más de dos materiales en el caso de los brazaletes de *Glycymeris* y de los ornamentos indeterminados.

La fase 6 (Tabla 29), contrariamente a la anterior, es un momento de rotura en relación con las asociaciones de materiales anteriores. Se observa una clara sustitución de la variscita (0.503) por el ornamento indeterminado (1): la variscita pierde importancia por primera vez desde su aparición, relacionándose tan solo con las hachas exógenas (2.183). El sílex melado disminuye hasta el 0.605 y, con ello, otros elementos emergen como las cuentas de piedras (0.963) relacionadas con la fauna (2.598) y con el ornamento indeterminado (2.671).

Podemos observar como la dicotomía local-exógeno se mantiene con las hachas y la variscita, aunque esta parece ser sustituida por la entrada del ornamento indeterminado y la presencia de la fauna.

Finalmente, en la fase 7 (Tabla 30), vuelve a aparecer la presencia de obsidiana, aunque esta no se relaciona con valores significativos con ningún otro material. Oscila entre 0.918 y 1.551 y, contrariamente a la fase 5, su relación con las hachas locales es negativa. Esta fase se caracteriza por ser semejante al momento previo a la fase de rotura anterior: la variscita vuelve a ser el material más importante (1), relacionada con el sílex melado (2.789), segundo elemento más importante (0.846) y las hachas exógenas (2.202), también relevantes (0.730). La relación singular de esta fase es la asociación entre las hachas locales y el sílex melado, dándose por primera vez en este momento.

	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	BRAZ.	VAR.	CUEN. PIE.	ORN.	GAL.	IND. OS.	CER.
SI. ME		1.577	1.927	1.927	3.311	0.893	-0.608	-0.249	-0.428	1.994	-0.428	-0.867	-0.428	1.994	1.326
SI.			1.218	-0.568	1.160	0.826	0.463	0.546	-0.568	1.094	-0.568	-0.249	1.218	1.094	1.636
HAC. EX.				-0.213	1.629	-0.526	-0.302	-0.568	-0.213	2.346	-0.213	-0.428	-0.213	2.346	1.064
HAC. LOC.					1.629	-0.526	-0.302	-0.568	-0.213	-0.370	-0.213	-0.428	-0.213	-0.370	-0.608
MACR.						0.563	-0.681	-0.486	-0.479	1.622	-0.479	-0.974	-0.479	2.852	0.915
FAU.							0.623	0.069	1.401	0.205	1.401	0.893	-0.526	0.205	2.010
COL.								0.463	-0.302	-0.526	-0.302	1.064	-0.302	-0.526	0.325
MALAC.									-0.568	0.048	-0.568	1.577	1.218	-0.999	0.969
BRAZ.										-0.370	4.482	1.927	-0.213	-0.370	1.064
VAR.											-0.370	0.623	-0.370	2.511	1.875
CUEN. PIE.												1.927	-0.213	-0.370	1.064
ORN.													-0.428	-0.748	1.326
GAL.														-0.370	1.064
IND. OS.															0.893
CER.															

Tabla 27. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 4. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

	OB.	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	BRAZ.	VAR.	CUEN. PIE.	ORN.	IND. OS.	CER.
OB.		0.619	1.060	-0.213	2.342	-0.370	-0.586	-0.302	-0.478	-0.151	1.213	-0.302	-0.151	-0.727	0.536
SI. ME			0.481	0.881	0.992	1.567	2.642	0.568	0.707	-0.743	0.941	-0.126	0.619	0.820	1.232
SI.				0.322	1.263	1.263	0.250	-1.226	0.747	-0.606	0.428	-0.383	-0.606	0.245	0.200
HAC. EX.					-0.524	-0.524	0.388	1.923	-0.678	-0.213	1.722	-0.427	-0.213	0.945	0.763
HAC. LOC.						1.319	-0.033	0.619	-0.316	-0.370	1.547	0.619	-0.370	-0.080	-0.302
MACR.							2.116	-0.743	0.554	-0.370	0.807	0.619	-0.370	-0.080	0.806
FAU.								1.424	0.897	-0.586	1.080	-0.316	-0.586	0.457	0.803
COL.									0.096	-0.302	1.554	1.060	-0.302	0.644	-0.243
MALAC.										-0.478	-0.106	-0.963	-0.478	-0.106	0.924
BRAZ.											1.213	3.018	-0.151	-0.727	-0.774
VAR.												2.453	-0.566	-0.129	0.666
CUEN. PIE.													-0.302	-0.773	-0.243
ORN.														0.664	0.536
IND. OS.															0.133
CER.															

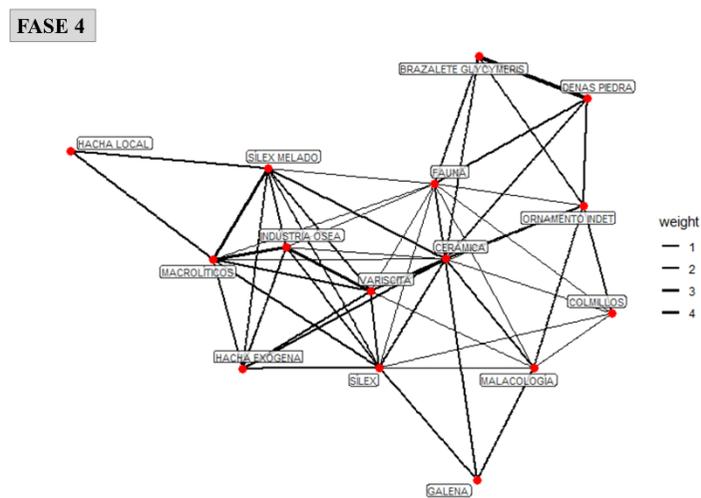
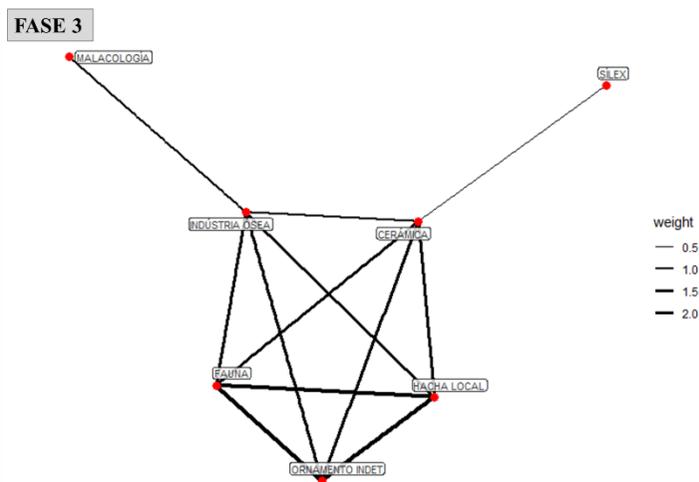
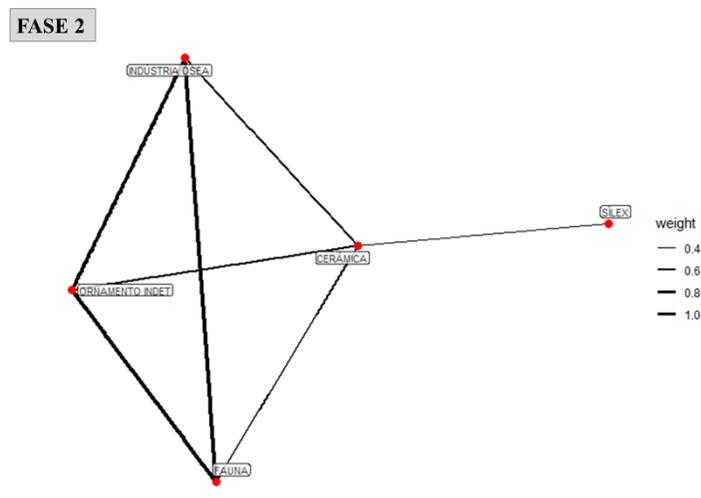
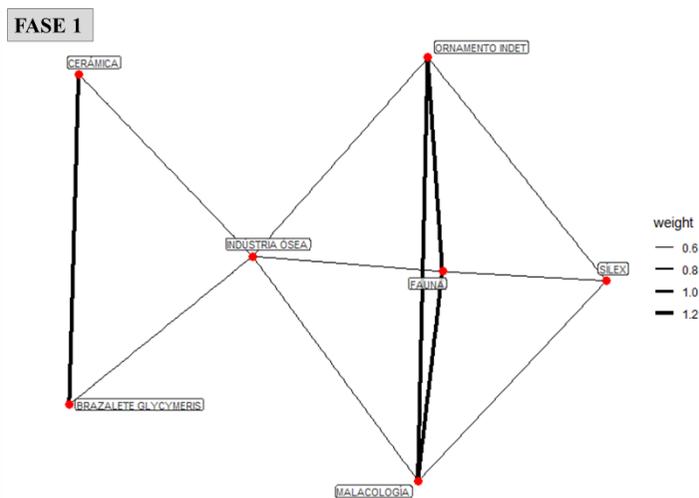
Tabla 28. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 5. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	VAR.	CUEN. PIE.	ORN.	IND. OS.	CER.
SI. ME		-0.144	1.171	-0.700	0.651	0.772	0.472	0.267	0.543	0.651	0.651	0.899	1.122
SI.			0.281	0.051	-0.157	-0.569	0.662	-0.044	0.421	-0.157	-1.098	1.368	-0.237
HAC. EX.				0.185	-0.580	0.784	0.185	-1.098	2.183	1.160	1.160	0.530	0.383
HAC. LOC.					-0.529	0.029	1.582	1.057	1.058	-0.529	-0.529	-0.192	0.139
MACR.						0.985	-0.529	0.985	-0.824	-0.334	-0.334	-0.294	0.857
FAU.							-1.000	-0.316	0.451	2.598	2.598	0.662	0.597
COL.								1.057	0.264	-0.529	-0.529	0.958	0.139
MALAC.									0.451	-0.627	-0.627	-0.331	-0.477
VAR.										0.412	0.412	0.000	0.143
CUEN. PIE.											2.671	0.588	-0.107
ORN.												0.588	0.857
IND. OS.													0.575
CER.													

Tabla 29. Valores de co-asociación de tipos de artefactos la fase 6. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.

	OB.	SIL. ME.	SIL.	HAC. EX.	HAC. LOC.	MACR.	FAU.	COL.	MALAC.	VAR.	ORN.	IND. OS.	CER.
OB.		1.014	0.751	-0.263	-0.372	-0.322	1.999	-0.186	-0.186	1.551	-0.263	1.014	0.918
SI. ME			0.811	1.444	2.071	-0.132	0.829	-0.620	-0.620	2.798	-0.883	1.496	1.760
SI.				0.036	0.051	-0.382	0.394	0.751	-0.701	0.938	1.071	0.811	1.025
HAC. EX.					3.298	-0.456	1.122	-0.263	-0.263	2.202	-0.372	0.281	1.308
HAC. LOC.						-0.648	0.378	-0.372	-0.372	2.106	-0.528	0.403	1.076
MACR.							2.080	-0.322	2.792	0.328	-0.456	-0.132	1.613
FAU.								-0.416	-0.416	1.667	-0.591	0.829	1.393
COL.									-0.186	-0.493	3.549	1.014	0.918
MALAC.										-0.493	-0.263	-0.620	0.918
VAR.											-0.701	2.154	1.922
ORN.												0.281	1.308
IND. OS.													0.739
CER.													

Tabla 30. Valores de co-asociación de tipos de artefactos para la fase 7. Para mejorar la interpretación de la tabla, el sombreado indica los valores < 0.001.



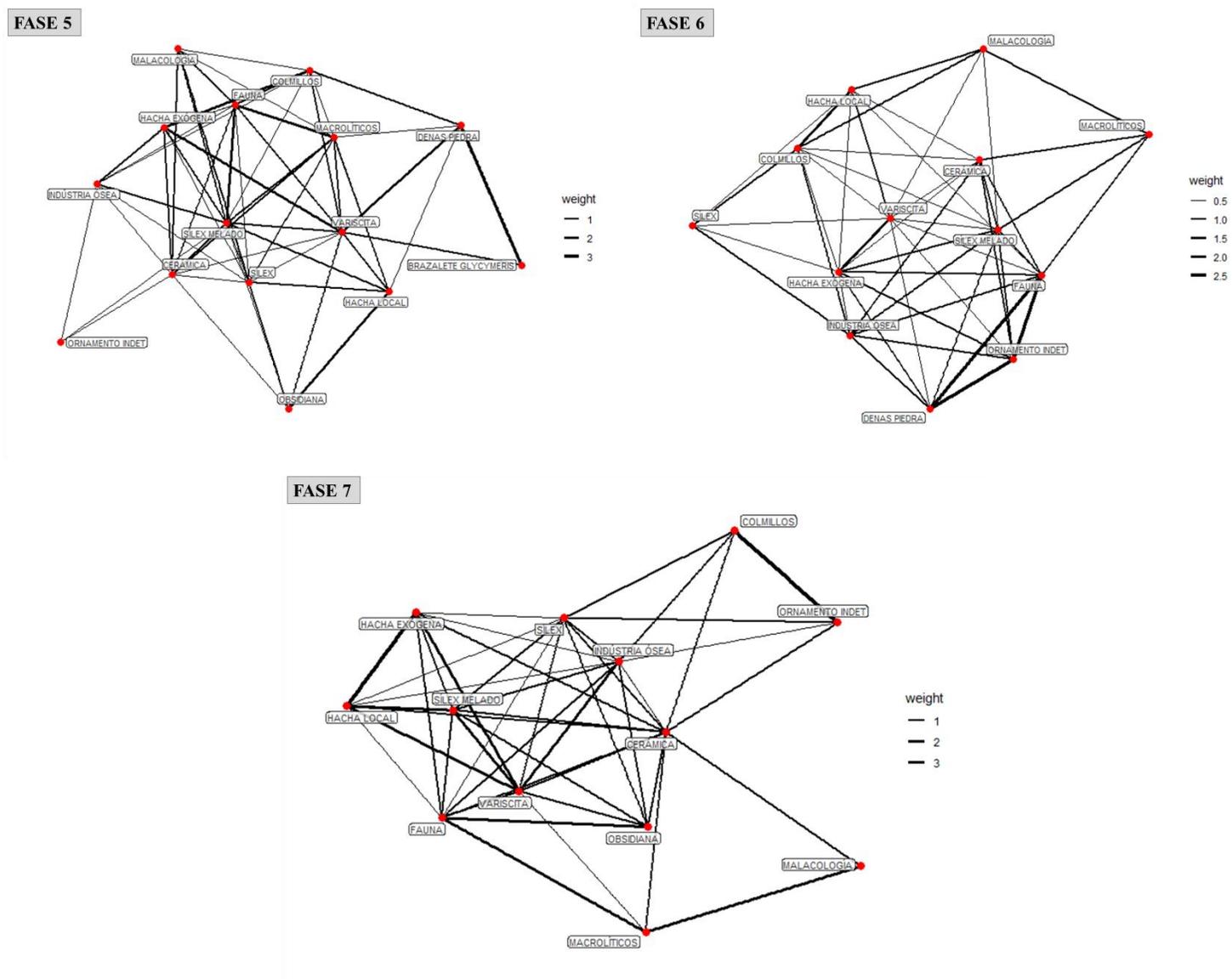


Figura 31. Red de co-asociaciones de tipos de artefactos para cada fase. Los vínculos entre las clases de adorno se dan para valores ≥ 0.01 .

Si bien se observan diversos cambios en el consumo de los materiales, a modo de resumen, se han podido diferenciar varios tipos de asociaciones (Tabla 31). En primer lugar, destaca que no existe ninguna relación relevante (> 2) entre dos materiales exógenos, es decir, en las sepulturas se deposita un material exógeno acompañado de otro material no exógeno pero nunca dos exógenos conjuntamente. Este hecho puede indicar unas líneas de distribución y consumo diferenciales, aunque se den en un mismo territorio.

Por otro lado, si consideramos que los materiales de carácter local con altos valores de asociación con materiales exógenos son susceptibles de contener un mayor valor social, observamos como estos varían a lo largo del tiempo (Tabla 31). Concretamente las hachas exógenas se relacionan con la variscita en todas las fases menos en la fase 5, ya que en esta se relaciona con la gran mayoría de materiales por lo que no es relevante en la lectura de la red. La asociación del sílex melado con otros elementos no es significativa ya que esta va cambiando en cada fase. Aun así, sí que es relevante señalar aquellos materiales con los que aparece asociado, es decir, la industria ósea, el macrolítico, la fauna y las hachas locales.

La relación de las hachas exógenas con un producto que viaja de S-N como es la variscita también es de gran importancia porque, todo y que pueden no compartir las mismas vías, es presumible aceptar que tengan el compartan el mismo circuito, pero en direcciones diferentes.

Finalmente, quedan recogidas las asociaciones entre materiales de carácter local siendo característica la asociación entre los brazaletes de *Glycymeris* y las cuentas de piedra a lo largo de dos fases (fase 4 y 5) y las asociaciones entre fauna y macrolítico (fases 5 y 7).

	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
Exógeno-Local				
Hachas exógenas-Variscita	X		X	X
Hachas exógenas-Industria ósea	X			
Sílex melado-Macrolítico	X			
Sílex melado-Fauna		X		
Sílex melado-Hachas locales		X		X
Sílex melado-Variscita				X
Obsidiana-Hachas locales		X		
Local-Local				
Brazaletes de <i>Glycymeris</i> -Cuentas de piedra	X	X		
Industria ósea-Macrolítico-Variscita	X			
Fauna-Macrolítico		X		X
Fauna-Cuentas de piedra-Ornamento			X	
Con todos				
Cerámica	X		X	X
Industria ósea	X			
Variscita		X	X	

Tabla 31. Asociaciones significativas diferenciando entre materiales exógenos y locales.

5.2.4. Evolución estructural y temporal del contenido artefactual

Teniendo en cuenta la evolución del contenido artefactual expuesto anteriormente y las características globales y estructurales de la red temporal, se ratifica la agrupación de estas fases

en tres etapas, aunque las etapas 1 y 2 se han dividido en varias sub-etapas debido a las diferencias significativas de contenido artefactual:

- Etapa 1 (5429-4371 cal. BC):
 - Sub-etapa A (5429-5023 cal. BC): se caracteriza por tener poca conectividad temporal que da lugar a valores de asociación no relevantes entre artefactos. Este hecho implica la heterogeneidad en el consumo de los artefactos y, por tanto, en el ritual funerario.
 - Sub-etapa B (4850-4371 cal. BC): aunque irrumpen las hachas locales y el sistema aumenta de tamaño se mantienen patrones anteriores, es decir, los depósitos se siguen consumiendo heterogéneamente.
- Etapa 2 (4319-3740 cal. BC): se caracteriza por un cambio drástico de la topología de la red debido a la entrada de nuevos artefactos, tanto locales como exógenos, y al aumento de su tamaño. Las relaciones más relevantes se dan entre artefactos locales y exógenos. Los elementos que definen la topología son mayoritariamente exógenos (hachas exógenas y sílex melado), aunque no hay que obviar la importancia en la red de materiales como el macrolítico y la fauna. El sílex, el cual es muy abundante, no es importante, por lo que consideramos que no funciona como elemento de cambio. Esta etapa se divide, a su vez, en tres momentos diferentes:
 - Sub-etapa A (4319-4067 cal. BC): si bien la etapa anterior se caracterizaba por una cohesión heterogénea, aleatoria, esta empieza a desvanecerse en este momento dado que el conjunto artefactual empieza a homogeneizarse (fase 4).
 - Sub-etapa B (3975-3949 cal. BC): la red aumenta (fase 5) y, aunque tan sólo se introduce un nuevo material (obsidiana) altamente asociado a las hachas locales, las asociaciones más relevantes fluyen desde las hachas exógenas hacia el sílex melado, siendo este material exógeno el que configure la topología de la red. Aunque las asociaciones de materiales cambian la conectividad se mantiene constante.
 - Sub-etapa C (3764-3740 cal. BC): la red cambia de forma drástica, es decir, se da una sustitución de nodos por nodos muy unidos entre ellos (altos niveles de agregación). La importancia de la variscita decrece, dando lugar a un aumento del ornamento indeterminado. De forma similar, la disminución en la importancia del sílex melado da lugar al florecimiento de las cuentas de piedra. No por ello, la relación local-exógeno desaparece. Al contrario, se mantiene, pero gracias a otros materiales locales con relaciones de asociación diferentes.
- Etapa 3 (3683-3392 cal. BC): aunque las asociaciones de materiales vuelven a asemejarse a las de etapas anteriores, la pérdida de nodos y la disminución en el tamaño de la red nos indica la desaparición de este fenómeno.

5.3. MODELO DE RED PARA LOS SEPULCROS FUNERARIOS

En este apartado se aplica el desarrollo metodológico expuesto en el apartado 4.3.4. Siguiendo con el criterio de selección de sepulcros establecidos hasta el momento, la creación del modelo de red se ha llevado a cabo sobre las 146 prácticas funerarias o eventos asociados a 7 momentos cronológicos diferentes.

En primer lugar, se han identificado la presencia de comunidades para cada momento cronológico con tal de crear grupos politéticos. Con ello, posteriormente, se han analizado las características generales del modelo a través de la comparación topográfica de los grafos de similitud con su respectiva red bimodal para, a continuación, analizar la evolución estructural de la red.

Finalmente se ha cambiado la escala de análisis para detectar la importancia de cada nodo en el proceso de transmisión de información.

5.3.1. Identificación de grupos politéticos

El objetivo del análisis modular es detectar la estructura de las comunidades mediante operaciones de agrupamiento, aplicación muy habitual en la minería de datos. Estas agrupaciones nos configuran *grupos politéticos*, es decir, elementos que se adscriben al grupo porque poseen un determinado número de atributos característicos y no porque se identifiquen con la totalidad de rasgos definidores.

El algoritmo utilizado ha sido el de Louvain, el cual, tal y como indicábamos anteriormente (véase apartado 5.1.1), no denota en sí que una partición sea apropiada ya que los valores obtenidos también podrían obtenerse en un grafo aleatorio. Así pues, se contrasta con los valores de agregación para comprobar la independencia de las variables mediante la prueba de Kruskal-Wallis (KS): en caso de independencia (H_0), la correlación será cero, valor que nunca puede darse para grafos aleatorios. En el caso que el cálculo denote que la partición es óptima, para asegurar la robustez de los grupos modulares se contrastan, mediante la prueba de Chi², con los resultados de un análisis clúster por K-medias en el cual se utiliza el número de agrupaciones obtenidas en el grafo como hipótesis de partida.

Los resultados recogidos en la Tabla 32 reafirman la robustez de este algoritmo en las fases 4, 5, 6 y 7. No ocurre en la fase 3, donde el valor del coeficiente de Kruskal-Wallis es > 0.05 ($p=0.711$), por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula y no se puede concluir que las medidas estén asociadas, siendo pues independientes una de la otra. Este hecho se da debido al tamaño reducido de la red (5 nodos).

	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
Kruskal-Wallis	0.711	1.153E-05	3.313E-08	1.09E-29	3.313E-08
Ch² K-medias	0.788	0.995	0.987	0.903	0.646

Tabla 32. Resultados de la robustez modular para cada fase del modelo de red. El sombreado indica valores que no son estadísticamente significativos. Las fases 1 y 2 han sido excluidas debido a el tamaño de la red (3 nodos).

Para cuantificar la forma en la que fluye la información, se aplica al análisis modular la ratio de homogeneidad (Jiménez-Puerto, 2022b) (Tabla 33). El resultado, el cual puede verse en la Figura 32, cuantifica el grado de homogeneidad-heterogeneidad para las diferentes fases, siendo valores bajos indicadores de fases de homogeneidad y valores altos indicadores de fragmentación. Así pues, exceptuando las 3 primeras fases, en las cuales no se detectan comunidades con alto grado de significancia estadística, observamos un primer momento de alta fragmentación (fase 4), aunque la modularidad indica cierta cohesión interna igual en fase 4 y 5, seguido de un momento de alta homogeneidad (fase 5), la cual evoluciona hacia valores que indican cierta fragmentación cultural (fase 6 y 7).

	Comunidades	Nodos	Nodos comunidad mayor	Ratio de homogeneidad
Fase 1	1	3	3	0.000
Fase 2	1	3	3	0.000
Fase 3	1	5	5	0.000
Fase 4	4	17	6	0.152
Fase 5	3	40	22	0.034
Fase 6	3	32	14	0.053
Fase 7	3	21	10	0.075

Tabla 33. Tabla de cálculo para la ratio de homogeneidad.

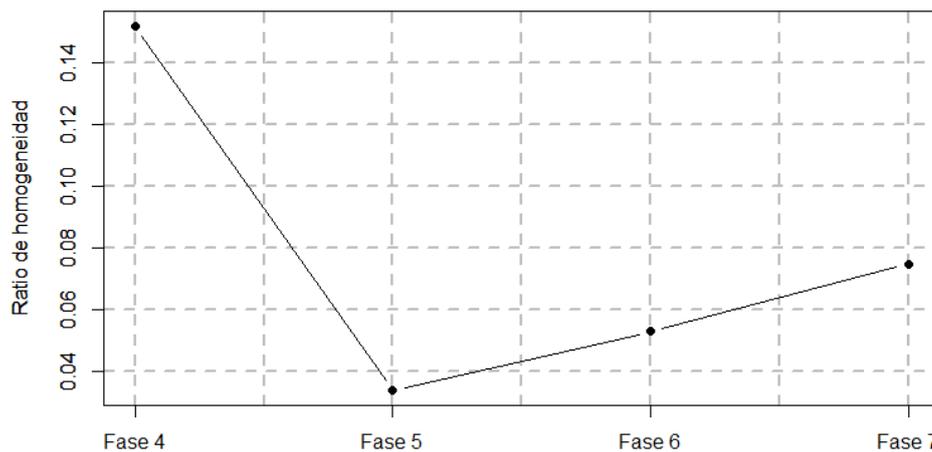


Figura 32. Gráfico de los valores de la ratio de homogeneidad de cada fase. La bajada pronunciada entre las fases 4 y 5 está influenciada por el tamaño de la red.

5.3.2. Características del modelo

Para llevar a cabo la representación del modelo de red a través de grafos no se han tenido en cuenta aquellas sepulturas sin presencia de ajuar ($n= 25$) (Tabla 34) ya que estas introducen un ruido de fondo en la resolución de las medidas estructurales de la red. Esto es debido a que el coeficiente de Jaccard considera estas sepulturas totalmente similares ($JA= 1$), es decir, todos los nodos tienen el mismo grado, creando así un clúster regular adyacente al resto de la red.

	Nodos sin presencia de materiales
Fase 1	-
Fase 2	83
Fase 3	68, 124, 125
Fase 4	67, 104, 121, 134, 135
Fase 5	89, 100, 129, 130
Fase 6	29, 34, 51, 139
Fase 7	2, 55, 80, 101, 103, 11, 112, 140

Tabla 34. Nodos sin presencia de ajuar.

En total se han llevado a cabo 7 grafos unimodales, pesados y unidireccionales, representados con el software Gephi 0.10.1 (Blondel et al., 2008). El algoritmo de distribución utilizado para visualizar las redes es el Force Atlas con inercia 0.1, fuerza de repulsión 20000, fuerza de atracción 10, gravedad 30. Todos ellos han sido comparados con su respectiva red bimodal o de afiliación implementada mediante el software desarrollado por Borgatti et al. (2002) (Ucinet 6).

Tomando como referencia los resultados anteriores, hemos agrupado al análisis topográfico de cada red según las 7 fases agrupadas en etapas y subetapas de desarrollo obtenidas anteriormente.

La primera etapa (5479-4364 cal. BC), formada por las tres primeras fases, se caracteriza como una etapa de estabilidad y crecimiento constante, pero con niveles bajos de conectividad. La heterogeneidad en el ajuar funerario se observa en las tres redes (Figura 33). Concretamente, la fase 1 se caracteriza por un nodo (77, Cova Bonica) con presencia de gran cantidad de materiales que lo confiere como nodo central debido a que comparte la presencia de sílex con el nodo 127 (Plaça de la Vila de Madrid) y la industria ósea con el nodo 64 (Can Sadurní-Capa 18). La fase 2 sigue con una topografía similar donde los nodos 132 y 133 (Cova de l'Avellaner-CS2) comparten los mismos materiales mientras que el nodo 93 (Font de la Vena) comparte la cerámica con ellos. La irrupción importante de las hachas locales en la fase 3 se da debido a su presencia en los nodos 78 y 79 (Cova de l'Avellaner-CS3, CS1) aunque, tal y como se observa en la red bimodal (Figura 33. B3), su topografía no cambia, tan sólo aumenta con la presencia del Padró (nodo 86), Ca l'Estrada-SF-501 (nodo 49) y Can Roqueta-CRV255-Ind.2 (nodo 62).

Si bien no quedan representadas en estas redes, en la fase 2 aparece una sepultura sin ajuar (nodo 83, Cova Foradada) mientras que en la fase 3 aparecen 3 nodos diferentes (nodo 68, 124 y 125 correspondientes a las sepulturas de Can Sadurní-INH4 y Reina Amàlia 31-33 UF-I y UF-III, respectivamente).

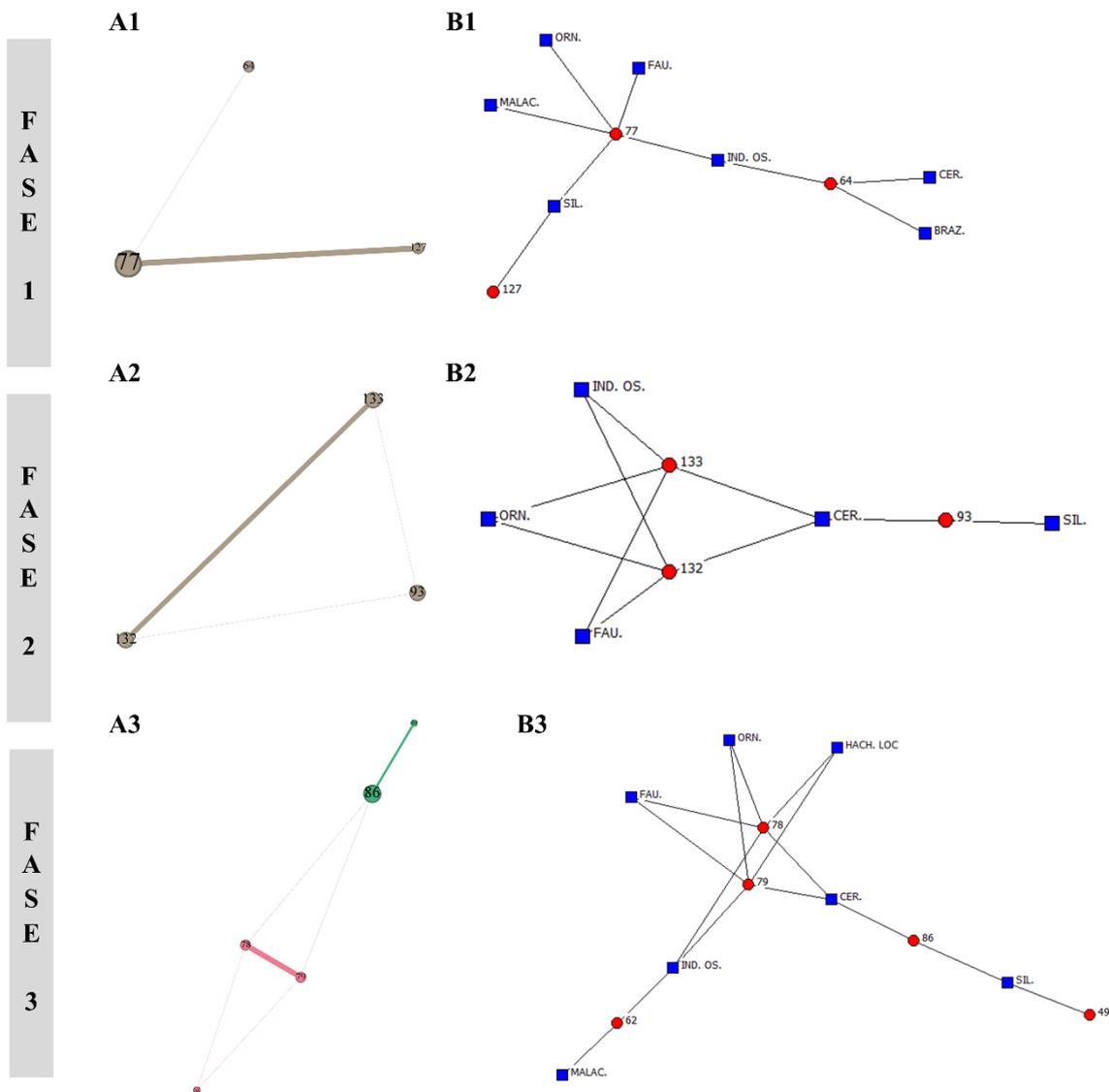


Figura 33. Grafos de la Etapa 1. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el tamaño de los nodos indica su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas.

La segunda etapa (4316-3738 cal. BC), constituida por las fases 4, 5 y 6, se caracteriza por la eclosión de los *Sepulcres de Fossa*, cambiando así la topología de la red. La irrupción de nuevos artefactos como los brazaletes de *Glycymeris*, las cuentas de piedra y variscita, así como elementos exógenos como las hachas, obsidiana y sílex melado, favorece el aumento demográfico.

La Sub-Etapa 2A o fase 4 (4316-4095 cal. BC) se caracteriza por un flujo demográfico ascendente que da lugar a una repartición más homogénea del conjunto artefactual (Figura 34). Este fenómeno se empieza a dar en la fase 4 hasta su eclosión en la fase 5 o Sub-Etapa 2B. Este primer momento se puede dividir en 4 grupos modulares (Figura 34. A4). Los nodos centrales con un alto valor de intermediación son el nodo 131 (Cova Pastoral) y el nodo 33 (Bòbila Madurell-MS69) con valores de 23.3 y 20.6, respectivamente. El grupo modular al que pertenece el nodo 131 (color morado) es un grupo caracterizado por la ausencia de materiales

exógenos y materiales locales asociados a estos (variscita, industria ósea y variscita). La importancia de este nodo recae en que tiene presencia de gran cantidad de materiales, aunque ninguno de ellos tiene un alto grado de vector propio por lo que no es relevante en la lectura de la red. Por otro lado, el nodo 33 pertenece al grupo modular caracterizado por nodos localizados mayoritariamente en el yacimiento de Bòbila Madurell, en el Vallès (MS69, G10, M7-Ind.2) y con menor presencia en el Penedés (nodo 105, Mas Pujó-E16), y en Lleida (nodo 71, Collet de Puiggròs-PEC29) (color verde). Este grupo se caracteriza por la presencia de materiales exógenos asociados a materiales locales. En adición a estos dos grupos claramente definidos, en la parte superior del grafo se localiza un grupo modular (color azul) conformado por sepulturas con única presencia de sílex (nodos 97 y 122 asociados a La Serreta-E5 y Pujolet de Moja-E26, respectivamente) mientras que, en la parte inferior, se localiza un grupo modular (color naranja) con sepulturas asociadas a fauna y cerámica (nodos 65 y 66 asociado a Can Sadurní-INH1-2) y a cuentas de piedra y brazaletes de *Glycymeris* (nodo 87, el Segudet-UE17). Si bien este último grupo no presenta una gran importancia en la red (valores < 1.533 de intermediación), su evolución en la fase posterior será relevante para entender la red.

La Sub-Etapa 2B o fase 5 (3968-3945 cal. BC) (Figura 35) se caracteriza por un alto valor de la ratio de homogeneidad (0.034), es decir, una red altamente conectada con valores de cohesión interna constantes desde la fase anterior (0.127 y 0.126, respectivamente). Consecuentemente, se observa que la presencia de la mayoría de los materiales está presente en la gran mayoría de nodos, siendo los más relevantes pertenecientes a la necrópolis de Bòbila Madurell-Can Gambús. Concretamente son el nodo 45 (H10), 31 (MS62) y 48 (M15), con valores de intermediación de 12.08, 12.08 y 9.55, respectivamente. Todos ellos pertenecen al mismo grupo modular (color morado) caracterizado como “centro redistributivo”. Se trata de un grupo con presencia de materiales exógenos (sílex melado, hachas exógenas y obsidiana) y locales asociados a los primeros (fauna y hachas locales). Los enlaces más importantes de este grupo de realizan con el nodo 95 (la Gardunya-Fossa 4) y con el nodo 50 (Ca l’Oliaire-E6). Esto indica una relación Vallès-Solsonès llevada a cabo por la presencia de materiales exógenos en ambos conjuntos y la presencia de materiales locales altamente asociados entre ellos (como los brazaletes de *Glycymeris* y las cuentas de piedra presentes en el nodo 50). Aunque tal y como hemos visto en las co-asociaciones de materiales la presencia de hacha exógena no explica la conexión entre ambas zonas ni la división modular, su presencia en Bòbila Madurell-E70 (nodo 9) y Feixa del Moro III (nodo 92), reafirma dicha conexión. Por otro lado, también se evidencia una relación de similitud entre el Vallès y el llano de Barcelona. Este grupo que es el de mayor importancia y tamaño ($n= 22$). Se trata de la evolución del grupo modular naranja de la fase anterior, pero con el aumento de la circulación de variscita y una substitución de las hachas exógenas por el sílex melado, principalmente.

Paralelamente a este gran grupo se localizan dos grupos modulares más: un conformado por 10 nodos (color naranja) caracterizado por la presencia de materiales locales y algún nodo con sílex melado (p. ej. nodo 108, Megalit del Senyor Bisbe y nodo 116, Puig d’en Roca-PGR5) y otro grupo con 8 nodos (color azul) con las mismas características que el grupo anterior, pero sin presencia de malacología y mayor cantidad de industria ósea. Los nodos de ambos, mayoritariamente, se localizan en las regiones del Vallès y del Penedès ($n= 15$) y, en menor medida en la zona de Garrotxa-Gironès ($n= 2$) y del Solsonès ($n= 1$).

Todo ello sugiere que cada grupo modular expone un nivel de circulación de materias diferentes, siendo el grupo verde y naranja los de carácter más local y el grupo morado el “centro de redistribución” donde coexisten ambos orígenes de materiales.

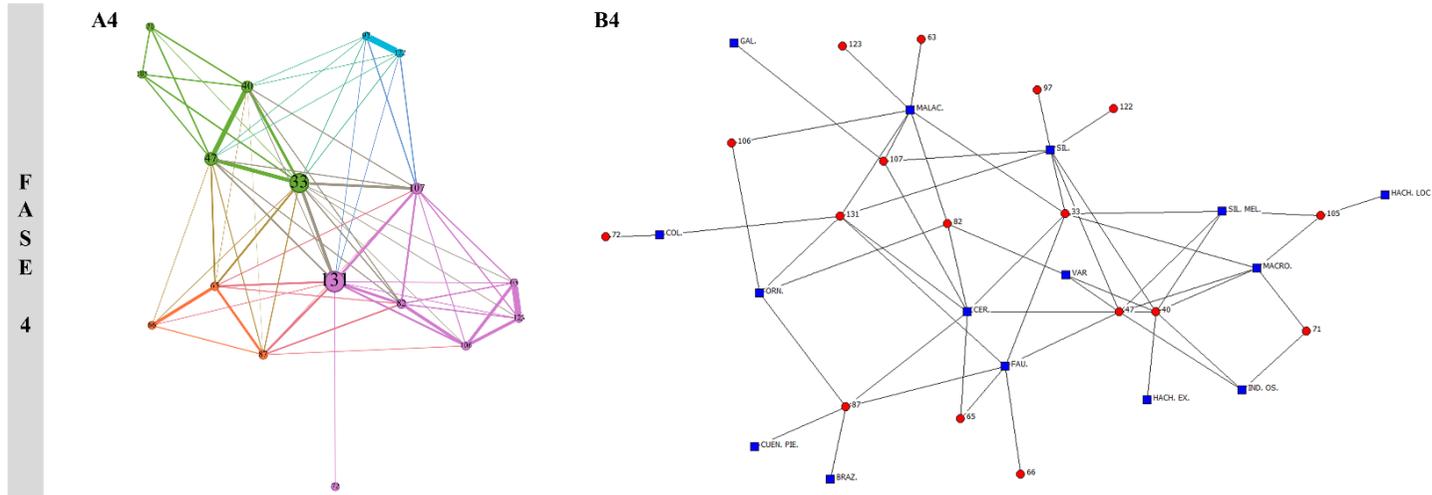


Figura 34. Grafos de la Sub-Etapa 2A. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas.

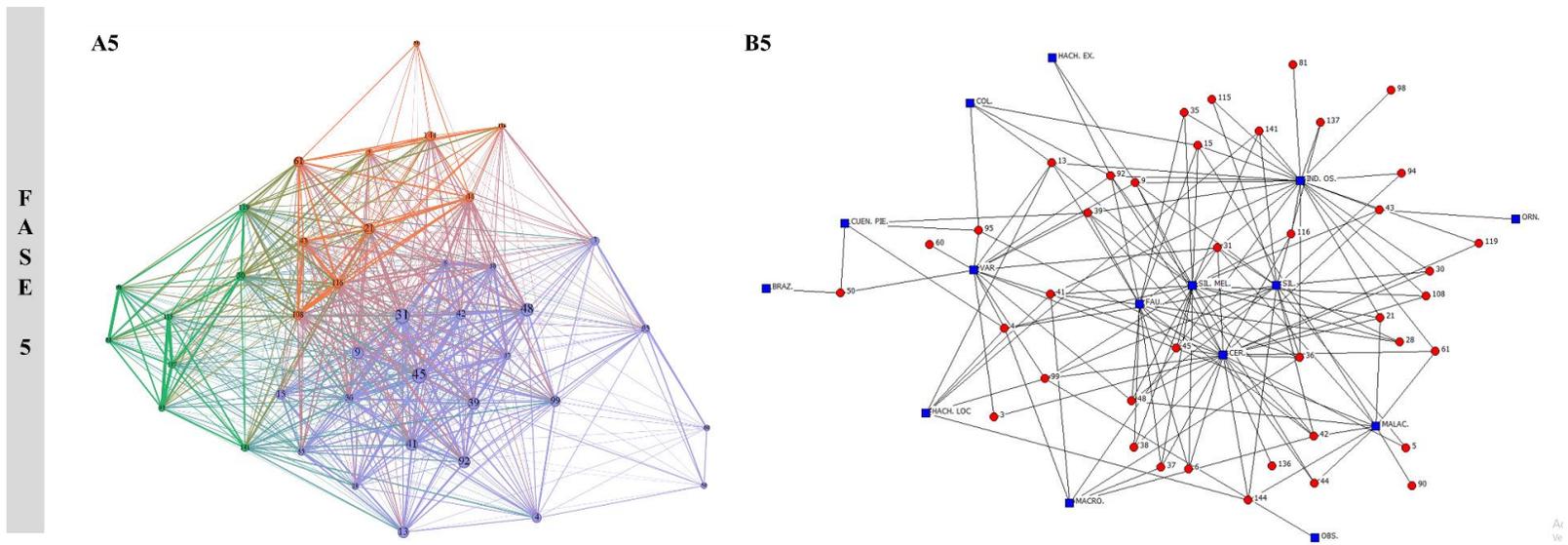


Figura 35. Grafos de la Sub-Etapa 2B. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas.

En la fase 6 o Sub-Etapa 2C se mantiene una topografía similar a la anterior (Figura 36. A6), aunque con grupos modulares más heterogéneos (0.053). La red se prepara para fragmentarse, pero los nodos cercanos se encuentran fuertemente unidos entre ellos.

El grupo modular mayoritario (n= 14) (color morado) se caracteriza por la presencia de sepulturas del Solsonès (n= 8) y del Vallès (n= 6) con la presencia de elementos mayoritariamente locales. Aparecen algunos elementos exógenos como las hachas exógenas en el nodo 25 (Bòbila Madurell-E497) y el sílex melado en el nodo 88 (El Solar-III). Se trata pues de un grupo modular intermedio, en el que el valor social de los materiales no es exclusivamente exógeno.

El grupo modular de color verde comparte los ítems del grupo descrito anteriormente, pero con mayor presencia de materiales exógenos. Todos sus nodos tienen presencia de hachas exógenas mientras que en grupo anterior tan sólo tiene presencia el nodo 25. Este grupo está formado por sepulturas pertenecientes a la necrópolis de Bòbila Madurell y Feixa del Moro (nodo 73). De la misma forma que en la fase anterior, este sería el “centro de redistribución” de la red, ubicado en el Vallès.

Finalmente, el grupo modular de color naranja se conforma principalmente por sepulturas del Vallès (n= 9), con presencia de sepulturas de Garrotxa-Gironès (nodo 59, Ca Gelats-EF1), las Minas de Gavà (nodo 110, Mina 84) y del Solsonès (nodo 73, Costa dels Garrics de Caballol-I). Se caracteriza por la presencia de sílex melado y por la ausencia de hachas exógenas. Este hecho evidencia la heterogeneidad modular anteriormente expuesta puesto que se trata de un grupo muy similar al anterior, pero con ausencia de uno de sus materiales que definen su topografía.

Esta red difiere de las asociaciones observadas en la red de co-asociación de esta fase ya que, si bien afirmábamos que la variscita y el sílex melado pierden importancia en la red, esto no ocurre realmente debido a que aparecen nuevos elementos minoritarios muy relacionados entre ellos. Estas fuertes relaciones entre elementos minoritarios eclipsan la importancia de la variscita y el melado para definir la topografía de la red. Este fenómeno se da por ejemplo en la relación entre el nodo 142 (Camí de Can Grau-CCG42) y 16 (Bòbila Madurell-E162), los cuales tienen presencia de cuentas de piedra, pero estas no explican la topografía de la red.

En resumen, esta fase se configura una gran área de influencia (Vallès) que se relaciona con el Solsonès y el resto de las áreas por el sílex melado (grupo naranja) y por las hachas exógenas (grupo verde). Parece que la conexión sea dirección Vallès-Solsonès ya que el Solsonès no presenta “elementos significativos” propios que circularían hasta el Vallès mientras que cerca de esta región se localizan las Minas de Gavà, lugar de obtención de la variscita.

Finalmente, la Etapa 3 asociada a la fase 7 (3691-3321 cal. BC) (Figura 37) se caracteriza por un grupo de sepulturas del Vallès (n= 8) con presencia del nodo 145 (Palà de Coma-I), perteneciente a la zona del Solsonès (color naranja). Estas sepulturas presentan elementos exógenos (hachas exógenas y sílex melado) asociados a materiales locales (variscita y hachas locales). La conexión del Vallès con el nodo del Solsonès se da principalmente por el alto valor de asociación entre las hachas locales con el sílex melado.

Paralelamente, el grupo mayoritario (n= 10), dónde se localizan estructuras del Vallès (n= 5) y del Solsonès (n= 5), se caracteriza por la ausencia de materiales exógenos (color azul). Estos tan sólo comparten materiales locales, principalmente fauna y macrolítico, por lo que la conexión se encuentra totalmente interrumpida. La fragmentación modular (heterogeneidad de la red) y la desaparición de grupos modulares con presencia de materiales susceptibles de haber sido puestos en circulación, da lugar a la fragmentación final de la red. Este hecho se observa en el nodo 109 (Mines de Gavà-Mina 8) y el nodo 146 (Pujolet d'en Moja-E13), los cuales se constituyen como un grupo modular independiente (color verde) constituido, exclusivamente, por materiales locales.

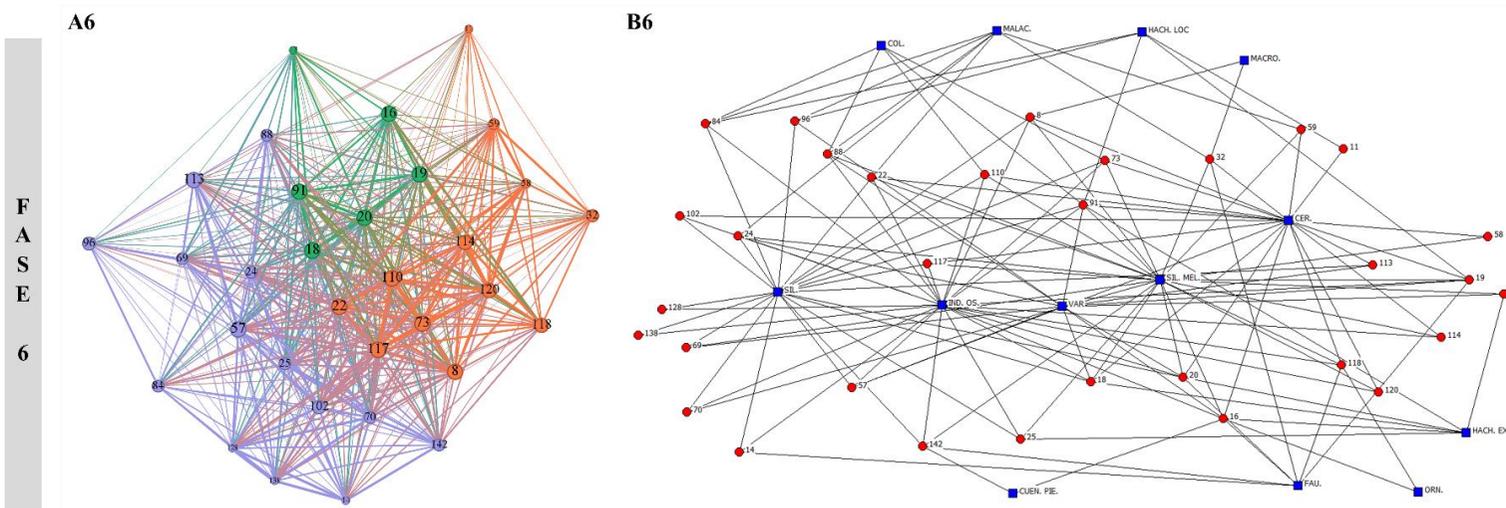


Figura 36. Grafos de la Sub-Etapa 2C. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas.

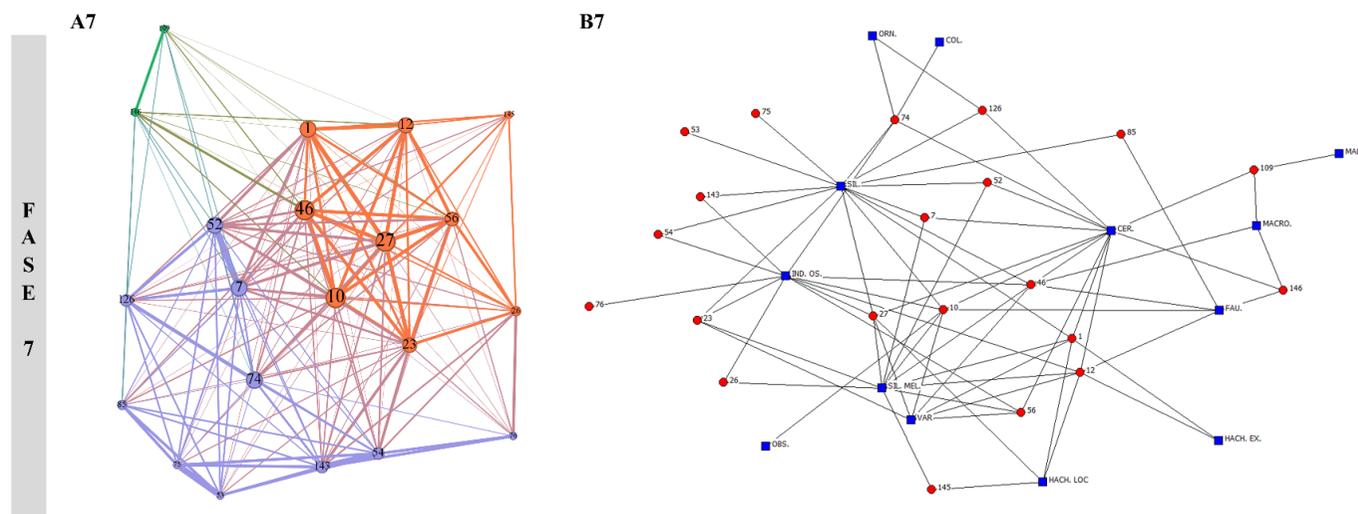


Figura 37. Grafos de la Etapa 3. Izquierda: Grafo unimodal pesado donde el color de los nodos es el grupo modular y el tamaño su grado de intermediación. Derecha: Grafo bimodal donde los cuadrados azules representan el ajuar de las sepulturas mientras que los círculos rojos representan las sepulturas.

5.3.3. Comportamiento general del modelo

Para analizar el comportamiento general del modelo de red, haciendo énfasis en su topología, en primer lugar, se ajusta el grado de cada una de las redes construidas para los diferentes modelos matemáticos definidos anteriormente (véase apartado 4.3.3). Posteriormente, se analizan las medidas estructurales del modelo para ver su evolución temporal (véase Anexo 1. Medidas de red del modelo). Finalmente, se cambia la escala de análisis para analizar los comportamientos específicos de los nodos dentro de la red.

5.3.3.1. Ajuste del modelo de red a la distribución matemática

Aplicando el método de Clauset et al. (2009) para el grado de cada nodo, es decir para la cantidad de conexiones que tiene cada sepultura en cada una de las fases, observamos como las fases 4, 5 y 6 se ajustan a una distribución logarítmica normal, es decir a una red de pequeña escala, mientras que la fase 7 tiene una distribución exponencial, es decir una red de libre escala (Tabla 35). Este método no ha sido aplicado a las primeras tres fases debido al tamaño reducido de las mismas.

	Estadística	LP	LN	EXP
Fase 4	KS	0.144	0.076	0.11
	<i>p</i>	0.26	0.73	0.43
Fase 5	KS	0.198	0.069	0.133
	<i>p</i>	0*	0.3	0.19
Fase 6	KS	0.323	0.082	0.33
	<i>p</i>	0*	0.2	0*
Fase 7	KS	0.189	0.094	0.185
	<i>p</i>	0.11	0.26	0.7

Tabla 35. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

Las fases 4, 5 y 6, es decir la Etapa 2, se caracterizan por tener un alto grado de conectividad local entre los nodos pero una baja conectividad global. Esto significa que los nodos tienden a estar agrupados en pequeños grupos altamente conectados, pero con pocas conexiones entre grupos. Según Watts (1999), estas redes se reconocen por tener un alto grado de clústering, formando grupos o comunidades densamente interconectadas. A pesar de ello, tienden a formar caminos cortos (*path-length* en nomenclatura de redes) entre cualquier par de nodos. Esto significa que, aunque dos nodos puedan no estar directamente conectados es probable que haya una ruta relativamente corta que los una a través de una serie de nodos intermedios. Su distribución de grado tiende a ser más homogénea que en una red completamente aleatoria, pero menos homogénea que en una red completamente ordenada, aunque muchas de sus conexiones pueden ser débiles.

Las redes de pequeño-mundo son robustas a los errores y fallos ya que pueden mantener su conectividad global incluso si algunos nodos o conexiones individuales se eliminan. Es decir, que la desaparición de nodos/conexiones tiene poca influencia en la transmisión de la información y la interconectividad de esta. Dicha vulnerabilidad se observa en la fase 6

(Subetapa 2B), expresada en los altos niveles de agregación. Esta sustitución de nodos importantes por otros nodos da lugar al inicio de la fragmentación de este horizonte en la fase 7.

La fase 7 se caracteriza por ser una red de libre escala. Según Barabási (1999), este tipo de red se caracteriza por una gran cantidad de nodos con un grado bajo de conexión y unos pocos nodos con un grado muy alto (*hubs*). A pesar de que sólo unos pocos nodos tienen un grado muy alto, la red se encuentra altamente conectada. Esto significa que la distancia entre dos nodos en la red es relativamente corta en comparación con lo que se podría esperar en una red aleatoria.

Debido a la presencia de *hubs*, la desaparición de estos nodos puede ser crítica para la red, hecho que puede explicar la desaparición de los *Sepulcres de Fossa*.

En resumen, la evolución de una red de mundo pequeño a una red libre de escala se debe, en este caso, a cambios en la estructura de la red y puede ocurrir en función de la forma en que se agregan o eliminan conexiones o a través de procesos de crecimiento desigual en algunos centros o nodos.

5.3.3.2. Evolución estructural de la red

En la Tabla 36, se puede observar que a medida que aumenta el número de nodos en la red en las diferentes fases, el número de conexiones también aumenta significativamente. Además, el grado medio y el grado medio ponderado también aumentan, lo que indica que los nodos están conectados a más nodos en promedio.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
n nodos	3	3 (4)	5 (8)	17 (22)	40 (44)	32 (36)	21 (29)
n conexiones	2	3	6	68	630	468	169
Grado medio	1.333	2	2.400	8.000	31.500	29.250	16.095
Grado medio pesado	0.457	1.867	1.733	4.606	20.852	21.981	10.654
Diámetro	2	1	3	3	2	2	2
Densidad	0.667	1	0.600	0.500	0.808	0.944	0.805
Modularidad	0	0	0.272	0.256	0.113	0.067	0.123
Coefficiente medio de agregación	0	1	0.667	0.828	0.904	0.954	0.886
Media de camino corto	1.333	1.000	1.500	1.515	1.192	1.056	1.195

Tabla 36. Características globales de cada fase para el modelo de red.

La densidad y el coeficiente de agregación son métricas que nos hablan de la estabilidad de la red, concretamente la densidad nos habla de la facilidad con que fluye la información por la red, mientras que la agregación nos proporciona información relativa al grado de resiliencia de la red ante disrupciones. Ambas muestran tendencias similares con una única divergencia en la fase 4, la cual no es relevante puesto que la lectura de la evolución de la red está coartada por el reducido tamaño de las tres primeras fases. Si analizamos como fluye la información desde la fase 4 hacia adelante, observamos un aumento progresivo hasta la fase 6 y su posterior caída en la etapa de fragmentación o fase 7.

En la fase 6, los altos niveles de agregación y la sustitución de nodos importantes por otros nodos da lugar a un bajo valor de modularidad, es decir, una distribución de nodos más uniforme sin grupos bien definidos, lo que puede ser indicativo de una estructura más aleatoria o menos organizada. Esta estructura da lugar, finalmente, a un aumento de la modularidad en la fase 7.

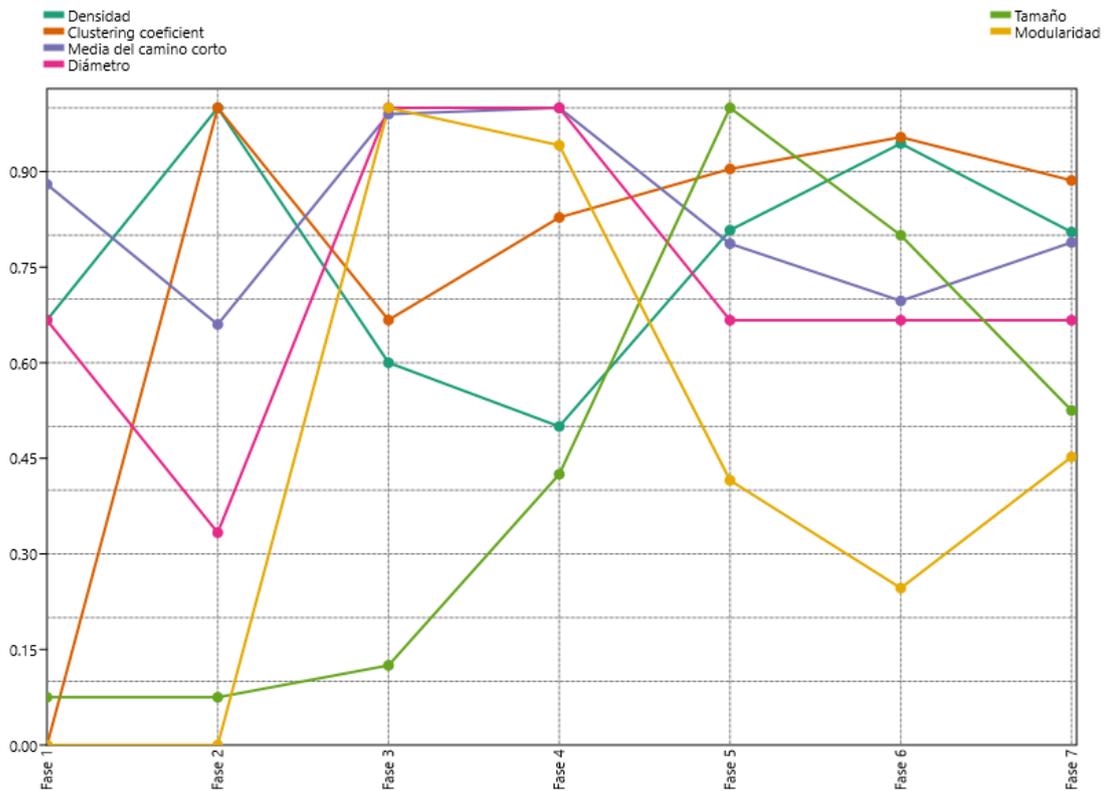


Figura 38. Gráfico de las características globales de cada fase para el modelo de red.

5.3.3.3. Aparición y desaparición de los nodos

Cambiando la escala de análisis, es decir, analizando los comportamientos específicos de los nodos dentro de la red, se ha llevado a cabo el cálculo de intermediación para los nodos para detectar la importancia de cada nodo en el proceso de transmisión de información. Para ello, se han seleccionado, del conjunto de ventanas temporales creadas anteriormente, aquellos nodos que desaparecen en la ventana siguiente y se han calculado sus *z-score* como medida estandarizada, es decir, el número de desviaciones estándar que la intermediación de cada uno de estos nodos se aparta de la media total de la ventana temporal.

De esta forma, si el valor z es negativo, entendemos que el valor de centralidades de los nodos se encuentra por debajo de la media y, por ello, tienden a ocupar posiciones periféricas. Estos nodos no son relevantes para la transmisión de la información. Contrariamente, una mayor proporción de valores positivos sugiere que aquellos nodos que ocupan posiciones de puente o distribuyen información cultural están siendo abandonados, lo que conduce a una situación de

reducción de la interconectividad (o fracturación de las relaciones) entre los grupos culturales correspondientes.

Mientras que la gran mayoría de los valores z para la Etapa 1 son muy poco ilustrativos debido a la poca cantidad de nodos localizados, la Etapa 2 se caracteriza por contener valores negativos, es decir, por una desaparición de nodos periféricos. No por ello dejan de desaparecer algunos nodos importantes como el localizado en la ventana 4050-3900 (17.180), aunque este hecho no repercute en la estructura general de la red.

Entre la Etapa 2 y 3 (fase 6), correspondiente aproximadamente en la ventana 3750-3600, caen gran cantidad de nodos periféricos y algunos centrales (p. ej. 31.714 y 21.355). Como apuntábamos anteriormente estos nodos importantes son sustituidos por otros nodos de importancia semejante. El único cambio significativo a partir de este momento es el aumento de la tendencia de desaparición, dándose el pico máximo durante la siguiente ventana (3600-3450). Este hecho se evidencia en el valor medio de intermediación de nodos desaparecidos, el cual es menor que en el resto de las fases (-0.094).

	Etapa 1								Etapa 2				Etapa 3					
	5550-5400	5400-5250	5250-5100	5100-4950	4950-4800	4800-4650	4650-4500	4500-4350	4350-4200	4200-4050	4050-3900	3900-3750	3750-3600	3600-3450	3450-3300	3300-3150	3150-3000	3000-2850
Valores z de intermediación	NA	NA	-1.000	NA	-1.000	-2.667	-0.597	NA	-1.993	-2.118	-4.828	-4.458	-3.948	-3.333	-3.224	7.875	-1.867	-2.058
			3.000		-1.000				-1.993	-1.679	-5.192	-4.857	-4.778	27.560	-3.224	5.657	0.312	
			-1.000						4.285	-2.557	17.180	-4.857	-4.670	-3.128	-2.933	-0.998	-1.867	
									3.388		1.356	4.446	-4.755	-3.730	-3.224	-3.217	-1.867	
									-1.993	-1.008	-4.857	-4.778	-4.778	-3.812	-1.770	-3.217	-1.867	
									-1.993		-5.192	9.093	-1.644	-1.998	-2.061	-2.477		
											-4.149	-4.443	-4.716	-3.812	-0.898	-3.217		
											-5.192	-4.857	-2.410	3.726	-1.770	-3.217		
													0.688	15.185	-3.224	-2.477		
													-4.686	2.623	-3.224	-3.217		
													-3.759	-3.812	-3.224			
													-1.644	-3.915				
													-4.716	-3.573				
													-4.527	-3.915				
													1.908	-3.213				
													-3.787	-2.902				
													-4.165	-3.812				
													11.456	-3.915				
													-4.778	13.166				
													-3.903	-3.915				
													31.714	-3.915				
													-4.695	8.990				
													-4.386	-3.710				
													0.947	-3.590				
													-4.778	-3.915				
												-4.747	-3.864					
												-4.473	-3.915					
												-4.778	-3.915					
												-4.778	12.673					
												21.355	0.983					
												-4.386	-3.915					
												-3.903	1.870					
													-0.492					
													29.562					
													-3.915					
													-3.596					
													-3.436					
													-3.915					
													-3.915					
													-3.915					
													-3.915					
													-1.402					
													-3.915					
													-3.915					
													-3.915					
													-3.915					
													-2.602					
													13.234					
Suma de valores z	NA	NA	0.333	NA	-1.000	-2.667	1.201	NA	-0.050	-1.588	-0.878	-1.849	-1.266	-0.094	-2.616	-0.850	-1.431	-2.058

Tabla 37. Valores normalizados de centralidad de intermediación para nodos que desaparecen de la red. El sombreado indica valores positivos. NA indica ausencia de nodos desaparecidos.

5.4. ANÁLISIS DE LAS IMPLICACIONES ESPACIALES DEL MODELO DE RED

Partiendo de que las redes espaciales se pueden utilizar para simular redes sociales, la comprensión y análisis de su estructura y dinámica, así como de su capacidad de predecir y planificar fenómenos relacionados con la conectividad y flujo en un espacio geográfico debe ser analizada. Si bien podemos distribuir los nodos espacialmente y observar la distribución de las relaciones de similitud (Figura 39), a continuación, se presentan diferentes análisis para indagar si el espacio es un elemento clave para explicar la distribución de materiales, es decir, para discernir sobre la topología y estructura del modelo de red.

En la Figura 39 se observan las redes del modelo de red con un algoritmo de distribución geográfica de los nodos. Puesto que en la fase 1 y 2 no se han podido calcular grupos modulares o politéticos la georreferenciación de los nodos tan solo nos informa de la ubicación de estas sepulturas. En la fase 3 se intuyen dos concentraciones de puntos, una en la zona media del río Ter y otro en el Vallès.

La concentración de nodos en el Vallès durante la fase 4, caracterizada por la eclosión de los *Sepulcres de Fossa*, se observa con la presencia de un grupo politético (color rojo) que presenta similitudes con el nodo 72 (Collet de Puiggros-PEC-39). La relación Penedès-Pirineu es evidente Can Sadurní (nodos 65 y 66) y el Segudet (nodo 87). El Ebre, finalmente, se caracteriza por la ausencia de materiales exógenos y materiales locales asociados a estos, siendo pues semejante a sepulturas del Vallès y a la Cova Pastoral (nodo 131), entre otros.

La dispersión modular de la fase 5 parece indicar una falta de correlación entre la localización de las sepulturas y el contenido artefactual que presentan. Este hecho varía en la fase 6, donde el Solsonès se define muy bien (color rojo), con la ausencia del nodo 73 (Feixa del Moro), aunque este grupo se encuentra repartido por el resto del territorio exceptuando la zona de Garrotxa-Gironès, la cual presenta mayor semejanza con el Vallès (color verde).

Finalmente, la fase 7 se caracteriza por un grupo de sepulturas localizadas tan solo en el Vallès (color negro) y un grupo heterogéneo de sepulturas localizada en el Vallès y en el Solsonès (color rojo).

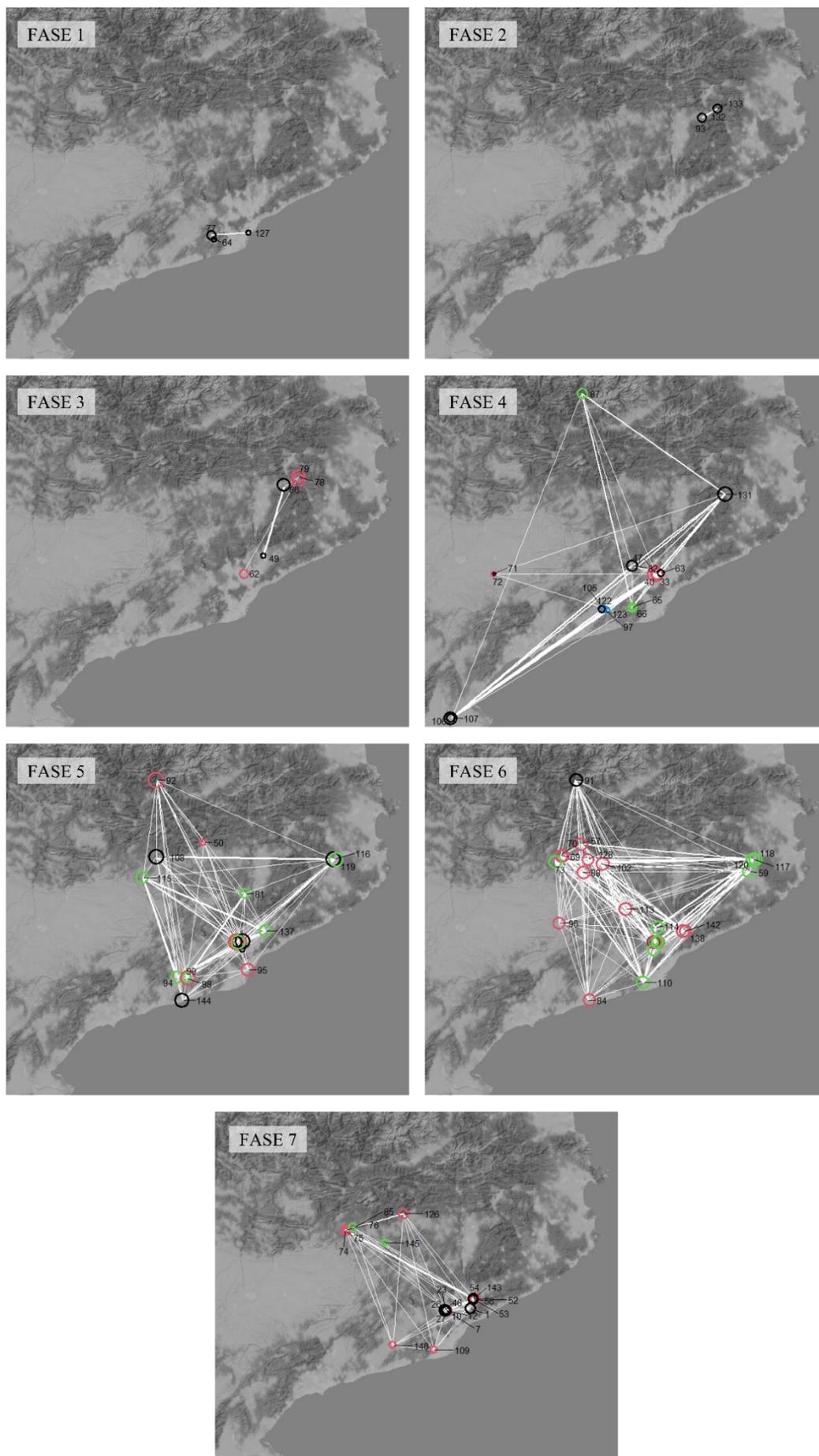


Figura 39. modelo de red para cada fase. La distribución de los nodos ha sido realizada mediante su ubicación espacial. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo.

5.4.1. Modelos topológicos espaciales

Expuestos diversos modelos espaciales (véase apartado 4.3.6) y puesto que para poder compararlos con los resultados del modelo de red necesitamos matrices con la misma dimensión, tomamos la cantidad total de nodos para cada una de las fases definidas, es decir se incluyen aquellas sepulturas sin presencia de materiales. Concretamente se construye un modelo de red de vecindad relativa (RNG), un gráfico de Gabriel (GG) el cual es modificado mediante un parámetro beta que define el tamaño del círculo circunscrito y determina la vecindad de los puntos para beta 0.5 y 0.1, un árbol de expansión mínima (MST), una red de vecindad cercana donde los nodos se conectan con los 3 (KR-3) y 6 (KR-6) nodos más cercanos, respectivamente, y una red de distancia máxima tomando valores de 33 km (DMAX-33), es decir una posible distribución local, y 66 km (DMAX-66), asociada a una distribución regional.

Una vez construidos, se calcula mediante la prueba de Mantel la presencia o ausencia de una correlación significativa entre estos modelos y el modelo de red (Tabla 38). En ella se han omitido las 3 primeras fases debido a su tamaño reducido ($n \leq 5$).

	Fase 4		Fase 5		Fase 6		Fase 7	
	Mantel	<i>p</i>	Mantel	<i>p</i>	Mantel	<i>p</i>	Mantel	<i>p</i>
RNG	0.084	0.349	NA	NA	0.038	0.575	NA	NA
GG	0.260	0.018	0.068	0.084	0.008	0.519	0.265	0.005
GG (B 0.5)	0.121	0.153	0.078	0.063	0.016	0.441	0.261	0.002
GG (B 0.1)	0.092	0.235	0.078	0.061	0.020	0.410	0.261	0.002
MST	0.001	0.001	0.001	0.001	0.449	0.449	0.003	0.003
KR-3	0.093	0.210	0.257	0.001	0.054	0.240	0.079	0.176
KR-6	0.026	0.443	0.143	0.014	0.043	0.268	0.166	0.033
DMAX-33	0.013	0.508	0.070	0.186	0.060	0.205	0.279	0.006
DMAX-66	-0.022	0.634	-0.045	0.757	-0.060	0.798	0.098	0.155

Tabla 38. Resultados de la comparación de los modelos espaciales con el modelo de red general para las fases de ≥ 5 nodos. El sombreado indica los valores de $p < 0.05$.

En la fase 4, si bien tan sólo hay evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula en el modelo MST, no se puede concluir que existe una correlación o asociación significativa entre los dos modelos dado el bajo grado de correlación del test ($p = 0.001$). Lo mismo ocurre para la fase 5 en el modelo MST y en modelo KR-6. El valor más alto de correlación se da para el modelo KR-3 (0.257), es decir, los nodos de esta red tienden, débilmente, a conectarse tan sólo con los nodos más cercanos. Esto conllevaría, a priori, la aparición de subgrupos de nodos altamente conectados.

En la fase 6 no se observa ningún rechazo de la hipótesis nula por lo que todos los modelos son estadísticamente diferentes a la fase 6 del modelo de red.

Finalmente, la fase 7 se asemeja, estadísticamente, con el Gráfico de Gabriel. Puesto que a menor valor beta menos amplia será la vecindad entre puntos, tomamos el gráfico de Gabriel con el parámetro sin modificar, es decir $B = 1$. Aunque la correlación sigue siendo débil (0.265), su correlación indica que la influencia de los nodos tiende a afectar a aquellos nodos más cercanos. Este hecho se ratifica con el valor de correlación (0.279) y significancia estadística para la comparación con el modelo DMAX-33, es decir, los nodos tienden a conectarse entre

ellos de manera local y, por ende, las similitudes materiales se dan localmente. La correlación con el valor KR-6 no ha sido considerada debido a su bajo grado de correlación (0.166).

5.4.2. Zonas de influencia de la red

Si bien no descartamos totalmente como factor causal de la topografía de red la asociación de los nodos a su localización geográfica, para explorar esta variable en el modelo de red, se han considerado las coordenadas geográficas de cada nodo y se han utilizado 12 regiones diferentes en base a criterios geográficos y tipológicos, limitando los desequilibrios en el número de nodos por región (Tabla 39):

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
CAT. CENTRAL	0	1	1	1	1	0	0
DESE. LLOBREGAT	2	0	0 (1)	2 (5)	0	1	1 (3)
EMPORDÀ	0	0	0	0	0	0	0 (1)
EBRE	0	0	0	2	0	0	0
GARROTXA-GIRONÈS	0	2	2	2 (3)	2	4	0
LITORAL CENTRAL	1	0	0 (2)	0	2 (3)	0	0
LLEIDA	0	0	0	2	0	1	0
PENEDÈS	0	0 (1)	0	2 (3)	4 (6)	0	1 (4)
PIRINEU	0	0	0	1	1	1	0
CAMP DE TARRAGONA	0	0	0	0	0	0 (1)	0
SOLOSNÈS	0	0	0	0	3	8	6
VALLÈS	0	0	2	5	28	17 (20)	13 (15)

Tabla 39. Cantidad de nodos por cada fase y región. Entre paréntesis aparece el total de nodos teniendo en cuenta aquellos nodos sin materiales arqueológicos.

Sobre esta tabla, se ha analizado la importancia relativa de cada región dentro de todo el sistema a lo largo del tiempo. Para ello, se han calculado los valores de intermediación regional. Los resultados (Tabla 40), indican la ausencia de una región dominante durante la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3). Durante la fase 4 el Vallès incrementa su importancia en el modelo, llegando a su apogeo en la fase 5. Las fosas, representadas por el Penedès, Vallès y Garrotxa-Gironès acumulan la mayoría de valor de intermediación en esta fase, mientras que en el caso de las estructuras tipo cista del Pirineu aún tiene mayor influencia que el Solsonès. Este valor cambia en la siguiente fase dada la substitución de nodos influyentes, caracterizada anteriormente. Todas las zonas con fosas pierden importancia, aunque siguen manteniendo la mayoría de las interconexiones más importantes. Paralelamente el Solsonès adquiere una mayor importancia. Finalmente, la Etapa 3 o fase 7 se caracteriza por la atomización del conjunto, mayoritariamente, en dos zonas: el Vallès y el Solsonès. El Penedès tiene valores muy bajos de intermediación mientras que la desembocadura del Llobregat tan solo presenta un nodo periférico y dos nodos sin presencia materiales.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
CAT. CENTRAL	NA	0	0.16	23.3	0	NA	NA
DESE. LLOBREGAT	1	NA	NA	0.6	NA	1.25	0
EMPORDÀ	NA						
EBRE	NA	NA	NA	6.1	NA	NA	NA
GARROTXA-GIRONÈS	NA	0	0.16	0	6.08	4.05	NA
LITORAL CENTRAL	0	NA	NA	NA	3.23	NA	NA
LLEIDA	NA	NA	NA	0	NA	0.92	NA
PENEDÈS	NA	NA	NA	0	11.29	NA	0.17
PIRINEU	NA	NA	NA	1.53	8	1.25	NA
CAMP DE TARRAGONA	NA						
SOLOSNÈS	NA	NA	NA	NA	4.28	6.6	5.55
VALLÈS	NA	NA	0.5	38.46	145.56	28	40.82

Tabla 40. Acumulación de valores de intermediación para cada región y fase.

Si analizamos en detalle el grado de intermediación del Vallés para cada fase (Figura 40) observamos como los valores de intermediación de la fase 4 son elevados en el Vallès (μ 7.69) y su distribución es similar al del resto de la red. Es por ello por lo que no podemos afirmar que esta zona se comporte de forma diferente al resto. Esto se da por la importancia de un único nodo con un alto valor de intermediación en la Catalunya Central (23.3) seguido de bajos valores de intermediación en el resto de las zonas.

Si bien en la fase 5 existe una mayor cantidad de nodos con valores de intermediación ($n= 34$), todos ellos son muy bajos (entre 0.619 y 12.08). Su distribución es logarítmica-normal, es decir, la gran mayoría de nodos tienen valores muy bajos, mientras que tan solo unos pocos acumulan valores elevados. El valor elevado del Vallès (145.56) no se da por la acumulación de nodos con altos valores de intermediación sino por la suma del conjunto de nodos ($n= 28$) con valores muy reducidos (μ 5.19)

La fase 6 es similar a la anterior: los valores de intermediación son muy bajos en todo el sistema (entre 0.11 y 1.25) y el Vallés tiene mayor acumulación de intermediación (28) por tener mayor cantidad de nodos ($n= 17$).

Finalmente, en la fase 7 también se observan valores muy bajos (entre 0.17 y 4.53). Si bien no de forma excesiva, en este caso el Vallès presenta valores medios más elevados (μ 3.14) respecto al resto de zonas (μ 0.91). Este hecho reitera la atomización del conjunto.

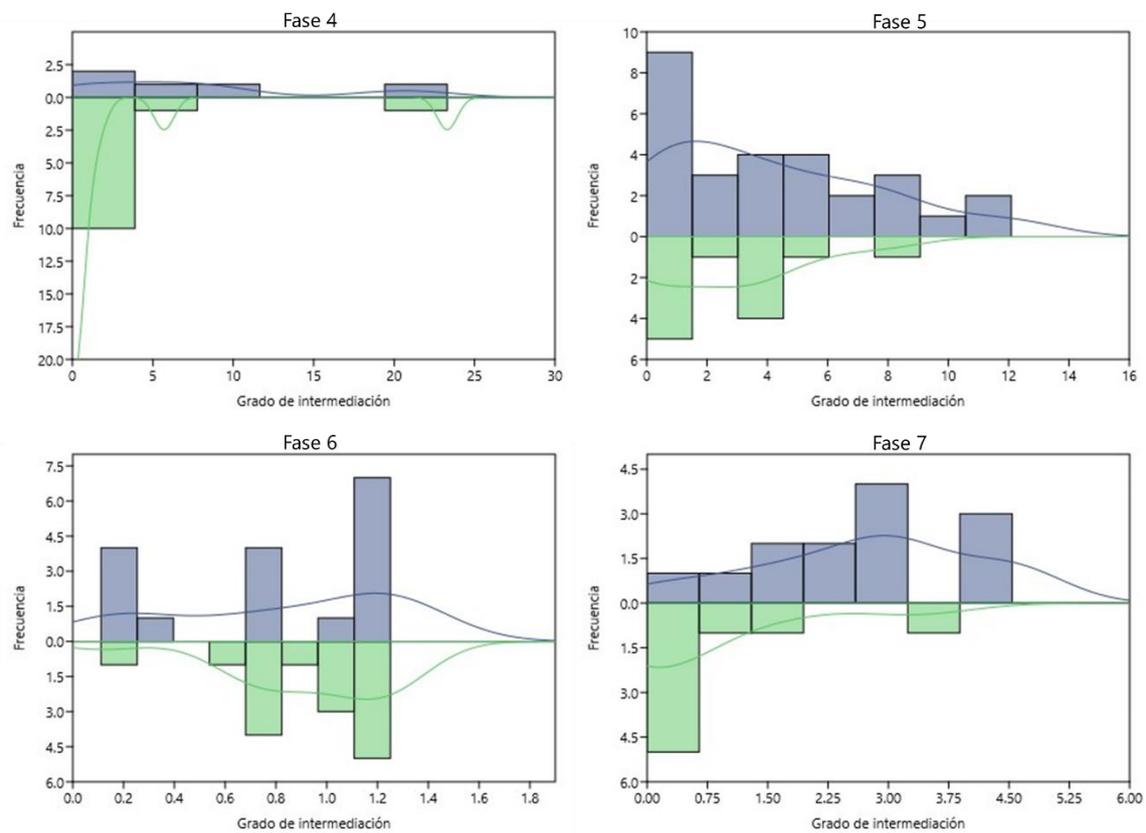


Figura 40. Frecuencia de los valores de intermediación para cada fase del Vallès (azul) comparados con el resto de las zonas (verde).

5.5. ANÁLISIS DEL CONTENIDO ANTROPOLÓGICO

Partiendo de que los individuos enterrados, ajenos al proceso productivo, son los consumidores de la producción, podremos observar las dinámicas y relaciones de producción y reproducción social de los vivos. El análisis de estos individuos se lleva a cabo a partir de tres espectros: el sexo, para ver disimetrías sexuales y adscritas; la edad para ver disimetrías heredadas, adscritas o adquiridas; y el grupo social (sexo y edad conjuntamente) para ver disimetrías adscritas. De esta forma, trataremos de observar la presencia o ausencia de grupos politéticos diferenciados, es decir, grupos de individuos que comparten un determinado número de atributos característicos.

Estos factores o atributos comunes son los que otorgan valores a la existencia o no de homogeneidades en la normalización productiva. Con ello, la asociación relevante de atributos (llevada a cabo en el modelo de red) permitirá establecer como se expresa la materialización de las diversas esferas que engendran los modelos y los usos sociales.

De esta forma, se reconstruye la estructura demográfica mediante aspectos como la distribución por edad y sexo, para, posteriormente, analizar el contenido de las sepulturas tomando como base los tres aspectos descritos anteriormente.

5.5.1. Estructura demográfica

Para reconstruir la estructura demográfica de las primeras sociedades agricultoras y ganaderas se ha considerado oportuno seleccionar todas aquellas sepulturas en las que el contenido no se ha visto afectado (Nivel 1 y 2; n= 295). Posteriormente, para analizar su evolución temporal se han seleccionado aquellas sepulturas con dataciones radiocarbónicas

La Tabla 41 muestra que las tumbas individuales tienen la mayor cantidad de individuos (43.6 %), seguido de las dobles (17 %) y colectivas (39.4 %). En cuanto a la distribución del sexo, se observa que en las tumbas individuales no hay diferencias significativas entre los individuos masculinos y femeninos puesto que representan el 28.6% y el 24.1%, respectivamente, mientras que el 17.7% son infantiles, por lo que no se puede determinar su sexo. En las tumbas dobles, el 37.2 % son femeninos, el 29.1 % son masculinos y el 17.4 % son infantiles. Por último, en las tumbas colectivas, solo el 5.5 % son femeninos mientras que el 17.6 % son masculinos. Dadas las tipologías de tumbas colectivas, el proceso de sexuado de los individuos es mucho más complicado dándose así un alto grado de indeterminación (67.8 %). Estos datos sugieren que las prácticas funerarias y los patrones de enterramiento podrían haber variado según el tipo de contenedor.

	Femeninos	Masculinos	Infantiles indeterminados	Indeterminados	TOTAL
Tumbas individuales	53	63	39	65	220
Tumbas dobles	32	25	15	14	86
Tumbas colectivas	11	35	18	135	199
TOTAL	96	123	72	214	505

Tabla 41. Cantidad de inhumaciones sexuadas, infantiles e indeterminadas para el Neolítico antiguo y medio. Para los Niveles 1 y 2 (n= 295).

Para analizar la evolución demográfica a lo largo del tiempo tomamos los 146 eventos definidos anteriormente. Si nos fijamos en la evolución de la cantidad de individuos sexuados para cada fase (Figura 41), observamos como en la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3), la cantidad de individuos se mantiene constante, no siendo significativo el sexo del inhumado (n= 3). Aun así, hay que tener en cuenta que, dadas las escasas muestras sexuadas no podemos ser contundentes con esta afirmación. Por otro lado, la Etapa 2 (fase 4, 5 y 6) se caracteriza por un aumento significativo de la población, siendo los individuos masculinos predominantes en todo momento. La diferencia entre ambos es quizás la fase de su máximo apogeo. Mientras que en la fase 5, los individuos femeninos llegan a su máximo (n= 19), los masculinos llegan en la fase 6 (n= 22). Este aumento demográfico se ve interrumpido en la fase 6, momento en el que la población decrece hasta la fase 7.

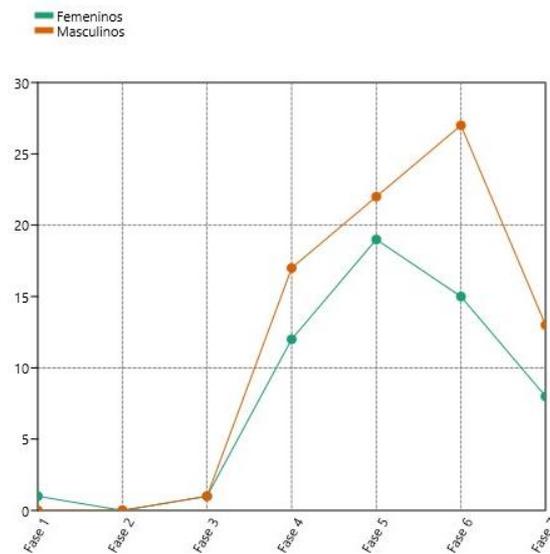


Figura 41. Cantidad de individuos sexuados para cada fase.

La siguiente tabla se ha construido para analizar las agrupaciones de individuos sexuados según tumbas individuales, dobles o múltiples (Tabla 42):

		Femeninos	Masculinos	Infantiles indeterminados	Indeterminados	TOTAL
Fase 1	Tumbas individuales	1	0	0	0	36
	Tumbas colectivas	0	0	0	35	
Fase 2	Tumbas individuales	0	0	0	1	8
	Tumbas colectivas	0	0	0	7	
Fase 3	Tumbas individuales	1	1	2	2	11
	Tumbas colectivas	0	0	1	4	
Fase 4	Tumbas individuales	6	7	2	0	47
	Tumbas dobles	1	3	0	0	
	Tumbas colectivas	5	7	0	16	
Fase 5	Tumbas individuales	10	19	4	2	53
	Tumbas dobles	9	3	4	2	
Fase 6	Tumbas individuales	7	9	0	6	60
	Tumbas dobles	6	9	0	3	
	Tumbas colectivas	2	9	6	3	
Fase 7	Tumbas individuales	3	7	1	5	78
	Tumbas dobles	3	2	1	2	
	Tumbas colectivas	1	4	1	47	
TOTAL		55	80	22	135	292

Tabla 42. Evolución demográfica según el sexo y cantidad de individuos inhumados conjuntamente.

En la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3) se observa una predominancia de tumbas colectivas con una alta proporción de individuos sin sexo determinado. En la fase 1, se observa la predominancia de los sepulcros colectivos, aunque estos individuos no han podido ser sexuados. Las escasas evidencias de individuos sexuados reflejan tan solo un único individuo femenino en Plaça de la Vila de Madrid. Por otro lado, en la fase 2, no se registran individuos sexuados en los sepulcros individuales. En las tumbas colectivas, se encuentran 7 individuos sin sexo determinado

A medida que avanza, se observa un aumento en la diversidad de individuos enterrados, con una presencia mayor y equilibrada de individuos femeninos y masculinos en los sepulcros individuales. También se registra un incremento en la presencia de individuos infantiles sin sexo determinado. Concretamente, en la fase 3, se observa un ligero aumento demográfico.

En la Etapa 2 se introducen los sepulcros dobles, reflejando la existencia de relaciones específicas entre los individuos enterrados, dándose así un cambio significativo en las prácticas funerarias, donde las relaciones interpersonales adquieren mayor importancia. A su vez, se observa un incremento significativo en el número de individuos a partir de la fase 4, dándose un gran aumento de su diversidad a lo largo de las fases 5 y 6 y manteniéndose constante en comparación con la fase anterior.

En las últimas fases se observa un aumento en la complejidad de los sepulcros colectivos, con una mayor presencia de individuos sin sexo determinado. A su vez, tal y como se observa en la fase 7, se da una disminución en la cantidad de individuos enterrados.

Cambiando el espectro de análisis de sexo a edad, se observa (Figura 42), en la Etapa 1, una mayor presencia de individuos de edad indeterminada en los sepulcros colectivos, dificultando la determinación de la edad. En la fase 1, tan solo se registra un solo individuo adulto, mientras que en la fase 2 sí que se observa un incremento en la presencia de individuos adultos (n= 4), junto con una mayor representación de individuos maduros/seniles (n= 1). Los de edad indeterminada también están presentes, pero en menor medida (n= 2). De forma similar, en la fase 3, se destaca un aumento en la presencia de individuos infantiles (n= 3) y adultos (n= 4),

con la presencia por primera vez de individuos juveniles (n= 1). Los individuos maduros/seniles también están representados (n= 1), al igual que los de edad indeterminada en una proporción reducida (n= 2).

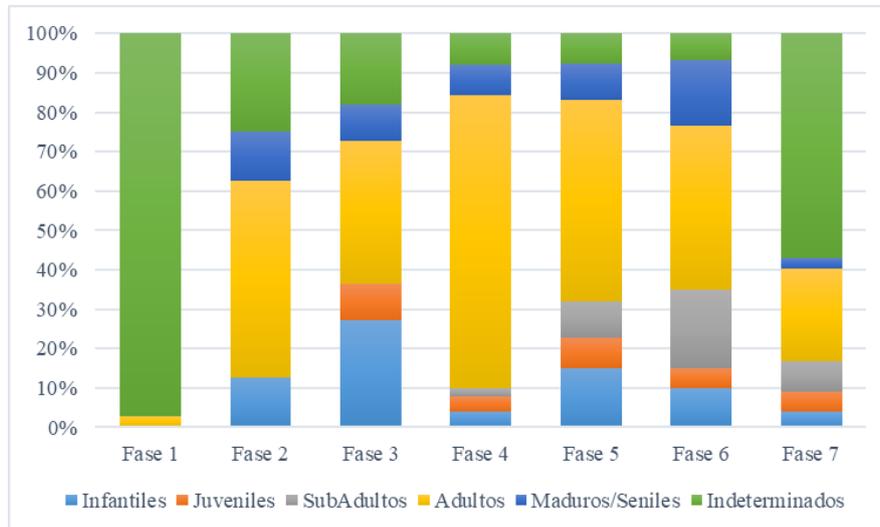


Figura 42. Evolución demográfica para cada fase según la edad.

A medida que avanza el tiempo, se observa una población más equilibrada en términos mortalidad e inhumación. Los individuos con una tasa de mortalidad, o al menos los más inhumados, son los individuos adultos, aunque también están representada una alta mortalidad infantil y una mayor representación de individuos maduros/seniles en las fases intermedias. Con ello, en la fase 4, se registra una mayor diversidad en las categorías de edad que se mantiene en la fase 5 y 6 pero con un aumento de la mortalidad infantil, así como un detrimento de los adultos.

Al final de la Etapa 2 (fase 6) y Etapa 3, se mantiene la diversidad en las categorías de edad, con una mayor representación de individuos subadultos (n= 18) y adultos (n= 43), aunque aumenta exponencialmente el número de individuos indeterminados (n= 48).

Finalmente, si tenemos en cuenta la edad y el sexo para construir grupos sociales podemos observar cómo los pocos datos de los que disponemos no nos informan de nada nuevo. Los individuos adultos son los predominantes, siendo los masculinos más numerosos (Tabla 43).

Sexo	Edad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Total
Femenino	Juvenil	0	0	0	2	3	2	2	9
Femenino	Subadulto	0	0	0	0	1	3	1	5
Femenino	Adulto	1	0	1	8	13	7	4	34
Femenino	Maduro/Senil	0	0	0	2	2	3	1	8
Masculino	Juvenil	0	0	0	0	1	0	0	1
Masculino	Subadulto	0	0	0	0	3	8	4	15
Masculino	Adulto	0	0	0	15	13	13	7	48
Masculino	Maduro/Senil	0	0	0	2	3	6	1	12

Tabla 43. Evolución demográfica para cada fase según la edad y el sexo conjuntamente.

5.5.2. Análisis del contenido según sexo

El análisis del contenido según el sexo ha sido llevado a cabo desde tres espectros: la adscripción sexual a los grupos politéticos definidos anteriormente, la distribución del contenido según el sexo y el grado de importancia (intermediación) de cada individuo. De esta forma trataremos de ver disimetrías entre sexos, pero también desigualdades internas dentro de cada uno de ellos.

5.5.2.1. Adscripción al grupo politético según sexo

Teniendo en cuenta los grupos politéticos creados anteriormente para cada fase (véase apartado 5.3.1), para analizar si existe una relación estadística entre estos y el sexo de los individuos inhumados se ha contabilizado la presencia de individuos masculinos y femeninos en cada una de las fases y se ha llevado a cabo la prueba de Pearson para cada una de ellas. La cantidad de total de los individuos masculinos y femeninos no corresponde con la cantidad de tumbas contabilizadas ya que en muchas de ellas la adscripción sexual no ha podido ser llevada a cabo. Así pues, tal y como podemos observar (Tabla 44) no hay ninguna significancia estadística entre ambas variables ($p > 0.05$) por lo que no se pueden adscribir diferencias sexuales a los grupos politéticos.

	Grupo	Color grafo	Masculinos	Femeninos	<i>p</i> (no assoc.)
Fase 2	1	marrón	0	0	NA
	2	-	0	0	
Fase 3	1	rojo/verde	1	1	NA
	2	-	0	0	
Fase 4	1	morado	10	8	0.256
	2	naranja	1	1	
	3	verde	4	1	
	4	azul	2	0	
	5	-	0	2	
Fase 5	1	morado	7	2	0.151
	2	naranja	12	9	
	3	verde	2	5	
	4	-	1	3	
Fase 6	1	morado	2	3	0.432
	2	naranja	15	6	
	3	verde	6	5	
	4	-	4	1	
Fase 7	1	morado	5	4	0.570
	2	naranja	5	2	
	3	verde	0	1	
	4	-	2	1	

Tabla 44. Relación entre los grupos politéticos del modelo de red y el sexo de los individuos. El color del grafo coincide con el color de la Figura 34 hasta la Figura 37. Los grupos politéticos con color de grafo “-“ pertenecen a aquellas tumbas sin presencia de materiales.

Esto significa que las agrupaciones por similitud de variables compartidas (grupos politéticos), no vienen determinados por el sexo de los individuos inhumados. Aun así, no se puede descartar de forma taxativa dicha relación puesto que la expresión material es mucho más compleja, tal y como veremos a continuación.

5.5.2.2. Distribución del contenido artefactual según sexo

A partir de las frecuencias de la cantidad total de materiales que presenta cada sexo para cada fase, se ha comparado su distribución con tres distribuciones matemáticas para proporcionar una topología con propiedades estadísticas similares a las reales (véase apartado 4.3.3) (Tabla 45). No se ha tenido en cuenta la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3) ya que su tamaño es ≤ 5 .

	Estadística	Masculinos			Femeninos		
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP
Total	KS	0.086	0.053	0.431	0.103	0.076	0.192
	<i>p</i>	0.4	0.81	0*	0.64	0.32	0.27
Fase 4	KS	0.219	NA	0.584	0.195	NA	0.642
	<i>p</i>	0.73	NA	0.2	0.23	NA	0.16
Fase 5	KS	0.147	0.146	0.109	0.147	0.135	0.235
	<i>p</i>	0.7	0.03*	0.10*	0.31	0.26	0.54
Fase 6	KS	0.115	0.087	0.271	0.106	0.102	0.173
	<i>p</i>	0.69	0.75	0*	0.95	0.88	0.2
Fase 7	KS	0.137	0.122	0.300	0.279	0.186	0.318
	<i>p</i>	0.74	0.72	0*	0.08*	0.34	0.28

Tabla 45. Resultados de la bondad de ajuste para la presencia de artefactos según el sexo de los individuos en cada una de las fases. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

La tendencia general entre individuos masculinos y femeninos es diferente ya que presentan una distribución logarítmica-normal y ley de potencia, respectivamente. Esto significa que la distribución de materiales en inhumaciones femeninas es aleatoria mientras que su repartición en individuos masculinos tiene una tendencia de agrupación en pequeños grupos altamente conectados, es decir, unos pocos tienen más que la gran mayoría.

Si observamos su evolución podemos ver como la cantidad de materiales de los que disponen los individuos masculinos tiene una distribución de Poisson, es decir la distribución crece o decrece cuando todos los materiales crezcan o decrezcan al mismo ritmo. Hacia las fases 6 y 7, aunque los valores de *p* siguen reafirmando esta distribución, vemos una tendencia hacia una distribución logarítmica-normal, es decir, una distribución en la que algunos individuos presentan algunos materiales más que el resto.

En las inhumaciones femeninas ocurre lo mismo, aunque con la fase 5 y 7 como excepciones. La fase 5 presenta, claramente, una distribución exponencial donde algunos individuos femeninos tienen mucho más que los otros. Por otro lado, dados que los valores de *p* de la fase 7 son muy pequeños, no podemos considerar un ajuste aceptable (Clauset et al., 2009, p. 18).

Para cuantificar la desigualdad en la distribución de la riqueza (cantidad de materiales) dentro de estas poblaciones se ha llevado a cabo el coeficiente de Gini (Figura 43).

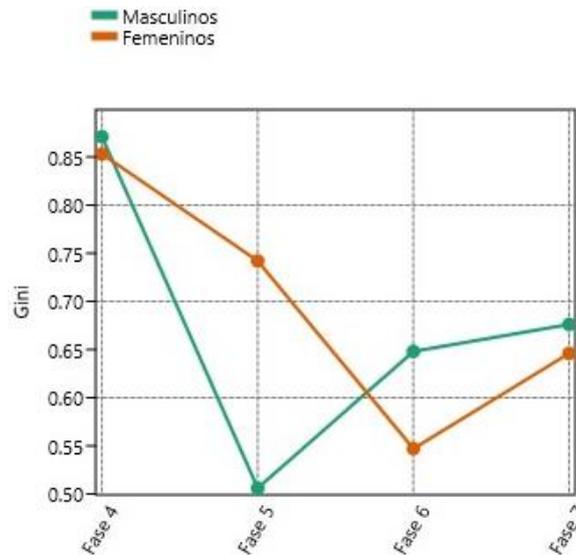


Figura 43. Resultados del valor de riqueza Gini según sexo y fase. Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

El coeficiente de Gini varía entre 0 y 1, donde 0 representa la igualdad perfecta (todos los individuos tienen la misma riqueza) y 1 representa la desigualdad extrema (un solo individuo tiene toda la riqueza, mientras que los demás no tienen nada) (véase apartado 4.3.5). La fase 4 representa el momento de mayor desigualdad (0.871 y 0.853 para masculinos y femeninos, respectivamente) aunque es el momento de más igualdad entre sexos. Aun así, su distribución se acerca a una curva normal por lo que, aunque existan individuos con mayor y menor riqueza que el resto, no estamos delante de una sociedad desigual.

En la fase 5 y 6 la desigualdad de riqueza aumenta para los individuos femeninos (aumenta hasta 0.547), mientras que para los masculinos tan solo aumenta en la primera fase (0.506). La distribución exponencial de los individuos femeninos, juntamente con su alto valor de desigualdad en la riqueza, son elementos demarcadores de disimetría en el acceso al consumo de los artefactos depositados para las mujeres.

Aunque en el caso de los individuos femeninos ya no se vuelven a repetir patrones tan desiguales como en la fase 5, en la fase posterior los valores de los individuos masculinos y femeninos aumentan, es decir, crece la desigualdad, situándose otra vez muy cerca uno del otro (0.676 y 0.646 para masculinos y femeninos, respectivamente).

Si analizamos una a una las clases de artefactos que acompañan a los individuos sexuados, eliminando aquellas categorías de objetos en que en uno de los sexos sean ≤ 5 muestras (obsidiana, hachas exógenas, fauna, elementos macrolíticos y galena), se puede observar cómo, aparentemente (Figura 44), las frecuencias de aparición de objetos no varían dependiendo de los sexos. Este análisis no ha sido dividido temporalmente ya que tan solo se han computado aquellos materiales con una muestra superior a 5 elementos.

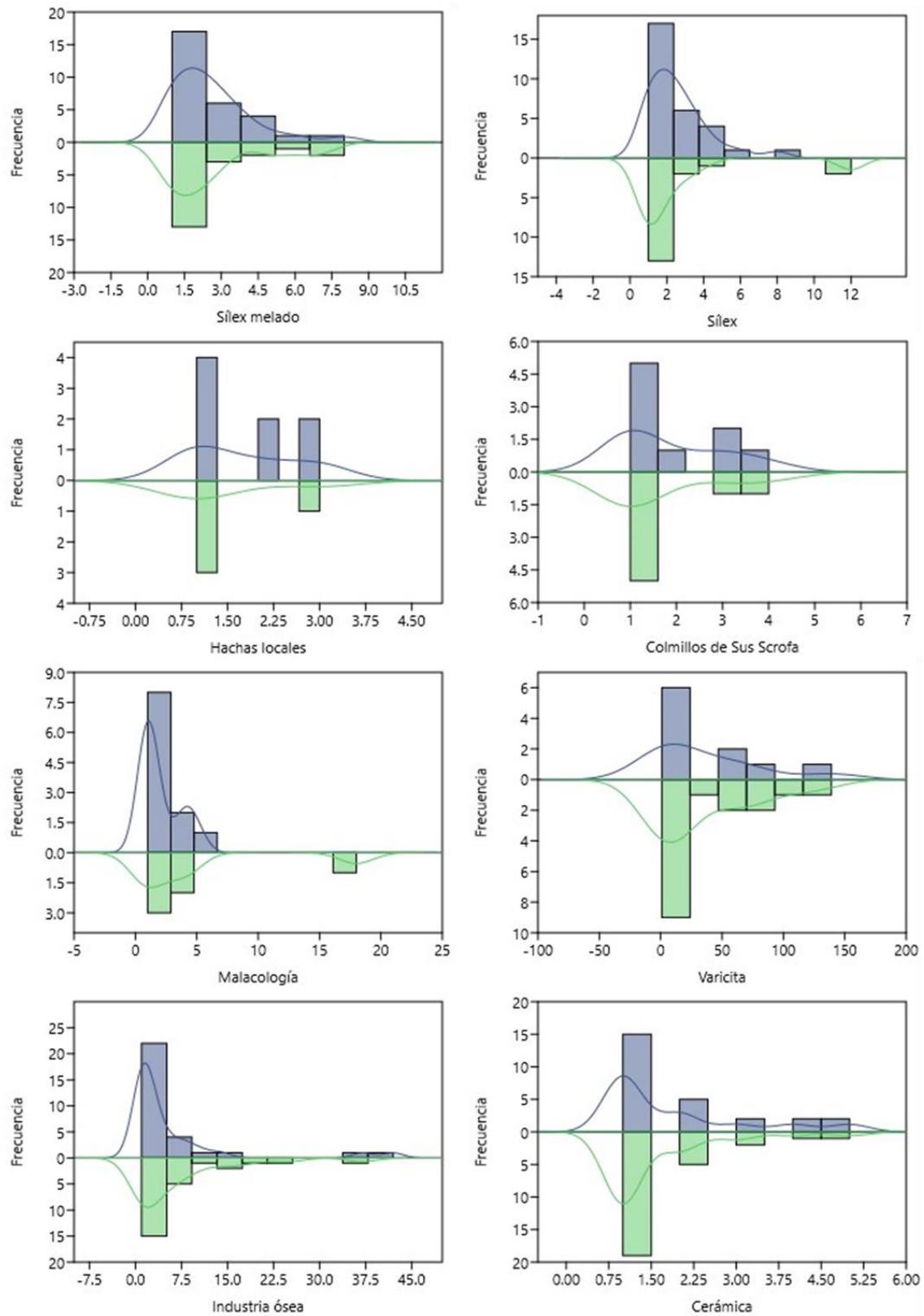


Figura 44. Frecuencias de aparición de cada clase de artefacto para individuos masculinos (azul) y verdes (femeninos). Para las clases de artefactos con ≤ 5 muestras en ambos sexos no se ha computado. En la malacología se ha eliminado el valor de 1856, considerado atípico (*out-layer*) para este gráfico.

Si ajustamos la distribución de los artefactos a los tres modelos matemáticos definidos anteriormente para estudiar las diferencias entre individuos de un mismo sexo (Tabla 46), se observa una distribución aleatoria (Poisson) de algunos de sus elementos, por lo que no nos sirven como distintivo. Es el caso del sílex melado (0.23), la variscita (0.72) y el ornamento indeterminado (0.78) en los individuos masculinos y el sílex (0.84), la fauna (0.62), los colmillos de *Sus scrofa* (0.7) y la malacología (0.29) en el caso de los individuos femeninos.

La acumulación de algunos elementos por algunas sepulturas se da en el caso del sílex (0.96), los colmillos de *Sus scrofa* (0.8) y la industria ósea (0.94) para los individuos masculinos, mientras que para los femeninos tan solo encontramos la fauna (0.6) y la cerámica (0.92).

Por otro lado, los elementos que se ven concentrados en mayor medida en pocas sepulturas son el sílex (0.93), las hachas locales (0.79), la malacología (0.42) y la cerámica (0.59) para los masculinos y el sílex melado (0.53), la variscita (0.78), la industria ósea (1) para los femeninos. Son estos elementos, juntamente con los que presentan una distribución logarítmica-normal (aunque en menor medida) los que nos pueden dar información sobre diferencias internas entre individuos de un mismo sexo.

Finalmente, cabe mencionar que algunos artefactos han sido descartados en este análisis (artefactos con una muestra <5 elementos): de las inhumaciones masculinas se ha eliminado la obsidiana (n= 0), las hachas exógenas (n= 2), los elementos macrolíticos (n= 3), la fauna (todos presentan una única muestra), los brazaletes de *Glycymeris* (n= 1), las cuentas de piedra (n= 2) y la galena (n= 0); de las inhumaciones femeninas se ha eliminado la obsidiana (n= 0), las hachas exógenas (n= 5), las hachas locales (n= 4), los elementos macrolíticos (n= 3), los brazaletes de *Glycymeris* (n= 2), las cuentas de piedra (n= 5), el ornamento indeterminado (n= 5) y la galena (n= 0).

	Masculinos					Femeninos			
	n de objetos		LP	LN	EXP	n de objetos	LP	LN	EXP
SÍLEX MELADO	22	KS	0.111	0.074	0.096	21	0.137	0.084	0.724
		p	0.23	0.15	0.18		0.1	0.13	0.53
SÍLEX	29	KS	0.057	0.015	0.027	18	0.054	0.073	0.193
		p	0.72	0.96	0.93		0.84	0.51	0.13
HACHAS LOCALES	8	KS	0.160	NA	0.078	4	NA	NA	NA
		p	0.35	NA	0.79		NA	NA	NA
FAUNA	8	KS	NA	NA	NA	12	0.099	0.104	0.489
		p	NA	NA	NA		0.62	0.6	0*
COLMILLOS DE SUS SCROFA	9	KS	0.129	0.116	0.111	7	0.132	NA	0.130
		p	0.56	0.8	0.42		0.7	NA	0.52
MALACOLOGÍA	12	KS	0.148	NA	0.111	6	0.216	NA	0.293
		p	0.23	NA	0.42		0.29	NA	0.04
VARISCITA	10	KS	0.204	0.174	0.207	16	0.190	0.168	0.171
		p	0.72	0.28	0.26		0.62	0.41	0.78
ORNAMENTO INDETERMINADO	6	KS	0.124	NA	0.479	5	NA	NA	NA
		P	0.78	NA	0*		NA	NA	NA
INDUSTRIA ÓSEA	30	KS	0.078	0.038	0.160	26	0.111	0.081	0.069
		p	0.52	0.94	0.29		0.66	0.93	1
CERÁMICA	27	KS	0.083	0.047	0.050	28	0.054	0.015	0.036
		p	0.18	0.45	0.59		0.34	0.92	0.63

Tabla 46. Resultados de la bondad de ajuste de la presencia de artefactos según sexo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado.

5.5.2.3. Distribución de los individuos en la red según sexo

Teniendo en cuenta resultados del apartado 5.3.3.1, donde el grado de las conexiones que tiene cada sepultura en las fases 4, 5 y 6 se ajusta a un modelo logarítmico-normal, mientras que la fase 7 se ajusta a un modelo exponencial, los valores de intermediación no nos muestran unas diferencias significativas entre ambos sexos (Figura 45). Tanto la fase 4 como la 5 presentan unas acumulaciones de frecuencias similares mientras que en la fase 6 se observan valores más reducidos para elementos femeninos. La fase 7 no se ajusta, tal y como podemos comprobar en la Tabla 47, a ninguno de los tres modelos matemáticos (masculinos ≤ 0.1 y femeninos valores muy elevados en las tres distribuciones).

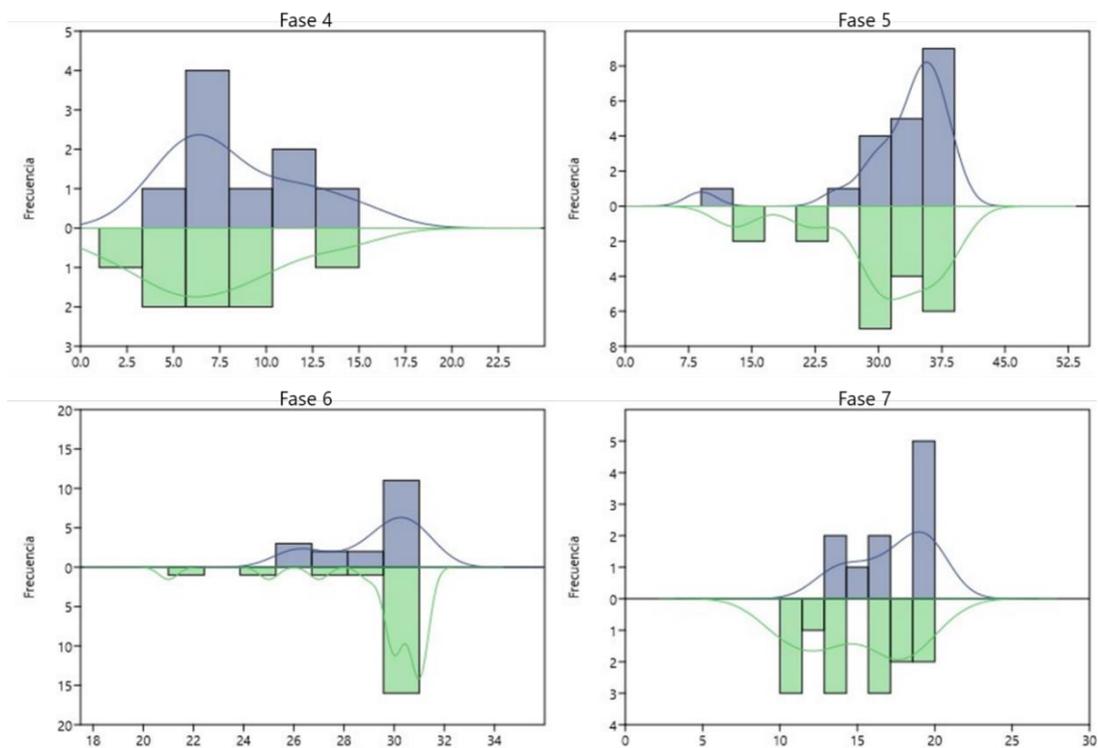


Figura 45. Frecuencia de los valores de intermediación para individuos masculinos (azul) y verdes (femeninos) en cada fase.

La fase 4 se caracteriza por tener un alto grado de conectividad local entre los nodos, pero una baja conectividad global con tendencia a la aparición de *hubs* (valores elevados de distribución exponencial). Si bien en esta fase las diferencias entre ambos sexos no son significativas, en la fase 5 sí que se observa una clara distinción entre el grado de intermediación de los individuos masculinos (tienden a estar agrupados en pequeños grupos altamente conectados) y femeninos (pocos nodos tienen un grado mucho más alto que todos los demás y la gran mayoría de ellos tienen un grado muy bajo). Si analizamos este dato juntamente con el valor de Gini para individuos femeninos (0.547), podemos observar que la conectividad entre nodos influye en la desigualdad entre individuos. Este hecho tan solo se observa en esta fase. La fase 6 es similar en ambos sexos, tendiendo algunos de los individuos a mayor acumulación de enlaces, pero sin crear altas disimetrías. Finalmente, tal y como hemos dicho, la fase 7 no se ajusta a ninguno de los modelos.

	Estadística	Mascullinos			Femeninos		
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP
Fase 4	KS	0.165	0.115	0.150	0.171	0.095	0.112
	<i>p</i>	0.38	0.52	0.46	0.38	0.81	0.79
Fase 5	KS	0.219	0.083	0.111	0.125	0.082	0.118
	<i>p</i>	0.35	0.32	0.63	0.41	0.63	0.31
Fase 6	KS	0.286	0.055	0.277	0.441	0.106	0.345
	<i>p</i>	0.12	0.68	0*	0.02*	0.17	0*
Fase 7	KS	0.287	0.204	0.266	0.097	0.045	0.071
	<i>p</i>	0*	0.01*	0*	0.93	0.93	0.86

Tabla 47. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según sexo en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

5.5.3. Análisis del contenido según edad

El análisis de la edad ha sido llevado a cabo mediante la adscripción de esta a los grupos politéticos definidos anteriormente y el estudio de la distribución de materiales presentes en cada una de las franjas. Debido al tamaño de la muestra muchos análisis no han podido implementarse para grupos de edad. Con ello, esta aproximación cuantitativa debe ser acompañada de una lectura cualitativa de los datos no computarizados.

5.5.3.1. Adscripción al grupo politético según la edad

Teniendo en cuenta los grupos politéticos creados anteriormente para cada fase (véase apartado 5.3.1), para analizar si existe una relación estadística entre estos y las franjas de edad descritas (infantil, juvenil, subadulto, adulto y maduro/senil) se ha contabilizado la presencia de estas en cada una de las fases y se ha llevado a cabo la prueba de Pearson para cada una de ellas. El total de los individuos asociados a una franja de edad u otra no corresponde con la cantidad de tumbas contabilizadas ya que en muchas de ellas esta adscripción no ha podido ser llevada a cabo. Así pues, tal y como podemos observar (Tabla 48) tan sólo en la fase 4 se da una significancia estadística entre ambas variables ($p = 0.004$) por lo que pueden adscribir diferencias sexuales a los grupos politéticos.

	Grupo	Color grafo	Infantiles	Juveniles	Subadultos	Adultos	Maduros/Seniles	<i>p</i> (no assoc.)
Fase 2	1	marrón	1	0	0	4	1	NA
	2	-	0	0	0	0	0	
Fase 3	1	rojo/verde	2	2	0	3	2	0.445
	2	-	2	0	0	1	0	
Fase 4	1	morado	0	1	1	26	1	0.004
	2	naranja	1	0	0	0	2	
	3	verde	0	0	0	4	1	
	4	azul	0	0	0	2	0	
	5	-	1	1	0	1	0	
Fase 5	1	morado	3	0	0	5	2	0.646
	2	naranja	3	3	3	14	2	
	3	verde	2	1	2	4	1	
	4	-	0	0	0	4	0	
Fase 6	1	morado	0	0	1	2	3	0.210
	2	naranja	3	2	5	12	6	
	3	verde	0	1	3	8	1	
	4	-	3	0	3	3	0	
Fase 7	1	morado	1	0	4	6	1	0.780
	2	naranja	1	3	1	8	1	
	3	verde	0	0	0	1	0	
	4	-	0	1	0	3	0	

Tabla 48. Relación entre los grupos politéticos del modelo de red y la edad de los individuos. El color del grafo coincide con el color de la Figura 34 hasta la Figura 37. Los grupos politéticos con color de grafo “-” pertenecen a aquellas tumbas sin presencia de materiales.

Si analizamos más detenidamente la fase 4 podemos observar (Figura 46) que el valor de significancia se da para el grupo modular 1 debido a la alta presencia de individuos adultos. El resto de los grupos no parece mostrar diferencias significativas ya que todos se agrupan muy cerca del Componente 1, definido por la variable “adultos”. Esta significancia es pues una sobrerrepresentación de la presencia de individuos adultos y, por lo tanto, no ofrece ningún resultado relevante.

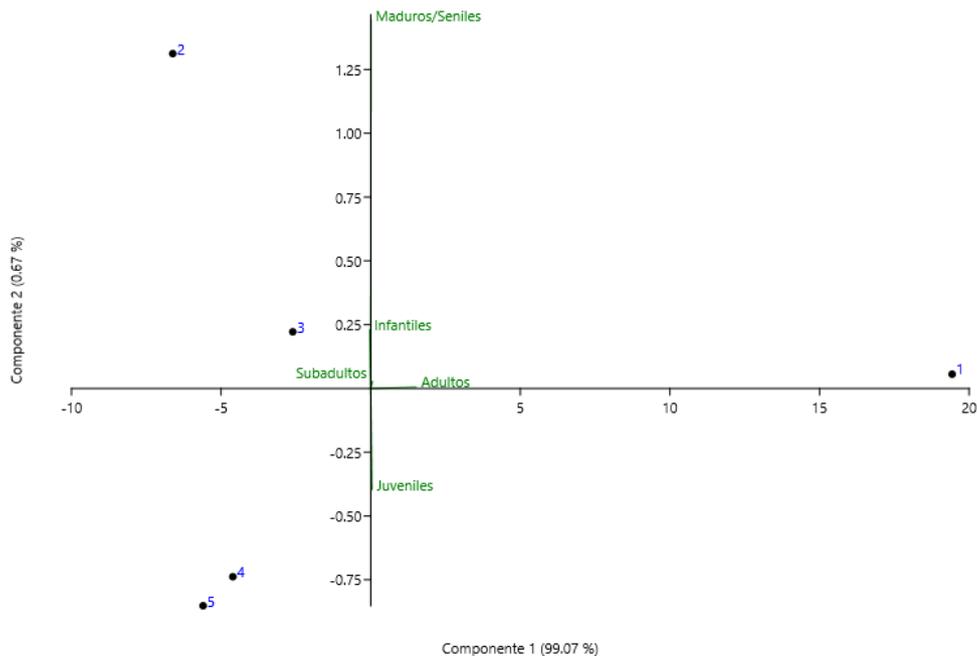


Figura 46. Análisis de correspondencia para la distribución de edades en cada grupo modular.

De la misma forma que en el sexo, aunque los resultados no sugieren una asociación directa entre los grupos politéticos y las franjas de edad, a continuación, se llevan cabo estudios más específicos para terminar de acotar esta ausencia, *a priori*, relacional.

5.5.3.2. Distribución del contenido artefactual según la edad

De igual forma que con el análisis del contenido artefactual según sexo, se han comparado las frecuencias de aparición de materiales para los 5 grupos de edad definidos (infantil, juvenil, subadulto, adulto, maduro/senil) con tres distribuciones matemáticas para proporcionar una topología con propiedades estadísticas similares a las reales (véase apartado 4.3.3). Dada la escasa muestra de individuos no adultos ($n= 179$), tan sólo se han podido implementar este análisis para los adultos de la fase 4, 5 y 7 y para los subadultos, adultos y maduros/seniles de la fase 6 (Tabla 49). No se ha tenido en cuenta la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3) ya que su tamaño es ≤ 5 .

	Estadística	Subadulto			Adulto			Maduro/Senil		
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP
Fase 4	KS	NA	NA	NA	0.272	NA	0.256	NA	NA	NA
	<i>p</i>	NA	NA	NA	0.24	NA	0.11	NA	NA	NA
Fase 5	KS	NA	NA	NA	0.104	NA	0.325	NA	NA	NA
	<i>p</i>	NA	NA	NA	0.72	NA	0.58	NA	NA	NA
Fase 6	KS	0.112	0.125	0.337	0.138	0.140	0.261	0.142	0.134	0.122
	<i>p</i>	0.95	0.84	0.00*	0.69	0.09*	0.00*	0.68	0.65	0.80
Fase 7	KS	NA	NA	NA	0.221	0.123	0.247	NA	NA	NA
	<i>p</i>	NA	NA	NA	0.06*	0.47	0.01*	NA	NA	NA

Tabla 49 Resultados de la bondad de ajuste de la presencia de artefactos según la edad de los individuos en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. NA indica que una distribución particular podría no ajustarse a los datos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado.

Para las fases 4, 5 y 6 los adultos presentan una frecuencia que se ajusta a una distribución logarítmica-normal, es decir, una red de pequeño-mundo. En la fase 6 se evidencia la tendencia de agrupación en pequeños grupos altamente conectados, es decir, algunos individuos adultos tienen más que la gran mayoría ($p= 0.69$). Esto cambia en la fase 7, momento en que aparecen las primeras evidencias de pocos individuos que agrupan la gran mayoría de materiales, aunque no es del todo determinante dado que la frecuencia de materiales coincide con una distribución logarítmica-normal y una distribución exponencial. Así mismo, no ocurre en los individuos subadultos, ya que la frecuencia de los materiales es aleatoria ($p= 0.95$), ni en los individuos maduros/seniles, donde pocos individuos agrupan la gran mayoría de materiales ($p= 0.80$).

Para poder caracterizar mejor la distribución del contenido artefactual según la edad hemos repetido el mismo procedimiento anterior, pero de forma sincrónica. Con ello, agrupando todas las etapas podemos observar cómo los individuos infantiles, juveniles y maduros no presentan una distribución susceptible de indicar disimetrías internas (distribución de Poisson) (Tabla 50). Esto no ocurre con los individuos subadultos, los cuales presentan cierta tendencia hacia la apropiación de los artefactos por parte de pocos individuos ($p= 0.41$). De igual manera, pero no sin tanta intensidad, el resultado obtenido para los adultos puede ser similar al de los subadultos.

	Estadística	Infantil			Juvenil			Subadulto			
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	
Total	KS	0.095	0.114	0.277	0.189	0.168	0.320	0.130	0.106	0.207	
	p	0.85	0.75	0.36	0.23	0.14	0.07*	0.54	0.6	0.37	
	Estadística	Adulto			Maduro/Senil						
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP				
	KS	0.080	0.50	0.230	0.155	0.166	0.329				
	p	0.83	0.84	0.27	0.41	0.24	0.32				

Tabla 50. Resultados de la bondad de ajuste para la cantidad total de artefactos según la edad de los individuos en todo el modelo. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*).

Tomando los resultados anteriores, para cuantificar la desigualdad en la distribución de la riqueza (cantidad de materiales) dentro de estas poblaciones se ha llevado a cabo el coeficiente de Gini (Figura 47).

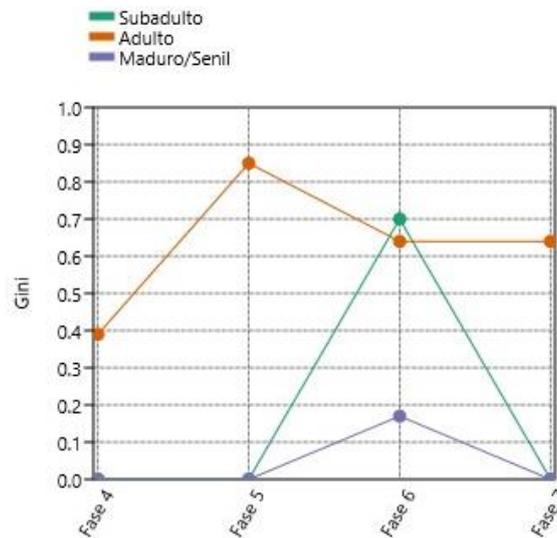


Figura 47. Resultados del valor de riqueza Gini según edad y fase. Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

Aunque la fase 5 representa el máximo momento de desigualdad en los individuos adultos (0.859), es en la fase 6 en la que se observan valores cercanos a 1, es decir, valores cercanos a la desigualdad extrema (un solo individuo tiene toda la riqueza, mientras que los demás no tienen nada).

Si analizamos las disimetrías internas de cada espectro de edad (Figura 48), podemos observar como las edades que presentan una riqueza más desigual son la adulta y la madura/senil. Considerando tan solo las inhumaciones y sin tener en cuenta el resto de la población no enterrada, podríamos considerar la hipótesis que se trate de una riqueza adquirida: a mayor edad mayor rango de obtención de riqueza.

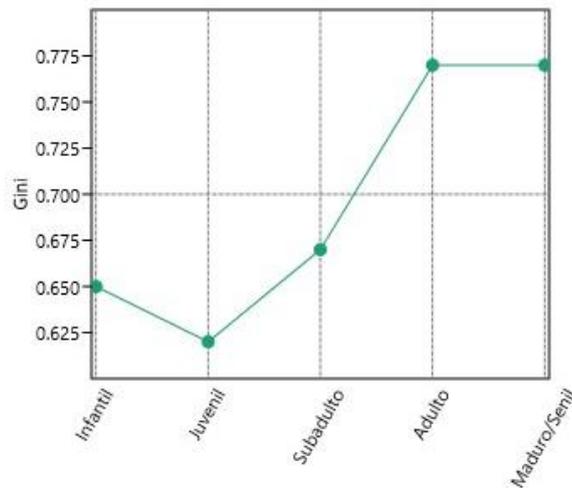


Figura 48. Resultados del valor de riqueza Gini según edad para todo el modelo.

Estudiando una a una las clases de artefactos que acompañan a los individuos y eliminando aquellas categorías de objetos en que en uno de los sexos sean ≤ 5 podemos observar como las frecuencias de aparición de objetos se concentran en las sepulturas con inhumaciones adultas y, en menor medida subadultas y maduras/seniles (Tabla 51). Concretamente, para los individuos adultos se estudian las frecuencias de todas las clases de materiales menos la obsidiana, los colmillos de *Sus scrofa*, los brazaletes de *Glycymeris*, las cuentas de piedra y la galena. Los elementos comunes con los subadultos y los maduros seniles son el sílex melado, el sílex, la fauna la industria ósea y la cerámica. A estos hay que añadir la variscita en el caso de las inhumaciones de subadultos.

	Infantiles	Juveniles	SubAdultos	Adultos	Maduros/Seniles
OBSIDIANA	0	0	1	1	0
SÍLEX MELADO	4	3	14	35	10
SÍLEX	3	5	11	31	9
HACHAS EXÓGENAS	1	1	4	4	3
HACHAS LOCALES	0	1	5	8	0
MACROLÍTICO	0	0	2	12	2
FAUNA	4	2	6	15	8
COLMILLOS DE <i>SUS SCROFA</i>	1	1	4	3	2
MALACOLOGÍA	3	3	2	10	3
BRAZALETES DE <i>GLYCYMERYS</i>	0	1	0	0	2
VARISCITA	2	5	9	17	5
CUENTAS DE PIEDRA	0	1	0	4	4
ORNAMENTO	0	1	0	6	2
GALENA	0	0	0	0	0
INDUSTRIA ÓSEA	5	5	13	32	8
CERÁMICA	6	5	11	34	12

Tabla 51. Cantidad de inhumaciones con presencia de cada clase de artefacto. El sombreado indica aquellas inhumaciones que presentan de ≤ 5 clases de artefactos diferentes.

Si se analizan las frecuencias en aquellos elementos que han podido ser comparados, los individuos subadultos, adultos y maduros/seniles (Figura 49), se vislumbra como las distribuciones del sílex melado, el sílex y la fauna se asemejan en cada grupo de edad. Concretamente, el sílex melado presenta una distribución exponencial en las tres edades (Tabla 52). Este hecho indica que su distribución grupal no es simétrica (unos pocos concentran mucho más sílex melado que la gran mayoría) pero que esta diferencia no se da por una cuestión de edad. En cambio, tanto el sílex como la fauna presentan, mayoritariamente, distribuciones de

Poisson, es decir, distribuciones normales que no indican ninguna disimetría. Tan sólo la fauna se distribuye de forma logarítmica-normal para los individuos subadultos.

La variscita, calculada tan sólo para individuos subadultos y adultos, presenta, en cambio, una gran diferencia entre los subadultos, donde se distribuye de forma exponencial, y en los adultos, repartida de forma aleatoria. Este hecho puede indicar el uso de este material como demarcador social para los individuos subadultos donde, una vez llegada la adultez desaparece.

Lo mismo ocurre con la industria ósea, siendo pocos los individuos subadultos los que tienen gran cantidad de ella (distribución exponencial), frente a los adultos, donde la distribución se normaliza. El factor diferencial de esta distribución es la vuelta al uso de la industria ósea como demarcador para edades maduras/seniles.

Finalmente, el estudio de la cerámica no es concluyente para los individuos maduros/seniles ya que el cálculo de la distribución logarítmica-normal no ha podido llevarse a cabo y las distribuciones restantes, contrapuestas entre ellas, presentan valores muy similares. En cambio, para los individuos subadultos y adultos presenta distribuciones de Poisson, por lo que no sería un factor discriminante de disimetrías.

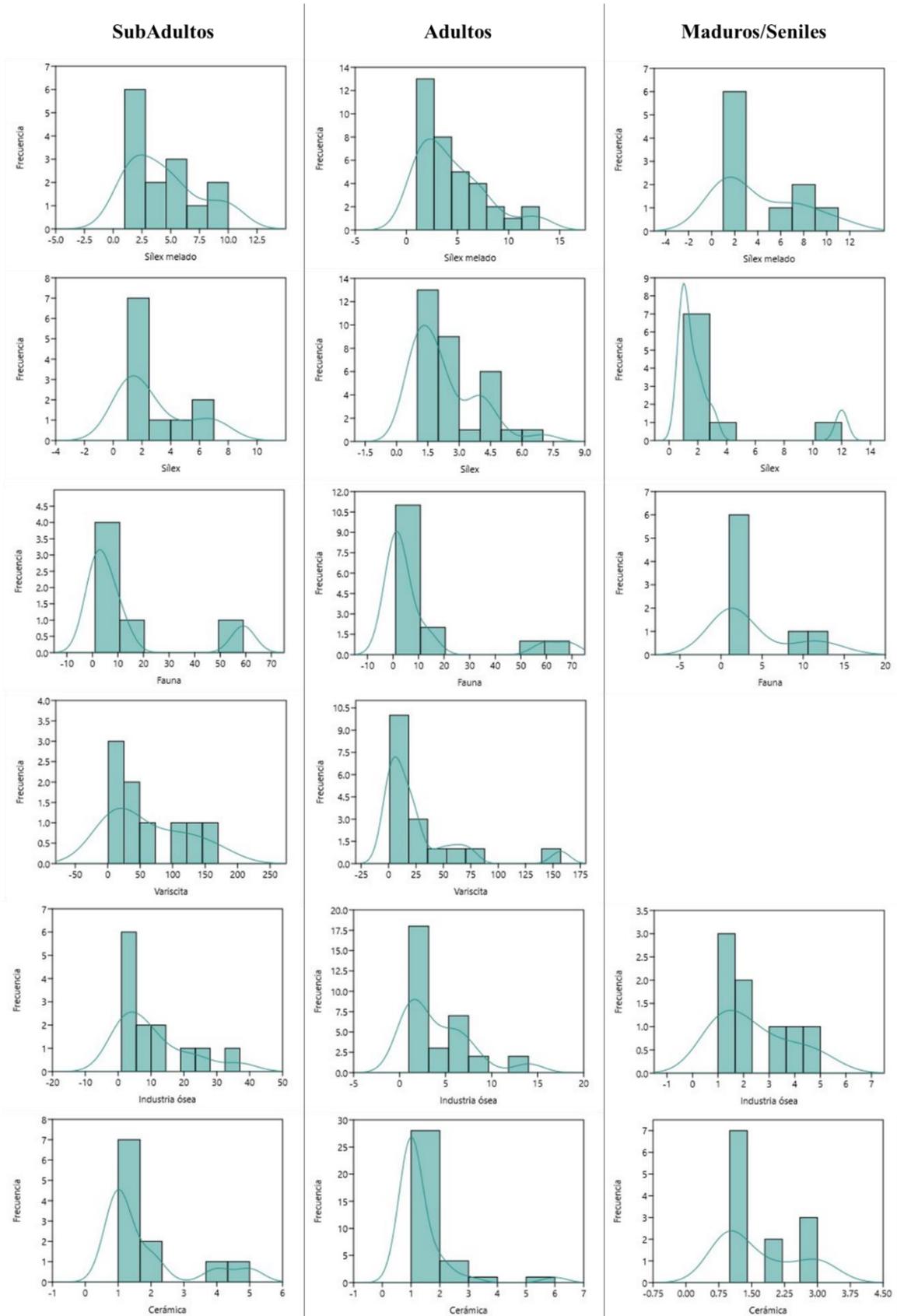


Figura 49. Frecuencias de aparición de cada clase de artefacto para individuos subadultos, adultos y maduros/seniles. Para las clases de artefactos con ≤ 5 muestras no se han computado.

	SUBADULTOS				ADULTOS				MADUROS/SENILES						
	n		LP	LN	EXP	n		LP	LN	EXP	n		LP	LN	EXP
Sílex melado	14	KS	0.132	0.086	0.104	35	KS	0.132	0.053	0.047	10	KS	0.135	0.1428	0.118
		p	0.5	0.49	0.57		p	0.19	0.67	0.89		p	0.77	0.78	0.95
Sílex	11	KS	0.116	0.104	0.109	31	KS	0.078	0.097	0.085	9	KS	0.061	0.078	0.180
		p	0.46	0.44	0.38		p	0.75	0.03	0.18		p	0.90	0.83	0.12
Hachas locales	5	KS	NA	NA	NA	8	KS	NA	NA	NA	0	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA		p	NA	NA	NA		p	NA	NA	NA
Macrolítico.	2	KS	NA	NA	NA	12	KS	0.066	0.080	0.222	2	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA		p	0.88	0.66	0.41		p	NA	NA	NA
Fauna	6	KS	0.176	0.122	0.323	15	KS	0.129	0.126	0.283	8	KS	0.143	0.153	0.300
		p	0.52	0.86	0.21		p	0.37	0.40	0.29		p	0.46	0.46	0*
Malacología	2	KS	NA	NA	NA	10	KS	0.075	0.09	0.298	3	KS	NA	NA	NA
		p	NA	NA	NA		p	0.84	0.62	0.01*		p	NA	NA	NA
Variscita	9	KS	0.292	0.197	0.181	17	KS	0.159	0.11	0.179	5	KS	NA	NA	NA
		p	0.09*	0.38	0.80		p	0.63	0.58	0.51		p	NA	NA	NA
Ornamento indeterminado	0	KS	NA	NA	NA	6	KS	NA	NA	NA	2	KS	NA	NA	NA
		P	NA	NA	NA		P	NA	NA	NA		P	NA	NA	NA
Industria ósea	13	KS	0.185	0.129	0.136	32	KS	0.111	0.093	0.101	8	KS	0.139	0.069	0.065
		p	0.42	0.68	0.80		p	0.41	0.26	0.08*		p	0.49	0.86	0.91
Cerámica	11	KS	0.068	0.081	0.090	34	KS	0.015	0.018	0.067	12	KS	0.110	NA	0.090
		p	0.72	0.70	0.54		p	0.91	0.84	0.23		p	0.37	NA	0.39

Tabla 52. Resultados de la bondad de ajuste para la presencia de artefactos según la edad. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado. Las hachas locales y los ornamentos indeterminados de los individuos adultos no han estado computados debido a que las inhumaciones tan solo presentan 1 o 2 elementos.

Si analizamos las frecuencias restantes para los individuos adultos (Figura 50), observamos que los datos para las hachas locales y los ornamentos indeterminados no son concluyentes ya que los individuos adultos presentan un mínimo de 1 y máximo de 2, por lo que el cálculo de frecuencias queda diezmado. La malacología y el macrolítico presentan una clara distribución de Poisson, por lo que podemos concluir que no estos materiales no definen ninguna disimetría.

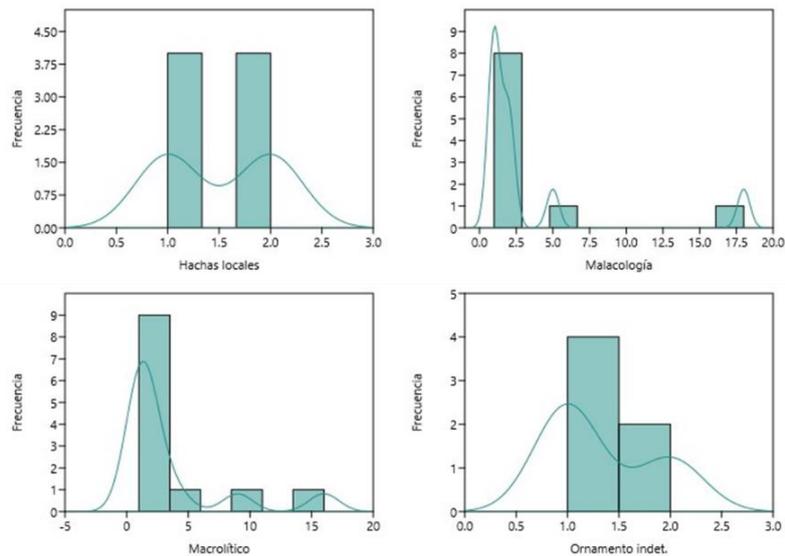


Figura 50. Frecuencias de aparición de artefactos para individuos adultos que no han podido ser calculadas en el resto de las edades.

5.5.3.3. Distribución de los individuos en la red según la edad

De la misma forma que en los apartados anteriores, si eliminamos aquellas muestras de ≤ 5 nodos, el análisis del ajuste del grado de los nodos para las distribuciones matemáticas podemos tratar de observar el comportamiento del grado de cada fase y franja de edad. Los resultados obtenidos no nos clarifican el comportamiento (Tabla 53) ya que todas las probabilidades son bajas ($p < 0.30$) o nulas ($p \leq 0.1$).

	Estadística	Subadulto			Adulto			Maduro/Senil		
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP
Fase 4	KS	NA	NA	NA	0.210	0.138	0.190	NA	NA	NA
	p	NA	NA	NA	0.03*	0.12	0.12	NA	NA	NA
Fase 5	KS	NA	NA	NA	0.167	0.119	0.162	NA	NA	NA
	p	NA	NA	NA	0.08*	0.04*	0.06*	NA	NA	NA
Fase 6	KS	0.304	0.229	0.295	0.367	0.097	0.307	0.311	0.255	0.307
	p	0.28	0.08*	0.02*	0.01*	0.18	0*	0.11	0.08*	0.02*
Fase 7	KS	NA	NA	NA	0.239	0.127	0.178	NA	NA	NA
	p	NA	NA	NA	0.13	0.31	0.31	NA	NA	NA

Tabla 53. Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según franja de edad en cada una de las fases. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*). Para las muestras de ≤ 5 nodos no se han computado (fase 1, 2 y 3).

Si bien cabía esperar mejores resultados para la fase 4 y 7, teniendo en cuenta resultados del apartado 5.3.3.1, tan solo podemos señalar cierta tendencia a la distribución logarítmica-normal o exponencial de los individuos adultos, hecho coincidente con la distribución general del grado.

Mediante la misma implementación pero a nivel sincrónico observamos que los individuos infantiles no presentan una clara distribución, los juveniles se distribuyen aleatoriamente, los subadultos presentan algunos individuos más importantes (*hubs*) y los adultos y maduros/seniles presentan un bajo grado de probabilidad de asemejarse a una distribución logarítmica-normal, es decir, una distribución en la que hayan algunos individuos más conectados que otros (Tabla 54).

	Est.	Infantil			Juvenil			Subadulto			Adulto			Maduro/Senil		
		LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP	LP	LN	EXP
TOTAL	KS	0.138	0.111	0.122	0.180	0.143	0.180	0.125	0.083	0.083	0.161	0.124	0.122	0.228	0.132	0.207
	p	0.78	0.58	0.79	0.54	0.50	0.40	0.67	0.59	0.81	0.02*	0.24	0.02*	0.08*	0.21	0.10*

Tabla 54 Resultados de la bondad de ajuste para el grado de cada nodo según franja de edad en todo el modelo. El sombreado indica las distribuciones de mejor ajuste para los datos empíricos. Se descartan las distribuciones con valores de $p \leq 0.1$ (*).

Podemos concluir pues que el estudio de la distribución del grado de las franjas de edades de los individuos inhumados no presenta rasgos distintivos, más allá de la distribución claramente exponencial de los individuos subadultos donde el grado medio es 26.15 y la desviación estándar es de 7.03.

5.6. ANÁLISIS DEL CONTENEDOR FUNERARIO

El contenedor se presenta como la estructura en la cual se lleva a cabo la práctica político-ideológica en tanto que la construcción de este ya forma parte de ella. El estudio del coste y la diversidad de su producción (trabajo), nos informará de las tendencias de producción en su uso social. Es por ello por lo que en este apartado se analiza su distribución espacial y temporal, así como su relación con el contenido (adscripción a un grupo polítético).

Dependiendo de la esfera de análisis, se utilizan los diversos niveles de calidad de los datos. Por ejemplo, para el estudio de la distribución espacial se utilizan todas aquellas sepulturas que han podido ser asociadas a una tipología estructural.

5.6.1. Distribución de los contenedores según espacio

Si bien en el apartado 5.4 tratábamos de predecir fenómenos relacionados con la conectividad y flujo a través del análisis de modelos espaciales, en este apartado se presentan los resultados derivados del estudio de los contenedores ubicados en el espacio. La importancia de llevar a cabo este análisis recae en la división tipológica clásica entre las diferentes facies de *Sepulcres de Fossa* pero también para ver su evolución desde una perspectiva de redes.

Con ello, en la Tabla 55, se han seleccionado todas aquellas sepulturas del total de la base de datos (n= 574) con una tipología del contenedor asociada. En total, 387 contenedores han sido registrados y ubicados en las zonas geográficas definidas anteriormente.

ID Nodos	ZONAS	CUEVA	CUEVA LAT.	FOSA SIMP.	FOSA COMP.	FOSA REUT.	CISTA	MEG.	MINA
1	Cat. Central	4	0	8	1	0	9	7	0
2	Desemb. Llobregat	8	0	1	0	0	0	0	7
3	Ebre	0	38	0	1	0	1	1	0
4	Empordà	1	0	0	0	0	0	3	0
5	Garrotxa-Gironès	4	0	8	2	3	0	0	0
6	Litoral central	0	0	11	4	0	0	0	0
7	Lleida	0	0	0	2	0	1	0	0
8	Penedès	2	0	10	21	7	0	0	0
9	Pirineu	0	0	0	0	0	13	0	0
10	Camp de Tarragona	2	0	2	1	1	1	0	0
11	Solsonès	0	0	0	0	0	57	0	0
12	Vallès	2	0	43	79	21	0	0	0

Tabla 55. Cantidad de sepulturas por zona geográfica y tipología de contenedor. CUEVA LAT.= Cueva lateral; FOSA SIMP.= Fosa simple; FOSA COMP.= Fosa compleja; FOSA REUT.= Fosa reutilizada; MEG= Megalitismo.

Esta tabla ha sido convertida en una red unimodal, pesada, no dirigida a través de la comparación de estas zonas entre ellas mediante el índice de Brainerd-Robinson (Brainerd,

1951; Robinson, 1951) el cual compara la similitud en las proporciones de los valores de los materiales. El código utilizado para implementar esta medida ha sido definido por Brughmans y Peeples (2023) el cual proporciona una escala de similitud de 0 a 1, donde 1 es una similitud perfecta y 0 indica que no hay similitud.

Para mejorar la visualización de los enlaces entre las diferentes zonas se han eliminado aquellas aristas con un peso ≤ 0.50 . Se ha utilizado un algoritmo de distribución geográfica de los nodos mediante el cálculo de los centroides de cada área geográfica (Figura 51).

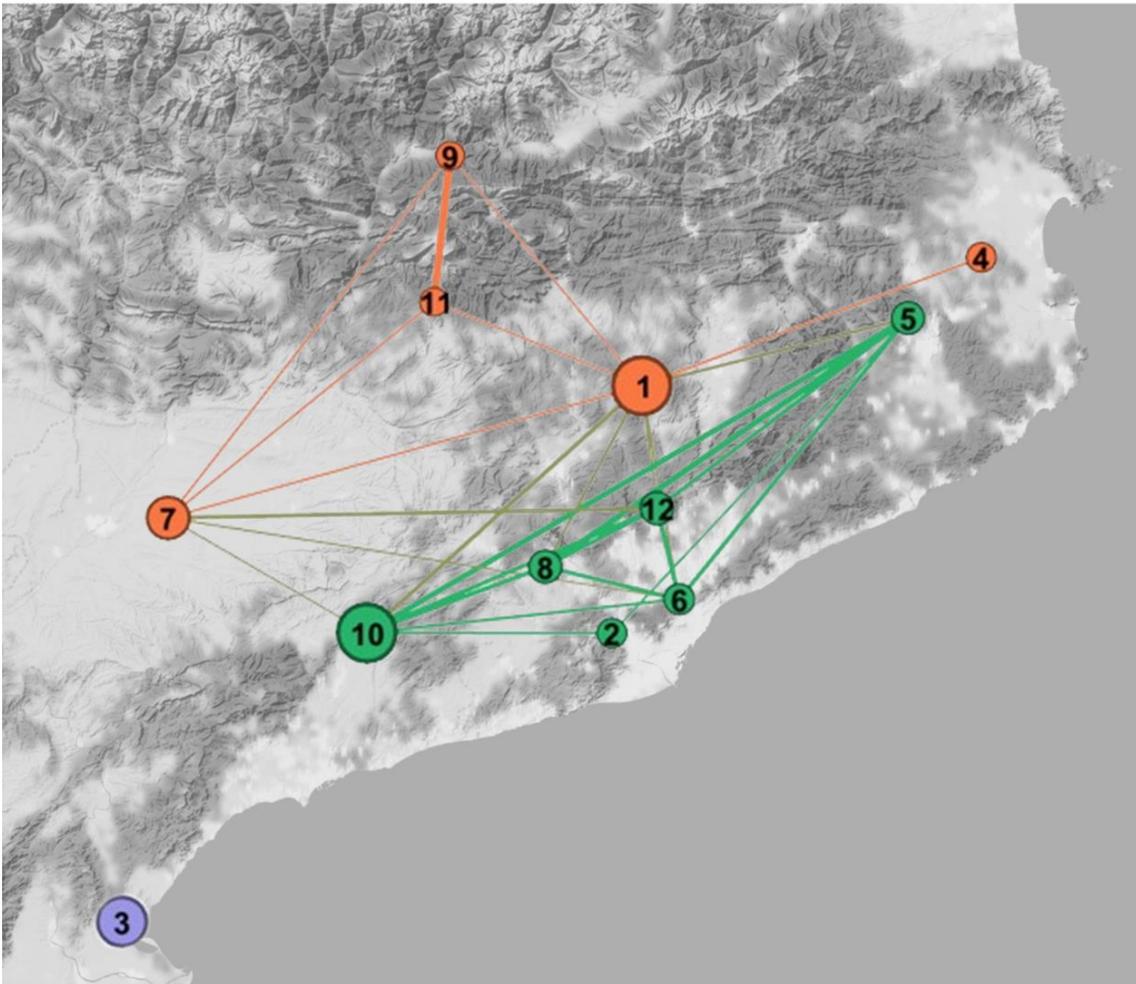


Figura 51. Grafo de similitud de zonas según tipologías de contenedor funerario (n= 387). La distribución de los nodos ha sido realizada mediante el cálculo del centroide de cada área de estudio. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo. El tamaño de los nodos indica su valor de grado de intermediación.

La región de la Catalunya Central (nodo 1) es quizás uno de los nodos más complejos y completos ya que presenta estructuras megalíticas (“grupo de Tavertet”), y por ello se relaciona con la zona del Empordà (nodo 4), pero también fosas como las documentadas en Pla del Riu de les Marcetes y cistas como las del yacimiento de Cal Pessetero. También presenta cuevas como la Cova del Toll. La Catalunya Central se define como un *hub* que funciona como nexo entre el conjunto Pirineu-Solsonès (nodos 9 y 11) (grupo modular naranja) y el conjunto constituido principalmente por fosas como el Litoral Central (nodo 6), Camp de Tarragona (nodo 10), el Vallès (nodo 12), Penedès (nodo 8) y la Garrotxa-Gironès (nodo 5) (grupo modular verde).

El cálculo modular nos ofrece un método estadístico para discernir aquellas tipologías de contenedor que aparecen de forma excepcional en una zona de aquellas que son propias de la misma. Es el caso del grupo modular naranja, constituido principalmente por cistas, como se da en el Pirineu y en el Solsonès, aunque este último presenta la estructura en fosa indeterminada (no recogida en la tabla anterior por ser indeterminada) de Ca l'Oliaire.

El grupo modular verde está formado principalmente por estructuras en fosa y cuevas, como la Cova del Toixó, la Cova dels Lladres y la Cova de l'Avellaner pero también por estructuras "atípicas" como el conjunto de enterramientos asociados a las Minas de Gavà en la desembocadura del Llobregat (nodo 2).

Finalmente, el Ebre (nodo 3), se define como un nodo aislado ya que presenta una fosa compleja asociada a Mas Benita-MBMal, una cista relacionada con Masdenvergenc-3 y una posible estructura megalítica asociada a Clota del Molinàs-1. Aun así, su tipología de contenedor principal son las cuevas laterales. Si bien se trata como un nodo de gran heterogeneidad, cabe recordar que dichas tipologías aún se encuentran en estado de discusión (Bosch et al., 2023).

La línea divisoria entre zonas con predominancia de cistas y de fosas es clara. El modelo de red nos puede servir para plasmar estas similitudes a través del análisis específico de las relaciones entre nodos. Concretamente, si no fijamos en las aristas observamos cierta tendencia E-W en un mismo grupo modular. Ambos grupos se relacionan en aquellas zonas que se encuentran más cercanas, siendo aquellas más alejadas, como el Pirineu o el litoral central, más *puras*, es decir, sin presencia de fosas en una o cistas en la otra.

5.6.2. Distribución de los contenedores según tiempo

Para estudiar la evolución de los tipos de contenedor a lo largo de la temporalidad estudiada y, considerando los resultados obtenidos en el apartado anterior, se han contabilizado del modelo de red temporal los siguientes tipos de contenedor (Tabla 56):

	CUEVA	CUEVA LAT.	FOSA SIMP.	FOSA COMP.	FOSA REUT.	FOSA SIMP.	CISTA	MEG.	MINA
Fase 1	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Fase 2	3	0	0	0	0	0	0	1	0
Fase 3	3	0	2	1	1	0	0	1	0
Fase 4	7	2	1	11	0	0	1	0	0
Fase 5	1	0	16	12	8	4	3	0	0
Fase 6	0	0	5	12	2	6	10	0	1
Fase 7	2	0	0	13	2	3	6	0	3

Tabla 56. Distribución de los tipos de contenedor según las fases temporales.

Con ello, podemos observar que en la Etapa 1 (fase 1, 2 y 3) predominan las cuevas con la presencia de alguna fosa y de estructuras megalíticas. La fase 4, momento previo a la irrupción de los *Sepulcres de Fossa*, se caracteriza, mayoritariamente, por la presencia de fosas. Las tipologías propias del Solsonès y del Pirineu aparecerán a partir de la fase 5 aunque ya tenemos

evidencia de estas en la fase 4 con la cista del Segudet-UE17. Aun así, estas aparecerán de forma mayoritaria en la fase 6.

Para poder visualizar estos resultados, se han coloreado las diferentes tipologías de contenedor agrupando todas las fosas en una misma categoría (fosa) en el modelo de red temporal (Figura 52).

De esta forma, podemos observar claramente como la aparición de las inhumaciones en mina es un fenómeno tardío (fase 6 y 7), que durante las fases de máxima eclosión (fases 5 y 6) se abandonan las cuevas como espacio funerario, exceptuando la inhumación múltiple de la Cova del Toll, y que el megalitismo es un fenómeno que se da en las primeras fases: la 2 y la 3.

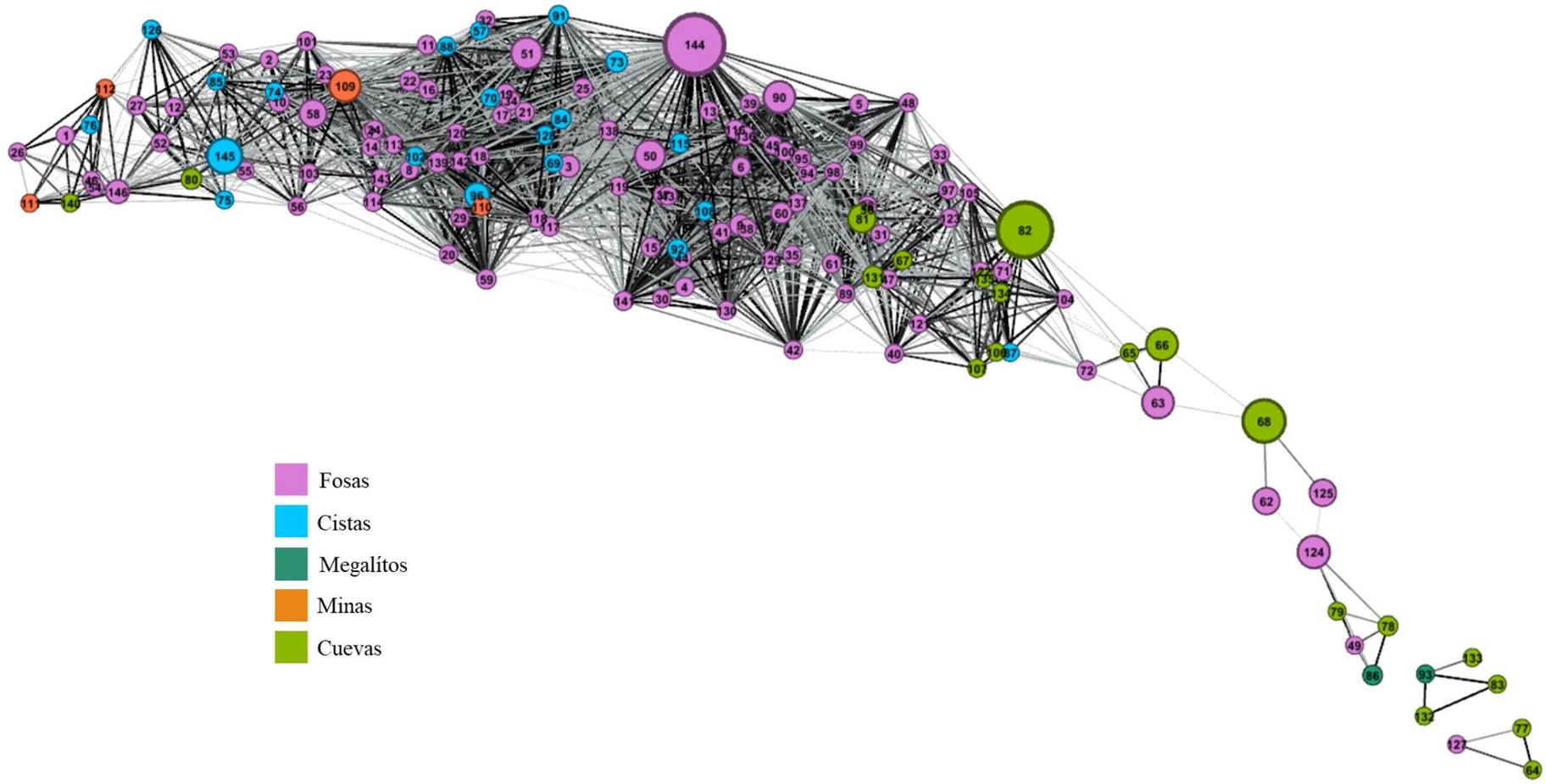


Figura 52. Grafo de eventos donde el color de los nodos es el tipo de contenedor.

5.6.3. Relación entre el contenedor y el sexo y edad

En la siguiente tabla (Tabla 57) se recogen la cantidad de sepulcros con una tipología concreta asociados a las categorías antropológicas de los individuos, es decir, sexo y edad.

	Sexo		Edad				
	Masculino	Femenino	Infantil	Juvenil	Subadulto	Adulto	Maduro/Senil
CUEVA	3	1	8	2	1	5	5
CUEVA LATERAL	1	1	0	1	0	2	0
FOSA SIMPLE	13	8	2	2	2	15	4
FOSA COMPLEJA	23	18	2	5	9	26	7
FOSA REUTILIZADA	5	6	2	1	1	8	2
FOSA SIMPLE	7	8	2	2	2	11	0
CISTA	11	6	4	1	7	12	4
MEGALÍTO	1	0	0	0	0	0	0
MINA	1	1	0	0	0	1	1

Tabla 57. Adscripción del tipo de contenedor al sexo y edad de los individuos.

Si realizamos el coeficiente de correlación de Pearson para el sexo y tipo de contenedor de los individuos obtenemos un valor de $p= 0.917$, por lo que no hay significancia estadística entre ambas categorías de variables.

Una de las hipótesis de las que partíamos era que la forma de considerar y tratar a los infantiles varía según los grupos y el tiempo. Para poder analizarlo se ha calculado el coeficiente de Pearson para los individuos con sexo masculino y femenino y para los individuos infantiles dando como resultado $p= 0.005$, es decir, afirmando la correlación estadística entre tipologías de contenedor y sexo-infantiles. En cambio, para el resto de las franjas de edad, el coeficiente de Pearson es $p= 0.160$ por lo que no hay una correlación estadística. Aun así, cualitativamente se observan algunas características significativas como, por ejemplo, la única presencia de individuos adultos y maduros/seniles en las minas, posiblemente trabajadores de las mismas.

5.6.4. Adscripción a un grupo politético según tipología del contenedor

Teniendo en cuenta los grupos politéticos creados anteriormente para cada fase (véase apartado 5.3.1), para analizar si existe una relación estadística entre estos y la tipología de contenedor funerario, se ha contabilizado la presencia de estos contenedores para cada una de las fases y se ha llevado a cabo la prueba de Pearson para cada una de ellas. Tal y como podemos observar (Tabla 58), esta correlación se da a partir de la fase 5 en adelante, es decir, momento de estandarización del fenómeno de los *Sepulcros de Fossa*.

	Grupo	Color grafo	CUE.	CUE. LAT.	FOS. SIMP.	FOS. COMPL.	FOS. INDET.	FOS. REUT.	CISTA	MEG.	MIN.	<i>p (no assoc.)</i>
Fase 2	1	marrón	2	0	0	0	0	0	0	1	0	-
	2	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fase 3	1	rojo/verde	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0.271
	2	-	1	0	2	0	0	0	0	0	0	
Fase 4	1	morado	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0.434
	2	naranja	2	0	1	4	0	0	1	0	0	
	3	verde	0	0	1	4	0	0	0	0	0	
	4	azul	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
	5	-	3	0	0	2	0	0	0	0	0	
Fase 5	1	morado	0	0	1	1	5	2	1	0	0	0.043
	2	naranja	0	0	10	8	3	0	1	0	0	
	3	verde	1	0	2	3	0	1	1	0	0	
	4	-	0	0	3	0	0	1	0	0	0	
Fase 6	1	morado	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0.009
	2	naranja	0	0	1	5	0	0	8	0	0	
	3	verde	0	0	3	2	2	3	1	0	1	
	4	-	0	0	0	1	0	3	0	0	0	
Fase 7	1	morado	0	0	0	7	1	0	1	0	0	0.011
	2	naranja	0	0	0	4	1	0	5	0	0	
	3	verde	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	4	-	2	0	0	2	0	2	0	0	2	

Tabla 58. Adscripción del tipo de contenedor al grupo politético del modelo de red.

Para estudiar dichas correlaciones se ha llevado a cabo un análisis de correspondencia para cada una de las fases (Figura 53). En la fase 5 el Componente 1 (78.12%) se explica por las fosas simples y complejas, mientras que el Componente 2 por las fosas indeterminadas (17.04 %). Con ello, podemos observar cierta semejanza entre los grupos politéticos 1, 3 y 4 en frente del grupo 2, caracterizado por una mayor presencia de fosas simples y complejas.

Contrariamente con la fase posterior, el Componente 1 de la fase 6 se caracteriza mayoritariamente por las cistas, mientras que el Componente 2 no tiene una clara predominancia de ningún tipo de contenedor. La asociación, aun así, es similar: los grupos 1, 3 y 4 en frente del grupo 2.

Finalmente, la fase 7 se caracteriza por un Componente 1 y 2 definidos por las fosas complejas y las cistas. Concretamente, los grupos 1 y 2 presentan gran cantidad de fosas complejas y cistas, respectivamente, en frente de los grupos 3 y 4 caracterizados por la ausencia de estas o la baja presencia de fosas complejas.

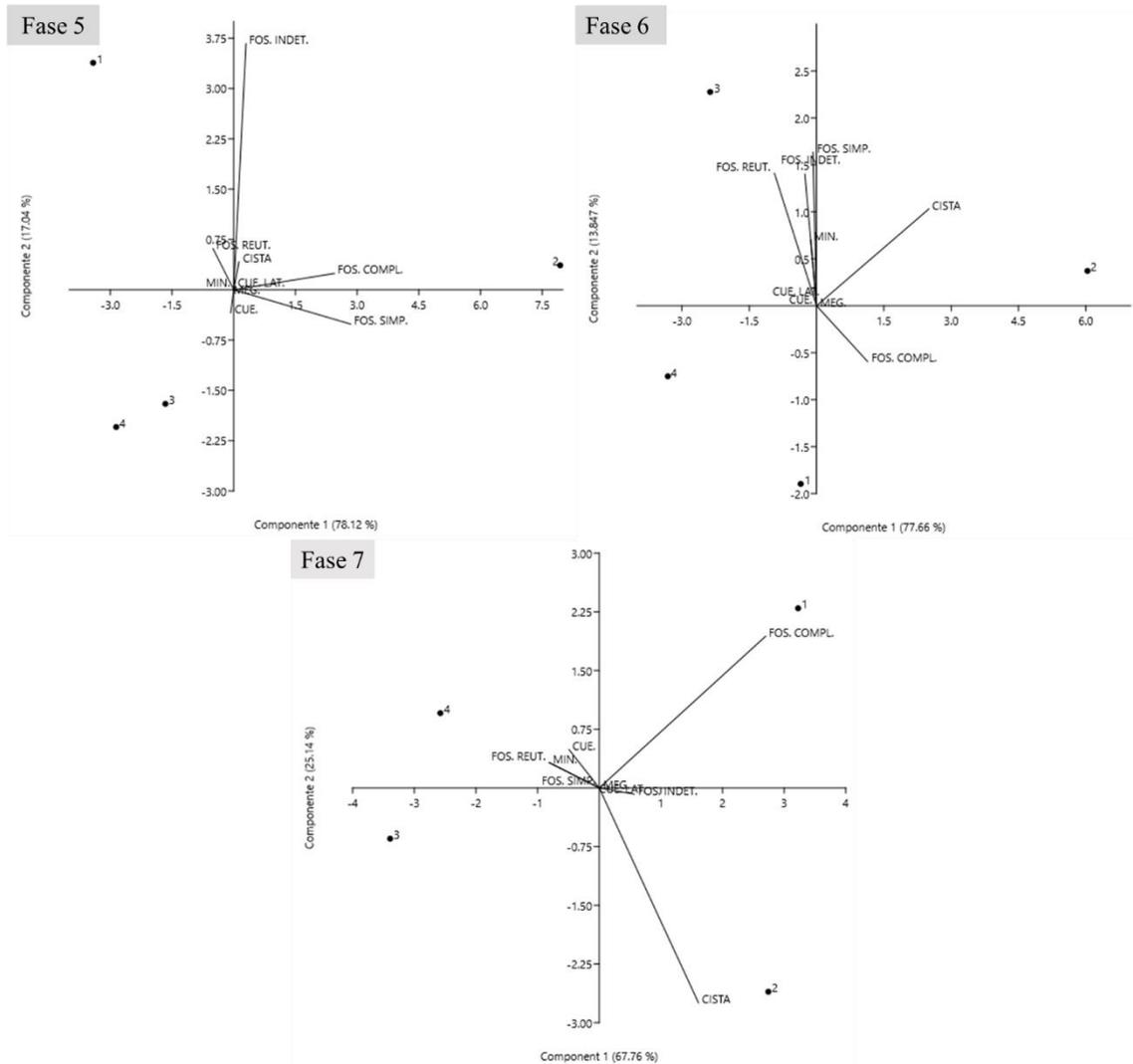


Figura 53. Análisis de correspondencia para los grupos políticos de cada fase según tipo de contenedor.

5.6.5. Distribución de los contenedores en la red

Para analizar el comportamiento de los tipos de contenedor en la red se han obtenido todos los valores de intermediación de cada nodo en el modelo de red general y se han calculado sus *z-score* como medida estandarizada, es decir, el número de desviaciones estándar que la intermediación de cada uno de estos nodos se aparta de la media total de la ventana temporal. Con ello, se ha llevado a cabo un *boxplot* (Figura 54) para poder la relevancia de las tipologías en la red.

Si el valor medio de *z* es negativo, entendemos que los nodos tienden a ocupar posiciones periféricas. Totalmente al contrario, los nodos serán relevantes para la transmisión de la información si sus valores son positivos, ocupando posiciones de puente y distribuyendo la información cultural.

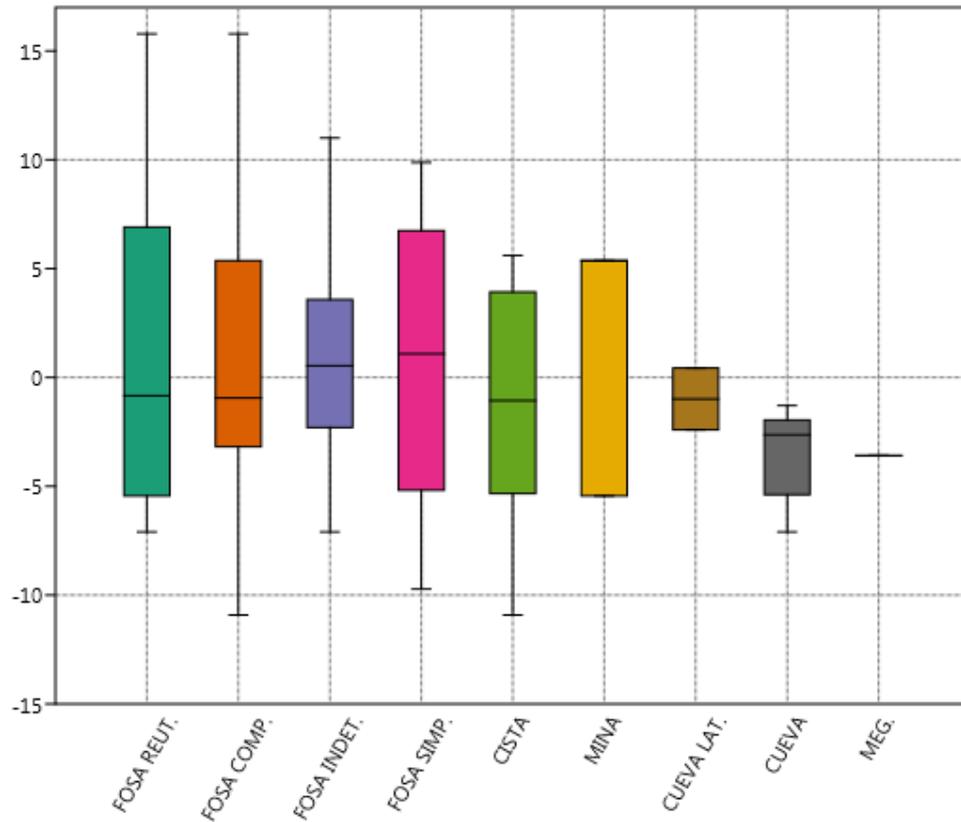


Figura 54. *Boxplot* de los valores z-score del grado de intermediación para cada tipo de contenedor.

Los únicos valores medios positivos y por lo tanto de relevancia general en la red son las fosas indeterminadas y las fosas simples. Aun así, nos interesa observar cómo los valores atípicos positivos, entendidos como *hubs*, se localizan en las estructuras en fosa. Este hecho puede indicar una mayor variabilidad de materiales presentes en estas estructuras y una mayor conectividad e influencia con el resto de los nodos.

5.7. ESTUDIO DE LAS RELACIONES DE TRANSFERENCIA

Una de las premisas de las que partíamos era la existencia de accesos diferenciales a los recursos que requieren una importante inversión de trabajo en su obtención, es decir, materiales exógenos. El contacto con poblaciones del actual SW francés y su inevitable influencia, tal y como evidencian las facies cerámicas *Molinot*, *Montboló*, *Chassense* y *Boca Cuadrada*, podría interpretarse como el reflejo de fenómenos de emergencia de un cambio desigual, donde el acceso se encontraría controlado por un núcleo poblacional central.

Para estudiar estos contactos, donde se da una clara transferencia de información se analiza, en primer lugar, la evolución temporal de estos contactos a través del estudio de las facies cerámicas y materiales exógenos presentes en las sepulturas funerarias. A continuación, se analizan dichas relaciones en los grupos politéticos creados anteriormente. Finalmente se contextualizan dichos contactos en el espacio.

5.7.1. Evolución temporal de la influencia de las facies cerámicas y materiales exógenos

Si bien queda definido que a mediados del V milenio BC es cuando se dan, por primera vez, nuevas facies cerámicas de una clara influencia provenzal, se desconoce si estos contactos, materializados en el estilo de las cerámicas, fueron el substrato sobre el que se asentaría las bases de circulación de los elementos exógenos que llegan en los *Sepulcres de Fossa*. Es por ello que el estudio de la temporalidad de estas influencias nos permitirá evaluar dichas dinámicas de contacto y/o circulación de materiales.

Tomando como referencia el modelo de red temporal, los nodos con presencia de estilos cerámicos asociados a facies culturales han sido pintados de diferentes colores. De esta forma, tal y como podemos observar (Figura 56), la influencia del estilo *Montboló* es más antigua que la *Molinot* para los sepulcros. Si bien ambas se localizan en la fase 4 y 5, las facies *Molinot* son presentes desde las sepulturas del Padró II (fase 2) y Font de la Vena (fase 3). Este estilo está presente tan sólo en la fase 4 e inicio de la fase 5, asociada al Neolítico postcardial, exceptuando una sepultura de la fase 7 asociada a la estructura E13 de Mas Pujó la cual es considerada “arqueológicamente inaceptable” puesto que el material es suficientemente abundante y representativo *Molinot*, encuadrable cronológicamente en la segunda mitad del quinto milenio o como mucho a finales del mismo (Mestres et al., 1997) y no, tal y como resuelve la datación del 3658-3104 cal. BC (Beta-62853, 4690 ± 100 BP).

La fase 5 es la fase de mayor complejidad puesto que se dan diversos estilos en un lapso corto de tiempo (3975-3949 cal. BC). Concretamente localizamos el nodo 81 y 131 asociados al *Montboló* (Cova del Toll y Cova Pasteral), el 31 al *Chassense* (Bòbila Madurell-MS62), el 15 y 36 a *Boca Cuadrada* (Bòbila Madurell-E161 y 11-4) y el 90, 94 y 98 a *Molinot* (Els Mallols, Hort d'en Grimau-E1 y La Serreta-E6). Podemos considerar que, en esta fase, caracterizada anteriormente como un momento de crecimiento, con asociaciones relevantes entre hachas exógenas y sílex melado, siendo este último el que configuraba la topografía, se da la primera

circulación “estabilizada” de productos exógenos. Es pues la base sobre la cual se da la eclosión de los *Sepulcres de Fossa* (fase 6).

Finalmente, en la fase 6 y 7 conviven elementos de influencia *chassense* como los localizados en Bòbila Madurell-E137 y D55 (nodo 14 y 2, respectivamente) con elementos de *Boca Cuadrada* como los localizados en Bòbila Madurell-E175 y E246 (nodos 19 y 23, respectivamente) y la Mina 84 de Gavà (nodo 110). Es pues el Vallès y la desembocadura del Llobregat los espacios que, en el momento de máximo esplendor presentan sepulturas con influencias exógenas.

Si se analiza la distribución temporal de las sepulturas con presencia de cerámicas con estilos asociados a estas facies se observa la inexistencia de grandes diferencias con el resto de los nodos de las redes, por lo que consideramos que la presencia de elementos transferidos no indica una mayor importancia de estos nodos en la topografía de la red (Figura 55). Si bien la aparición de los *Sepulcres de Fossa* está ligada a la presencia de ideas o influencias exógenas, su materialización mediante decoración y estilos cerámicos no explica cómo se distribuyen los nodos en la red.

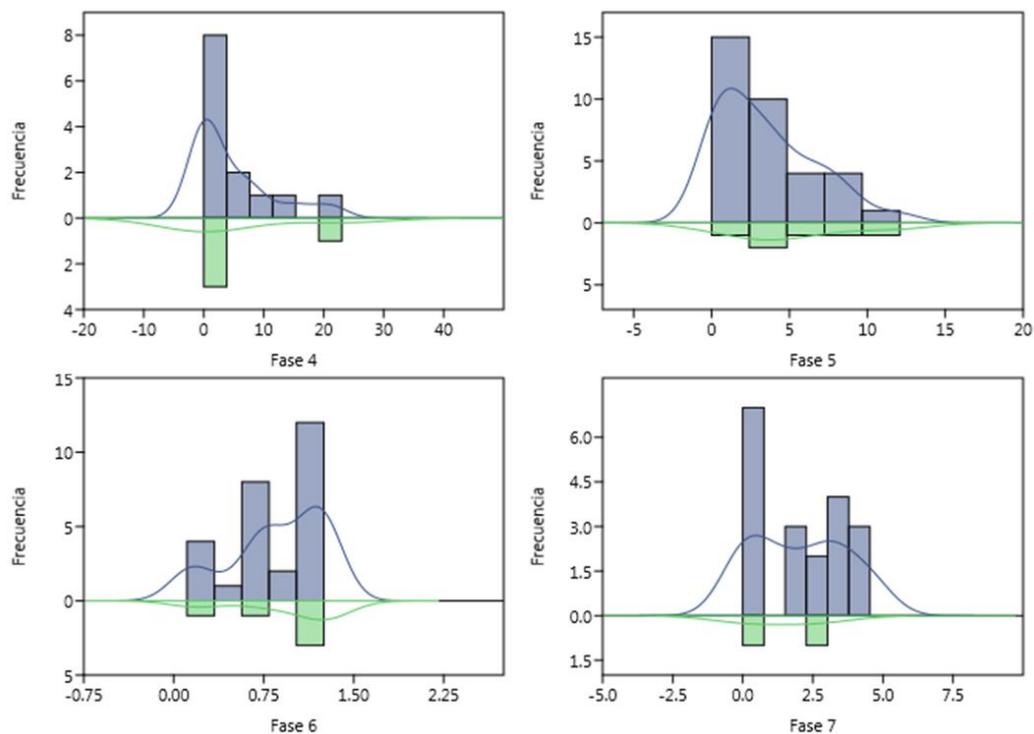


Figura 55. Frecuencias de valor de intermediación en el modelo de red para ausencia (azul) y para presencia (verde) de estilos cerámicos *Molinot*, *Montboló*, *Chassense* o *Boca Cuadrada*.

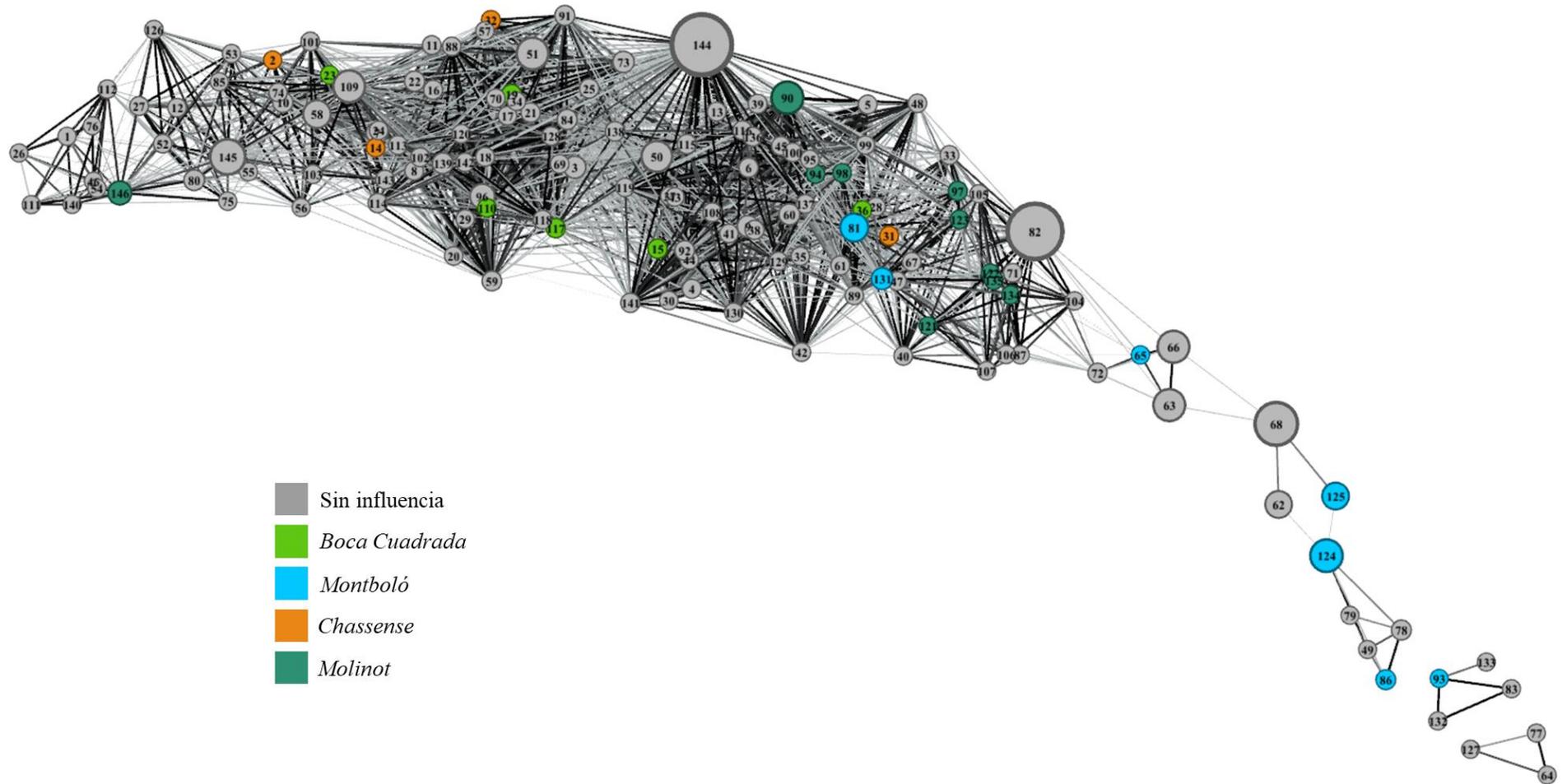


Figura 56. Grafo de eventos donde el color de los nodos es la presencia de influencias cerámicas en las sepulturas funerarias.

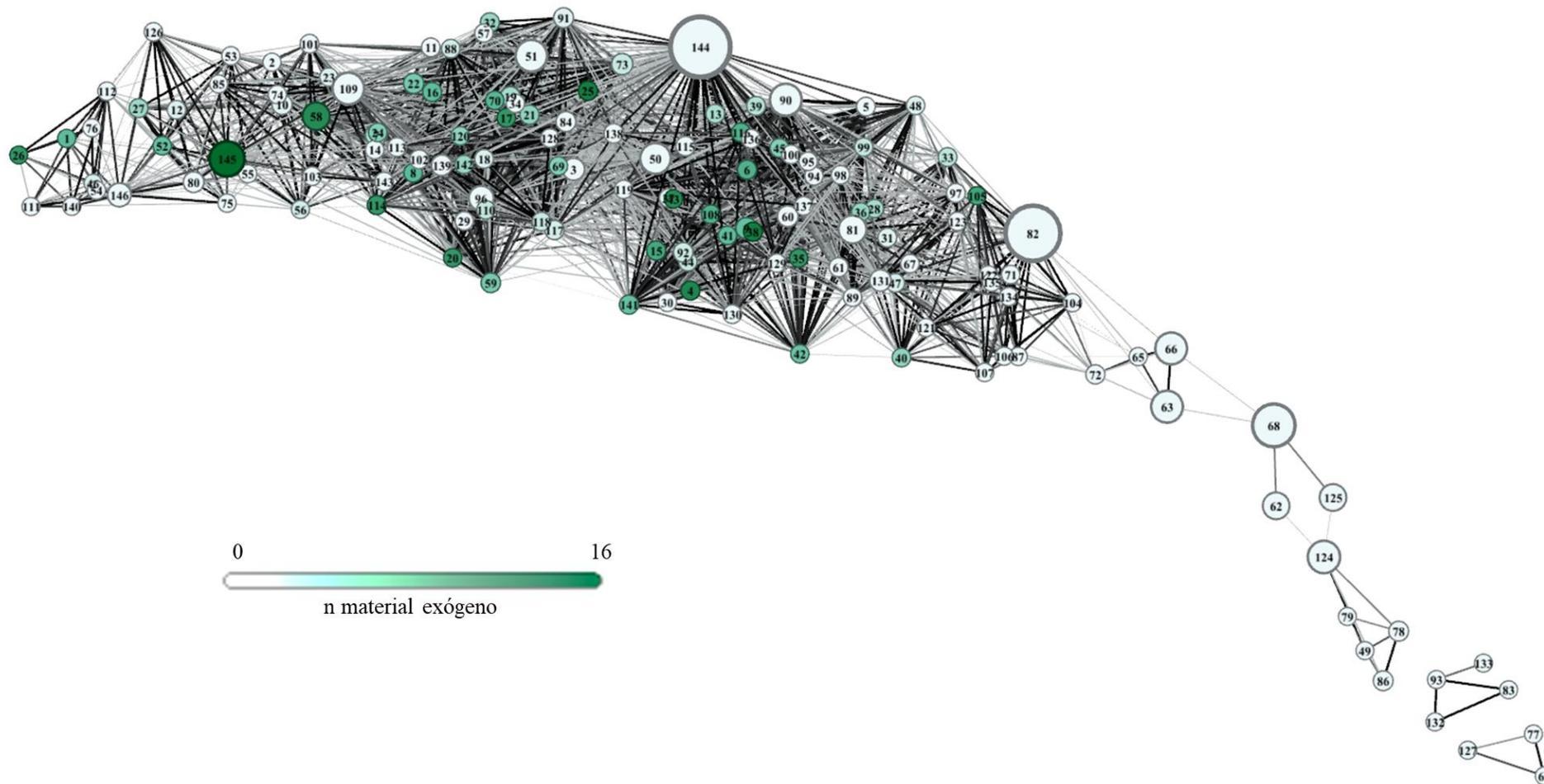


Figura 57. Grafo de eventos donde el color de los nodos es la presencia de materiales exógenos en las sepulturas funerarias.

Utilizando el modelo temporal para remarcar la distribución de las sepulturas con presencia de materiales exógenos (Figura 57) se puede observar en qué momento y con qué densidad aparecen por primera vez estos materiales. El material exógeno aparece, por primera vez, en la fase 4. Concretamente está presente en las sepulturas MS69 (nodos 33), G10 (nodo 40) y M7 (nodo 47) de la Bòbila Madurell y en la sepultura M16 de Mas Pujó (nodo 105).

Aun así, estas cuatro sepulturas son consideradas excepcionales (Figura 58) o atípicas. No es hasta la fase 5 y 6 en que la presencia de material exógenos aparece de forma recurrente hasta su disminución en la fase 7. Esta última fase es curiosa ya que, aunque el material esté presente en 11 sepulturas, tan sólo 5 de ellas no son consideradas casos inusuales o atípicos. Estos casos inusuales son la sepultura E110 (nodo 10), E122 (nodo 12), E246 (nodo 23) y M7 (nodo 46) de la Bòbila Madurell y la sepultura CCG5 del Camí de Can Grau (nodo 56).

El *boxplot* muestra uniformidad de circulación de materiales en la fase 5 y 6 y aumento y descenso en las fases 4 y 7, respectivamente.

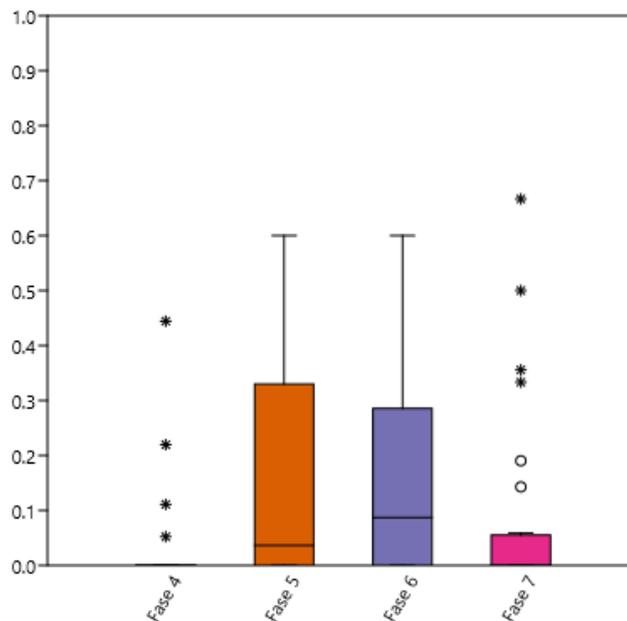


Figura 58. *Boxplot* para los porcentajes de material exógeno de cada fase.

Gibaja, Morell, et al. (2017) sugieren que el comienzo de las redes de intercambio de largo alcance habría sido posterior a la primera ocupación de Bòbila Madurell. Su enterramiento más antiguo tiene ajuar funerario elaborado con materias primas exógenas. Aun así, estas autoras proponen que sus efectos hubiesen aumentado hasta alcanzar su punto máximo alrededor de 4100-4005 cal. BC, disminuyendo alrededor de 3655-3550 cal. BC en adelante. La fase 5 está fechada entre el 3975-3949 cal. BC por lo que nuestra propuesta atrasa este momento de “esplendor” hasta este instante.

Si bien se han estudiado las co-asociaciones materiales con anterioridad (véase apartado 5.2.3), al analizar la relación entre la cantidad de materiales locales y exógenos en cada sepultura mediante el coeficiente de Pearson, se observa que hay significancia estadística ($p < 0.05$), por lo que ambas variables son totalmente independientes.

5.7.2. Adscripción al grupo politético según materiales exógenos

El modelo de red se ha construido a través de la comparación de las clases de artefactos localizados cada una de las sepulturas estudiadas. En él, la similitud se ha construido sin tener en cuenta el origen de los materiales. Los grupos politéticos han sido explicados a través de la descripción cualitativa de las clases de artefactos que aparecían en cada uno de ellos (véase apartado 5.3.1). Es por ello, que en este apartado se estudia la significancia estadística entre la presencia y ausencia (cuantitativamente) de materiales exógenos y locales en cada uno de ellos.

Con ello, observamos que en la fase 5 y 6 hay una significancia estadística entre los materiales locales y exógenos ($p < 0.05$), por lo que el grupo politético viene definido por la cantidad de materiales locales y exógenos (Tabla 59). Esta significancia posibilita la lectura de estos datos en un gráfico (Figura 59). Aun así, cabe destacar que si tenemos en cuenta la totalidad de datos no hay significancia estadística ($p = 0.284$).

De esta forma, se observa que, más allá de aquellos grupos definidos por la ausencia de materiales exógenos (grupo 1 y 2 de la fase 4 y grupo 3 de la fase 7), hay presencia de un grupo de materiales caracterizados por elementos mayoritarios de carácter local que son acompañados con algunos exógenos (grupo 3 de la fase 4, grupo 2 y 3 de la fase 5, grupo 1 y 2 de la fase 6 y grupo 1 de la fase 7); así como por un grupo con gran cantidad de materiales exógenos (grupo 3 de la fase 6 y grupo 2 de la fase 7), siendo un *outlayer* el grupo 1 de la fase 5 debido a la sobrepoblación de materiales locales que presenta.

	Grupo	Color grafo	EXÓGENOS	LOCALES	p (no assoc.)
Fase 4	1	morado	0	2050	NA
	2	naranja	0	551	
	3	verde	19	138	
	4	azul	0	4	
	5	-	0	0	NA
Fase 5	1	morado	105	1253	0.009
	2	naranja	14	68	
	3	verde	4	31	
	4	-	0	0	NA
Fase 6	1	morado	13	197	0.0001
	2	naranja	25	88	
	3	verde	45	347	NA
	4	-	0	0	
Fase 7	1	morado	2	45	0.632
	2	naranja	53	597	
	3	verde	0	23	
	4	-	0	0	NA

Tabla 59. Cantidad de materiales exógenos y locales para cada grupo politético y fase.

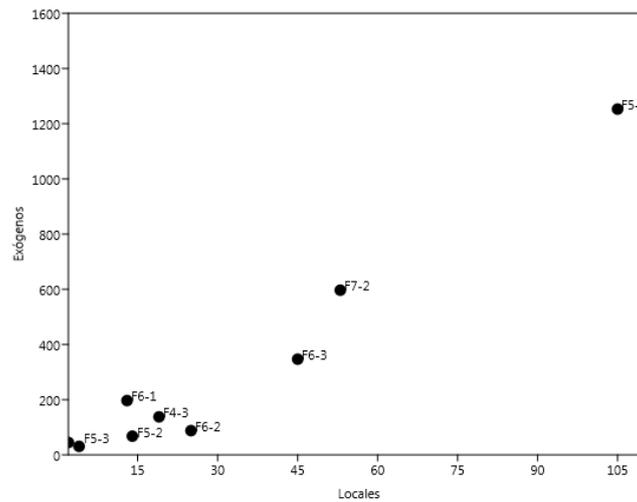


Figura 59. Gráfico de cantidad de materiales locales y exógenos según los grupos politéticos de cada fase. La nomenclatura indica fase (F)-grupo (p. ej. grupo 2 fase 7= F7-2).

Si paramos atención en los grupos con gran cantidad de materiales exógenos, todos ellos han sido caracterizados anteriormente como “centros de redistribución”. Concretamente del grupo de la fase 5 se destacaba la conexión Vallès-Solsonès mientras que los grupos de las fases 6 y 7 se caracterizaban por ser mayoritariamente sepulturas del Vallès con presencia de alguna sepultura del Solsonès.

5.7.3. Espacio y materiales exógenos

Analizar la distribución espacial de los materiales exógenos nos permitirá aproximarnos a las vías de circulación de estas sociedades. Dado que la presencia de estos materiales es relevante en este estudio, se analiza la presencia de obsidiana, sílex melado y hachas exógenas de los niveles de análisis 1, 2 y 3 (n= 388). De esta forma se agrupan todas aquellas sepulturas no expoliadas en las zonas anteriormente descritas (Tabla 60).

ID Nodos		n MATERIALES TOTAL	TOTAL (n= 388)					
			OBSIDIANA		SÍLEX MELADO		HACHAS EXÓGENAS	
			Sep.	n	Sep.	n	Sep.	n
1	CAT. CENTRAL	22	0	0	2	2	1	2
2	DESE. LLOBREGAT	15	1	1	3	15	2	5
3	EBRE	22	0	0	0	0	1	1
4	GARROTXA-GIRONÈS	13	0	0	6	13	0	0
5	LITORAL CENTRAL	37	0	0	0	0	4	8
6	PENEDÈS	39	1	1	5	13	1	1
7	PIRINEU	11	0	0	3	6	4	4
8	CAMP DE TARRAGONA	11	0	0	2	5	2	4
9	SOLOSNÈS	63	0	0	19	45	2	3
10	VALLÈS	152	3	4	91	382	14	20
-	DESE. TER	1	0	0	0	0	0	0
-	LLEIDA	2	0	0	0	0	0	0

Tabla 60. Cantidad de sepulturas y artefactos exógenos según zonas geográficas. Las ID “-” no aparecen en el mapa debido a la ausencia de estos materiales.

Sobre esta tabla, se ha construido una red unimodal, pesada, no dirigida a través de la comparación de estas zonas entre ellas mediante el índice de Brainerd-Robinson (Brainerd, 1951; Robinson, 1951). En este caso, para depurar los enlaces y obtener una visualización óptima se han eliminado aquellas aristas con un peso ≤ 1 . A continuación, se ha utilizado un algoritmo de distribución geográfica de los nodos mediante el cálculo de los centroides de cada área geográfica (Figura 60).

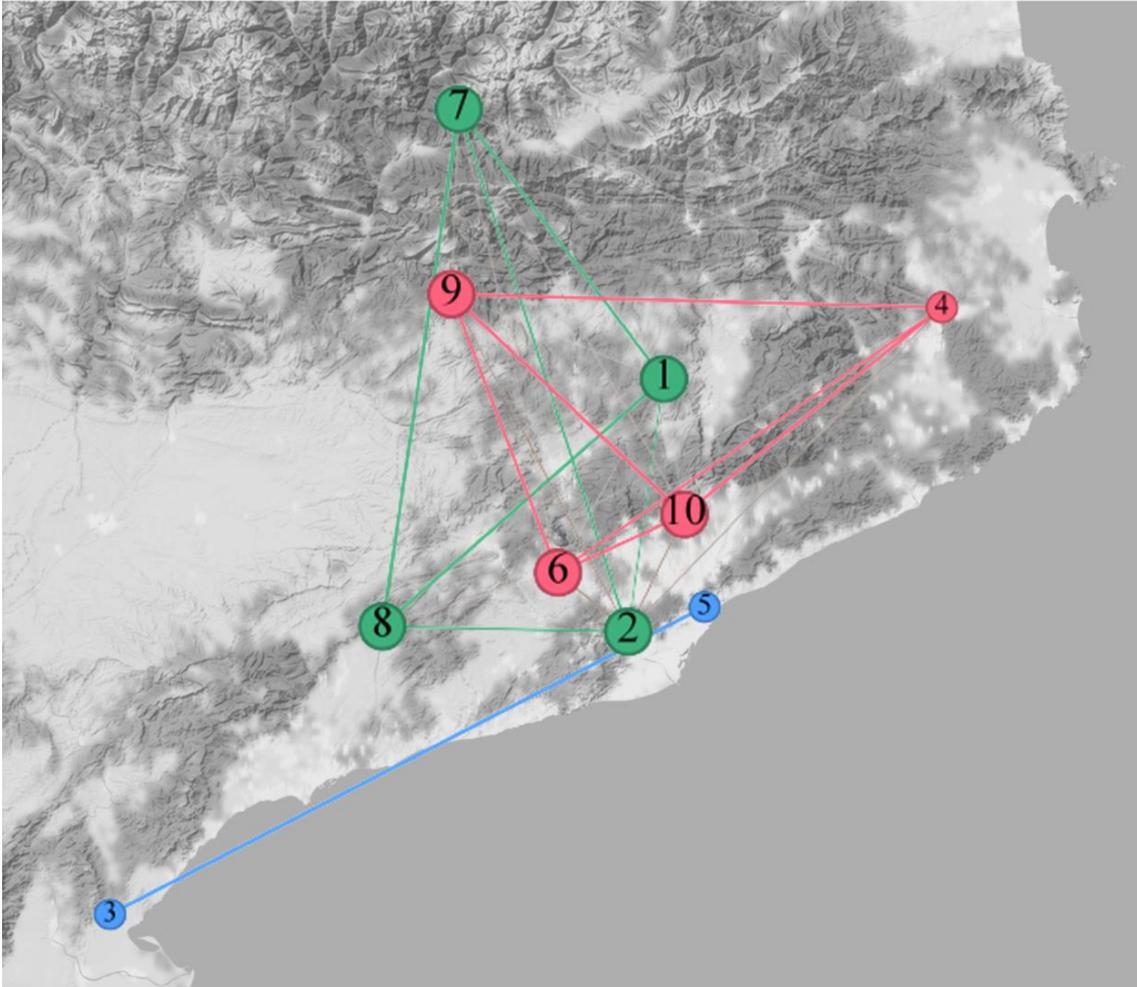


Figura 60. Grafo de similitud de zonas según cantidad de materiales exógenos localizados en las sepulturas (n= 388). La distribución de los nodos ha sido realizada mediante el cálculo del centroide de cada área de estudio. Los colores indican el grupo modular al que pertenece cada nodo. El tamaño de los nodos indica su valor de grado de intermediación.

El análisis modular de este grafo, divide las zonas según cantidad y presencia de materiales. Con ello, tres grupos han sido definidos. Un primer grupo de color rojo formado por las áreas de la Garrotxa-Gironès (4), Penedès (6), Solsonès (9) y Vallès (10) que se caracterizan por la presencia mayoritaria de sílex melado y, en menor medida de hachas exógenas. En el caso del Vallès y Penedès también presentan obsidiana. El grupo verde, constituido por Catalunya Central (1), desembocadura del Llobregat (2), Pirineu (7) y Camp de Tarragona (8), se caracteriza por la presencia en proporciones similares de sílex melado y de hachas locales, es decir, ambas llegan con la misma intensidad. En este caso la desembocadura del Llobregat también presenta un elemento de obsidiana. Finalmente, el grupo azul formado por el Ebre (3) y el Litoral Central (5), se caracteriza por tener tan solo presencia de hachas exógenas.

Si analizamos la evolución espacial de los materiales exógenos teniendo en cuenta el espacio y el tiempo (Tabla 61) podemos observar como en la fase 4 tan solo hay presencia de materiales exógenos en la Bòbila Madurell (nodo 33, 40, 47) en la zona del Vallès (14 sílex melados y 1 hacha exógena) y en el Mas Pujó (nodo 105) perteneciente al Penedès (4 sílex melados). En la fase 5 se observa un crecimiento exponencial en la aparición de estos materiales. Concretamente el aumento del sílex melado y la aparición de obsidiana en esta fase indica la influencia de estas redes de circulación en la sociedad mediante el consumo de estos artefactos en las prácticas funerarias. En la fase 5 el Vallès toma mayor importancia, siendo Bòbila Madurell el *hub* más relevante. El material llegará a todas las zonas en la fase 6 (exceptuando el Penedès, donde desaparece) aunque disminuye la cantidad de sílex melado en beneficio de las hachas exógenas. En esta fase el Vallès pierde relevancia que, a su vez, gana el Solsonès. Finalmente, en la fase 7 disminuye la presencia de todos los materiales, siendo esta la fase de desaparición de este fenómeno.

	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7
OBSIDIANA				
PENEDÈS	0	1	0	0
VALLÈS	0	0	0	1
MELAT				
DESE. LLOBREGAT	0	0	1	0
GARROTXA-GIRONÈS	0	2	6	0
PENEDÈS	4	4	0	0
PIRINEU	0	2	2	0
SOLOSNEÈS	0	2	14	2
VALLÈS	14	110	61	46
HACHAS				
PIRINEU	0	1	2	0
VALLÈS	1	1	5	2

Tabla 61. Cantidad de materiales exógenos según espacio y tiempo.

CAPÍTULO VI. DISCUSIONES

Resumen

En el Capítulo VI se comparan e interpretan los resultados obtenidos con la información arqueológica disponible. Para ello, se establecen 3 apartados de discusión que se ajustan a los objetivos específicos de este trabajo. En primer lugar, se analiza la evolución demográfica y el patrón de interacción social de las sociedades estudiadas; a continuación, se estudian las tendencias de producción a lo largo del tiempo y del espacio utilizando los sepulcros funerarios como objeto de estudio; finalmente, se analizan y detectan la presencia de similitudes y disimilitudes socioeconómicas y la adscripción de valores político-ideológicos a individuos y/o grupos a través del modelo de red.

6.1. EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA Y PATRÓN DE INTERACCIÓN SOCIAL

En el siguiente apartado se contrasta el modelo de red creado a partir del tiempo con los modelos clásicos de compartimentación temporal, evaluando la solidez, implicaciones y oportunidades que este ofrece. A continuación, se discute acerca de la evolución de la conectividad, cohesión y demografía social a través de la comparación del análisis de la topografía de la red con los modelos temporales explorados por otras autoras y ya expuestos en este trabajo (véase apartado 1.1). Finalmente, se discute acerca de la relación de los datos demográficos obtenidos con la evolución general del modelo de red temporal.

6.1.1. Secuencia temporal para las primeras sociedades agropecuarias del NE de la península ibérica

Los resultados que se derivan de la construcción de la red temporal (véase apartado 4.3.1.1), la posterior identificación de los grupos modulares o fases temporales (véase apartado 5.1.1) y, finalmente, la creación de fases a través de la implementación de un modelo bayesiano secuencial (véase apartado 5.1.2), nos han dado un total de 7 fases temporales (Tabla 62):

	Media boundary start	Media boundary end
Fase 1	5429	5341
Fase 2	5194	5023
Fase 3	4850	4371
Fase 4	4319	4067
Fase 5	3975	3949
Fase 6	3764	3740
Fase 7	3683	3392

Tabla 62. Franjas temporales de cada fase.

La construcción de estas fases dista de la metodología tradicional utilizada, es decir sobre la asociación de morfologías y decoración cerámica, tecnologías líticas, patrones en la selección de materias, diferencias en la industria ósea y evidencias funerarias (Gibaja, 2003b; Martín et al., 2010; Mestres, 1992; Miró, 1994; Molist et al., 2003; Oms, Martín, et al., 2016; Tarrús, 1985) con dataciones radiocarbónicas. La progresiva inclusión de las dataciones radiométricas en el último decenio ha permitido la emisión de nuevas propuestas cronológicas innovadoras. Con ello, a continuación, resaltamos los datos obtenidos y los comparamos con estas nuevas propuestas presentadas en el apartado 1.3, más concretamente en la Tabla 1.

La primera fase se asocia al periodo llamado Neolítico antiguo cardial fechado c. 5500-4850 cal. BC en la que se aprecian dos agrupaciones claras, una en torno al 5400 cal. BC y la otra en torno al 5150 cal. BC que pueden ser debidas a un problema tafonómico en la conservación de sitios fechados entre 5350 y 5250 cal. BC (Berger y Guilaine, 2005) o debido a la existencia de un ajuste de movimiento en la curva de calibración, tal y como sugieren las autoras (Oms, Martín, et al., 2016). Si comparamos estas hipótesis con los resultados del modelo bayesiano secuencial, podemos observar como el Neolítico antiguo cardial se ajusta a la fase 1 (5429-5341 cal. BC) y 2 (5194-5023 cal. BC). A nuestro parecer, esta división no se da por la curva de

calibración ya que la identificación modular no la utiliza (véase apartado 4.3.1). Aun así, no debemos obviar que, tal y como señala Oms, Martín, et al. (2016), existen algunos momentos en los que se observa una fuerte caída en la curva seguida de una meseta artificial o incluso un pico, llamados ondulaciones (Reimer et al., 2020), dando lugar a periodos no favorables para la calibración.

Si bien la gran mayoría de nodos se asocian tradicionalmente a este periodo y refuerzan los resultados obtenidos en este trabajo, encontramos algunas incidencias que no alteran a nuestro entender la validez de las agrupaciones. Es el caso del nodo 93, asociado a Font de la Vena. Esta sepultura pertenece al “grupo megalítico de Tavertet” (Molist et al., 1987; Cruells et al., 1992; Molist et al., 2007; Molist y Clop, 2010; Monforte-Barberán, Sisa-López de Pablo, et al., en prensa) el cual es asociado a estilos cerámicos *Montboló* (Faro, 2021), es decir, finales del epicardial e inicios del postcardial. Esto se puede dar debido al valor elevado de desviación que presenta esta datación: 6190 ± 100 BP, calibrada en el modelo entre 5239 y 4966 cal. BC. Aun así, este mismo caso se repite para la fase siguiente (Neolítico antiguo epicardial) en el nodo 86, asociado al Padró II, el cual presenta elementos *Montboló* de forma prematura.

La siguiente fase (fase 3) de nuestro análisis proporciona unos márgenes entre el 4850-4371 cal. BC. Esta fase, como hemos dicho, correspondería con el periodo clásico llamado Neolítico antiguo epicardial, fechado, tradicionalmente, entre el 4930 y 4420 cal. BC, según Oms, Martín, et al. (2016). En este caso, aunque el escaso número de dataciones ($n= 16$) no permite una interpretación más precisa, se perciben concentraciones de fechas en torno a 4800 y 4560 cal. BC. Es de gran interés que el resultado obtenido amplie el rango inferior y superior unos 50 años respectivamente del fechado clásico.

El inicio de las inhumaciones en fosa, asociadas al horizonte de los *Sepulcres de Fossa*, según Morell, Barceló, et al. (2018), se daría entre el 4770 y el 4500 cal. BC, es decir, entre la fase 3 y la consiguiente fase 4. Este hecho concuerda con nuestros resultados ya que en la fase 3 se localizan las inhumaciones de Reina Amàlia (nodos 124 y 125), de Ca l’Estrada-501 (nodo 49) y el individuo 2 de Can Roqueta-255 (nodo 62). Es curioso señalar que el contenedor funerario Can Roqueta-255 tiene dos eventos funerarios que se ubican en diferentes fases (los individuos 1 y 3 de Can Roqueta-255 pertenecen a la fase 4). Este hecho evidencia que no se trata de grupos estancos. Exceptuando las dos primeras fases, las cuales no se encuentran conectadas temporalmente ni entre ellas ni con el resto de la red, el resto comparten gran cantidad de aristas o enlaces. La identificación modular tan solo nos ofrece un método de ordenación y clasificación que, con sus ventajas y desventaja en ningún momento debe ser considerado como un cajón estanco de semejanza cultural. Y es que las cronologías relativas tradicionalmente basadas en los tipos cerámicos no poseen límites cronológicos tan claros.

Para las siguientes fases (fases 4 y 5), los resultados obtenidos vuelven a mostrar ciertos aspectos relevantes. Estos estarían asociados al Neolítico postcardial que, según Oms, Martín, et al. (2016), se agruparía entre el 4690 y 3800 cal. BC. Si bien estas autoras analizan por separado los sitios domésticos y funerarios, apreciando que los primeros están fechados entre 4690 y 3790 cal. BC mientras que los segundos son relativamente más recientes, entre 4320 y 3850 cal. BC, los resultados de nuestro modelo, tal y como ha sido expuesto previamente, sugieren dos acumulaciones de dataciones diferentes entre el 4319-4067 cal. BC (fase 4) y entre el 3975-3949 cal. BC (fase 5). Estos lapsos temporales se asemejan a la propuesta de Oms, Martín, et al.

(2016), aunque acortan el rango inferior unos 100 años. La subdivisión en “dos postcardiales” diferenciados del Neolítico medio, permite compartimentar los 1020-1425 años de inhumaciones en fosa y los 510-865 años de inhumaciones en cista que señala Morell, Barceló, et al. (2018).

A su vez, cabe señalar que la división modular en ambas fases también podría ser explicada, al igual que para el Neolítico cardial, por las ondulaciones de la curva de calibración, tal y como señala Oms et al. (2018). Aun así, desde nuestro punto de vista, gracias a la técnica utilizada para identificar esta fase, se anulan las posibles asociaciones de la curva, validando así estas fases a la espera de nuevas dataciones radiocarbónicas.

Por otro lado, la ocupación previa de sitios domésticos puede explicar las excepciones expuestas anteriormente con presencia de *Montboló* como diversos flujos de influencia que culminaron en la “estandarización” regional de las prácticas funerarias.

El Neolítico medio, considerado como el momento de explosión de los *Sepulcres de Fossa*, es fechado, según las autoras, entre el 4170 y el 3150 cal. BC, con una acumulación de fechas entorno el 3600 cal. BC. De la misma forma que para el postcardial, diferencian estas dataciones de los contextos domésticos, los cuales agrupan entre el 4150 y el 3680 cal. BC, implicando que, aunque las fechas de los sitios domésticos y funerarios comienzan en un momento estadísticamente similar, estos últimos continúan durante un período de tiempo más largo. Esto, tal y como señalan, puede deberse a un problema de muestreo.

Los datos obtenidos del modelo bayesiano realizado aportan novedades significativas. En efecto, como se ha observado sugieren dos fases diferenciadas entre el 3764-3740 cal. BC (fase 6) y entre 3683-3392 cal. BC (fase 7) que englobarían el periodo tradicional del Neolítico medio. Esta subdivisión también se inserta en la discusión de las ondulaciones de la curva, tal y como señala Oms et al. (2017) para el periodo comprendido entre el 3600-3200 cal. BC.

En resumen, y como se ha podido constatar, la identificación de fases o agrupaciones radiocarbónicas a través del uso de análisis de redes resulta útil para contrastar los modelos bayesianos tradicionales, ayudando a entender y discutir las limitaciones de estos. De esta forma, las fases descritas nos han servido como base de análisis temporal para llevar a cabo el estudio de la evolución estructural y temporal de las prácticas funerarias, caracterizando así una de las actividades productivas que ocuparon el tiempo y esfuerzo de las sociedades estudiadas.

6.1.2. Evolución de las dinámicas de conectividad y cohesión social

El escenario de la investigación acerca de las primeras fases del neolítico del NE peninsular ha sufrido un cambio drástico en los últimos 20 años gracias a los descubrimientos de la arqueología preventiva y a los programas de investigación universitaria. Con ellos, se ha logrado crear un conjunto de datos de calidad para todo este momento que, a fecha de hoy, sigue ampliándose. Aun así, juntamente con nuevos trabajos que analizan las sociedades a partir de las dataciones radiocarbónicas, la gran mayoría de publicaciones se siguen centrando en los

registros cerámicos y líticos, descripción de asentamientos y datos funerarios, tal y como constata la amplia bibliografía.

Sin embargo, exceptuando algunos trabajos recientes como la reconstrucción paleoetnológica de las poblaciones llevada a cabo por Oms y Martín (2018) para el NE peninsular, el enfoque de red para toda la península ibérica llevado a cabo por Bernabeu et al. (2017), o la interacción entre las personas y el medio ambiente en sociedades agrícola (Palacios et al., 2022), no existen aproximaciones metodológicas que caractericen, a grandes rasgos, la evolución de las dinámicas sociales de forma cuantitativa. Es por ello por lo que el análisis de redes se presenta como herramienta necesaria para llevarlo a cabo. Si bien este tipo de análisis acepta diversidad de enfoques y registros materiales, en nuestro caso de estudio, la caracterización de las dinámicas sociales ha sido llevada a cabo mediante las dataciones de sepulcros funerarios. Este hecho no niega la posibilidad de añadir nuevos datos que amplíen o que incluso contradigan los resultados del modelo.

Aunque en líneas generales los resultados de esta dinámica ya han sido expuestos (véase apartado 5.1.3), estos no han sido interpretados. De esta forma, hemos afirmado que la fase 1, 2 y 3 (5429-4371 cal. BC), definida anteriormente como la Etapa 1, puede ser asociada al Neolítico antiguo tradicional y se caracteriza por ser una etapa de crecimiento constante del sistema. Las fases 1 y 2 (5429-5023 cal. BC), es decir el Neolítico antiguo cardial, se caracteriza por presentar valores bajos de conectividad con eventos que se suceden de forma discontinua. Esto se da por la baja densidad de sepulturas ($n=7$) que se localizan a lo largo de 400 años. Aun así, sí que se observa un aumento demográfico. Este aumento podría ser el flujo final de lo que Bernabeu et al. (2017) caracterizan como “rise” (auge) de la población con la llegada del Neolítico. Oms y Martí (2018) señalan que, en una segunda fase del cardial, la variedad de la ocupación del territorio aumenta, sumándose nuevos territorios.

En la fase 3 (4850-4371 cal. BC), asociada a la tradicional denominación de Neolítico antiguo epicardial, este aumento también se observa en el registro funerario, no pudiéndose documentar, ni en este momento ni en el posterior análisis de los materiales arqueológicos, una mayor diversidad cultural como efecto de una difusión más limitada de artefactos culturales, tal y como señalan Bernabeu et al. (2017). Tomando tan sólo el registro funerario, las sepulturas en fosa observadas en este momento funcionan como el “preámbulo” a la eclosión de los *Sepulcres de Fossa*.

El incremento exponencial del registro arqueológico que supone el Neolítico postcardial cambia de forma drástica todos los valores de red. Aunque la cantidad de nodos es mucho más mayor en la fase 4 y 5 (4319-3949 cal. BC) que, en los momentos anteriores, su cohesión interna disminuye, es decir, el sistema se encuentra más fragmentado a nivel temporal que el anterior. Aun así, sigue manteniendo valores elevados en comparación con su fase posterior. Los marcadores de resiliencia a los cambios, como es el coeficiente de agregación, siguen elevados por lo que la red sigue siendo fuerte y cohesionada. Este hecho se constata al ser el máximo crecimiento y explosión de este horizonte cultural.

La fase 6 (3764-3740 cal. BC) es quizás el momento más paradigmático de todo el sistema. Aunque siguen incrementándose los nuevos nodos, el tamaño de la red disminuye, dándose valores menores de cohesión global. Este cambio coincide con el abandono casi total de todas

las morfologías y decoraciones cerámicas anteriores. No por ello, tal y como exponremos a continuación, varían los valores de circulación de material exógeno, es decir, el material exógeno no se correlaciona con los niveles de cohesión de la red.

Esta red no se fragmenta, pero sí que cambia de forma drástica, es decir, se da una sustitución de algunos nodos por otros muy unidos entre ellos (altos niveles de agregación). Los nodos que desaparecen (presumiblemente con influencias *Molinot* y *Montboló*, mayoritariamente) se sustituyen por otros nodos que se encuentran más cercanos entre ellos y que presentan todos ellos influencias *Chassense*.

Con estos datos se afronta la discusión terminológica acerca de la descripción del neolítico postcardial como parte del Neolítico antiguo (Mestres, 1992; Molist et al., 1996, 2003) o del Neolítico medio (Blasco et al., 2011; Mestres y Esteve, 2016; Martín y Tarrús, 1991) como absurda a nuestro parecer ya que se trata de una etapa transicional entre ambas realidades. Los datos sugieren que, aunque mantenga pocos elementos afines al Neolítico antiguo, la sustitución de nodos y la desaparición de las influencias *Molinot* y *Montboló* en las fases del Neolítico medio, no puede ser asociada directamente a este periodo. Es pues, desde nuestro punto de vista, una fase con entidad propia que se ubica entre el Neolítico antiguo y medio clásicos.

Finalmente, la fase 7 (3683-3392 cal. BC) vuelve a tener niveles elevados de cohesión modular, aunque su pérdida de nodos y su disminución del tamaño nos indican la fragmentación inminente del sistema. Este hecho es obvio ya que no se han recogido las dataciones radiocarbónicas asociadas al Neolítico final/Calcolítico, momento en el que todo el registro funerario cambia, abandonándose la inhumación simple e introduciéndose la inhumación colectiva.

6.1.3. Implicaciones del crecimiento y decrecimiento demográfico

A partir del axioma que considera que el individuo inhumado es consumidor de los frutos de la producción en compañía de la sociedad pero que a su vez esta práctica funeraria es un ejercicio político-ideológico de los vivos, se entiende que las características que definen al individuo (p. ej. sexo y edad) pueden ser indicativas de una intencionalidad concreta en su representatividad social. El análisis demográfico a través del estudio de las sepulturas es pues expresión de estas relaciones sociales.

Tomando los resultados del apartado 5.5.1, se observa que en las fases 1, 2 y 3, la cantidad de individuos se mantiene constante, no siendo significativo el sexo del individuo. Esto cambia llegados a la fase 4, 5, la cual se caracteriza por un aumento significativo de la población, siendo los individuos masculinos predominantes en todo momento. La disyuntiva de este crecimiento se da en la fase 6, momento en el que el aumento demográfico masculino llega a su máximo a la vez que el femenino empieza a decrecer. Recurrimos otra vez a la fase 6 como momento paradigmático de cambio y abandono de morfologías cerámicas. La creación de nuevos nodos, presumiblemente masculinos, no es suficiente para sustentar la cohesión global de todo el sistema.

Castro et al. (2003, p. 10) señala que para el Neolítico se desarrollan dos vías explicativas opuestas acerca del aumento demográfico: la primera es atribuida al desarrollo de la domesticación, debido a la necesidad social de obtener mayor cantidad de alimentos por una misma o menor unidad de territorio; la segunda, considera que el crecimiento poblacional presionaría en cuanto a la adopción de las técnicas agropecuarias. Estas autoras critican ambas ya que no tienen en cuenta que el aumento demográfico conlleva una serie de trabajos realizados exclusivamente por mujeres (gestación, alumbramiento y amamantamiento) que, inevitablemente, conllevan trabajos de cuidados y socialización de niños y niñas. Es pues esta división del trabajo la que en esta época podría implicar para el colectivo femenino una situación de disimetría social que puede ser estudiada a través de los sepulcros funerarios.

Si bien esta posible división del trabajo no puede ser observada tan solo con estos datos, la predominancia de la representación de individuos masculinos debe ser considerada como un factor relevante en dicho análisis.

El estudio de la edad en las sepulturas nos informa, de forma similar al sexo, de posibles tratamientos diferentes a la hora de representar a los individuos en estas prácticas y por lo tanto de consumos diferentes que dependen de este factor. Aunque la gran mayoría de individuos enterrados son de edad adulta, existe una representación de individuos infantiles, jóvenes y subadultos que debe ser considerada. En el apartado 5.5.1 señalábamos que a pesar de y las fluctuaciones en el porcentaje de franjas de edad inhumadas, y considerando que mayoritariamente se entierran individuos adultos, no presenciábamos grandes diferencias entre las fases. Será pues la asociación de estos con los artefactos y contenedores la que nos ofrecerá más información.

Aun así, antes de proseguir sí que cabe señalar el caso paradigmático de Caserna de Sant Pau del Camp (Molist et al., 2012) en la cual, de las 25 inhumaciones localizadas, la mayoría corresponden a individuos subadultos, siendo también sobrepresentados los individuos infantiles (Gibaja et al., 2010). Duboscq (2017) señala que la manera de considerar y tratar a los infantiles con relación a las prácticas funerarias podría variar según los grupos, ya que, mientras en algunos casos son casi ausentes, en otros sitios como en Sant Pau del Camp aparecen bien representados.

Estos individuos infantiles muchas veces se encuentran en sepulcros dobles, reflejando la existencia de relaciones específicas entre los individuos enterrados, dándose así una mayor importancia a las relaciones interpersonales. En este sentido Molist y Oliva (2019) observan que en el Vallès y Penedès se da un dominio de individuos infantiles ornamentados, y una mayor representación de individuos masculinos con adornos que individuos femeninos mientras que si se analizan solamente los sepulcros individuales, existe cierta preeminencia de los individuos femeninos con adornos (Oliva, 2018). Estos estudios plantean que las desigualdades en los ajuares están condicionadas por sexo-edad parentesco y el lugar o posición social dentro de la jerarquía de la comunidad, en la que los grupos familiares de mayor poder controlan recursos y bienes de prestigio (Gibaja y Wünsch, 2002).

6.2. TENDENCIAS PRODUCTIVAS A LO LARGO DEL TIEMPO Y ESPACIO

Si bien ninguna de las autoras citadas a lo largo de este trabajo plantea una unidad funeraria a lo largo del Neolítico antiguo y medio, sí que es planteada como unidad cultural homogénea los *Sepulcres de Fossa*. Estos estudios cronotipológicos tradicionales (Muñoz, 1965; Ripoll y Llongueras, 1963), interpretan este horizonte como un conjunto cultural con una misma materialidad.

Los enfoques radiocarbónicos llevados a cabo a lo largo de los últimos años (Morell, Barceló, et al., 2018), así como los estudios sobre la industria lítica tallada (p. ej. Gibaja, 2003a, 2003b, 2003c), el utillaje lítico macrolítico (p. ej. Masclans, 2017; Masclans et al., 2017) o en la representatividad y tipología de los ajueres en función del sexo y la edad de los individuos (p. ej. Allière, 2016; Duboscq, 2017), muestran una realidad diferente a la tradicional, donde la “norma” funeraria se presenta con una mayor complejidad. Estos estudios sugieren que no todos los integrantes de estas comunidades tendrían acceso a los mismos recursos, indicando divergencias de tendencias productivas y de consumo que distan de dicha homogeneidad.

En este apartado se discute, en primer lugar, sobre la emergencia de tendencias desiguales que el contenido artefactual y el contenedor funerario toman entre mediados del VI milenio y finales del IV cal. BC. Posteriormente, se discute como estas divergencias pueden ser analizadas a través de la creación de grupos politéticos. Finalmente, se presenta el espacio como variable distinguida en la circulación diferencial de algunos de estos productos.

6.2.1. Evolución del contenido artefactual y del contenedor funerario

La evolución del contenido artefactual de las sepulturas ha sido expuesta en el apartado 5.2.4 mientras que la del contenedor funerario se ha dado en el apartado 5.6.2. Su interpretación, más allá de su comportamiento en el modelo, debe entenderse de forma global dentro del proceso de desarrollo y evolución de estas primeras comunidades agropecuarias.

Con ello, la baja densidad de sepulturas localizadas durante la fase 1 y 2 (Neolítico antiguo cardial) y su consecuente discontinuidad temporal, conlleva unos bajos niveles de conectividad que dan lugar a valores de asociación no relevantes entre artefactos, implicando así una heterogeneidad en el ritual funerario. Si bien predominan las inhumaciones en cueva, esta heterogeneidad también está presente, tal y como se observa en el enterramiento en fosa de Plaça de la Vila de Madrid.

Aunque el Neolítico antiguo epicardial se caracterizaba como una etapa de fragmentación cultural, tal y como señalaba Bernabeu et al. (2017), no se observan grandes divergencias en el contenido artefactual en relación con la etapa anterior. Esta diversidad sí que se observa en el incremento de sepulturas en fosa y la aparición de estructuras megalíticas, así como por la irrupción de las hachas locales utilizadas como ajuar funerario en la Cova de l’Avellaner.

El cambio drástico de la topología de red observado en la fase 4 se da debido a la aparición de nuevos artefactos en el ámbito funerario, tanto locales como exógenos, que dan lugar a nuevas asociaciones materiales definidas, principalmente, por materiales de origen exógeno. Cabe apuntar que, tal y como señalaba Oms, Martín, et al. (2016), la aparición de estos materiales se daría, en un primer momento, en los espacios domésticos. La adquisición de éstos en espacios domésticos y su posterior implantación en el ámbito funerario muestra una posible normalización y regularización de los circuitos de distribución. La expresión político-ideológica que subyace los sepulcros es pues una manifestación fruto de la asimilación de estos productos en ámbitos no ideológicos.

Si bien la aparición de los *Sepulcres de Fossa* está ligada a la aparición de estos materiales, la presencia de los estilos *Montboló*, *Molinot*, *Boca Cuadrada* y, posteriormente, *Chassense*, no explica la topografía de la red. A nuestro parecer, la construcción de las redes de circulación que caracterizaran este horizonte se da durante el periodo comprendido entre el 4319-4067 cal. BC (fase 4) ya que la aparición de materiales exógenos en las sepulturas se da, de forma excepcional, por primera vez, durante esta fase en algunas sepulturas como Bòbila Madurell-Mas Duran-G10 o Mas Pujó-E16. En esta fase de “transición” el material depositado empieza a encontrarse presente en la gran mayoría de sepulturas, aunque con cierta tendencia a acumularse en algunas de ellas, tal y como muestran los resultados de la Tabla 19.

Exceptuando la última fase, las disimetrías entre tumbas no se dan por la cantidad de materiales sino por otros factores que exploraremos a continuación (véase Tabla 35).

Las evidencias de circulación de materiales como el sílex melado o las hachas exógenas aparecen, por primera, vez durante la fase 4 (4319-3790 cal. BC), aunque de forma esporádica. El establecimiento de estos contactos de forma primeriza posibilita una expansión demográfica de forma exponencial en la fase 5 (3975-3945 cal. BC) que se asienta y consolida sobre unos circuitos ya establecidos, tal y como podemos observar en las relaciones de alta relevancia entre materiales exógenos y locales. El gran cambio material que supuso esta eclosión comportó relaciones y asociaciones diferentes que mantuvieron de forma constante la conectividad y, con ello, los flujos de información. La estabilización de los valores de conectividad de la red observada durante la fase 5 se da gracias a su alto grado de resiliencia ante los cambios y al aumento progresivo de su tamaño. Todo ello favoreció la introducción de nuevos materiales como la obsidiana, la aparición de nuevas asociaciones materiales y a la consolidación de las tipologías propias del Solsonès y del Pirineu que, aunque en la fase previa ya se podían encontrar, a partir de esta fase se afianzan. Aun así, estas formas no eclosionan hasta la fase 6.

Durante la fase 6, desaparecen gran cantidad de nodos periféricos y algunos centrales son sustituidos por otros nodos de importancia semejante que se encuentran altamente conectados. Presumiblemente, estos *hubs* pueden estar asociados a la rápida aparición generalizada de las estructuras en cista del Solsonès y Pirineu. Este proceso se da en un momento de abandono y sustitución total de estilos cerámicos (fase 5). Si bien decrece la importancia de algunos materiales que habían sido muy relevantes hasta el momento, la relación exógeno-local continúa teniendo el mismo comportamiento que en fases anteriores a través de la sustitución de algunos de los materiales locales. Este hecho implica una variación el consumo artefactual en el “paquete” *Sepulcres de Fossa* que no había sido detectada hasta el momento. Nuestra propuesta atrasa pues el momento de “esplendor” hasta el 3975-3949 cal. BC, modificando levemente de

algunas propuestas tradicionales. A su vez, se detecta un momento de variabilidad material durante el 3764-3740 cal. BC con la entrada de las estructuras tipo cista.

Finalmente, aunque en la fase 7 las asociaciones de materiales vuelven a asemejarse con las etapas anteriores, la pérdida de nodos y la disminución en el tamaño de la red nos indica la fragmentación total del sistema y la desaparición de este fenómeno.

De forma concreta, estos resultados emergen de unas co-asociaciones de artefactos comunes a lo largo de toda la evolución:

- No existe ninguna relación relevante entre dos materiales exógenos, es decir, en las sepulturas se deposita un material exógeno acompañado de otro material no-exógeno pero nunca dos exógenos conjuntamente. Este hecho puede indicar unas líneas de distribución y consumo diferenciales, aunque se den en un mismo territorio.
- La variscita es considerada como un material local con un alto valor de asociación con materiales exógenos, como las hachas exógenas, la cual puede compartir el mismo circuito que las hachas, pero en direcciones espaciales diferentes (N-S y S-N).
- El sílex melado no tiene una asociación constante con otro material a lo largo del modelo.

En este sentido, los resultados obtenidos a través de los análisis realizados sugieren que quizás, a diferencia de lo que tradicionalmente se había planteado, estos materiales podrían no formar parte de una misma red de circulación y que no todos los contactos, cuyo resultado proveerían de tales materiales a las comunidades, se producirían en el mismo intervalo de tiempo.

A este aspecto se le suma que la distribución de los materiales en cada una de las sepulturas no presenta siempre simetría. Si bien las cantidades totales se distribuyen siguiendo una normalidad en todas las fases menos en la 7, la gran mayoría de las sepulturas se asemejan en cuanto a la cantidad de materiales. No obstante, existe un pequeño porcentaje de sepulturas que presentan mayor cantidad, de la misma forma que otro pequeño porcentaje presenta menor cantidad. Aun así, ambas no presentan relevancia estadística para la conceptualización general. Estas deben ser analizadas en las distribuciones de cada tipo de material, observando de esta manera algunas diferencias:

- Existen algunos materiales como las hachas exógenas, los elementos macrolíticos, la malacología, el ornamento indeterminado y la cerámica que se distribuyen de forma equitativa entre todas las sepulturas con presencia de estos. Aun así, la escasa presencia de algunos de ellos, como es el caso de las hachas exógenas y los elementos macrolíticos, pueden sesgar los resultados de la distribución. En estos casos la interpretación cualitativa (hay pocas evidencias de estos materiales) debe primar delante de los resultados estadísticos, entendiéndose pues que la distribución de estos materiales es disimétrica ya que se acumulan en muy pocas sepulturas.
- Algunos materiales se acumulan en algunas sepulturas, aunque no de forma exponencial. Es el caso del sílex melado, el sílex, la fauna, los colmillos de *Sus scrofa* y la industria ósea. No obstante, exceptuando la fauna, todos ellos también comparten altos valores de significancia con la distribución exponencial.

- Los materiales con altos valores de distribución exponencial se agrupan, principalmente en pocas tumbas. Son el caso del sílex melado, el sílex, las hachas locales, los colmillos de *Sus scrofa*, la variscita, las cuentas de piedra y la industria ósea.

6.2.2. Esferas de variabilidad de producción y consumo en las prácticas funerarias

El estudio de las tendencias-modelos productivos y de consumo de las prácticas funerarias ha sido llevado a cabo a partir la creación de grupos politéticos, es decir, de la clasificación de los depósitos funerarios a través de esferas de variabilidad. Este análisis ha sido llevado a cabo a partir del cálculo de modularidad de cada una de las redes que conforma el modelo de red.

Aunque el análisis de los grupos politéticos ya ha sido llevado a cabo a través de la descripción cualitativa de las clases de artefactos (véase apartado 5.3.1), de la significancia estadística de presencia y ausencia de materiales exógenos y locales (véase apartado 5.7.2) y de su relación con el contenedor funerario (véase apartado 5.6.4), en este apartado trataremos de sintetizar y discutir acerca de la validez interpretativa de cada uno de ellos.

Exceptuando las redes del Neolítico antiguo (fase 1, 2 y 3), en las que no ha podido ser calculada la modularidad debido a su reducido tamaño, los resultados de este cálculo nos han brindado 4 grupos modulares para la fase 4 y 3 grupos para el resto de fases. A estos cabe añadir un grupo caracterizado por la ausencia de materiales. Sin obviar las peculiaridades de cada uno de ellos, y teniendo en cuenta que tan solo en las fases 5 y 6 existe significancia estadística entre exógenos y locales, las tendencias productivas pueden ser agrupadas según cantidad y origen de materiales:

- Grupo de sepulturas con ausencia de materiales (grupo 5 de la fase 4, grupo 4 de la fase 5, 6 y 7).
- Grupo de sepulturas definido por la ausencia de materiales exógenos (grupo 1, 2 y 4 de la fase 4 y grupo 3 de la fase 7). La diferencia entre los grupos de la fase 4 radica en que el grupo 1 no tiene presencia de materiales locales susceptibles de ser intercambiados como la variscita, la industria ósea o la variscita; el grupo 2, el cual sí que presenta materiales que, en la fase posterior, evolucionan para constituir un grupo de gran importancia (grupo 1 de la fase 5); el grupo 4 tan solo tiene presencia de sepulturas con sílex.
- Grupo de sepulturas caracterizado por la presencia mayoritaria de elementos locales acompañados de elementos exógenos (grupo 3 de la fase 4, grupo 2 y 3 de la fase 5, grupo 1 y 2 de la fase 6 y grupo 1 de la fase 7). La diferencia entre los grupos 2 y 3 de la fase 5 radica en la ausencia de malacología del grupo 3. En cambio, la similitud entre los grupos 1 y 2 es tan solo la cantidad de materiales exógenos.
- Grupo de sepulturas con cantidad de materiales exógenos relevantes (grupo 1 de la fase 5, grupo 3 de la fase 6 y grupo 2 de la fase 7). Entendiendo el grupo 1 de la fase 5 como un *outlayer* debido a la sobrepoblación de materiales locales que presenta, los grupos 3 y 2 de las fases 6 y 7, respectivamente, se caracterizan por la alta conexión entre el Vallès con algunos contactos con el Solsonès. El grupo 1 de la fase 5 presenta una alta

conectividad entre el Vallès y el Solsonès mientras que los grupos de las fases 6 y 7 se caracterizan por ser mayoritariamente sepulturas del Vallès con presencia de alguna sepultura del Solsonès.

En este punto, coincidimos pues con Duboscq (2017) en que, según el ajuar documentado en las tumbas y la monumentalidad de algunas de ellas, es probable que la zona del Vallès-Litoral funcionase como núcleo central de gestión de los intercambios y, probablemente, también del poder asociado a ellos.

La relación de las agrupaciones materiales expuestas con los tipos de contenedores no es significativa hasta la fase 5. La eclosión de los *Sepulcres de Fossa* dio lugar a la creación de diferentes normas de producción y consumo funerario. Si comparamos los resultados de la adscripción a un grupo politético según contenedor (véase apartado 5.6.4) y según contenido artefactual (véase apartado 5.3.1), podemos observar que no existe ninguna correlación entre tipos de artefactos depositados y tipologías funerarias.

Si bien encontramos elementos que singularizan los sepulcros, como pueden ser algunas tipologías de contenedor (p. ej. grupo Tavertet), hemos podido intuir diversas normas en la asociación de productos y, por lo tanto, en el consumo de estas prácticas. Aunque se observan diferencias entre tendencias productivas, si tan solo se analizan las esferas de variabilidad sin tener en cuenta otros aspectos como el espacio y los individuos a las que estas están asociados, no podemos afirmar la presencia de disimetrías sociales en este periodo.

6.2.3. Dinámicas regionales de circulación y consumo

El espacio es un elemento clave para entender las dinámicas de circulación y consumo de productos diferentes. La distribución heterogénea de materiales exógenos, junto la circulación de materiales locales asociados a ellos puede definirse, en algunas ocasiones, por la región que ocuparon las comunidades prehistóricas.

Este hecho es evidente en la tipología de contenedores funerarios. Por un lado, tenemos el grupo tradicional constituido principalmente por cistas en el Pirineu, Lleida y el Solsonès (*Solsonià*) y, por el otro, un grupo formado por estructuras en fosa y cuevas localizado en la desembocadura del Llobregat, en la Garrotxa-Gironès, Litoral central, el Penedès, Camp de Tarragona y el Vallès (*Vallesià*). Como señalábamos (véase apartado 5.6.1), la región de la Catalunya Central es quizás uno de los nodos más complejos y completos ya que presenta estructuras megalíticas, y por ello se relaciona con la zona del Empordà, pero también fosas y cistas. Es pues una zona de heterogeneidad constructiva.

El contenido artefactual no presenta tanta claridad como el contenedor funerario. El análisis a través de la comparación de modelos espaciales preestablecidos con el modelo de red (véase apartado 5.4.1) y la división del espacio en diferentes regiones (véase apartado 5.4.2), ha ayudado a discernir la relevancia del espacio como factor causal de la topología y estructura del modelo de red en el consumo artefactual de los sepulcros funerarios.

Concretamente, durante las fases 1, 2 y 3 se observa una ausencia de región dominante, aunque en la fase 3 se intuyen dos concentraciones de puntos, una en la zona media del río Ter y otro en el Vallès. Con ausencia de materiales exógenos y sin un patrón de distribución claro, la ubicación de estas estructuras puede asociarse a la cercanía con espacios domésticos (tal y como es el caso de la cabaña neolítica de Reina Amàlia, en Barcelona) y a la ocupación de zonas con abundantes recursos.

La emergencia primeriza de sepulcros funerarios asociados a materiales exógenos durante la fase 4, dio lugar a la expansión del fenómeno en nuevas regiones como el Ebre, Lleida, Pirineu y Vallès. A pesar de esta aparición, Catalunya Central es la zona con el valor de intermediación más alto. Este hecho nos posibilita entrever dos opciones en la direccionalidad de las primeras llegadas de elementos de circulación:

1. La defendida por autoras como Weller y Fíguls (2007, 2012) y Duboscq (2017) con una vía que cruzaba los Pirineus por la costa hasta el Vallès y el litoral central, punto de redistribución de materiales hasta el Solsonès y hacia el Ebre. Estas autoras, defienden que el Solsonès funcionaría como una región productora de sal la cual concentraría todos los bienes de intercambios como una zona relieve para las otras comunidades de altitud, pero siempre en una menor medida que el Vallès, el cual juega un auténtico papel de redistribuido (Weller y Fíguls, 2012, p. 208).
2. Catalunya Central como centro redistributivo hacia el N y el W dado su alto valor de intermediación en la fase 4.

Desde nuestro punto de vista, en la primera opción, si bien la sal podría funcionar como una de las contrapartidas posibles de esta circulación con el Vallés, se observa que las primeras evidencias de materiales exógenos se dan en el Vallès, Penedès y Lleida. Concretamente aparecen en el grupo politético 3 de la fase 4 formado por 3 sepulturas de Bòbila Madurell (MS69, G.10 y M-7-Ind2), en el Vallès, la sepultura de Mas Pujó-E16 en el Penedès y Collet de Puiggròs-PEC29 en Lleida. Las redes de circulación ya estarían preestablecidas antes de la explotación de la sal de Cardona en el Solsonès. La emergencia del hipotético uso de la sal como material susceptible de ser intercambiado sería posterior a esta primera fase de circulación.

Por otro lado, si analizamos el alto valor de intermediación de la Catalunya Central podemos observar que este se da por el nodo 131 (Cova Pasteral), el cual pertenece al grupo modular 1, es decir no tiene presencia de materiales exógenos ni de materiales locales susceptibles de ser intercambiados por lo que este valor se da por contener gran cantidad de artefactos comunes con el resto de sepultura.

Si bien el planteamiento “tradicional” parece ser el más acertado para explicar el momento de eclosión (a partir de la fase 5), no da una clara explicación para la emergencia del fenómeno a mediados del V milenio BC. Según Duboscq (2017, p. 510) “otra área de importancia en la gestión de redes de intercambio (más allá de la del Vallès) sería la de los Pirineus; los difuntos enterrados en esta zona tienen ajuares con alto valor objetivo, similares a los hallados en la zona del Valles-Litoral central”. La importancia de la primera cista que aparece en el Pirineu (El Segudet-UE17) no es más que por su presencia de brazaletes de *Glycymeris* y su gran cantidad de cuentas de piedra. Si bien es una tumba muy rica, en ella no hay evidencias de una

circulación hacia el N. Al contrario, si aceptamos las propuestas de Weller y Fíguls (2012), los brazaletes de *Glycymeris* procederían desde el Ebre, es decir, el contacto, en todo caso habría sido hacia el S.

No es hasta la fase 5 cuando aparecen, por primera vez, dos sepulturas en cista con presencia de materiales exógenos: Ca l'Oliaire-E6, altamente conectada con la Gardunya-Fossa 4, en el Litoral central, y la Feixa del Moro III con presencia de hachas que, juntamente con la sepultura de Bòbila Madurell-E70, reafirma la conexión Vallès-Solsonès. Aun así, la mayor acumulación de valores de intermediación se da en el Penedès, Vallès y Garrotxa-Gironès. La presencia del Solsonès y del Pirineu como regiones relevantes no se da hasta la fase posterior.

De esta forma, dado que la gran mayoría de nodos presentan valores de intermediación muy bajos en la fase 5 y que el elevado valor del Vallès no se da por la acumulación de nodos con altos valores de intermediación sino por la suma del conjunto de nodos con valores muy reducidos, esta región termina de configurarse como núcleo central de consumo de estos materiales exógenos. Esto coincide con las conclusiones generales de Duboscq (2017) la cual afirma que “los sitios periféricos, particularmente los de la zona de Catalunya Central y la llanura prelitoral de Girona, jugarían un papel secundario en estas redes de intercambio y podrían haber funcionado como sitios dependientes del núcleo central” (p. 510).

La fase 6 se caracteriza pues por la irrupción de las cistas del Solsonès, quizás por la puesta en circulación de la sal. Este hecho podría haber sido el factor causal del cambio del valor general de intermediación en esta fase, tal y como se observa por la substitución de nodos influyentes, por otros de alta relevancia. Todas las zonas con presencia de fosas pierden importancia, aunque siguen manteniendo la mayoría de las interconexiones más importantes entre ellas y con el Solsonès y el Pirineu.

Finalmente, la fase 7 se caracteriza por la atomización del conjunto, mayoritariamente, en dos zonas: el Vallès y el Solsonès. El Penedès tiene valores muy bajos de intermediación mientras que la desembocadura del Llobregat tan solo presenta un nodo periférico y dos nodos sin presencia materiales.

6.3. DETECCIÓN DE (DI)SIMILITUDES SOCIOECONÓMICAS

La premisa teórica sobre la cual hemos justificado el análisis de la conectividad, cohesión y demografía social es la enunciada en el apartado 2.3.2: los individuos enterrados, ajenos al proceso productivo, son los consumidores indirectos de la producción, ya que es la sociedad la que permite que el tratamiento de la muerte se apropie de un trabajo social, primando a un muerto o a un grupo de muertos sobre los demás como una inversión para la reproducción del sistema en el orden deseado (Lull y Picazo, 1989, pp. 17-18). Este hecho ha permitido observar la existencia de dinámicas disimétricas en el consumo indirecto de los artefactos por parte de los individuos enterrados.

Autoras como Duboscq (2017, p. 511) señalan la presencia de una probable jerarquía entre los individuos fechados entre la segunda mitad del V milenio cal. BC, observada a partir de las tipologías de contenedor y clases de artefactos depositados como ajuar, que se consolida y se amplifica más tarde dando lugar a relaciones de sexo diferentes. Según la autora, en los yacimientos más antiguos (segunda mitad del V milenio cal. BC), las diferencias en los tipos de ajuar en función del sexo son menos marcadas que durante el siguiente periodo. Además, durante la primera mitad del IV milenio cal. BC, aunque las personas que parecen tener un “estatus” más elevado son principalmente los individuos masculinos, los femeninos no se encuentran totalmente excluidos de estos rangos de “prestigio”.

Discutamos estas afirmaciones. A medida que avanza el tiempo, se observa una población más diversa en términos de mortalidad. Los individuos con una mayor tasa de mortalidad, o al menos los más inhumados, son los individuos adultos, aunque también está representada una alta mortalidad infantil y una mayor representación de individuos maduros/seniles en las fases intermedias. Estos individuos son, mayoritariamente, masculinos, aunque la diferencia con los femeninos no es estadísticamente significativa. La diferencia entre ambos sexos la localizamos en el análisis del crecimiento demográfico de la población inhumada: mientras que los masculinos crecen hasta la fase 6, decreciendo en la última fase, los individuos femeninos tienen su apogeo en la fase 5, decreciendo en la fase 6 y 7. La sustitución de algunos nodos por otros nodos muy unidos entre ellos en la fase 6 dio lugar a un decrecimiento de inhumaciones femeninas, es decir, la eclosión de las cistas del Solsonès y Pirineu conllevó un cambio en el patrón de crecimiento demográfico que afectó tan sólo a los individuos femeninos. Aun así, estos cambios no conllevaron un desequilibrio en el patrón de circulación de materiales, tal y como ha sido discutido anteriormente.

El “estatus” o “prestigio” al que se refiere Duboscq no es más que la adscripción de mayor cantidad y calidad de los artefactos que acompañan estas inhumaciones. Concretamente, hemos podido observar (véase Tabla 44) que no existe ninguna correlación entre el grupo politético y sexo de los individuos, es decir, no están directamente condicionados por las esferas de variabilidad productiva definidas anteriormente. Ahora bien, al analizar la cantidad de artefactos para cada uno de los sexos se observa que la distribución en los individuos femeninos es aleatoria (distribución de Poisson) mientras que la distribución de materiales en los individuos masculinos hay una débil tendencia de acumulación de artefactos por algunos de ellos (distribución de pequeño-mundo). Si analizamos cómo evolucionan a lo largo del tiempo resulta

que la cantidad de materiales asociada a los individuos femeninos en la fase 5 se distribuye de forma exponencial, hecho significativo puesto que su distribución en todo el modelo es aleatoria. Esto puede ser explicado a través del análisis del pico máximo de crecimiento demográfico femenino: a mayor cantidad de individuos femeninos, mayores son las disimetrías entre estos. Esto también se observa en la riqueza (véase Figura 53). Este aumento de las desigualdades femeninas deriva, en la fase 6, a un aumento de la desigualdad que se mantiene hasta la fase 7, aunque la demografía decrece.

El aumento demográfico dio lugar a un crecimiento de las disimetrías entre sujetos femeninos el cual, siguiendo los postulados de Castro et al. (2003), podría haberse dado por el aumento de la división de trabajo entre hombres y mujeres.

Si analizamos los materiales que acompañan estas sepulturas para concretar en que se basan dichas disimetrías podemos observar como las dinámicas desiguales entre individuos femeninos se constatan en materiales concretos como el sílex melado, la variscita y la industria ósea, los cuales presentan una distribución exponencial (véase Tabla 46). Algunos individuos femeninos acumulan pues la gran mayoría de elementos susceptibles de participar en circuitos de cambio o intercambio como el sílex melado y la variscita. Esta existencia de un acceso diferencial a estos recursos con una mayor inversión de trabajo podría interpretarse como el reflejo de fenómenos de explotación de algunas personas por otras.

Por otro lado, en los individuos masculinos no se observa ninguna acumulación por disimétrica parte de estos susceptible de ser intercambiada puesto que las acumulaciones de materiales por algunos de sus individuos son de sílex, hachas locales, malacología y cerámica. Aun así, la cantidad total de materiales depositados en inhumaciones femeninas no supera, exceptuando la fase 5, las inhumaciones masculinas. Este hecho, juntamente con la presencia de mayor cantidad de individuos masculinos refuerza la idea de una disimetría incipiente entre ambos sexos, aunque no determinante.

Otro aspecto que influye en estas disimetrías sexuales es la conectividad dentro de la red. Mientras que los individuos masculinos se distribuyen siguiendo una red de pequeño-mundo, los individuos femeninos presentan una red de libre escala, es decir, pocas sepulturas femeninas son muy importantes dentro de la red. La asociación disimetría-conectividad es clara, tal y como se observa en la disminución de la conectividad y disimetría en la fase 6 para los individuos femeninos.

Los datos relativos a las edades de los individuos inhumados no son tan relevantes como los anteriores puesto que la muestra (cantidad de individuos asociados a una franja de edad) es menor.

Uno de los análisis que nos muestra información relevante es el análisis de riqueza Gini (véase Tabla 47 y Tabla 48). En él se observa que en la franja de edad adulta y madura/senil se agrupan mayores disimetrías. Este hecho indica que se da un rango mayor de consumo diferencial de materiales que puede ser fruto de disimetrías adquiridas a lo largo del transcurso de la vida o una mayor consideración de los vivos por los individuos adultos y maduros/seniles. En todo caso, el valor social adquirido por herencia o por consideración de la práctica político-ideológica para los individuos inmaduros también debe ser considerado ya que, aunque están

infrarrepresentados en beneficio de los adultos, la manera de considerar y tratar a los individuos infantiles podría variar según los grupos (Gibaja et al., 2010).

Por otro lado, si bien no han podido asociarse materiales concretos a franjas de edad concretas, ya que el análisis no se ha podido llevar a cabo en la mayoría de las franjas de edad (véase Tabla 52), sí que se han detectado la asociación de algunos materiales como elementos de distinción interna dentro de las franjas de edad. Concretamente, la variscita y la industria ósea se concentran en unos pocos subadultos (distribución exponencial) y de forma aleatoria en los adultos mientras que el sílex y el sílex melado presenta una distribución exponencial para todas las edades, es decir, muy pocos individuos tienen la gran mayoría de estos elementos. Esto hecho reafirma la idea que la circulación de materiales está restringida.

Finalmente, otro elemento relevante que se desprende del análisis de la edad de las inhumaciones es la conectividad dentro de la red. Se observa que es esta es exponencial en el caso de los subadultos, es decir, pocos de ellos se comportan como *hubs*. Esto puede ser interpretado que estos están acompañados por mayor variabilidad de materiales puesto que se asemejan a la mayoría y, por ende, se encuentran más conectados.

Más allá de todos estos análisis cabe destacar aquellos estudios cualitativos que pueden ser susceptibles de mostrar disimetrías. Concretamente, en los estudios alimentarios (Fontanals-Coll et al., 2015; Fontanals-Coll, 2015) si bien detectan algunas diferencias entre ambos sexos, estas no demarcan unas claras disimetrías sociales. Por otro lado, las marcas trabajo como las fuertes inserciones musculares que reflejan la práctica constante de actividad física intensiva (p. ej. Armentano y Carrascal, 2010; Armentano et al., 2016, Subirà, 2006; Piera et al., 2008; Yáñez, 2003), si bien son documentadas en algunas sepulturas, tampoco son concluyentes. Las lesiones y traumatismos predominan en los individuos masculinos, aunque las marcas de estrés se observan en la gran mayoría. Los análisis isotópicos llevados a cabo recientemente (Díaz-Zorita et al., 2021) indican que debía existir una división social y sexual de las actividades, con una mayor participación de las mujeres en actividades sedentarias, hecho que podría haber dado lugar a una restricción de sus movimientos. Aun así, Díaz-Zorita et al. (2021) señalan que el carácter voluntario o impuesto de esta restricción no puede ser conocido. De la misma forma, el uso que habrían tenido algunos de los artefactos localizados como ajuar, Duboscq (2017) plantea la posibilidad de una división del trabajo entre sexos, asociándose el trabajo vegetal en más mujeres e inmaduros, aunque no de forma estadísticamente significativa. El único tipo de artefacto que asocia de manera predominante y estadísticamente significativa con los individuos masculinos son las puntas de flecha.

Las diferencias observadas a través de estos análisis reflejan sin duda disimetrías entre sujetos que parecen estar relacionadas en cierta medida con el sexo y edad de los inhumados, aunque no de forma determinante. Si bien se observan diferentes tendencias en el consumo de materiales, a nuestro parecer, la emergencia de disimetrías entre individuos se daría por factores político-ideológicos que desconocemos pero que sí que podemos caracterizar. Concretamente, se ha podido observar que el aumento demográfico conllevó la aparición de disimetrías entre mujeres, pudiendo ser esta una causa-consecuencia de un mayor control de la reproducción social, hecho que se materializaría en estas disimetrías.

CHAPTER VI. DISCUSSIONS

Abstract

In Chapter VI, the obtained results are compared and interpreted with the available archaeological information. To do this, three discussion sections are established that align with the specific objectives of this work. Following that, the demographic evolution and pattern of social interaction of the studied societies are analysed; next, production trends over time and space are examined using funerary burials as the object of study; finally, socio-economic similarities and dissimilarities, as well as the attribution of political-ideological values to individuals and/or groups, are analysed and detected through the network model.

6.1. DEMOGRAPHIC EVOLUTION AND PATTERN OF SOCIAL INTERACTION

In the following section, the network model created based on time is compared with classical models of temporal compartmentalization, evaluating its robustness, implications, and opportunities it offers. Following that, a discussion is held regarding the evolution of connectivity, cohesion, and social demography through the comparison of network topography analysis with the temporal models explored by other authors as presented in this work (see section 1.1). Finally, the discussion revolves around the relationship between the demographic data obtained and the overall evolution of the temporal network model.

6.1.1. Temporal sequence for the early agricultural societies in the Northeast of the Iberian Peninsula

The results stemming from the construction of the temporal network (see section 4.3.1.1), followed by the identification of modular groups or temporal phases (see section 5.1.1), and ultimately, the creation of phases through the implementation of a sequential Bayesian model (see section 5.1.2), have provided us with a total of 7 temporal phases (Table 62):

	Boundary start average	Boundary end average
Phase 1	5429	5341
Phase 2	5194	5023
Phase 3	4850	4371
Phase 4	4319	4067
Phase 5	3975	3949
Phase 6	3764	3740
Phase 7	3683	3392

Tabla 62. Temporal ranges for each phase.

The construction of these phases differs from the traditional methodology, that is, based on the association of pottery morphologies and decoration, lithic technologies, raw material patterns, differences in bone industry, and funerary evidence (Gibaja, 2003b; Martín et al., 2010; Mestres, 1992; Miró, 1994; Molist et al., 2003; Oms, Martín, et al., 2016; Tarrús, 1985) with radiocarbon dating. The progressive inclusion of radiometric dating in the last decade has allowed the emergence of new innovative chronological proposals. With this, we highlight the data obtained and compare it with these new proposals presented in section 1.3, specifically in Table 1.

The first phase is associated with the period known as Cardial Early Neolithic dated c. 5500-4850 cal. BC, in which two clear groupings can be observed, one around 5400 cal. BC and the other around 5150 cal. BC, which may be due to a taphonomic issue in the preservation of sites dated between 5350 and 5250 cal. BC (Berger, 2005), or due to the existence of a movement

adjustment in the calibration curve, as suggested by the authors (Oms, Martín, et al., 2016). If we compare these hypotheses with the results of the sequential Bayesian model, we can see how the Cardial Early Neolithic aligns with phase 1 (5429-5341 cal. BC) and phase 2 (5194-5023 cal. BC). In our opinion, this division is not due to the calibration curve since modular identification does not use it (see section 4.3.1). However, we should not ignore that, as pointed out by Oms, Martín, et al. (2016), there are moments when a sharp drop is observed in the curve followed by an artificial plateau or even a peak, called waves (Reimer et al., 2020), leading to unfavourable periods for calibration.

While the vast majority of nodes are traditionally associated with this period and reinforce the results obtained in this work, we find some incidents that do not, in our understanding, alter the validity of the groupings. This is the case of node 93, associated with Font de la Vena. This burial belongs to the "megalithic group of Tavertet" (Molist et al., 1987; Cruells et al., 1992; Molist et al., 2007; Molist and Clop, 2010; Monforte-Barberán et al., in press) which is associated with *Montboló* ceramic styles (Faro, 2021), that is, the end of Cardial and the beginning of Postcardial. This may be due to the high deviation value of this dating: 6190 ± 100 BP, calibrated in the model between 5239 and 4966 cal. BC. However, this same case is repeated for the next phase (Epicardial Early Neolithic) in node 86, associated with Padró II, which presents *Montboló* elements prematurely.

The next phase (phase 3) in our analysis provides margins between 4850-4371 cal. BC. This phase, as we have mentioned, would correspond to the classic period known as Early Epicardial Neolithic, traditionally dated between 4930 and 4420 cal. BC, according to Oms, Martín, et al. (2016). In this case, although the limited number of datings ($n=16$) does not allow for a more precise interpretation, concentrations of dates around 4800 and 4560 cal. BC are perceived. It is of great interest that the result obtained extends the lower and upper range by about 50 years respectively from the classic dating.

The initiation of pit burials, associated with the horizon of the *Sepulcres de Fossa*, according to Morell, Barceló, et al. (2018), would occur between 4770 and 4500 cal. BC, that is, between phase 3 and the subsequent phase 4. This aligns with our results since in phase 3 we find the burials of Reina Amàlia (nodes 124 and 125), Ca l'Estrada-501 (node 49), and individual 2 from Can Roqueta-255 (node 62). It is noteworthy that the funerary container Can Roqueta-255 has two funerary events that belong to different phases (individuals 1 and 3 from Can Roqueta-255 belong to phase 4). This underscores that these are not isolated groups. Except for the first two phases, which are not temporally connected to each other or to the rest of the network, the rest share a large number of edges or links. Modular identification only offers us a method of ordering and classifying that, with its advantages and disadvantages, should never be considered as a rigid compartment of cultural similarity. Relative chronologies traditionally based on pottery types do not have such clear chronological limits.

For the following phases (phases 4 and 5), the results obtained once again show certain relevant aspects. These would be associated with the Postcardial Neolithic, which, according to Oms, Martín, et al. (2016), would be grouped between 4690 and 3800 cal. BC. While these authors separately analyze domestic and funerary sites, noting that the former are dated between 4690 and 3790 cal. BC, while the latter are relatively more recent, between 4320 and 3850 cal. BC, the results of our model, as previously stated, suggest two different accumulations of datings

between 4319-4067 cal. BC (phase 4) and between 3975-3949 cal. BC (phase 5). These temporal intervals are similar to the proposal by Oms, Martín, et al. (2016), although they shorten the lower range by about 100 years. The subdivision into two distinct postcardial from the Middle Neolithic allows for the compartmentalization of the 1020-1425 years of pit burials and the 510-865 years of stone box burials pointed out by Morell, Barceló, et al. (2018).

Furthermore, it should be noted that the modular division in both phases could also be explained, similar to the Cardial Neolithic, by the undulations of the calibration curve, as pointed out by Oms et al. (2018). However, from our point of view thanks to the technique used to identify this phase, any possible associations of the curve are nullified, thus validating these phases pending new radiocarbon datings.

On the other hand, the previous occupation of domestic sites may explain the exceptions mentioned earlier with the presence of *Montboló*, like various flows of influence that culminated in the regional "standardization" of funerary practices.

The Middle Neolithic, considered as the moment of the explosion of the Fossa Burials, is dated, according to the authors, between 4170 and 3150 cal. BC, with an accumulation of dates around 3600 cal. BC. Similarly, to the Postcardial Neolithic, they differentiate these datings from domestic contexts, which range between 4150 and 3680 cal. BC, implying that although the dates of domestic and funerary sites start at a statistically similar moment, the latter continue for a longer period. This, as they point out, may be due to a sampling issue.

The data obtained from the Bayesian model provide significant novelties. Indeed, as observed, they suggest two differentiated phases between 3764-3740 cal. BC (phase 6) and 3683-3392 cal. BC (phase 7) that would encompass the traditional period of the Middle Neolithic. This subdivision also fits into the discussion of the undulations of the curve, as pointed out by Oms et al. (2017) for the period between 3600-3200 cal. BC.

In summary, as has been observed, the identification of phases or radiocarbon groupings using network analysis proves useful for contrasting traditional Bayesian models, helping to understand and discuss their limitations. In this way, the described phases have served as a basis for temporal analysis to carry out the study of the structural and temporal evolution of funerary practices, thus characterizing one of the productive activities that occupied the time and effort of the studied societies.

6.1.2. Evolution of connectivity and social cohesion dynamics

The research scenario regarding the early stages of the Neolithic in the northeastern Iberian Peninsula has undergone a drastic change in the last 20 years, thanks to the discoveries of preventive archaeology and university research programs. With them, a set of high-quality data has been created for this entire period, which is still expanding to this day. However, despite new studies that analyse societies based on radiocarbon dating, the majority of publications still focus on pottery and lithic records, settlement descriptions, and burial data, as evidenced by the extensive bibliography.

Nonetheless, except for some recent works such as the paleoethnological reconstruction of populations carried out by Oms and Martín (2018) for the northeastern region of the Iberian Peninsula, the network approach for the entire Iberian Peninsula carried out by Bernabeu et al. (2017), or the interaction between people and the environment in agricultural societies (Palacios et al., 2022), there are no methodological approaches that broadly characterize the evolution of social dynamics quantitatively. This is why network analysis is presented as a necessary tool to achieve this. While it accepts a variety of approaches and material records, in our case study, the characterization of social dynamics has been carried out through the dating of funerary burials. This fact does not rule out the possibility of adding new data that may expand or even contradict the results of the model.

Although the results of this dynamic have already been presented in general terms (see section 5.1.3), they have not been interpreted. Thus, we have stated that phases 1, 2, and 3 (5429-4371 cal. BC), previously defined as Stage 1, can be associated with the traditional Early Neolithic and are characterized as a stage of constant growth of the system. Phases 1 and 2 (5429-5023 cal. BC), i.e., the Cardial Early Neolithic, are characterized by low connectivity values with events occurring discontinuously. This is due to the low density of burials ($n=7$) located over 400 years. However, an increase in population is observed. This increase could represent the final influx of what Bernabeu et al. (2017) characterize as the "rise" of the population with the arrival of the Neolithic. Oms and Martí (2018) point out that, in a second phase of the Cardial, the variety of territory occupation increases, incorporating new territories.

In phase 3 (4850-4371 cal. BC), associated with the traditional denomination of the Epicardial Early Neolithic, this increase is also observed in the burial record. However, neither at this moment nor in the subsequent analysis of the archaeological materials can greater cultural diversity be documented because of a more limited diffusion of cultural artifacts, as stated by Bernabeu et al. (2017). Considering only the burial record, the pit burials observed at this time function as the "prelude" to the explosion of the *Sepulcres de Fossa*.

The exponential increase in the archaeological record represented by the Postcardial Neolithic drastically changes all network values. Although the number of nodes is much higher in phases 4 and 5 (4319-3949 cal. BC) compared to previous moments, their internal cohesion decreases. In other words, the system is more temporally fragmented than before. However, it still maintains high values compared to its subsequent phase. Resilience markers to changes, such as the aggregation coefficient, remain high, so the network remains strong and cohesive. This fact is confirmed by the maximum growth and explosion of this cultural horizon.

Phase 6 (3764-3740 cal. BC) is perhaps the most paradigmatic moment of the entire system. Although new nodes continue to increase, the size of the network decreases, resulting in lower levels of global cohesion. This change coincides with the almost total abandonment of all previous ceramic morphologies and decorations. Nevertheless, as we will explain below, the values of exogenous material circulation do not change, meaning that exogenous material is not correlated with the cohesion levels of the network.

This network does not fragment, but it does change drastically, meaning that some nodes are replaced by others that are very closely connected (high levels of aggregation). The nodes that

disappear (presumably with *Molinot* and *Montboló* influences, mainly) are replaced by other nodes that are closer to each other and all of which have *Chassense* influences.

With this data, the terminological discussion about describing the Postcardial Neolithic as part of the Early Neolithic (Mestres, 1992; Molist et al., 1996, 2003) or the Middle Neolithic (Blasco et al., 2011; Mestres and Esteve, 2016; Martín and Tarrús, 1991) is seen as absurd in our view, as it is a transitional stage between both realities. The data suggest that, although it maintains few affinities with the Early Neolithic, the replacement of nodes and the disappearance of *Molinot* and *Montboló* influences in the Middle Neolithic phases cannot be directly associated with this period. Thus, from our point of view, it is a phase with its own entity that is located between the traditional Early Neolithic and Middle Neolithic.

Finally, phase 7 (3683-3392 cal. BC) again has high levels of modular cohesion, although the loss of nodes and its decrease in size indicate the imminent fragmentation of the system. This is obvious since the radiocarbon dates associated with the Late Neolithic/Chalcolithic period have not been collected, a moment in which the entire burial record changes, abandoning simple inhumation and introducing collective burial.

6.1.3. Implications of demographic growth and decline

Starting from the axiom that considers the buried individual as a consumer of the fruits of production in the company of society, but at the same time, that funerary practice is a political-ideological exercise of the living, it is understood that the characteristics that define the individual (e.g., sex and age) can be indicative of a specific intentionality in their social representation. Demographic analysis through the study of burials is therefore an expression of these social relationships.

Taking the results from section 5.5.1, it is observed that in phases 1, 2, and 3, the number of individuals remains constant, with the sex of the individual not being significant. This changes when we reach phase 4 and 5, which are characterized by a significant increase in the population, with male individuals being predominant throughout. The dilemma of this growth arises in phase 6, a moment in which the demographic increase of males reaches its maximum while that of females begins to decline. Once again, we turn to phase 6 as a paradigmatic moment of change and abandonment of ceramic morphologies. The creation of new nodes, presumably male, is not sufficient to support the overall cohesion of the system.

Castro et al. (2003, p. 10) points out that two opposing explanatory paths for demographic growth were developed for the Neolithic: the first is attributed to the development of domestication, due to the social need to obtain a greater quantity of food for the same or smaller unit of territory; the second considers that population growth would exert pressure in terms of the adoption of agricultural techniques. These authors criticize both paths for not considering that demographic growth involves a series of tasks carried out exclusively by women (gestation, childbirth, and breastfeeding) that inevitably entail care work and socialization of children. Thus, it is this division of labour that could have led to a situation of social asymmetry for the female collective, which can be studied through funerary burials.

While this possible division of labour cannot be observed solely with this data, the predominance of the representation of male individuals should be considered as a relevant factor in this analysis.

The study of age in the burials informs us, similar to sex, about possible different treatments when representing individuals in these practices and, therefore, different consumptions depending on this factor. Although many buried individuals are adults, there is a representation of infant, young, and subadult individuals that should be considered. In section 5.5.1, we pointed out that despite the fluctuations in the percentage of age groups buried, and considering that individuals are mostly adults, we did not observe significant differences between the phases. It will be the association of these individuals with artifacts and containers that will provide us with more information.

However, before proceeding, it is worth noting the paradigmatic case of Caserna de Sant Pau del Camp (Molist et al., 2012), in which, of the 25 burials located, the majority correspond to subadult individuals, with infants also being overrepresented (Gibaja et al., 2010). Duboscq (2017) points out that the way of considering and treating infants in relation to funerary practices could vary depending on the groups, as, while in some cases they are almost absent, in other sites like Sant Pau del Camp, they are well represented.

These infant individuals are often found in double burials, reflecting the existence of specific relationships between the buried individuals, thus placing greater importance on interpersonal relationships. In this sense, Molist and Oliva (2019) observe that in Vallès and Penedès, there is a dominance of ornamented infant individuals and a greater representation of male individuals with adornments than female individuals. However, when analysing only individual burials, there is a certain prevalence of female individuals with adornments (Oliva, 2018). These studies suggest that inequalities in grave goods are conditioned by sex, age, kinship, and social position within the hierarchy of the community, in which family groups with more power control resources and prestigious goods (Gibaja and Wüncchs, 2002).

6.2. PRODUCTIVE TRENDS OVER TIME AND SPACE

While none of the cited authors throughout this work propose a unified funerary unit throughout the Early and Middle Neolithic, the *Sepulcres de Fossa* are indeed suggested as a culturally homogeneous unit. These traditional chrono-typological studies (Muñoz, 1965; Ripoll and Llongueras, 1963) interpret this horizon as a cultural complex with consistent materiality.

Radiocarbon approaches carried out in recent years (Morell, Barceló, et al., 2018), as well as studies on flaked lithic industry (e. g. Gibaja, 2003a, 2003b, 2003c), macrolithic tools (e. g. Masclans, 2017; Masclans et al., 2017), and the representativeness and typology of grave goods according to the sex and age of individuals (e. g.. Allière, 2016; Duboscq, 2017), present a reality different from the traditional one, where funerary "norms" appear with greater complexity. These studies suggest that not all members of these communities would have had access to the same resources, indicating divergences in productive and consumption trends that deviate from such homogeneity.

In this section, we discuss, first, the emergence of unequal trends that both artifact content and funerary container undergo between the mid-6th millennium and the late 4th millennium cal. BC. Subsequently, we discuss how these divergences can be analysed through the creation of polythetic groups. Finally, we present space as a distinct variable in the differential circulation of some of these products.

6.2.1. Evolution of artifact content and funerary Container

The evolution of the artifact content of the burials has been presented in section 5.2.4, while that of the funerary container has been discussed in section 5.6.2. Their interpretation, beyond their behaviour in the model, must be understood globally within the process of development and evolution of these early agricultural communities.

As a result, the low density of graves located during phases 1 and 2 (Early Cardial Neolithic) and their consequent temporal discontinuity led to low levels of connectivity, resulting in non-significant association values between artifacts, thus implying heterogeneity in the funerary ritual. While cave burials predominate, this heterogeneity is also present, as observed in the pit burial at Plaça de la Vila de Madrid.

Although the Early Epicardial Neolithic was characterized as a stage of cultural fragmentation, as pointed out by Bernabeu et al. (2017), there are no significant divergences in the artifact content compared to the previous stage. This diversity is observed in the increase of pit burials and the appearance of megalithic structures, as well as the emergence of local axes used as funerary offerings in the Cova de l'Avellaner.

The drastic change in network topology observed in phase 4 is due to the appearance of new artifacts in the funerary context, both local and exogenous, which give rise to new defined material associations, primarily characterized by exogenous materials. It is worth noting that, as

pointed out by Oms, Martín, et al. (2016), the appearance of these materials would occur initially in domestic spaces. The acquisition of these materials in domestic spaces and their subsequent implementation in the funerary context shows a possible normalization and regularization of distribution circuits. The political-ideological expression underlying the burials is thus a manifestation resulting from the assimilation of these products in non-ideological contexts.

While the appearance of the *Sepulcres de Fossa* is linked to the appearance of these materials, the presence of styles like *Montboló*, *Molinot*, *Boca Cuadrada*, and later *Chassense*, does not explain the network topology. In our view, the construction of circulation networks that characterize this horizon occurs during the period between 4319-4067 cal. BC (phase 4), as the appearance of exogenous materials in the burials occurs, albeit exceptionally, for the first time during this phase in some burials such as Bòbila Madurell-Mas Duran-G10 or Mas Pujó-E16. In this transitional phase, the deposited material begins to be present in many burials, although with a tendency to accumulate in some of them, as shown by the results in Table 19.

Except for the last phase, the asymmetries between burials are not due to the quantity of materials but by other factors that we will explore below (see Table 35).

Evidence of the circulation of materials such as *silex blonde* or exogenous axes appears, for the first time, during phase 4 (4319-3790 cal. BC), albeit sporadically. The establishment of these contacts in a pioneering way enables an exponential demographic expansion in phase 5 (3975-3945 cal. BC) that settles and consolidates on already established circuits, as we can observe in the high-relevance relationships between exogenous and local materials. The significant material change brought about by this explosion entailed different relationships and associations that maintained connectivity and, with it, information flows in a constant manner. The stabilization of the connectivity values of the network observed during phase 5 is due to its high degree of resilience to changes and the progressive increase in its size. All of this favoured the introduction of new materials like obsidian, the emergence of new material associations, and the consolidation of typologies specific to Solsonès and Pirineu, which, although already present in the previous phase, solidify from this phase onwards. However, these forms do not fully develop until phase 6.

During phase 6, many peripheral nodes disappear, and some central ones are replaced by other nodes of similar importance that are highly connected. Presumably, these hubs may be associated with the rapid widespread appearance of stone box structures in Solsonès and Pirineu. This process occurs at a time of total abandonment and replacement of ceramic styles (phase 5). While the importance of some materials that had been very relevant up to that point decreases, the exogenous-local relationship continues to exhibit the same behaviour as in previous phases through the replacement of some local materials. This implies a variation in artifact consumption within the "Fossa Burials package" that had not been detected until now. Our proposal therefore shifts the moment of "splendor" to 3975-3949 cal. BC, slightly modifying some traditional proposals. In turn, a moment of material variability is detected during 3764-3740 cal. BC with the entry of stone box structures.

Finally, although in phase 7, material associations again resemble those of previous stages, the loss of nodes and the decrease in network size indicate the total fragmentation of the system and the disappearance of this phenomenon.

Specifically, these results emerge from co-associations of common artifacts throughout the entire evolution:

- There is no significant relationship between two exogenous materials; that is to say, in the burials, an exogenous material is deposited along with another non-exogenous material, but never two exogenous materials together. This fact may indicate differential distribution and consumption patterns, even within the same territory.
- Variscite is considered a local material with a high association value with exogenous materials, such as exogenous axes, which may share the same circuit as the axes, but in different spatial directions (N-S and S-N).
- *Silex blonde* does not have a constant association with any other material throughout the model.

In this sense, the results obtained through the analyses suggest that perhaps, contrary to what had traditionally been proposed, these materials may not be part of the same circulation networks, and that not all contacts, which would result in such materials reaching the communities, would occur within the same time interval.

In addition to this, it should be noted that the distribution of materials in each of the burials does not always exhibit symmetry. While the total quantities follow a normal distribution in all phases except phase 7, many burials are similar in terms of the quantity of materials. However, there is a small percentage of burials that contain a larger quantity, just as another small percentage contains a smaller quantity. Nevertheless, both do not have statistical relevance for the overall conceptualization. These should be analysed in the distributions of each type of material, thus highlighting some differences.

- Some materials, such as exogenous axes, macrolithic elements, malacology, undetermined ornamentation, and pottery, are distributed equitably among all the graves containing them. However, the limited presence of some, such as exogenous axes and macrolithic elements, can skew the distribution results. In these cases, qualitative interpretation (there is little evidence of these materials) should take precedence over statistical results, understanding that the distribution of these materials is asymmetrical as they accumulate in very few graves.
- Some materials accumulate in certain graves, though not exponentially. This applies to *silex blonde*, flint, fauna, *Sus scrofa* tusks, and bone industry. However, except for fauna, all of them also share high significance values with exponential distribution.
- Materials with high values of exponential distribution are primarily grouped in a few burials. These include *silex blonde*, flint, local axes, *Sus scrofa* tusks, variscite, stone beads, and bone industry.

6.2.2. Spheres of production and consumption variability in funerary practices

The study of productive and consumptive trends-models in funerary practices has been carried out through the creation of polythetic groups, i.e., the classification of funerary deposits through spheres of variability. This analysis has been conducted based on the modularity calculation of each network that makes up the network model.

Although the analysis of polythetic groups has already been carried out through the qualitative description of artifact classes (see section 5.3.1), the statistical significance of the presence and absence of exogenous and local materials (see section 5.7.2), and their relationship with the funerary container (see section 5.6.4), in this section we will attempt to synthesize and discuss the interpretative validity of each of them.

Except for the networks from the Early Neolithic (phases 1, 2, and 3), where modularity could not be calculated due to their small size, the results of this calculation have provided us with 4 modular groups for phase 4 and 3 groups for the rest of the phases. Additionally, there is a group characterized by the absence of materials. Without overlooking the peculiarities of each, and considering that only in phases 5 and 6 is there statistical significance between exogenous and local materials, productive trends can be grouped according to the quantity and origin of materials:

- Group of burials with absence of materials (group 5 of phase 4, group 4 of phases 5, 6, and 7).
- Group of burials defined by the absence of exogenous materials (group 1, 2, and 4 of phase 4, and group 3 of phase 7). The difference between the groups in phase 4 lies in the fact that group 1 lacks the presence of local materials that can be exchanged, such as variscite, bone industry, or variscite; group 2, on the other hand, does have materials that later evolve in the subsequent phase to constitute a group of great importance (group 1 of phase 5); group 4 only has the presence of burials with flint.
- Group of burials characterized by the majority presence of local elements accompanied by exogenous elements (group 3 of phase 4, group 2 and 3 of phase 5, group 1 and 2 of phase 6, and group 1 of phase 7). The difference between groups 2 and 3 in phase 5 lies in the absence of malacology in group 3. In contrast, the similarity between groups 1 and 2 is solely in the quantity of exogenous materials.
- Group of burials with a significant quantity of relevant exogenous materials (group 1 of phase 5, group 3 of phase 6, and group 2 of phase 7). Understanding group 1 of phase 5 as an outlier due to the overabundance of local materials it presents, groups 3 and 2 of phases 6 and 7, respectively, are characterized by the high connection between Vallès with some contacts with Solsonès. Group 1 of phase 5 presents a high connectivity between Vallès and Solsonès, while the groups of phases 6 and 7 are predominantly Vallès burials with the presence of some Solsonès burials.

At this point, we agree with Duboscq (2017) that, based on the documented grave goods and the monumentality of some of them, it is likely that the Vallès-Litoral area functioned as a central hub for managing exchanges and, probably, also the power associated with them.

The relationship of the exposed material groups with container types is not significant until phase 5. The emergence of the *Sepulcres de Fossa* led to the creation of different norms of funerary production and consumption. If we compare the results of belonging to a polythetic group based on container (see section 5.6.4) and based on artifact content (see section 5.3.1), we can observe that there is no correlation between types of deposited artifacts and funerary typologies.

While we find elements that differentiate the burials, such as some container typologies (e.g., Taverdet group), we have been able to discern various norms in the association of products and, therefore, in the consumption of these practices. Although differences in productive trends are observed, if only the spheres of variability are analysed without considering other aspects such as space and the individuals they are associated with, we cannot affirm the presence of social asymmetries in this period.

6.2.3. Regional dynamics of circulation and consumption

Space is a key element in understanding the dynamics of circulation and consumption of different products. The heterogeneous distribution of exogenous materials, along with the circulation of local materials associated with them, can be defined, in some cases, by the region occupied by prehistoric communities.

This fact is evident in the typology of funerary containers. On one hand, we have the traditional group mainly constituted by stone box in the Pirineus, Lleida, and Solsonès (*Solsonià*), and on the other hand, a group formed by pit structures and caves located at the mouth of the Llobregat, in Garrotxa-Gironès, Central Coast, Penedès, Camp de Tarragona, and Vallès (*Vallesià*). As we pointed out (see section 5.6.1), the region of Catalunya Central is perhaps one of the most complex and comprehensive nodes since it presents megalithic structures, and therefore it is related to the Empordà area, but also pits and stone box. It is thus an area of constructive heterogeneity.

The artifact content is not as clear as the funerary container. The analysis through the comparison of pre-established spatial models with the network model (see section 5.4.1) and the division of space into different regions (see section 5.4.2) has helped discern the relevance of space as a causal factor in the topology and structure of the network model in the artifact consumption of funerary burials.

Specifically, during phases 1, 2, and 3, an absence of a dominant region is observed, although in phase 3, two concentrations of points are hinted at, one in the middle zone of the Ter River and another in Vallès. With an absence of exogenous materials and without a clear distribution pattern, the location of these structures can be associated with proximity to domestic spaces (as is the case of the Neolithic hut at Reina Amàlia, in Barcelona) and the occupation of areas with abundant resources.

The early emergence of funerary burials associated with exogenous materials during phase 4 led to the expansion of the phenomenon into new regions such as the Ebre, Lleida, Pirineus, and

Vallès. Despite this appearance, Catalunya Central is the area with the highest intermediation value. This allows us to glimpse two options in the directionality of the first arrivals of circulation elements:

1. The one advocated by authors like Weller and Fíguls (2007; 2012) and Duboscq (2017) with a route that crossed the Pirineus along the coast to Vallès and the central coast, a redistribution point for materials to Solsonès and towards the Ebre. These authors argue that Solsonès would function as a salt-producing region that would concentrate all exchange goods as a relief zone for other high-altitude communities, but to a lesser extent than Vallès, which plays a true redistributive role (Weller and Fíguls, 2012: p. 208).
2. Catalunya Central as a redistributive centre towards the North and West due to its high intermediation value in phase 4.

From our point of view, in the first option, while salt could function as one of the possible counterparts of this circulation with Vallès, it is observed that in the first evidence of exogenous materials they occur in Vallès, Penedès, and Lleida, i.e., polythetic group 3 of phase 4 formed by 3 burials of Bòbila Madurell (MS69, G.10, and M-7-Ind2), in Vallès, the tomb of Mas Pujó-E16 in Penedès, and Collet de Puiggròs-PEC29 in Lleida. The circulation networks would already be established before the exploitation of salt from Cardona. The emergence of the hypothetical use of salt as a material susceptible to exchange would be after this initial phase of circulation.

On the other hand, if we analyse the high intermediation value of Catalunya Central, we can see that this is given by node 131 (Cova Pasteral), which belongs to modular group 1, i.e., it does not have the presence of exogenous materials or local materials susceptible to exchange, so this value is given by containing a large number of common artifacts with the rest of the tomb.

While the "traditional" approach seems to be the most accurate to explain the moment of emergence (starting from phase 5), it does not provide a clear explanation for the emergence of the phenomenon in the mid-5th millennium BC. According to Duboscq (2017, p. 510), "another area of importance in the management of exchange networks (beyond that of Vallès) would be that of the Pyrenees; the deceased buried in this area have grave goods with high objective value, similar to those found in the Vallès-Central Coast area". The importance of the first stone box that appears in the Pyrenees (El Segudet-UE17) is only due to its presence of Glycymeris bracelets and its large number of stone beads. While it is a very rich tomb, there is no evidence of circulation towards the North. On the contrary, if we accept the proposals of Weller and Fíguls (2012), the Glycymeris bracelets would come from the Ebre, that is, the contact, if anything, would have been towards the South.

It is not until phase 5 that, for the first time, two stone box burials with the presence of exogenous materials appear: Ca l'Oliaire-E6, highly connected with Gardunya-Fossa 4, in the Central Coast, and Feixa del Moro III with the presence of axes which, together with the tomb of Bòbila Madurell-E70, reaffirms the Vallès-Solsonès connection. However, the highest accumulation of intermediation values occurs in Penedès, Vallès, and Garrotxa-Gironès. The presence of Solsonès and Pyrenees as relevant regions does not occur until the subsequent phase.

In this way, since many nodes have very low intermediation values in phase 5 and the high value of Vallès is not due to the accumulation of nodes with high intermediation values but by the sum of the set of nodes with very low values, this region ends up being configured as the central core of consumption of these exogenous materials. This coincides with the general conclusions of Duboscq (2017) who affirms that "peripheral sites, particularly those in the Catalunya Central area and the pre-coastal plain of Girona, would play a secondary role in these exchange networks and could have functioned as sites dependent on the central core" (p. 510).

Phase 6 is characterized by the emergence of the Solsonès stone boxes, perhaps due to the circulation of salt. This fact could have been the causal factor for the change in the general intermediation value in this phase, as observed by the substitution of influential nodes, by others of high relevance. All areas with pit presence lose importance, although they still maintain many of the most important interconnections between them and with Solsonès and Pirineus.

Finally, phase 7 is characterized by the atomization of the ensemble, predominantly, in two areas: Vallès and Solsonès. Penedès has very low intermediation values while the mouth of the Llobregat only presents a peripheral node and two nodes without material presence.

6.3. DETECTION OF SOCIOECONOMIC (DIS)SIMILARITIES

The theoretical premise that justifies the analysis of connectivity, cohesion, and social demography is outlined in section 2.3.2: buried individuals, unrelated to the production process, are indirect consumers of production. It is society that allows the treatment of death to appropriate social labour, prioritizing one deceased individual or group of deceased individuals over others as an investment for the reproduction of the system in the desired order (Lull y Picazo, 1989, pp. 17-18). This has allowed us to observe the existence of asymmetrical dynamics in the indirect consumption of artifacts by buried individuals.

Authors like Duboscq (2017, p. 511) point out the presence of a probable hierarchy among individuals dated to the second half of the 5th millennium cal. BC, observed from the typologies of containers and classes of deposited artifacts as burial offerings. This hierarchy is further consolidated and amplified later, giving rise to different gender relationships. According to the author, in the older sites (second half of the 5th millennium cal. BC), differences in the types of burial offerings based on gender are less pronounced than during the subsequent period. Furthermore, during the first half of the 4th millennium cal. BC, although individuals who seem to have a higher "status" are mainly male, females are not entirely excluded from these "prestigious" ranks.

We must discuss of these statements. As time progresses, a more diverse population in terms of mortality is observed. The individuals with a higher mortality rate, or at least those more commonly buried, are adults, although there is also a representation of high infant mortality and a greater representation of mature/senile individuals in the intermediate phases. These individuals are predominantly male, although the difference with females is not statistically significant. The difference between the sexes is found in the analysis of demographic growth in the buried population: while males grow until phase 6, decreasing in the last phase, female individuals peak in phase 5, decreasing in phases 6 and 7. The replacement of some nodes by other highly connected nodes in phase 6 led to a decrease in female burials, meaning the emergence of the stone boxes in Solsonès and Pirineus resulted in a change in the demographic growth pattern affecting only female individuals. However, these changes did not lead to an imbalance in the pattern of material circulation, as discussed earlier.

The "status" or "prestige" referred to by Duboscq is nothing more than the allocation of a greater quantity and quality of artifacts accompanying these burials. Specifically, we have observed (see Table 44) that there is no correlation between the polythetic group and gender of the individuals, meaning they are not directly conditioned by the previously defined spheres of production variability. However, when analysing the quantity of artifacts for each gender, it is observed that the distribution in female individuals is random (Poisson distribution), while the distribution of materials in male individuals shows a weak tendency towards accumulation by some of them (small-world distribution). If we analyse how they evolve over time, we find that the quantity of materials associated with female individuals in phase 5 is distributed exponentially, a significant fact since their distribution throughout the model is random. This can be explained through the analysis of the peak of maximum female demographic growth: the greater the quantity of female individuals, the greater the asymmetries between them. This is

also observed in wealth (see Figure 53). This increase in female inequalities leads, in phase 6, to an increase in inequality that persists until phase 7, even as demographics decline.

The demographic increase led to a growth in asymmetries between female subjects, which, following the postulates of Castro et al. (2003), could have been due to an increase in the division of labour between men and women.

If we analyse the materials accompanying these burials to specify the basis of these asymmetries, we can observe how unequal dynamics among female individuals are evident in specific materials such as *silex blonde*, variscite, and bone industry, which exhibit an exponential distribution (see Table 46). Some female individuals accumulate many elements capable of participating in circuits of exchange, such as *silex blonde* and variscite. This differential access to these resources, with a greater investment of labour, could be interpreted as a reflection of exploitation of some individuals by others.

In male individuals, on the other hand, no accumulation by any asymmetrical part of them susceptible to exchange is observed, since the accumulations of materials by some of them consist of flint, local axes, malacology, and ceramics. However, the total amount of materials deposited in female burials does not surpass, except in phase 5, that of male burials. This fact, together with the presence of a greater number of male individuals, reinforces the idea of an incipient asymmetry between the sexes, although not a determining one.

Another aspect that influences these gender asymmetries is connectivity within the network. While male individuals are distributed following a small-world network, female individuals exhibit a scale-free network, meaning few female burials are highly significant within the network. The association between asymmetry and connectivity is clear, as observed in the decrease in connectivity and asymmetry in phase 6 for female individuals.

The data regarding the ages of the buried individuals is not as relevant as the aforementioned factors since the sample (quantity of individuals associated with an age range) is smaller.

One of the analyses that provides relevant information is the Gini wealth analysis (see Table 47 and Table 48). It is observed that greater asymmetries are grouped in the adult and mature/senile age range. This indicates that there is a greater range of differential consumption of materials, which may be the result of asymmetries acquired over the course of life or a greater consideration of the living by adult and mature/senile individuals. In any case, the social value acquired through inheritance or through consideration of political-ideological practice for immature individuals must also be considered, since although they are underrepresented in favour of adults, the way in which immature individuals are considered and treated in relation to burial practices may vary depending on the groups (Gibaja et al., 2010).

Additionally, although specific materials have not been associated with specific age ranges, since the analysis could not be carried out in most age ranges (see Table 52), the association of some materials as elements of internal distinction within age ranges has been detected. Specifically, variscite and bone industry are concentrated in a few subadults (exponential distribution) and randomly in adults, while flint and *silex blonde* exhibit an exponential

distribution for all ages, meaning very few individuals have many of these elements. This reaffirms the idea that material circulation is restricted.

Finally, another relevant element that emerges from the age analysis of the burials is connectivity within the network. It is observed that this is exponential in the case of subadults, meaning few of them behave as hubs. This can be interpreted as these individuals being accompanied by a greater variability of materials since they resemble the majority and, therefore, are more connected.

Beyond all these analyses, it is worth highlighting those qualitative studies that may be susceptible to showing asymmetries. Specifically, in dietary studies (Fontanals-Coll et al., 2015; Fontanals-Coll, 2015), while they do detect some differences between both sexes, these do not delineate clear social asymmetries. On the other hand, indicators such as strong muscle insertions reflecting constant practice of intensive physical activity (e.g., Armentano and Carrascal, 2010; Armentano et al., 2016, Subirà, 2006; Piera et al., 2008; Yáñez, 2003), while documented in some burials, are also inconclusive. Injuries and traumas are more prevalent in male individuals, although stress marks are observed in the vast majority. Recently conducted isotopic analyses (Díaz-Zorita et al., 2021) indicate that there should have been a social and sexual division of activities, with a greater participation of women in sedentary activities, which could have led to a restriction of their movements. However, Díaz-Zorita et al. (2021) point out that the voluntary or imposed nature of this restriction cannot be known. Similarly, regarding the use that some of the located artifacts would have had as personal belongings, Duboscq (2017) raises the possibility of a division of labor between sexes, associating plant-related work more with women and immatures, although not statistically significant. The only type of artifact predominantly and statistically significantly associated with male individuals are arrowheads.

The differences observed through these analyses undoubtedly reflect asymmetries between individuals that appear to be related to some extent to the gender and age of the buried. While different trends in material consumption are observed, in our opinion, the emergence of asymmetries between individuals would be due to political-ideological factors that we are unaware of but that we can characterize. Specifically, it has been observed that demographic increase led to the appearance of asymmetries among women, which could be a cause-consequence of greater control over social reproduction, a phenomenon materialized in these asymmetries.

CAPÍTULO VII. VALORACIONES, LÍNEAS DE FUTURO Y CONCLUSIONES

Resumen

En el Capítulo VII se valoran aquellos aspectos que han influenciado de forma determinante los resultados obtenidos. Concretamente se discute acerca de la elección del registro arqueológico y de la construcción del método utilizado, proponiendo, en última instancia, posibles líneas de investigación futuras. Finalmente, se ponen en valor los aspectos más relevantes del trabajo aquí presente.

7.1. VALORACIONES Y LÍNEAS DE FUTURO

Aunque esta investigación ha presentado nuevos avances y líneas de interpretación acerca de la emergencia relaciones sociales disimétricas en el Neolítico del NE peninsular, es necesario evaluar ciertos aspectos relacionados con el registro arqueológico y método utilizado, proponiendo, en última instancia, posibles líneas de investigación futuras.

El primer asunto que merece nuestra atención es la naturaleza del registro arqueológico, obstáculo a la vez que aspecto clave de esta investigación. De las 574 sepulturas recogidas en la base de datos, tan solo 146 han sido susceptibles de ser seleccionadas para implementar este estudio, dando lugar a 7 fases de análisis. En este sentido, defendemos la selección llevada a cabo para reconstruir las dinámicas y evolución del modelo utilizando únicamente información arqueológica con una atribución cronológica clara, mejorando la calidad de la muestra y, por extensión, la solidez de nuestros resultados. Esta selección ha conllevado unas disimetrías en el registro (como p. ej. las pocas dataciones radiocarbónicas disponibles para la primera mitad del VI milenio BC) que ha afectado, y en algunos casos imposibilitado, el análisis de la muestra. La necesidad de llevar a cabo un programa de nuevas dataciones trasciende la temporalidad de las tumbas datadas, siendo este necesario para analizar el desarrollo y evolución de estas sociedades.

De la misma forma, si bien los resultados fruto del estudio del contenido antropológicos son de gran relevancia, la falta de numerosas atribuciones sexuales y de edad de los individuos parcializa, en algunos casos, dichos resultados. Este hecho también se ve reflejado en la falta de caracterizaciones más acotadas de los materiales depositados como ajuar. En ocasiones, la tipología de artefacto no es clara, mientras que en las peores situaciones se desconoce la materia prima utilizada, la especie malacológica, el NMI de individuos cerámicos o faunísticos, el NMI de cuentas de collar, etc. Seguir el trabajo llevado a cabo en la última década de revisión de conjuntos funerarios por parte de algunas investigadoras se presenta como un paso totalmente necesario.

Aun así, dado que el modelo sigue criterios de refutabilidad y mejora, este puede ser completado, ampliado o incluso contradicho a partir de la obtención de nuevos datos arqueológicos. En este aspecto, cabe destacar la viabilidad y transparencia que la arqueología computacional ofrece.

Si bien la creación de un modelo temporal que utiliza como base empírica el tiempo es uno de los aspectos más innovadores y relevantes a nivel metodológico de este trabajo, hay algunos aspectos que deben ser considerados. En este sentido, debemos recordar que las estimaciones radiocarbónicas son inferencias probabilísticas que, una vez calibradas mediante una curva de calibración, nos ofrecen un rango de probabilidad. El método desarrollado por Ward y Wilson (1978) calcula la similitud de dos dataciones considerando que estas tienen una distribución normal para, posteriormente, obtener una nueva datación con su desviación que será calibrada. En el método desarrollado tomamos como medida de estudio la significación estadística de dos dataciones sin calibrar, sin utilizar la curva de calibración para obtener dicha significancia. Este problema debe ser solucionado en un futuro mediante el desarrollo y obtención de la

significancia estadística de dos conjuntos de probabilidad, es decir, de la calibración de dos dataciones.

Otro aspecto relevante en esta discusión es la elección de las variables utilizadas para la construcción del modelo de red ya que esta configura la totalidad de los análisis posteriores. La construcción de una matriz de similitud a partir de la presencia/ausencia de artefactos depositados en las tumbas ha sido llevada entendiendo que el contenido artefactual es el elemento que nos informa de manera más precisa y objetiva de las tendencias productivas de las sociedades prehistóricas. La inclusión de variables antropológicas o del contenedor funerario en la construcción de dicha matriz nos habría sesgado la interpretación puesto que individuos hay en todas las sepulturas y la tipología de contenedor tiene una clara asociación espacial, tal y como hemos visto. De esta forma, la incorporación de estos aspectos en el modelo ha sido efectuada a través de un análisis posterior egocéntrico. De la misma forma, la ampliación hacia regiones más al S del Ebre, acontece como una línea de futuro imprescindible.

Finalmente, la elección del espacio y del tiempo de esta tesis también tiene que ser puesta en valor. El espacio analizado, el NE peninsular, ha sido abordado como una totalidad debido a que la tradición así lo ha llevado a cabo. A nuestro parecer, no observamos esta compartimentación errónea puesto que la evolución y tendencias más allá de los Pirineus, dista de la del NE peninsular. Aun así, creemos oportuno, como línea de futuro, la implementación de este modelo para las prácticas funerarias del SE francés y su posterior contrastación con los resultados obtenidos de este trabajo, analizando desde ambos espacios la interacción y relación entre las diferentes comunidades.

Por otro lado, el límite temporal superior establecido a mediados del VI milenio BC es obvia debido a las implicaciones que conlleva la implantación de un modelo productivo basado en la agricultura y en la ganadería. En cambio, el límite inferior, establecido la segunda mitad del IV milenio BC, ha sido definido como debido al cambio drástico en las prácticas funerarias que supuso el final del IV milenio BC. La sustitución total del horizonte de *Sepulcres de Fossa* por un modelo funerario basado en la inhumación sucesiva y colectiva y con la aparición de grandes estructuras monumental como son los megalitos, conlleva una realidad totalmente diferente a la estudiada. Si bien también puede ser analizada mediante métodos de redes, estos deben llevarse a cabo en paralelo a las redes aquí presentadas para, posteriormente, ser comparadas de forma global.

7.2. CONCLUSIONES

Esta tesis doctoral ha conseguido el principal objetivo planteado al inicio de la investigación: explorar la emergencia de nuevas relaciones sociales derivadas de la implantación de un modelo económico agropecuario en el NE peninsular a partir del estudio de la organización y estructura social, es decir, mediante el estudio de las tendencias de producción, consumo, distribución y cambio llevadas a cabo en la materialidad localizada en las sepulturas funerarias neolíticas. A su vez, también se ha demostrado que abordar el registro arqueológico desde el Análisis de Redes Sociales no sólo es una metodología que ofrece gran cantidad de perspectivas de análisis, sino que complementa las investigaciones narrativas que generalmente caracterizan a la disciplina arqueológica.

Nuestro análisis del registro arqueológico funerario basado en una sólida teoría arqueológica, el uso del modelado de redes y la implementación de un modelo matemático de la red con propiedades estadísticas significativas, nos ha permitido esbozar una serie de resultados que luego pasamos a desarrollar.

La elaboración y concreción de una base teórica sobre la cual se sustente la interpretación también ha sido un paso indispensable para la elaboración de este modelo social. La abstracción de los fenómenos del pasado mediante su objetivación, su conceptualización y su posterior representación en conceptos de red, ha sido llevada a cabo teniendo en cuenta en todo momento la información que las sepulturas funerarias podían llegar a ofrecer sobre la materialidad socializada. Con ello, a partir del Análisis de Redes Sociales se ha confeccionado un modelo coherente sin contradicción alguna entre la base lógica que lo sostiene y las leyes fundamentales o pautas arqueológicas contrastadas a partir de su manifestación material. Los modelos de red creados nos han permitido estudiar el pasado formalmente, dando lugar a un proceso de deducción lógica mediante el cual se han obtenido datos del pasado de forma rigurosa.

El desarrollo de un método totalmente inédito de estudio de la temporalidad a través de la creación de una red temporal susceptible de ser analizada cuantitativamente nos ha permitido discutir acerca de la evolución de la conectividad, cohesión y demografía social de estas sociedades.

La implementación del diseño analítico de Giami y Peebles (2019) nos ha permitido establecer una serie de razonamientos basados en las frecuencias relativas y ocurrencias de las clases de artefactos depositados en las sepulturas. A su vez, el protocolo estadístico de Clauset et al. (2009) para evaluar la solidez con la que los datos arqueológicos se ajustan a una distribución de ley de potencias, una distribución logarítmica normal o a una distribución exponencial, nos ha permitido estudiar las variables arqueológicas recogidas desde una perspectiva innovadora.

El tema central de este trabajo ha sido explorar la emergencia de las disimetrías sociales a partir de la aparición de las primeras sociedades agropecuarias a mediados del VI milenio cal. BC en el NE peninsular. Los resultados obtenidos reflejan disimetrías entre sujetos que parecen estar relacionadas, mayoritariamente, con una adscripción social de carácter político-ideológico. Concretamente, las conclusiones que de ellos se desprenden se pueden resumir de la siguiente forma:

- Se ha aplicado un método de redes totalmente innovador para construir un modelo de fases temporales.
- Se han documentado 7 fases temporales que indican agrupación de dataciones radiocarbónicas. Estas han podido ser agrupadas en una etapa asociada al Neolítico antiguo, otra etapa que englobaría el Neolítico postcardial y medio y, finalmente, una etapa que englobaría final del Neolítico medio.
- Se ha detectado una fase (3990-3936 cal. BC) que coincide con el abandono de decoraciones cerámicas *Montboló*, *Molinot* y *Boca Cuadrada* que coincide con la entrada de estilos cerámicos asociados al *Chassense* y a la aparición de las cistas del Solsonès-Pirineu.
- Se ha constatado que la emergencia de las redes de circulación de materiales exógenos se da de forma incipiente entre el 4319 y el 4067 cal. BC.
- Se ha observado que eclosión de los *Sepulcros de Fossa* y de esta circulación se da entre el 3975 y el 3740 cal. BC.
- Se han detectado diversas redes de circulación y diversas tendencias en el consumo de estos dadas las asociaciones de materiales en las sepulturas.
- Se han distinguido materiales con un alto valor social, como la variscita, susceptibles de haber sido intercambiados.
- El Vallès es el núcleo central de gestión de la circulación, aunque la irrupción del Solsonès en la fase posterior a la eclosión de esta hace que cambie la importancia de algunos materiales locales.
- Se han observado diferentes tendencias en el consumo de materiales, fruto de la posible emergencia de disimetrías entre individuos por factores político-ideológicos.
- Se ha detectado un desarrollo demográfico diferente entre las prácticas funerarias destinadas a hombres y a mujeres que puede ser indicativo de disimetrías sociales entre sexos en el consumo político-ideológico.
- El aumento demográfico podría haber conllevado la aparición de disimetrías entre mujeres, siendo esta una causa-consecuencia de un mayor control de la reproducción social. Todo ello se materializaría a través de estas disimetrías.

Con todo, el trabajo de investigación presentado pone de relevancia la emergencia de disimetrías sociales que, lejos de emerger como fruto de una evolución lineal están completamente relacionadas con los cambios que comportó la implantación de un modelo económico agropecuario. Este modelo condujo indudablemente a cambios en la organización y estructura social, hecho que favoreció la emergencia de redes de circulación de materiales. La relación entre estas redes y la implantación de este modelo socioeconómico tiene que ser entendida desde un punto de vista dialéctico: el desarrollo de la economía agropecuaria dio lugar a la emergencia de estas redes a la vez que dicha emergencia favoreció dicho desarrollo. Todo ello quedó plasmado en las tendencias productivas y de consumo de los sepulcros funerarios, atravesando los aspectos puramente económicos y afectando a la estructura social, es decir, a las relaciones sociales.

Sobre esta estructura social en constante cambio se dio un aumento demográfico que propició la emergencia de disimetrías sociales. Desde nuestro punto de vista, fruto de las interpretaciones de los resultados, se propone como hipótesis la existencia de fenómenos de explotación de algunas personas por otras. Concretamente, la lectura de una jerarquización de la producción

entre sujetos femeninos (disimetrías sociales), sería fruto del modelo de desarrollo agropecuario, es decir, del aumento demográfico e incremento de las redes de circulación. Todo ello, conllevó un mayor control productivo y reproductivo. De esta forma, el crecimiento poblacional hubiese presionado el desarrollo de las técnicas agropecuarias y hubiese conllevado una serie de trabajos realizados exclusivamente por mujeres, es decir, una división del trabajo que podría haber implicado, para el colectivo femenino, una situación de disimetría social.

Indudablemente, el análisis de los sepulcros funerarios desde una perspectiva materialista que implementa el Análisis de Redes Sociales nos ha permitido caracterizar el desarrollo de las sociedades agropecuarias como un proceso que conllevó una complejización de las relaciones sociales, dando lugar a espacios con roles diferenciados, a disimetrías político-ideológicas entre individuos y a la presencia del consumo de materiales como elementos de distinción social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamic, A. L., y Huberman, B. A. (2000). Power-law distribution of the World Wide Web. *Science*, 287(5461), 2115.
- Alaminos, A., y Blanch, R. M. (1992). Consideracions generals sobre les foses d'enterrament recentment excavades en el jaciment de la Bòbila Madurell (St. Quirze del Vallès, Vallès Occidental). *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. 9é Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*.
- Alaminos, A., Blanch, R. M., y Lázaro, P. (1991). Bòbila Madurell. Su contribución al Neolítico medio en Cataluña. *Revista de Arqueología*, 128, 14-23.
- Alarashi, H., y Borrell, F. (2020). Constructing identities in Neolithic times. The variscite ornaments of Gavà (Barcelona). En H. Alarashi y R. M. Dessì (Eds.), *L'art du paraître: Apparences de l'humain. Actes des rencontres, 22-24 octobre 2019. The art of human appearance: From prehistory to the present day* (pp. 109-125). Editions APDCA.
- Albert, R., y Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, 74, 47-97.
- Albert, R., Jeong, H., y Barabási, A. L. (2000). Diameter of the World-Wide Web. *Nature*, 401, 130.
- Albizuri, S. (2011). Animales sacrificados para el cortejo fúnebre durante el Bronce inicial (2300-1300 cal BC). El asentamiento de Can Roqueta II (Sabadell, Barcelona). *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 29, 7-26.
- Albizuri, S., Nadal, J., Martín, P., Gibaja, J. F., Martín, A., Esteve, X., Oms, F. X., Martí, M., Pou, R., López-Onaindia, D., y Subirà, M. E. (2019). Dogs in funerary contexts during the Middle Neolithic in the northeastern Iberian Peninsula (5th–early 4th millennium

- BCE). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24, 198-207. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.01.004>
- Alcalde, G., y Saña, M. (2008). *Proces d'ocupacio de la Bauma del Serrat del Pont (la Garrotxa) entre 7400 i 5480 cal a.c* (Museu Comarcal de la Garrotxa).
- Allen, R., y Peter, M. (1997). *Cities and Regions as Self-Organizing Systems* (Gordon and Breach).
- Allièse, F. (2016). *Los enterramientos de la Bòbila Madurell-Can Gambús (Vallés Occidental). Un enfoque sobre las prácticas funerarias del noreste de la península ibérica a finales del V e inicios del IV milenio a.c.* Universitat Autònoma de Barcelona.
- Allièse, F., Roig, J., Coll, J. M., Subirà, M. E., Ruiz, J., Chambon, P., y Gibaja, J. F. (2014). Les pratiques funéraires dans la nécropole néolithique de Can Gambús-1 (Sabadell, Espagne): De la préparation du corps à la fermeture de la tombe. *Bulletin de la Societe Prehistorique Francaise*, 111(3), 453-468.
- Amati, V., Mol, A., Shafie, T., Hofman, C., y Brandes, U. (2020). A Framework for Reconstructing Archaeological Networks Using Exponential Random Graph Models. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s10816-019-09423-z>
- Ames, K. M. (2010). On the evolution of the human capacity for inequality and/or egalitarianism. En D. T. Price y G. M. Feinman (Eds.), *Pathways to Power: New Perspectives on the Emergence of Social Inequality* (Springer, pp. 15-44).
- Ammerman, A. J., y Cavalli-Sforza, L. L. (1984). *The Neolithic Transition and the Genetics of Populations in Europe* (Princeton University Press).
- Anderson, C. J., Wasserman, S., y Crouch, B. (1999). *A pU primer: Logit models for social networks*. 30.
- Angourakis, A. (2023). El lugar de la simulación social en arqueología. *Vegueta: Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 15-55. <https://doi.org/10.51349/veg.2023.1.02>
- Anthonisse, J. M. (1971). *The rush in a graph* (Mathematische Centrum).
- Antolín, F. (2013). *Of cereals, poppy, acorns and hazelnuts. Plant economy among early farmers (5500-2300 cal BC) in the NE of the Iberian Peninsula. An archaeobotanical approach.* Universitat Autònoma de Barcelona.
- Antolín, F. (2015). Entre agricultores primitivos, cultivos de rozas y pastores transhumantes. Una mirada crítica a los modelos económicos propuestos para los grupos neolíticos del noreste peninsular y una aportación desde el registro carpológico. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 25, 11-45.
- Antolín, F., y Buxó, R. (2012). Chasing the traces of diffusion of agriculture during the early Neolithic in the Western Mediterranean Coast. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC). Rubricatum* (Vol. 5, pp. 95-102).

- Antolín, F., Buxó, R., Piqué, R., y Edo, M. (2013). L'aprofitament dels recursos vegetals silvestres al jaciment de la Cova de Can Sadurní. Des de l'Epipaleolític al Neolític Final. En *VI Monografies del Garraf i d'Olèrdola* (pp. 157-172).
- Antolín, F., Navarrete, V., Saña, M., Viñerta, A., y Gassiot, E. (2018). Herders in the mountains and farmers in the plains? A comparative evaluation of the archaeobiological record from Neolithic sites in the eastern Iberian Pyrenees and the southern lower lands. *Quaternary International*, 484, 75-93. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.056>
- Antolín, F., y Saña, M. (2022). Les activitats de subsistència en el neolític antic del nord-est peninsular: Les pràctiques agrícoles i ramaderes, la cacera, la pesca i la recol·lecció. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 22. *Les primeres societats neolítiques de Catalunya, 5600–4500 aC: Estat de la qüestió i nous reptes de recerca*, 125-146.
- Apolinaire, E., y Bastourre, L. (2016). Nets and canoes: A network approach to the pre-Hispanic settlement system in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Journal of Archaeological Science*, 44, 56-68.
- Appel, K., y Haken, W. (1989). Every planar map is four colorable. *Contemp. Math.*, 98.
- Armentano, N., y Carrascal, S. (2010). *Informe de l'estudi antropològic. La Serreta-Vilafranca Centre (Vilafranca del Penedès)*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia.
- Armentano, N., Nociorová, D., Campillo, D., Galtès, I., Oms, F. X., Esteve, X., y Martín, P. (2011). El primer cas de trapanació prehistòrica al Penedès. *Jornades d'Arqueologia del Penedès*, 85-90.
- Badal, E., Carrión, Y., Ntinou, M., Moskal, M., y Vidal, P. (2016). Punto de encuentro: Los bosques neolíticos en varias regiones de Europa. *Del Neolític a l'Edat de Bronze en el Mediterrani occidental estudis en homenatge a Bernat Martí Oliver. Serie de Treballs Varios*, 119, 269-286.
- Baev, P. V., y Penev, L. D. (1995). *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis*.
- Bai, Y. (2022). Quantifying Patterns in Mortuary Practices: An Application of Factor Analysis and Cluster Analysis to Data From the Taosi Site, China. *Open Archaeology*, 8(1), 1231-1248. <https://doi.org/10.1515/opar-2022-0268>
- Balcan, M. F., Blum, A., y Vempala, S. (2008). Clustering via Similarity Functions. *Theoretical Foundations and Algorithms*.
- Baldellou, V., Guilaine, J., Thommeret, J., y Thommeret, Y. (1975). Datacions C14 de la grotte de la Font de Molinot. *Pyrenae*, 11, 151-156.
- Baldellou, V., y Mestres, J. (1981). Les Guixeres de Vilobí, hàbitat del Neolític Antic a l'aire lliure. *El Neolític a Catalunya. Taula rodona de Montserrat*, 69-74.
- Balsera, V., Díaz del Río, P., Gilman, A., Uriarte, A., y Vicent, J. M. (2015). Approaching the demography of late prehistoric Iberia through summed calibrated date probability distributions (7000–2000 cal BC). *Quaternary International*, 386(2), 208-211.

- Barabási, A. L. (2005). Network Theory—The Emergence of the Creative Enterprise. *Science*, 308(5722), 639-641. <https://doi.org/10.1126/science.1112554>
- Barabási, A. L., y Oltvai, Z. N. (2004). Network biology: Understanding the cell's functional organization. *Nature Reviews Genetics*, 5, 101-113.
- Barceló, J. A. (2008). La seqüència crono-cultural de la prehistòria catalana. Anàlisi estadística de las datacions radiomètriques de l'inici de l'holocè a l'edat del ferro. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 17, 65-88.
- Barnes, J. A. (1954). Class and committees in a Norwegian island parish. *Hum. Relat.*, 7, 39-54.
- Barnes, J. A. (1972). Social networks. *Addison-Wesley Module in Anthropology*, 26, 1-29.
- Barnes, J. A., y Harary, F. (1983). Graph theory in network analysis. *Social Networks*, 5(2), 235-244. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(83\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0378-8733(83)90026-6)
- Barrera, J. L., Martínez-Navarrete, M. I., San Niolás, M., y Vicent, J. M. (1987). El instrumental lítico pulimentado calcolítico de la comarca Noroeste de Murcia: Algunas implicaciones socio-económicas del estudio estadístico de su petrología y morfología. *Trabajos de Prehistoria*, 44, 87-146.
- Barton, C. M. (2014). Complexity, Social Complexity, and Modeling. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 21(2), 306-324. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9187-2>
- Bascompte, J. (2009). Disentangling the web of life. *Science*, 325(5939), 416-419.
- Batty, M. (2005). *Network Geography: Relations, Interactions, Scaling and Spatial Processes in GIS*. 26.
- Bentley, R. A., y Maschner, H. D. G. (2003). *Complex Systems and Archaeology: Empirical and Theoretical Applications* (Foundations of Archaeological Inquiry).
- Berger, J. F. (2009). The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: A Mediterranean perspective. *Quaternary International*, 200(1-2), 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.05.013>
- Berger, J. F., y Guilaine, J. (2005). Sédiments, dynamique du peuplement et climat au Néolithique ancien. En J. Guilaine (Ed.), *Populations néolithiques et environnements* (Errance, pp. 155-212).
- Bernabeu, J. (1989). *La tradición cultural de las cerámicas impresas en la zona oriental de la península ibérica* (Serie de Trabajos Varios 86).
- Bernabeu, J. (1996). Indigenismo y migracionismo. Aspectos de la neolitización en la fachada oriental de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 53(2), 37-54.
- Bernabeu, J., Barton, C. M., Pardo-Gordó, S., y Bergin, S. M. (2015). Modeling initial Neolithic dispersal. The first agricultural groups in West Mediterranean. *Ecological Modelling*, 307, 22-31.

- Bernabeu, J., Fumanal, M. P., y Badal, E. (2001). *La Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Alicante)* (Universitat de València).
- Bernabeu, J., García, P., Gómez, O., y Molina, Ll. (2011). El componente decorativo en las cerámicas. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia. Congrès de la Península Ibèrica, Extra-12. Las primeras producciones cerámicas: el VI milenio cal a. C. en la península ibérica.*, 17-34.
- Bernabeu, J., García-Puchol, O., Barton, C. M., McClure, S. B., y Pardo-Gordó, S. (2016). Radiocarbon dates, climatic events, and social dynamics during the Early Neolithic in Mediterranean Iberia. *Quaternary International*, 403, 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.020>
- Bernabeu, J., García-Puchol, O., y Molina, Ll. (2001). El mundo funerario en el horizonte Cardial valenciano: Un registro oculto. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 33, 27-36.
- Bernabeu, J., García-Puchol, O., Pardo-Gordó, S., Barton, C. M., y McClure, S. B. (2014). Socioecological dynamics at the time of Neolithic transition in Iberia. *Environmental Archaeology*, 19(3), 214-225. <https://doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000032>
- Bernabeu, J., Gómez, O., Molina, Ll., y García, P. (2011). La cerámica neolítica durante el VI milenio cal a. C. en el Mediterráneo central peninsular. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia. Congrès de la Península Ibèrica, Extra-12. Las primeras producciones cerámicas: el VI milenio cal a. C. en la península ibérica.*, 153-178.
- Bernabeu, J., Lozano, S., y Pardo-Gordó, S. (2017). Iberian Neolithic Networks: The Rise and Fall of the Cardial World. *Frontiers in Digital Humanities*, 4. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00007>
- Bernabeu, J., y Martí, B. (2014). The first agricultural groups in the Iberian peninsula. En J. Guilaine, C. Manen, y T. Perrin (Eds.), *Transitions in Mediterranean How Hunters Became Farmers* (ErranceyArchives d'écologie préhistorique., pp. 419-438).
- Bernabeu, J., Molina, Ll., Esquembre, M. A., Ortega, J. R., y Boronat, J. D. (2009). La cerámica impresa en el origen del neolítico de la península Ibérica. *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine. Archives d'Écologie Préhistorique*, 83-95.
- Bevan, A., y Wilson, A. (2017). Models of settlement hierarchy based on partial evidence. *Journal of Archaeological Science*, 40, 2415-2427.
- Beyneix, A. (1997). Les sépultures cardiales et épicaudales de France Méridionale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 94(2), 191-197.
- Binder, D. (1998). Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provenc. En A. D'Anna y D. Binder (Eds.), *Production et Identité culturelle. Encontres Meéridionales de Préhistoire Récente* (pp. 11-128).
- Binder, D., Brochier, J. E., Duday, H., Helmer, D., Marinval, P., Thiébaud, S., y Wattez, J. (1993). L'abri Pendimoun à Castellar (Alpes-Maritimes): Nouve-Iles donées sur le

complexe culturel de la la céramique imprimée méditerranéenne dans son contexte stratigraphique. *Gallia Préhistoire*, 35, 177-251.

- Binder, D., Convertini, F., Manen, C., y Snpart, I. (2010). Les productions céramiques du Néolithique ancien: Proposition d'un protocole d'analyse. En C. Manen, F. Converti, D. Binder, y I. Snpart (Eds.), *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale. Structures des productions céramiques* (pp. 29-42).
- Binford, L. R. (1971). Mortuary practices: Their study and potentiab. En J. A. Brown (Ed.), *Approaches to the Social Dimensions of Mortuary Practices. Memoirs of The Society for American Archaeology*, 25 (pp. 6-29).
- Blasco, A., Edo, M., y Villalba, M. J. (2011). La cova de Can Sadurní i la prehistòria de Garraf. En A. Blasco, M. Edo, y M. J. Villalba (Eds.), *El Garraf, 30 anys d'investigació arqueolgica. Actes de les Jornades Internacionals de Prehistòria*. Col·lecció Actes. EDAR-Hugony editore.
- Blasco, A., Edo, M., Villalba, M. J., Sana, M., y M.E. (2005). Primeros datos sobre la utilización sepulcral de la Cueva de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat) en el Neolítico Cardial. En R. Ontann, C. García-Moncó, y P. Arias (Eds.), *III Congreso del Neolítico en la Península Ibrica* (pp. 625-636).
- Blasco, A., Villalba, M. J., y Edo, M. (1998). Explotación, manufactura, distribución y uso como bien de prestigio de la «calaita» en el Neolítico: El ejemplo del complejo de Can Tintorer. *Studia Arqueolgica (Universidad de Valladolid). Minerales y metales en la prehistoria reciente: algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibrica*, 88, 41-70.
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., y Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10), P10008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Bocquet-Appel, J. P. (2008). Explaining the Neolithic demographic transition. En J. P. Bocquet-Appel y O. Bar-Yosef (Eds.), *The Neolithic Demographic Transition and Its Consequences* (Netherlands: Springer, pp. 35-55).
- Bofill, M., y Borrell, F. (2009). L'utillitatge macroltic neolític de les mines 83, 84, 85 i 90 de Gav. En J. Bosch y F. Borrell (Eds.), *Intervencions arqueolgiques a les Mines de Gav (sector serra de les Ferreres). Anys 1998-2009. De la variscita al ferro: Neolític i antiguitat. Rubricatum* (Vol. 4, pp. 139-147).
- Bonabeau, E. (2002). Agent-Based Modeling: Methods and Techniques for Simulating Human Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(suppl. 3), 7280-7287.
- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>
- Borck, L., Mills, B. J., Peeples, M.A., M., y Clark, J. J. (2015). Are Social Networks Survival Networks? An Example from the Late Pre-hispanic US Southwest. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 33-57. <https://doi.org/10.31235/osf.io/ubvxy>

- Borgatti, S. P., y Everett, M. G. (1997). *Network analysis of 2-mode data*.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., y Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis* (Versión 6) [Software].
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., y Johnson, J. C. (2013). *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., y Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 323(5916), 892-895. <https://doi.org/10.1126/science.1165821>
- Borrell, F., y Bosch, J. (2019). Los enterramientos de las minas 83 y 84 de Gavà (Gavà, Barcelona). En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 3, pp. 193-203).
- Borrell, F., Bosch, J., Gibaja, J. F., Schmidt, P., y Terradas, X. (2019). The status of imported Barremian-Bedoulian flint in north-eastern Iberia during the Middle Neolithic. Insights from the variscite mines of Gavà (Barcelona). *PLOS ONE*, 14(11), e0224238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224238>
- Borrell, F., Bosch, J., y Majó, T. (2015). Life and death in the Neolithic Variscite Mines at Gavà (Barcelona, Spain). *Antiquity*, 89(343), 72-90.
- Borrell, F., Gómez, A., Molist, M., Tornero, C., y Vicente, O. (2016). Les ocupacions de la cova de Sant Llorenç (Sitges, Garraf): Noves aportacions al coneixement de la prehistòria del Garraf. *Tribuna d'Arqueologia*, 2011-2012, 39-60.
- Borrell, M., Bosch, J., Clop, X., y Molist, M. (Eds.). (2012). *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC)*. *Rubricatum* (Vol. 5).
- Bosch, A., y Tarrús, J. (1987). Enterramiento múltiple del Neolítico Antiguo catalán. Cova de l'Avellaner (la Garrotxa, Gerona). *Revista de Arqueologia*, 76, 20-24.
- Bosch, J. (2001). Les ocupacions de caçadors-recolectors a la Cova del Vire (Roquetes) Asentament i clima. *Recerca*, 5, 9-20.
- Bosch, J. (2005). *El procés de neolitització a la regió del curs inferior de l'Ebre*. Universitat de Barcelona.
- Bosch, J., y Borrell, F. (Eds.). (2009). *Intervencions arqueològiques a les Mines de Gavà (sector serra de les Ferreres)*. Anys 1998-2009. *De la variscita al ferro: Neolític i antiguitat*. *Rubricatum* (Museu de Gavà).
- Bosch, J., y Borrell, M. (2016). *La fi és el principi. Pràctiques funeràries a la Catalunya prehistòrica* (Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura).
- Bosch, J., Clop, X., Gallart, J., y Oms, F. X. (2022). El neolític antic a la conca catalana de l'Ebre: Jaciments, ritmes i dinàmiques d'implantació i explotació del territori. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 22. *Les primeres societats neolítiques de Catalunya, 5600-4500 aC: Estat de la qüestió i nous reptes de recerca*, 105-124.

- Bosch, J., y Faura, J. M. (2003). Pratiques funéraires néolithiques dans la région des Bouches de l'Ebre. En P. Chambon y J. Leclerc (Eds.), *Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France et dans els régions limitrophes. Actes de la table ronde SPF, Saint-Germain-en-Lay* (pp. 153-159).
- Bosch, J., Gibaja, J. F., Subirà, M. E., Santos, F. J., y Morell, B. (2023). Los primeros «sepulcros de fosa». Prácticas funerarias durante el Neolítico en el curso inferior del Ebro. En D. García-Rivero (Ed.), *VII Congreso sobre Neolítico en la Península Ibérica* (pp. 239-250).
- Bosch, J., y Vergès, J. M. (Eds.). (1994). *El Neolític Postcardial a les Mines Prehistòriques de Gavà (Baix Llobregat). Rubricatum* (Museu de Gavà, Vol. 0).
- Bosch-Guimpera, P. (1919). *Prehistòria Catalana: Edats de la pedra i dels metalls, colonització grega, etnografia* (Editorial Catalana).
- Boyd, J. P. (1969). The Algebra of Group Kinship. *Journal of Mathematical Psychology*, 6, 139-167.
- Boyd, R., y Richerson, P. J. (1985). *Culture and the Evolutionary Process* (University of Chicago Press).
- Brainerd, G. W. (1951). The place of chronological ordering in archaeological analysis. *American Antiquity*, 16, 301-330.
- Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality. *The Journal of Mathematical Sociology*, 25(2), 163-177.
- Brandes, U., Robins, G., McCranie, A., y Wasserman, S. (2013). What is network science? *Network Science*, 1(1), 1-15. <https://doi.org/10.1017/nws.2013.2>
- Breu, A., Rosell-Melé, A., Heron, C., Antolín, F., Borrell, F., Edo, M., Fontanals, M., Molist, M., Moraleda, N., Oms, F. X., Tornero, C., Vergès, J. M., Vicente, O., y Bach-Gómez, A. (2023). Resinous deposits in Early Neolithic pottery vessels from the northeast of the Iberian Peninsula. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 47, 103744. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103744>
- Briouis, F. (2005). *Les industries de pierre taillée olithiques en Languedoc occidental* (CNRS (Monographies d'Archaeologie Méditerranéenne).
- Bronk-Ramsey, C. (2009). Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
- Broodbank, C. (2000). *An island archaeology of the early Cyclades* (Cambridge University Press).
- Brown, M. (1994). Using Gini-style indices to evaluate the spatial patterns of health practitioners: Theoretical considerations and an application based on Alberta dat. *Soc. Sci. Med.*, 38(9), 1243-1256.

- Brughmans, T. (2010). Connectig the dots: Towards archaeological network analysis. *Oxford Journal of Archaeology*, 29(3), 277-303. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0092.2010.00349.x>
- Brughmans, T. (2012). Facebooking the past: A critical social network analysis approach for archaeology. En A. Chrysanthi, P. Flores, y C. Papadopoulos (Eds.), *Thinking beyond the tool: Archaeological computing and the interpretative process. British Archaeological Reports International Series* (Oxford: Archaeopress).
- Brughmans, T. (2013). Thinking Through Networks: A Review of Formal Network Methods in Archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20(4), 623-662. <https://doi.org/10.1007/s10816-012-9133-8>
- Brughmans, T., y Brandes, U. (2017). Visibility Network Patterns and Methods for Studying Visual Relational Phenomena in Archeology. *Frontiers in Digital Humanities*, 4, 17. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00017>
- Brughmans, T., Keay, S., y Earl, G. (2012). Complex Networks in Archaeology: Urban Connectivity in Iron Age and Roman Southern Spain. *Leonardo*, 45(3), 280-280. https://doi.org/10.1162/LEON_a_00373
- Brughmans, T., Keay, S., y Earl, G. (2014). Introducing exponential random graph models for visibility networks. *Journal of Archaeological Science*, 49, 442-454. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.027>
- Brughmans, T., y Peeples, M. A. (2018). Network Science. En S. L. López Varela (Ed.), *The Encyclopedia of Archaeological Sciences* (pp. 1-4). John Wiley y Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0402>
- Brughmans, T., y Peeples, M. A. (2023). *Network Science in Archaeology* (Cambridge University Press).
- Brughmans, T., y Poblome, J. (2012). Pots in space: Understanding Roman pottery distribution from confronting exploratory and Geographical network analyses. En E. Barker, S. Bouzarovski, C. Pelling, y L. Isaksen (Eds.), *New worlds out of old texts: Developing techniques for the spatial analysis of ancient narratives* (Oxford University Press).
- Buchan, I. (2002). *Calculating the Gini coefficient of inequality* [R Commander].
- Buchanan, B., Hamilton, M. J., y David Kilby, J. (2019). The small-world topology of Clovis lithic networks. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(7), 3537-3548. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0767-7>
- Buikstra, J. E., y Ubelaker, D. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains* (Arkansas Archeological Survey Research Serie, Vol. 44).
- Burt, R. (1987). Social contagion and innovation: Cohesion vs. Structural equivalence. *American Journal of Sociology*, 92(6), 1287-1335.
- Caimo, A., y Friel, N. (2011). Bayesian inference for exponential random graph models. *Social Networks*, 33(1), 41-55. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.09.004>

- Caimo, A., y Gollini, I. (2017). Bayesian computational algorithms for social network analysis. En S. M. Dehmer (Ed.), *Computational Network Analysis with R: Applications in Biology, Medicine and Chemistry* (pp. 63-82).
- Caraglio, A. (2020). How to redraw Bell Beaker networks in Southwestern Europe? *Préhistoires Méditerranéennes*, 8. <https://doi.org/10.4000/pm.2282>
- Carrión, J. S., Fernández, S., González-Sampériz, P., Gil-Romera, G., Badal, E., Carrión-Marco, Y., López-Merino, L., López-Sáez, J. A., Fierro, E., y Burjachs, F. (2010). Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162(3), 458-475. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.12.007>
- Carslon, R. O. (1965). *Adoption of educational innovations*. University of Oregon. Center for Advanced Study of Educational Administration.
- Castany, J. (1995). *Memòria arqueològica de les Coves de les Grioterres (Vilanova de Sau, Osona)* (Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura).
- Castany, J. (2008). *Els megàlits neolítics del «solsonià»*. Universitat de Lleida.
- Castro, P. V. (1994). *La Sociedad de los Campos de Urnas en el nordeste de la Península Ibérica*. University of Michigan Press. <https://doi.org/10.30861/9780860547662>
- Castro, P. V., y Escoriza-Mateu, T. (2006). Labour, inequality and reality. Arguments not to perpetuate fictions about Prehistory. En P. Díaz del Río y L. García-Sanjuán (Eds.), *Social Inequality in Iberian Late Prehistory* (pp. 117-131).
- Castro, P. V., Escoriza-Mateu, T., Fregeiro, M. I., Oltra, J., y Sanahuja-Yll, M. E. (2005). Trabajo, producción y “neolítico”. *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*, 115-124.
- Castro, P. V., Escoriza-Mateu, T., y Sanahuja-Yll, M. E. (2002). Trabajo y espacios sociales en el ámbito doméstico. Producción y práctica sociales en una unidad doméstica en la prehistoria de Mallorca. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, VI(119), 1-18.
- Castro, P. V., Escoriza-Mateu, T., y Sanahuja-Yll, M. E. (2003). Trabajo, Reciprocidad y Explotación. Prácticas Sociales, Sujetos Sexuados y Condiciones Materiales. *El Recurso a la Reciprocidad*. IX Congrés d'Antropologia: Cultura y Política.
- Castro, P. V., Rihuete, C., Risch, R., Gil, S., Lull, V., Micó, R., Chapman, R. W., y Sanahuja-Yll, M. E. (1996). Teoría de las prácticas sociales. *Complutum, Extra* 6(2), 35-48.
- Cavalli-Sforza, L. L., y Feldman, M. (1981). *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach* (Princeton University Press).
- Cebrià, A., Fontanals, M., Martín, P., Morales, J. I., Oms, X., Rodríguez-Hidalgo, A., Soto, M., y Vergès, J. M. (2014). Nuevos datos para el Neolítico antiguo en el nordeste de la Península Ibérica procedentes de la Cova del Toll (Moià, Barcelona) y de la Cova de la Font Major (L'Espluga de Francolí, Tarragona). *Trabajos de Prehistoria*, 71(1), 134-145. <https://doi.org/10.3989/tp.2014.12128>

- Cegielski, W. H. (2020). *Toward a Theory of Social Stability: Investigating Relationships among the Valencian Bronze Age Peoples of Mediterranean Iberia*. Arizona State University.
- Childe, V. G. (1944). *Progress and Archaeology*.
- Cilliers, P. (1998). *Complexity and Postmodernism: Understanding Complex Systems* (Routledge).
- Cintas-Peña, M. (2018). *La desigualdad de género en la prehistoria ibérica: Una aproximación multi-variable*. Universidad de Sevilla.
- Clarke, D. L. (1984). *Arqueología Analítica* (Bellaterra).
- Clauset, A., Rohilla, C., y Newman, M. E. J. (2009). Power-law distributions in empirical data. *SIAM Review*, 51(4), 661-703.
- Clop, X. (2004). La gestión de los recursos minerales durante la prehistoria reciente en el Noreste de la Península Ibérica. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 15, 171-186.
- Codina, D. (en prensa). La necrópolis de Vilanera. Del neolític mitjà al Ferro I. *Tribuna d'Arqueologia*, 2018-2019.
- Collar, A., Coward, F., Brughmans, T., y Mills, B. J. (2015). Networks in Archaeology: Phenomena, Abstraction, Representation. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9235-6>
- Committee on Network Science for Future Army Applications. (2006). *Network Science* [National Research Council].
- Conolly, J., y Lake, M. (2006). *Geographical Information Systems in Archaeology* (Cambr. Man. Archaeol. Cambridge). Cambridge University Press.
- Costin, C. L. (1991). Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 3, 1-56.
- Costin, C. L. (2005). Craft Production. En H. Maschner (Ed.), *Handbook of Methods in Archaeology* (pp. 1032-1105).
- Courtin, J., y Guthertz, X. (1976). Les Bracelets de Pierre Du Néolithique Méridional. *Bulletin de La Société Préhistorique Française. Études et Travaux*, 73(1), 352-369.
- Coward, F. (2013). Grounding the net: Social networks, material culture, and geography in the Epipalaeolithic and early Neolithic of the Near East (~21–6,000 cal BCE). En C. Knappett y R. Rivers (Eds.), *New approaches in regional network analysis* (Oxford University Press, pp. 247-280).
- Coward, F., y Gamble, C. (2008). Big Brains, Small Worlds: Material culture and human evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, 363(1969-79).
- Cowell, F. A. (2009). *Measuring Inequality*.

- Crabtree, S. A. (2015). Inferring Ancestral Pueblo Social Networks from Simulation in the Central Mesa Verde. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(1), 144-181. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9233-8>
- Crema, E. R. (2012). Modelling Temporal Uncertainty in Archaeological Analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 19(3), 440-461. <https://doi.org/10.1007/s10816-011-9122-3>
- Crema, E. R., y Bevan, A. (2021). Inference from large sets of radiocarbon dates: Software and methods. *Radiocarbon*, 63(1), 23-39.
- Cruells, W., Castells, J., y Molist, M. (1992). Una necròpolis de «cambres amb túmul complex» del IV mil·lenni a la Catalunya interior. *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. 9é Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, 244-248.
- Csardi, G., y Nepuz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal Complex Systems*, 1695.
- Cucart-Mora, C., Gómez-Puche, M., Romano, V., de Pablo, J. F., y Lozano, S. (2021). *Reconstructing Mesolithic social networks on the Iberian Peninsula using ornaments*. <https://doi.org/10.31235/osf.io/yf6bj>
- Cuevas, A. (2022). *Nuevas aportaciones al estudio de los brazaletes en concha del neolítico en el nordeste Peninsular* [Trabajo de fin de máster].
- Cura, M. (1975). *Consideraciones sobre los enterramientos en cistas neolíticas y su evolución posterior en Catalunya* (XIII C.N.A.).
- Cura, M. (1976). El Grup cultural de les cistes neolítiques del Pre-Pirineu Català «els solsonià». *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria, Ier Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, 49-52.
- De Goratari, E. (1979). *Introducción a la Lógica Dialéctica*. Grijalbo.
- de Nooy, W., Mrvar, A., y Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek* (Cambridge University Press).
- Delibes, G. (1995). Ritos funerarios, demografía y estructura social entre las comunidades neolíticas de la Submeseta Norte. En R. Fábregas, F. Losada, y C. Fernández (Eds.), *Arqueología da Morte na Península Ibérica as Orixes ata o Medievo* (pp. 63-93).
- Díaz-Zorita, M., Subirá, M. E., Fontanals-Coll, M., Knudson, K. J., Alonzi, E., Bolhofner, K., Morell, B., Remolins, G., Roig, J., Martín, A., González, P., Plasencia, J., Coll, J. M., y Gibaja, J. F. (2021). Neolithic networking and mobility during the 5th and 4th millennia BC in north-eastern Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 125, 105272. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105272>
- Domingo, I., Oms, F. X., y Subirà, M. E. (2022). Manifestacions artístiques i món funerari durant el neolític antic cardial i epicardial a Catalunya. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 22. *Les primeres societats neolítiques de Catalunya, 5600-4500 aC: Estat de la qüestió i nous reptes de recerca*, 175-200.

- Donnellan, L. (2020). *Archaeological Networks and Social Interaction*. Routledge.
- Duboscq, S. (2017). *Caracterización de las relaciones sociales de las comunidades del Nordeste de la Península Ibérica entre la segunda mitad del V y la segunda mitad del IV milenio cal BC a partir del estudio de las prácticas funerarias*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Easley, D., y Kleinberg, J. (2011). *Networks, Crowds, and Markets*: 833.
- Edo, M., Villalba, M. J., y Blasco, A. (1992). Can Tintorer, origen y distribución de minerales verdes en el nordeste peninsular durante el Neolítico. En P. Utrilla (Ed.), *Coloquio Aragón/Litoral mediterráneo: Intercambios culturales durante la Prehistoria*. Institución Fernando el Católico (pp. 361-373).
- Epstein, A. L. (1969). Gossip, norms and social network. En M. Mitchell (Ed.), *Social networks in urban situations: Analyses of personal relationships in Central African towns* (Manchester University Press).
- Epstein, J. M. (2008). Why Model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11, 4-12.
- Erdős, A., y Rényi, A. (1959). On random graphs. *Publicationes Mathematicae Debrecen*, 6, 290-297.
- Erdős, A., y Rényi, P. (1960). On the evolution of random graphs. *Publication of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences*, 5, 17-61.
- Esteve, F. (2000). *Recerques arqueològiques a la Ribera Baixade l'Ebre, I: Prehistoria* (Museu del Montsià. Ajuntament d'Ampostà).
- Esteve, X., Martín, P., Oms, F. X., López, D., y Jornet, R. (2012). Intervencions arqueològiques als enllaços de l'autopista AP-7 de Vilafranca del Penedès: Nous assentaments prehistòrics a l'aire lliure al Penedès. *Tribuna d'Arqueologia*, 2010-2011, 23-39.
- Esteve, X., Oms, X., y Martín, P. (2019). Los enterramientos neolíticos de La Serreta (Vilafranca del Penedès, Barcelona). En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 3, pp. 23-26).
- Estévez, J., y Lull, V. (1984). Propuesta metodológica para el estudio de las necrópolis argáricas. *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)*, 441-452.
- Estévez, J., y Martín, A. (1991). El nivel epicardial de la Cova del Frare (Matadepera, Barcelona). *Colloque Néolithique Ancien*, 129-133.
- Estévez, J., y Martín, A. (1992). El neolítico mitjà a Catalunya: Estat del coneixement, debats i preguntes a inicis dels anys 90. *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. 9é Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, 157-163.
- Estévez, J., Vila, A., Terradas, X., Piqué, R., Taulé, M., Gibaja, J. F., y Ruiz, G. (1998). Cazar o no cazar, ¿es ésta la cuestión? *Boletín de Antropología Americana*, 33, 5-24.

- Estrada, A., y Borrell, F. (2009). Estudi de la indústria òssia del complex miner neolític de la Serra de les Ferreres (Gavà). En J. Bosch, F. Borrell, F. Borrell, y J. Nadal (Eds.), *Intervencions arqueològiques a les Mines de Gavà (sector serra de les Ferreres). Anys 1998-2009. De la variscita al ferro: Neolític i antiguitat. Rubricatum* (Vol. 4, pp. 149-164).
- Estrada, A., y Bosch, J. (2008). Elementos de adorno neolíticos fabricados sobre coral procedentes de las Minas Prehistóricas de Gavà (Baix Llobregat, Barcelona). En M. S. Hernández-Pérez, J. A. Soler-Díaz, J. A. López-Padilla, y A. Rodríguez (Eds.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular* (pp. 210-215).
- Evans, S., y Felder, K. (2016). Introduction: Making the connection: Changing perspectives on social networks. *Archaeol Rev from Cambridge*, 29, 9-17.
- Evans, T. (2016). Which network model should I use? Towards a quantitative comparison of spatial network models in archaeology. En T. Brughmans, A. Collar, y F. Coward (Eds.), *The Connected Past. Challenges to Network Studies in Archaeology and History* (pp. 149-174). Oxford University Press.
- Evans, T., Knappett, C., y Rivers, R. (2009). Using statistical physics to understand relational space: A case study from Mediterranean prehistory. En D. Lane, D. Pumain, G. Van der Leeuw, y G. West (Eds.), *Complexity Perspectives in Innovation and Social Change* (Springer, pp. 451-480ca).
- Everett, M. G., y Borgatti, S. P. (2005). Extending Centrality. En P. J. Carrington, J. Scott, y S. Wasserman (Eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 57-76). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.004>
- Faloutsos, M., Faloutsos, P., y Faloutsos, F. (1999). On power-law relationships of the internet topology. En *Proceedings of the conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communication* (ACM., pp. 251-262).
- Faro, S. (2021). *Estudio tecnológico de las asas tubulares verticales en el noreste de la Peneínsula Ibérica* [Trabajo de fin de máster].
- Farré, J., Mestres, J., Senabre, M. R., y Feliu, J. (2002). El jaciment de Mas d'en Boixos (Pacs del Penedès, Alt Penedès). Un espai utilitzat des del Neolític fins l'època ibèrica. *Tribuna d'Arqueologia*, 1998-1999, 113-134.
- Faust, K. (2002). Las redes sociales en las ciencias sociales y del comportamiento. En J. Gil y S. Schmidt (Eds.), *Análisis de redes sociales. Aplicaciones en ciencias sociales* (Instituto de Matemáticas Aplicadas y Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México).
- Faust, K. (2005). Using Correspondence Analysis for Joint Displays of Affiliation Networks. En P. J. Carrington, J. Scott, y S. Wasserman (Eds.), *Models and Methods in Social Network Analysis* (pp. 117-147). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811395.007>
- Fedoséev, P. N., Rodríguez, M., y Ruzavin, G. (1978). *Metodología del conocimiento científico*. Editorial de Ciencias Sociales de La Habana.

- Fíguls, A. (2020). *L'explotació del salí cardoní i l'influx a les comunitats del Neolític mig ple establertes en la Depressió Central catalana, Prepirineu central català i Pirineu andorrà*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Fíguls, A., y Weller, O. (2012). Assaig sobre la xarxa d'intercanvis de recursos naturals, béns semielaborats i béns acabats en roques metamòrfiques i ígnies al "Solsonià". En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC)*. Rubricatum (Vol. 5, pp. 223-231).
- Flake, G. W., Lawrence, S., Giles, C. L., y Coetzee, F. M. (2002). Self-organization and identification of Web communities. *Computer*, 35(3), 66-70. <https://doi.org/10.1109/2.989932>
- Fontanals-Coll, M. (2015). *Estudi dels modes de subsistència de les comunitats neolítiques del nord-est de la península ibèrica. Reconstrucció paleodietètica a partir dels isòtops estables*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Fontanals-Coll, M., Subirà, M. E., Díaz-Zorita, M., Duboscq, S., y Gibaja, J. F. (2015). Investigating palaeodietary and social differences between two differentiated sectors of a Neolithic community, La Bòbila Madurell-Can Gambús (north-east Iberian Peninsula). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 3, 160-170. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.013>
- Fontanals-Coll, M., Subirà, M. E., Díaz-Zorita, M., y Gibaja, J. F. (2017). First insight into the Neolithic subsistence economy in the north-east Iberian Peninsula: Paleodietary reconstruction through stable isotopes: The Neolithic Subsistence in the NE Iberia. *American Journal of Physical Anthropology*, 162(1), 36-50. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23083>
- Fortea, J. (1973). *Los Complejos Microlaminares y Geométricos del Epipaleolítico Mediterráneo Español* (Memorias del Seminario de Prehistoria y Arqueología 4.).
- Fortea, J., Martí, B., y Juan-Cabanilles, J. (1987). La industria lítica tallada del Neolític antic en la vertiente mediterrànea de la Península Ibèrica. *Lucentum*, VI, 7-21.
- Fortó, A., Martínez, P., y Muñoz, V. (2005). El jaciment arqueològic de Ca l'Estrada (Canovelles). *Lauro*, 28, 5-16.
- Fortó, A., Martínez, P., y Muñoz, V. (2006). Ca l'Estrada (Canovelles, Vallès Oriental): Un exemple d'ocupació de la plana vallesana des de la prehistòria a l'alta edat mitjana. *Tribuna d'Arqueologia*, 2004-2005, 45-70.
- Fortó, A., y Vidal, A. (Eds.). (2016). *Comunitats agrícoles al Pirineu. L'ocupació humana a Juberrí durant la segona meitat del Vè mil·lenni cal AC (Feixa del Moro, Camp del Colomer i Carrer Llinàs 28, Andorra)*.
- Fortó, A., Vidal, A., y Maese, X. (2009). Darreres troballes del Neolític a Juberrí (Andorra). *Cota Zero: revista d'arqueologia i ciència*, 24, 14-16.
- Fowler, K. D. (2004). *Neolithic Mortuary Practices in Greece*. (BAR International Series). Oxford: Archaeopress.

- Freeman, L. C. (1977). A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, 40(1), 35. <https://doi.org/10.2307/3033543>
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.
- Freeman, L. C. (2004). *The development of social network analysis* (Empirical Press).
- Freeman, L. C. (2005). Graphic techniques for exploring social network data. En P. K. Carrington, J. Scott, y S. . Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (Cambridge University Press, pp. 248-268).
- Fulminante, F. (2012). Social network analysis and the emergence of central places: A case study from Central Italy (Latium Vetus). *BABESCH*, 87, 27-53.
- Gabriel, K. R., y Sokal. (1969). A new statistical approach to geographic variation analysis. *Systematic Zoology*, 18, 259-278.
- Gándara, M. (1993). El análisis de posiciones teóricas: Aplicaciones a la arqueología social. *Boletín de Antropología Americana*, 27.
- Gándara, M., López, F., y Rodríguez, I. (1985). Arqueología y marxismo en México. *Boletín de Antropología Americana*, 11.
- García, P., Aura, E., Bernabeu, J., y Jordá, J. F. (2010). Nuevas perspectivas sobre la neolitización en la cueva de Nerja (Málaga-España) la cerámica de la sala del vestíbulo. *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, 66, 109-132.
- García-Borja, P., Salazar-García, D. C., Pérez-Fernández, A., Pardo-Gordó, S., y Casanova, V. (2011). El Neolítico antiguo cardial y la Cova de la Sarsa (Bocairent, València). Nuevas perspectivas a partir de su registro funerario. *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 62, 175-195.
- García-Gazólaz, J., y Sesa-Sesma, J. (2007). Enterramientos en el poblado neolítico de Los Cascajos (Los Arcos). En J. Sesa-Sesma, M. I. Tabar, y J. García-Gazólaz (Eds.), *La tierra te sea leve: Arqueología de la muerte en Navarra* (pp. 52-58).
- García-Sanjuán, L., y Díaz del Río, P. (2006). Advances, problems and perspectives in the study of social inequality in Iberian Late Prehistory. En P. Díaz del Río y L. García-Sanjuán (Eds.), *Social Inequality in Iberian Late Prehistory* (pp. 1-9).
- García-Valdecasas, J. I. (2011). La Simulación Basada En Agentes: Una Nueva Forma de Explorar Fenómenos Sociales. *Reis*, 136, 91-110.
- Gassin, B., Léa, V., Astruc, L., y Linton, J. (2010). Management in the Chassey Culture Neolithic. *Human Evolution*, 25(1-2), 125-142.
- Ghafouri, S., y Khasteh, S. H. (2020). A survey on exponential random graph models: An application perspective. *PeerJ Computer Science*, 6, e269. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.269>

- Gibaja, J. F. (2002). *La función de los instrumentos líticos como medio de aproximación socio-económica. Comunidades del V-IV milenio cal BC en el noreste de la Península Ibérica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gibaja, J. F. (2003a). *Comunidades neolíticas del noreste de la Península Ibérica. Una aproximación socio-económica a través del estudio de la función de los útiles líticos* (BAR International Series). Oxford: Archaeopress.
- Gibaja, J. F. (2003b). Instrumentos líticos de las necrópolis neolíticas catalanas. Comunidades de inicios del IV milenio Cal BC. *Complutum*, 14, 55-71.
- Gibaja, J. F. (2003c). *La función de los instrumentos líticos como medio de aproximación socio-económica. Comunidades neolíticas del V-IV milenio en el noreste de la Península Ibérica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gibaja, J. F. (2004). Prácticas funerarias durante el neolítico en Cataluña. Los enterramientos en la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente. *Mainake*, 26, 9-27.
- Gibaja, J. F., y Carvalho, A. F. (2010). Un paso en un largo camino por recorrer. En Gibaja, J.F. y A. F. Carvalho (Eds.), *Os últimos caçadores-recolectores e as primeiras comunidades productoras do sul da Península Ibérica e do norte de Marrocos. Actas do Workshop (Faro, 2-4 de Novembro de 2009)*.
- Gibaja, J. F., y Clemente, I. (1996). Análisis funcional del material lítico en las sepulturas de la Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Barcelona). En F. Borrell, J. Bosch, y A. Ribes (Eds.), *I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Rubricatum* (Vol. 1, pp. 183-189).
- Gibaja, J. F., Clemente, I., y Vila, A. (1999). Una aproximación a través del análisis funcional a sociedades neolíticas del noreste peninsular: Las necrópolis de la Bòbila Madurell y el Camí de Can Grau. En P. Bueno-Ramírez y R. De Balbín Behrmann (Eds.), *II Congreso del Neolítico en la Península Ibérica. SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia* (pp. 129-136).
- Gibaja, J. F., Duboscq, S., Martín, A., Roig, J., Oms, F. X., Nadal, J., Mozota, M., Oliva, M., Coll, J. M., Mestres, J., Palomo, A., Remolins, G., Terradas, X., Masclans, A., Albizuri, S., y Allièse, F. (2016). Caractérisation de l'outillage, des récipients et des ornements des sépultures de la culture des «Sepulcros de Fosa». En T. Perrin, J. F. Gibaja, y G. Goude (Eds.), *Le Chasséen, des Chasséens: Retour sur une culture nationale et ses parallèles, sepulcres de fossa. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014* (pp. 47-57). Archives d'écologie préhistorique.
- Gibaja, J. F., y Gassin, B. (2015). Use-Wear Analysis on Flint Tools. Beyond the Methodological Issues. En J. Marreiros, J. F. Gibaja, y N. Ferreira (Eds.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology. Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique* (Springer, pp. 41-58).
- Gibaja, J. F., Majó, T., Chambon, P., Ruíz, J., y Subirà, M. E. (2010). Prácticas funerarias durante el neolítico. Los enterramientos infantiles en el noreste de la Península Ibérica. *Complutum*, 21(2), 46-68.

- Gibaja, J. F., Morell, B., Barceló, J. A., Duboscq, S., Masclans, A., Remolins, G., Roig, J., Martín, A., González, P., Plasencia, J., Coll, J. M., y Subirà, M. E. (2017). The Chronology of the Neolithic Necropolis Bòbila Maduella-Can Gambús in the Northeast Iberian Peninsula: Dating the Pit Burials Cultural Horizon and Long-Range Raw Material Exchange Networks. *Radiocarbon*, 59(6), Article 6. <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.131>
- Gibaja, J. F., Morell, B., López-Onaindia, D., Zémour, A., Bosch, A., Tarrús, J., y Subirà, M. E. (2018). Nuevos datos cronológicos sobre la cueva sepulcral neolítica de l'Avellaner (Les Planes d'Hostoles, Girona). *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 145-155. <https://doi.org/10.21630/maa.2018.69.01>
- Gibaja, J. F., Mozota, M., Subirà, M. E., Martín, A., y Roig, J. (Eds.). (2017). *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 1).
- Gibaja, J. F., Mozota, M., Subirà, M. E., Martín, A., y Roig, J. (Eds.). (2018). *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 2).
- Gibaja, J. F., Mozota, M., Subirà, M. E., Martín, A., y Roig, J. (Eds.). (2019). *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 3).
- Gibaja, J. F., Mozota, M., Subirà, M. E., Martín, A., y Roig, J. (Eds.). (2022). *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 4).
- Gibaja, J. F., y Terradas, X. (2012). Tools for Production, Goods for Reproduction. The Function of Knapped Stone Tools at the Neolithic Necropolis of Can Gambús-1 (Sabadell, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 11, 463-472.
- Gibaja, J. F., y Wunsch, G. (2002). Procesamiento estadístico del ajuar depositado en la necrópolis neolítica de la Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallés, Barcelona): La función de los instrumentos lítico. En *Análisis Funcional: Su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas* (pp. 227-235). BAR Internacional Series.
- Gill, J. (2014). *Bayesian Methods: A Social and Behavioral Sciences Approach* (Hall. CRC press).
- Gillespie, C. S. (2015). Fitting heavy tailed distributions: The powerLaw package. *Journal of Statistics and Software*, 64, 1-16.
- Giomi, E., y Peeples, M. A. (2019). Network analysis of intrasite material networks and ritual practice at Pueblo Bonito. *Journal of Archaeological Science*, 53, 22-31.
- Gironès, I., Molist, M., y Pardo-Gordó, S. (2020). Análisis tecnopológico y cronológico de la industria lítica superficial recuperada en las terrazas del cauce del bajo Ebro. *Zephyrus*, 86, 15-42. <https://doi.org/10.14201/zephyrus2020861542>
- Gjesfjeld, E., y Phillips, S. C. (2013). Evaluating adaptive network strategies with geochemical sourcing data: A case study from the Kuril Islands. En C. Knappett y R. Rivers (Eds.), *New approaches in regional network analysis* (Oxford University Press).
- Godsil, C., y Royle, G. (2001). *Algebraic Graph Theory* (Vol. 207). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0163-9>

- Golitzko, M., Meierhoff, J., Feinman, G. M., y Williams, P. R. (2012). Complexities of collapse: The evidence of Maya obsidian as revealed by social network graphical analysis. *Antiquity*, 86(332), 507-523. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00062906>
- Gómez, A., y Congia, C. (2011). La cerámica impresa con decoración cardial: Cerdeña versus Cataluña una aproximación a la Reconstrucción de la cadena operativa. *Estrat Crític: Revista d'Arqueologia*, 5(2), 258-273.
- González, C. (2004). *Las Nuevas Ciencias y las Ciencias Sociales*. Anthropos/Instituto de Investigaciones Sociales.
- González, J., Breu, A., y Gómez, A. (2017). Dinámica de uso y amortización de la cabaña epicardial del yacimiento de Reina Amàlia 31-33 (Barcelona) a través de modelos Bayesianos. En J. A. Barceló, I. Bogdanovich, y B. Morell (Eds.), *Cronometrías para la història de la Península Ibérica. Iber-Crono* (pp. 46-54).
- González-Sampériz, P., Aranbarri, J., Pérez-Sanz, A., Gil-Romera, G., Moreno, A., Leunda, M., Sevilla-Callejo, M., Corella, J. P., Morellón, M., Oliva, B., y Valero-Garcés, B. (2017). Environmental and climate change in the southern Central Pyrenees since the Last Glacial Maximum: A view from the lake records. *CATENA*, 149, 668-688. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.07.041>
- Goodenough, W. H. (1965). Rethinking «status» and «role»: Toward a general model of the cultural organization of social relationships. En M. Bantond (Ed.), *The relevance of models for social anthropology*.
- Graham, S. (2006). Networks, agent-based models and the Antonine itineraries: Implications for Roman archaeology. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 19(1), 45-64.
- Gramsci, A. (1999). *Cuadernos de la cárcel (Vol. 2)*. (Era).
- Granovetter, M. (2022). Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, 31.
- Greenacre, M. J. (1984). *Theory and applications of correspondence analysis*. London: Academic Press.
- Gronenborn, D. (2009). Climate fluctuations and trajectories to complexity in the Neolithic towards a theory. *Documenta Praehistorica*, XXXVI, 97-110.
- Gronenborn, D. (2010). Climate, crises, and the neolithisation of central Europe between IRD-events 6 and 4. En D. Gronenborn y J. Petrasch (Eds.), *The Spread of the Neolithic to central Europe. International Symposium* (Mainz: Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, pp. 61-81).
- Guilaine, J. (1974). *La balma de Montbolo et le néolithique de l'Occident méditerranéen* (Institut Pyrénéen d'études anthropologiques).
- Guilaine, J. (2001). La Diffusion de l'Agriculture en Europe: Une Hypothèse Arythmique. *Zephyrus*, 53-54, 267-272.

- Guilaine, J. (2014). Transitions en Méditerranée ou Comment des Chasseurs Deviennent Agrculteurs. En C. Manen, T. Perrin, y J. Guilaine (Eds.), *La Transition Néolithique En Méditerranée*.
- Guilaine, J., Barbaza, J., y Martzluff, M. (2008). *Les excavacions a la balma de la Margineda (1979-1991)* (Govern d'Andorra).
- Guilaine, J., Freises, A., y Montjardin, R. (1984). *Leucate-Corrège, un habitat noyé du Néolithique cardial* (Centre d'anthropologie des Sociétés rurales).
- Guilaine, J., Manen, C., y Vigne, J. D. (2007). Du Mésolithique au Néolithique en Méditerranée de l'Ouest: Aspects culturels. En J. Guilaine, C. Manen, y J. D. Vigne (Eds.), *Pont de Roque-Haute: Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne* (pp. 303-322). Archives d'écologie préhistorique.
- Guilaine, J., y Muñoz, A. (1964). La civilisation catalane des «sepulcros de fosa» et le sépultures néolithiques du Sud de la France. *Rivista di studi liguri*, 30, 5-30.
- Habiba, Athenstädt, J. C., Mills, B. J., y Brandes, U. (2018). Social networks and similarity of site assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 92, 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.11.002>
- Haggett, P., y Chorley, R. J. (1969). *Network analysis in geography* (Arnold). Sage Publications.
- Hammer, O., Harper, D. A., y Ryan, P. D. (2001). *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis* [Software].
- Handcock, M. S., Hunter, D. R., Butts, C. T., Goodreau, S. M., y Morris, M. (2008). Statnet: Software tools for the representation, visualization, analysis and simulation of network data. *Journal os Statistical Software*, 24, 1548.
- Harary, F. (1969). *Graph Theory* (Addison-Wesley).
- Harary, F., y Norman, R. Z. (1953). *Graph Theory as a Mathematical Model in Social Science*. (Ann Arbor:).
- Harary, F., Norman, R. Z., y Cartwright, D. (1965). *Structural Models*.
- Harris, J. K. (2013). *An Introduction to Exponential Random Graph Modeling* (Sage Publications).
- Havemann, R. (1967). *Dialéctica sin dogma* (Ariel).
- Hayden, B. (1995). Pathways to power: Principles for creating socioeconomic inequalities. En D. T. Price y G. M. Feinman (Eds.), *Foundations of Social Inequality* (Plenum Press, pp. 15-86).
- He, X. (2019). *Duoyuan tongji fenxi 多元统计分析 (Multivariate Statistical Analysis)*. Beijing: China Renmin University Press.

- Heringa, J. (2001). *Sequence Similarity* (John Wiley & Sons).
- Holdaway, S., y Wandsnide, L. (2005). *Time in archaeology: Time perspectivism revisited* (University of Utah Press).
- Huet, T., Cubas, M., Gibaja, J. F., Oms, F. X., y Mazzucco, N. (2022). NeoNet Dataset. Radiocarbon Dates for the Late Mesolithic/Early Neolithic Transition in the North Central-Western Mediterranean Basin. *Journal of Open Archaeology Data*, 10, 3. <https://doi.org/10.5334/joad.87>
- Irwin-Williams, C. (1977). A network model for the analysis of Prehistoric trade. En T. K. Earle y J. Ericson (Eds.), *Exchange systems in Prehistory* (New York: Academic, pp. 41-151).
- Isaksen, L. (2007). *Network Analysis of Transport Vectors in Roman Baetica*. 13.
- Isaksen, L. (2008). The application of network analysis to ancient transport geography: A case study of Roman Baetica. *Digital Medievalist*, 4.
- Isern, N., Fort, J., Carvalho, A. F., Gibaja, J. F., y Ibañez, J. (2014). The neolithic transition in the Iberian Peninsula: Data analysis and modeling. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 21(2), 477-460.
- Izquierdo, L. R., Galán Ordax, J. M., Santos, J. I., y Del Olmo Martínez, R. (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, 0(16), 85. <https://doi.org/10.5944/empiria.16.2008.1391>
- Jaccard, P. (1912). The distribution of the Flora in the alpine zone. *New Phytologist*, 11(2), 37-50.
- Jenkins, S. P. (1991). The measurement of economic inequality. En L. Vosberg (Ed.), *Readings on Economic Inequality*. Armonk: Sharpe ME.
- Jeunesse, C. (1997). *Pratiques funéraires au néolithique ancien. Sépultures et nécropoles danubiennes 5500-4900 av. J.-C* (Errance).
- Jiménez-Puerto, J. (2021). *NODE TURNOVER RATIO (NTR) Calculator (2.0)* [Software]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6323259>
- Jiménez-Puerto, J. (2022a). *CHRONARCH-Atribución a ventanas temporales de dataciones por C14 (1.00)* [Software]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7375584>
- Jiménez-Puerto, J. (2022b). *Conectando con el pasado. Redes sociales en la prehistoria reciente*. Universidad de Valencia.
- Jin, I. H., Liang, F., y Yuan, Y. (2013). Bayesian analysis for exponential random graph models using the adaptive exchange sampler. *Statistics and Its Interface*, 6(4), 559-576. <https://doi.org/10.4310/SII.2013.v6.n4.a13>
- Juan-Cabanilles, J. (2008). *El utillaje de piedra tallada en la Prehistoria reciente valenciana: Aspectos tipológicos, estilísticos y evolutivos*. Universitat de València.

- Kadushin, CH. (2013). *Comprender las redes sociales. Teorías, conceptos y hallazgos* (entro de Investigaciones Sociológicas).
- Kandler, A., y Caccioli, F. (2016). Networks, Homophily, and the Spread of Innovation. En T. Brughmans, A. Collar, y F. Coward (Eds.), *The Connected Past. Challenges to Network Studies in Archaeology and History* (pp. 175-198). Oxford University Press.
- Kapferer, B. (1969). Norms and the manipulation of relationships in a work context. En M. Mitchell (Ed.), *Social networks in urban situations: Analyses of personal relationships in Central African towns* (Manchester University Press).
- Kintigh, K. (2006). The Promise and Challenge of Archaeological Data Integration. *American Antiquity*, 71(3), 567-578.
- Kleinberg, J. (2000). Navigation in a small world. *Nature*, 406, 845.
- Knappett, . (2011). *An archaeology of interaction: Network perspectives on material culture and society* (Oxford University Press).
- Knappett, C., Evans, T., y Rivers, R. (2008). Modelling maritime interaction in the Aegean Bronze Age. *Antiquity*, 82(318), 1009-1024. <https://doi.org/10.1017/S0003598X0009774X>
- Knappett, C., Evans, T., y Rivers, R. (2011). The Theran eruption and Minoan palatial collapse: New interpretations gained from modelling the maritime network. *Antiquity*, 85(329), 1008-1023.
- Knappett, C., y Rivers, R. (Eds.). (2013). *New approaches in regional network analysis* (Oxford University Press).
- Knox, H., Savage, M., y Harvey, P. (2006). Social networks and the study of relations: Networks as method, metaphor and form. *Economy and Society*, 35(1), 113-140. <https://doi.org/10.1080/03085140500465899>
- Kopnin, P. (1966). *Lógica dialéctica*.
- Ladefoged, T. N., Gemmell, C., McCoy, M., Jorgensen, A., Glover, H., Stevenson, C., y O'Neale, D. (2019). Social network analysis of obsidian artefacts and Māori interaction in northern Aotearoa New Zealand. *PLOS ONE*, 14(3), e0212941. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212941>
- Le Bras-Goude, G., Binder, D., Zémour, A., y Richards, M. P. (2010). New radiocarbon dates and isotope analysis of Neolithic human and animal bone from the Fontbrégoua Cave (Salernes, Var, France). *Journal of Anthropological Sciences*, 88, 167-178.
- Léa, V. (2004). *Les industries lithiques du Chasséen en Languedoc occidental. Caractérisation par l'analyse technologique*. (BAR International Series). Oxford: Archaeopress.
- Léa, V. (2012). The Diffusion of Obsidian in the Northwestern Mediterranean: Toward a New Model of the Chassey Culture? *Journal of Mediterranean Archaeology*, 25(2), 147-173.

- Léa, V., Gassin, B., y Briois, F. (2004). Fonctionnement des réseaux de diffusion des silex bédouliens du Vème au IVème millénaire: Questions ouvertes. En h. Dartevelle (Ed.), *Auvergne et Midi. Actualité de la recherche. V Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente* (pp. 405-420). Éditions du Sud-Ouest.
- Léa, V., Pellissier, M., Gratuze, B., Boucetta, S., y Lepère, C. (2010). Renouvellement des données sur la difusión de l'obsidienne sarde en contexte chasséen (Midi de la France): La découverte du site des Terres Longues (Trets, Bouches-du-Rhône). En C. Lugliè (Ed.), *L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo. Nuovi apporti sulla diffusione, sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia* (pp. 157-185).
- Léa, V., y Vaquer, J. (2010). Diffusion et échanges au Néolithique en Méditerranée nord-occidental. En X. Delestre y H. Marchesi (Eds.), *Archéologie des rivages Méditerranéens, 50 ans de recherch. Actes du colloque d'Arles 28-29-30 octobre 2009* (pp. 199-210).
- Linton, R. (1936). *The Study of Man*.
- Llongueras, M., Marcet, R., y Petit, M. A. (1980). Matériaux Chasséens probables de la province de Barcelone. En *Le groupe de Vèraza et la fin des temps néolithiques dans le Sud de la France et la Catalogne*.
- Llongueras, M., Marcet, R., y Petit, M. A. (1981). *Ceràmica del tipus «Chassey» a Catalunya*. 185-193.
- Llongueras, M., Marcet, R., y Petit, M. A. (1986). La cultura catalana de los Sepulcros de Fossa y su relación con el Chasseense. En J. P. Demoule y J. Guilaine (Eds.), *Le Néolithique de la France* (pp. 251-259).
- Lock, G., y Molyneaux, B. (2006). *Confronting scale in Archaeology* (Springer Press).
- Lozano, S., y Capuzzo, G. (2020). Modelos cronométricos en OxCal. En J. A. Barceló y B. Morell (Eds.), *Métodos cronométricos en arqueología, historia y paleontología* (pp. 315-328). Dextra Editorial.
- Lozano, S., Ganguly, N., Deutsch, A., y Mukherjee, A. (2009). Dynamics of Social Complex Networks: Some Insights into Recent Research. En *Dynamics On and Of Complex Networks: Applications to Biology, Computer Science, and the Social Sciences (Modeling and Simulation in Science, Engineering and Technology)* (Springer Science, pp. 133-143).
- Lull, V. (1988). Per una definició materialista de l'Arqueologia. En *Corrents Teòrics en Arqueologia* (Editorial Columna, pp. 9-21).
- Lull, V. (2007). *Los objetos distinguidos. Arqueología como excusa*. (Bellaterra).
- Lull, V., y Micó, R. (2001). Teoría arqueológica III. Las primeras arqueologías posprocesuales. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 11-12, 21-41.
- Lull, V., y Picazo, M. (1989). Arqueología de la muerte y estructura social. *Archivo español de arqueología*, 62, 5-20.

- Lundberg, G. A., y Steele, M. (1938). Social Attraction-Patterns in a Village. *Sociometry*, 1(3/4), 375. <https://doi.org/10.2307/2785589>
- Lyne, A. M., Girolami, M., Atchadé, Y., Strathmann, H., y Simpson, D. (2015). On Russian Roulette Estimates for Bayesian Inference with Doubly-Intractable Likelihoods. *Statistical Science*, 30(4). <https://doi.org/10.1214/15-STS523>
- Macfarlane, A. (1883). Analysis of relationships of consanguinity and affinity. *Journal of the Royal Anthro-pological Institute of Great Britain and Ireland*, 12(46-63).
- Mafart, B., Baroni, I., y Onoratini, G. (2004). Les restes humains de la grotte de l'Adaouste du Néolithique ancien final (Bouches du Rhône, France): Cannibalisme ou rituel funéraire? *British Archaeological Report*, S1303, 289-294.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement* (Princeton University Press).
- Maluquer de Motes, J. (1950). La cultura neolítica del Vallés en el marco de la Prehistoria del Occidente Mediterráneo. *Arrona: revista d'Història*, 1-2, 61-75.
- Manning, C. D., Raghavan, P., y Schütze, H. (2008). *Introduction to Information Retrieval* (Cambridge University Press).
- Marin, A., y Wellman, B. (2011). Social Network Analysis: An Introduction. En J. Scott y P. J. Carrington (Eds.), *The Sage Handbook of Social Network Analysis* (pp. 11-25). Sage Publications.
- Martí, M., Pou, R., y Carlús, X. (1997). *La necròpolis del neolític mitjà i les restes romanes del Camí de Can Grau(La Roca del Vallès, Vallès Oriental). Els jaciments de Cal Jardiner (Granollers, Vallès Oriental)* (Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura.).
- Martín, A. (1992). Dinámica del Neolítico Antiguo y Medio en Cataluña. En P. Utrilla (Ed.), *Intercambios culturales durante la Prehistoria. Actas del Congreso Aragón y Litoral Mediterráneo* (pp. 317-333).
- Martín, A. (2009). Les sociétés du Néolithique moyen en Catalogne et leur gestion funéraire. En J. Guilaine (Ed.), *Du Néolithique à l'Histoire: Sépultures et sociétés. Séminaire du Collège de France. Collection des Hesperides. Editions Errance* (pp. 45-67).
- Martín, A., Biosca, A., y Albareda, M. J. (1985). *Excavacions a la cova del Frare (Matadepera, Vallès Occidental), dinàmica ecològica, seqüència cultural, i cronologia absoluta. Memòria d'excavació.* (Servei d'Arqueologia del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya).
- Martín, A., Edo, M., Tarrús, J., y Clop, X. (2010). Le Néolithique ancien de Catalogne (VI – première moitié du V millénaire av. J.C.). En C. Manen, F. Converti, D. Binder, y I. Sénépart (Eds.), *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale. Structures des productions céramiques* (pp. 197-214).
- Martín, A., y Joan-Muns, N. (1986). Posición Estratigráfica de Los Brazaletes de Pectúnculo de Cova Del Frare (Matadepera, Vallès Occidental): Algunas Cuestiones Referentes a Estas Arandelas de Pectúnculo En Cataluña. En *Homenatge Al Dr. Josep Maria Corominas*.

- Martín, A., Miret, J., Blanch, R. M., Aliaga, A., Enrich, R., Colomer, S., Albizuri, S., y Bosch, J. (1988). Campanya d'excavacions arqueològiques 1987-88 al jaciment de la Bòbila Madurell-Can Feu (Sant Quirze del Valles, Valles Occidental). *Arraona: revista d'Història*, 3, 9-23.
- Martín, A., Pou, R., Oms, X., Mestres, J., Martí, M., Esteve, X., Duboscq, S., y Gibaja, J. F. (2016). La question de l'homogénéité des pratiques funéraires dans la «Culture des Sepulcres de Fossa» du Néolithique moyen. Révision des typologies à la lumière des dernières découvertes. En T. Perrin, J. F. Gibaja, y G. Goude (Eds.), *Le Chasséen, des Chasséens: Retour sur une culture nationale et ses parallèles, sepulcres de fossa. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014* (pp. 407-420). Archives d'écologie préhistorique.
- Martín, A., y Tarrús, J. (1991). Les groupes de l'horizon Néolithique Moyen catalan et ses rapports avec le chasséen. En A. Beeching, D. Binder, J. C. Blanchet, C. Constantin, J. Duboulez, R. Martinez, D. Mordant, J. P. Thevenot, y J. Vaquer (Eds.), *Identité du Chasséen. Actes du Colloque international de Nemours* (pp. 81-90). Mémoire du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France.
- Martín, A., y Vaquer, J. (1995). El poblament dels Pirineus a l'Holocè, del Mesolític a l'edat del Bronze. En J. Bertranpetit y E. Vives (Eds.), *El Passat dels Pirineus des d'una perspectiva multidisciplinària. I Simposi de Poblament dels Pirineus* (pp. 35-73).
- Martín, P., y Albizuri, S. (2022). Restos de animales no manufacturados en el ámbito funerario del Neolítico medio del noreste peninsular: El caso excepcional de la Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Barcelona). En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 4, pp. 71-80).
- Martín, P., Albizuri, S., Nadal, J., Mozota, M., y Gibaja, J. F. (2019). Offerings, feasting, and psychopomps in the north-east of the Iberian Peninsula: The role of animals in the Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Barcelona) funerary ritual (late fifth millennium-early fourth millennium cal BC). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(12), 6615-6637.
- Martínez, J. (1997). Restes òssies i industria óssia de la necròpolis del Camí de Can Grau. En M. Martí, R. Pou, y X. Carlús (Eds.), *Excavacions arqueològiques a la Ronda sud de Granollers, 1994. La Necropolis del Neolític Mitjà i les restes romanes del Camí de Can Grau (La Roca del Vallès, Vallès Oriental). Els jaciments de Cal Jardiner (Granollers, Vallès Oriental)* (Generalitat de Catalunya, pp. 141-152).
- Martínez, P., Vidal, A., Fortó, A., y Turu, V. (2016). Els punxons de Juberrí. En A. Fortó y A. Vidal (Eds.), *Comunitats agrícoles al Pirineu. L'ocupació humana a Juberrí durant la segona meitat del Vè mil·lenni cal AC (Feixa del Moro, Camp del Colomer i Carrer Llinàs 28, Andorra)* (pp. 193-200).
- Martínez, P., Vidal, A., Fortó, A., Turu, V., Augé, O., Pujol, F., Fíguls, A., Maese, X., Mercadal, O., y Guilaine, J. (2016). *El Juberrí: La primera cultura pirenaica?* 103-115.
- Martínez-Grau, H., Jagher, R., Oms, F. X., Barceló, J. A., Pardo-Gordó, S., y Antolín, F. (2020). Global processes, regional dynamics. Radiocarbon data as a proxy for social dynamics at the end of the Mesolithic and during the Early Neolithic in the NW of the

- Mediterranean and Switzerland (c. 6200–4600 cal BC). *Documenta Praehistorica*, XLVII.
- Martínez-Grau, H., Morell-Rovira, B., y Antolín, F. (2021). Radiocarbon Dates Associated to Neolithic Contexts (Ca. 5900 – 2000 Cal BC) from the Northwestern Mediterranean Arch to the High Rhine Area. *Journal of Open Archaeology Data*, 9, 1. <https://doi.org/10.5334/joad.72>
- Martins, H., Oms, F. X., Pereira, L., Pike, A. W., Rowsell, K., y Zilhão, J. (2015). Radiocarbon dating the beginning of the Neolithic in Iberia: New results, new problems. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 28(1), 105-131.
- Marx, K. (1888). *Tesis sobre Feuerbach*.
- Masclans, A. (2017). *Estudi de les comunitats neolítiques de l'Horitzó dels Sepulcres de Fossa (nord-est de la península Ibèrica, c. 4.000-3.400 cal ANE) a partir de les anàlisis techno-funcionals dels artefactes polits i bisellats*. Universitat de Girona.
- Masclans, A. (2019). Los artefactos pulidos y biselados en las comunidades del Horizonte de los Sepulcros de Fosa en el nordeste de la península ibérica a través del estudio petrológico, funcional y tecnológico. *Trabajos de Prehistoria*, 76(1), 48-66.
- Masclans, A., Palomo, A., Gómez, D., Remolins, G., y Gibaja, J. F. (2017). Use-wear analysis of Neolithic polished axes and adzes: The site of Bòbila Madurell-Can Gambús (Northeast Iberian Peninsula). *Quaternary International*, 427, 158-174.
- Masvidal, G., González, P., y Mora, R. (2005). El conjunto cerámico de Bòbila Madurell (Sant Quirze del Vallès, Barcelona). Bases para su estudio funcional y contextual. En R. Ontañón, C. García-Moncó, y P. Arias (Eds.), *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica* (pp. 115-124).
- Masvidal, G., y Mora, R. (1999). El poblamiento neolítico en el Vallès (Barcelona): Problemática y propuesta para su estudio. En P. Bueno-Ramírez y R. De Balbín (Eds.), *II Congrès del Neolític a la Península Ibèrica. SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia* (pp. 299-306).
- Mazurié de Keroualin, K. (2003). *Genèse et diffusion de l'agriculture en Europe* (Editions Errance).
- Mazzucato, C. (2019). Socio-Material Archaeological Networks at Çatalhöyük a Community Detection Approach. *Frontiers in Digital Humanities*, 6, 8. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2019.00008>
- Mazucco, N. (2014). *The Human Occupation of the Southern Central Pyrenees in the Sixth-Third Millennia cal BC: a Traceological Analysis of Flaked Stone Assemblages*. Univseritat de Barcelona.
- Mazucco, N., Ibáñez, J. J., Capuzzo, G., Gassin, B., Mineo, M., y Gibaja, J. F. (2020). Migration, adaptation, innovation: The spread of Neolithic harvesting technologies in the Mediterranean. *PLOS ONE*, 15(4), e0232455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232455>

- McElreath, R., y Boyd, R. (2007). *Mathematical Models of Social Evolution: A Guide for the Perplexed* (University of Chicago Press).
- McGlade, J., y van der Leeuw, . (1997). Introduction: Archaeology and Non-Linear Dynamics - New Approaches to Long-Term Change. En S. van der Leeuw y J. McGlade, (Eds.), *Time, Process and Structured Transformation in Archaeology* (Routledge, pp. 1-31).
- Mercadal, O., y Vives, E. (1992). Noves dades sobre el ritual d'enterrament al neolític mitjà: L'exemple de la Bòbila Madurell. Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. 9é Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, 185-186.
- Merrill, M., y Read, D. (2010). A New Method Using Graph and Lattice Theory to Discover Spatially Cohesive Sets of Artifacts and Areas of Organized Activity in Archaeological Sites. *American Antiquity*, 75(3), 419-451. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.75.3.419>
- Mestres, J. (1981). El neolític antic evolucionat Postcardial al Penedès. *El Neolític a Catalunya. Taula rodona de Montserrat*, 69-74.
- Mestres, J. (1989). Les sepultures neolítiques de l'Hort d'en Grimau. *Olerdulae, 1-4*, 97-129.
- Mestres, J. (1992). Neolitització i territori. *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya. 9é Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*.
- Mestres, J., Nadal, J., Senabre, M. R., Socias, J., y Moragas, N. (1997). El Pujolet de Moja (Olèrdola, Alt Penedès), ocupació d'un territori durant el neolític i la primera edat del ferro. *Tribuna d'Arqueologia, 1995-1996*, 121-148.
- Mestres, J., y Tarrús, J. (2016). Les estructures de hàbitat en Catalunya durante el Neolítico medio: Entre el Chassey y los Sepulcros de Fosa. En T. Perrin, J. F. Gibaja, y G. Goude (Eds.), *Le Chasséen, des Chasséens: Retour sur une culture nationale et ses parallèles, sepulcres de fossa. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014* (pp. 289-302). Archives d'écologie préhistorique.
- Mihalcea, R., Corley, C., y Strapparava, C. (2006). Corpus-based and Knowledge-based Measures of Text Semantic Similarity. *AAAI*, 6, 775-780.
- Milgram, S. (1967). The small world problem. *Psychology Today*, 1(1), 61-67.
- Milgram, S. (1992). *The individual in a social world: Essays and experiments* (McGraw-Hill).
- Mills, B. J. (2016). *Communities of Consumption*. 25.
- Mills, B. J. (2017). Social Network Analysis in Archaeology. *Annual Review of Anthropology*, 46(1), Article 1. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102116-041423>
- Mills, B. J., Clark, J. J., Peeples, M. A., Haas, W. R., Roberts, J. M., Hill, J. B., Huntley, D. L., Borck, L., Breiger, R. L., Clauset, A., y Shackley, M. S. (2013). Transformation of social networks in the late pre-Hispanic US Southwest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(15), Article 15. <https://doi.org/10.1073/pnas.1219966110>

- Mills, B. J., Peeples, M. A., Haas, W. R., Borck, L., Clark, J. J., y Roberts, J. M. (2015). Multiscalar Perspectives on Social Networks in the Late Prehispanic Southwest. *American Antiquity*, 80(1), 3-24. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.79.4.3>
- Mills, B. J., Roberts, J. M., Clark, J. M. J., Hass, W. R., Peeples, M. A., y Borck, L. (2013). The dynamics of social networks in the Late Prehispanic U.S. southwest. En C. Knappett y R. Rivers (Eds.), *New approaches in regional network analysis* (Oxford University Press).
- Mitchell, M. (1969). *Social networks in urban situations: Analyses of personal relationships in Central African towns* (Manchester University Press).
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A Guided Tour*. (Oxford University Press).
- Mizoguchi, K. (2009). Nodes and edges: A network approach to hierarchisation and state formation in Japan. *Journal of Anthropological Archaeology*, 28(1), 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2008.12.001>
- Moinat, P., y Chambon, P. (Eds.). (2007). *Les cistes de Chamblandes et la place des coffres dans les pratiques funéraires du Néolithique moyen occidental. Actes du colloque de Lausanne. Cahiers d'Archéologie Romande*.
- Molist, M. (1992). El neolític mitjà a Catalunya: Estat del coneixement, debats i preguntes a inicis dels anys 90. *Estat de la investigació sobre el neolític a Catalunya*, 157-163.
- Molist, M., Bofill, M., Borrell, F., Bosch, J., Buxó, R., Chambon, P., Clop, X., Gibaja, J. F., Gómez, A., Nadal, J., Oliva, M., Ortiz, A., Saña, M., y Vicente, O. (2012). La caserna de Sant Pau del camp (Barcelona): Una aproximación a los modelos de circulación de productos e ideas en un contexto funerario postcardial. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC). Rubricatum* (Vol. 5, pp. 449-458).
- Molist, M., y Clop, X. (2010). Los orígenes del megalitismo en Cataluña en el marco de las prácticas funerarias del Neolítico. *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 32, 212-224.
- Molist, M., Codina, D., Pullia, F., Pardo-Gordó, S., Gómez, A., y Santos, M. (2020). Novetats del neolític antic i mitjà a la desembocadura del Ter: El conjunt dolmènic de Vilanera (l'Escala, Alt Empordà). *Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona*.
- Molist, M., Cruells, W., y Castells, J. (2007). Le groupe de «sépultures de Tavertet» dans le cadre des pratiques funéraires du Ve millénaire en Catalogne (Espagne). *Chaiers d'archéologie romande*, 61-68. <https://doi.org/10.5169/SEALS-835933>
- Molist, M., Gómez, A., Borrell, F., Ríos, P., y Bosch, J. (2016). El “Chassense” y los “Sepulcros de Fossa de Cataluña”: Relaciones complejas entre culturas arqueológicas vecinas. En T. Perrin, J. F. Gibaja, y G. Goude (Eds.), *Le Chasséen, des Chasséens: Retour sur une culture nationale et ses parallèles, sepulcres de fossa. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014* (pp. 143-158). Archives d'écologie préhistorique.

- Molist, M., Saña, M., y Buxó, R. (2003). El neolític a Catalunya: Entre la civilització de pastors i agricultors cavernícoles i els primers pagesos al pla. *Cota Zero: revista d'Arqueologia i Ciència*, 18, 34-53.
- Molist, M., Vicente, O., y Farré, J. (2008). El Jaciment de la caserna de Sant Pau del Camp: Aproximació a la caracterització d'un assentament del neolític antic. *Quaderns d'Arqueologia i Història de la ciutat de Barcelona*, 4, 15-24.
- Molist, M., Walter, C., y Castells, J. (1987). L'Àrea megalítica de Tavertet (Osona). *Cota Zero: revista d'Arqueologia i Ciència*, 3, 55-68.
- Monforte-Barberán, A., Cuevas, A., y Pardo-Gordó, S. (en prensa). Adornos personales, contextos funerarios y redes sociales. El horizonte de los Sepulcros de Fosa como caso de estudio. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*.
- Monforte-Barberán, A., Gironès, I., Bach, A., Breu, A., Bosch, J., Piera, M., Pardo-Gordó, S., Solias, J. M., y Molist, M. (en prensa). El jaciment del Molló i l'hàbitat a l'aire lliure de les terrasses de l'Ebre. *Tribuna d'Arqueologia. Actes I de la I Jornada sobre el hàbitat a l'aire lliure al neolític antic i mitjà a Catalunya: nous elements per a una síntesi*.
- Monforte-Barberán, A., Sisa-López de Pablo, J., Villarroja, E., Álvarez, R., Bach, A., Breu, A., Molist, M., y Rauret, A. M. (en prensa). Entre els altiplans del Cabrerès i la vall de Sau: El Dolmen de la Pineda de la serra i la transformació diacrònica de l'entorn. *VI Jornades d'Arqueologia a la Catalunya Central*.
- Morell, B. (2019). *La cronología como medio de interpretación social: Los contextos funerarios del NE de la Península Ibérica entre finales del V e inicios del IV milenio cal.BC*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Morell, B., Barceló, J. A., Oms, F. X., Remolins, G., Subirà, M. E., Chambon, P., y Gibaja, J. F. (2018). Tracing the chronology of neolithic pit and stone box burials in North-eastern Iberia. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 19, 491-504. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.03.024>
- Morell, B., Duboscq, S., Masclans, A., Remolins, G., Pou, R., Martí, M., Barceló, J. A., Oms, X., Santos, F. J., Mozota, M., Subirà, M. E., y Gibaja, J. F. (2018). Chronology of the Neolithic Necropolis at Camí de Can Grau (NE-Iberian Peninsula). Funerary pattern changes and long-distance raw material exchanges. *Comptes Rendus Palevol*, 17(6), Article 6. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2017.10.002>
- Moreno, J. L. (1934). *Who shall survive?* (DC: Nervous and Mental Disease Publishing Company).
- Moreno, J. L. (1946). Sociogram and sociomatrix: A note to the paper by Forsyth and Katz. *Sociometry*, 9, 384-349.
- Moreno, J. L. (1960). *The sociometry reader* (The Free Press).
- Moreno, J. L., y Jennings, H. H. (1938). Statistics of social configurations. *Sociometry*, 1, 342-374.

- Mozota, M., y Gibaja, J. F. (2015). For a few awls more. Bone tools in Northeastern Iberia Neolithic Burials (4th-5th millennia calBC). A morpho-technical and functional approach. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 4, 65-77.
- Munson, J. L. (2013). From metaphors to practice. Operationalizing network concepts for archaeological stratigraphy. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(2), 428-460.
- Munson, J. L., y Macri, M. J. (2009). Sociopolitical network interactions: A case study of the Classic Maya. *Journal of Anthropological Archaeology*, 28(4), 424-438. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2009.08.002>
- Muñoz, A. (1965). *La cultura neolítica de los Sepulcros de Fosa* (Instituto de Arqueología).
- Muñoz, A. (1997). La cultura de los sepulcros de fosa: Una sociedad neolítica. *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria Y Arqueología*, 10.
- Murray, T. (1999). *Time and archaeology* (Routledge Press).
- Nadal, J., y Mestres, J. (2019). El yacimiento de Pou Nou 2 (Sant Pere Molanta, Barcelona): Estructura funeraria E3. En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 3, pp. 23-26).
- Navarrete, V. (2017). *Domesticación animal y prácticas ganaderas iniciales en el noreste peninsular (5500-4700 cal ANE). Integración de los análisis de isótopos estables en arqueozoología*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Newman, M. E. J. (2001). Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results. *Physical Review E*, 64(1), 016131. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.64.016131>
- Newman, M. E. J. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(23), 8577-8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103>
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An introduction* (Oxford University Press).
- Newman, M. E. J., y Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Phys. Rev. E*, 69(2).
- Newman, M. E. J., y Park, J. (2003). Why social networks are different from other types of networks. *Physical Review E*, 68(3), 036122. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.68.036122>
- Newman, M. E. J., Watts, D. J., y Strogatz, S. H. (2002). Random graph models of social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(suppl_1), 2566-2572. <https://doi.org/10.1073/pnas.012582999>
- Newth, D. (2006). The structure of social networks. En P. I. Perez y D. F. Batten (Eds.), *Complex Science for a Complex World: Exploring Human Ecosystems with Agents* (ANU E Press, pp. 71-94).

- Northway, M. L. (1940). A method for depicting social relationships obtained by sociometric testing. *Sociometry*, 3, 144-150.
- Novack, G. (1981). *Para comprender la historia*. Pluma.
- Olària, C. (Ed.). (2020). *Cingle del Mas Nou: Vida y muerte en el 7000 BP. Un campamento temporal del Mesolítico reciente, inmerso en los procesos de neolitización, con inhumación colectiva* (Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques).
- Oliva, M. (2012). Los adornos, producto de intercambio de ideas, materias y tecnología. Contactos e influencias entre las comunidades prehistóricas en el noreste peninsular entre el VI-IV milenios a.n.e. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC)*. Rubricatum (Vol. 5).
- Oliva, M. (2015). *Aprofitament i transformació de matèries primeres per a l'elaboració d'ornaments durant la prehistòria recent (5600- 3400 cal. Ane) al nord-est de la península Ibèrica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Oliva, M. (2018). Els ornaments documentats en els contextos funeraris. En G. Remolins y J. F. Gibaja (Eds.), *Les valls d'Andorra durant el Neolític: Un encreuament de caminis al centre dels Pirineus* (p. 265-270). Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Oliva, M., y Terrats, N. (2018). Can Roqueta (Sabadell, Barberà Del Vallès, Barcelona). En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 2, pp. 245-262).
- Oms, F. X. (2014). *La neolitització del Nord-Est de la Península Ibèrica a partir de les datacions de 14(C) i les primeres ceràmiques impreses c.5600-4900 cal BC*. Universitat de Barcelona.
- Oms, F. X., Cebrià, A., Morales, J. I., y Pedro, M. (2016). Una inhumació cardial a la Cova Foradada (Calafell, Baix Penedès)? *Jornades d'Arqueologia del Penedès*, 117-124.
- Oms, F. X., Daura, J., Sanz, M., Mendiola, S., Pedro, M., y Martínez, P. (2017). First Evidence of Collective Human Inhumation from the Cardial Neolithic (Cova Bonica, Barcelona, NE Iberian Peninsula). *Journal of Field Archaeology*, 42(1), Article 1. <https://doi.org/10.1080/00934690.2016.1260407>
- Oms, F. X., Gibaja, J. F., Mazzucco, N., y Guilaine, J. (2016). Revisión radiocarbónica y cronocultural del Neolítico antiguo de la Balma Margineda (Aixovall, Andorra). *Trabajos de Prehistoria*, 73(1), 29-46. <https://doi.org/10.3989/tp.2016.12162>
- Oms, F. X., y Martín, A. (2018). Els primers pagesos i ramaders del nord-est de la Península Ibèrica: El Neolític ca. 5600-2300 cal Bc. En G. Remolins y J. F. Gibaja (Eds.), *Les valls d'Andorra durant el Neolític: Un encreuament de caminis al centre dels Pirineus*. Museu d'Arqueologia de Catalunya.

- Oms, F. X., Martín, A., Esteve, X., Mestres, J., Morell, B., Subirà, M. E., y Gibaja, J. F. (2016). The Neolithic in Northeast Iberia: Chronocultural Phases and 14 C. *Radiocarbon*, 58(2), Article 2.
- Oms, F. X., Mestres, J., Martínez-Grau, H., Laborda, R., Antolín, F., Bergadà, M. M., Emens, A., Gibaja, J. F., González-Olivares, C., Mangado, X., Martín, P., Mas, B., Nadal, J., y Fullola, J. M. (2021). Fases de ocupación y estratigrafía del asentamiento neolítico de Les Guixeres de Vilobí (Sant Martí Sarroca, Barcelona). *Trabajos de Prehistoria*, 78(2), Article 2. <https://doi.org/10.3989/tp.2021.12275>
- Oms, F. X., Petit, M. A., Morales, J. I., y García, M. S. (2012). Le processus de néolithisation dans les Pyrénées orientales. Occupation du milieu, culture matérielle et chronologie. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 109(4), 651-670.
- Orengo, H. A., y Livarda, A. (2016). The seeds of commerce: A network analysis-based approach to the Romano- British transport system. *Journal of Archaeological Science*, 66, 21-35.
- Östborn, P., y Gerding, H. (2015). The Diffusion of Fired Bricks in Hellenistic Europe: A Similarity Network Analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(1), 306-344. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9229-4>
- Pailles, M. (2014). Social network analysis of Early Classic Hohokam corporate group inequality. *American Antiquity*, 79(3), 465-486.
- Palacios, O. (2023). Aplicación del aprendizaje automático en Arqueología: ¿Un cambio de paradigma? *Vegueta: Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 147-186. <https://doi.org/10.51349/veg.2023.1.06>
- Palacios, O., Barceló, J. A., y Delgado, R. (2022). Exploring the role of ecology and social organisation in agropastoral societies: A Bayesian network approach. *PLOS ONE*, 17(10), e0276088. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276088>
- Palomo, A., Piqué, R., Terradas, X., Bosch, A., Buxó, R., Chinchilla, J., Saña, M., y Tarrús, J. (2014). Prehistoric Occupation of Banyoles Lakeshore: Results of Recent Excavations at La Draga Site, Girona, Spain. *Journal of Wetland Archaeology*, 14(1), 58-73. <https://doi.org/10.1179/1473297114Z.00000000010>
- Palomo, A., Terradas, X., Piqué, R., Rosillo, R., Bodganovic, I., Bosch, A., Saña, M., Alcolea, M., y Berihuete, M. (2018). Les Coves del Fem (Ulldemolins, Catalunya). *Tribuna d'Arqueologia*, 2015-2016, 88-103.
- Pardo-Gordó, S. (2017). Sistemas complejos adaptativos y simulación computacional en Arqueología. *Trabajos de Prehistoria*, 74(1), 9. <https://doi.org/10.3989/tp.2017.12181>
- Pardo-Gordó, S., y Barceló, J. A. (2020). Cronoestadística. En J. A. Barceló y B. Morell (Eds.), *Métodos cronométricos en arqueología, historia y paleontología* (pp. 477-496). Dextra Editorial.
- Pardo-Gordó, S., y Bergin, S. M. (2021). *Simulating Transitions to Agriculture in Prehistory*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-83643-6>

- Pardo-Gordó, S., Gómez, A., Molist, M., y Bernabeu, J. (2020). *Contextualizando la ceràmica impresa*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Paris, E. H. (2014). Cross-valley communities: Identity and interaction in Early Postclassic period highland Chiapas. *Journal of Anthropological Archaeology*, 34, 78-99. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2014.03.002>
- Parunak, H. V. D., Savit, R., y Riolo, R. L. (1998). Agent-Based Modeling vs Equation-Based Modeling: A Case Study and Users' Guide. En J. S. Sichman, R. Conte, y N. G. Gilbert (Eds.), *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation. Lecture Notes in Artificial Intelligence* (Springer-Verlag, pp. 10-25).
- Pascual, J. (1996). Los Adornos Del Neolítico I En El País Valenciano. *Recerques Del Museu d'Alcoi*, 5, 17-52.
- Pathin-Peytavy, A. C., y Mahieu, E. (1991). La sépulture épicaudiale de Barret-de-Lioure (Drôme). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 88(3), 91-96.
- Peeples, M. A. (2019). Finding a Place for Networks in Archaeology. *J Archaeol Res*, 27, 451-499.
- Pericot, L. (1950). *La civilización megalítica catalana y la cultura pirenaica*.
- Perlès, C. (2007). Échanges et technologie: L'exemple du Néolithique. En J. Évin (Ed.), *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. Actes du XXVI^e Congrès préhistorique de France* (pp. 53-62). Société préhistorique française.
- Perlès, C. (2012). Le statut des échanges au Néolithique. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC). Rubricatum* (Vol. 5, p. 539-546).
- Pétrequin, P., Cassen, S. M., Gauthier, E., Klassen, L., Pailler, Y., y Sheridan, A. (2012). Typologie, chronologie et répartition des haches alpines en Europe occidentale. En P. Pétrequin, S. M. Cassen, M. Errera, L. Klassen, A. Sheridan, y A. M. Pétrequin (Eds.), *Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av. J.-C. Cahiers de la MSHE C.N. Ledoux. Presses Universitaires de France-Comté* (pp. 574-727).
- Petrinelli, C., y Vassanelli, A. (2021). The First Italian Farmers: The Role of Stone Ornaments in Tradition, Innovation, and Cultural Change. *Open Archaeology*, 7(1), 1398-1424.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity* (John Wiley & Sons, Inc).
- Piera, M. (2010). El jaciment neolític del Pla del Gardelo (Juneda). *Trobades d'estudiosos de les Garrigues*, 59-68.
- Piera, M., Pla, A., Antolín, F., Alonso, N., Camarós, E., Clop, X., Gibaja, J. F., Saña, M., y Gallart, J. (2008). El Collet de Puigròs. Un assentament a l'aire lliure de l'època neolítica. En J. Gelonch, J. Graus, y J. Quer (Eds.), *Fites en el temps. Trobades d'estudiosos de les Garrigues* (pp. 23-48).

- Placencia, F. J. (2016). *Bòbila Madurell-Mas Duran: Formas de vida en el Neolítico medio y final del nordeste peninsular*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pou, R., y Martí, M. (1999). *El Camí de Can Grau, la Roca del Vallès: Una necròpolis de sepultures en fossa del neolític mitjà*. Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura.
- Pou, R., Martí, M., Bordas, A., Diaz, J., y Martín, A. (1996). La cultura de los Sepulcros de Fosa en el Vallés. Los yacimientos de “Bòbila Madurell i Camí de Can Grau” (St. Quirze del Vallès y La Roca del Vallès -Barcelona). En F. Borrell, J. Bosch, y A. Ribes (Eds.), *I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Rubricatum* (Vol. 1, pp. 519-526).
- Pou, R., Martí, M., Diaz, J., y Bordas, A. (1994). Estudio de la necrópolis del grupo de Sepulcros de Fosa del yacimiento de “Bòbila Madurell” (Sant Quirze del Vallès, Barcelona) en el contexto del neolítico medio reciente en Catalunya. *Actas dos Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, XXXIV, 61-80.
- Pou, R., Martí, M., Jordana, M., Malgosa, A., y Gibaja, J. F. (2010). L’enterrament del Neolític antic de la Plaça de la Vila de Madreid (Barcelona). Una estructura funerària del VIé mil·leni aC. *Quaderns d’Arqueologia i Història de la ciutat de Barcelona*, 6, 92-110.
- Prell, C. (2012). *Social Network Analysis. History, Theory y Methodology*. Sage Publications.
- Premo, L. (2010). *Equifinality and Explanation: The Role of Agent-Based Modeling in Postpositivist Archaeology* (A. Costopoulos y M. Lake, Eds.; Foundations of Archaeological Inquiry, pp. 28-37).
- Price, D. T. (1995). Social Inequality at the Origins of Agriculture. En D. T. Price y G. M. Feinman (Eds.), *Foundations of Social Inequality* (Plenum Press, pp. 129-155).
- Price, D. T., y Feinman, G. M. (2010). Social Inequality and the Evolution of Social Organization. En D. T. Price y G. M. Feinman (Eds.), *Pathways to Power: New Perspectives on the Emergence of Social Inequality* (Springer Editions, pp. 1-14).
- Prignano, L., Morer, I., y Diaz-Guilera, A. (2017). Wiring the Past: A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks. *Frontiers in Digital Humanities*, 4, 13. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00013>
- Quesada, M., y Hassan, S. (2012). La Investigación Mediante Simulación Social Multiagente. En M. Arroyo y I. Sebadoo (Eds.), *Metodología de la Investigación Social. Técnicas Innovadoras y sus Aplicaciones* (Síntesis).
- R Core Team. (2023). *A language and environment for statistical computing* (R Foundation for Statistical Computing).
- Radcliffe-Brown, A. R. (1952). *Structure and Function in Primitive Society*.
- Railsback, S. F., y Grimm, V. (2012). *Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction* (Princeton University Press).
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk-Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P.,

- Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., ... Talamo, S. (2020). The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62(4), 725-757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- Remolins, G., Gibaja, J. F., Fontanals-Coll, M., Martín, P., Masclans, A., Mazzucco, N., Mozota, M., Santos, F. J., Terradas, X., Oms, F. X., Oliva, M., Duboscq, S., Subirà, M. E., y Llovera, X. (2018). Les sepultures de la Feixa del Moro. En G. Remolins y J. F. Gibaja (Eds.), *Les valls d'Andorra durant el Neolític: Un encreuament de caminis al centre dels Pirineus* (pp. 185-195). Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Revelles, J. (2017). *Mid-Holocene vegetation history, climate change and Neolithic landscape transformation. Archaeopalynology in La Draga and Lake Banyoles (NE Iberian Peninsula)*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Reynoso, C. (1998). *Corrientes en antropología contemporánea*. Biblios.
- Ribé, G. (1996). Espacio y territorio entre el neolítico antiguo y medio en la región del Penedès. Bases y resultados de un programa de investigación arqueológica espacial en la Catalunya litoral y prelitoral. En F. Borrell, J. Bosch, y A. Ribes (Eds.), *I Congrés del Neolític a la Península Ibèrica. Rubricatum* (Vol. 1, pp. 379-390).
- Ricq de Bouard, M. (1994). *Péetrographie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne: L'outillage en pierre polie*.
- Ripoll, E., y Llongueras, M. (1963). *La cultura neolítica de los sepulcros de fosa en Cataluña* (Inst. de Prehistoria y Arqueología).
- Risch, R., y Martínez, F. (2008). Dimensiones naturales y sociales de la producción de hachas de piedra en el noreste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 65(1), 47-71.
- Rivers, R. (2016). Can archaeological models always fulfill our prejudices. En T. Brughmans, A. Collar, y F. Coward (Eds.), *The Connected Past. Challenges to Network Studies in Archaeology and History*. Oxford University Press.
- Rivers, R., Knappett, C., y Evans, T. (2013). Network Models and Archaeological Spaces. En A. Bevan y M. Lake (Eds.), *Computational Approaches to Archaeological Spaces* (p. 28). Routledge.
- Robert, T., Vanoli, F., Chiolo, I., Shubassi, G., Bernstein, K. A., Rothstein, R., Botrugno, O. A., Parazzoli, D., Oldani, A., Minucci, S., y Foiani, M. (2011). HDACs link the DNA damage response, processing of double-strand breaks and autophagy. *Nature*, 471(7336), 74-79. <https://doi.org/10.1038/nature09803>
- Robinson, W. S. (1951). A method for chronologically ordering archaeological deposits. *American Antiquity*, 16, 293-301.
- Roda, J. (2019). Fora de la norma? Mesolítici Neolític antic de la Font del Ros. *IV Jornades d'Arqueologia de la Catalunya Central*.

- Roda, X., Roy, M., Griera, M., Vega, S., Plasencia, J., Martínez-Moreno, J., y Mora, R. (2020). Fora de la norma? Mesolític i Neolític antic de la Font del Ros. *IV Jornades d'Arqueologia de la Catalunya Central*, 31-37.
- Rodríguez-Rellán, C., Fàbregas, R., Cassen, S. M., Pétrequin, P., y Faustino, A. (2021). Verde que te quiero. La circulación prehistórica de variscita y jadeíta en la península ibérica y Europa occidental. *Actualidad de la investigación arqueológica en España III (2020-2021). Conferencias impartidas en el Museo arqueológico nacional*.
- Roethlisberger, F. J., y Dickson, W. J. (1939). *Management and the worker* (Harvard Univ. Press).
- Roig, J. (2023). *El poblat neolític de Ca l'Estrada-2 de Canovelles (Vallès Oriental). Els primers pagesos i ramaders de fa 6500 anys al Vallès (4800-4450 aC)* (Ajuntament de Canovelles).
- Roig, J., y Coll, J. M. (2007). El paratge arqueològic de Can Gambús 1 (Sabadell, Vallès Occidental). *Tribuna d'Arqueologia*, 2005-2006, 85-109.
- Roig, J., Coll, J. M., Gibaja, J. F., Chambon, P., Villar, V., Ruiz, J., Terradas, X., y Subirà, M. E. (2010). La necrópolis de Can Gambús-1 (Sabadell, Barcelona). Nuevos conocimientos sobre las prácticas funerarias durante el Neolítico medio en el Noreste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 67(1), 59-84.
- Rosillo, R., Herrero-Otal, M., Barberà, A., Bibiana, A., Palomo, A., Bosch, A., Piqué, R., y Terradas, X. (en prensa). *Estat actual de les intervencions arqueològiques a la cova del Pasteral (la Cellera de Ter, la Selva)*. XVI Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona, Girona.
- Rosillo, R., Palomo, A., Tarrús, J., García, R., Antolín, F., Campeny, G., Clemente, I., Clop, X., García, E., Oliva, M., Piqué, R., y Saña, M. (2010). Darreres troballes de la prehistòria recent a l'Alt Empordà. Dos assentaments a l'aire lliure: La Serra del Mas Bonet (Vilafant) i els Banys de la Mercè (Capmany). *Tribuna d'Arqueologia*, 2008-2009.
- Rubio, I. (1995). Algunas cuestiones del Neolítico Peninsular: Datos para una revisión. *Algunas cuestiones del Neolítico Peninsular: Datos para una revisión. Isabel Rubio de Miguel Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 35, 79-96.
- Ruffini, G. R. (2008). *Social networks in Byzantine Egypt* (Cambridge University Press).
- Ruiz, A., y Padilla, P. (2012). Los modelos matemáticos en las ciencias sociales. *Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales*, 7, 115-126.
- Sabidussi, G. (1966). The centrality index of a graph. *Psychometrika*, 31(4), 581-603. <https://doi.org/10.1007/BF02289527>
- Salvini, A. (2010). Symbolic Interactionism and Social Network Analysis: An Uncertain Encounter. *Symbolic Interaction*, 33(3), 364-388. <https://doi.org/10.1525/si.2010.33.3.364>
- Sampson, E. E. (1962). Birth order, need achievement and conformity. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 64, 155-159.

- Sanahuja-Yll, M. E. (2002). *Cuerpos sexuados, Objetos y Prehistoria* (Colección Feminismos). Cátedra.
- Santini, S. I., y Jain, R. (1999). Similarity measures. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 21(9), 871-883.
- Saña, M. (1994). Gestió i explotació dels recursos faunístics (macrofauna). *El Neolític Postcardial a les Mines Prehistòriques de Gavà (Baix Llobregat)*. *Rubricatum*, 0, 179-185.
- Saña, M. (1998). Arqueozoologia i faunes neolítiques a Catalunya. Problemàtica plantejada entorn a la dinàmica del procés de domesticació animal. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 12, 99-110.
- Saña, M., Antolín, F., Bergadà, M. M., Castells, J., Craig, O., Edo, M., y Spiteru, C. (2015). Prácticas agropecuarias durante el Neolítico antiguo y medio en la cueva de Can Sadurní (Begues, Barcelona). *V Congreso do Neolítico Peninsular*, 57-66.
- Saxe, A. A. (1970). *Social Dimensions og Mortuary Practices*.
- Schich, M. (2009). *Rezeption und Tradierung als komplexes Netzwerk* (BieringyBrinkmann.).
- Schmitt, A. (2015). Pratiques mortuaires en fosse au Néolithique moyen dans le midi de la France: Caractérisations et éclairages interprétatifs. *L'Anthropologie*, 119(1), 1-37. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2014.10.013>
- Scholnick, J. B., Munson, J. L., y Macri, M. J. (2013). Positioning power in a multirelational framework: Social network analysis of Classic Maya political rhetoric. En C. Knappett y R. Rivers (Eds.), *New approaches in regional network analysis* (Oxford University Press, pp. 95-124).
- Schweinberger, M. (2011). Instability, Sensitivity, and Degeneracy of Discrete Exponential Families. *Journal of the American Statistical Association*, 106(496), 1361-1370. <https://doi.org/10.1198/jasa.2011.tm10747>
- Schweitzer, F., Fagiolo, G., Sornette, D., Vega-Redondo, F., Vespignani, A., y White, D. R. (2009). Economic networks: The new challenges. *Science*, 325(5939), 422-500.
- Scott, J., y Carrington, P. J. (2011). *The SAGE handbook of social network analysis*. Sage Publications.
- Seguí, M. B., Blasco, A., Capdevila, R. B., Villalba, M. J., Juan-Tresserras, J., y Edo, M. (1999). Del cardial al postcardial en la cueva de Can Sadurní (Begues, Barcelona): Primeros datos sobre su secuencia estratigráfica, paleoeconómica y ambiental. *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 2, 59-67.
- Serra Vilaró, J. (1927). *Civilització megalítica a Catalunya: Contribució al seu estudi* (Museu Aqueològic Diocesà).
- Sewell, W. H. (2005). *Logics of History: Social Theory and Social Transformation* (University of Chicago Press).

- Shennan, S. (Ed.). (1988). *Quantifying archaeology*. University of Iowa Press.
- Shennan, S., Downey, S. S., Timpson, A., Edinborough, K., Colledge, S., Kerig, T., Manning, K., y Thomas, M. G. (2013). Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe. *Nature Communications*, 4(1), 2486. <https://doi.org/10.1038/ncomms3486>
- Sindb k, S. M. (2007). The Small World of the Vikings: Networks in Early Medieval Communication and Exchange. *Norwegian Archaeological Review*, 40(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/00293650701327619>
- Smith, M. E., Dennehy, T., Kamp-Whittaker, A., Colon, E., y Harkness, R. (2014). Quantitative measures of wealth inequality in ancient Central Mexican communities. *Advances in Archaeological Practice*, 2, 311-323.
- Snijders, T. A. (2005). Models for longitudinal network data. En P. J. Carrington, J. Scott, y S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (Cambridge University Press).
- Song, N., Joseph, J. M., Davis, G. B., y Durand, D. (2008). Sequence similarity network common ancestry of multidomain proteins. *PLoS Comput. Biol.*, 4(4).
- Sosna, D., Galeta, P.,  mejda, L., Sladek, V., y Bruzek, J. (2013). Burials and Graphs: Relational Approach to Mortuary Analysis. *Social Science Computer Review*, 31(1), 56-70. <https://doi.org/10.1177/0894439312453277>
- Sporns, O. (2002). Network analysis, complexity, and brain function. *Complexity*, 8(1), 56-60.
- Steele, J., Adams, J., y Sluckin, T. (1998). Modelling Paleoindian dispersals. *World Archaeology*, 30, 286-305.
- Strogatz, S. H. (1994). *Nonlinear Dynamics and Chaos* (Perseus Book).
- Stuart, A., y Ord, J. K. (1994). *Kendall's Advanced Theory of Statistics*. Edward Arnold.
- Subir , M. E. (2006). *Informe antropològic de l'estructura MB-1-04-355 de la campanya d'excavacions de 2004 a Mas d'en Boixos (Pacs del Penedès)*. Universitat Aut noma de Barcelona.
- Subir , M. E. (2015). Las inhumaciones del Neolítico antiguo de Ca l'Estrada (Canovelles, Barcelona). *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 66, 135-145. <https://doi.org/10.21630/maa.2015.66.07>
- Swantek, L. A. (2017). *A Change Is Going to Come: A Complex Systems Approach to the Emergence of Social Complexity on Cyprus*. Arizona State University.
- Tainter, J. A. (1973). The social correlates of mortuary patterning at Kaloko, North Kona, Hawaii. *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania*, 8, 1-11.
- Tainter, J. A. (1975). Social inference and mortuary practices: An experiment in numerical classification. *World Archaeology*, 7, 1-15.

- Tainter, J. A. (1977). Modeling change in prehistoric social systems. En L. R. Binford (Ed.), *For Theory Building in Archaeology* (pp. 327-351).
- Tainter, J. A. (1978). Mortuary practices and the study of prehistoric social systems. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (pp. 105-141).
- Tan, P. N., Steinbach, M., y Kumar, V. (2005). *Introduction to Data Mining, first ed.* Addison-Wesley Longman (Publishing Co., Inc.).
- Tarradell, M. (1962). *Civilización de los Sepulcros de Fossa*.
- Tarrús, J. (1979). Neolític Antic i Montboló a les comarques gironines. Noves evidències?. *Pyrenae*, 15-16, 43-60.
- Tarrús, J. (Ed.). (2002). *Poblats, dòlmens i menhirs: Els grups megalítics de l'Albera, Serra de Rodes i Cap de Creus (Alt Empordà, Rosselló i Vallespir Oriental)* (Diputació de Girona).
- Tarrús, J. (2021). Megalithism in Catalonia: A brief overview. *Caralan Historical Review*, 14, 9-20.
- Tarrús, J., Chinchilla, J., Aliaga, A., y Mercadal, O. (1992). Ca n'Isach (Palau-saverdera): Un assentament a l'aire lliure del neolític mitjà. *Tribuna d'Arqueologia*, 1990-1991, 27-39.
- Tarrús, J., Chinchilla, J., Aliaga, A., y Mercadal, O. (2016). Ca n'Isach (Palau-saverdera): Un poblado neolítico V-IV milenio AC en la zona dolménica del Alt Empordà. *SIP. Del neolític a l'edat del bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en homenatge a Bernat Martí Oliver*, 19, 249-259.
- Ten, R., Morera, J., Gibaja, J. F., Oms, F. X., y Edo, M. (2018). La Cova dels Lladres (Vacarisses, Barcelona). En J. F. Gibaja, M. Mozota, M. E. Subirà, A. Martín, y J. Roig (Eds.), *Mirando a la muerte: Las prácticas funerarias durante el Neolítico en el noreste peninsular* (Vol. 2, pp. 212-219).
- Terradas, X., Bach, A., Borrell, F., Bosch, A., Clemente, I., de Diego, M., Edo, M., Gibaja, J. F., Herrero-Otal, M., López-Bultó, O., Mangado, X., Minguell, A., Mazzucco, N., Oliva, M., Oms, F. X., Ortega, D., Palomo, A., Piqué, R., y Romero-Brugués, S. (2022). Produccions i coneixences tècniques al neolític antic de Catalunya. *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 22. *Les primeres societats neolítiques de Catalunya, 5600-4500 aC: Estat de la qüestió i nous reptes de recerca*, 147-174.
- Terradas, X., y Gibaja, J. F. (2002). La gestión social del sílex melado durante el neolítico medio en el nordeste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 59(1), 29-48.
- Terradas, X., Gibaja, J. F., Borrell, F., Bosch, J., y Palomo, A. (2016). Des réseaux d'échanges entre les vallées du Rhône et de l'Ébre: Un point de vue du nord-est de la péninsule Ibérique. En T. Perrin, J. F. Gibaja, y G. Goude (Eds.), *Le Chasséen, des Chasséens: Retour sur une culture nationale et ses parallèles, sepulcres de fossa. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014* (pp. 191-202). Archives d'écologie préhistorique.

- Terradas, X., Gratuze, B., Bosch, J., Enrich, R., Esteve, X., Oms, F. X., y Ribé, G. (2014). Neolithic diffusion of obsidian in the western Mediterranean: New data from Iberia. *Journal of Archaeological Science*, 41, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.07.023>
- Toussaint, G. T. (1980). The relative neighbourhood graph of a finite planar set. *Pattern Recognition*, 12(4), 261-268.
- Tresset, A., y Vigne, J. D. (2007). Substitution of species, techniques and symbols at the Mesolithic-Neolithic transition in Western Europe. En A. Whittle y V. Cummings (Eds.), *Going over: The Mesolithic-Neolithic transition in NW Europe* (London: British Academy Press, pp. 144-189).
- Tresset, A., y Vigne, J. D. (2011). Last hunter-gatherers and first farmers of Europe. *Comptes Rendus Biologies*, 334(3), 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.010>
- Trubetzkoy, N. S. (1976). *Principios de fonología*. Cincel.
- Utrilla, P., Lorenzo, J. I., Baldellou, V., Sopena, M. C., y Ayuso, P. (2008). Enterramiento masculino en Fosa, cubierto de cantos rodados, en el Neolítico antiguo de la Cueva de Chaves. En M. S. Hernández-Pérez, J. A. Soler-Díaz, y J. A. López-Padilla (Eds.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular* (pp. 131-140).
- Vaquer, J. (1975). La céramique chasséenne du Languedoc. *Atacina*, 8.
- Vaquer, J. (1990). *Le Néolithique en Languedoc occidental* (éditions du CNRS).
- Vaquer, J. (2012). Les pratiques funéraires au Néolithique moyen dans le Midi de la France et le Nord de la Péninsule Ibérique au Néolithique et au Chaucolithique. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC)*. *Rubricatum* (Vol. 5, pp. 565-574).
- Vaquer, J. (2014). *Les pratiques funéraires au Néolithique moyen dans le Midi de la France*.
- Vaquer, J., Castany, J., y Martín, A. (2013). *Le role du silex bedoulien du Vaucluse dans la compréhension de la chronologie et des relations culturelles du Neolithique moyen solsonien*. 35-46.
- Vaquer, J., Martín, A., Pétrequin, P., Pétrequin, A. M., y Errera, M. (2012). Les haches alpines dans les sépultures du Néolithique moyen pyrénéen. En P. Pétrequin, S. M. Cassen, M. Errera, L. Klassen, A. Sheridan, y A. M. Pétrequin (Eds.), *Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av.* (pp. 872-911).
- Verbrugge, L. M. (1977). The Structure of Adult Friendship Choice. *Social Forces*, 56, 576-597.
- Villa, P., Courtin, J., Helmer, D., Shipman, P., Bouville, C., Mahieu, E., Bellouomini, G., y Branca, M. (1986). Un cas de cannibalisme au Néolithique. Boucherie et rejet de restes humains et animaux dans la grotte de Fontbrégoua. *Gallia préhistoire*, 29(1), 143-171.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos* (Simon and Schuster).

- Walker, M. J. C., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, L. C., Fisher, D. A., Long, A. J., Lowe, J. J., Newnham, R. M., Rasmussen, S. O., y Weiss, H. (2012). Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: A Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science*, 27(7), 649-659. <https://doi.org/10.1002/jqs.2565>
- Wang, L., y Marwick, B. (2021). A Bayesian networks approach to infer social changes from burials in northeastern Taiwan during the European colonization period. *Journal of Archaeological Science*, 134, 105471. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105471>
- Ward, G. K., y Wilson, S. R. (1978). Procedures for comparing and combining radiocarbon age determinations: A critique. *Archaeometry*, 20(1), 19-31.
- Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Cambridge University Press).
- Wasserman, S., y Pattison, P. (1996). Logit models and logistic regressions for social networks: I. An introduction to Markov graphs andp. *Psychometrika*, 61(3), 401-425. <https://doi.org/10.1007/BF02294547>
- Watts, D. J. (2003). *Six degrees: The science of a connected age* (Vintage).
- Watts, D. J., Dodds, P. S., y Newman, M. E. J. (2002). Identity and Search in Social Networks. *Science*, 296(5571), 1302-1305. <https://doi.org/10.1126/science.1070120>
- Watts, D. J., y Strogatz, S. H. (1998). *Collective dynamics of 'small-world' networks*. 393, 3.
- Weller, O., y Fíguls, A. (2007). L'intercanvi com a dinamitzador econòmic del Neolític mitjà a Catalunya i la primera explotació minera de sal gemma d'Europa: La vall Salina de Cardona (Barcelona). *Cota Zero: revista d'Arqueologia i Ciència*, 22, 101-111.
- Weller, O., y Fíguls, A. (2012). Los intercambios a medo y larga distancia y el rol de la sal en el Neolítico medio en el altiplano y Prepirineo central catalán. En F. Borrell, J. Bosch, X. Clop, y M. Molist (Eds.), *Congrés Internacional Xarxes al Neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil·lenni aC)*. *Rubricatum* (Vol. 5, pp. 201-211).
- Weninger, B., Alram-Stern, E., Bauer, E., Clare, L., Danzeglocke, U., Jöris, O., Kubatzki, C., Rollefson, G., Todorova, H., y van Andel, T. (2006). Climate Forcing Due to the 8200 Cal yr BP Event Observed at Early Neolithic Sites in the Eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, 66(3), 401-420. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.06.009>
- Wernke, S. A. (2012). Spatial network analysis of a terminal Prehispanic and early colonial settlement in highland Peru. *Journal of Archaeological Science*, 39(4), 1111-1122.
- Wheatley, D., y Gillings, M. (2002). *Spatial technology and archaeology: Archaeological applications of GIS* (Taylor and Francis).
- White, H. C. (1963). *An Anatomy of Kinship* (Englewood Cliffs).

- Windler, A., Thiele, R., y Müller, J. (2013). Increasing inequality in Chalcolithic Southeast Europe: The case of Durankulak. *Journal of Archaeological Science*, 40, 204-210.
- Yañez, C. (2003). La tomba de Segudet (Ordino): Una nova aportacio per al neolitic a Andorra. *Papers de recerca Historica*, 1, 10-23.
- Yañez, C., Malgosa, A., Burjach, F., Díaz, N., García, C., Isidro, A., Juan, J., y Matamala, J. (2002). El món funerari al final del V mil·lenni a Andorra: La Tomba del Segudet (Ordino). *Cypsela: revista de prehistòria i protohistòria*, 14, Article 14.
- Zapata, L., Peña-Chocarro, L., Pérez, G., y Stika, H. P. (2005). Difusión de la agricultura en la Península Ibérica. *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*, 103-114.
- Zemour, A. (2013). *Gestes, espaces et temps funéraires au debut du Neolithique (6e millenaire et 1ère moitié du 5e millenaire cal-BC) en Italie et en France meridionale: Reconnaissance des témoins archéologiques de l'après-mort*. Nice Sophia-Antipolis University.
- Zilhão, J. (1992). Gruta do Caldeirão. O neolítico antigo. *Trabalhos de Arqueologia*, 6, 6200.
- Zilhão, J. (2001). Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 98(24), 14180-14185.
- Zilhão, J. (2004). Gruta do Caldeirão. En P. Bogucki y P. J. Crabtree (Eds.), *Ancient Europe 8000 B.C.-A.D. 1000: Encyclopedia of the Barbarian World* (Charles Scribner's Sons, Vol. 1, pp. 255-258).

ANEXOS

ANEXO 1: BASES DE DATOS

Sepulturas neolíticas del NE de la península ibérica

Se presentan todas las sepulturas localizadas entre la segunda mitad del VI milenio y finales del IV milenio cal BC. ID Mod.= ID de las sepulturas/eventos utilizados en el modelo de red. El nivel de conservación (N. con.) corresponde al estado de conservación presentado en el apartado 4.2.1.

ID	Yacimiento	Municipio	ID Mod.	Referencia	Estructura	N. con.
1	Aeroport de Reus	Reus		Duboscq, 2017	UE1129	2
2	Aeroport de Reus	Reus		Duboscq, 2017	UE2051	3
3	Aeroport de Reus	Reus		Duboscq, 2017	UE212	1
4	Aeroport de Reus	Reus		Duboscq, 2017	UE214	2
5	Aeroport de Reus	Reus	139	Duboscq, 2017	UE304	3
6	Aguilar de Segarra	Aguilar de Segarra		Muñoz, 1965	AS	4
7	Alcanar	Alcanar		Muñoz, 1965	ALCA	4
8	Altracs I	Olius		Castany, 2008	AI	1
9	Altracs II	Olius		Castany, 2008	AI	4
10	Arceda	Llobera		Castany, 2008; Duboscq, 2017	ARC	1
11	Astinyà I	Noves de Segre		Castany, 2008	AS-I	4
12	Astinyà II	Noves de Segre		Castany, 2008	AS-II	4
13	Astinyà III	Noves de Segre		Castany, 2008	AS-III	4
14	Avellanosa	Riner		Castany, 2008	AV	3
15	Avenc del Rabassó	Pradell		Muñoz, 1965	AR	4
16	Balenyà	Balenyà		Nota P. Valls y Blas	BAL	4
17	Balma de Codony	Santa Coloma de Queralt		Muñoz, 1965	BCD	4
18	Barranc de Ceguet	Amposta		Bosch, 2005	BC	5
19	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BF-1	1
20	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BF-2	1
21	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BF-3	4
22	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BF-6	1
23	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BF-16	1
24	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BFBal.1	4
25	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BFBal.2	4
26	Barranc d'en Fabra	Amposta		Bosch, 2005	BFBal.6	4

27	Bassella	Bassella		Castany, 2008	BA	4
28	Bòbila Boatella -Ravalet	Vilassar de Dalt		Oliva, 2014; Gibaja, Mozota, et al., 2018	BBR-1	1
29	Bòbila Boatella -Ravalet	Vilassar de Dalt		Oliva, 2014; Gibaja, Mozota, et al., 2018	BBR-2	1
30	Bòbila Boatella -Ravalet	Vilassar de Dalt		Oliva, 2014; Gibaja, Mozota, et al., 2018	BBR-3	1
31	Bòbila Bonastre	Martorell		Muñoz, 1965	BB-I	4
32	Bòbila Bonastre	Martorell		Muñoz, 1965	BB-II	4
33	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-1	1
34	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-2	1
35	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-3	3
36	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-4	4
37	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-5	4
38	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-6	4
39	Bòbila de Bellsolà	St. Perpetua de la Mogoda		Muñoz, 1965	BBE-7	4
40	Bòbila de Can Torrens	Montornes del Vallès		Muñoz, 1965	BCT-1	4
41	Bòbila de Can Torrens	Montornes del Vallès		Muñoz, 1965	BCT-2	4
42	Bòbila de Can Torrens	Montornes del Vallès		Muñoz, 1965	BCT-3	4
43	Bòbila del Ravalet	Vilassar de Dalt		Gibaja, Mozota, et al., 2018	BR1	4
44	Bòbila del Ravalet	Vilassar de Dalt		Gibaja, Mozota, et al., 2018	BR2	4
45	Bòbila d'en Busquets	Caldes de Montbui		Muñoz, 1965	BB	4
46	Bòbila d'en Fusteret	Cerdanyola del Vallès		Muñoz, 1965	BF	4
47	Bòbila d'en Fusteret	Cerdanyola del Vallès		Muñoz, 1965	BF	4
48	Bòbila d'en Joca	Montornés del Vallès	1	Muñoz, 1965; Gibaja, Mozota, et al., 2018	BJ	3
49	Bòbila d'en Sallent	Cerdanyola del Vallès		Muñoz, 1965	BS-I	3
50	Bòbila d'en Sallent	Cerdanyola del Vallès		Muñoz, 1965	BS-II	4
51	Bòbila Elías	Badalona		Muñoz, 1965	BE-1	4
52	Bòbila Elías	Badalona		Muñoz, 1965	BE-2	4
53	Bòbila Madurell-Can Feu A	Sant Quirze del Vallès	2	Gibaja, Mozota, et al., 2017	D-55	1
54	Bòbila Madurell-Can Feu A	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	E28	4
55	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès	3	Gibaja, Mozota, et al., 2017	B5	4
56	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès	4	Gibaja, Mozota, et al., 2017	B6	4
57	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès	5	Gibaja, Mozota, et al., 2017	B7	4
58	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès	6	Gibaja, Mozota, et al., 2017	B10	1
59	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	B11	2
60	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	B15	2
61	Bòbila Madurell-Can Feu B	Sant Quirze del Vallès	7	Gibaja, Mozota, et al., 2017	B16	4
62	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	8	Duboscq, 2017	E45	1
63	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	9	Duboscq, 2017	E70	1
64	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	10	Duboscq, 2017	E110	1

65	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	11	Duboscq, 2017	E111	1
66	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E112	1
67	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E113	1
68	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E115	1
69	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E116	1
70	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	12	Duboscq, 2017	E122	1
71	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E127	1
72	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	13	Duboscq, 2017	E130	1
73	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	14	Duboscq, 2017	E137	1
74	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	15	Duboscq, 2017	E161	1
75	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	16	Duboscq, 2017	E162	1
76	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E163	4
77	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	17	Duboscq, 2017	E166	1
78	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	18	Duboscq, 2017	E167	1
79	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E168	4
80	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E170	1
81	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E171	4
82	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E174	4
83	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	19	Duboscq, 2017	E175	1
84	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E176	1
85	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E179	1
86	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E180	1
87	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	20	Duboscq, 2017	E184	1
88	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E186	3
89	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E208	1
90	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	21	Duboscq, 2017	E221	1
91	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E223	1
92	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	22	Duboscq, 2017	E228	1
93	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E243	1
94	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	23	Duboscq, 2017	E246	1
95	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E247	1
96	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E441	1
97	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	24	Duboscq, 2017	E442	1
98	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	25	Duboscq, 2017	E497	1
99	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	26	Duboscq, 2017	E515	1
100	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E516	1
101	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E532	1
102	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E534	3

103	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E580	1
104	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E664	1
105	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E665	1
106	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès	27	Duboscq, 2017	E668	1
107	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E674	3
108	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017	E693	3
109	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	UF1	3
110	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	Sant Quirze del Vallès	141	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	UF2	1
111	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	UF5	1
112	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	Sant Quirze del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	UF13	2
113	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	Sant Quirze del Vallès	28	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	UF16	1
114	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF2	1
115	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF3	1
116	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF10	1
117	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF12a	1
118	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF17	1
119	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	Sant Quirze del Vallès	29	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MF18	1
120	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS1	1
121	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS2	1
122	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	30	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS5	1
123	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS8	1
124	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS9	1
125	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS10	3
126	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS12	3
127	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS15	3
128	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS16	4
129	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS17	1
130	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS20	1
131	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS21a	1
132	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS23	1
133	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS28	4
134	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS37	1
135	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS61	1
136	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	31	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS62	1
137	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	136	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS63	4
138	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	32	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS65	3
139	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS67	1
140	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	33	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS69	1

141	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS70	1
142	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS74	1
143	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès	34	Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS78	1
144	Bòbila Madurell-Madurell Sud	Sant Quirze del Vallès		Gibaja, Mozota, et al., 2017	MS79	4
145	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	35	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	7--7	2
146	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	11--2	2
147	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	11--3	1
148	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	36	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	11--4	1
149	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	37	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-4	1
150	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	38	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-5	1
151	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-7	3
152	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	39	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-9	1
153	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	40	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-10	1
154	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	41	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-12	1
155	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-13	4
156	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-14	4
157	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	42	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-17	1
158	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	43	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	G-18	2
159	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	44	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	H-3	2
160	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	H-9	3
161	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	45	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	H-10	1
162	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	H-11	4
163	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	I-5	3
164	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-5	3
165	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-6	3
166	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	46/47	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-7	1
167	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-8	1
168	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-9	1
169	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-10	2
170	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-11	1
171	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-12	4
172	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-14	4
173	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès	48	Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-15	1
174	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-16	1
175	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-22	4
176	Bòbila Madurell-Mas Duran	Sant Quirze del Vallès		Placencia, 2016; Gibaja, Mozota, et al., 2017	M-25	4
177	Bòbila Negrell	Caldes de Montbui		Muñoz, 1965	BNE	4
178	Bòbila Padró-Can Triana	Ripollet		Muñoz, 1965	REC	2

179	Bòbila Padró-Can Triana	Ripollet		Muñoz, 1965	OVA	2
180	Bòbila Roca	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	BR-1	4
181	Bòbila Roca	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	BR-2	4
182	Bòbila Vidal	Sant Vicenç de Castellet		Muñoz, 1965	BV	4
183	Bòbila Vilartagues	Sant Feliu de Guíxols		Muñoz, 1965	BV-I	2
184	Bòbila Vilartagues	Sant Feliu de Guíxols		Muñoz, 1965	BV-II	1
185	Ca l'Amell Xic	Canovelles		Muñoz, 1965	CXIC-1	3
186	Ca l'Amell Xic	Canovelles		Muñoz, 1965	CXIC-2	3
187	Ca l'Arnella	Terrassa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCA2	1
188	Ca l'Arnella	Terrassa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCA3	1
189	Ca l'Estrada	Canovelles	49	Gibaja i Martínez 2015	SF-501	1
190	Ca l'Estrada	Canovelles		Gibaja i Martínez 2015	SF-502	4
191	Ca l'Oliaire	Berga	50	Duboscq, 2017	E6	2
192	Ca N'Agut	Montmajor		Castany, 2008	CO	3
193	Ca N'Ignasi	Navès		Castany, 2008	CNA	3
194	Cal Pessetero I	Castellfollit del Boix		Castany, 2008	CP-I	3
195	Cal Pessetero II	Castellfollit del Boix		Castany, 2008	CP-II	1
196	Cal Pessetero III	Castellfollit del Boix		Castany, 2008	CP-III	3
197	Cal Rajolí	Olius		Castany, 2008	CR	1
198	Cal Tòfol	Olius		Castany, 2008	CTO	3
199	Cal Tururut	Navès		Castany, 2008	CTU	3
200	Cal Vila	Navès		Castany, 2008	CV	3
201	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG18	1
202	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG19	1
203	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	138	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG20	1
204	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG21	1
205	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG23	1
206	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG25	1
207	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG26	1
208	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG29	1
209	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG30	1
210	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG33	1
211	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG35	3
212	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	51/52	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG38	1
213	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	143	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG4	1
214	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	142	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG42	1
215	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	53	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG44	1
216	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	137	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG45	1

217	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	54/55	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG46	1
218	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG47	1
219	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG48	1
220	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès	56	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG5	1
221	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG53	1
222	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG6	1
223	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG7	1
224	Camí de Can Grau	La Roca del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CCG8	1
225	Camí de Mas Romeu	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E22	1
226	Camí de Mas Romeu	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E38	1
227	Camí de Mas Romeu	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E40	1
228	Camí dels Casals	Pinell		Castany, 2008	FCC	3
229	Camp Cinzano	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	CC-2	4
230	Camp Cinzano	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	CC-3	4
231	Camp de la Bruna	Lladurs	57	Espejo y Fábregas, 2020	CB	1
232	Can Catafau	Caldes de Montbui		Masvidal y Mora, 1999	CCF	5
233	Can Fatjó dels Aurons	Sant Cugat del Vallès	58	Gibaja, Mozota, et al., 2018	CFA	1
234	Can Gelats	Aiguaviva	59	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	EF1	1
235	Can Gelats	Aiguaviva		Gibaja, Mozota, et al., 2017	EF2	3
236	Can Gelats	Aiguaviva		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	EF3	1
237	Can Jorba	El Bruc		Muñoz, 1965	JOR	1
238	Can Marcet	Sant Cugat del Vallès		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	E54	1
239	Can Marchal	Mataró		Muñoz, 1965	CM	1
240	Can Maspons	Bigues i Riells		Muñoz, 1965	CMA	1
241	Can Muset	Castellolí		Castany, 2008	CMU	3
242	Can Roget	Canyamars		Muñoz, 1965	CR-1	4
243	Can Roget	Canyamars		Muñoz, 1965	CR-2	4
244	Can Roget	Canyamars		Muñoz, 1965	CR-3	4
245	Can Roget	Canyamars		Muñoz, 1965	CR-4	4
246	Can Roqueta/Can Revella	Sabadell	60	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CRII-329	2
247	Can Roqueta/Can Revella	Sabadell	61	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CRII-651	1
248	Can Roqueta/Can Revella	Sabadell	62/63	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CRCRV-255-2	1
249	Can Roqueta/Can Revella	Sabadell		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	CRII-233	4
250	Can Sadurní	Begues	64	Gibaja et al., 2019	Capa 18	2
251	Can Sadurní	Begues	65	Gibaja et al., 2019	INH1	1
252	Can Sadurní	Begues	66	Gibaja et al., 2019	INH2	1
253	Can Sadurní	Begues	67	Gibaja et al., 2019	INH3	2
254	Can Sadurní	Begues	68	Gibaja et al., 2019	INH4	1

255	Can Sadurní	Begues		Gibaja et al., 2019	INH5	3
256	Can Sadurní	Begues	134/135	Gibaja et al., 2019	IIIb	2
257	Can Sadurní	Begues		Gibaja et al., 2019	INH6-INH7	3
258	Can Soldevila	Sant Perpètua de Mogoda		Boquer y Miret, 1996	CV-6	5
259	Can Soldevila	Sant Perpètua de Mogoda		Boquer y Miret, 1996	CV-12	4
260	Can Vallès	El Bruc		Muñoz, 1965	CV-1	4
261	Can Vallès	El Bruc		Muñoz, 1965	CV-2	1
262	Can Vinyals	Sant Perpètua de Mogoda		Gibaja, Mozota, et al., 2017	CV	1
263	Cap l'obaga del Grauet	Organyà		Castany, 2008	COG	3
264	Carrer Copèrnic	Barcelona		Muñoz, 1965	COP	3
265	Carrer de la Igualtat	Sant Vicenç de Castellet		Muñoz, 1965	IGU	1
266	Carrer del Pi	Barcelona	129	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	S1000	2
267	Carrer del Pi	Barcelona	130	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	S3000	2
268	Carretera de Ribes	Olius		Castany, 2008	CRI	3
269	Carrova	Amposta		Bosch, 2005	CAR	1
270	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC1	1
271	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC2	1
272	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC3	1
273	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC4	2
274	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC5	1
275	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC6	2
276	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC9	2
277	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC11	2
278	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC12	2
279	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC13	2
280	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC14	2
281	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC15	2
282	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC17	2
283	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC18	1
284	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC19	1
285	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC20	1
286	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC21	1
287	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC24	2
288	Caserna de Sant Pau del Camp	Barcelona		Duboscq, 2017; inédito	SPC27	2
289	Castellterçol	Castellterçol		Muñoz, 1965	CAST	3
290	Ceuró I	Castellar de la Ribera	69	Castany, 2008; Duboscq, 2017	CE-I	1
291	Ceuró II	Castellar de la Ribera	70	Castany, 2008; Duboscq, 2017	CE-II	1
292	Ceuró III	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	CE-III	1

293	Cista les Comes	Conesa		Muñoz, 1965	COM	3
294	Clot del Solar II	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	CS-II	3
295	Clota de Palau	Amposta		Bosch, 2005	CP	5
296	Clota de Roquetes	Ebre		Bosch y Faura, 2003	CR	5
297	Clota de Sabaté Margalef	Amposta		Bosch, 2005	CSM	4
298	Clota del Colo	Amposta		Bosch, 2005	CC	5
299	Clota del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	CM-1	1
300	Clota del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	CM-2	1
301	Clota del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	CM-3	3
302	Clota del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	CM-4	3
303	Clota del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	CM-5	5
304	Colilles	Olius		Castany, 2008	COL	3
305	Coll de l'Oreller	Espinalbet		Muñoz, 1965	CO-1	3
306	Coll de l'Oreller	Espinalbet		Muñoz, 1965	CO-2	4
307	Coll de l'Oreller	Espinalbet		Muñoz, 1965	CO-3	4
308	Collet de Puiggròs	Puiggròs	71	Duboscq, 2017	PEC29	1
309	Collet de Puiggròs	Puiggròs	72	Duboscq, 2017	PEC39	1
310	Collet de Rejols	Rupit i Pruit		Cruells et al., 1987	REJ	4
311	Comellatr del Mas de Baix	Vimodí		Miró, 1995	CMB	1
312	Corbera	Corbera de Llobregat		Muñoz, 1965	COR	5
313	Cornuella	Cornuella		Muñoz, 1965	CORN	4
314	Corrà	Montmajor		Castany, 2008	COR	4
315	Costa dels Garrics del Caballol I	Pinell	73	Castany, 2008; Duboscq, 2017	CGC-I	1
316	Costa dels Garrics del Caballol II	Pinell	74/75/76	Castany, 2008; Duboscq, 2017	CGC-II	1
317	Cova Bonica	Vallirana	77	Oms et al., 2017	CB-IV	2
318	Cova de l'Avellaner	Les Plantes d'Hostolets		Gibaja, Mozota, et al., 2017	CS1	1
319	Cova de l'Avellaner	Les Plantes d'Hostolets	132/133	Gibaja, Mozota, et al., 2017	CS2	1
320	Cova de l'Avellaner	Les Plantes d'Hostolets	78/79	Gibaja, Mozota, et al., 2017	CS3	1
321	Cova de les Grioterres	Vilanova de Sau		Castany, 1995	T-3	2
322	Cova del Toixó	Torrelles del Foix	80	Nadal et al., 1995	COT	2
323	Cova del Toll	Moià	81	Gibaja, Mozota, et al., 2018	I	2
324	Cova dels Lladres	Vacarisses	82	Gibaja, Mozota, et al., 2018	CLLA	2
325	Cova Foradada	Calafell	83	Oms, Martín, et al., 2016; Cebrià et al., 2011	CF	2
326	Cova Mariver	Esponellà		Tarrús, 1978	CM	5
327	Cova Pasteral	La Cellera de Ter		Bosch, 1985; Campillo y Vives, 1986	E-II	4
328	Cova Pasteral	La Cellera de Ter	131	Bosch, 1985; Campillo y Vives, 1986	E-III	2
329	Dolmen d'Arreganyats	Espolla		Tarrús, 2017	DAR	4
330	Dolmen de Tires Llargues	Sant Climent de Sescebes		Tarrús, 2017	DTLL	4

331	Cau del Tossal Gros	Torroella de Montgrí	140	Llopis et al. 2012	TG	4
332	El Cementiri	Solsona		Castany, 2008; Duboscq, 2017	CEM	1
333	El Cerc	Olius		Castany, 2008	CE	4
334	El Còdol	Navès		Castany, 2008	COD	4
335	El Coll de l'Oreller I	Castellar del Riu		Castany, 2008	COR-I	3
336	El Coll de l'Oreller II	Castellar del Riu		Castany, 2008	COR-II	4
337	El Coll de l'Oreller III	Castellar del Riu	-	Castany, 2008	COR-III	4
338	El Llord I	Castellar de la Ribera	84	Castany, 2008; Duboscq, 2017	LL-I	1
339	El Llord II	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-II	1
340	El Llord III	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-III	3
341	El Llord IV	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-IV	3
342	El Llord IX	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-IV	4
343	El Llord V	Castellar de la Ribera	85	Castany, 2008; Duboscq, 2017	LL-V	1
344	El Llord VI	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-VI	3
345	El Llord VII	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-VII	3
346	El Llord VIII	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	LL-VIII	4
347	El Mirador	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	M	3
348	El Padró II	Tavertet	86	Cruells et al., 1987	P-II	1
349	El Pla de Nuncarga	Peramola		Castany, 2008	PN	3
350	El Puput	Navès		Castany, 2008	PUP	3
351	El Segudet	Segudet	87	Duboscq, 2017	UE17	1
352	El Serrat del Balasc	Peramola		Castany, 2008	SB	4
353	El Solar I	Riner		Castany, 2008	SOL-I	1
354	El Solar II	Riner		Castany, 2008	SOL-II	4
355	El Solar III	Riner	88	Castany, 2008; Duboscq, 2017	SOL-III	1
356	El Solar IV	Riner		Castany, 2008; Duboscq, 2017	SOL-IV	1
357	El Solar V	Riner		Castany, 2008	SOL-V	3
358	El Toll de l'Aubareda	Pinell		Castany, 2008	TA	3
359	El Tros de l'Aragonès	Peramola		Castany, 2008	TAR	4
360	El Vilaró	Riner		Castany, 2008	VS	3
361	Els Cirerers	Vilafranca del Penedès	89	Gibaja et al., 2019	E16	1
362	Els Mallols	Cerdanyola del Vallès	90	Gibaja et al., 2010	E-114	1
363	Els Ots	Olius		Castany, 2008	OTS	3
364	Els Plans I	Olius		Castany, 2008	PLA-I	4
365	Els Plans II	Olius		Castany, 2008	PLA-II	4
366	Els Pujols	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E10	1
367	Els Pujols	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E35	1
368	Els Pujols	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E2	1

369	Els Rajols I	Tavertet		Cruells et al., 1987	RAJ-I	5
370	Els Rajols II	Tavertet		Cruells et al., 1987	RAJ-II	5
371	Els Tossals	Navès		Castany, 2008	TOS	3
372	Els Trossos dels Perers	Pinell		Castany, 2008	TP	3
373	Els Valls-I	Riudecols		Muñoz, 1965	VAL-1	1
374	En Pla de la Pinassa	Montmajor		Castany, 2008	PP	3
375	Fàbrica Guasch	Capellades		Muñoz, 1965	FG	4
376	Feixa del Moro I	Juberri		Duboscq, 2017	FM-I	3
377	Feixa del Moro I	Juberri		Castany, 2008; Duboscq, 2017	C2	4
378	Feixa del Moro II	Juberri	91	Castany, 2008; Duboscq, 2017	C2	1
379	Feixa del Moro III	Juberri	92	Castany, 2008; Duboscq, 2017	C3	1
380	Filmoteca	Barcelona		Carlús y Nadal, 2016	E18	1
381	Font Cirera	Lladurs		Castany, 2008	FC	4
382	Font de la Padruella	Sant Antolí Vilanova		Castany, 2008; Duboscq, 2017	FPA	2
383	Font de la Vena	Tavertet	93	Cruells et al., 1987	FV	4
384	Font Petera I	Lladurs		Castany, 2008	FP-I	4
385	Font Petera II	Lladurs		Castany, 2008	FP-II	4
386	Forat de les Tombes	Santa Maria de Besora		Vilaseca y Fossas, 1942	FT	4
387	Gangolells	Pinòs		Castany, 2008	GANG	3
388	Garrofers del Torrent de Santa Maria	Vilanova i la Geltrú	144	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	1985	2
389	Granera	Granera		Muñoz, 1965	GRA	4
390	Hort d'en Grimau	Castellví de la Marca	94	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E1	1
391	Hort d'en Grimau	Castellví de la Marca		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E2	1
392	Hort d'en Grimau	Castellví de la Marca		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E7bis	2
393	Hort d'en Grimau	Castellví de la Marca		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E3	3
394	Hort d'en Grimau	Castellví de la Marca		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E23	3
395	Horts de Can Torras	Castellví de la Marca		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	E11	1
396	La Bassa	Forallac		Tarrus et al., 1982	B	2
397	La Fossa del General	Clariana		Castany, 2008	FG	3
398	La Gardunya	Barcelona	95	Duboscq, 2017	FOSSA 4	2
399	La Plana del Torrent	Ribera d'Ondara	96	Castany, 2008; Duboscq, 2017	TOR	1
400	La Rambla	Tavertet		Cruells et al., 1987	RAMB	5
401	La Roqueta I	Cardona		Castany, 2008	ROQ-I	4
402	La Roqueta II	Cardona		Castany, 2008	ROQ-II	4
403	La Serreta	Vilafranca del Penedès	97	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E5	2
404	La Serreta	Vilafranca del Penedès	98	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E6	1
405	La Serreta	Vilafranca del Penedès	99	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E60	2
406	La Serreta	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E12	1

407	La Serreta	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E13	1
408	La Serreta	Vilafranca del Penedès	100	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E32	4
409	La Serreta	Vilafranca del Penedès	101	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E27	1
410	La Tomba del Moro	Montmajor	102	Castany, 2008	TM	3
411	LAV-Sagrera	Barcelona		Inédito	LAV	1
412	Les Borges Blanques	Les Borges Blanques		Muñoz, 1965	BORGB	4
413	Les Censades	Olius		Castany, 2008	CEN	1
414	Les Piles	Santa Coloma de Queralt		Muñoz, 1965	PIL-1	5
415	Les Piles	Santa Coloma de Queralt		Muñoz, 1965	PIL-2	5
416	Les Piles	Santa Coloma de Queralt		Muñoz, 1965	PIL-3	4
417	L'Escorial	Vic		Muñoz, 1965	ESC-1	4
418	L'Escorial	Vic		Muñoz, 1965	ESC-2	4
419	L'Escorial	Vic		Muñoz, 1965	ESC-3	4
420	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-1	4
421	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-2	4
422	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-3	5
423	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-4	5
424	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-5	4
425	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-6	4
426	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MB-7	4
427	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MBdm	4
428	Mas Benita	L'Aldea		Bosch, 2005	MBMal.	4
429	Mas Berengueres	La Bisbal d'Empordà		Muñoz, 1965	MB	4
430	Mas de l'Abella	Cornudella de Prades		Villardell et al., 1987	MA	1
431	Mas de Seròs	Tortosa		Bosch, 2005	MS-1	4
432	Mas de Seròs	Tortosa		Bosch, 2005	MS-2	3
433	Mas de Xies	Tortosa		Bosch, 2005	MX-2	5
434	Mas de Xies	Tortosa		Bosch, 2005	MX-3	1
435	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	1955	1
436	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E88	2
437	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E201	1
438	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E127A	1
439	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès	103	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E128	1
440	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E231	1
441	Mas d'en Boixos	Pacs del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E355	2
442	Mas Pujó	Vilafranca del Penedès	104	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E14	1
443	Mas Pujó	Vilafranca del Penedès	105	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2019	E16	1
444	Masdenvergenc	Amposta	106	Bosch, 2005	MDVG-1	1

445	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-3	4
446	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-8/9	3
447	Masdenvergenc	Amposta	107	Bosch, 2005	MDVG-10	1
448	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-11	4
449	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-12	4
450	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-13	4
451	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-15	1
452	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-16	1
453	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-17	1
454	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-21	4
455	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-24	4
456	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-25	4
457	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-27	1
458	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-28	4
459	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-29	4
460	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-30	4
461	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-31	4
462	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-32a	3
463	Masdenvergenc	Amposta		Bosch, 2005	MDVG-32b	3
464	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-1	4
465	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-2	4
466	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-3	4
467	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-4	4
468	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-5	4
469	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-6	4
470	Masia Nova	Vilanova i la Geltrú		Muñoz, 1965	MN-7	4
471	Megalit del Senyor Bisbe	Lladurs	108	Castany, 2008; Duboscq, 2017	MSB	1
472	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà		Gibaja et al., 2019	S1	1
473	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà		Gibaja et al., 2019	Mina 9	1
474	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà	111/112	Gibaja et al., 2019	Mina 28	2
475	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà	109	Gibaja et al., 2019	Mina 8	2
476	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà		Gibaja et al., 2019	Les Ferreres	5
477	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà		Duboscq, 2017	Mine 83	1
478	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà	110	Duboscq, 2017	Mina 84	2
479	Mines de Gavà-Can Tintorer	Gavà		Duboscq, 2017	Mina 9	1
480	Molins de la Vila	Montblanc	-	Adserias et al., 2003	UE6059	1
481	Molló de la Torre	Amposta		Bosch, 2005	MDLT-1	5
482	Molló de la Torre	Amposta		Bosch, 2005	MDLT-2	5

483	Molló de la Torre	Amposta		Bosch, 2005	MDLT-3	5
484	Molló de la Torre	Amposta		Bosch, 2005	MDLT-4	5
485	Montjuïc d'Altes	Bassella		Castany, 2008	MAB	2
486	Ortoneda	Santa Susanna		Muñoz, 1965	ORTO-1	3
487	Ortoneda	Santa Susanna		Muñoz, 1965	ORTO-2	3
488	Palà de Coma I	Cardona	145	Castany, 2008; Duboscq, 2017	PC-I	1
489	Palà de Coma II	Cardona		Castany, 2008; Duboscq, 2017	PC-II	3
490	Passeig Ramon Vall I	Navàs		Castany, 2008	PRV-I	1
491	Passeig Ramon Vall II	Navàs		Castany, 2008	PRV-II	4
492	Passeig Ramon Vall III	Navàs		Castany, 2008	PRV-III	4
493	Pineda de la Serra	Tavertet		Monforte-Barberán, en prensa	PS	4
494	Pla del Coll	Balsareny		Castany, 2008	PCO	3
495	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Gibaja et al., 2019	1	4
496	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Gibaja et al., 2019	2	4
497	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Gibaja et al., 2019	3	4
498	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa	113	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	4	1
499	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	5	1
500	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	6	1
501	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	7	2
502	Pla del Riu de les Marcetes	Manresa		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	8	2
503	Pla d'Empúries	Amposta		Bosch, 2005; Muñoz, 1965	PE-1	1
504	Pla d'Empúries	Amposta		Bosch, 2005	PE-2	3
505	Plaça Major	Castellar del Vallès	114	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2018	E41	1
506	Pont Vell	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	PV	4
507	Pou Nou 2	Olèrdola		Duboscq, 2017	E3	2
508	Povia	Biosca	115	Castany, 2008; Duboscq, 2017	POV	1
509	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR1	4
510	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR2	1
511	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR3	4
512	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR4	4
513	Puig d'en Roca	Sant Gregori	116	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR5	4
514	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR6	4
515	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR7	4
516	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR8	4
517	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR9	4
518	Puig d'en Roca	Sant Gregori	117	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR10	1
519	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR11	3
520	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR12	4

521	Puig d'en Roca	Sant Gregori		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR13	4
522	Puig d'en Roca	Sant Gregori	118	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR14	4
523	Puig d'en Roca	Sant Gregori	119	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR15	4
524	Puig d'en Roca	Sant Gregori	120	Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	PGR16	1
525	Puig Espelta	Montanissell		Muñoz, 1965	PE	4
526	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès	121	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E25	1
527	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès	122	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E26	2
528	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès	123	Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E27	2
529	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017; Gibaja et al., 2022	E38d	3
530	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès	146	Gibaja et al., 2019	E13	1
531	Pujolet de Moja	Vilafranca del Penedès		Gibaja et al., 2019	E33	1
532	Reina Amàlia 31-33	Barcelona	124	Gonzalez y Harzbecher, inédito	UF-I (XV)	1
533	Reina Amàlia 31-33	Barcelona		Gonzalez y Harzbecher, inédito	UF-II (XVI)	1
534	Reina Amàlia 31-33	Barcelona	125	Gonzalez y Harzbecher, inédito	UF-III (XIV)	1
535	Sant Andreu de la Barca	Barcelona		Muñoz, 1965	SAP	5
536	Sant Genís de Vilassar	Vilassar de Dalt		Muñoz, 1965	SGV-1	1
537	Sant Genís de Vilassar	Vilassar de Dalt		Muñoz, 1965	SGV-2	1
538	Sant Joan Despí	Barcelona		Muñoz, 1965	SJD	4
539	Sant Joan Despí	Barcelona		Muñoz, 1965	SJD	5
540	Sant Julià de Ramis	Girona		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	SJR1	3
541	Sant Julià de Ramis	Girona		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	SJR2	3
542	Sant Julià de Ramis	Girona		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	SJR3	3
543	Sant Julià de Ramis	Girona		Duboscq, 2017; Gibaja, Mozota, et al., 2017	SJR4	4
544	Sant Miquel de l'Alzina	Lladurs		Castany, 2008	SMA	4
545	Sant Ramon	Cardona		Castany, 2008	SR	1
546	Santa Costança I	Clariana		Castany, 2008	SC-I	3
547	Santa Costança II	Clariana		Castany, 2008	SC-II	3
548	Santa Maria de Miralles	Santa Maria de Miralles		Muñoz, 1965	SMM	1
549	Santa Susanna I	Riner		Castany, 2008	SS-I	3
550	Santa Susanna II	Riner		Castany, 2008	SS-II	3
551	Santes Creus de Bordell	Pinell		Castany, 2008	SCB	3
552	Sepulcre Martorell	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	SM	5
553	Serrat de la Rovira	Calders		Muñoz, 1965	SR	3
554	Serrat de les Tombes	Capolat	126	Castany, 2008; Duboscq, 2017	ST	1
555	Serrat de l'Horabona	L'Estany		Muñoz, 1965	SH	3
556	Solicrup	Vilanova i la Geltrú		Giralt, 1985	SOL	1
557	Terrassa del Molinàs	Amposta		Bosch, 2005	TM	5
558	Timba de'n Barenys	Riudoms		Miró, 1994	E1	4

559	Tomba del Moro de Pea	Navès		Duboscq, 2017	TMP	3
560	Vila de Madrid	Barcelona	127	Pou et al., 2010	VL	1
561	Viladebaix	Castellar de la Ribera		Castany, 2008	VIL	3
562	Vilar de Simosa	Olius	128	Castany, 2008; Duboscq, 2017	VS	1
563	Vinya de Cal Monjo	Vilafranca del Penedès		Duboscq, 2017	E36	1
564	Vinya de la Cabana	Montmajor		Castany, 2008	VC	3
565	Vinya del Giralt I	Cardona		Castany, 2008	VG-I	3
566	Vinya del Giralt II	Cardona		Castany, 2008	VG-II	3
567	Vinya del Marxant	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	VM	4
568	Vinya del Picó	Solsona		Muñoz, 1965	VP-1	4
569	Vinya del Picó	Solsona		Muñoz, 1965	VP-2	5
570	Vinya del Picó I	Solsona		Castany, 2008	VP-I	4
571	Vinya del Picó II	Solsona		Castany, 2008	VP-II	4
572	Vinya d'en Salvany	Vilafranca del Penedès		Muñoz, 1965	VES	4
573	Vinya Erma	Barona de Rialp		Castany, 2008	VE	3

Sepulturas/eventos utilizados en modelo de red

El ID es utilizado como etiqueta en las redes para identificar la sepultura/evento. La presencia de la sepultura en cada ventana temporal se identifica con un 0= ausencia o un 1= presencia.

ID	Yacimiento	Estructura	Código laboratorio	BP	SD	Cal. BC.	Ventanas temporales (cal BC.)																		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	Bòbila d'en Joca	BJ	OXA8876	4600	70	3617-3095	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
2	Bòbila Madurell-Can Feu A	D-55	CNA2676	4857	33	3709-3530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3	Bòbila Madurell-Can Feu B	B5	CNA2302	5070	45	3971-3714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
4	Bòbila Madurell-Can Feu B	B6	LY10579	5070	30	3957-3792	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
5	Bòbila Madurell-Can Feu B	B7	CNA2304	5175	45	4218-3805	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6	Bòbila Madurell-Can Feu B	B10	LY10580	5070	30	3957-3792	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7	Bòbila Madurell-Can Feu B	B16	CNA2303	4895	45	3785-3537	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
8	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E45	CNA2456	4975	35	3932-3650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E70	CNA2293	5065	45	3966-3714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E110	UBAR900	4850	80	3894-3377	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
11	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E111	LY10590	4940	30	3779-3647	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
12	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E122	CNA2294	4775	50	3646-3378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
13	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E130	LY10591	5090	30	3965-3797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
14	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E137	LY10592	4975	30	3904-3651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
15	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E161	CNA2295	5135	45	4044-3798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
16	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E162	CNA2669	4982	44	3942-3648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
17	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E166	LY10593	4978	35	3932-3651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E167	UBAR901	4980	40	3938-3649	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
19	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E175	CNA2296	5035	40	3951-3711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E184	LY10594	5015	30	3946-3660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
21	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E221	LY10595	5060	30	3955-3783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
22	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E228	CNA2297	5005	45	3946-3655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
23	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E246	UBAR902	4865	40	3764-3528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
24	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E442	LY10596	4955	30	3789-3649	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
25	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E497	CNA3060	5044	33	3954-3714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
26	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E515	UBAR903	4570	60	3515-3041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
27	Bòbila Madurell-Can Gambús 1	E668	CNA2299	4770	48	3644-3378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
28	Bòbila Madurell-Can Gambús 2	UF16	CNA2301	5200	35	4216-3952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
29	Bòbila Madurell-Ferrocarrils	MF18	LY10582	5005	30	3945-3656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

97	La Serreta	E5	BETA280848	5240	40	4230-3967	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
98	La Serreta	E6	BETA280850	5180	40	4215-3811	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
99	La Serreta	E60	BETA280861	5200	40	4224-3948	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
100	La Serreta	E32	BETA280855	5150	40	4046-3804	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
101	La Serreta	E27	BETA280854	4890	40	3773-3540	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
102	La Tomba del Moro	TM	CNA3049	4965	34	3900-3648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
103	Mas d'en Boixos	E128	UBAR770	4870	45	3770-3529	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
104	Mas Pujó	E14	CNA2512	5315	35	4314-4046	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
105	Mas Pujó	E16	CNA2513	5320	35	4316-4047	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
106	Masdenvergenc	MDVG-1	CNA3301	5320	35	4316-4047	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
107	Masdenvergenc	MDVG-10	CNA3302	5300	35	4246-3995	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
108	Megalit del Senyor Bisbe	MSB	CNA3051	5109	33	3980-3799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
109	Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 8	I12158	4880	100	3946-3379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
110	Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 84-Ind. 1/2	C. BETA250405/BETA250406	4995	29	3939-3655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
111	Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 28-Ind. 1	CNA3315	4658	33	3518-3367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
112	Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 28	UBAR47	4610	90	3630-3036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
113	Pla del Riu de les Marçetes	4B	C. CNA2452/UGRA349	4947	34	3791-3646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
114	Plaça Major	E41-UE284	UBAR1178	4945	40	3893-3642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
115	Povia	POV	CNA2050	5072	33	3959-3789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
116	Puig d'en Roca	PGR5	CNA2324	5095	35	3971-3796	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
117	Puig d'en Roca	PGR10	CNA2325	5035	35	3951-3711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
118	Puig d'en Roca	PGR14	CNA2326	4980	35	3934-3651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
119	Puig d'en Roca	PGR15	CNA2327	5160	35	4047-3810	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
120	Puig d'en Roca	PGR16	C. CNA2329/CNA2328	4965	25	3791-3652	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
121	Pujolet de Moja	E25	CNA2464	5350	35	4326-4052	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
122	Pujolet de Moja	E26	CNA2463	5365	35	4330-4054	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
123	Pujolet de Moja	E27	LYON10585	5245	30	4227-3976	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
124	Reina Amàlia 31-33	UF-I (XV)	BETA259279	5720	40	4681-4457	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	Reina Amàlia 31-33	UF-III (XIV)	BETA259280	5620	40	4537-4359	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	Serrat de les Tombes	ST-Ind. 1	CNA2673	4759	49	3640-3377	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
127	Plaça de la Vila de Madrid	VL-S3	BETA180271	6440	40	5477-5331	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	Vilar de Simosa	VS	CNA1640	4984	32	3932-3653	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
129	Carrer del Pi	S1000	CNA3056	5131	33	4039-3802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
130	Carrer del Pi	S3000	CNA3057	5109	33	3980-3799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
131	Cova Pasteral	E3	UBAR101	5270	70	4319-3962	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
132	Cova de l'Avellaner	CS2.1	CNA3305	6204	34	5297-5045	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	Cova de l'Avellaner	CS2.2	CNA3306	6094	34	5208-4853	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	Can Sadurní	C3-F1	BETA210652	5340	40	4324-4049	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Sepulturas/eventos eliminados

Yacimiento	Estructura	Código laboratorio	Datación BP	Desviación	Muestra
Bòbila Madurell-Madurell Sud	MS17	UBAR-585	5000	130	Carbón
Bòbila Madurell-Mas Duran	M-8	UBAR-444	5360	190	Hueso humano
Camí de Can Grau	CCG33	AA-19183	4800	110	Hueso humano
Caserna de Sant Pau del Camp	SPC18	UBAR263	5160	130	Hueso humano
Cova de l'Avellaner	CS1	GAK12933	5920	180	Carbón
Cova de les Grioterres	T-3	UBAR120	4940	170	Carbón
Mines de Gavà-Can Tintorer	Mine 83	BETA155686	5220	110	Carbón
Timba de'n Barenys	E1	UBAR299	5240	160	Hueso humano
Dolmen de Tires Llargues	DTLL	GAK12162	5090	160	Carbón
Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 28	UBAR48	4690	100	Hueso humano
Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 8	I-12.730	4310	150	Hueso humano
Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 28	I13099	4820	100	Carbón
Mines de Gavà-Can Tintorer	Mina 28	UBAR30	4710	130	Carbón
Bòbila Madurell-Can Gambús 2	UF2	UBAR-400	3870	110	Carbón
Bòbila Madurell-Mas Duran	11--3	UBAR-399	4020	130	Carbón
Bòbila Madurell-Mas Duran	G-10	UBAR401	5540	450	Hueso humano
Can Sadurní	Capa 18	BETA398366	6370	30	Hueso animal
El Llord V	LL-V	UBAR-362	4290	130	Hueso humano
El Padró II	P-II	UBAR113	5600	130	Carbón
El Padró II	P-II	UBAR116	5580	130	Carbón
El Padró II	P-II	UBAR59	7850	150	Carbón
Font de la Vena	FV	UBAR60	5780	290	Carbón
Bòbila Madurell		UBAR445	4880	173	Hueso humano

Ajuar de las sepulturas utilizadas en el modelo de red

ID	OBS.	SIL. MEL.	SIL.	HACH. EX.	HACH. LOC.	MACRO.	FAU.	COL.	MALAC.	BRAZ.	VAR.	CUEN. PIE.	ORN.	GAL.	IND. OS.	CER.
1	0	11	4	5	2	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0	0	0	1
4	0	13	1	0	2	1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
9	0	13	1	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	7	6
10	1	4	7	0	0	0	11	0	0	0	170	0	0	0	10	1
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	5	0	1	1	0	6	0	0	0	106	0	0	0	25	2
13	0	10	0	0	2	0	1	1	0	0	31	0	0	0	21	0
14	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	10	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	8	0
16	0	6	0	1	0	0	2	0	0	0	4	1	1	0	2	3
17	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
18	0	6	5	1	0	0	0	0	0	0	157	0	0	0	1	1
19	0	7	0	0	1	0	1	0	0	0	25	0	0	0	6	1
20	0	11	2	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	4	1
21	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1
22	0	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	2
23	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	74	0	0	0	5	0
24	0	3	3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0
25	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
26	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
27	0	8	1	0	1	0	0	0	0	0	30	0	0	0	1	1
28	0	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
31	0	1	1	0	0	0	4	0	4	0	5	0	0	0	16	1
32	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
33	0	1	1	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1

72	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	1	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1
74	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
75	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
77	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0
78	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
79	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	1856	0	139	0	25	0	0	3
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	3	0	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	42	0
85	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
87	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	541	1	0	0	2
88	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	9	0	0	0	2	0
89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
91	0	2	1	2	3	0	0	1	0	0	73	0	0	0	37	1
92	0	2	0	1	0	0	2	1	0	0	14	0	0	0	19	2
93	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
94	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
95	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	61	261	0	0	0	2
96	0	0	4	0	1	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0
97	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
99	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	1
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	5
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	4	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
107	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
108	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
109	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1

Datos antropológicos utilizados en el modelo de red

ID	n Ind.	Sexo ind. 1	Edad ind. 1	Sexo ind. 2	Edad ind. 2	Sexo ind. ≥3	Edad ind. ≥3
1	1	M	A	NA	NA	NA	NA
2	1	?	A	NA	NA	NA	NA
3	1	F	SA	NA	NA	NA	NA
4	1	M	A	NA	NA	NA	NA
5	1	?	I	NA	NA	NA	NA
6	2	F	A	?	I	NA	NA
7	1	M	M	NA	NA	NA	NA
8	1	?	A	NA	NA	NA	NA
9	1	M	A	NA	NA	NA	NA
10	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
11	1	F	J	NA	NA	NA	NA
12	1	F	SA	NA	NA	NA	NA
13	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
14	1	M	M	NA	NA	NA	NA
15	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
16	1	F	M	NA	NA	NA	NA
17	1	?	M	NA	NA	NA	NA
18	1	M	A	NA	NA	NA	NA
19	1	F	A	NA	NA	NA	NA
20	1	M	M	NA	NA	NA	NA
21	1	M	M	NA	NA	NA	NA
22	1	?	A	NA	NA	NA	NA
23	1	F	A	NA	NA	NA	NA
24	1	?	J	NA	NA	NA	NA
25	2	F	SA	M	SA	NA	NA
26	2	F	A	M	A	NA	NA
27	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
28	1	M	A	NA	NA	NA	NA
29	2	M	SA	M	SA	NA	NA
30	1	F	M	NA	NA	NA	NA
31	1	F	J	NA	NA	NA	NA
32	1	M	A	NA	NA	NA	NA
33	1	M	M	NA	NA	NA	NA
34	4	NA	NA	NA	NA	M/?/?/?	A/I/I/I

35	1	M	A	NA	NA	NA	NA
36	1	M	A	NA	NA	NA	NA
37	2	F	A	?	?	NA	NA
38	1	M	A	NA	NA	NA	NA
39	1	F	A	NA	NA	NA	NA
40	1	M	A	NA	NA	NA	NA
41	1	M	A	NA	NA	NA	NA
42	1	M	M	NA	NA	NA	NA
43	1	M	A	NA	NA	NA	NA
44	1	?	I	NA	NA	NA	NA
45	1	M	A	NA	NA	NA	NA
46	1	?	SA	NA	NA	NA	NA
47	1	M	A	NA	NA	NA	NA
48	1	?	I	NA	NA	NA	NA
49	1	F	A	NA	NA	NA	NA
50	2	F	J	F	M	NA	NA
51	1	?	SA	NA	NA	NA	NA
52	1	F	A	NA	NA	NA	NA
53	2	F	J	?	I	NA	NA
54	3	NA	NA	NA	NA	M/M/?	A/A/J
55	1	M	A	NA	NA	NA	NA
56	3	NA	NA	NA	NA	M/F/?	A/M/I
57	2	F	SA	M	A	NA	NA
58	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
59	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
60	1	?	A	NA	NA	NA	NA
61	2	F	A	?	I	NA	NA
62	1	?	?	NA	NA	NA	NA
63	2	M	A	M	A	NA	NA
64	29	NA	NA	NA	NA	?	?
65	1	M	M	NA	NA	NA	NA
66	1	?	I	NA	NA	NA	NA
67	1	?	I	NA	NA	NA	NA
68	1	?	I	NA	NA	NA	NA
69	2	M	SA	?	A	NA	NA
70	3	NA	NA	NA	NA	F/M/?	A/A/?
71	1	F	A	NA	NA	NA	NA
72	1	F	M	NA	NA	NA	NA

73	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
74	1	M	A	NA	NA	NA	NA
75	1	?	A	NA	NA	NA	NA
76	1	?	I	NA	NA	NA	NA
77	6	NA	NA	NA	NA	?	?
78	5	NA	NA	NA	NA	?	I/J/A/A/S
79	5	NA	NA	NA	NA	?	I/J/A/A/S
80	14	NA	NA	NA	NA	?	?
81	1	?	I	NA	NA	NA	NA
82	4	NA	NA	NA	NA	M/?/?/?	A/A/A/SA
83	?	NA	NA	NA	NA	NA	NA
84	4	NA	NA	NA	NA	M/?/?/?	A/A/I/I
85	3	NA	NA	NA	NA	M/NA/NA	SA/A/A
86	1	M	?	NA	NA	NA	NA
87	1	F	M	NA	NA	NA	NA
88	4	NA	NA	NA	NA	M/?/?/?	M/A/A/I
89	1	F	A	NA	NA	NA	NA
90	1	M	A	NA	NA	NA	NA
91	1	F	SA	NA	NA	NA	NA
92	2	F	J	?	I	NA	NA
93	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
94	1	F	A	NA	NA	NA	NA
95	1	F	A	NA	NA	NA	NA
96	1	?	A	NA	NA	NA	NA
97	1	M	A	NA	NA	NA	NA
98	2	F	A	?	I	NA	NA
99	1	M	A	NA	NA	NA	NA
100	1	F	A	NA	NA	NA	NA
101	1	M	A	NA	NA	NA	NA
102	2	?	?	?	?	NA	NA
103	1	F	J	NA	NA	NA	NA
104	1	F	A	NA	NA	NA	NA
105	1	M	A	NA	NA	NA	NA
106	2	F	J	M	A	NA	NA
107	3	NA	NA	NA	NA	NA	A/NA/NA
108	1	M	M	NA	NA	NA	NA
109	14	NA	NA	NA	NA	?	?
110	2	F	A	M	M	NA	NA

111	15	NA	NA	NA	NA	?	?
112	15	NA	NA	NA	NA	?	?
113	2	F	M	F	J	NA	NA
114	1	M	A	NA	NA	NA	NA
115	1	M	SA	NA	NA	NA	NA
116	1	F	A	NA	NA	NA	NA
117	1	F	A	NA	NA	NA	NA
118	1	F	A	NA	NA	NA	NA
119	2	F	A	M	J	NA	NA
120	1	F	A	NA	NA	NA	NA
121	1	F	J	NA	NA	NA	NA
122	1	M	A	NA	NA	NA	NA
123	1	F	A	NA	NA	NA	NA
124	1	?	I	NA	NA	NA	NA
125	1	?	A	NA	NA	NA	NA
126	2	?	A	?	A	NA	NA
127	1	F	A	NA	NA	NA	NA
128	5	NA	NA	NA	NA	M/M/M/M/NA	SA/M/M/A/NA
129	1	M	A	NA	NA	NA	NA
130	1	F	A	NA	NA	NA	NA
131	19	NA	NA	NA	NA	M/M/M/M/M/F/F/F/F/?	A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/A/?/?
132	6	NA	NA	NA	NA	?	I/A/A/A/S
133	6	NA	NA	NA	NA	?	I/A/A/A/S
134	?	NA	NA	NA	NA	NA	NA
135	?	NA	NA	NA	NA	NA	NA
136	1	M	A	NA	NA	NA	NA
137	2	F	A	?	?	NA	NA
138	1	M	A	NA	NA	NA	NA
139	2	F	A	M	A	NA	NA
140	?	NA	NA	NA	NA	NA	NA
141	1	?	SA	NA	NA	NA	NA
142	2	M	M	M	A	NA	NA
143	1	?	J	NA	NA	NA	NA
144	2	M	?	M	?	NA	NA
145	1	?	A	NA	NA	NA	NA
146	2	F	A	M	SA	NA	NA

Medidas de red del modelo

ID	Fase	Grado	Peso	Grado de intermediación	Grupo modular	Grado de vector propio
1	7	19	12.163	3.239	1	0.97
3	5	29	15.957	2.931	2	0.78
4	5	33	15.309	4.751	2	0.88
5	5	31	17.643	1.353	1	0.85
6	5	31	24.019	0.834	2	0.86
7	7	19	14.114	3.239	2	0.97
8	6	31	27.146	1.250	3	1.00
9	5	38	27.028	8.002	2	0.99
10	7	20	14.032	4.537	1	1.00
11	6	21	8.625	0.195	3	0.69
12	7	18	11.138	2.945	1	0.92
13	5	36	20.430	6.836	2	0.95
14	6	27	18.327	0.191	2	0.89
15	5	34	20.443	5.115	2	0.91
16	6	31	19.235	1.250	1	1.00
17	6	25	12.562	0.155	1	0.83
18	6	31	29.107	1.250	1	1
19	6	31	22.679	1.250	1	1
20	6	31	27.559	1.250	1	1
21	5	37	28.170	6.718	1	0.98
22	6	31	29.191	1.250	3	1
23	7	18	14.231	2.586	1	0.93
24	6	30	25.334	0.748	2	0.98
25	6	30	24.126	0.748	2	0.98
26	7	14	9	0.743	1	0.75
27	7	20	15.619	4.537	1	1
28	5	29	18.331	0.619	2	0.81
30	5	36	25.712	3.304	3	0.97
31	5	39	31.445	12.083	2	1
32	6	29	14.821	0.794	3	0.94
33	4	15	8.417	20.633	3	1
35	5	31	22.469	1.559	2	0.85
36	5	36	29.456	3.304	2	0.97
37	5	31	22.152	0.834	2	0.86
38	5	31	24.019	0.834	2	0.86
39	5	38	27.429	8.002	2	0.99
40	4	11	5.716	6.533	3	0.81
41	5	38	26.492	8.002	2	0.99
42	5	35	24.802	4.765	2	0.94
43	5	36	24.020	3.304	1	0.97
44	5	32	21.660	3.472	1	0.87
45	5	39	29.694	12.083	2	1
46	7	20	14.667	4.537	1	1
47	4	12	7.139	8.800	3	0.85
48	5	37	27.159	9.558	2	0.96
49	3	1	1.000	0	1	0.33
50	5	13	4.976	0	2	0.35
52	7	19	14.114	3.239	2	0.97
53	7	13	9.138	0	2	0.72
54	7	17	12.379	1.621	2	0.90
56	7	17	12.690	2.427	1	0.87
57	6	31	25.536	1.250	2	1
58	6	26	17.671	0.378	3	0.85
59	6	28	17.137	0.615	3	0.91
60	5	13	5.274	0	2	0.35
61	5	35	22.431	5.943	1	0.93

62	3	2	0.667	0	1	0.75
63	4	6	4.667	0	1	0.50
64	1	1	0.286	0	1	0.71
65	4	8	4.755	0.600	2	0.69
66	4	5	2.352	0	2	0.45
69	6	30	19.380	0.748	2	0.98
70	6	30	26.609	0.748	2	0.98
71	4	4	1.929	0	3	0.32
72	4	1	0.333	0	1	0.10
73	6	31	28.531	1.250	3	1
74	7	19	10.642	3.322	2	0.97
75	7	13	9.138	0	2	0.72
76	7	10	5.590	0	2	0.55
77	1	2	0.686	1	1	1
78	3	3	2.667	1	1	1
79	3	3	2.667	1	1	1
81	5	22	13.674	0	3	0.62
82	4	10	5.884	2.500	1	0.79
84	6	29	16.151	0.764	2	0.94
85	7	15	8.031	0.662	2	0.81
86	3	3	1.667	3	1	0.88
87	4	9	4.131	1.533	2	0.74
88	6	30	18.560	0.748	2	0.98
90	5	9	3.936	0	1	0.26
91	6	31	25.167	1.250	1	1.00
92	5	38	24.752	8.002	2	0.99
93	2	2	0.800	0	1	1
94	5	29	18.319	0.985	3	0.80
95	5	30	13.167	3.230	2	0.81
96	6	27	12.391	0.921	2	0.88
97	4	6	3.738	0	4	0.53
98	5	22	13.674	0	3	0.62
99	5	36	20.652	5.878	2	0.96
102	6	30	25.261	0.982	2	0.97
105	4	4	2.071	0	3	0.32
106	4	7	4.686	0.400	1	0.57
107	4	12	6.320	5.700	1	0.90
108	5	36	29.024	3.304	1	0.97
109	7	11	4.263	0	3	0.61
110	6	31	28.531	1.250	3	1
113	6	31	18.218	1.250	2	1
114	6	30	25.843	1.096	3	0.97
115	5	29	18.319	0.985	3	0.80
116	5	36	29.024	3.304	1	0.97
117	6	31	31.733	1.250	3	1
118	6	30	20.975	1.096	3	0.97
119	5	34	22.957	2.779	3	0.92
120	6	30	25.843	1.096	3	0.97
122	4	6	3.738	0.000	4	0.53
123	4	6	4.667	0.000	1	0.50
126	7	17	9.865	1.570	2	0.89
127	1	1	0.400	0	1	0.71
128	6	26	19.913	0.111	2	0.86
131	4	14	7.761	23.300	1	0.95
132	2	2	2.400	0	1	1
133	2	2	2.400	0	1	1
136	5	25	13.274	0	1	0.71
137	5	29	18.319	0.985	3	0.80
138	6	26	19.913	0.111	2	0.86
141	5	33	21.387	1.909	3	0.90
142	6	30	21.310	0.748	2	0.98
143	7	17	12.379	1.621	2	0.90

144	5	34	17.084	4.435	1	0.92
145	7	10	4.871	0.000	1	0.56
146	7	12	5.676	0.177	3	0.66

ANEXO 2: SCRIPTS EN R COMMANDER

SCRIPT: Combinar dataciones

```
#####
##### Título: Combinación de dataciones #####
#####

# Autoría: Tania Díaz y Andreu Monforte-Barberán

# Descripción: Aplicación de las funciones de Ward y Wilson (1978) para un conjunto de
dataciones
# Input: Dataciones.xlsx
# COLUMNA 1 llamada NOMBRES, contiene la identificación de las dataciones
# COLUMNA 2: llamada BD_DATE, contiene la datación radiocarbónica sin calibrar
# COLUMNA 3: llamada SD, contiene la desviación estandar de cada datación
# Output: resultados.xlsx (tabla con la combinación de todas las filas donde se obtienen los
siguientes campos explicados en el Script: Nombre n, Nombre
n,"rn","sn","rn","sn","rn","sn","T")
#matriz.xlsx: matriz relacional con los valores normalizados T

#####

# Cargamos las librerías

library(readxl)
library(writexl)

# Definimos las funciones adaptadas de Ward y Wilson (1978) para:
# R = datación radiocarbónica sin calibrar
# S = error estadístico
# T = significación estadística

combineR <- function(r, s){
  ##Esta función lee dos vectores de dimensión 2 y calcula el Rc;
  # el vector r guarda dos determinaciones;
  # el vector s guarda los errores estandar;
  # s[i] guarda el error estandar de la determinación r[i]

  sum_num <- 0 ##Guarda el sumatorio numerador de rc
  sum_den <- 0 ##Guarda el sumatorio denominador de rc

  for(i in 1:2){
    sum_num <- sum_num+r[i]/(s[i]*s[i]) ##Calcula el sumatorio del numerador de rc
    sum_den <- sum_den+1/(s[i]*s[i]) ##Calcula el sumatorio del denominador de rc
  }
  rc<-sum_num/sum_den ##División de rc
  return(rc)
}

combineS <-function (r, s){
  ##Esta función lee dos vectores de dimensión 2 y calcula el Sc;
```

```

# el vector r guarda dos determinaciones;
# el vector s guarda los errores estandar;
# s[i] guarda el error estandar de la determinacion r[i]

sum <- 0 # guarda el sumatorio sc

for (i in 1:2){
  sum <- sum+1/(s[i]*s[i]) ##Calcula el sumatorio de Sc
}
sc <- 1/(sqrt(sum))
return(sc)
}

combineT <- function(r,s,rc){
  ##Esta función lee dos vectores de dimension 2 y calcula el rc de ambos para calcular la T
  #el vector r guarda dos determinaciones;
  #el vector s guarda los errores estandar;
  #s[i] guarda el error estandar de la determinacion r[i]
  t <- 0 ##Guarda el sumatorio T

  for(i in 1:2) {
    t <- t+((r[i]-rc)*(r[i]-rc))/(s[i]*s[i]) ##Calcula el sumatorio de T
  }
  return(t)
}

# Importamos los archivos necesarios

Dataciones <- read_excel("C:/Users/andre/Desktop/Dataciones_tumbas")
Dataciones <- as.data.frame(Dataciones)

# Extraemos los datos mediante la creación de vectores

nombres <- as.numeric(Dataciones$NOMBRES) ##Identificación de cada datación
r <- as.numeric(Dataciones$BP_DATE) ##Fechas radiocarbónicas sin calibrar
s <- as.numeric(Dataciones$SD) ##Desviacion estandar de errores
dim <- dim(Dataciones)[1] ##Guardo el número de filas/dataciones

# Creamos una matriz vacía con los siguientes títulos:
"NOMBRE1","NOMBRE2","r1","s1","r2","s2","rc","sc","T"

resultados <- matrix(ncol=9)
colnames(resultados) <- c("nombre1","nombre2","r1","s1","r2","s2","rc","sc","T")
resultados <- resultados[-1,]

# Creamos una matriz para guardar el valor T de cada par de dataciones una matriu per guardar
la t de cada parell

matriz <- matrix(ncol=dim, nrow=dim)
colnames(matriz) <- nombres

```

```
rownames(matriz) <- nombres
```

```
# Llenamos la matriz
```

```
for (i in 1:dim){ ##Corro todos los nombres
  for (j in i:dim){ ##Corro toda las combinacions i-j menos las que ya han sido corridas
    if (i != j ){ ##No comparo una datacion con ella misma
      v <- c(r[i],r[j]) ##Guardo un vector v =(r1,r2)
      w <- c(s[i],s[j]) ##Guardo un vector w =(s1,s2)
      rc <- combineR(v,w)
      sc <- combineS(v,w)
      t <- combineT(v,w,rc)
      resultados <-rbind(resultados,c(nombres[i],nombres[j],r[i],s[i],r[j],s[j],rc,sc,t)) ##Añado
una fila con todos los resultados

      ##Guardo el valor T de cada par
      matriz[i,j] <- t
      matriz[j,i] <- t ##La matriz es simetrica (i,j) por lo que tiene el mismo valor que (j,i)
    }
    else{
      matriz[i,j] <- 0 ##Para una datación con ella misma el valor T=0
    }
  }
}

print(resultados)
print(matriz)
```

```
# La significancia estadística se da para valores >3.8, por ello cambiamos todos los valores <3.8
por 0.
```

```
matriu_norm<-matriu
matriu_norm[matriu_norm > 3.8] <- 0 #C#ambiamos valores >3.8 por 0
```

```
# Para hacer la red pesada invertimos los valores. Los valores más ceranos a 3.8 tiene que ser
los más pequeños.
```

```
matriu_norm[matriu_norm != 0] <- 3.8 - matriu_norm[matriu_norm !=0] ##Restamos 3.8 a
todos los valores diferentes a 0
matriu_norm<-matriu_norm / 3.8
```

```
# Exportamos los resultados
```

```
resultados<-as.data.frame(resultados)
write_xlsx(resultados, "resultats.xlsx")
```

```
matriu_norm<-as.data.frame( matriu_norm)
write_xlsx(write_xlsx, "matriz.xlsx")
```

SCRIPT: Modelado de redes complejas

```
#####
##### Título: Modelado de redes complejas (fase 4) #####
#####

# Autoría: Andreu Monforte-Barberán

# Descripción: Ajuste de tres modelos matemáticos (distribución normal, log-normal y
exponencial) a los datos empíricos utilizando el grado de los nodos
# Input: valores_grado.xlsx
# COLUMNA 1 (fase1): listado de valores de grado de cada nodo de la primera fase;
COLUMNA N...
# Output: modelos_fase4.exlsx (tabla con el resultado del valor del test olmogorov-Smirnov y el
valor p para cada distribución)

#####

# Cargamos las librerías

library(readxl)
library(writexl)
library(poweRlaw)

# Importamos los archivos necesarios

Grado <- read_excel("C:/Users/andre/Desktop/valores_grado.xlsx")
Grado <- as.data.frame(Grado)

# Seleccionamos la fase (en este caso como ejemplo tomamos la fase 4)

Grado_4 <- Grado$fase4

# Ajuste a la distribución de ley de potencia

m_pl <- displ$new(Grado_4) ##Ajusta la distribución a los datos de entrada
est <- estimate_xmin(m_pl) #Estima el límite inferior de la distribución
m_pl$setXmin(est) ##Establece el valor de xmin obtenido en el paso anterior como el valor
mínimo de la distribución

bs <- bootstrap(m_pl,no_of_sims=100, threads=2) ##Realiza una prueba de Kolmogorov-
Smirnov para la distribución utilizando 100 simulaciones de bootstrap y 2 hilos de
procesamiento
bs_p <- bootstrap_p(m_pl) ##Realiza una prueba de hipótesis para la distribución
bs_p$p #Muestra el valor de p obtenido en la prueba de hipótesis realizada en el paso anterior
bs_p$gof ##Muestra el resultado del test de Kolmogorov-Smirnov

##Si este valor es <0.1, se rechaza la hipótesis nula de que los datos no siguen una distribución
de ley de potencia
```

```
# Ajuste a la distribución log-normal
```

```
m_ln <- dislnorm$new(TotalArtifacts[1:17, 4]) ##Ajusta la distribución a los datos de entrada
est <- estimate_xmin(m_ln) ##Estima el límite inferior de la distribución
m_ln$setXmin(est) ##Establece el valor de xmin obtenido en el paso anterior como el valor
mínimo de la distribución
```

```
bs1 <- bootstrap(m_ln,no_of_sims=100, threads=2) ##Realiza una prueba de Kolmogorov-
Smirnov para la distribución utilizando 100 simulaciones de bootstrap y 2 hilos de
procesamiento
```

```
bs1_p <- bootstrap_p(m_ln) ##Realiza una prueba de hipótesis para la distribución
bs1_p$p ##Muestra el valor de p obtenido en la prueba de hipótesis realizada en el paso
anterior
```

```
bs1_p$gof ##Muestra el resultado del test de Kolmogorov-Smirnov
```

```
##Si este valor es <0.1, se rechaza la hipótesis nula de que los datos no siguen una distribución
log-normal
```

```
# Ajuste a la distribución exponencial
```

```
m_exp <- disexp$new(TotalArtifacts[1:17, 4]) ###Ajusta la distribución a los datos de entrada
est <- estimate_xmin(m_exp) ##Estima el límite inferior de la distribución
m_exp$setXmin(est) ##Establece el valor de xmin obtenido en el paso anterior como el valor
mínimo de la distribución
```

```
bs2 <- bootstrap(m_exp,no_of_sims=100, threads=2) ##Realiza una prueba de Kolmogorov-
Smirnov para la distribución utilizando 100 simulaciones de bootstrap y 2 hilos de
procesamiento
```

```
bs2_p <- bootstrap_p(m_exp) ##Realiza una prueba de hipótesis para la distribución
bs2_p$p~ ##Muestra el valor de p obtenido en la prueba de hipótesis realizada en el paso
anterior
```

```
bs2_p$gof ##Muestra el resultado del test de Kolmogorov-Smirnov
```

```
##Si este valor es <0.1, se rechaza la hipótesis nula de que los datos no siguen una
distribución exponencial
```

```
# Creamos y exportamos los resultados
```

```
resultados_fase4 <- data.frame(
  LP = c(bs_p$gof, bs_p$p),
  LN = c(bs1_p$gof, bs1_p$p),
  EXP = c(bs2_p$gof, bs2_p$p),
  row.names = c("KS", "p")
)
```

```
write_xlsx(resultados_fase4, "modelos_fase4.xlsx")
```

SCRIPT: Cálculo de co-asociaciones de materiales

```
#####
##### Título: Cálculo de co-asociaciones (fase 4) #####
#####

# Autoría: basado en Brughmans y Peeples 2023.

# Descripción: cálculo de las co-asociaciones de materiales de las sepulturas
# Input: dat_similitud.xlsx (matriz de adyacencia con los valores resultantes del cálculo de
similitud donde cada fila y columna es una sepultura)
# Output: co_4.xlsx (tabla de co-asociaciones)
# net_f4 (red de co-asociaciones)

#####

# Cargamos las librerías

library(readxl)
library(writexl)

library(igraph)

# Cargamos la función de co-asociación

cooccur <- function(x) {
  ##calcula la ocurrencia proporcional para cada tipo de artefacto
  nm.p <- colSums(x)/nrow(x)
  ##co-asociaciones calculadas a través de la multiplicación de matrices
  obs <- t(as.matrix(x)) %*% (as.matrix(x))
  diag(obs) <- 0
  ##creamos una matriz de valores esperados basada en ocurrencia proporcional
  expect <- matrix(0,nrow(obs),ncol(obs))
  for (i in 1:nrow(obs)) {
    for (j in 1:ncol(obs)) {
      expect[i,j] <- (nm.p[i]*nm.p[j])*nrow(x)}
  }
  ##convertimos el conteo esperado a la proporción esperada
  p <- expect/nrow(x)
  ##calculamos la matriz final de puntajes y salida
  out <- (obs-expect)/(sqrt(expect*(1-p)))
  diag(out) <- 0
  return(out)}

# Cargamos los datos

dat_similitud <- read_excel("C:/Users/andre/Desktop/dat_similitud")
dat_similitud <- as.data.frame(dat_similitud)

# Seleccionamos la fase (en este caso como ejemplo tomamos la fase 4)
```

```

dat_4 <- dat_similitud$fase4

# Aplicamos la función a los datos

out_4 <- cooccur(dat_4)

# Modificamos los datos para eliminar valores negativos de datos

oc_4 <- ifelse(out_4 < -0, 0, oc_4) ##cambiamos < 0 por 0
oc_4[is.na(oc_4)] <- 0 ## reemplazamos los valores nulos o NA por 0

suma_columnas <- colSums(oc_4) # identificamos las columnas = 0
indices_col <- which(suma_columnas == 0) ##eliminamos columnas = 0
oc_4 <- subset(oc_4, select = -indices_col, row = -indices_col)

oc_4 <- t(oc_4) ##transponemos la matriz y repetimos el mismo proceso anterior
suma_columnas <- colSums(oc_4)
indices_col <- which(suma_columnas == 0)
oc_4 <- subset(oc_4, select = -indices_col, row = -indices_col)

# Creamos red de co-asociación

net_f4 <- graph_from_adjacency_matrix(oc_4,
                                     mode = "directed",
                                     weighted = TRUE)

# Hacemos el grafo de la red

V(net_f4)$name <- colnames(oc_4)

set.seed(4643)
ggraph(net_f4) +
  geom_edge_link(aes(width = weight)) +
  scale_edge_width_continuous(range = c(0.5, 1.5)) +
  geom_node_point(size = 3, color = "red") +
  geom_node_label(aes(label = V(net_f4)$name), size = 3, alpha= 0.8, repel = TRUE,
  label.padding=0.1)+
  labs(fill="Peso") +
  theme_graph()

# Exportamos la tabla de co-asociaciones

write_xlsx(as.data.frame(out_4), "co_4.xlsx")

```

SCRIPT: Comparación modelos espaciales con empíricos

```
#####
##### Título: Comparación modelos espaciales con empíricos (fase 4) #####
#####

# Autoría: Andreu Monforte-Barberán

# Descripción: comparación de modelos espaciales con la red de similitud (datos empíricos)
mediante un test de Mantel
# Input: dat_similitud.xlsx (matriz de adyacencia con los valores resultantes del cálculo de
similitud donde cada fila y columna es una Sepultura)
  # coord.xlsx (matriz de coordenadas)
  # COLUMNA 1 (ID): identificación de la sepultura; COLUMNA 2 (LONG): longitud;
COLUMNA 3 (LAT): latitud.
# Output: mantel_fase4.xlsx (tabla con los valores de Mantel y su significancia estadística para
cada modelo)

#####

# Cargamos las librerías

library(igraph)

library(cccd) ##redes vecinales relativas
library(statnet) ##Distancia máxima
library(geosphere) ##Distancia máxima
library(vegan) ##Mantel
library(ade4) ##Mantel

library(readxl)
library(writexl)

## Cargamos coordenadas de la fase correspondiente

coord <- read_excel("C:/Users/andre/Desktop/dades_esp.xlsx", sheet = "4")
coord <- as.data.frame(coord)

# Construimos la base de datos de coordenadas

x <- as.matrix(coord$LONG) ##Long x
y <- as.matrix(coord$LAT) ##Lat y
xy <- as.data.frame(cbind(x,y)) ##Unimos las coordenadas
colnames(xy) <- c("x", "y")
rownames(xy) <- coord$ID

## red espacial empírica

# Cargamos datos
dat_similitud <- read_excel("C:/Users/andre/Desktop/dat_similitud")
dat_similitud <- as.data.frame(dat_similitud)
```

```

# Seleccionamos la fase (en este caso como ejemplo tomamos la fase 4)
dat_4<-dat_similitud$fase4

# Eliminamos enlaces <0.33 datos
dat_4 <-ifelse(dat_4<=0.33, 0, 1)

# Creamos la red JACCARD
net <- graph_from_adjacency_matrix(JAC_4_NORM, mode = "undirected", weighted =
TRUE)

# Creamos matriz de adyacencia
matriz1 <- as.matrix(get.adjacency(net, sparse=FALSE))

## red de vecindad relativa (RNG)

# Creamos un objeto de red mediante el diagrama de Voronoi
rng1 <- rng(xy)##Contiene informacion de las celadas Voronoi

# Creamos una matriz de adyacencia
matriz2 <- as.matrix(get.adjacency(rng1, sparse=FALSE))

## red de Gabriel (GG) y red de Gabriel beta

# Creamos un objeto de red de Gabriel
gg1 <- gg(x = xy)

# Creamos una matriz de adyacencia
matriz3 <- as.matrix(get.adjacency(gg1, sparse=FALSE))

# Creamos un objeto de red con beta = 0.5
beta_s5 <- gg(x = xy, r = 0.5)

# Creamos un objeto de red con beta = 0.1
beta_s1 <- gg(x = xy, r = 0.1)

# Creamos matriz de adyacencia para r=0.5
matriz4_5 <- as.matrix(get.adjacency(beta_s5, sparse=FALSE))

# Creamos matriz de adyacencia para r=0.1
matriz4_1 <- as.matrix(get.adjacency(beta_s1, sparse=FALSE))

## red de Arbol de expansión mínima (MST)

# Creamos objeto de red
mst_net <- igraph::mst(net)

# Creamos matriz de adyacencia
matriz5 <- as.matrix(get.adjacency(mst_net, sparse=FALSE))

```

```

## K-red vecino más cercano (KR)

# Calculamos grafo de vecino más cercano para K = 3
nn3 <- nng(x = xy, k = 3)

# Creamos matriz de adyacencia para k=3
matriz6_3 <- as.matrix(get.adjacency(nn3, sparse=FALSE))
matriz6_3 <- ifelse(matriz6_3 >= 1, 1, 0)

# Calculamos grafo de vecino más cercano para k = 6
nn6 <- nng(x = xy, k = 6)

# Creamos matriz de adyacencia para k=6
matriz6_6 <- as.matrix(get.adjacency(nn6, sparse=FALSE))
matriz6_6 <- ifelse(matriz6_6 >= 1, 1, 0)

## red de distancia máxima (DMAX)

# Calculamos la distancia en m entre los nodos
d1 <- distm(xy)

# Creamos una red de distancia máxima < 33 km
net33 <- network(event2dichot(
  d1,
  method = "absolute",
  thresh = 33000,
  leq = TRUE
),
  directed = FALSE)

# Creamos matriz de adyacencia para <33km
matriz7_33 <- as.matrix(net33)

# Creamos una red de distancia máxima < 66 km
net66 <- network(event2dichot(
  d1,
  method = "absolute",
  thresh = 66000,
  leq = TRUE
),
  directed = FALSE)

# Creamos matriz de adyacencia para <33km
matriz7_66 <- as.matrix(net66)

## Calculamos la similitud de Mantel entre la matriz empírica y los modelos
sm_2 <- mantel(matriz1, matriz2)
sm_3 <- mantel(matriz1, matriz3)
sm_4_1 <- mantel(matriz1, matriz4_5)
sm_4_2 <- mantel(matriz1, matriz4_1)
sm_5 <- mantel(matriz1, matriz5)
sm_6_1 <- mantel(matriz1, matriz6_3)
sm_6_2 <- mantel(matriz1, matriz6_6)

```

```
sm_7_1 <- mantel(matriz1, matriz7_33)
sm_7_2 <- mantel(matriz1, matriz7_66)

# Creamos una tabla con los resultados
mantel_fase4<-data.frame(
  Mantel=c(sm_2$statistic, sm_3$statistic, sm_4_1$statistic, sm_4_2$statistic,
           sm_5$signif, sm_6_1$statistic, sm_6_2$statistic, sm_7_1$statistic, sm_7_2$statistic),
  p=c(sm_2$signif, sm_3$signif, sm_4_1$signif, sm_4_2$signif,
       sm_5$signif, sm_6_1$signif, sm_6_2$signif, sm_7_1$signif, sm_7_2$signif)
)

write_xlsx(mantel_fase4, "mantel_fase4.xlsx")
```



```

R_Date("UBAR63",5330,90);
R_Date("CNA2513",5320,35);
R_Date("CNA3301",5320,35);
R_Date("CNA2512",5315,35);
R_Date("CNA3302",5300,35);
R_Date("BETA197134",5290,40);
R_Date("CNA2319",5275,40);
R_Date("CNA2312",5270,40);
R_Date("UBAR101",5270,70);
R_Date("CNA2305",5260,45);
R_Date("UBAR1282",5260,40);
R_Date("LYON10585",5245,30);
R_Date("BETA280848",5240,40);
};
Boundary("Final fase 4");
Boundary("Inicio fase 5");
Phase("fase 5")
{
R_Date("CNA2323",5225,35);
R_Date("BETA189077",5220,50);
R_Date("CNA2307",5210,45);
R_Date("MC2139",5210,90);
R_Date("No reference-1",5205,40);
R_Date("CNA2301",5200,35);
R_Date("BETA280861",5200,40);
R_Date("CNA2309",5185,40);
R_Date("CNA2321",5185,40);
R_Date("BETA280850",5180,40);
R_Date("C. CNA2314/UBAR442",5176,33);
R_Date("CNA2304",5175,45);
R_Date("CNA2315",5175,35);
R_Date("UBAR583",5170,80);
R_Date("LY10581",5165,30);
R_Date("CNA2317",5160,40);
R_Date("CNA2327",5160,35);
R_Date("CNA2308",5155,45);
R_Date("No reference-2",5150,30);
R_Date("BETA280855",5150,40);
R_Date("CNA2664",5148,33);
R_Date("CNA2310",5145,40);
R_Date("CNA2295",5135,45);
R_Date("CNA2313",5135,40);
R_Date("CNA2316",5135,40);
R_Date("CNA3056",5131,33);
R_Date("BETA189075",5130,50);
R_Date("CNA2322",5125,35);
R_Date("CNA2300",5120,45);
R_Date("CNA2311",5115,40);
R_Date("CNA3051",5109,33);
R_Date("CNA3057",5109,33);

```

```

R_Date("LY10583",5105,30);
R_Date("UBAR100",5100,100);
R_Date("CNA2331",5095,40);
R_Date("CNA2324",5095,35);
R_Date("LY10591",5090,30);
R_Date("BETA147811",5080,80);
R_Date("CNA2050",5072,33);
R_Date("CNA2302",5070,45);
R_Date("LY10579",5070,30);
R_Date("LY10580",5070,30);
R_Date("CNA2293",5065,45);
R_Date("LY10595",5060,30);
};
Boundary("Final fase 5");
Boundary("Inicio fase 6");
Phase("fase 6")
{
R_Date("CNA3042",5058,33);
R_Date("LY10586",5045,30);
R_Date("CNA3060",5044,33);
R_Date("CNA2296",5035,40);
R_Date("CNA2325",5035,35);
R_Date("CNA2330",5025,45);
R_Date("C. BETA476337/BETA476338",5020,22);
R_Date("LY10594",5015,30);
R_Date("UBAR625",5015,55);
R_Date("CNA2297",5005,45);
R_Date("LY10582",5005,30);
R_Date("LY10587",5005,30);
R_Date("CNA2332",5000,45);
R_Date("CNA2457",4995,35);
R_Date("C. BETA250405/BETA250406",4995,29);
R_Date("LTL5028A",4991,50);
R_Date("CNA1640",4984,32);
R_Date("CNA2669",4982,44);
R_Date("UBAR901",4980,40);
R_Date("CNA2326",4980,35);
R_Date("CNA3048",4979,33);
R_Date("LY10593",4978,35);
R_Date("CNA2456",4975,35);
R_Date("LY10592",4975,30);
R_Date("C. CNA3045/CNA3044",4975,26);
R_Date("CNA3049",4965,34);
R_Date("C. CNA2329/CNA2328",4965,25);
R_Date("LY10596",4955,30);
R_Date("C. CNA2458/CNA2459/CNA2460/UBAR735",4951,20);
R_Date("UBAR576",4950,80);
R_Date("CNA 2663",4950,52);
R_Date("UBAR127",4950,70);
R_Date("C. CNA2452/UGRA349",4947,34);

```

```

R_Date("UBAR1178",4945,40);
R_Date("LY10590",4940,30);
R_Date("UBAR1013",4920,70);
};
Boundary("Final fase 6");
Boundary("Inicio fase 7");
Phase("fase 7")
{
R_Date("CNA2303",4895,45);
R_Date("BETA280854",4890,40);
R_Date("I12158",4880,100);
R_Date("BETA25405",4880,40);
R_Date("UBAR770",4870,45);
R_Date("UBAR902",4865,40);
R_Date("UBAR209",4860,45);
R_Date("CNA2676",4857,33);
R_Date("LYON10588",4855,30);
R_Date("UBAR900",4850,80);
R_Date("BETA120560",4840,40);
R_Date("No reference-3",4800,100);
R_Date("CNA2665",4798,31);
R_Date("BETA120559",4790,50);
R_Date("CNA2294",4775,50);
R_Date("CNA2299",4770,48);
R_Date("BETA120561",4760,50);
R_Date("CNA2673",4759,49);
R_Date("UBAR408",4740,70);
R_Date("C: CNA2461/CNA2462",4723,25);
R_Date("BETA62853",4690,100);
R_Date("C. CNA3047/CNA3046",4669,24);
R_Date("CNA3315",4658,33);
R_Date("BETA252115",4630,40);
R_Date("UBAR47",4610,90);
R_Date("OXA8876",4600,70);
R_Date("UBAR903",4570,60);
R_Date("UBAR-443",4560,80);
R_Date("LYON10589",4535,30);
};
Boundary("Final fase 7");
};
};

```