

Origen y objetivos del proyecto Modelo Andaluz de Predicción Arqueológica

Silvia Fernández Cacho, Centro de Documentación y Estudios del IAPH

Se exponen de modo concreto los factores condicionantes que hacen posible el nacimiento del proyecto MAPA, entre los que destacan desde la propia evolución de la ciencia arqueológica a la estrategia seguida en el marco institucional en el que se desarrolla, que ha propiciado el uso de herramientas de información sobre el patrimonio arqueológico de vocación territorial. A continuación se describen los diversos análisis previos efectuados sobre los datos arqueológicos en relación con distintas variables, los cuales formaron un valioso punto de partida de reflexión teórica y operativa. Estos avances iniciales se enmarcaron en un contexto epistemológico que resultó, primero, en la construcción de un modelo mixto, inductivo y deductivo, segundo, en la selección de escalas espacio-temporales adecuadas, y tercero, en la articulación de indicadores entendidos como grupos de variables de análisis: indicadores selectivos, de perdurabilidad y de conocimiento. Finalmente, el capítulo aborda una sinopsis cronológica de la evolución del proyecto.

ORIGIN AND OBJECTIVES OF PROJECT ANDALUSIAN MODEL FOR ARCHAEOLOGICAL PREDICTION

This chapter defines the determining factors that led to the birth of project MAPA, from the evolution of archaeological science, to the strategy employed within the institutional framework in which the project develops; a strategy which has encouraged the use of information tools for archaeological heritage work. The chapter traces the analysis of different variables conducted previously on archaeological data that formed a valuable starting point for theoretical and operational reflection. These initial advances took place in an epistemological framework that resulted, first, in the construction of a mixed model, inductive and deductive; second, in the selection of appropriate spatial scales; and third, in the articulation of indicators defined as groups of analysis variables: selective indicators of durability and knowledge. Finally, the chapter deals with a chronological overview of the project evolution.

CONTEXTO Y OPORTUNIDAD DEL PROYECTO¹

En Arqueología, el estudio del objeto mueble y los edificios monumentales como unidad básica de trabajo fue progresivamente sustituido por el análisis de los sitios arqueológicos entendidos, en general, como áreas de actividad humana funcional y espacialmente diferenciadas, cuyo interés no radicaba solamente en la monumentalidad de los restos conservados, sino en su relevancia para ilustrar desde el conocimiento las formas de vida de las sociedades pasadas.

A partir de 1970, con la expansión de los principios teóricos y metodológicos de la Arqueología espacial, el análisis arqueológico fue ampliando su objeto de estudio hacia escalas más pequeñas, enfocando su interés en los sistemas de relaciones entre grupos humanos en áreas territoriales más extensas y en sus formas de aprovechamiento del medio.

Esta evolución disciplinar es consecuencia de la influencia de nuevos factores socio-culturales en la práctica arqueológica:

a) De una Arqueología elitista, centrada en el estudio de grandes monumentos u objetos de singular valor estético y/o monumental, así como de la historia de grandes acontecimientos y personajes, se pasa a una Arqueología más democrática, que amplía su marco de actuación hacia el conocimiento de los procesos sociales que tienen lugar en espacios concretos (BERTRAND y BERTRAND, 1991: 13). Los sitios arqueológicos dejan de tener "valor en sí mismos", y empiezan a tenerlo en función de su inserción en un tiempo y, sobre todo, en un espacio que cobra protagonismo (CRIADO, 1993: 18; CASTRO, 1994: 93; HORNOS, 1994: 16).

b) Evolución de un concepto parcelado del patrimonio a un concepto de patrimonio integral (CRIADO, 1994; QUEROL, 2003), en el que se incluyen espacios antes escasamente considerados (como es el caso de los paisajes) que conjugan valores naturales y culturales. En ellos, el patrimonio arqueológico se explica por su posición en el espacio y, a su vez, ayuda a interpretarlo diacrónicamente (GALEY, 2001: 74).

c) La toma en consideración de amplias porciones del territorio como objeto de investigación y salvaguarda es también consecuencia directa del riesgo de destrucción al que se ven sometidos algunos bienes territoriales, sean estos culturales o naturales, a causa de la expansión urbanística, de grandes infraestructuras, de cambios en los sistemas de explotación agrícola, de despoblación del mundo rural, etc. A la preocupación por la preservación de amplios espacios naturales y/o culturales se une la "patrimonialización" de otros elementos culturales en los últimos decenios: oficios y saberes tradicionales, fiestas populares, gastronomía, arquitectura vernácula, etc., también en acelerado proceso de desaparición.

d) En relación con el punto anterior se encuentra el desarrollo de la Arqueología preventiva, con la que también se ha relacionado el cambio de escala del objeto de análisis arqueológico en los últimos decenios (DEMOULE, 2004; SOULIER, 2000; CARCAUD et ál., 1997).

¹ Este capítulo integra y actualiza parte de un artículo publicado en el Boletín PH del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (FERNÁNDEZ CACHO, 2004 a).

La consideración del propio territorio como objeto de estudio arqueológico implica, así mismo, nuevos requerimientos metodológicos y programáticos. Entre estos requerimientos quizás el más significativo sea el cambio de escala crono-espacial ya que se prioriza la investigación histórico-arqueológica sobre procesos de larga duración (BARTOLOTTI, 2002: 351) que tienen su referente espacial en amplios territorios. De este modo, frente a la competencia exclusiva de la Arqueología en la investigación de los sitios arqueológicos concretos, ahora se establece una necesaria relación con otras ciencias que también tienen en el territorio su objeto de estudio (BERTRAND y BERTRAND, 1991: 17). No es, pues, suficiente trasladar los esquemas de la gestión cultural empleados hasta ahora, sino adaptarlos a una realidad más compleja.

Por otro lado, desde esta nueva perspectiva, son tan importantes las "ausencias" como las "presencias". No sólo es preciso conocer dónde existen restos materiales de actividades humanas pasadas, sino también dónde no los hay, ya que cada dato forma parte de un sistema global, de una red de relaciones entre todos los elementos que estructuran, modelan y definen a un territorio (BARTOLOTTI, 2002: 352).

Desde el punto de vista de la gestión patrimonial, esta nueva conceptualización del patrimonio arqueológico no ha sido asumida hasta fechas muy recientes y de forma desigual. En el ámbito de la tutela de los bienes culturales se ha defendido repetidamente la necesidad de entender los objetos en un contexto, normalmente circunscrito a un área de protección inmediata de reducida superficie pero, hasta el momento, en pocas actuaciones ha sido el propio territorio el protagonista.

Desde su formulación inicial en 1992, el Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía² se entendió como un conjunto de información referida no sólo a los bienes integrantes del patrimonio histórico andaluz, sino también al territorio y al ambiente en el que están inmersos, convirtiéndose así en testigo de los paisajes pretéritos y configurando los actuales.

El Centro de Documentación y Estudios del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico³ abordó inicialmente la sistematización e informatización de la información alfanumérica referida a las entidades patrimoniales individuales y, posteriormente, se ha trabajado en la producción de cartografía temática digital de patrimonio histórico. Como producto de esta línea de actuación, desde 1996 se dispone de una cartografía específica de patrimonio arqueológico que se actualiza periódicamente (FERNÁNDEZ CACHO, 2002 a).

La disponibilidad de las bases de datos y, sobre todo, de la cartografía digital, han permitido desarrollar nuevas líneas de análisis del patrimonio histórico desde una perspectiva territorial, vocación original del SIPHA.

Las principales líneas de aproximación al análisis territorial en el Centro de Documentación y Estudios del IAPH son las siguientes:

² En adelante SIPHA.

³ En adelante IAPH.

- Línea de patrimonio cultural y paisaje: Se ha creado el Laboratorio del Paisaje Cultural con el objetivo de contribuir al mejor conocimiento de los paisajes culturales andaluces, tanto rurales como urbanos, así como al desarrollo de criterios para su análisis, protección, intervención, conservación y uso.
- Línea de recursos culturales: Se desarrolla mediante la elaboración de Itinerarios y Rutas Culturales y del análisis del patrimonio cultural como recurso social y económico.
- Línea de normalización de la información territorial: Se está trabajando en la normalización de la información de ámbitos territoriales de fuerte contenido patrimonial, con la que se pretende trascender la focalización de los análisis de entidades patrimoniales desconectadas del sistema territorial.
- Línea de innovación tecnológica: Investigación de metodologías para la aplicación de métodos cuantitativos y tecnologías de la información geográfica en el tratamiento y análisis del patrimonio histórico.

En este contexto se formuló la primera propuesta del proyecto *Modelo Andaluz de Predicción Arqueológica* (MAPA) en 2000, como una apuesta por la experimentación en la aplicación de métodos cuantitativos así como de las tecnologías de la información geográfica al análisis territorial del patrimonio arqueológico. Desde entonces, y sobre todo a partir de 2003, el proyecto MAPA se ha ido consolidando como una de las líneas de investigación fundamentales del Centro de Documentación y Estudios del IAPH en materia de patrimonio arqueológico.

ANÁLISIS EXPLORATORIOS PREVIOS

Con motivo de la publicación de un cuaderno técnico sobre el Sistema de Información del patrimonio arqueológico de Andalucía *ARQUEOS* (FERNÁNDEZ CACHO, 2002 b), se realizaron unos primeros análisis de los datos que se habían registrado hasta el momento y que procedían mayoritariamente del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía (FERNÁNDEZ CACHO, MONDÉJAR y DÍAZ IGLESIAS, 2002).

A pesar de que se habían constatado deficiencias en la calidad de esta información, el resultado de los análisis sugería la existencia de una serie de tendencias coherentes en la distribución del patrimonio arqueológico en función de diversas variables territoriales.

Una de estas variables era la distancia de las entidades arqueológicas a la red hidrográfica, sin distinción de jerarquías en los cursos fluviales. La distribución de estas entidades por periodos históricos genéricos referida al conjunto de Andalucía muestra una tendencia a su disminución progresiva conforme aumenta la distancia a los cursos de agua (figura 8).

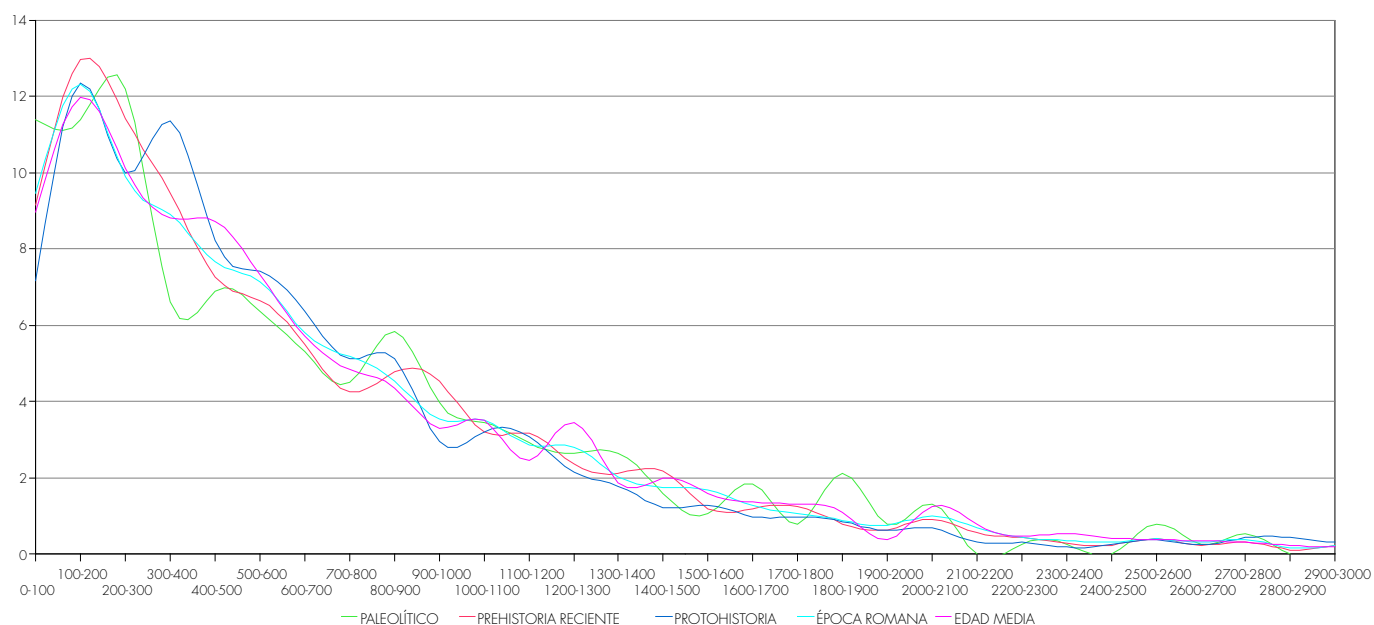


Figura 8. Frecuencia de localizaciones arqueológicas y red hidrográfica. Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 154)

Una tendencia distinta se observaba en el gráfico que representaba el número de entidades arqueológicas en función de la altimetría. En este caso se constataba que la frecuencia de los hallazgos arqueológicos registrados era mayor en la primera horquilla altimétrica (0-100 metros), para disminuir en la segunda y volver a subir en la tercera y cuarta (figura 9) y descender progresivamente a partir de ellas.

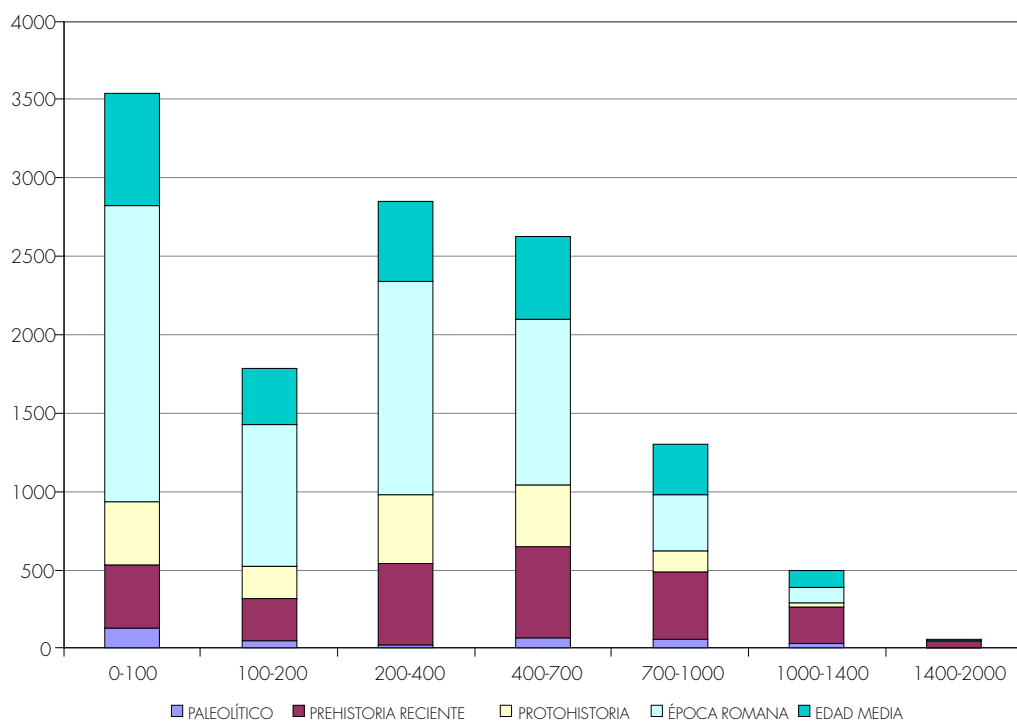


Figura 9. Frecuencia de entidades arqueológicas y altimetría. Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 158)

Esta tendencia, sin embargo, no se ajustaba a una distribución hipotética en la que se partía del supuesto de que la mayor frecuencia se hallaría en los terrenos más bajos para ir disminuyendo a medida que se ascendía en altura. Para confirmarlo se realizó otro gráfico en el que se representaba la densidad, y no la frecuencia, de localizaciones arqueológicas en cada tramo altimétrico (figura 10). El resultado era sustancialmente distinto al anterior, ya que mostraba cómo la disminución en la densidad de entidades arqueológicas se producía paulatinamente.

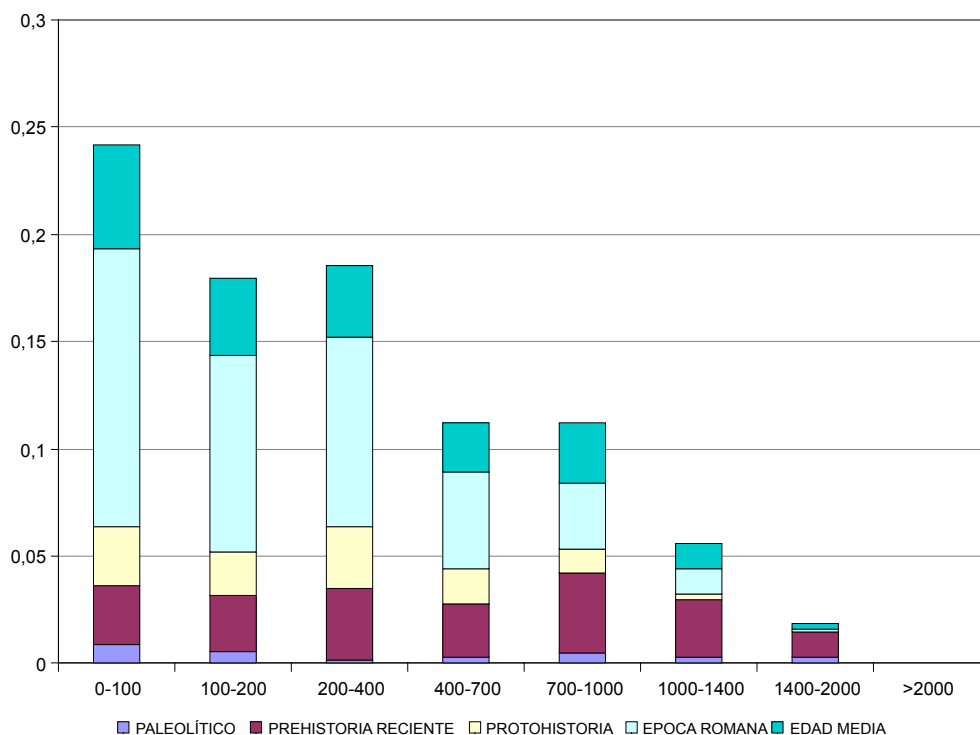


Figura 10. Densidad de entidades arqueológicas y altimetría.
Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 158)

Faltaban por determinar las variaciones en la tendencia resultante en función del porcentaje de entidades arqueológicas de cada periodo histórico y tramo altimétrico. Por ejemplo, en el gráfico anterior no se aprecian variaciones significativas en la densidad de las entidades arqueológicas de la prehistoria reciente en función de los distintos tramos altimétricos. Sin embargo, si se tiene en cuenta el porcentaje que estas suponen con respecto al resto de entidades arqueológicas en cada tramo, su significación se multiplica en los últimos, siendo las de época romana más significativas en los primeros (figura 11).

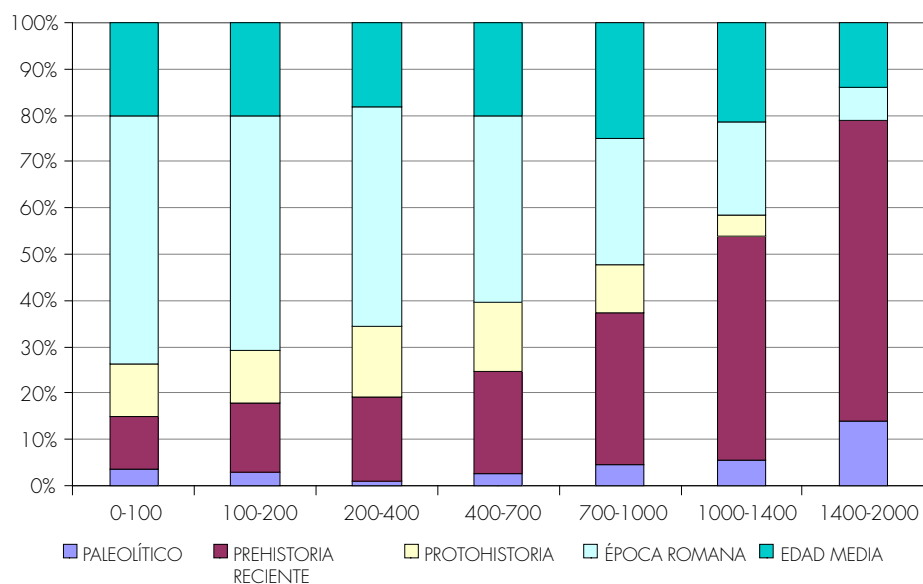


Figura 11. Porcentaje de entidades arqueológicas por periodos históricos y tramos altimétricos. Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 158)

Cuando el cruce de información se realizó con la cobertura digital de litología, el gráfico de frecuencias mostraba con claridad que el número de entidades arqueológicas registradas era abrumadoramente mayor en suelos de origen sedimentario, mucho más aptos para el cultivo que los ígneos o metamórficos (figura 12).

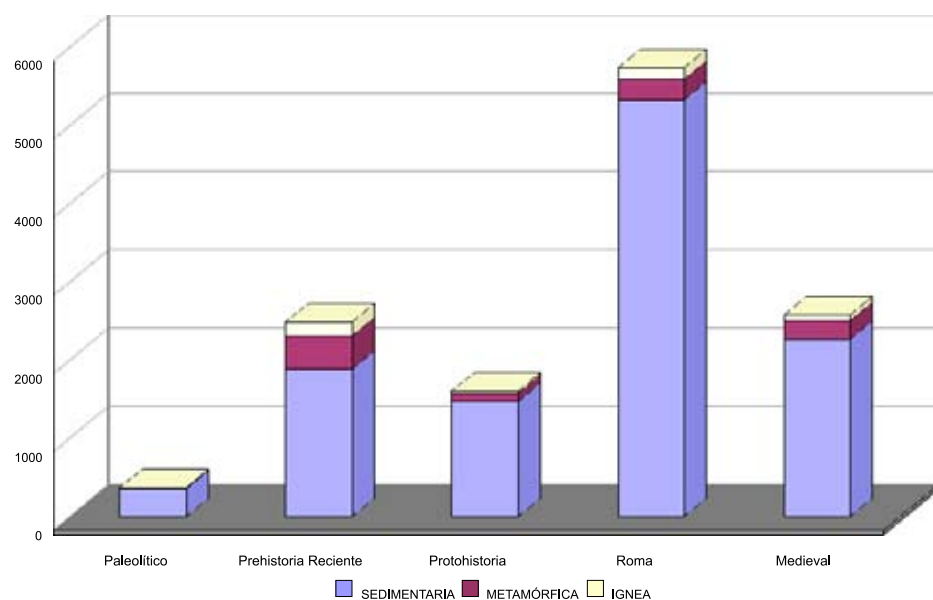


Figura 12. Frecuencia de entidades arqueológicas y litología. Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 156)

En este caso, cuando se calculó la densidad de entidades arqueológicas en función de cada tipo litológico, el gráfico resultante no mostraba diferencias apreciables. Es decir, parecía claro que la densidad era similar en los tres grandes grupos en los que se habían clasificado las distintas clases litológicas (sedimentaria, metamórfica e ígnea). Sin embargo sí se apreció una considerable diferencia cuando se calculó la densidad de entidades arqueológicas contabilizando los sitios arqueológicos pluriestratificados tantas veces como periodos históricos tuvieran asignados en la base de datos (densidad agregada). El resultado obtenido reflejó una mayor densidad en suelos sedimentarios (figura 13) concluyéndose que los sitios arqueológicos ubicados en ellos tendían a perdurar más en el tiempo.

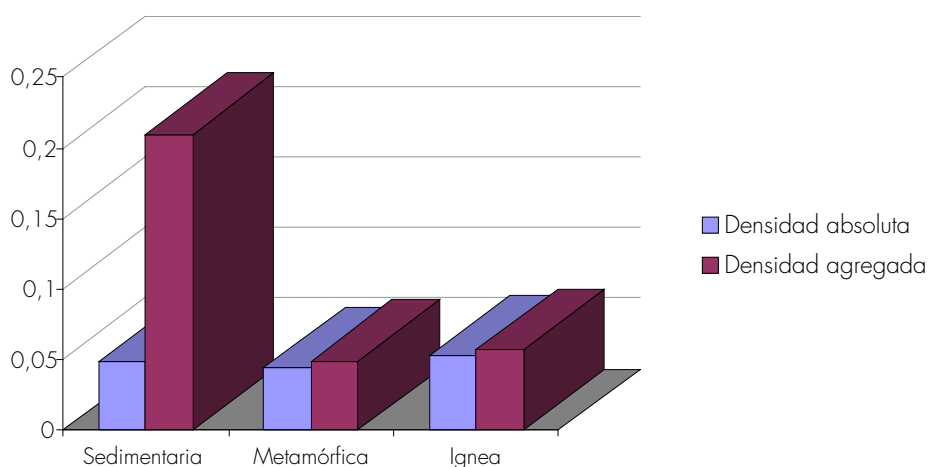


Figura 13. Densidad de entidades arqueológicas y litología. Fuente: Adaptado de Fernández Cacho, Mondéjar y Díaz Iglesias (2002: 156)

No fueron estos los únicos análisis exploratorios realizados. Se precisó mucho más en el estudio de la relación entre cada una de las variables y los periodos históricos y tipos funcionales de las entidades arqueológicas hasta el nivel de detalle que era posible con los datos registrados (figuras 14-17). También se comprobó que si se realizaban los mismos análisis en áreas reducidas no se mantenían las tendencias detectadas a escala regional (FERNÁNDEZ CACHO, 2004 a: 60). En resumen, del conjunto de resultados obtenidos se apuntaron las siguientes conclusiones:

- A escala regional parecía existir una mayor coherencia de los resultados con las asunciones en torno a las preferencias locacionales de las sociedades pasadas.
- A pesar de la moderada fiabilidad de la información arqueológica disponible, el empleo de categorías genéricas en relación con los periodos históricos y las tipologías funcionales producían, aparentemente, mejores resultados.
- El resultado de los análisis de densidades sugerían un mejor comportamiento que los basados en las frecuencias.

Quizá la principal virtualidad de estos análisis exploratorios fue la constatación de que, a pesar de las posibles carencias en la calidad y cantidad de los datos registrados en ARQUEOS, a escala regional parecían existir unos patrones definidos en la distribución de los sitios arqueológicos en función de las variables ambientales que se tomaron en consideración y que sugerían la viabilidad de formular y ejecutar un proyecto de modelado predictivo de forma satisfactoria.

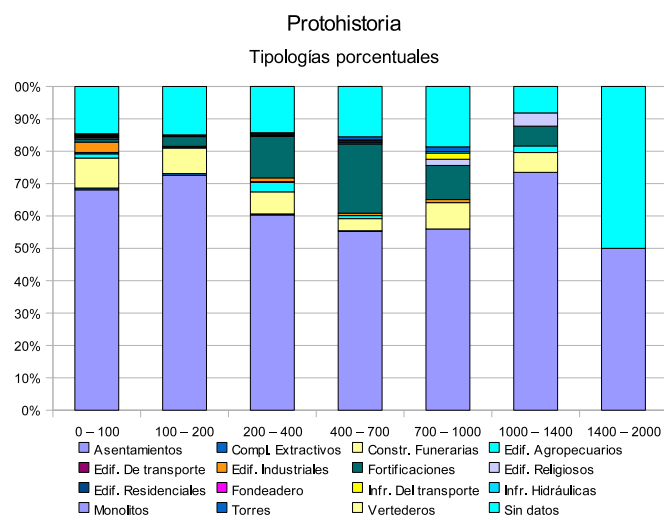
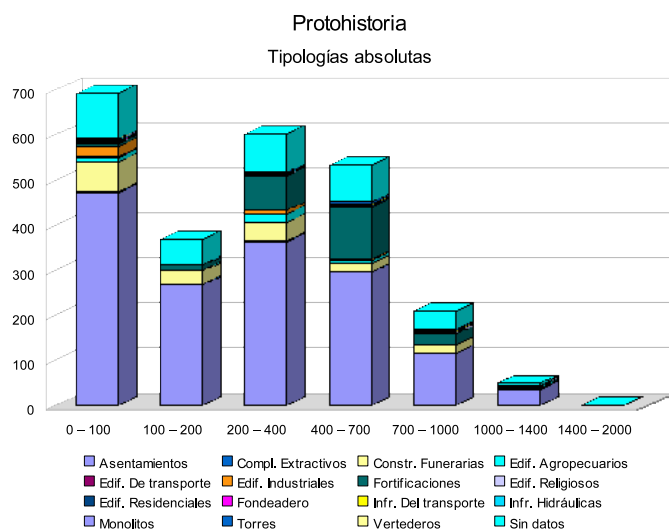
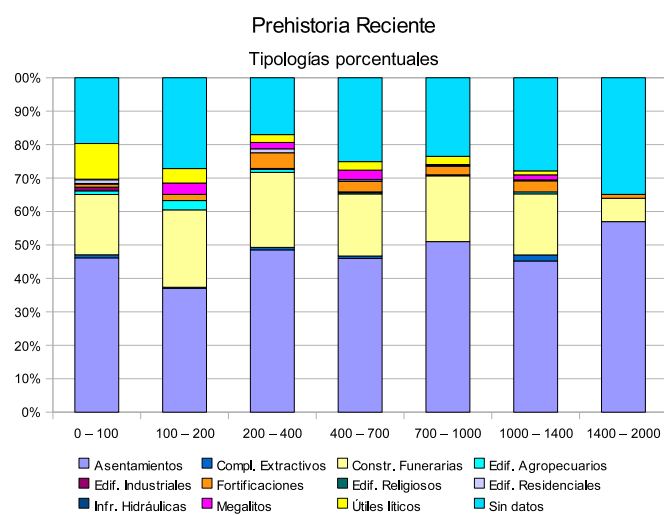
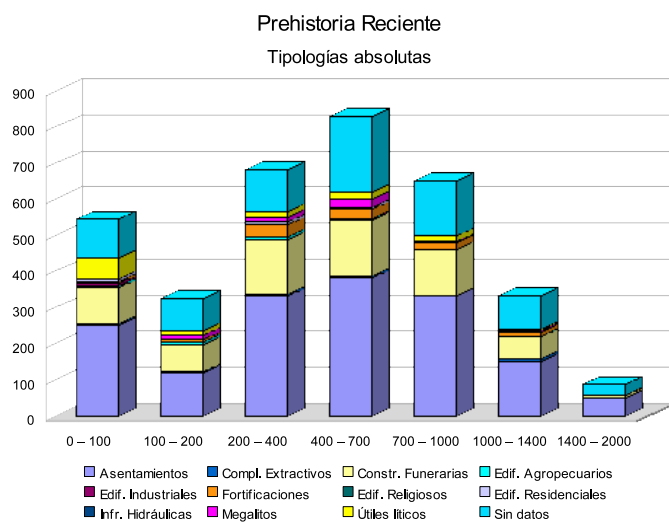
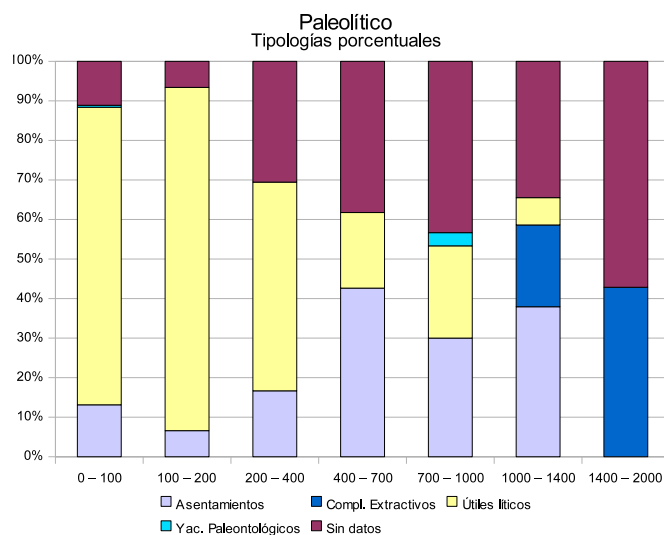
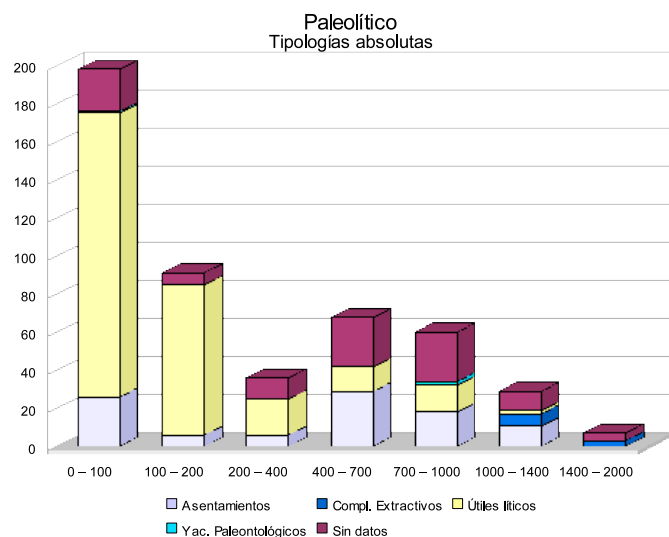


Figura 14. Distribución de tipologías funcionales por tramos altimétricos I. Fuente: Elaboración propia

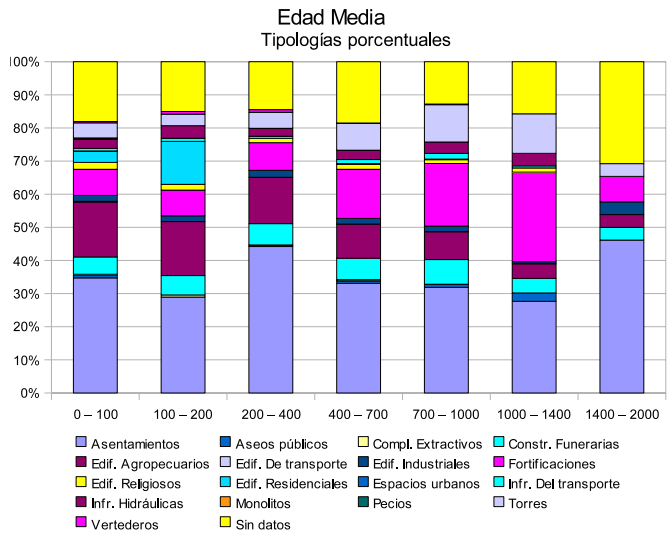
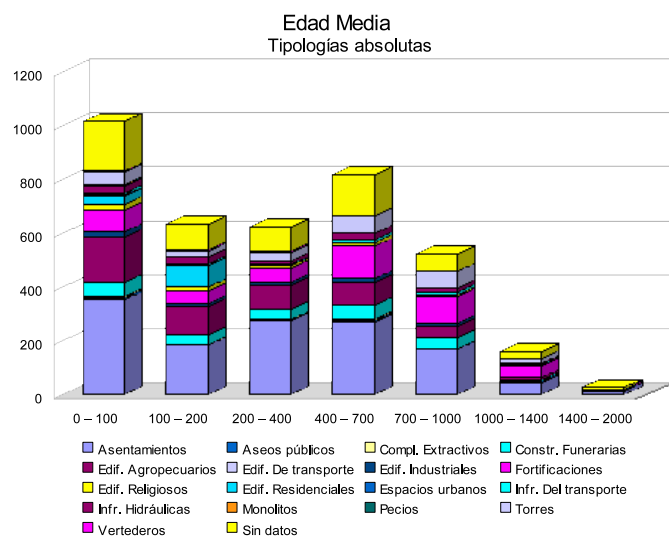
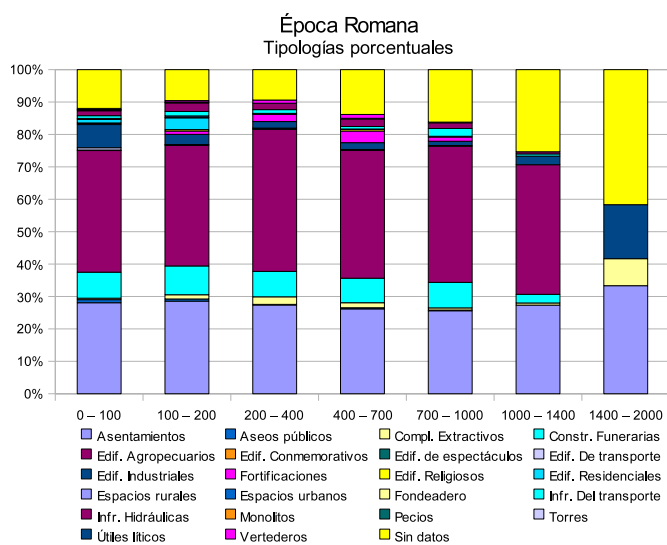
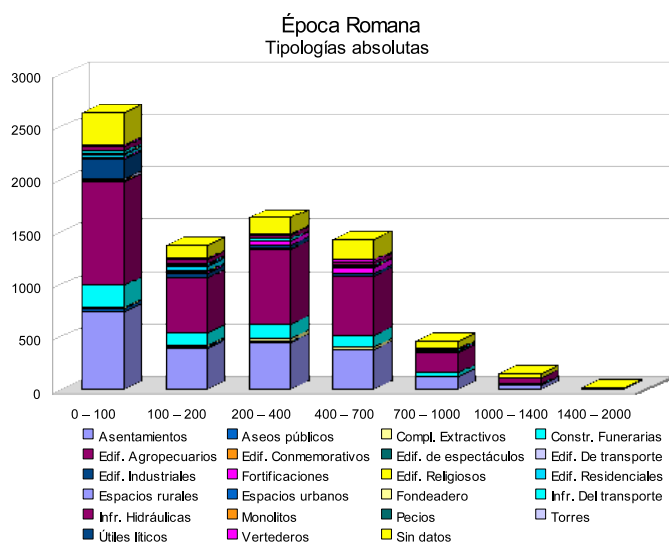


Figura 14 (continuación). Distribución de tipologías funcionales por tramos altimétricos I. Fuente: Elaboración propia

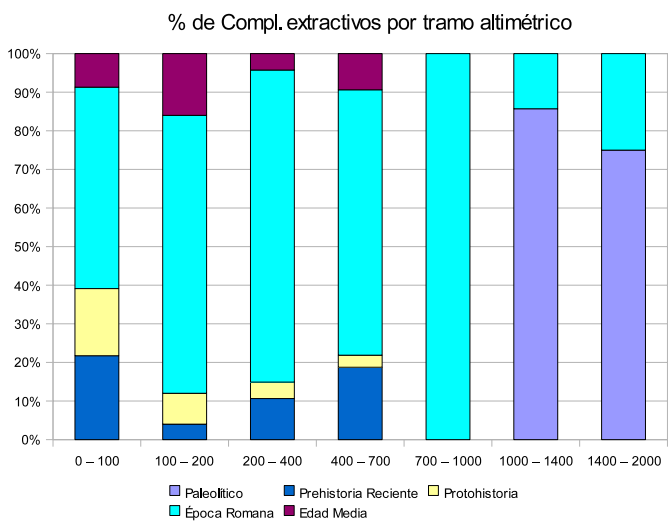
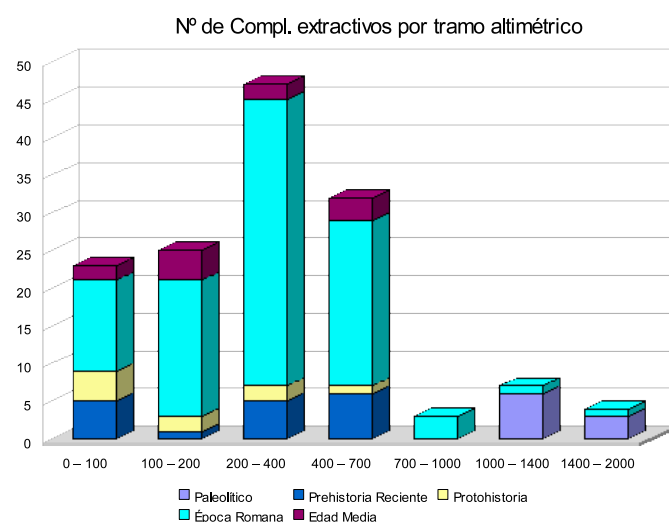
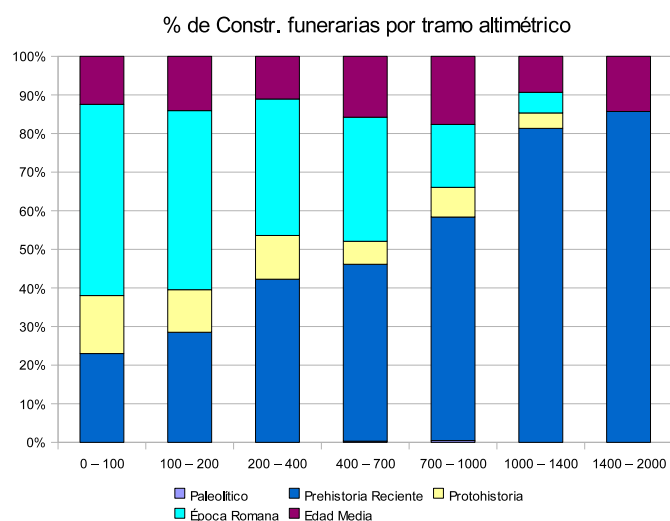
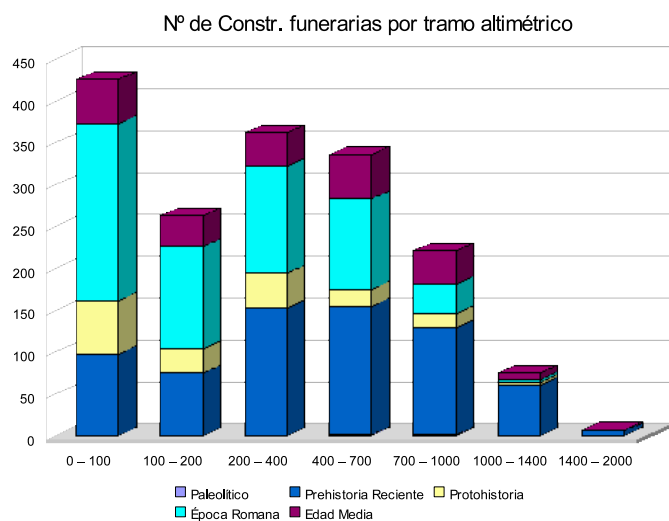
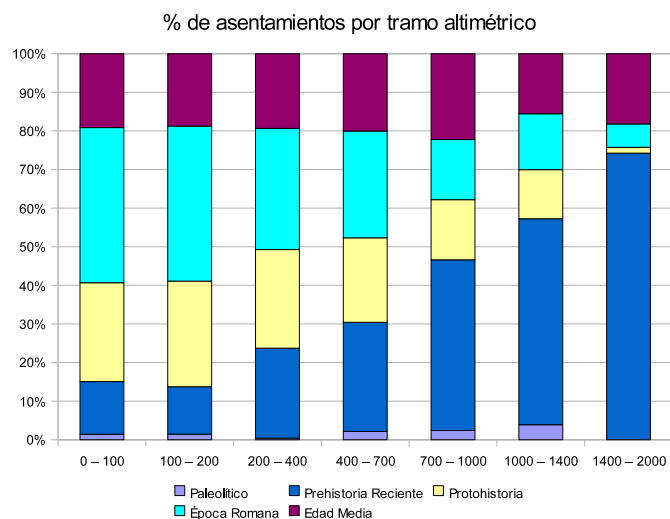
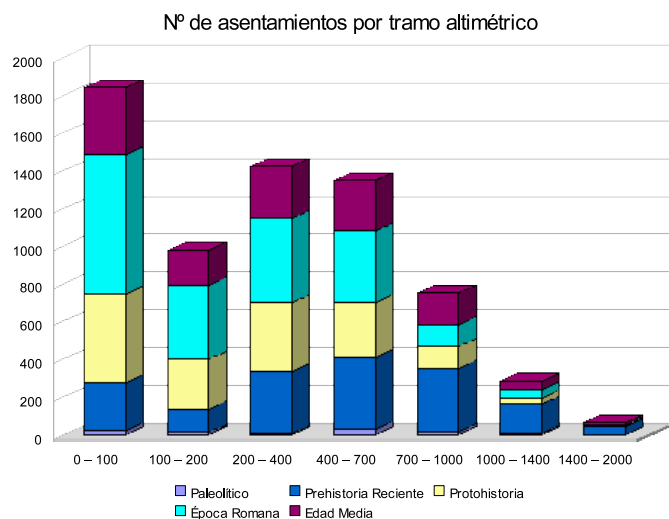


Figura 15. Distribución de tipologías funcionales por tramos altimétricos II. Fuente: Elaboración propia

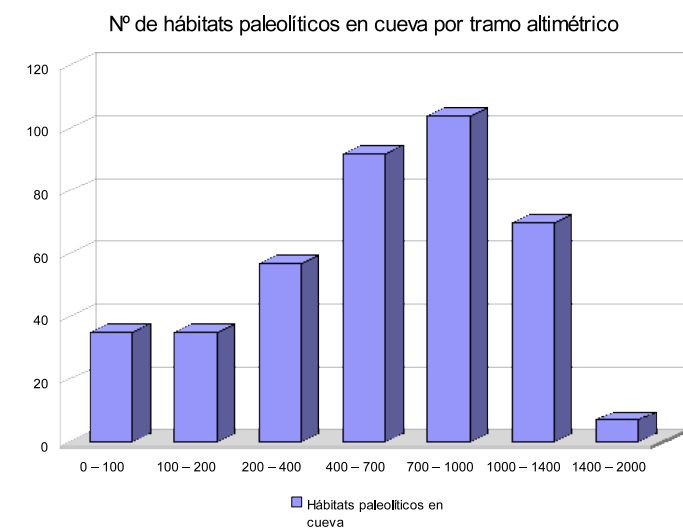
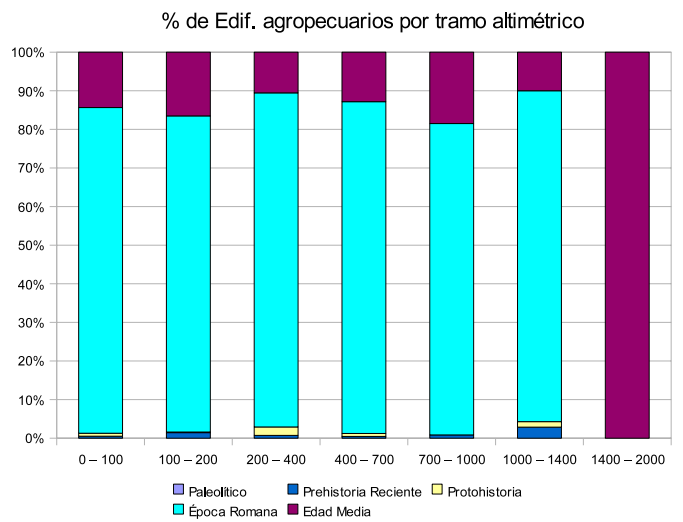
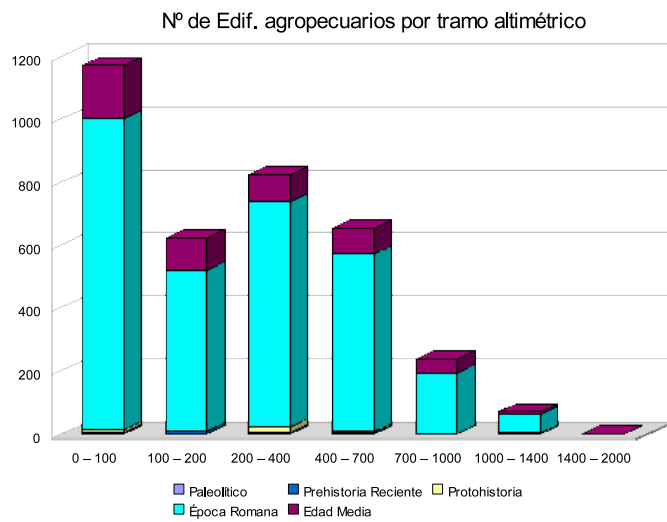
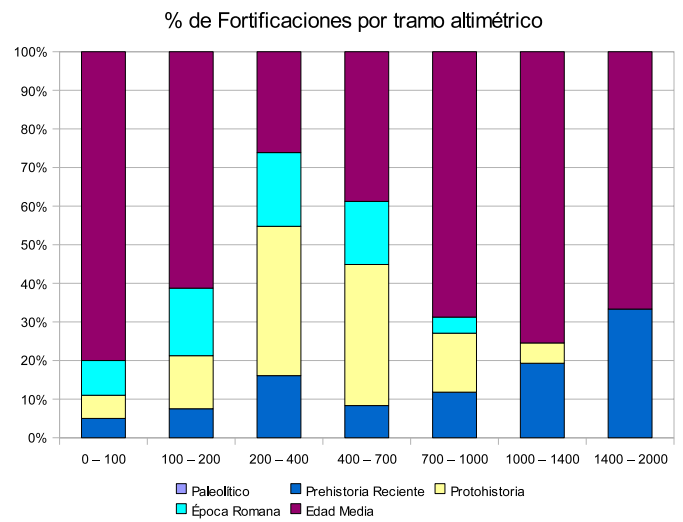
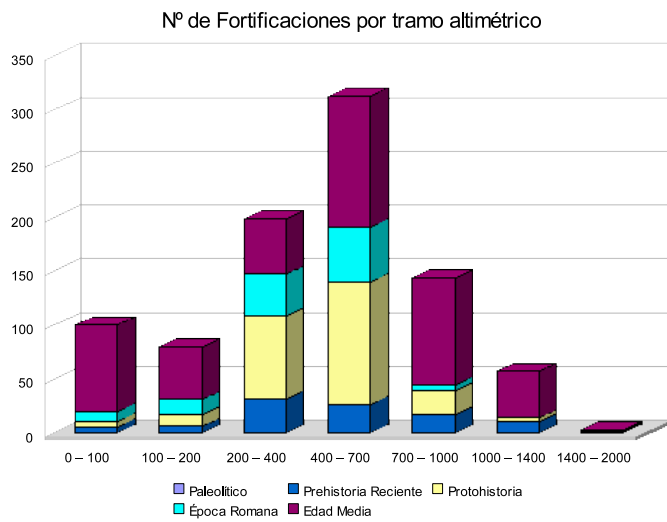


Figura 15 (continuación). Distribución de tipologías funcionales por tramos altimétricos II. Fuente: Elaboración propia

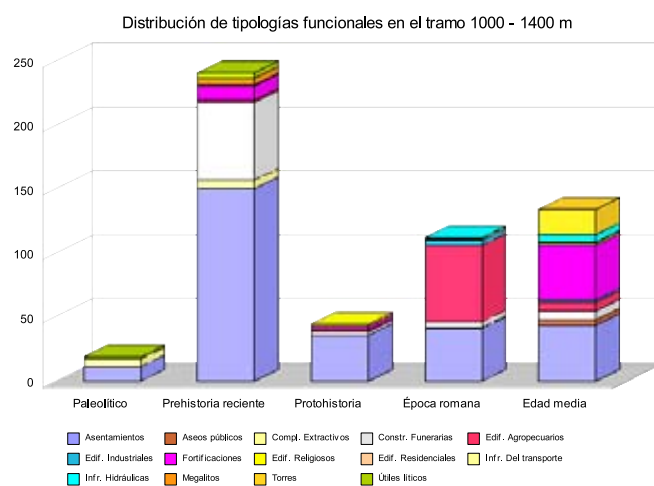
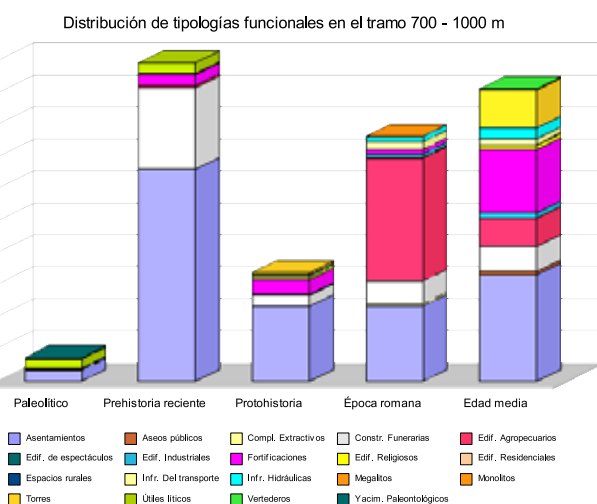
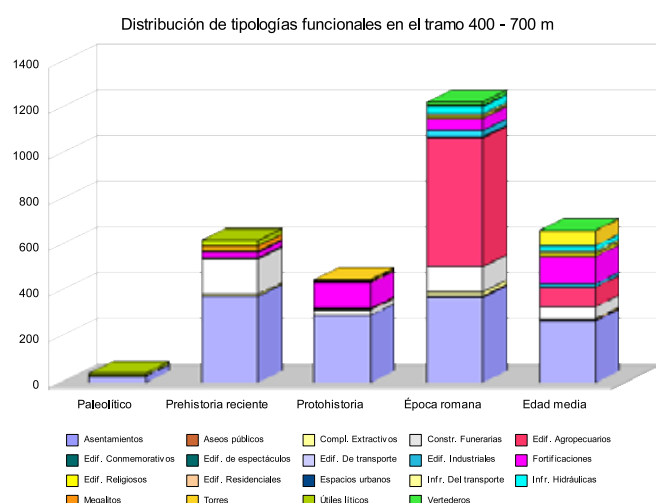
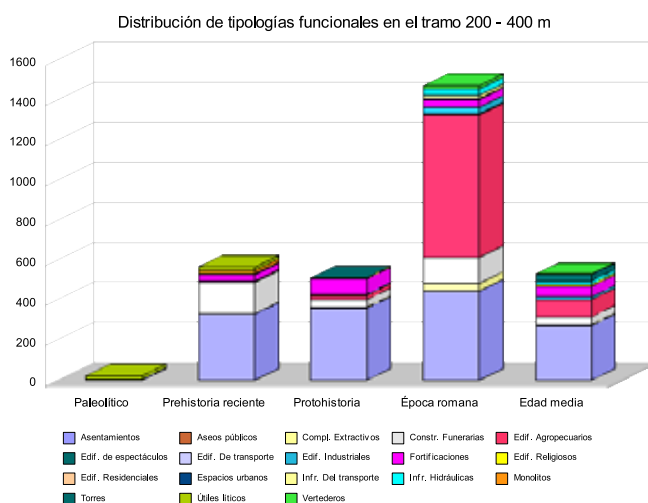
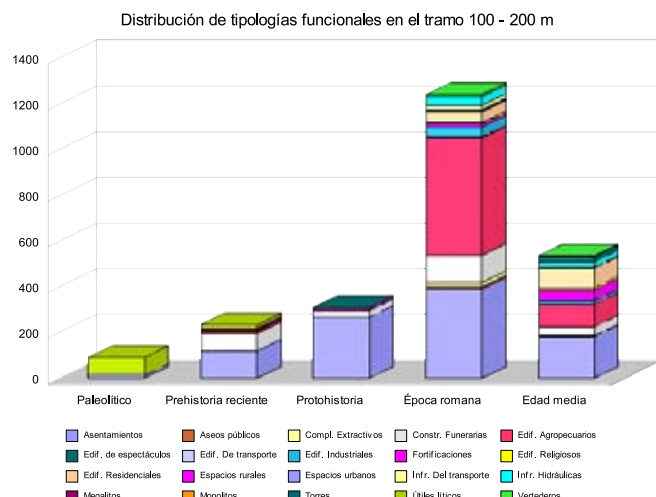
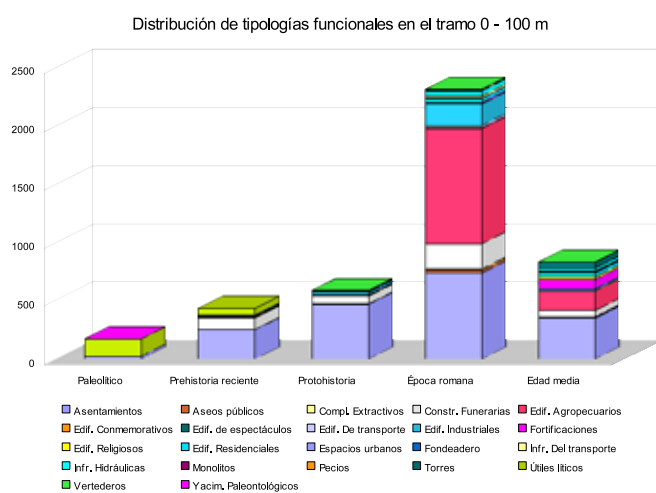


Figura 16. Distribución de tipologías funcionales por tramos altimétricos III. Fuente: Elaboración propia

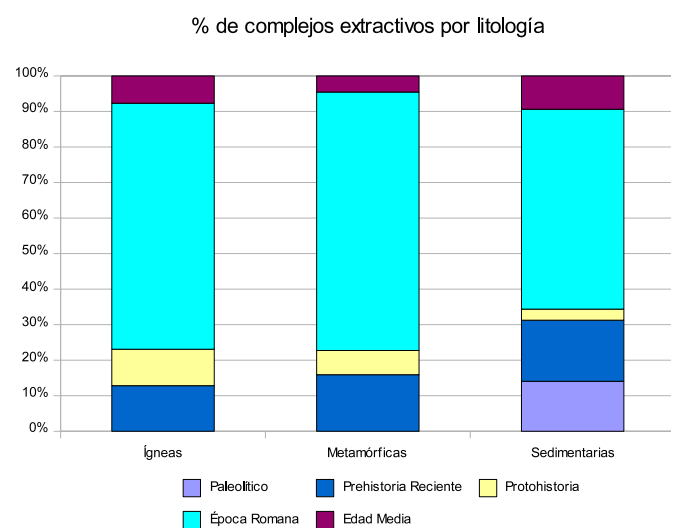
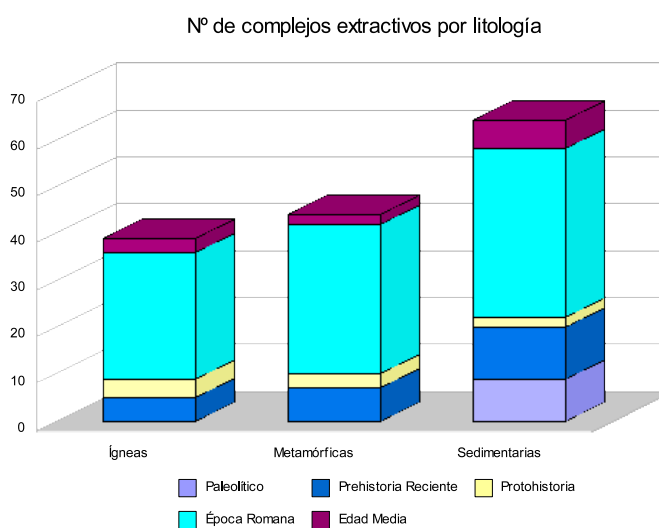
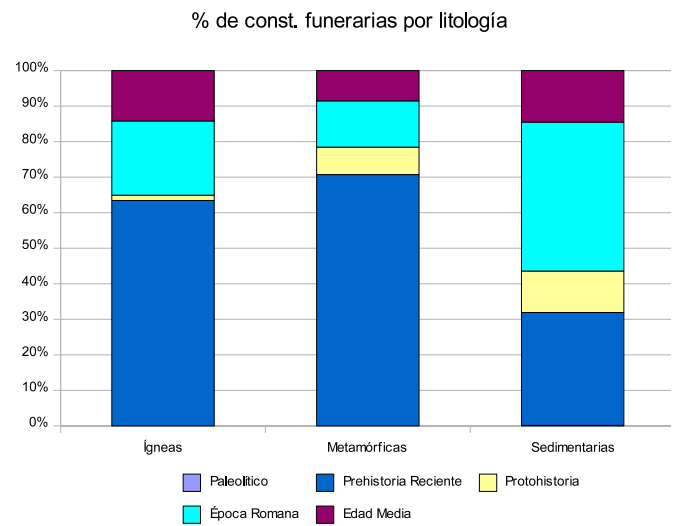
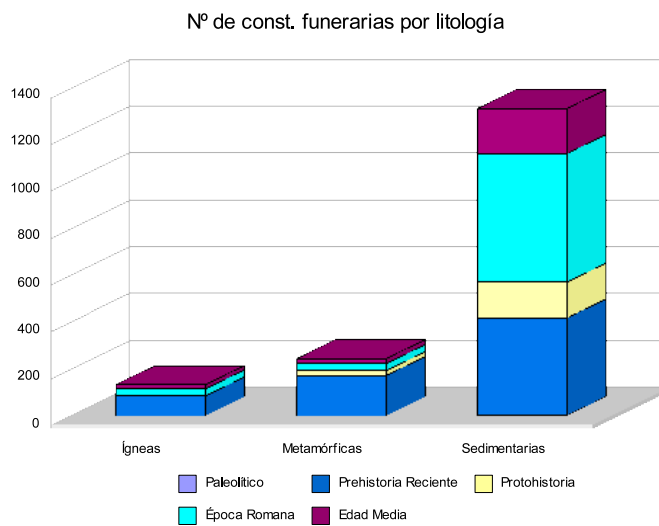
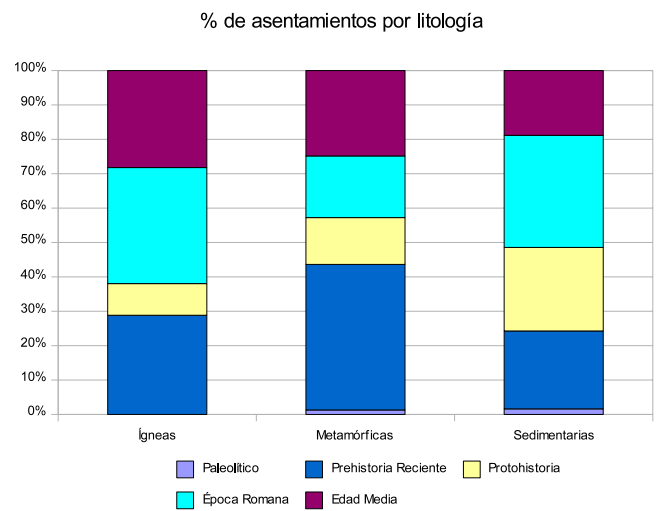
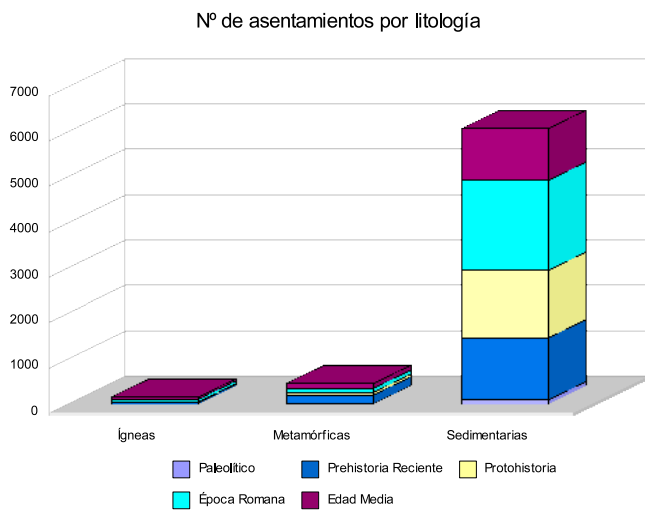


Figura 17. Distribución de tipologías funcionales por tipos de roca. Fuente: Elaboración propia

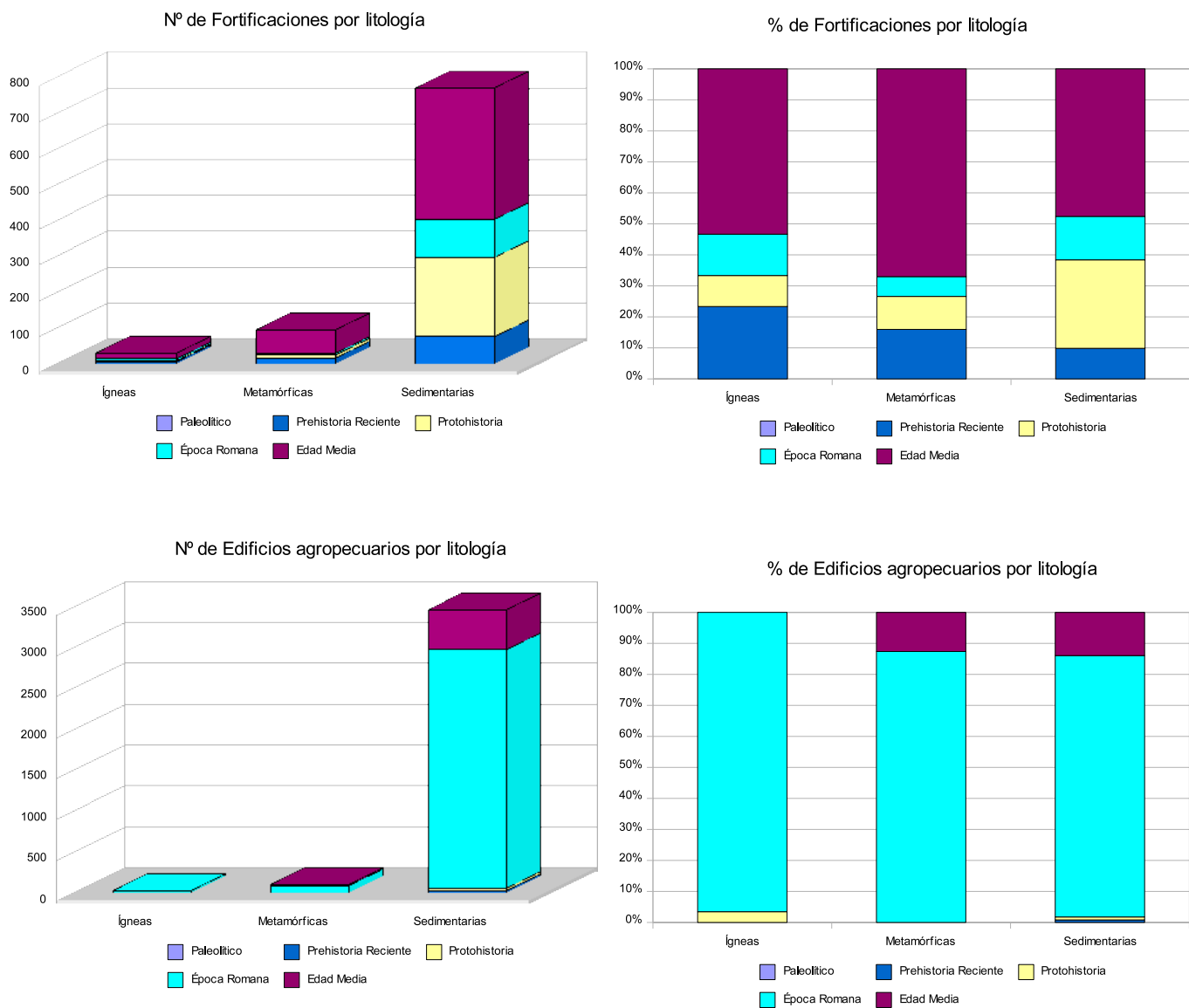


Figura 17 (continuación). Distribución de tipologías funcionales por tipos de roca. Fuente: Elaboración propia

BASES EPISTEMOLÓGICAS

Entre la aproximación inductiva y deductiva: un modelo mixto

Los modelos predictivos basan su formulación en el resultado del análisis de los patrones de comportamiento humano y su reflejo espacial. Como ya se ha expuesto en el capítulo anterior, este análisis puede realizarse siguiendo dos procedimientos metodológicos:

- Inductivo: Mediante el establecimiento de correlaciones estadísticas entre la información conocida sobre sitios arqueológicos y aquellas variables territoriales que teóricamente inciden en su distribución. De este modo, se delimitan áreas de potencial arqueológico que, aún no albergando sitios arqueológicos conocidos, poseen características similares a otras donde sí se han registrado de forma significativa.
- Deductivo: A través del estudio hipotético del comportamiento humano que llevará a seleccionar áreas de potencial arqueológico sin necesidad de contar previamente con datos relativos a sitios arqueológicos conocidos.

Muchos de los trabajos realizados hasta el momento relacionados con este tipo de modelos han adoptado la aproximación inductiva, sobre todo en Norteamérica (KONNIE, WESCOTT y BRANDON, 2000), ya que partían del análisis de grandes cantidades de datos contenidos en bases de datos arqueológicas.

En el caso andaluz, el Centro de Documentación y Estudios del IAPH viene trabajando en la sistematización de información patrimonial y en el momento de iniciar este proyecto disponía de un considerable volumen de información referida a algo más de 12 000 entidades arqueológicas. El problema principal de esta aproximación es la existencia de errores en los datos de base (fundamentalmente la exacta localización y caracterización crono-funcional de algunos sitios) que pueden incidir en los resultados obtenidos. Además, hay muchas áreas territoriales que no han sido prospectadas arqueológicamente, por lo que también este factor puede producir distorsiones en el resultado de los análisis.

Para solventar en lo posible estos inconvenientes, se propuso un modelo híbrido en el que se determinaron a priori las variables que inciden en la distribución espacial de los sitios arqueológicos de Andalucía mientras que las clasificaciones de valores de algunas de dichas variables se obtuvieron a través de procedimientos inductivos, mediante el análisis de la distribución territorial de los sitios arqueológicos registrados en *ARQUEOS*. Para contrastar tanto la selección de variables como su significación se encargaron una serie de dictámenes técnicos a personas expertas del ámbito universitario que realizaron el mismo análisis en base a la información de sus propias investigaciones.

Las escalas de análisis

Una de las principales consideraciones iniciales del proyecto fue la selección de las escalas espacio-temporales de análisis.

En un principio se optó por realizar una aproximación al potencial arqueológico en el conjunto de Andalucía y para la totalidad de los periodos históricos. La justificación de esta elección fue la siguiente:

- La calidad de los datos arqueológicos: Las distintas fuentes de información disponibles y los diversos criterios y objetivos que han orientado cada una de ellas ha provocado que los datos sobre entidades arqueológicas registradas posean una calidad muy desigual. Hay zonas bien documentadas por la realización de prospecciones sistemáticas cuyos resultados han sido incorporados a las bases de datos y otras con información muy parcial o incluso inexistente. La evaluación de las deficiencias en la calidad de la información disponible es un requisito importante, entendiendo que ésta se refiere no sólo a la exactitud del dato concreto sino también a la posibilidad de su utilización para la consecución de los objetivos del proyecto (WIEMER, 2002).

Por otro lado, las distintas bases cartográficas utilizadas para localizar los sitios arqueológicos (sobre todo el Mapa del Instituto Geográfico Nacional -IGN- a escala 1:50.000 y el Mapa Topográfico de Andalucía -MTA- a escala 1:10.000) han provocado que la precisión en las localizaciones sea también variada. Todo ello redundando en la pérdida de representatividad de la información a escalas de detalle.

- La escala de la cartografía disponible: Una gran parte de la cartografía temática digital que resulta de utilidad para este proyecto se encuentra disponible a una escala 1:100.000 para todo el territorio andaluz. Esta escala proporciona para la totalidad del territorio una óptima resolución que es cada vez menos precisa a escalas mayores.

- La adecuación metodológica: Gran parte de las críticas vertidas contra los modelos predictivos descansan sobre su tendencia a una concepción determinista del comportamiento humano respecto de los factores medioambientales (VAN DALEN, 1999: 117). En el proyecto MAPA estos factores han tenido un importante papel en la selección del conjunto de variables analizadas aunque no han sido las únicas como se especificará más adelante. Se entiende que la importancia de las variables medioambientales será tanto más representativa cuanto menor sea la escala de análisis (LOCK, BELL y LLOYD, 1999: 55).

Durante el desarrollo del proyecto se estimó sin embargo conveniente la división del territorio en cinco "subregiones" con características físicas homogéneas: Sierra Morena, Valle del Guadalquivir, Sierras Subbética, Béticas y Penibéticas. De este modo se palió el efecto producido por la densidad de sitios conocidos en el Valle del Guadalquivir, como podrá comprobarse más adelante en los capítulos 3 y 4.

Selección de indicadores

Entre los aspectos más controvertidos en relación con los modelos predictivos se encuentra el de la selección de las variables de análisis. En los modelos predictivos de larga tradición desarrollados en la Arqueología estadounidense, estas variables tienen un fuerte contenido ambiental, mientras que en la Arqueología europea los modelos propuestos han incorporado también variables de carácter social y cultural (STANČIČ y KVAMME, 1999; KAMERMANS y WANSLEEBEN, 1999).

En el marco del proyecto MAPA, la selección de variables se ha realizado inicialmente mediante su agrupación en torno a tres tipos de indicadores: indicadores selectivos, indicadores de perdurabilidad e indicadores de conocimiento (FERNÁNDEZ CACHO, MONDÉJAR y DÍAZ IGLESIAS, 2002).

Los indicadores selectivos aglutinan aquellas variables que históricamente han incidido en la elección de un determinado espacio para el asentamiento, uso y/o aprovechamiento por parte de poblaciones antiguas. Estas variables serán en una primera fase fundamentalmente de carácter medioambiental (altimetría, potencial de uso agrícola, edafología, hidrografía, acuíferos, topografía, litología, etc.), pero para áreas más reducidas tendrán que integrarse aquellos otros factores que derivan de las propias características culturales de dichas poblaciones (funcionalidad de los sitios, visibilidad, distancia entre sitios, etc.).

Por otra parte, se consideran indicadores de perdurabilidad a aquellas variables que han intervenido en los procesos postdeposicionales influyendo en el estado de conservación de los sitios arqueológicos, es decir, en la posibilidad de que puedan haber perdurado restos arqueológicos mejor o peor conservados hasta la actualidad. Entre las variables de perdurabilidad se han analizado aquellas relativas al propio estado de conservación de los sitios arqueológicos o la influencia de las medidas de protección concretas, así como otras de carácter territorial como los usos o el grado de erosión del suelo.

Por último, los indicadores de conocimiento incluyen las variables que inciden en las características y representatividad de la información arqueológica disponible para establecer su fiabilidad. Estos indicadores ayudan a establecer inferencias derivadas de la distribución espacial de las entidades arqueológicas conocidas y se refieren a distintos aspectos como el grado de reconocimiento del territorio o la precisión de las fuentes de información.

Este último grupo de indicadores no ha podido ser integrado en el MAPA ya que no existe cartografía disponible sobre la distribución espacial de las intervenciones arqueológicas realizadas en Andalucía. No obstante han sido evaluados de forma básica en las fases iniciales de análisis prospectivo de la información arqueológica.

FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Cuando en el año 2000 se redactó el proyecto MAPA, se plantearon una serie de fases en su desarrollo con objetivos concretos en cada una de ellas. De ese modo se pretendía que cada una de ellas tuviera entidad propia y proporcionara unos resultados parciales útiles antes de la finalización del proyecto. En la figura 18 se presenta de forma gráfica todo el proceso seguido en su desarrollo que desglosado por fases quedaría como sigue:

- a) Inventario de documentación existente y evaluación de necesidades
- b) Recopilación y generación de nueva información
- c) Fase de análisis
- d) Definición inicial del modelo

e) Contraste de resultados

f) Automatización del proceso

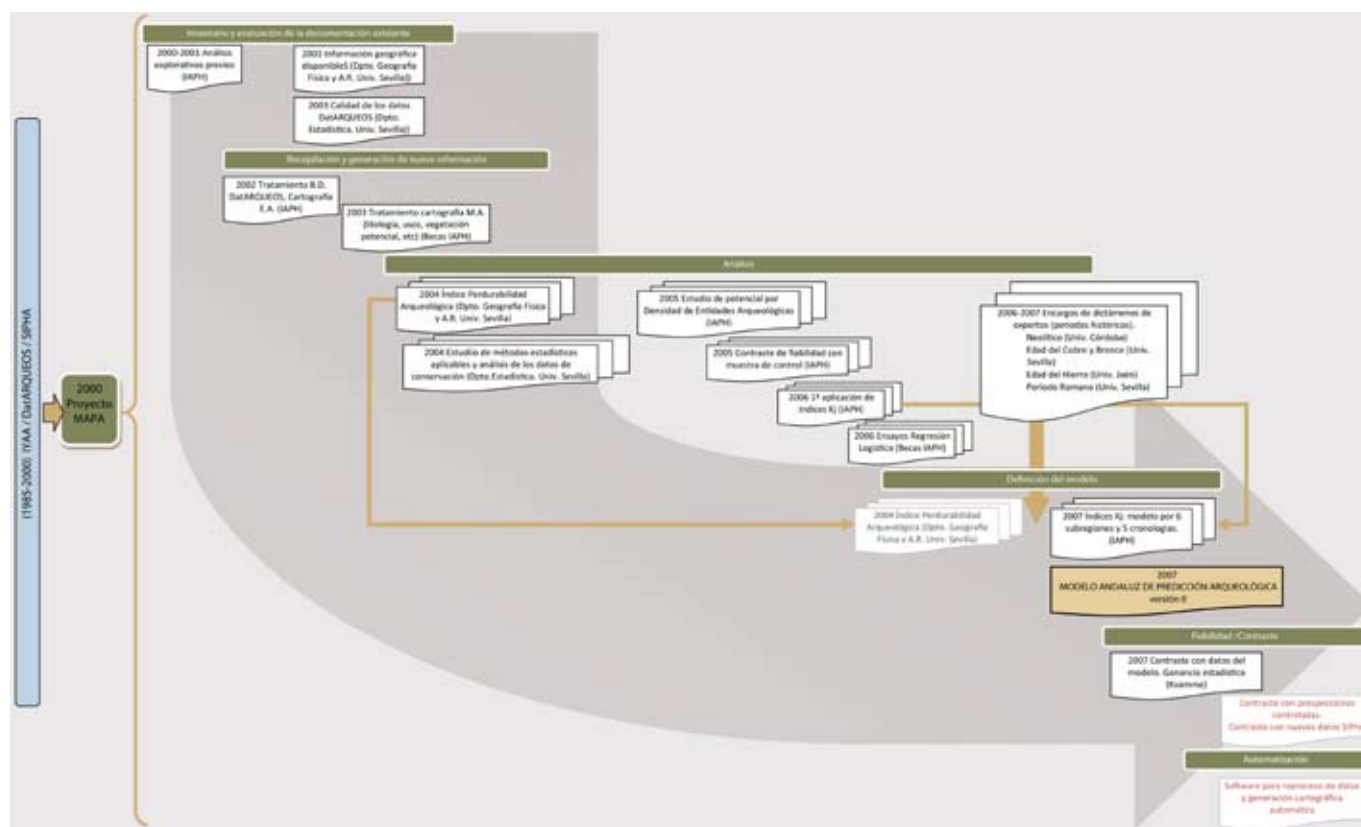


Figura 18. Proceso de diseño y ejecución del proyecto MAPA. Fuente: José María Rodrigo Cámara

Inventario de documentación existente y evaluación de necesidades

Durante los años 2000 y 2001, se realizaron en el Centro de Documentación y Estudios del IAPH diversos análisis exploratorios para determinar si la relación entre la distribución de localizaciones arqueológicas andaluzas y algunas variables territoriales se ajustaba a algunas de las constantes de los patrones de asentamiento en los distintos periodos históricos (FERNÁNDEZ CACHO, MONDÉJAR y DÍAZ IGLESIAS, 2002).

Los resultados de dichos análisis apoyaron las decisiones iniciales relacionadas con la escala de análisis -en origen el conjunto de la comunidad autónoma- y con las fuentes de información, en su mayor parte cartografía digital producida por las Consejerías de Medio Ambiente (CMA) y Obras Públicas y Transportes (COPT) de la Junta de Andalucía a escala 1:100.000, e información contenida en *ARQUEOS*, clasificada y depurada en función de los objetivos planteados por el proyecto.

En el año 2003 se inicia una línea de colaboración con los Departamentos de Estadística e Investigación Operativa y de Geografía Física y Análisis Regional de la Universidad de Sevilla para realizar una primera evaluación de la documentación disponible, tanto la territorial como la arqueológica.

- Evaluación de la calidad de la información referida a las entidades arqueológicas registradas en *ARQUEOS* (MUÑOZ REYES, 2003): Se analizó la adecuación de las tablas de datos a los requerimientos de un análisis estadístico, concretamente el grado de representatividad de los datos contenidos en las tablas, la viabilidad de la realización de inferencias a escalas comarcales y municipales y la definición del tamaño y características de las muestras de datos para su correcto tratamiento.

Por otro lado, se revisaron los análisis preliminares que se habían realizado para determinar su grado de fiabilidad a la vez que se sugirieron una serie de procedimientos y análisis estadísticos apropiados dentro de los objetivos planteados en el proyecto.

- Disponibilidad, características y posibilidades de utilización de la información geográfica en modelos de predicción y gestión del patrimonio arqueológico en Andalucía (VALLEJO y MÁRQUEZ, 2003): Se realizó un inventario de aquella cartografía disponible necesaria para la evaluación de los indicadores de carácter selectivo y de perdurabilidad y se proponía la inclusión de la cartografía adicional que el proyecto podrá requerir durante su ejecución. Del mismo modo, se estudiaron las posibilidades de explotación de dicha cartografía en función de su grado de actualización y de la escala de trabajo del proyecto, planteándose los primeros análisis espaciales acordes con sus objetivos.

Recopilación y generación de nueva información

Tras las evaluaciones iniciales, se preparó la información disponible y se generó otra nueva. En primer lugar, se modificó el modelo de datos de la cartografía digital de patrimonio arqueológico y se depuró, eliminando aquellas entidades clasificadas como áreas arqueológicas, unidades arqueológicas y hallazgos aislados (FERNÁNDEZ CACHO, MONDÉJAR y DÍAZ IGLESIAS, 2002: 38-39), y se decidió comenzar a realizar los análisis sobre aquellas que se habían registrado como "Asentamientos" (véase capítulo 3).

En relación con las variables ambientales, fueron facilitadas por las Consejerías de Obras Públicas y Transportes y Medio Ambiente. En su mayoría se reclasificaron para hacerlas más tratables a escala regional. En el caso de la Geología, se utilizó inicialmente el Mapa Geológico de Andalucía a escala 1:400.000, en el que constaban un total de 103 tipos de roca. Estos tipos se reclasificaron en tres (sedimentarias, metamórficas e ígneas) y se procedió a la realización de los primeros análisis exploratorios sobre esta cartografía que, posteriormente, se sustituyó por otra de mayor definición⁴.

En 2002 se comenzaron los análisis preliminares sobre el mapa de usos del suelo⁵, completados posteriormente para determinar la metodología con la que se abordaría la elaboración del Índice de Perdurabilidad Arqueológica (véase capítulo 6).

⁴ El análisis preliminar de la variable Litología fue realizado en el Centro de Documentación y Estudios del IAPH por Mabel López Prolongo, como trabajo práctico de un Master en Sistemas de Información Geográfica impartido por la empresa Cibernos.

⁵ Estos análisis fueron realizados por Francisco de Asís Labrador como parte de la memoria de la Beca de Formación sobre Sistemas de Información Geográfica y Patrimonio Histórico del IAPH.

Por su parte, la reclasificación del mapa de vegetación potencial, producida a escala 1:100.000, ha sido mucho más compleja y se ha realizado tras diversos ensayos que concluyeron en 2006 con su definición final (véase capítulo 3).

La cartografía relativa a la red hidrográfica y la altimetría, también a escala 1:100.000, no sufrió modificaciones. A partir de la segunda, se elaboró como cartografía derivada un mapa de pendientes y otro de aspecto que se incluyeron en el modelo (véase capítulo 3).

Fase de análisis

La fase de análisis para la construcción del modelo ha sido la más compleja de todas y puede sintetizarse en los siguientes puntos:

- Análisis sobre datos arqueológicos. En colaboración con el Departamento de Estadística e Investigación Operativa, se realizaron una serie de análisis de la información arqueológica de partida para conocer su grado de adecuación a los objetivos del proyecto y determinar la metodología para su procesamiento. Como se presentará en el capítulo 3, se concluyó que para la elaboración del índice de perdurabilidad arqueológica, la información relativa al grado de conservación del patrimonio arqueológico de Andalucía contenida en las bases de datos no presentaba la calidad suficiente, lo que condujo al diseño de un procedimiento de análisis deductivo. Por el contrario, la información relativa a su localización y adscripción crono-funcional parecía ofrecer, para un análisis regional, calidad suficiente, por lo que se optó por utilizarla para la realización de inferencias estadísticas.
- Análisis sobre variables ambientales. Para la realización de análisis cruzados entre la información arqueológica y las variables ambientales seleccionadas, estas últimas también se trataron y reclasificaron como ya se ha expuesto con anterioridad. Estos análisis se desarrollaron siguiendo diferentes procedimientos metodológicos (asignación de valores, análisis de densidad, regresiones logísticas, K_i , etc.) hasta determinar los que definitivamente se aplicarían tanto para el tratamiento de las variables de perdurabilidad como de las selectivas.
- Dictámenes expertos: Al mismo tiempo que se realizaban inferencias estadísticas para definir las áreas más apropiadas para el asentamiento de grupos humanos en el pasado partiendo de los datos arqueológicos disponibles, se contrataron una serie de dictámenes a expertos universitarios en diferentes periodos históricos⁶. De este modo, se pretendía contrastar los resultados obtenidos y ajustar el modelo resultante.

Definición inicial del modelo

Las conclusiones obtenidas de los análisis realizados han derivado en el diseño de un modelo matemático para la obtención de una cartografía de potencial arqueológico para las cinco regiones en las que se ha dividido el terri-

⁶ José Clemente Martín de la Cruz del Departamento de Geografía y Ciencias del Territorio de la Universidad de Córdoba, para Neolítico, Leonardo García Sanjuán y Víctor Hurtado Pérez del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla para las edades del Cobre y Bronce; Arturo Ruiz Rodríguez del Departamento de Territorio y Patrimonio Histórico de la Universidad de Jaén para la Edad del Hierro (I y II) y Pedro Sáez Fernández y Salvador Rodríguez Agulla del Departamento de Historia Antigua de la Universidad de Sevilla para la época romana.

torio andaluz y por los cinco periodos históricos finalmente analizados (Edad del Cobre, Edad del Bronce Inicial y Pleno, Edad del Bronce Final, Edad del Hierro (I y II) y época romana. Del mismo modo se ha producido una cartografía regional con los datos ponderados de todas las regiones para el conjunto de Andalucía (véase capítulo 5).

No obstante, esta cartografía ha de ser evaluada siempre por técnicos expertos, como una fuente de información que permite orientar algunas políticas pero que sufrirá modificaciones conforme se vaya disponiendo de información actualizada.

Contraste

Un primer contraste del modelo se ha realizado mediante la obtención de las ganancias estadísticas, que reflejan la diferencia existente entre el número de sitios arqueológicos ubicados en las áreas de mayor potencial si la distribución fuera aleatoria y los realmente situados en ellas. La ganancia estadística se considera válida a partir de un valor del 50%. En el modelo elaborado, la ganancia estadística no baja del 70% para ningún periodo histórico ni ninguna subregión (véase capítulos 4 y 5).

Hasta cierto punto, este resultado es lógico porque se parte del análisis de los sitios conocidos y, por tanto, las áreas de potencial arqueológico se han delimitado en función de su localización. El segundo contraste necesario es, pues, el trabajo de campo, por lo que habrá que comprobar si los sitios arqueológicos descubiertos en prospecciones recientes están mayormente situados en las áreas de alto potencial definidas por el MAPA. Ello permitirá realizar los ajustes metodológicos que se estimen necesarios en el modelo.

Automatización

Un producto final de este trabajo será el diseño de las rutinas informáticas necesarias para automatizar todo el proceso de tratamiento de la información según el modelo definido y producir la cartografía digital. Esta cartografía podrá reelaborarse en función de la nueva información disponible (tanto arqueológica como ambiental) para mantenerla actualizada y mejorar su calidad. El diseño de este producto informático se ha iniciado en paralelo a la conclusión de esta publicación.

En el capítulo 3 se hará una valoración crítica de los datos empleados en el MAPA, indispensable para evaluar el alcance de los resultados obtenidos y sus posibilidades futuras de ajuste y mejora.