

De lo real a lo digital: la arqueología reconstructiva y la obtención de imágenes virtuales para la investigación en la didáctica del patrimonio

From reality to digitalization: reconstruction on site and virtual images for researching in social science teaching

Tània Martínez Gil | Joan Santacana Mestre

Tània Martínez Gil. tania.martinezgil@ub.edu
Joan Santacana Mestre. jsantacana@ub.edu

Recepción del artículo: 15-07-2013. Aceptación de su publicación: 3-09-2013

RESUMEN. Desde el punto de vista de la investigación didáctica actual, ofrecer imágenes del pasado sin plantear los métodos que nos conducen a su elaboración no proporciona conocimiento científico alguno; la reconstrucción histórica sin el método de análisis puede convertirse en una fábrica de mitos. Para ilustrar los objetivos del presente artículo, ejemplificamos la argumentación teórica con el estudio de caso del yacimiento arqueológico de la Ciudadela Ibérica de Calafell, contrastando la investigación arqueológica con la investigación iconográfica generada mediante modelos digitales; este yacimiento tiene la particularidad de ser el único yacimiento arqueológico protohistórico de la península ibérica que ha sido restituído mediante técnicas de arqueología experimental y que, por lo tanto, permite contrastar la imagen virtual obtenida y la restitución *in situ*.

PALABRAS CLAVE: arqueología reconstructiva, restitución *in situ*, arqueología virtual, didáctica del patrimonio.

ABSTRACT. From the point of view of the current educational research, offering images of the past without approaching the methods that will lead to its development, does not provide any scientific knowledge; historical reconstruction without any method could become a factory of myths. To illustrate the above goals we provide an example coping with the theoretical basement. It is about the study of the archaeological site of the Iberian Citadel of Calafell, where it was possible to contrast archaeological research on site with iconographic research generated by digital models. The archaeological site, object of the investigation, is the only archaeological protohistoric site on Iberian Peninsula, which has been restituted by experimental archeology techniques and, therefore, allows a comparison between the restitution on site with the virtual model.

KEYWORDS: reconstructive archaeology, restitution on site, virtual archaeology, heritage education.

Introducción

El tema de la arqueología reconstructiva goza de una larga tradición en Europa y América del Norte y ha sido tratado en numerosos trabajos en los que se pone de manifiesto la amplia problemática

que presenta la reconstrucción/restitución de yacimientos arqueológicos.¹

¹ J. Santacana y C. Masriera: *La arqueología reconstructiva y el factor didáctico*, Gijón: Ediciones Trea, 2012.



Fig. 1. Vista aérea del yacimiento arqueológico de la Ciudadela Ibérica de Calafell en el estado en que se hallaba en la primera década del siglo XXI. Se observa cómo toda la franja costera cubierta por marismas hace 2.500 años es hoy zona urbana. (FUENTE: Los autores)

Al mismo tiempo, los trabajos de obtención de imágenes del pasado mediante la virtualidad gozan hoy de una notable buena salud y son objeto de debates e investigaciones diversas.²

Conceptos clave y aclaraciones terminológicas sobre el tema

Hay, sin embargo, algunas cuestiones terminológicas que creemos que es necesario plantear previamente antes de abordar este tema. Se trata de diferenciar las palabras: *reconstrucción*, *restitución*, *recreación*, *interpretación*, *simulación* y *rehabilitación*.

Por *reconstrucción* se entiende ‘volver a construir’, es decir, rehacer aquello que se destruyó; reconstruir pues, implica que algo que se ha caído volvemos a colocarlo en su sitio.

² J. Santacana y M. C. Belarte: «El debat sobre les reconstruccions arqueològiques *in situ*: el marc teòric», *Arqueomediterrània*, 13/2113: *Interpretations espaces for archaeological heritage: discussions about in situ reconstructions*, Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona & Publicacions ICAC, 2013, pp. 11-24.

Por su parte, *restitución* significa ‘volver a construir añadiendo las partes que faltan’.

Por el contrario, *recreación* es la acción de recrear, es decir, de ‘crear o producir de nuevo alguna cosa’. En realidad, se recrea lo que no existe y se supone que ha existido.

En arqueología, como en arquitectura es frecuente reconstruir lo que se ha caído; son operaciones habituales y la mayoría de los edificios históricos no existirían sin estas “operaciones reconstructivas”. Ni que decir tiene que la recreación implica casi “resucitar a un muerto”, es decir, dar vida a algo que ha desaparecido y que queremos que vuelva a existir, mientras que la restitución es similar a “colocar prótesis” a algo que, aunque vivo, carece de determinados miembros.

La *interpretación* en arquitectura es querer dar sentido a lo construido, atribuirle funciones e imaginar usos, y estas suelen ser operaciones propias de la arqueología en la medida en que es una ciencia que intenta “comprender” el pasado a través de los restos y de los objetos.

Con el vocablo *simulación*, lo que queremos plantear es 'la reproducción de un elemento o realidad mediante imitación de otros.' Ello significa que desconocemos en realidad los elementos que queremos reproducir y, por lo tanto, recurrimos a "paralelos", a casos similares o a ejemplos próximos. La simulación arquitectónica es frecuente mediante soluciones iconográficas, sean o no de carácter digital.

Finalmente, el término *rehabilitación* es aplicable a edificios que una vez intervenidos suelen tener otros usos; es el caso de una fábrica que se transforma en escuela o de un hospital que se transforma en centro de arte. Estas son operaciones genuinamente arquitectónicas y quedan excluidas de este planteamiento.

Naturalmente, todas estas operaciones, *reconstrucción*, *restitución*, *recreación*, *interpretación* o *simulación*, son operaciones que pueden realizarse bien materialmente, es decir, *in situ*, encima de los edificios destruidos o de los yacimientos arqueológicos excavados, o bien pueden hacerse virtualmente e incluso, si se prefiere, iconográficamente. Obviamente, la única operación que no puede ser de carácter virtual es la rehabilitación, ya que comporta intervención arquitectónica real sobre un edificio o una ruina.

De la conceptualización al paradigma: la Ciudadela Ibérica de Calafell

Nuestro objetivo es plantear algunos de estos procesos, tanto en formato real como en formato virtual, y los vamos aplicar a un caso concreto, no solo por el interés intrínseco que tiene, sino porque es de los pocos lugares que ha sufrido este múltiple proceso de reconstrucción/restitución/recreación tanto real como virtual. Nos referimos a la Ciudadela Ibérica de Calafell (Tarragona), el primer yacimiento reconstruido casi totalmente *in situ* en España, un paradigma de la arqueología reconstructiva y didáctica.

Lo hemos elegido como paradigma para ilustrar nuestra reflexión, dado que es un yacimiento que ha sufrido acciones de *reconstrucción*, *recreación*, *simulación* e *interpretación* *in situ* y, por lo tanto, nos permite comparar estas intervenciones con las de carácter virtual realizadas mediante tecnología digital.

La Ciudadela Ibérica de Calafell es la denominación que recibió con fines divulgativos el yacimiento ibérico de Alorda Park situado en la costa de Calafell (Baix Penedès), a unos

treinta kilómetros al norte de Tarragona. Dicho yacimiento fue descubierto en 1983 por Joan Sanmartí, Joan Santacana y Ramón Serra, en el curso de unas prospecciones arqueológicas en la costa del Penedès.³ A partir de ese momento fue objeto de las primeras intervenciones arqueológicas, siendo considerado inicialmente un pequeño establecimiento pesquero, relacionado con una serie de pequeños asentamientos de época ibérica que se localizaron en toda esta área costera.⁴ Los trabajos de prospección arqueológica condujeron a la elaboración de un modelo teórico de poblamiento protohistórico según el modelo de Kolb y Brunner.⁵ Trabajos posteriores insistieron en la aplicación del mencionado modelo, que atribuía al yacimiento una jerarquía de segundo orden, es decir, un asentamiento de tipo aldeano. Asimismo, la excavación del conjunto mostraba la existencia de una calle, en la cual se identificaron diversos recintos a ambos lados, uno de los cuales se interpretó como un recinto de culto, mientras los demás fueron interpretados como casas-hogar, aplicando a los restos modelos interpretativos de Max Derruau.⁶ El análisis funcional de los recintos siguió atribuyendo al yacimiento el papel de un asentamiento de pescadores, dada la presencia de restos de *ictiofauna* y, sobre todo, su ubicación prácticamente frente al mar.⁷ Se establecieron en cuatro las fases evolutivas de la pequeña aldea, desde mediados del siglo v a. de C. hasta finales

³ J. Sanmartí, J. Santacana y R. Serra: «Notes sobre el poblament protohistòria de la costa del Penedès», *Informació arqueològica. Institut de prehistòria i arqueologia* (Barcelona), núm. 40 (1983), pp. 121-126.

⁴ M. Miret, J. Sanmartí y J. Santacana: «Distribució espacial de núcleos ibèrics: un exemple en el litoral català», en *Arqueologia espacial* (Teruel), núm. 4 (1984), pp. 173-186.

⁵ J. Sanmartí y J. Santacana: «La jerarquia de nuclis en el poblament ibèric de la costa del Penedès», en *Protohistòria Catalana, 6è Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 1986, pp. 227-243.

⁶ Véase clasificación establecida por el autor en: *Précis de Géographie Humaine*, Paris: Librairie Armand Colin, 1961.

⁷ J. Sanmartí y J. Santacana: «Análisis funcional de los recintos domésticos del poblado de Alorda Park (Calafell, Baix Penedès, Tarragona)», en *Arqueologia Espacial. Coloquio sobre el microespacio-3* (Teruel) 1986, pp. 257-270. Véase también, en este mismo sentido, J. Sanmartí y J. Santacana: «Un recinte cultural al poblament ibèric d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)», *Fonaments* (Barcelona), núm. 6 (1987), pp. 157-169.

del siglo II a. de C., considerando este poblado ibérico como “el único centro de poblamiento agrupado de una cierta entidad” en el seno de una población dispersa en granjas y caseríos.⁸

Esta interpretación se mantuvo durante un lustro, y en contribuciones científicas de principios de la década de los años noventa fue el modelo interpretativo que se propagó.⁹

Sin embargo, a raíz de las campañas arqueológicas de 1988 y 1989 se produjeron importantes novedades en los trabajos de excavación, al poner de manifiesto la existencia de un sector importante de fortificación, que se intuía “de grandes proporciones y que, además, experimentaba en un corto período de tiempo, seguramente no superior a setenta y cinco años, muchas obras de reforma y mejora”.¹⁰ Lo que más sorprendía era que la superficie que protegía esta barrera fortificada era inferior a 1.500 metros cuadrados. Este hallazgo se producía cuando estaba en prensa el volumen en el que se publicaban los resultados de las campañas de excavación de 1983 a 1988. Por ello, el yacimiento fue publicado con una interpretación que reflejaba los modelos de tipo aldeano que se habían propuesto a lo largo de aquellos años; sin embargo, al final del volumen se insertaba el resultado de la campaña de 1989, con el hallazgo de la muralla que, en realidad, aunque no cuestionaba las fases cronológicas, ponía de manifiesto las contradicciones interpretativas.¹¹ Por esta razón, el conjunto arqueológico de Calafell ya fue discutido en las reuniones científicas que trataban de recintos fortificados, empezando a cuestionar el modelo anteriormente mencionado.¹²

⁸ J. Sanmartí y J. Santacana: «El poblat ibèric d' Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) i el seu entorn. Anàlisi crítica», en *Tribuna d' arqueologia 1996-1997*, Barcelona: Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, 1987, pp. 7-14.

⁹ M. Miret, J. Sanmartí y J. Santacana: «From indigenous structures to the roman world: models for the occupation of central coastal Catalunya», en *Roman Landscapes. Archaeological survey in the Mediterranean region*, London: Ed. British School at Rome, 1991, pp. 47-53.

¹⁰ J. Sanmartí y J. Santacana: «El poblat ibèric d' Alorda Park. Calafell, Baix Penedès», *Excavacions arqueològiques a Catalunya* (Barcelona), núm. 11 (1992), pp. 279-288.

¹¹ *Ibidem*.

¹² J. Sanmartí y J. Santacana: «Les fortificacions ibèriques de la Catalunya central i costanera en Fortificacions. La problemàtica de l' Ibèric ple (segles IV-III a. C.), en *Símposi Internacional d' Arqueologia Ibèrica*, Manresa, 1991, pp. 127-144.

Sin embargo, el modelo de aldea empezó a ser cuestionado de forma clara, a modo de ensayo, en un significativo artículo publicado en un modesto boletín local, en el que se daba noticia de los distintos yacimientos excavados en el término municipal de la localidad y en el cual se planteaba que el poblado ibérico de Les Toixoneres, topónimo que se aplicaba por primera vez al yacimiento denominado hasta entonces Alorda Park, era en realidad “una especie de castillo, fortificado por potentes murallas, con un gran recinto interno en el que probablemente habitaba un caudillo, con una serie de dependencias anexas, cada una de las cuales estaba especializada en una función distinta”.¹³ Naturalmente, esta interpretación se deducía del hallazgo no solo de la muralla, sino también de unos recintos adosados a la misma, entre los que se encontraba un edificio que parecía encajar más en la idea de palacio que en el de casa.

A partir de ese momento, la interpretación del conjunto se separaba del modelo de “aldea de pescadores” para asociar el yacimiento a un recinto fortificado, sede de una aristocracia militar, con una base tribal de tipo gentilicio y una amplia población campesina que sostenía al grupo aristocrático. A partir de aquí se establecieron los primeros cálculos de población en el interior del recinto, situando el número de moradores en un centenar y otro centenar para las granjas y alquerías que colonizaban el *hinterland*. Esta interpretación recogía la idea planteada en el modelo de Kolb y Brunner, situando el núcleo fortificado también en una jerarquía de segundo orden, rodeado de granjas y alquerías de rango demográfico y social inferior.¹⁴ También a partir de ese momento se diferenciaron de forma clara cinco etapas evolutivas del yacimiento, desde el ibérico antiguo hasta la actualidad.

A partir de entonces, la investigación de los materiales proporcionados por el yacimiento arqueológico prosiguió, pero la interpretación fundamental no se alteró. Y esta interpretación es la que dominó todo el proceso de su puesta en valor hasta casi el presente, en el que nuevamente se empieza a cuestionar.

La idea de una puesta en valor del yacimiento

¹³ J. Santacana y otros: «Les excavacions arqueològiques a Calafell en els darrers anys», *L' Infomatiu* (Calafell), núm. 3 (1991).

¹⁴ J. Pou, J. Sanmartí y J. Santacana: «El poblament ibèric a la Cessetània», en *El poblament ibèric a Catalunya. Actes*, Mataró, 1993, pp. 183-206.



Fig. 2. Imagen parcial del sector norte del yacimiento en su fase III, después del proceso de restitución *in situ*. (FUENTE: Los autores, 2008)

arqueológico de Alorda Park o Les Toixoneres surgió en 1991, de una propuesta nuestra en la sede de un patronato local, el Patronat del Castell de Calafell. Pero el modelo de intervención concreto no se pudo establecer hasta julio de 1993, cuando después de un viaje de estudio a Suecia pudimos examinar el conjunto arqueológico de Eketorp, en la isla de Öland.¹⁵ El detenido examen de un yacimiento arqueológico de dimensiones parecidas, que había sido excavado y puesto en valor mediante técnicas propias de la arqueología reconstructiva, nos permitió formular una propuesta en la misma línea. La primera propuesta la presentamos a través del boletín interno de la Societat Catalana d' Arqueologia, en un artículo en el que se planteaba la filosofía de "revivir" el pasado y en donde se explicitaban los motivos. En la propuesta se especificaba que el proyecto proponía intervenir los restos arqueológicos mediante la materialización de las hipótesis de reconstrucción en un 25 % del yacimiento, con la finalidad de abrirlo al público a finales del verano de 1995.¹⁶ Justamente en las mismas fechas, el proyecto era objeto de una propuesta educativa mediante un programa amplio y detallado.¹⁷ Poco

¹⁵ K. Borg, U. Näsman y E. Wegraeus (eds.): *Eketorp. Fortification and Settlement on Öland/Sweden. The Monument*, Ed. Royal Academy of Letters History amb Antiquities, 1976.

¹⁶ J. Santacana: «Calafell: un projecte d'arqueologia experimental», *Full Informatiu. Societat catalana d'Arqueologia*, núm. 94 (jun. 1993).

¹⁷ L. Ordeix y J. Santacana: «Patrimoni artístic i cultu-



Fig. 3. Imagen parcial del sector norte del yacimiento en su fase III, después del proceso de recreación *in situ*. (FUENTE: Los autores, 2012-2013)

después, la idea era presentada a las sociedades culturales comarcales, detallando así el plan previsto.¹⁸

Para la apertura al público del yacimiento, hubo que buscar un nombre que resultara atractivo para el turismo –la palabra *poblado* es muy genérica y en Cataluña hay casi medio millar de yacimientos ibéricos que se denominan así– y, además, era preciso que la forma en que se etiquetara fuera una síntesis de la interpretación que se daba al conjunto arqueológico; de este modo, desde 1994 se adoptó la denominación de “Ciudadela Ibérica de Calafell” y así aparece desde entonces, tanto en la bibliografía como en los trabajos científicos posteriores.¹⁹

Naturalmente, tanto para restituir, si ello era posible, como para recrear, el primer problema era que la larga historia del yacimiento arqueológico ponía de manifiesto la existencia de diversas fases o etapas de ocupación humana y que estas etapas se superponían en un mismo espacio de apenas 3.000 metros cuadrados, por ello era imprescindible conocerlas para “elegir” y optar cuál de ellas se reconstruía o recreaba.

ral», *Col·leció Guix* (Barcelona), núm. 16 (abr. 1993), pp. 25-32.

¹⁸ J. Santacana: «Projecte per a la rehabilitació del jaciment arqueològic de les Toixoneres. Calafell», *Gran Penedès* (Vilafranca del Penedès), núm. 35 (jun. 1993), pp. 16-17.

¹⁹ La primera referencia escrita fue un opúsculo de J. Pou, J. Sanmartí y J. Santacana: *La Ciudadela Ibérica de Calafell*, Ed. Ajuntament de Calafell, 1994.

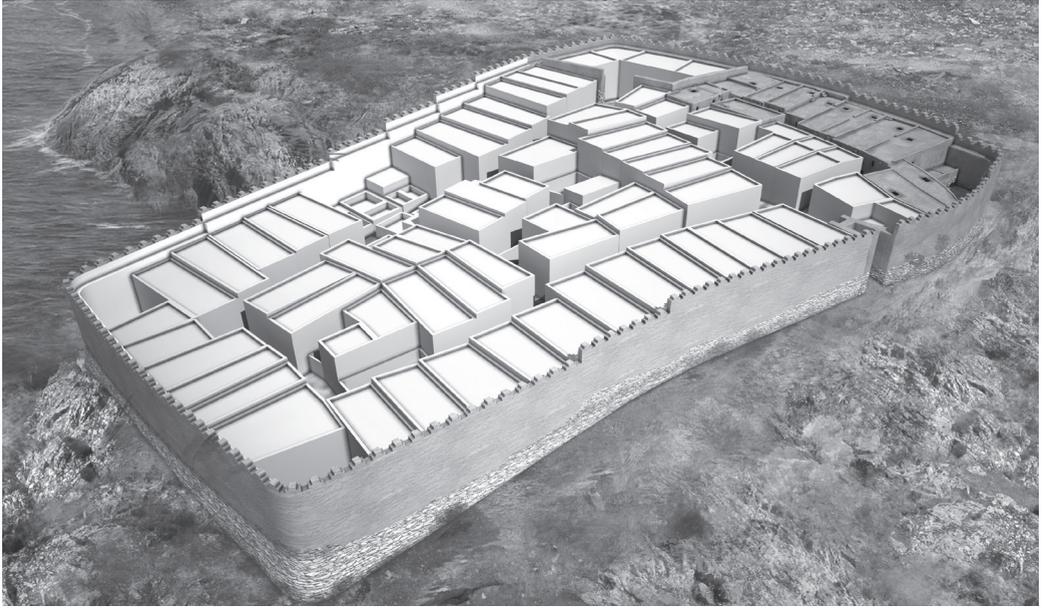
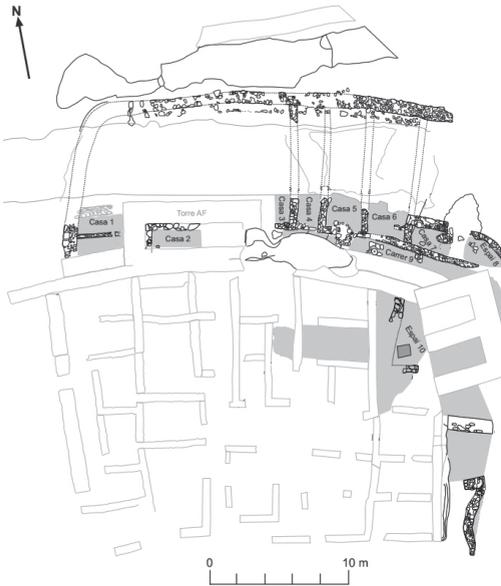


Fig. 4. Recreación de una vista aérea de la fase ALP I de la ciudadela ibérica vista desde el sureste. Obsérvese la texturización realista del barrio norte, único sector conocido en esta fase



Planta I. Planta arqueológica del sector norte del yacimiento. Se destaca la muralla de la fase ALP I.

Después de las campañas de excavación desarrolladas durante aquellos años, fue posible definir las diversas fases de ocupación de este yacimiento arqueológico y establecer una periodización por fases y con límites cronológicos relativamente precisos.

De las cinco fases de ocupación establecidas correspondientes al período antiguo, para nuestro trabajo sobre imágenes virtuales hemos seleccionado las dos más representativas: la fase ALP I²⁰ y la fase ALP III. (Planta 1) (Planta 2)

Veamos de forma sucinta las características cronoculturales de las dos fases objeto de tratamiento en la presente investigación:

Fase ALP I. Se trata del momento fundacional del asentamiento y equivale a lo que se suele denominar “ibérico antiguo”. Los niveles de esta fase se relacionan con estructuras defensivas halladas y documentadas en el exterior de las murallas actuales, y también en algunos niveles muy destruidos del interior del recinto fortificado actual. Cronológicamente, esta fase se inició en un momento difícil de precisar, quizá a mitad

²⁰ Las siglas ALP corresponden al neotopónimo *Alorda Park*, nombre que inicialmente recibió el yacimiento arqueológico y que se mantuvo a lo largo de la investigación por coherencia metodológica.

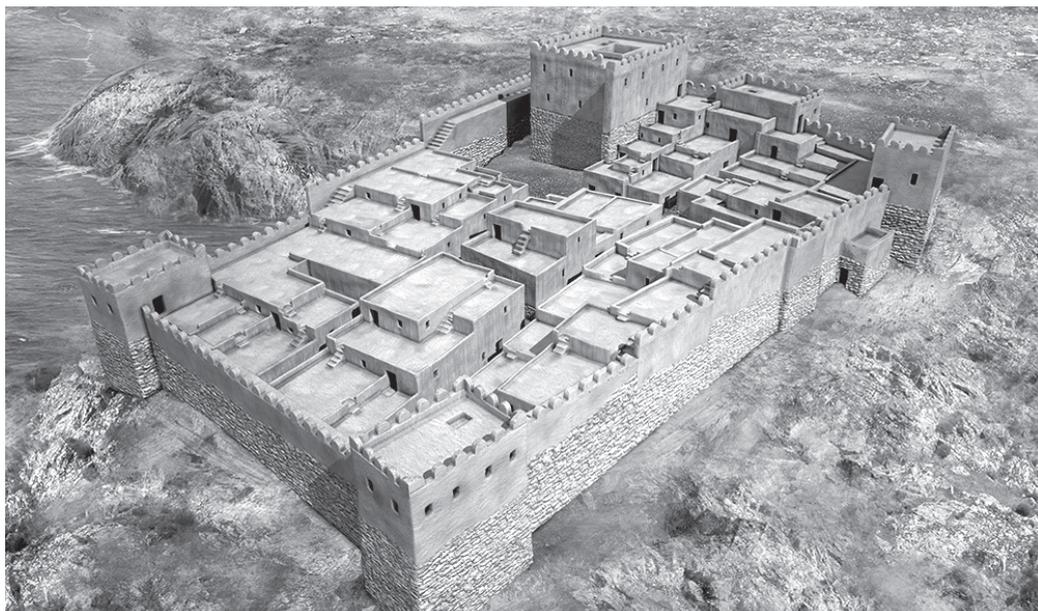
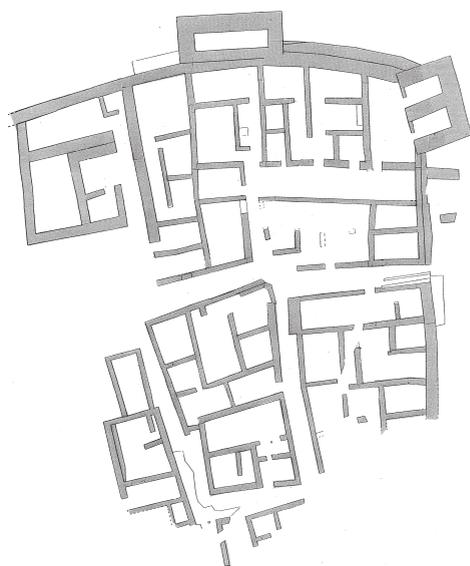


Fig. 5. Recreación de una vista aérea de la fase ALP III de la ciudadela ibérica vista desde el sureste

del siglo VI e incluyendo la primera mitad de la centuria siguiente, es decir, del siglo V a. de C.

Lo que sabemos de esta fase es relativamente poco; sabemos que muy probablemente el lugar estuvo ocupado por poblaciones del bronce final, de las cuales tenemos indicios tales como un fragmento de cerámica acanalada, hallada en un corte estratigráfico del sector occidental del yacimiento, y también un fragmento de ánfora fenicia Vuillemot R-1, junto con un fragmento de copa ática. Pero no hay estructuras más allá de algún recorte en la base rocosa, de dudosa atribución, y algún indicio de muro construido con técnicas arcaicas propias del bronce final. A pesar de estos indicios, hay que decir que anterior al siglo VI no sabemos nada más.

Fase ALP III. Es quizá la fase mejor conocida arqueológicamente, y en ella se produce el abandono del recinto; es el final de la existencia del poblado como tal. Esta fase ocupa todo el siglo III y quizá los inicios del siglo II a. de C. La mayoría de los recintos excavados en el yacimiento se abandonan en este preciso momento. En esta fase, la muralla era ya una obra potente, con torreones, y se remodeló todo el trazado urbano interno. Además se construyó un castillo-palacio en el interior del recinto, que recuerda la descripción existente en el canto VI de la *Odisea*, cuando se nos habla del palacio de Alcinoos:



Planta 2. Planta arqueológica del sector norte del yacimiento. Se destaca la muralla de la fase ALP III.

Es fácilmente reconocible [el palacio] y hasta un niño pequeño te puede conducir, pues no es nada semejante a las casas de los demás feacios: ¡tal es el palacio del héroe Alcínoo! Y una vez que te cobijen la casa y el patio, cruza rápidamente el mégaron para llegar hasta mi madre; ella está sentada en el hogar a la luz del fuego, hilando copos purpúreos ¡una maravilla para verlos! apoyada en la columna. Y sus esclavas se sientan detrás de ella. Allí también está el trono de mi padre apoyado contra la columna, en el que se sienta a beber su vino como un dios inmortal. Pásalo de largo y arrójate a abrazar con tus manos las rodillas de mi madre, a fin de que consigas pronto el día del regreso, para tu felicidad, aunque seas de lejana tierra. Pues si ella te guarda sentimientos amigos en su corazón, podrás cumplir el deseo de ver a los tuyos, tu bien construida casa y tu tierra patria.

Problemática en torno a las intervenciones de carácter arquitectónico o digital en yacimientos arqueológicos

En la mayoría de estos trabajos en los que se plantean los problemas de la arqueología reconstructiva *in situ*, se habla de arquitectura pero no se alude a las ventajas e inconvenientes de la reconstrucción de base digital. Nosotros, en un trabajo conjunto con Carmen Belarte, planteamos la problemática en los siguientes términos:

Les restitutions virtuelles peuvent constituer une alternative pour résoudre ces difficultés, étant donné qu'elles ne touchent pas aux vestiges. Les avantages de ces restitutions sont les suivants. Si la restitution virtuelle est faite à partir de plans à échelle correcte, on obtient des élévations architecturales exactes. Si, dans la restitution matérielle, et pour certains aspects comme la hauteur des bâtiments, la prudence conseille de s'en tenir à des interventions minimales, la restitution virtuelle permet au contraire d'aller jusqu'aux limites des possibilités volumétriques et visuelles. Si le résultat n'est pas satisfaisant, ou si la suite de la recherche conduit à modifier les interprétations, il est toujours possible d'apporter toutes sortes de modifications. Elle permet d'avoir une vision du site en trois dimensions sans modifier la skyline (silhouette paysagère) des sites. Enfin, elle

respecte la valeur des ruines.

Le choix du virtuel comporte cependant quelques inconvénients. N'intervenant pas sur les ruines, le virtuel ne contribue pas non plus à la conservation de celles-ci. De même, il ne permet pas l'expérimentation en profondeur, en particulier en ce qui concerne les techniques de construction. Il n'est efficace que lorsque le résultat peut être comparé avec la réalité. Finalement, il ne facilite ni l'explication de la méthode de recherche archéologique ni les interprétations.²¹

La reconstrucción arquitectónica de un edificio deteriorado o que se ha desplomado es una actividad propia de la arquitectura y ha sido planteada siempre en términos arquitectónicos, desde que en el siglo XIX se pronunciaron Ruskin y Viollet-le-Duc. Naturalmente, no es este el lugar para discutir los principios por los que a lo largo del tiempo se ha regido la reconstrucción de edificios.

Por el contrario, la restitución de elementos, es decir, reconocer y colocar si fuere el caso aquellas partes que faltan, es tarea que incumbe también a los arqueólogos, ya que “lo que falta” es o puede ser siempre objeto de hipótesis científicas elaboradas por la arqueología a lo largo del proceso de excavación e interpretación del pasado. Hay finalmente una función fundamental de la restitución –que no discutiremos en el presente artículo– que es la de conservar el conjunto o el monumento.

Dicho esto, hay que plantear que estas tareas de reconstruir, recrear o restituir monumentos o yacimientos arqueológicos pueden tener funciones de carácter científico, didáctico/educativo o bien turístico/patrimonial. Veamos las ventajas e inconvenientes que a priori podemos atribuir en cada caso, procurando contrastarlas con la intervención de carácter virtual.

Es importante recordar que la reconstrucción no es una tarea que incumba a la arqueología, sino que es una tarea propia de la arquitectura: levantar lo que se ha caído. A cargo de la arqueología están la restitución y la recreación. En este sentido, hay

²¹ J. Santacana y M. C. Belarte: «La restitution archéologique comme modèle: le cas espagnol», [en línea] <http://www.monuments-nationaux.fr/fichier/editions_ebook_chapitre/662/1_2_B.pdf>. [Consulta: 27/06/2013.]

una función científica en la restitución (y también en la recreación) cuando se realiza *in situ* y con técnicas propias de albañilería, y que se basa en la aplicación de criterios de la arqueología experimental. La restitución y la recreación permiten:

- Probar la resistencia de los materiales y de las estructuras, y también experimentar cubiertas, formas, volúmenes, etc.
- Experimentar las condiciones de habitabilidad, humedad, salidas de humos, duración, desgastes, reparaciones necesarias, periodicidad de las mismas, etc.
- El análisis de patologías que atacan al edificio o a la estructura.

- Volumen de trabajo y de material empleado.

Pero la restitución comporta también problemas e inconvenientes:

- Costes normalmente elevados tanto de material como de mano de obra.
- Las experimentaciones son siempre parciales, ya que es imposible reproducir exactamente todos los factores que afectaron al pasado (el clima, por ejemplo); lo que implica el riesgo de anacronismos o de presentismos.
- Una tercera limitación es la de las dificultades para verificar las hipótesis. En realidad, solo podemos verificar si una hipótesis es realmente posible, pero no se llega nunca a la demostración.
- El problema más importante es el propio límite de la investigación. Los conocimientos que nos proporciona la arqueología del conocimiento científico. Esta es una tierra de fronteras.

En conclusión, hay que decir que cuando la finalidad es científica, lo que importa no es la obtención de una imagen final, creíble del yacimiento, sino especialmente y sobre todo el proceso y los métodos utilizados para la obtención de esta imagen.

Hay una función didáctico/educativa en la restitución/recreación *in situ*:

- En general, el público tiene dificultades para conceptualizar el espacio, para interpretar un plano, convertir escalas, etc. La restitución/recreación soluciona estos problemas.
- Mas allá de la comprensión de los espacios y de los volúmenes, la restitución/recreación nos aproxima a la comprensión de algunas de las soluciones que en el pasado se aplicaron a mu-

chos problemas; nos ayuda a comprender las sociedades rurales del pasado.

- Finalmente, la restitución/recreación fundada en la arqueología experimental nos permite explicar los procedimientos, los procesos y las técnicas, al tiempo que nos muestra el método que utilizamos los arqueólogos para comprender a las sociedades pretéritas.

Pero desde el punto de vista didáctico, la restitución/recreación también presenta problemas:

- Las restituciones nos muestran “instantáneas fosilizadas en el tiempo”, consagran a menudo simples hipótesis de trabajo e inutilizan la capacidad crítica de los usuarios.
- La restitución/recreación no evoca los procesos temporales, no ayuda a comprender el tiempo.
- El peligro de presentismo es evidente, pues los elementos del presente se introducen en las restituciones.

La función de las restituciones/recreaciones no termina aquí, también hay una función de socialización del conocimiento, es decir, de turismo cultural.²² Sus ventajas pueden ser:

- La restitución/recreación permite visiones completas, comprensibles, sin esfuerzo, para casi todas las edades.
- La restitución/recreación, en la medida en que la gente puede pasearse produce un efecto empático, ya que se pueden tocar los elementos, completarlos con muebles, etc.
- La restitución/recreación estimula la imaginación, ya que proporciona imágenes nuevas en la cabeza del visitante, fija conceptos que ya no desaparecerán fácilmente de su cabeza, etc.
- La restitución/recreación permite transformar los recursos culturales en productos turísticos...

Las dificultades o inconvenientes del uso turístico del patrimonio se hallan en el desgaste del monumento:

- La introducción de visitantes en el seno de un

²² Sobre la importancia del turismo cultural en áreas locales, véase un ejemplo en U. Baeza: «Realidad virtual para la dinamización de entornos rurales. Un caso práctico: Red Parque Cultural», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 2, núm. 3 (abr. 2011), pp. 105-108.

monumento debe ser muy controlada, ya que, de otra forma, se degrada absolutamente.

- La turistificación de los conjuntos arqueológicos conlleva a menudo pérdidas de rigor, ya que resulta difícil segmentar los diferentes tipos de público.

Frente a todo esto, las restituciones/recreaciones virtuales presentan también sus ventajas y sus inconvenientes. Podemos citar entre las ventajas:²³

- No se tocan los vestigios originales
- Se pueden obtener volumetrías y restituciones exactas
- No hay límites en la intervención, ya que no se ocupa terreno ni se infringen normas o leyes
- Si el resultado no es satisfactorio se puede volver a intervenir y modificar
- Se pueden plantear simultáneamente todas las hipótesis
- Se pueden proporcionar imágenes mentales, que luego, cuando se visualicen las ruinas, actuarán sobre el cerebro.
- Estimulan el turismo, ya que este es uno de los pocos productos que se adquiere en origen y no en destino
- Pueden contribuir notablemente a la investigación arqueológica básica.
- Crean imágenes didácticamente comprensibles
- Tienen, normalmente, costes más bajos.

Y también los problemas que plantean:

- No contribuyen a la conservación del lugar
- No permiten la experimentación de materiales ni técnicas
- ¿Ayudan a la investigación arqueológica?

Naturalmente, la ventaja más importante de

²³ Las imágenes virtuales ofrecen un gran potencial tanto desde el punto de vista didáctico/educativo como desde la óptica del turismo cultural ya que permiten múltiples reaplicaciones. Léase en este sentido M. V. López, T. Martínez y M. Romero: «Iconografía didáctica y arqueología», en F. X. Hernández y M.^a C. Rojo (coords.): *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos*, Gijón: Ediciones Trea, pp. 125-144, y T. Martínez y M.^a C. Rojo: «Una aproximación virtual al Territorio Vetón», en IBER. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia. Iconografía didáctica. Materiales interactivos*, núm. 68 (2011), pp. 25-32.

las reconstrucciones/restituciones virtuales es pues su reversibilidad. En efecto, la investigación arqueológica suele plantearse siempre con la voluntad de resolver las hipótesis y problemas que los investigadores se plantean. En este sentido, los resultados de la investigación siempre suelen presentar aquello que es demostrable o cuya presunción de demostración existe; pocas veces se plantean los problemas de las hipótesis fracasadas. Y, a pesar de ello, la investigación suele avanzar tanto a partir de los aciertos como de los errores. Por ello las reconstrucciones virtuales de base digital permiten materializar todo tipo de hipótesis sin correr riesgo alguno. A su vez, la reconstrucción de base digital permite contrastar todas y cada una de las intervenciones que se realicen sobre un yacimiento. En el caso que estamos analizando hemos constatado los cambios sufridos en la interpretación del conjunto a lo largo del proceso de investigación; sin embargo, si comparamos las imágenes de las reconstrucciones implementadas a lo largo del tiempo, nos damos cuenta de que el modelo ideal que los investigadores tenemos ha ido cambiando y hay que suponer que estos cambios no cesarán de producirse en el futuro. Por ello es importante poder comparar estas reconstrucciones/restituciones y determinar qué factores las han motivado y hasta qué punto no son fruto de la evolución de los conceptos en la cabeza de los propios investigadores.

En resumen, creemos poder afirmar que, tanto si la reconstrucción/recreación se realiza *in situ* o es de carácter virtual, para la investigación, ya sea de carácter arqueológico o de tipo didáctico, lo más importante no es la obtención de una imagen final creíble, sino el proceso científico y el método que se han seguido paso a paso hasta obtener la imagen. Para el arqueólogo, solo el método riguroso justifica la imagen obtenida y, para el didacta, solo el conocimiento del método permite conocer el “cómo lo sabemos”. Creemos, junto con Rafael Altamira,²⁴ que el conocimiento del método nos evita presentar al educando el resultado de la investigación como un plato cocinado por “el sabio en su laboratorio” que “el alumno” tan solo tiene que comer.

²⁴ Véanse comentarios al respecto en el capítulo primero de Rafael Altamira: *La enseñanza de la Historia*, Madrid: Ediciones Akal, 1997.

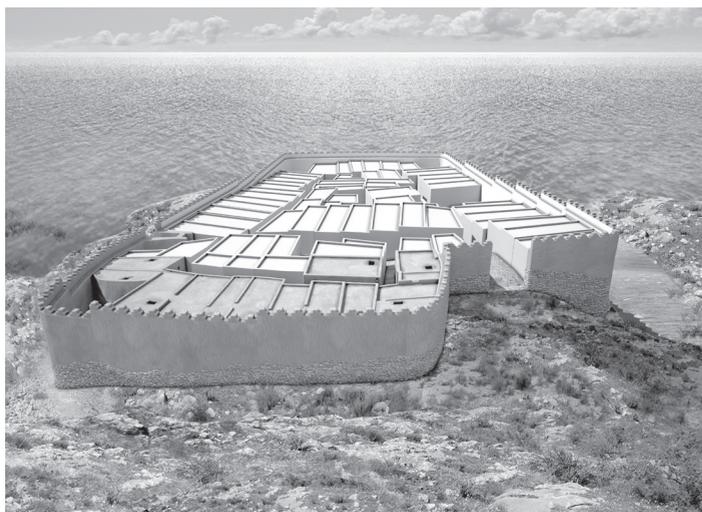


Fig. 6. Vista del lienzo norte con puerta de acceso y baluarte de la ciudadela ibérica en su fase ALP I. Hipótesis A

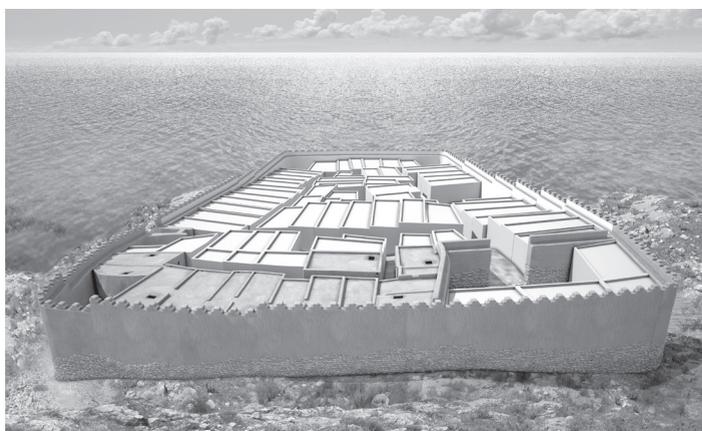


Fig. 7. Recreación de la fase I de la ciudadela vista desde el norte. Se observa su ubicación en un espolón rocoso

Aplicación de los planteamientos teóricos al tratamiento virtual de la Ciudadela Ibérica de Calafell: análisis y discusión de las hipótesis

La arqueología virtual está inmersa en la primera década del siglo XXI en un salto cuantitativo y cualitativo; cuantitativo porque cada vez son más los yacimientos arqueológicos sometidos a tratamiento virtual, pero lo más importante desde nuestra óptica es el salto cualitativo, y ello es así porque los medios tecnológicos se están integrando cada vez más en el estudio arqueológico. Las imágenes virtuales no son ya aquellas ilustraciones de carácter meramente artístico sino que responden a las necesidades impuestas por los topógrafos, los propios arqueólogos y también por los cuerpos sólidos que proporciona la propia arquitectura; en algunos casos, el uso de escáner láser y la fotogrametría

permiten una documentación más exacta. En la presente investigación, aun cuando hemos partido de la información arqueológica existente, el procesamiento de la misma y su tratamiento virtual han sido el resultado del trabajo de un equipo multidisciplinar formado por arquitectos, ilustradores, ingenieros informáticos, arqueólogos y didactas.²⁵ Además, el equipo de investigación contó con el trabajo del diseñador industrial Josep Ramon Casals²⁶ y el ilustrador Guillem H. Pongiluppi,²⁷ quienes dieron forma a la propuesta.

²⁵ Ibidem nota 23a, para la obtención de imágenes y los perfiles que conforman los equipos multidisciplinarios.

²⁶ Véase <<http://www.jrcasals.net>>. [Consulta: 1/09/2013.]

²⁷ Véase <<http://www.guillemhp.com>>. [Consulta: 1/09/2013.]

Fig. 8-9. Recreación de la fase ALP I de la ciudadela vista desde el oeste. Hipótesis A y B, respectivamente

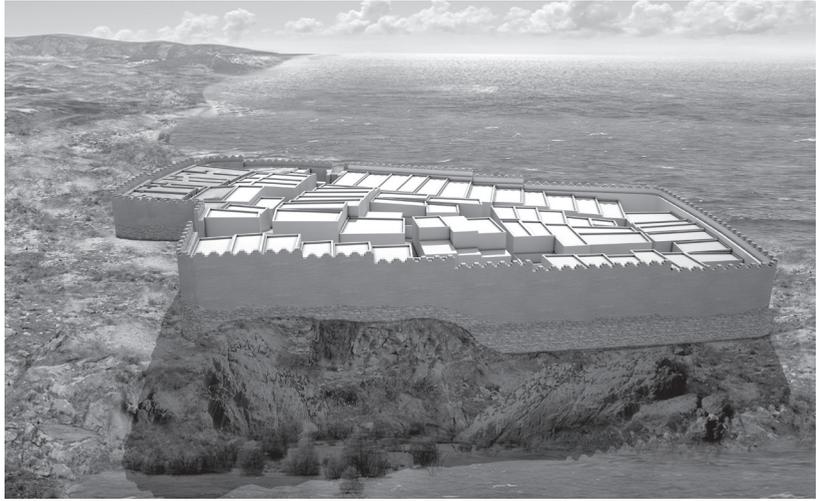


Fig. 10-11. Vista frontal del lienzo norte de la ciudadela ibérica, según las hipótesis A y B, respectivamente

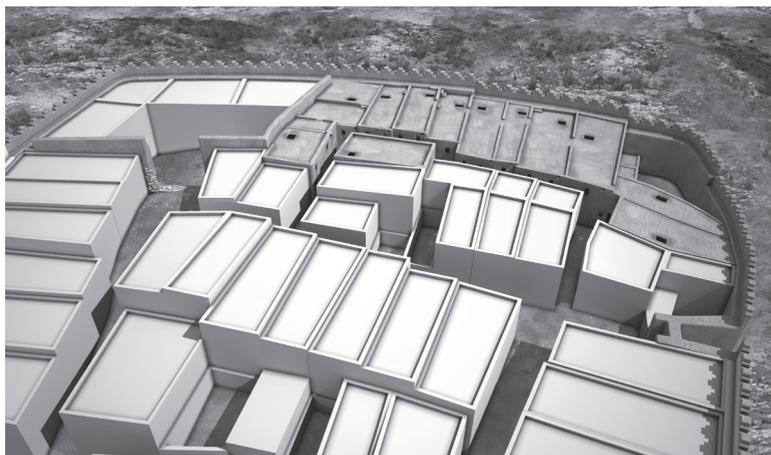


Fig. 12. Recreación del barrio septentrional de la ciudadela, en donde se observa la propuesta de un paso de ronda de las murallas utilizando los tejados de los pisos superiores de las casas adosadas al muro

La restitución hipotética del yacimiento de Calafell, en su fase I ha resultado muy difícil de realizar por la falta de información. Hay una cierta seguridad sobre el trazado de muralla en el sector norte; en cambio, la existencia de un pseudobaluarte con casas en batería en su interior es discutible, dado que también podría tratarse de una fortificación formada por dos anillos concéntricos; téngase en cuenta, además, que el codo del ángulo noroeste es una hipótesis muy especulativa; la puerta de entrada al recinto, de grandes dimensiones, sin foso ni parapeto, casi no es creíble. (fig. 6) En este caso, hay que recordar que la mayoría de yacimientos conocidos en toda el área catalana abogan por recintos circulares u ovoides.

¿Qué ocurriría si esa gran puerta de entrada al recinto fuera tan solo una puerta posterior de un gran edificio con patio situado en el ángulo entre el pseudobaluarte y la muralla? (fig. 7) Naturalmente, este es un sector del cual no hay información arqueológica por estar absolutamente arrasado, y debido a la inexistencia de datos no se puede inferir nada. Por ello es más sostenible la existencia de un gran edificio con la puerta trasera de grandes dimensiones que se abre dentro del recinto del poblado, que una puerta de entrada a la muralla con cuatro metros de luz. (fig. 8) (fig. 9) No hay datos para fundamentar ninguna de las dos hipótesis, pero una recreación icnográfica es seguramente más aceptable en la versión de un gran edificio con puerta trasera grande que da a un patio, que no la existencia de una abertura que inutilice la muralla. (fig. 10) (fig. 11)

De todas formas, tanto si se acepta la propuesta del falso baluarte como si no se acepta, es evidente

que las casas en batería formaban como mínimo dos anillos concéntricos separados por calles.

Con respecto a la altura de los edificios, los que se hallaban adosados a la muralla, casi con toda seguridad debieron haber tenido un piso superior; la razón para pensar esto es que el paso de ronda solo podía efectuarse por encima de los tejados, pues la muralla era demasiado estrecha. Y dado que una muralla para ser efectiva debía tener unos cuatro metros de altura como mínimo, los edificios adosados requerían una altura de dos pisos para facilitar la defensa. (fig. 12)

Este modelo de vivienda no pudo ser muy diferente de los que se conocen de las fases últimas de la cultura de los campos de urnas, y por ello asimilamos las casas a las que se documentaron en Barranc de Gàfols, que fueron experimentalmente construidas en el Laboratorio de Arquitectura Protohistórica de la Universidad de Barcelona en El Vendrell.²⁸

Con respecto a la arquitectura defensiva, poco es lo que sabemos de las fortificaciones y asentamientos del período ibérico antiguo; entre las raras unanimidades está la de mantener la hipótesis de que una buena parte de las técnicas deraban de modelos fenicios y púnicos.²⁹ Si ello fuera así, los lienzos amurallados estarían fuertemente almenados, tal y como aparecen

²⁸ Véase sobre este yacimiento J. Sanmartí y otros: «L'assentament del bronze final i primera edat del ferro del Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d' Ebre)», *Arqueomediterrània* (Barcelona), núm. 5 (2001).

²⁹ Algunos autores lo han demostrado en arquitecturas funerarias; es el caso de F. Prados: *Arquitectura púnica. Los monumentos funerarios*, Madrid: Archo Español de Arqueología. Anexo XLIV, 2008.



Fig. 13. Recreación de la fase ALP I de la ciudadela vista desde el ángulo suroeste; se observa la tipología del cinturón almenado siguiendo la propuesta hipotética mencionada en el texto



Fig. 14. Restitución hipotética de la ciudadela ibérica en su fase ALP III. La vista ha sido tomada desde lo alto del palacio e incluye la imagen de las partes central y meridional del asentamiento, con el detalle de la nueva tipología de almenas



Fig. 15. Conjunto fortificado de la ciudadela ibérica en su fase ALP III visto desde el septentrión. Se observan a la derecha el palacio y dos torres del recinto fortificado



Fig. 16. Vista parcial de la fachada meridional del castillo-palacio de la fase ALP III. Se observan la puerta de entrada y el imponente contrafuerte



Fig. 17. Vista de la ciudadela ibérica desde el ángulo noroeste, dominado por la mole del castillo-palacio

en algunas fuentes iconográficas, como por ejemplo la pintura de la ciudad circular que aparece representada al fondo del hipogeo de cámara VIII de Jebel Mlezza, en las proximidades de Kerkouane. Se trata, sin duda alguna, de la iconografía mejor conocida y que más información ha aportado sobre estos temas. Esta tumba está muy bien estudiada y descrita por Pierre Cintas, Gubert y posteriormente por M. H. Fantar.³⁰ Se trata de pinturas hechas a base de ocre, y en donde las casas y las murallas presentan almenas con remates semicirculares que parece que son del s. IV.³¹ Por lo tanto, nos podrían servir de modelo

³⁰ M. H. Fantar: *Escatologie phenicienne et punique*, Túnez (Collection notes et documents), 1970, y P. Cintas y G. Gobertme: *Les tombes púniques de Jebel Mlezza*, *Revue Tunisienne XXXVI*, Túnez, 1939, pp. 135-198.

³¹ A. Parrot, M. H. Chehab y S. Moscarì: *Los fenicios. La expansión delicia. Cartao*, Madrid: Ed. Aguilar, 1975, p. 185.



Fig. 18-19. Restitución hipotética de la fase ALP III de la ciudadela ibérica vista desde el sureste. En el fondo a la derecha se observan las supuestas estructuras de protección de la puerta. La imagen de la derecha representa la recreación del mismo sector en la fase ALP I

para las fortificaciones del período pleno, es decir, la fase III del yacimiento.

Por lo que respecta a los modelos de almena del período antiguo propiamente dicho, hay que recurrir a modelos más antiguos, como los relieves que representan ciudades fenicias del palacio de Senaquerib, o bien los que aparecen en las conocidas puertas de bronce de Balawat, pero que corresponden al siglo IX. En estos casos se trata de almenas escalonadas, que quizá pertenecen a la tipología que pudo existir hasta principios del siglo IV a. de C. (fig. 13)

Por todo ello, en las propuestas icnográficas para el yacimiento ibérico de Calafell, quizá el modelo de muralla almenada de la fase I contó con sistemas escalonados, mientras que en la fase III ya es fácil que dispusieran almenas con remates semicirculares. (fig. 14)

Naturalmente, las fases II y III del yacimiento están mucho mejor documentadas, en especial la última. Tal vez uno de los edificios que presenta mayor complejidad es el del ángulo noroeste, edificado precisamente encima del muro en el que se abría la puerta de entrada al recinto de la fase antigua. (fig. 15) Lo componen los recintos AN, AO, AQ y AR, además de diversas habitaciones anexas por el lado de poniente. Este complejo edificio es el que hemos denominado “palacio”. (fig. 16) La imagen que se obtiene de esta zona es la de un potente castillo-torreón, con patio central, empedrado, al que se accede por un estrecho pasillo. Probablemente las escaleras de acceso se hallaban en este patio, habida cuenta de la existencia de una base de mampostería que probablemente tuvo la función de sostener el



Fig. 20. Imagen hipotética de la fase ALP I de la ciudadela vista desde el levante. Se observa el sector norte, en imagen texturizada, por tratarse de una restitución, mientras en monocroma blanco se indica el amplio sector recreado



entablamiento de la escalera de madera y barro. El edificio debió tener, con mucha seguridad, un primer piso, pero la necesidad de superar en altura a todo el conjunto fortificado nos mantiene en la hipótesis de que probablemente disponía de un segundo piso, además de la terraza almenada. (fig. 17) Uno de los elementos fundamentales de esta propuesta es la base troncocónica que sostenía una columna de madera, muy similar a la que se halló en la casa CDO. Estas columnas sostenían gruesos dinteles de maderamen sobre los que se levantaban muros de tapial. En ambos casos, el suelo apareció enlosado parcialmente. Puede que estos enlosados se debieran a que se trataba de espacios abiertos, quizá pequeños patios de luz. De todas formas, esta fue posiblemente la función del recinto AQ del “palacio”. Por sus dimensiones, resulta difícil que este espacio estuviera cubierto por maderamen; en contextos muy distintos, pero



Fig. 21. Vista parcial de la ciudadela ibérica según una restitución virtual desde el ángulo suroeste. En la texturización se ha tenido en cuenta que la base de la fortificación es pétrea, aun cuando los sobrealzados probablemente fueron de tapial con revoques

arquitectónicamente similares, como por ejemplo en el despoblado de Siyasa (Cieza, Murcia), las grandes casas muestran espacios abiertos de dimensiones similares y con estructuras muy parecidas. Es el caso de la llamada casa número 10.³² Se trata de una estructura dominante en un tipo de arquitectura que presenta notables similitudes estructurales.

Fases siguientes, tanto la IV como la V, son ya residuales. Sabemos que en la fase cuarta todavía quedaban algunos residentes en la zona baja del asentamiento, pero todo el recinto y el sector norte estaban abandonados y se habían convertido en un lugar en el que se acumulaban los escombros. Las actividades económicas registradas son las propias de la recolección marina y la pesca. La reconstrucción ideal de esta fase no es compleja, dado que se han identificado los edificios que quedaron en pie y que fueron el S-I y el I, que según parece se construyó en ese momento.

Por lo que respecta a la fase V, se ha propuesto una hipótesis de restitución como una pequeña granja, prácticamente romana.

Ni que decir tiene que en las fases siguientes la zona se dedicó a viñedos, con una era en la

parte superior, casi encima de lo que fue “palacio”, dedicada al trillo del cereal. La sustitución del viñedo viejo por algarrobos fue normal a principios del siglo XX y, finalmente, la trinchera militar de 1938, durante la última guerra civil (1936-1939), fue sin duda alguna la última cicatriz del montículo antes de la excavación arqueológica iniciada por nosotros en los años ochenta.

La restitución virtual y la visualización por ordenador del yacimiento de Calafell: resultados, objetivos y principios

Después del análisis de los problemas y dificultades del yacimiento, vamos a proceder a su tratamiento virtual. La restitución virtual es el intento de recuperar monumentos visualmente a partir de modelos digitales, como si se tratara de una fosilización temporal del paisaje. Esta restitución de la Ciudadela Ibérica de Calafell nos proponemos hacerla basándonos en las evidencias puestas de manifiesto en la excavación arqueológica, y también mediante el uso de la lógica constructiva e incluso los paralelos o las inferencias tomando como base comparaciones existentes. Como es de suponer, para obtener una restitución virtual antes es necesario obtener virtualmente aquellas partes del conjunto que fuera posible conocer. Ello significa que, antes de hacer la restitución,

³² J. Navarro (ed.): *Casas y palacios de Al-Andalus*. Barcelona: Ed. Lunwerg editores, 1995.

hay un paso previo que es la reordenación a partir de modelos virtuales de todos los elementos arquitectónicos existentes. Nos referimos a torreones hundidos, lienzos de muralla abatidos, empedrados de calles, basamentos conservados, bases de columnas, etc. Ello es posible realizarlo para la fase AP-III, la misma que fue levantada y “restituida” realmente sobre las mismas bases arqueológicas. (fig. 18) (fig. 19)

Por el contrario, de la fase AP-I no fue posible su restitución, si bien, a partir de indicios podemos proponer recreaciones de la misma, pero con múltiples variantes. En nuestro proyecto, las recreaciones, no están texturizadas, de ahí que se muestren en monocroma blanco con la intención de indicar que se trata propiamente de una recreación y no de una restitución. (fig. 20)

La restitución virtual que proponemos de la fase AP-III no intenta ser una simple recreación virtual del pasado que incluya elementos muebles, figuras humanas y otros entornos culturales. La restitución virtual interactiva mediante ordenador que proponemos, trata ciertamente de introducir al usuario en un ambiente artificial, pero que se intenta que sea percibido casi como real. En nuestro caso, como en muchos otros, el resultado de esta restitución será el hiperrealismo. Naturalmente, para conseguir imágenes hiperrealistas de un yacimiento arqueológico como el nuestro no sería necesario utilizar las herramientas de la restitución virtual, pues simplemente se podrían realizar mediante procedimientos fotográficos. Pero nosotros entendemos que lo importante, en este caso y en la mayoría, es el aporte métrico de los modelos de la realidad virtual obtenidos y que normalmente se desechan una vez obtenida “la imagen”. (fig. 21)

En realidad, lo que se busca en muchas ocasiones es el modelo texturizado, construido sobre el modelo sólido. Sin embargo, el proceso de construcción del modelo sólido suele poner de manifiesto a menudo la existencia de errores en la excavación, construcciones imposibles, secuencias de fases cronológicas que no concuerdan con los datos obtenidos y un sinfín de datos que generalmente se desechan, dado que el objetivo final es obtener un 3D hiperrealista. En el caso de Calafell, como en la mayoría de los yacimientos arqueológicos, interesa lo que se deduce del modelo sólido.

Evidentemente, las interpretaciones iconográficas de la fase AP-I no pueden pretender

ningún tipo de restitución virtual; solo es posible hacer recreaciones, y no una sino diversas, dado que la falta de datos siempre impide fosilizar una hipótesis. Por ello, como mínimo se deducen dos hipótesis para la recreación virtual de esta fase.

Hay otro elemento importante que se pone de manifiesto en la reconstrucción mediante ordenador: nos referimos a las lagunas que la investigación arqueológica ha provocado y que en el proceso de modelización del sólido se “llenan” con hipótesis que, obviamente, suelen tener múltiples variables. Es decir, las etapas o hitos de este proceso en una secuencia rápida suelen ser: observación de datos, obtención de hipótesis, construcción de la maqueta sólida, texturización y modelo virtual. Naturalmente, en este proceso se suele recurrir a diversas simplificaciones del modelo alámbrico, buscando la forma geométrica que permite formar el sólido. Pero, en todo caso, el modelo obtenido puede convertirse en un soporte importante de información sobre los materiales utilizados en la construcción del conjunto arquitectónico, la métrica del mismo o la percepción que se obtiene al contemplar el resultado.

Cuando se trata de restituciones, la construcción del modelo sólido en estos procesos de iconografía basada en la virtualidad aporta datos y consolida hipótesis; cuando se trata de recreaciones, simplemente se trata de elementos sugerentes, ricos en imágenes, pero que en ningún caso deberían consagrar hipótesis.

Colofón a modo de síntesis³³

Por tanto, las restituciones *in situ* son especialmente útiles:

- cuando realizadas con el apoyo de estudios arqueológicos exhaustivos sirven para la investigación y la creación de conocimiento experimental.
- cuando agotados los yacimientos arqueológicos como fuentes primarias de la investigación se pueden utilizar para ayudar a la percepción del espacio construido, siempre a partir de un levantamiento lo más riguroso posible.
- cuando la reconstrucción es un elemento

³³ Véase, sobre la puesta en valor del patrimonio *in situ*: V. M. López-Mencherero Bendicho: *Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre*, Gijón: Ediciones Trea, 2012.

importante para la conservación del yacimiento.

- cuando contribuyen a la mejora de la investigación y a la difusión del patrimonio arqueológico objeto de análisis.

- cuando contribuyen a la socialización del propio espacio arqueológico y del conocimiento del mismo.

Por su parte, las restituciones virtuales son especialmente útiles:

- cuando la construcción de los modelos sólidos permite plantear todas las hipótesis reconstructivas posibles y al mismo tiempo proporcionan datos sobre el yacimiento.

- cuando constituyen un elemento fundamental para percibir no solo los modelos arquitectónicos sino también los paisajísticos. Creemos que, en todo proceso de restitución virtual, el paleopaisaje es una parte fundamental que hay que plantear y resolver para no crear anacronismos sin sentido. Un yacimiento arqueológico restituído virtualmente sin su contexto geográfico carece de sentido.

- cuando es necesario evidenciar las fases de un yacimiento y analizar detenidamente los pasos que hay que recorrer de una fase a la subsiguiente en el tiempo. Somos de la opinión de que, en los procesos de restitución virtual del patrimonio arqueológico, todas las fases son importantes y tienen valor. No hay fases decadentes para esconder ni esplendores que mostrar. La restitución virtual debería poner de manifiesto la secuencia total, razonablemente construida sobre una base científica sólida.

- cuando muestran las bases científicas en las que se apoyan; es decir, sin la documentación que justifica la toma de decisiones, la restitución virtual no debería ser aceptada. El principio de la didáctica o de la comprensión del modelo nunca debe esconder la ignorancia sobre el proceso mediante el cual se han obtenido los resultados.³⁴

- cuando este tipo de intervenciones respetan el principio ruskiniano de la autenticidad y del rigor científico. No se pueden hacer restituciones ni mucho menos recreaciones virtuales serias si no ha existido una investigación arqueológica exhaustiva previa. La investigación arqueológica

es irremplazable en todo caso.

Finalmente, las recreaciones mediante iconografía, son especialmente útiles:

- cuando sugieren, insinúan y aportan imágenes verosímiles del pasado, y siempre que no sean percibidas por el público como elementos indiscutibles y científicamente contrastados.

- cuando la recreación del pasado no induce a tópicos “presentistas”.

- cuando no sobrepasan absurda y gratuitamente los límites del conocimiento científico.

- cuando contribuyen a la mejora de la investigación y a la difusión del patrimonio arqueológico objeto de análisis.

- cuando ayudan a promover un uso educativo del patrimonio arqueológico y, en general, del patrimonio construido.

En definitiva, los objetivos generales de esta reconstrucción/recreación virtual, tanto en la Ciudadela Ibérica de Calafell como en cualquier yacimiento, deberían ser siempre dos: 1) contribuir a la mejora de la investigación y a la difusión del patrimonio arqueológico objeto de análisis, y 2) promover el uso de la reconstrucción/restitución virtual como herramienta educativa en el tratamiento del patrimonio arqueológico.

En nuestro proyecto de investigación, la arqueología virtual tiene un destinatario concreto, además de los usos que habitualmente se da a los productos virtuales: los dispositivos móviles. El auge que la computación móvil ha tenido en los últimos años exige este recorrido; las tasas de utilización de los sistemas móviles en países de nuestro ámbito superaban a finales de la primera década del siglo el 100 %, y se suele afirmar que el porcentaje de abonados a banda ancha móvil se acercaba a finales de la mencionada década al 50 %. Por ello no ha de extrañar la proliferación de trabajos que apuntan hacia este mismo sentido.³⁵ Las características técnicas de estos dispositivos, con conectividad a internet y capacidad de detectar localización geográfica y orientación del usuario son fundamentales para nuestro proyecto, ya que se trata de unos dispositivos que en realidad son plataformas que permiten geoposicionar al usuario

³⁴ Véase sobre estos puntos a V. M. López-Menchero Bendicho y A. Grande: *Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV*, en *II Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación*, Sevilla (2010), pp. 79-84, [en línea] <http://www.arqueologiavirtual.com/comun/8_PONENCIAS.pdf>. [Consulta: 01/06/2013.]

³⁵ Véase un ejemplo en J. M. Noguera, M. V. Gutiérrez, J. C. Castillo y R. J. Segura: «Arqueología virtual en dispositivos móviles. Un caso práctico: el patrimonio defensivo medieval», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 3, núm. 7 (diciembre 2012), pp. 109-115.

(Locational Base Services, LBS). En realidad, se puede resumir la tarea de estos dispositivos diciendo que funcionan como una aplicación de realidad virtual para artefactos móviles que se convierten en un extraordinario medio de análisis y de difusión útiles tanto para el turismo cultural como para el educador.³⁶

En el caso que nos ocupa, en nuestro proyecto se plantea un sistema de navegación en tiempo real sobre cartografías digitales atendiendo a los clásicos criterios de usabilidad y eficiencia.

La presente investigación muestra que el desarrollo de aplicaciones como la que se propone parte de estimaciones realistas desde el punto de vista tecnológico, ya que es capaz de proporcionar un rendimiento satisfactorio con redes relativamente delimitadas y en dispositivos móviles de amplio uso. Ciertamente, la propuesta desde el punto de vista tecnológico es siempre mejorable, ya que se podía introducir información de tipo vectorial que permitiera realizar incluso rutas a partir de un punto de interés, el propio yacimiento, y todo ello validado mediante la realización de pruebas piloto con usuarios de amplio espectro, a fin de comprobar el grado de aceptación y sobre todo su capacidad como herramienta educadora. Esta es la inminente tarea del futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte de la investigación llevada a cabo en el proyecto *Musealización didáctica de espacios patrimoniales a partir de aplicaciones reactivas con contenidos multiplataforma: telefonía móvil y superficies táctiles* (EDU 2011-28684). Los autores forman parte del grupo de investigación DIDPATRI, Didáctica del Patrimonio, Museografía Comprensiva y Nuevas Tecnologías (SGR 2009-00245).

³⁶ Véase en este sentido J. M. Noguera, R. J. Segura y C. J. Ogáyar: «Dispositivos móviles como guías 3D para el conocimiento del patrimonio arqueológico», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 3, núm. 6 (nov. 2012), pp. 24-28, así como A. Ibáñez, J. M. Correa y M. Asensio: «M-learning technology applied to heritage and archaeological learning», en *Proceedings of IADIS International Conference mobile Learning 2007*. Lisboa: IADIS Press, 2007, pp. 180-183.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRA, R. (1997): *La enseñanza de la Historia*, Madrid: Ediciones Akal.
- BAEZA, U. (2011): «Realidad Virtual para la dinamización de entornos rurales. Un caso práctico: Red Parque Cultural», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 2, núm. 3 (abril), pp. 105-108.
- BORG, K., U. NÅSMAN y E. WEGRAEUS (eds.) (1976): *Eketorp. Fortification and Settlement on Öland/Sweden. The Monument*, Ed. Royal Academy of Letters History and Antiquities.
- CINTAS, P., y G. GOBERTME (1939): «Les tombes púniques de Jebel Mlezza», *Revue Tunisienne XXXVI*, Túnez, pp. 135-198.
- FANTAR, M. H. (1970): *Eschatologie phenicienne et punique*, Túnez (Collection notes et documents).
- IBÁÑEZ, A., J. M. CORREA y M. ASENSIO (2007): «M-learning technology applied to heritage and archaeological learning», en *Proceedings of IADIS International Conference mobile Learning 2007*, Lisboa: IADIS Press, pp.180-183.
- LÓPEZ, M. V., T. MARTÍNEZ y M. ROMERO (2012): «Iconografía didáctica y arqueología», en F. X. HERNÁNDEZ y M.^a DEL C. ROJO (coords.): *Museografía didáctica e interpretación de espacios arqueológicos*, Gijón: Ediciones Trea, pp. 125-144.
- LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V. M. (2012): *Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre*, Gijón: Ediciones Trea.
- y A. GRANDE (2010): «Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV», en *II Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación* (Sevilla), pp. 79-84, [en línea] <http://www.arqueologavirtual.com/comun/8_PONENCIAS.pdf>. [Consulta: 01/06/2013.]
- MARTÍNEZ, T., y M.^a DEL C. ROJO (2011): «Una aproximación virtual al Territorio Vetón», en *IBER. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia. Iconografía didáctica. Materiales interactivos*, núm. 68, pp. 25-32.
- MIRET, M., J. SANMARTÍ y J. SANTACANA (1984): *Distribución espacial de núcleos ibéricos: un ejemplo en el litoral catalán*, en *Arqueología espacial*, núm. 4, Teruel, pp. 173-186.
- (1987): «La evolución y el cambio del modelo de doblamiento ibérico ante la romanización: un ejemplo», en *Los asentamientos ibéricos ante la romanización. Coloquio, 27-28 febrero 1986*, Madrid: Ed. Ministerio de Cultura-Casa de Velázquez, pp. 79-88.
- (1991): «From indigenous structures to the roman world: models for the occupation of central coastal Catalunya», en *Roman Landscapes. Archaeological survey in the Mediterranean region*, London: Ed. British School at Rome, pp. 47-53.
- NAVARRO, J. (ed.) (1995): *Casas y palacios de Al-Andalus*

- lus, Barcelona: Lunweg Editores.
- NOGUERA, J. M., R. J. SEGURA y C. J. OGÁYAR (2012): «Dispositivos móviles como guías 3D para el conocimiento del patrimonio arqueológico», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 3, núm. 6 (noviembre), pp. 24-28.
- M. V. GUTIÉRREZ, J. C. CASTILLO y R. J. SEGURA (2012): «Arqueología virtual en dispositivos móviles. Un caso práctico: el patrimonio defensivo medieval», *Virtual Archaeology Review (VAR)*, vol. 3, núm. 7 (diciembre), pp.109-115.
- ORDEIX, L., y J. SANTACANA (1993): *Patrimoni artístic i cultural*, núm. 16 (abril), Barcelona: Ed. Graó (Col·lecció Guix), pp. 25-32.
- PARROT, A., M. H. CHEHAB y S. MOSCARI (1975): *Los fenicios. La expansión delicia. Cartao*, Madrid: Ed. Aguilar, p. 185.
- POU, J., J. SANMARTÍ y J. SANTACANA (1993): «El poblament ibèric a la Cessetània», en *El poblament ibèric a Catalunya. Actes*, Mataró, pp. 183-206.
- J. SANMARTÍ y J. SANTACANA (1994): *La Ciudadela Ibèrica de Calafell*, Calafell: Ed. Ajuntament de Calafell.
- PRADOS, F. (2008): *Arquitectura púnica. Los monumentos funerarios*, Madrid: Archivo Español de Arqueología, Anexo XLIV.
- SANMARTÍ, J., J. SANTACANA y R. SERRA (1983): «Notes sobre el poblament protohistòria de la costa del Penedès», en *Informació arqueològica. Instituto de prehistoria i arqueologia*, núm. 40, Barcelona: Ed. Diputació de Barcelona, pp. 121-126.
- y J. SANTACANA (1986): «Análisis funcional de los recintos domésticos del poblado de Alorda Park (Calafell, Baix Penedès, Tarragona)», en *Arqueología Espacial. Coloquio sobre el microespacio-3* (Teruel), pp. 257-270.
- y J. SANTACANA (1986): «La jerarquia de núclis en el poblament ibèric de la costa del Penedès», en *6è Col·loqui Internacional d' Arqueologia de Puigcerdà. Actes Protohistòria catalana*, Puigcerdà, pp. 227-244.
- y J. SANTACANA (1987): «El poblament ibèric d' Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) i el seu entorn. Anàlisi crítica», en *Tribuna d' arqueologia 1996-1997*, Barcelona: Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, pp. 7-14.
- y J. SANTACANA (1987): «Un recinte cultual al poblament ibèric d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)», *Fonaments*, núm. 6, Barcelona: Ed. Curiel, pp.157-169.
- y J. SANTACANA (1991): «Les fortificacions ibèriques de la Catalunya central i costanera en Fortificacions. La problemàtica de l' Ibèric ple (segles IV-III a. C.)», en *Simposi Internacional d' Arqueologia Ibèrica* (Manresa), pp. 127-144.
- y J. SANTACANA (1992): «El poblament ibèric d' Alorda Park. Calafell, Baix Penedès», en *Excavacions arqueològiques a Catalunya*, núm. 11, Barcelona: Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, pp. 279-288.
- y otros (2001): «L' assentament del bronze final i primera edat del ferro del Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d' Ebre)», en *Arqueomediterrània 5*, Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona.
- SANTACANA, J., y otros (1991): «Les excavacions arqueològiques a Calafell en els darrers anys», *L' Informatiu* (Calafell), núm. 3.
- (1993): «Calafell: un projecte d'arqueologia experimental», *Full Informatiu. Societat catalana d' Arqueologia*, núm. 94 (junio).
- (1993): «Projecte per a la rehabilitació del jaciment arqueològic de les Toixoneres. Calafell», *Gran Penedès, Vilafranca del Penedès*: Ed. Institut d' Estudis Penedesencs, núm. 35 (junio), pp. 16-17.
- y C. MASRIERA (2012): *La arqueologia reconstructiva y el factor didàctico*, Gijón: Ediciones Trea, 2012.
- y M. C. BELARTE (2013): «El debat sobre les reconstruccions arqueològiques *in situ*: el marc teòric», en *Arqueomediterrània, 13/2113. Interpretacions espaces for archaeological heritage: discussions about in situ reconstructions*, Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona & Publicacions ICAC, pp. 11-24.
- y M. C. BELARTE: «La restitution archeologique comme modèle: le cas espagnol», [en línea] <http://www.monuments-nationaux.fr/fichier/editions_ebook_chapitre/662/1_2_B.pdf>. [Consulta: 27/06/2013.]