

Análisis modular y metroológico de la arquitectura ibérica: una propuesta de investigación y la aplicación a la torre de El Puig d'Alcoi

ISMAEL CARRATALÁ IBÁÑEZ*

El análisis de las obras defensivas del Mediterráneo antiguo, junto a otras fuentes, revelan la utilización de sistemas metroológicos de medida en sus diseños asociados y determinados por las sociedades que las construyeron. Por ello, es oportuno estudiar las fortificaciones ibéricas aplicando una metodología que permita determinar qué patrones de medida se emplearon en la Contestania a través de El Puig d'Alcoi como punto de partida.

Palabras clave: Fortificación; cultura ibérica; metrología; Contestania; El Puig d'Alcoi.

L'anàlisi de les obres defensives del Mediterrani antic, juntament a altres fonts, revelen la utilització de sistemes metroològics de mesura als seus dissenys associats i determinats per les societats que les construïren. Per això, és oportú estudiar les fortificacions ibèriques aplicant una metodologia que permeti determinar quins patrons de mesura s'empraren en la Contestània a través del Puig d'Alcoi com a punt de partida.

Paraules clau: Fortificació; cultura ibérica; metrologia; Contestània; El Puig d'Alcoi.

Modular and metrological analysis of Iberian architecture: a research proposal and its application in the tower of El Puig of Alcoy

The analysis of the defensive works of ancient Mediterranean, together with other sources let us know the use of metrological measuring systems in their associated designs and determined by the societies which built them. For this reason, it is convenient to study the Iberian fortifications by applying a methodology that allows us to determine which were the measuring patterns used at the Contestania area through the site of El Puig of Alcoy as a starting point.

Key words: Fortification; Iberian culture; metrology; Contestania; El Puig of Alcoy.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura es la forma de expresión de una sociedad a través de la cual podemos encontrar reflejados, entre otros, sus conocimientos de carácter matemático y técnico en su máxima expresión. Así, tanto en las obras más complejas como en las construcciones de carácter funcional más básicas se imprimen los rasgos culturales característicos de la sociedad que las ha producido y, por tanto, son susceptibles de ser leídos a través de la arqueología.

Este estudio se centra en la arquitectura pública diferenciada de la privada en tanto que comprende "(...) todas aquellas construcciones con finalidad administrativa, cultural, residencial, defensiva o de servicios levantadas por una comunidad o por un particular para uso común o de los representantes de las clases gobernantes" (Díes, 1994: 6). Concretamente, los edificios estudiados desde la metrología y que forman el *corpus* del trabajo se corresponden con obras defensivas atribuidas a poblaciones ibéricas contestanas. Gracias a las características

intrínsecas de las fortificaciones como testigos milenarios de la matemática, la técnica o el simbolismo de las élites, nos es posible rastrear de manera más precisa los patrones de medida característicos de la sociedad que planificó la construcción.

Ante la irregularidad aparente de la arquitectura prerromana es posible detectar un grado de conocimiento de geometría acorde al que impera en la *koiné* mediterránea, y de la que la cultura ibérica conforma un punto de referencia en su extremo occidental. En ese sentido, es posible detectar los principios matemáticos representados a través de formas regulares empleados para el diseño de las torres que, como en la Bastida de les Alcusses, en El Puig d'Alcoi o en El Puntal de Salinas en el s. IV a.C. (Bonet y Vives-Ferrándiz, 2011: 254-255; Díes *et al.*, 1997: 271-272; Grau y Segura, 2013: 60; Hernández y Sala, 1996: 101-103; Sala, 2006: 137-144), se muestran desafiantes e imponentes ante el que aspira a acceder al interior del *oppidum*. Tanto la aplicación de la proporción 3-4-5 para la consecución de ángulos rectos, como sistemas de medidas basados en el pie o el codo como unidad antropométrica, serán la base de cualquier obra arquitectónica ordenada construir por las élites en el contexto geográfico y cronológico que proponemos. Ese será, pues, el punto de partida de la investigación que presentamos.

* ismaelcarratala@gmail.com

Rebut: 22-05-2017. Acceptat: 30-06-2017

2. MARCO GEOGRÁFICO Y CRONOLÓGICO

Constantemente nos encontramos con la existencia de restos materiales alóctonos en los yacimientos ibéricos circunscritos a las áreas de influencia del comercio foceo o púnico, así como emplazamientos que fueron erigidos propiamente por estas sociedades, véase Emporión, Gadir o *Qart Hadasht* como hito de ello. Esto alienta las líneas de investigación que tienen como objetivo demostrar un proceso sincrético de los pueblos ibéricos que, además de intercambiar elementos materiales, también aprehenderían los conocimientos traídos de fuera. Es este el caldo de cultivo –sin descartar los desarrollos puramente autóctonos– que produjo la distinción de los grupos íberos a partir de sus rasgos culturales, quedando estos recogidos por autores clásicos posteriores como Estrabón, Tito Livio, Plinio o Ptolomeo (Abad, 2009: 22). En este sentido, hemos pretendido centrarnos en el área de la Contestania y, dentro de ella, en el yacimiento de El Puig d'Alcoi, que presenta estas características que, *a priori*, denotan la aplicación sobre las estructuras defensivas de rasgos necesariamente transmitidos desde el Mediterráneo como la geometría, y cuyo conocimiento pudo haber sido adquirido por diversos medios.

Cuando hablamos de Contestania nos referimos a una delimitación espacial a caballo entre lo cultural y lo geográfico, por lo que concretar sus fronteras es una tarea sumamente compleja. Enrique Llobregat estableció los límites contestanos a partir de la extensión geográfica que abarcaba la cultura material asociada a dicha región, proponiendo el río Segura como barrera por el sur, el Júcar por el norte y las sierras de Callosa, Crevillente y Orihuela, además de los valles del Vinalopó y del Canyoles por el oeste, siendo el Mediterráneo la frontera natural hacia el este. Las investigaciones posteriores han ido verificando algunas de las propuestas de Llobregat, pero también descartando otras, provocando, que los límites geográficos de la cultura ibérica de la Contestania se difuminen hacia el Oeste y Sur (Abad, 2009: 21-22; Grau, 2005: 88; Sala, 2007: 53).

Sin perder de vista el territorio, es El Puig d'Alcoi el emplazamiento y, su torre rectangular en concreto, donde se ha llevado a cabo la aproximación a los patrones metrologógicos y al planteamiento arquitectónico de la estructura. Esto ha venido determinado por la aparición de nuevas publicaciones que, como veremos más adelante, exigen una revisión de la propuesta ofrecida por P. Olmos (2010a). No obstante, en pro de mostrar el ítem en su contexto daremos referida cuenta de otras propuestas ofrecidas por el mismo autor para otros asentamientos sincrónicos dentro del espacio contestano, como la Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia). (fig. 1).

3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En el territorio que ocupa la actual Comunitat Valenciana son escasas las publicaciones sobre análisis de esta

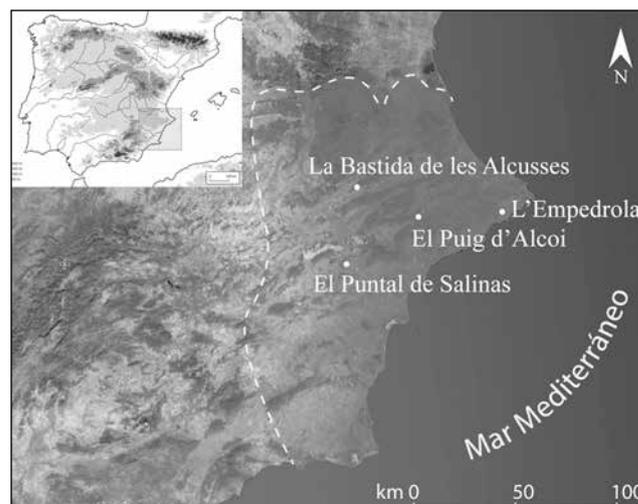


Fig. 1. Mapa de la Contestania con los principales yacimientos mencionados en el texto.

índole llevados a cabo en fortificaciones, centrándose la mayoría sobre el urbanismo (Olmos, 2010a: 115). Si bien el espacio geográfico referido abarca diferentes áreas de la cultura ibérica, casi la totalidad de trabajos se concentran en la Contestania, pero, no obstante, continúa habiendo un gran número de asentamientos por analizar que se suman a los ya publicados, componiendo una totalidad susceptible de ser sometida a una pertinente y necesaria revisión. La primera aproximación en pro de dilucidar el uso de un determinado patrón antropométrico fue la realizada por Enrique Llobregat en el yacimiento costero de la Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante), identificando el empleo de un codo púnico de 0,55 m en el diseño del fuste de las columnas del templo A (Llobregat, 1985: 106). Siguiendo su estela, L. Abad y F. Sala (1993) ofrecieron una hipótesis metrologógica para el yacimiento ibérico de El Oral (San Fulgencio, Alicante) y, en ambos casos, se basaban en el codo púnico de 0,55 m las propuesto por A. Jodin en su obra *Recherches sur la metrologie du Maroc punique et hellénistique*, que se ha convertido en un referente para la metrología (Olmos, 2010a: 115).

Ya en 1998, P. Moret y A. Badie publicaron el primer estudio basado en la aplicación de una metodología moderna sobre el yacimiento de La Picola (Santa Pola), erigido en *ca.* 430 a.C. con una vida de aproximadamente un siglo (Badie *et al.*, 2000: 47-52). En él se propone un planteamiento modular basado en la anchura de las manzanas de casas, la anchura de las estancias y la medida de los adobes –los cuales son metodológicamente inadecuados para los estudios de metrología (Olmos, 2010a: 11)– (Moret y Badie, 1998: 56). Los resultados que brindó este trabajo fueron excepcionales ya que nos encontramos ante una obra arquitectónica basada en un patrón metrologógico griego como es el pie foceo de 0,296 m (Moret, 2002: 200). En cambio, el contexto cerámico y una fábrica constructiva puramente ibéricos ha

generado un importante debate sobre la originalidad de la obra arquitectónica (Olmos, 2010a: 116).

En los últimos años han aparecido nuevos trabajos en el área oriental peninsular, como los de P. Moret (2008) sobre el *oppidum* de Castellet de Banyoles (Tivissa) o los trabajos de P. Olmos, que han culminado con la publicación de la tesis *Estudi dels patrons mètrics, arquitectònics i urbanístics del món ibèric (segles V-II a.C.)* (Olmos, 2010a). Así, del mismo autor encontramos un estudio en el que analiza las torres defensivas del Puig de Sant Andreu de Ullastret y el Mas Castellar de Pontós y detecta una adopción de los patrones métricos helenísticos de las colonias griegas de Occidente (Olmos, 2008: 273). Esta vez, abarcando la totalidad de la actual Cataluña, ha realizado una aproximación a la metrología de los principales asentamientos ibéricos como la ciudadela ibérica de Alorda Park (Calafell), Castellet de Banyoles (Tivissa), Puig Castellet (Lloret de Mar), Estinclells (Verdú), Puig de Sant Andreu (Ullastret), Burriac (Cabrera de Mar), Casol de Puigcastellet (Folgueroles), Turó del Montgròs (El Brull), Montbarbat (Lloret de Mar), Turó d'en Boscà (Badalona) y Turó dels Dos Pins (Cabrera de Mar), centrándose tanto en sus fortificaciones como en la trama urbana. De este trabajo se deduce la utilización de dos sistemas de proporción geométrica en el mundo ibérico del nordeste peninsular, basados en la raíz cuadrada de dos (1,414) y en la sección áurea (1,618) y con proporciones 1:2 y 3:4:5 (Olmos 2009: 65-67).

También contamos con su publicación *Modulación y proporción en la arquitectura emporitana entre los siglos VI-II a.C.*, en el que el análisis desarrollado sobre las principales colonias foceas de Occidente demuestra que “además de tener un origen común, tienen una evolución metrológica paralela” (Olmos, 2010b: 19). Ya en su Tesis Doctoral, es más ambicioso y trata de realizar una aproximación a la metrología ibérica del tramo comprendido entre Más Castellar como el límite septentrional y La Picola el meridional. Para lo que respecta al área de la Contestania, los yacimientos estudiados son: la Bastida de les Alcusses, El Puig d'Alcoi, la torre de l'Empedrola, el Tossal de la Cala, la Illeta dels Banyets, el Tossal de Manises (Lucentum), Regia de las Tres Hermanas, La Alcudia y La Picola (Olmos, 2010a: 12). Expone resultados que sometemos a revisión en este trabajo promovidos por los avances de los últimos años, como es el caso del Tossal de la Cala donde las últimas investigaciones atribuyen una autoría romana republicana asociada al conflicto armado de las Guerras Sertorianas. A propósito del contexto de violencia se realizaría el fortín imbricado en una línea defensiva en la que encontramos, además, otros puestos militares como el ubicado en el Passet de Segària o la Penya de l'Àguila en el Montgó (Sala *et al.*, 2014). Con ello se evidencia el grado de debilidad para aquellas hipótesis reconstitutivas basadas en publicaciones de relativa distancia temporal y que, en ocasiones, son sobrepasadas por nuevas aportaciones que incluso llegan a variar las dimensiones del objeto; así sucede en el caso del que nos ocupamos en este trabajo.

4. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Como hemos podido observar, ya contamos con una propuesta metrológica para el edificio seleccionado en este estudio. Así las cosas, hemos detectado ciertos desajustes entre las medidas ofrecidas por P. Olmos y las publicaciones posteriores sobre el elemento arquitectónico. Este hecho se traduce en una correcta aplicación de la metodología que arrastra un error de base al utilizar medidas que no se corresponden con la realidad. Se hace prioritaria la realización de una revisión en pro de ofrecer una visión más aproximada de los sistemas metrológicos empleados por las sociedades ibéricas contestanas de la fase ibérica plena, disponiendo El Puig d'Alcoi como punto de partida.

Atendiendo a lo expuesto se asume como objetivo principal esclarecer los planteamientos matemáticos empleados en la arquitectura de la fortificación alcoyana y, con ello, detectar posibles influencias mediterráneas. Ello conlleva efectuar la comprobación y corrección de medidas que, en definitiva, aportan una mejora al conocimiento del edificio. En segundo lugar, se tratará de observar aspectos análogos que permitan, o no, hablar de una relación entre las fortificaciones asociadas cronológica y territorialmente a partir del uso de un sistema de medidas estatal regulado. Esta parte se emprenderá a partir de la bibliografía disponible y con la intención de marcar el camino que motive futuras investigaciones.

Aproximarse a los patrones de medida en la arquitectura y, concretamente en la ibérica, conlleva necesariamente tener consciencia de lo que está sucediendo en el contexto geográfico del que forma parte. Es imprescindible conocer las culturas más influyentes a nivel técnico y matemático en ese momento como la griega o la fenicio-púnica, a las que haremos debida referencia más adelante.

Cuando hablamos de diseño arquitectónico con anterioridad a la implantación del sistema métrico decimal debemos ser conscientes de que la forma de expresar las medidas se realizaba refiriéndose a partes del cuerpo humano y sus relaciones de proporción. Del mismo modo, el instrumental empleado para la ejecución de las obras reproducía dichas proporciones multiplicadas. Expresado de otra forma, eran divisibles entre la unidad antropométrica a partir de la cual se desarrollaba el edificio, obteniendo siempre un número racional como coeficiente. Para ello contamos con diversas representaciones iconográficas concentradas, sobre todo, en la mitad oriental del Mediterráneo, donde encontramos al rey constructor Ur-Namm en la estela de Ur portando una vara y una cuerda (fig. 2) (Prieto, 1999: 324). También las referidas a los divisores de las diferentes unidades de medida como el relieve antropométrico de Salamis (fig. 3) (Wilson, 2000: 75) o el conservado en la Universidad de Oxford (fig. 4) (Wesenberg, 1976: 15).

Las fuentes escritas también son testigo de ello y así lo constata Vitruvio en su obra *De Architectura Libri Decem* al hablar sobre la proporción y la relación con las partes del



Fig. 2. Representación del Rey Ur-Namm portando una vara y una cuerda. (https://c1.staticflickr.com/4/3534/3783366305_d8db5d5db2_b.jpg)

cuerpo, es decir, sobre la antropometría como forma primigenia de plasmar medidas de longitud:

“[...] si la naturaleza ha formado el cuerpo humano de modo que sus miembros guardan una exacta proporción respecto a todo el cuerpo, los antiguos fijaron también esta relación en la realización completa de sus obras, donde cada una de sus partes guarda una exacta y



Fig. 3. Relieve de Salamis, tomado de Wilson, 2000.

puntual proporción respecto a la forma total de su obra” (Vitrubio, III, 1, 4, trad. de Oliver Domingo, 1997).

Si bien, en este caso realiza especial hincapié en los templos, estos principios son extensibles a todas las obras arquitectónicas, independientemente de su tipo. No obstante, a continuación, determina que:

“Igualmente, a partir de otros miembros del cuerpo humano, concluyeron el cálculo de las distintas medidas que son precisas en cualquier construcción, como son el dedo, el palmo, el pie y el codo, y las fueron distribuyendo en un cómputo perfecto, que en griego se llama teleon” (Vitrubio, III, 1, 5, trad. de Oliver Domingo, 1997).

Con todo, es posible determinar una serie de medidas longitudinales que guardan proporción entre sí y cuya multiplicación generará los diferentes instrumentos de medida utilizados para la modulación de las estructuras. Son, por ejemplo, el paso, equivalente a cinco pies, o la vara, resultado de multiplicar tres veces la medida del pie o dos codos



Fig. 4. Relieve de Oxford, tomado de Wesenberg, 1976.

	Dedo	Pulgada	Palma	Pie	Codo	Vara
Dedo		3/4	1/4	1/16	1/24	
Pulgada	4/3		1/3	1/12	1/18	
Palma	4	3		1/4	1/6	
Palmo	12		3	3/4		1/4
Pie	16	12	4		3/2	
Codo	24	24	6	3/2		
Vara	48		12	3	2	
Paso	80		20	5	10/3	
Braza	96		24	6	4	

Fig. 5. Tabla de equivalencias a partir de Olmos, 2010 a.

y, por último, la braza, correspondiente a la medida de los dos brazos extendidos en cruz y cuyo valor se expresa en seis pies o cuatro codos (fig. 5) (Pachón y Manzano, 2002: 3; Olmos, 2010a: 23).

Como establece el autor romano, tanto el pie como el codo son las medidas básicas a través de las cuales se establecen las diferentes divisiones ya que, por un lado, el pie se relacionaría con el 6 –número perfecto para los matemáticos–, atendiendo a que la altura del cuerpo humano –entendido como una obra perfecta de la naturaleza– se puede dividir en seis pies y, al mismo tiempo, el pie se divide en dieciséis dedos. Es éste número la representación de la perfección absoluta pues, el número diez, al que se le sumaría seis, también es considerado un número perfecto por la escuela pitagórica por su relación con los diez dedos de una mano. Por otra parte, el codo –que desde época egipcia queda constatada su utilización–, también puede ser dividido en seis palmos (Vitruvio, III, 1, 8, trad. de Oliver Domingo, 1997).

Estos datos conforman, junto a la prolija bibliografía especializada, el primer paso a emprender en pro de asegurar una correcta aplicación del método que exponemos a continuación y de una lógica y acertada lectura de los resultados.

A diferencia de construcciones de sociedades de las que contamos con numerosas referencias escritas antiguas sobre la medida exacta del patrón antropométrico utilizado, como en la griega o la romana, las protohistóricas presentan una problemática diferente que debe ser resuelta invirtiendo la forma tradicional de aproximación a la metrología del edificio, es decir, de lo general a lo particular.

El inicio del apartado práctico del análisis ha consistido en una digitalización de la planimetría sobre la que hemos trabajado, utilizando para ello un software orientado al dibujo técnico asistido como AUTOCAD. En él hemos escalado la planta de la fortificación haciéndonos valer de la escala gráfica que acompaña a la publicación y, posteriormente reajustando el resultado a partir de los datos obtenidos en campo con distanciómetro láser nivelado. Se ha

podido disponer, así, de una planimetría a escala 1:1 sobre la que proponer las restituciones geométricas y antropométricas pertinentes. Para poder extraer el máximo de medidas posibles y contrastarlas para minimizar el error, también se ha generado un modelo fotogramétrico 3D escalado que ha facilitado y mejorado la gestión digital de los datos obtenidos (fig. 6).

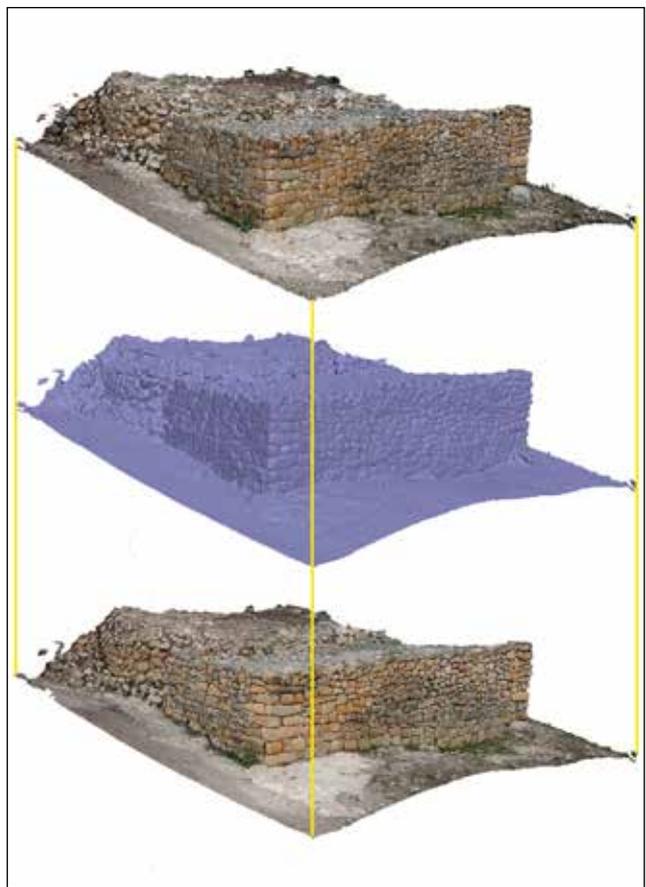


Fig. 6. Modelo fotogramétrico en 3D de la torre de El Puig.

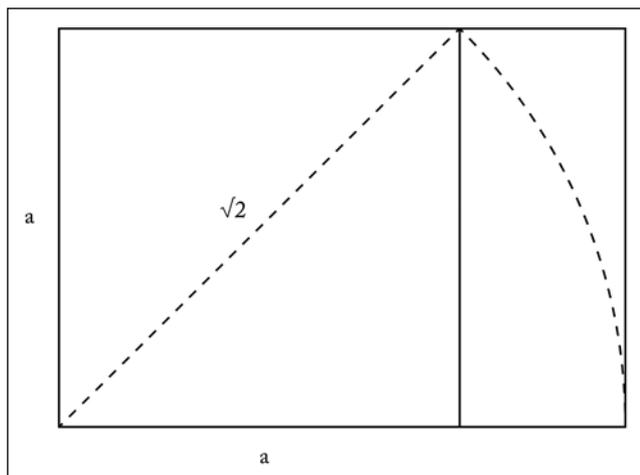


Fig. 7. Rectángulo con proporción de $\sqrt{2}$.

La toma de medidas se ha centrado en el ancho y largo de la torre, referenciando las dimensiones exteriores en tanto que ésta presenta una fisonomía maciza y, así, se ha obtenido su proporción. Siguiendo, pues, los trabajos de P. Olmos en el mundo ibérico, la aproximación metrológica ha consistido en una identificación previa del planteamiento geométrico y, seguidamente, de la detección de la unidad modular y la unidad métrica (Olmos, 2009: 52).

Estos principios metodológicos pasan por definir la mencionada proporción y averiguar la existencia de analogías con la empleada en cada caso del Mediterráneo. Una de ellas es la basada en la $\sqrt{2}$ (1,414), detectada por H. Tréziny en diversas construcciones de las colonias massaliotas y que consiste en generar un rectángulo a partir de un cuadrado base. Con él, se traza una circunferencia cuyo radio sea igual a la diagonal del cuadrado (fig. 7) (Tréziny, 1989: 11-12). La aproximación a la $\sqrt{2}$ sólo puede ser expresada en números fraccionarios de los cuales podremos identificar la secuencia que comienza con la relación 3 a 2, frecuentemente localizada en la arquitectura del ámbito peninsular, y que se aproxima cada vez más al coeficiente 1,41. Así, queda expresada de la siguiente manera: $1/1, 3/2, 7/5, 17/12, 41/29, 99/70, 239/169, 577/408, (\dots)$.

Otro modelo que también se ha detectado es la relación 1:2 y 1:3, resultantes de generar un rectángulo a partir de la adhesión entre dos y tres veces del área de un cuadrado 1:1. El lateral podría generarse mediante una o varias veces la medida de cualquiera de las medidas antropométricas y sus derivados. La sencillez que presenta la proyección geométrica de esta proporción favorecerá su extensión en la Antigüedad. De hecho, podemos observar la relación 3:1 en el emplazamiento fenicio del Cabezo Pequeño del Estaño (Guardamar del Segura, Alicante) ubicado en la desembocadura del Segura (fig. 8) (Bueno et al, 2013: 52).

Un último sistema de proporciones, conocido ya en las cronologías en las que se enmarca el estudio y representado

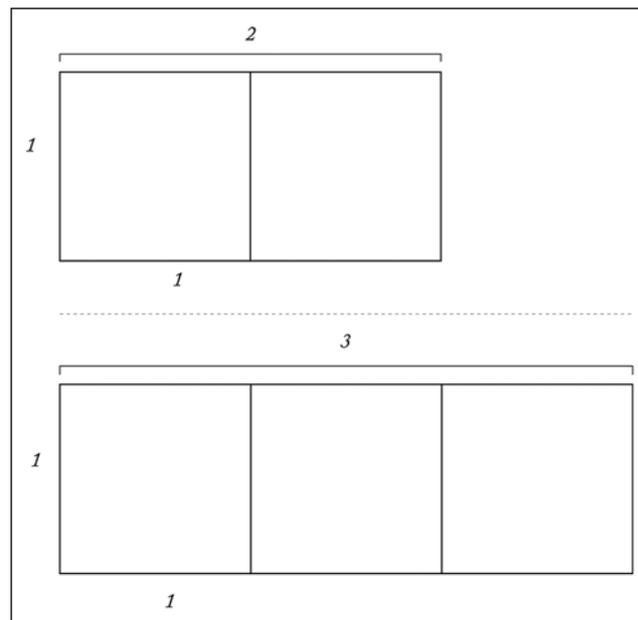


Fig. 8. Rectángulos con proporción 2:1 y 3:1.

en numerosas obras de la Antigüedad y en la división del terreno, son las ternas pitagóricas plasmadas en un triángulo con proporción 3-4-5. La utilización de estos conocimientos se retrotrae al Antiguo Egipto y Mesopotamia, donde se conserva, para este último ámbito territorial, una tablilla con grabados cuneiformes conocida como Plimpton 322. En ella, siguiendo una numeración de base sexagesimal, aparecen representadas en cuatro columnas lo que se ha identificado como un listado de ternas pitagóricas similares a 3-4-5, 5-12-13, 8-15-17 o 7-24-25. Esto demuestra su conocimiento desde el periodo antiguo de la dinastía Hammurabi (1800 - 1600 a.C.) (fig. 9) (Olmos, 2010 a: 338).

Una vez se define, se ha de reducir el planteamiento geométrico al módulo a partir del cual se desarrolla el mismo. La primera definición que encontramos del mismo aplicado a arquitectura se la debemos a Vitrubio al determinar que:

“La arquitectura se compone de la Ordenación -en griego, *taxis*- (...). La Ordenación consiste en la justa proporción de elementos de una obra, tomados aisladamente y en conjunto, así como su conformidad respecto a un resultado simétrico. La Ordenación se regula por la cantidad -en griego, *Posotes*-. La cantidad se define como la toma de unos módulos a partir de la misma obra, para cada uno de sus elementos y lograr así un resultado apropiado o armónico de la obra en su conjunto” (Vitrubio, I, 2, 1, 2, trad. de Oliver Domingo, 1997).

“La simetría tiene su origen en la proporción, que en griego se denomina *analogía*. La proporción se define como la convivencia de medidas a partir de un módulo constante y calculado y la correspondencia de los miembros o partes de una obra y de toda la obra en su conjunto” (Vitrubio, III, 1, 5, trad. de Oliver Domingo, 1997).

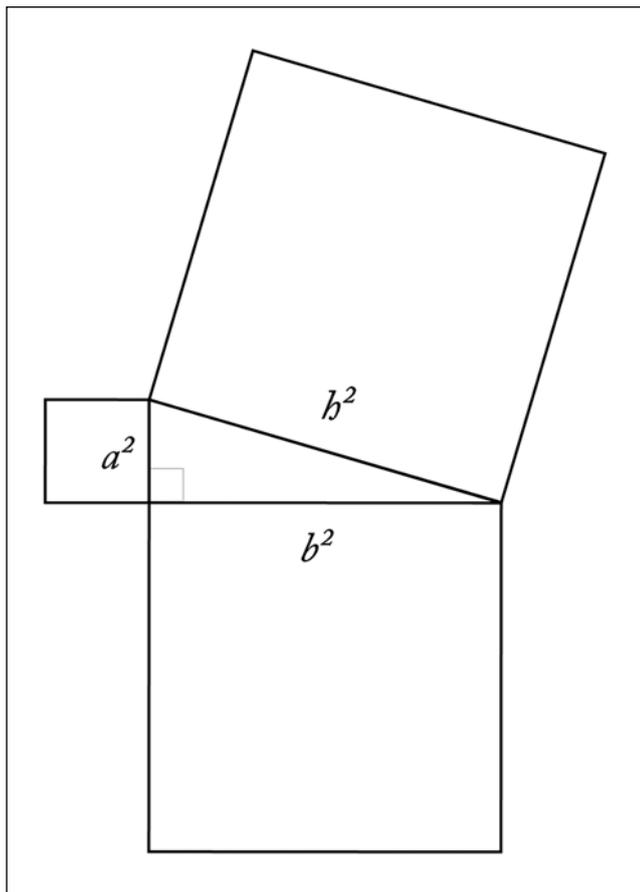


Fig. 9. Representación geométrica del teorema de Pitágoras.

“Divídase la fachada del templo dórico, exactamente en el lugar donde se levantan las columnas, de la siguiente manera: si va a ser un templo tetrástilo, en veintisiete partes; si va a ser hexástilo, en cuarenta y dos partes: una de estas partes quedará fijada como módulo, en griego *embates*, y, según la definición del módulo, se llevarán a cabo las distribuciones de todo el edificio, siguiendo unos cálculos exactos” (Vitruvio, VI, 3, 3, trad. de Oliver Domingo, 1997).

Por lo tanto, asumimos como módulo aquella unidad básica en la que se divide una estructura y desde la cual se determinan el resto de medidas que la componen (Coulton, 1989: 85). Por otra parte, entendemos por unidad antropométrica aquella medida utilizada como patrón en una construcción y que, a partir de ella, se calibran los diferentes instrumentos para medir y plasmar el diseño sobre el terreno. Así, para poder determinarla en los casos de estudio en los que nos centramos, hemos dividido las medidas totales de todos aquellos elementos válidos para la investigación según los pretextos establecidos anteriormente. A continuación, hemos tratado de deducir el grado de similitud con los patrones conocidos para el mundo púnico, griego e ibérico, en función de la validez de los resultados. Seguidamente, se

opta por aquella opción que explique de forma más aproximada y con un menor grado de error matemático el planteamiento arquitectónico. Es imprescindible tener en cuenta la cronología del yacimiento, la evolución de los patrones metrológicos en la Península Ibérica y la realidad material asociada al asentamiento fortificado a la hora de su posterior interpretación histórica.

En este sentido, para lo que respecta a la determinación del patrón, ha resultado de gran interés metodológico el estudio llevado a cabo sobre el santuario de Juno en Gabii por M. Almagro-Gorbea y J. L. Jiménez Salvador (1982) y los desarrollados por P. Moret y A. Badie (1998) en La Picola. También el de P. Olmos (2009) sobre los principales *oppida* ibéricos del área catalana y, posteriormente, los estudios extendidos al área valenciana por parte del mismo autor, en cuya tesis encontramos una excelente síntesis de los principales sistemas metrológicos del Mediterráneo antiguo (Olmos, 2010a). A esto, hemos de sumar el trabajo conjunto de P. Bueno, A. García y F. Prados sobre el análisis metrológico del Cerro del Castillo y el Cabezo Pequeño del Estaño (Bueno *et al.*, 2013) y la reciente publicación de F. Prados y H. Jiménez sobre la arquitectura defensiva de corte fenicio-púnico en la isla de Menorca (Prados y Jiménez, 2017).

5. EL PUIG D'ALCOI. ANÁLISIS Y PROPUESTA

El *oppidum* ibérico de El Puig d'Alcoi se encuentra ubicado en el interior del área montañosa alicantina, concretamente sobre una de las elevaciones de la cubeta intramontana que genera el Valle del río Serpis. El espacio que ocupa el asentamiento fortificado se enmarcaría en el extremo sur de las comarcas de El Comtat y L'Alcoià, en la zona septentrional de la provincia de Alicante. En concreto El Puig presidiría la unidad de paisaje conocida como La Canal d'Alcoi que constituiría el territorio político bajo su dirección (Grau y Segura, 2013: 41). Esta unidad de paisaje se sumaría a los otros espacios políticos de carácter similar propuestos en esta comarca central de la Contestania durante el s. IV aC en el que centramos nuestra atención (fig. 10).

De las últimas intervenciones arqueológicas en la torre llevadas a cabo desde el Museu Arqueològic Municipal Camil Visedo d'Alcoi y el Área de Arqueología de la Universidad de Alicante entre 2004 y 2008, se deriva un estudio detallado del espacio fortificado del acceso al *oppidum* (Grau y Segura, 2010). Este sector del poblado se encuentra en su extremo oriental, justo en el único punto donde la topografía permite la accesibilidad al mismo (fig. 11) (Grau y Segura, 2013: 47; 2010: 82). Las defensas que aparecen junto a la entrada están conformadas por una sólida torre rectangular que fue excavada de manera puntual en los años '60 mediante una metodología de trabajo en la que no se contemplaba la importancia de un exhaustivo registro gráfico o el establecimiento de un plan director que determinase la consolidación de las estructuras exhumadas. Este hecho provocó que, en las siguientes décadas, la erosión provoca-

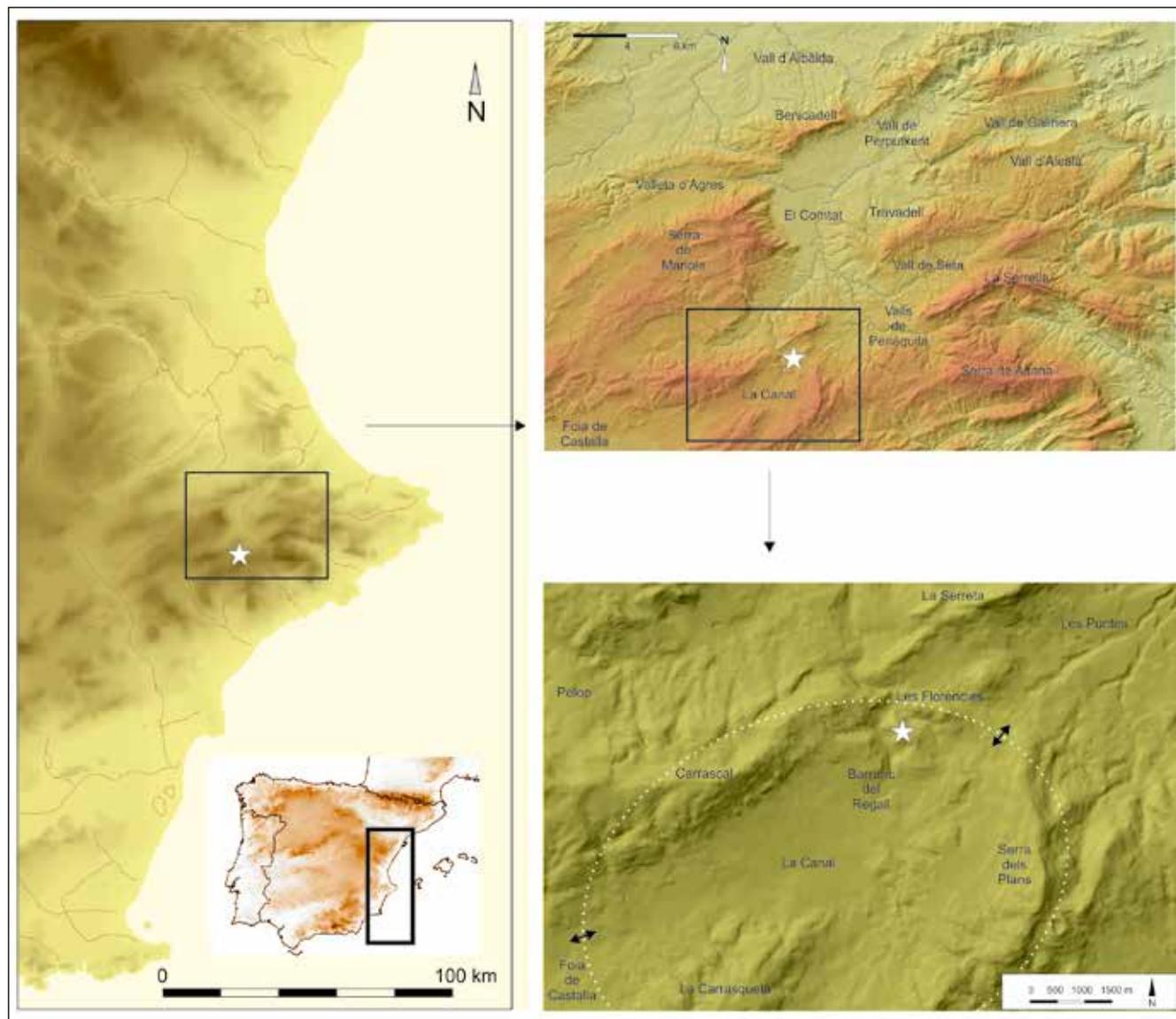


Fig. 10. Ubicación geográfica de El Puig d'Alcoi, tomado de Grau y Segura, 2013.

da por la exposición a los agentes medioambientales y atmosféricos generasen su degradación (Grau y Segura, 2010: 82).

La excavación llevada a cabo durante la última intervención aclaró una relación estratigráfica entre la torre y un potente bastión de frente curvo al que se adosa. Se constató a partir de la retirada del derrumbe y del descubrimiento del paramento occidental de la estructura construida en un segundo momento. Esto es así en tanto que la forma que muestra este elemento defensivo en la zona de contacto se adapta a la construcción que le precede cronológicamente (fig. 12) (Grau y Segura, 2013: 58; 2010: 91). Ello pudo ser corroborado a partir del estudio del material cerámico que, aunque escaso, pudo ofrecer una datación para la torre a caballo entre los siglos V y IV a.C. Por su parte, la presencia

de vajilla ática entre los sedimentos que cubren el relleno del bastión dataría esta construcción en unas anteriores a la época ibérica plena, muy probablemente relacionado con la primera ocupación del poblado (Grau y Segura, 2013: 59).

Desde el punto de vista formal, la edificación queda dibujada por tres paramentos rectilíneos proyectados en altura a plomo y, en el caso del frontal, ligeramente ataludado. Cierran en su parte posterior con la mencionada cara adecuada a la fisonomía del bastión, dando lugar a una planta rectangular totalmente rellena de piedra hasta ofrecer un cuerpo macizo. Las medidas aportadas por sus excavadores han sido contrastadas en campo tal y como indicamos en el apartado anterior, pudiendo validar que, efectivamente, las dimensiones corresponden a 3,75 m en el lado norte, 11,70 m en la cara este —expuesta al atacante— y 5,01 m en el pa-

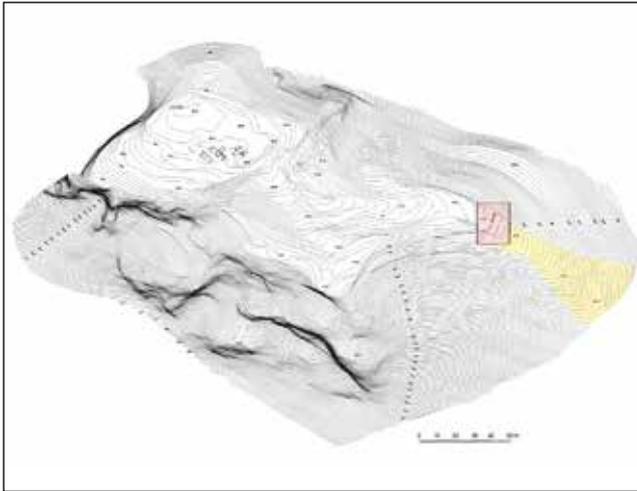


Fig. 11. En rojo la ubicación de la torre y en amarillo la zona sobre la topografía. Modificado a partir de Grau y Segura, 2010.

ramento paralelo al camino que discurre hacia el espacio intramuros (Grau y Segura, 2013: 51-54, fig. 3.7.).

La técnica constructiva empleada consiste en una fábrica que combina sillarejos ciclópeos en las esquinas y piedras de tamaño medio colocadas a falso tizón y desbastadas en su cara externa para el resto de la estructura. Con esto se consi-

gue una mayor regularidad en el resultado final de las hilada y sus lados intestan garantizando la estabilidad y robustez de la misma. Testigo de ello son los restos del paramento frontal, del que se conservaba una altura 2,11 m en su parte más alta y los bloques desplazados por el derrumbe junto a su ubicación original o alejados de ella hasta cuatro metros, dando una idea de la altura que pudo alcanzar la torre. Las piedras que la forman están trabadas en seco, sin presencia alguna de argamasa, denotando un alto conocimiento de las técnicas constructivas y su aplicación práctica al tratarse de una obra de tal magnitud. Además, la piedra caliza empleada es local, aunque no del mismo yacimiento. La construcción carece de cimentación ya que la primera hilera de piedra apoya directamente sobre una roca madre previamente preparada para tal efecto (Grau y Segura, 2013: 56-57) (fig. 13). Esta solución arquitectónica que busca siempre el apoyo en el sustrato rocoso fosilizará un siglo más tarde en la obra *Poliorketika* de Filón de Bizancio (Ph. Pol. I, 1), que se trata de una compilación del conocimiento acerca de la construcción de fortificaciones del ámbito Mediterráneo a propósito de la aparición de la guerra de asedio.

Como apuntábamos al principio, El Puig es uno de los asentamientos en el que se ha realizado una aproximación metrológica con anterioridad (Olmos 2010a: 242-244) recogida en el monográfico dedicado al yacimiento (Grau y Segura, 2013: 63). En este primer estudio en el que se emplean unas medidas de 12 x 5 m, aportadas por publicacio-

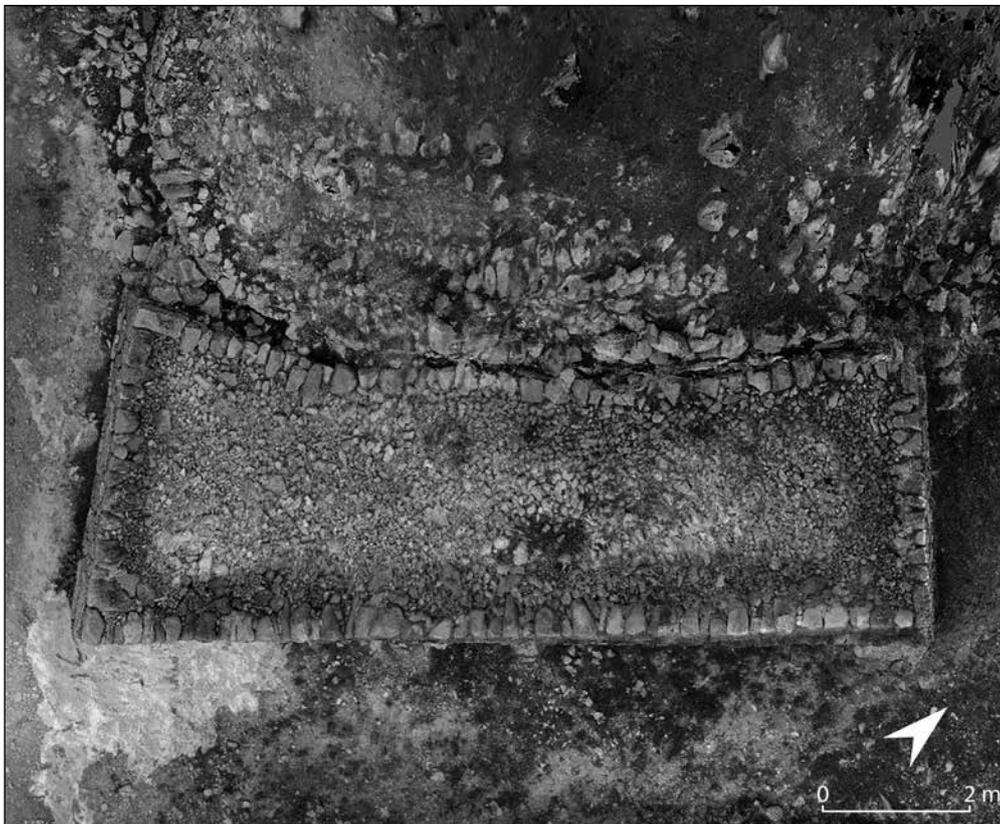


Fig. 12. Ortofoto a partir del modelo fotogramétrico en la que se aprecia el contacto entre la torre y el bastión anterior.



Fig. 13. Vista frontal de la torre donde se aprecia el apoyo sobre roca madre.

nes anteriores a las últimas intervenciones arqueológicas, se propone una modulación de la torre basada en un codo de 0,50 m como unidad de medida y una proyección geométrica próxima a la generada con base en $\sqrt{5}$ pero que, en este caso, explica mediante la adhesión de dos cuadrados de 5 x 5 m a partir de los cuales, trazando un arco con la diagonal de uno de los módulos como radio, da como resultado un rectángulo con una proporción de 24 x 10 codos. Se aproxima metrológicamente a las influencias del mundo púnico y constituye una planta sin parangón en el ámbito ibérico (fig. 14) (Olmos, 2010 a: 243-244).

Los arqueólogos I. Grau y J. M^a. Segura publicaron en 2010 los resultados de la intervención llevada a cabo sobre la estructura y ofrecieron unas medidas más precisas sobre sus dimensiones que hemos podido comprobar en campo (fig. 15). A partir de ellas, si calculamos la proporción de la torre obtenemos dos coeficientes dependiendo del lateral respecto al cual dividimos la longitud del paramento frontal, dando como resultado los siguientes valores: $(11,70/5,01) = 2,335$; $(11,70/3,75) = 3,12$. Ambos datos se aproximan a las proporciones $\sqrt{5}$ (2,23) y $3/1$ (3), pero la falta de coincidencia matemática de 0,1 nos lleva a buscar otra explicación y

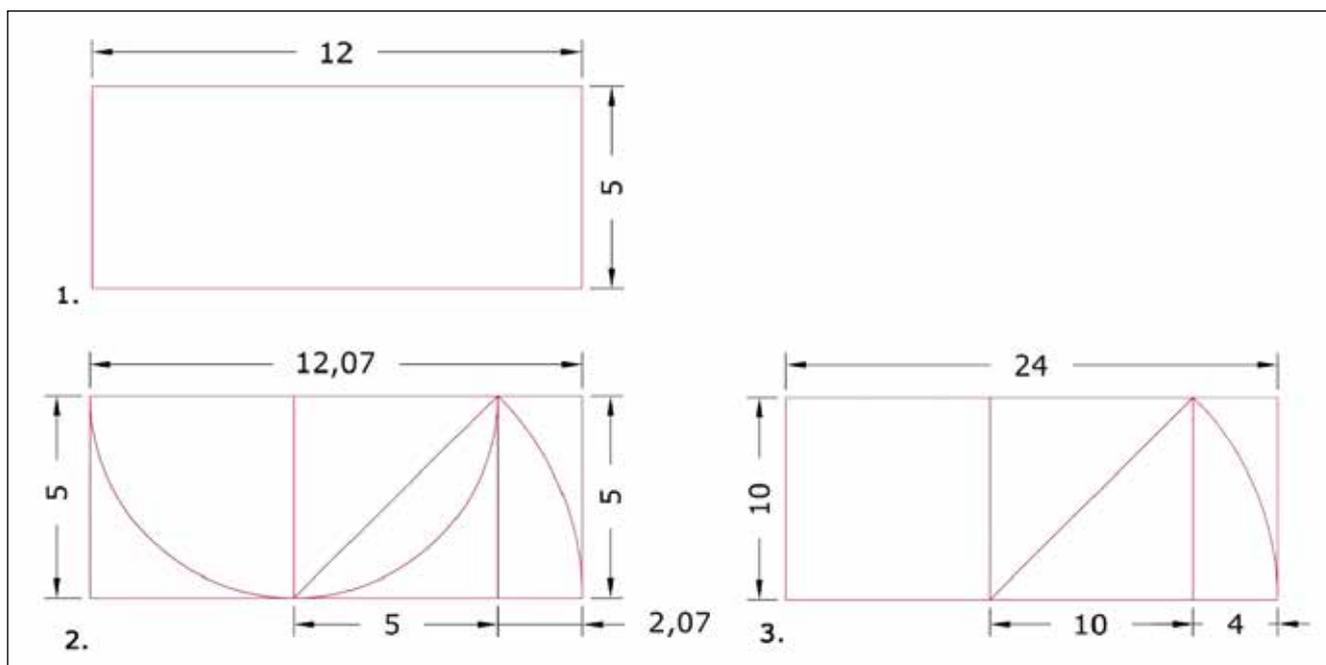


Fig. 14. Propuesta de P. Olmos, tomado de Olmos, 2010a.

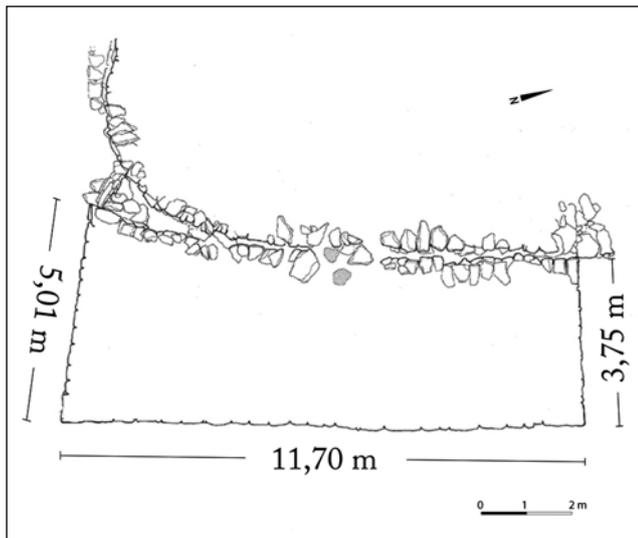


Fig. 15. Planta de la torre con sus dimensiones. Modificado a partir de Grau y Segura, 2013.

no aceptar *a priori* ninguna de las dos opciones como válida. Es preciso abordar este caso alterando el orden de los pasos anteriormente explicados para el análisis metrológico y, además, debemos prestar atención a un aspecto fundamental de la estructura que nos da la pista necesaria para determinar la ejecución de su diseño. Se trata, pues, de comprender la importancia del poder visual del edificio, por lo que entendemos, que se ha de tomar como referencia su vertiente hacia el camino y, por tanto, explorar las posibilidades a partir de sus dimensiones en esta parte: 5,01 y 11,70 m.

Con esto, podemos detectar la utilización de una proporción 7/3 (2,333) cuya coincidencia con la división de las medidas reales presenta un error de tan sólo 0,002. Esto evidencia una división lateral de la torre en tres unidades modulares de 1,67 m que, a su vez, se subdivide en seis unidades menores de 0,278 m. Por su parte, la multiplicación por siete de la unidad modular definida determina la longitud de la cara frontal de la torre con un ínfimo error de 1 cm. Dicho de otro modo, es posible afirmar con máxima

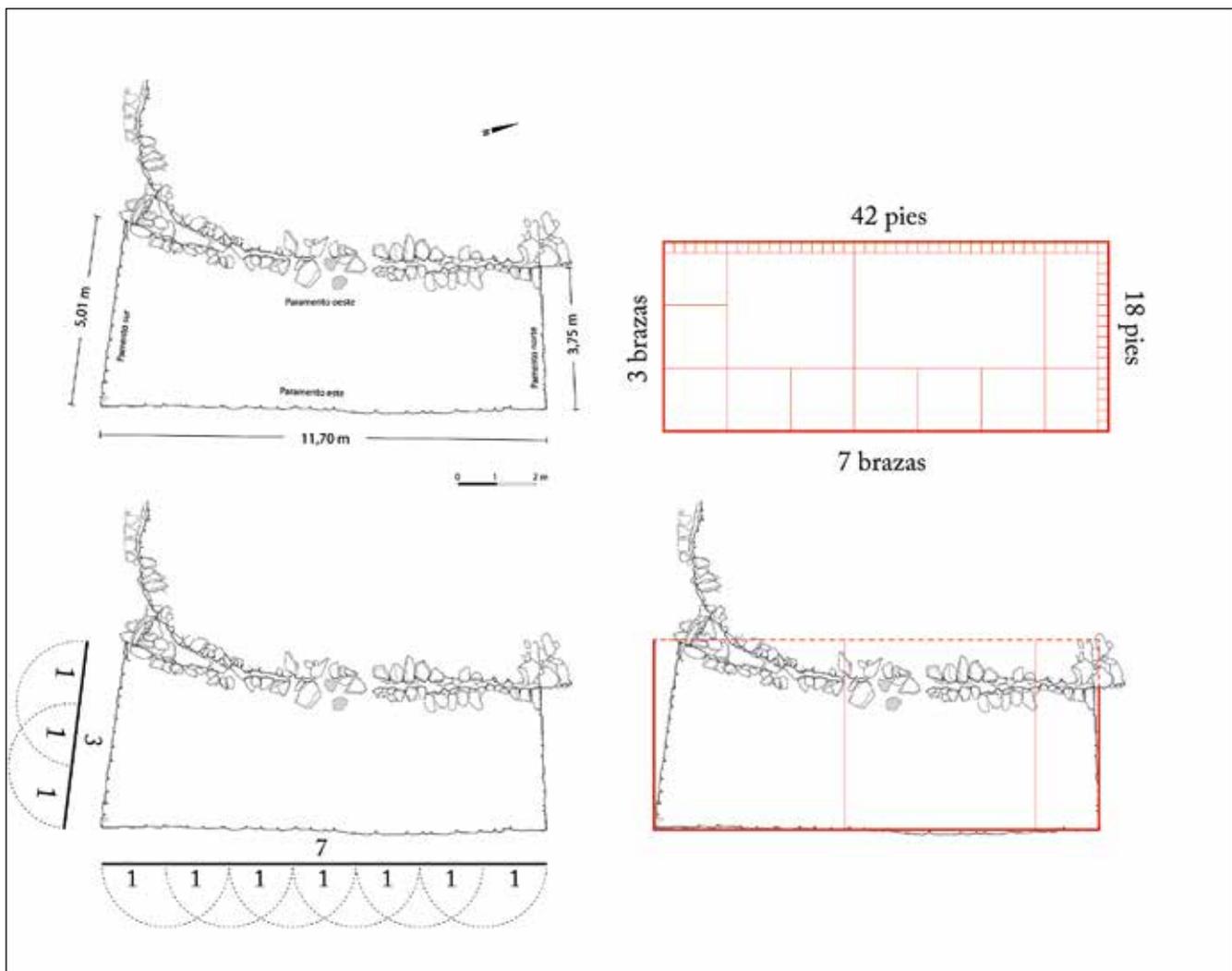


Fig. 16. Propuesta metrológica basada en la braza de seis pies de 0,27-8 m. Planta de la torre tomada modificada a partir de Grau y Segura, 2013.

precisión que la fortificación de El Puig erigida en un segundo momento fue diseñada teniendo presente el empleo una braza de 1,67 m o seis pies de 0,278 m. Esto permite expresar la obra mediante un rectángulo de tres por siete brazas o de 18 por 42 pies, cuya forma trapezoidal sobre el terreno se debe a la deformación derivada de la solución arquitectónica que busca solapar la planta de la torre al frente del bastión curvo (fig. 16).

En vista de los resultados, no es posible relacionar la autoría del diseño de la defensa de El Puig con el sistema de medidas empleado en la arquitectura púnica –basada en el codo de 0,52 m (Prados, 2003: 196)–, al menos desde un punto de vista metrológico, difiriendo del modelo propuesto por P. Olmos (2010: 244; 2013: 63). El análisis último evidencia el uso de una metrología cercana a la órbita griega con base en la braza como herramienta de medida y el pie como unidad antropométrica. A partir de éste se desarrolla el resto de la obra. Llegados a este punto, parece lógico plantear una autoría local en tanto que utilizan la medida del pie propia, teniendo presente la evidente influencia mediterránea en lo que respecta al diseño con base en los valores «perfectos» referidos por Vitruvio.

No obstante, dos aspectos presentes en el caso de El Puig complican la interpretación. El primero es la proporción extremadamente alargada de la torre y que P. Olmos, en su estudio, la asocia a una torre de medidas similares en la colonia púnica de Mozia (Olmos, 2010a: 243). Las dimensiones de ésta son de 11,6-11,7 x 5-5,2 m y se encuentra ubicada junto a la necrópolis (Ciasca, 1986: 225). Ante esta coyuntura, deben ser considerados otros aspectos contextuales de cada una de las sociedades que entran en juego, sin obviar que, para la explicación matemática que proponemos, la estructura se expresa en números enteros. Por contra, si lo expresamos en codos de 0,52 m obtenemos valores decimales quedando un frontal de 22,5 codos por 9,63 en el lateral paralelo al camino. Estos resultados también se alejan lo suficiente de la relación de 3 y sus múltiplos para el diseño de la arquitectura púnica (Prados y Jiménez, 2017: 122, 128) como para no poder postularnos con rotundidad sobre la validez de esta opción en el caso alcoyano. Sin embargo, si tomamos como referencia las medidas inferiores del caso siciliano y asumimos la utilización del codo neosirio propuesto por A. Jodin (1975) de 0,55 m para *Volubilis*, sí es posible adscribir la obra dentro de estos planteamientos matemáticos con una relación de 9 x 21 codos.

La problemática que se deriva de ello es que la utilización de esta medida no se detecta en el ámbito del Mediterráneo occidental salvo en el emplazamiento norteafricano. Su presencia, nos llevaría a plantear una posible intencionalidad de vinculación con los antepasados a través de una arquitectura basada en las dimensiones de las unidades antropométricas que éstos habrían utilizado siglos atrás, al menos en el caso de Mozia por el simbolismo del binomio torre y necrópolis.

El segundo es la estrecha vinculación cronológica y constructiva de la torre con la arquitectura doméstica de la



Fig. 17. Comparación de la fábrica constructiva de la torre y la casa 200 de El Puig. Tomado de Grau y Segura, 2013.

vivienda 200 en el sector 11Fb del asentamiento, para la que se sugiere una influencia púnica basada en la primera propuesta metrológica y en la tendencia a una anchura de 0,52 m de los muros perimetrales (fig. 17). Se trata de un espacio rectangular cuyas dimensiones exteriores se expresan de forma aproximada en 7,3 x 4 m (Grau y Segura, 2013: 104-105). A falta de un estudio minucioso que abarque la totalidad de la arquitectura doméstica deducimos, en este caso, la posible utilización de dos sistemas de medidas basados en el codo púnico de 0,52 m y en el pie de 0,27-8 m que proponemos para la torre. Estaríamos, pues, ante la evidencia de un fenómeno ya detectado en otros ámbitos regulados como es el caso de los ponderales, en el que, para el territorio contestano, se atestigua la convivencia de dos metrologías diferenciadas en cuanto a peso –la dracma griega de 8,6 gr y la cartaginesa de 7,4 gr–, pero que siguen una misma seriación proporcional de 5-10-15-20... (Grau y Moratalla, 2004: 47-50). En ese sentido, con el análisis observamos que, independientemente de la unidad de medida de longitud, la proporción tiende a expresarse en tres y sus múltiplos, tanto en el sistema púnico como en el ibérico. Éste se muestra radicado en marcadas influencias mediterráneas y basado en la vara y en la braza de tres y seis pies respectivamente como instrumental preferente. En definitiva, pese a que la precisión matemática aproxima hacia la propuesta metrológica local, es evidente e ineludible que, la propuesta de 3 x 7 brazas o 18 x 42 pies genera, exactamente, el mismo coeficiente que la proporción de raíz púnica de 9 x 21 codos (2,33) y que explica el diseño en planta de la torre.

6. CONSIDERACIONES FINALES

El estudio presentado evidencia, en primer lugar, la conveniencia de trabajar con medidas obtenidas en campo o sobre planimetrías bien detalladas y, la necesidad de revisión a partir de los planteamientos actuales de todas aquellas propuestas generadas con anterioridad a partir de datos redondeados o aproximados. Por otra parte, la divergencia entre la hipótesis de restitución metrológica precedente y la que nosotros proponemos demuestra la necesidad de trabajar con medidas reales. Con esto, ha sido posible expresar la estructura defensiva alcoyana en unos parámetros alternati-

vos al sistema de medidas asumido por las élites púnicas en la ejecución de sus obras públicas. Frente al codo de 0,52 m, ampliamente constatado en el Mediterráneo occidental, nos topamos con una aplicación del pie de 0,27 – 8 cm. No obstante, como se ha expresado, sí parece ser un vínculo común tanto para el ámbito púnico como para el ibérico o el foceo, la descomposición de las dimensiones totales en tres y sus múltiplos, independientemente de la unidad de medida. Es decir, mientras que fenicios y púnicos diseñan a partir de la multiplicación de dicho número, la arquitectura focea y la local ibérica se realizaría descomponiendo la obra en brazas de 6 pies. Esta cifra considerada perfecta por los matemáticos helenos (Vitruvio, III, 1, 8, trad. de Oliver Domingo, 1997) también es divisible entre tres obteniendo un número racional expresado en otro instrumento de medida como es la vara.

La racionalidad amparada en la reproducción sobre el plano de una unidad modular con la finalidad de representar una estructura de planta rectangular, nada tiene que ver con los planteamientos geométricos de base irracional como lo es, en la órbita focea, la $\sqrt{2}$ (Tréziny, 1989: 11-12) o la proporción con base en media y extrema razón que introducirá Euclides a finales del s. IV a.C. (Livio, 2009: 9-10). Por su parte, tampoco detectamos un diseño cuya relación entre sus lados genere un coeficiente aproximado a 3:1 o a la terna pitagórica 3-4-5 documentado en la arquitectura púnica (Prados, 2003: 196; Olmos, 2010 a: 338), aunque asumimos que debería conocerse para la ejecución de ángulos rectos. La arquitectura a la que nos enfrentamos se adivina de menor complejidad en cuanto al empleo de fórmulas matemáticas para su diseño, pero, lejos de ser aleatoria y casual, nos permite leer el conocimiento y empleo de medidas perfectamente reguladas, impuestas por la élite y sancionadas por la divinidad.

Otro aspecto que no podemos obviar es la aparente convivencia de la dualidad de sistemas metrológicos. Las evidentes analogías formales en cuanto a la fábrica de los muros que dibujan la casa 200 en el sector 11Fb del asentamiento y los paramentos de la torre sugieren que, a la luz de lo expuesto, fueron construidas por la misma mano y se empleó, para cada ámbito –público y privado– una unidad de medida diferente. Ello vendría a demostrar un conocimiento amplio de los sistemas mediterráneo por parte de la persona encargada del diseño y dirección de obra de los ítems estudiados, siendo capaz de alternarlos en función de las necesidades del edificio y sus usuarios.

El empleo local de la metrología propuesta no parece constituir un caso aislado ya que, si ampliamos la perspectiva y tenemos en cuenta el fenómeno de fortificación documentado en el s. IV a.C. en el área contestana en asentamientos como La Bastida de Les Alcusses, L'Empedrola, El Puntal de Salinas o La Tellerola (Sala, 2006: 137-144) podemos observar que la metrología detectada en algunos de ellos, como en el caso de la Bastida en sus torres exhumadas y musealizadas a mediados de la década de los '90 (Díes y Bonet, 1996: 15,17; Díes *et al.*, 1997: 215, 219; Bonet y

Vives, 2011: 63, 64) o en las puertas de acceso al *oppidum* (Díes, 2005; Bonet y Vives, 2011: 68-83), se representa una longitud del pie similar a la de El Puig, así como el empleo de la braza como herramienta de medida (Olmos, 2010a: 241). Parece, pues, reforzarse la hipótesis de un sistema propio que estaría siendo empleado de forma sincrónica, al menos, en sendos asentamientos. Existen claramente aspectos diferenciadores como las dimensiones del asentamiento o el tipo de fortificación (Bonet *et al.*, 2016: 256) pero, no obstante, dejamos la puerta abierta a la utilización de un sistema de medidas de longitud de uso común cronológica y espacialmente, lo que conformaría un elemento vinculante de carácter cultural como lo puede ser la cerámica o la escritura.

Como bien dejó reflejado P. Moret (1998: 84) refiriéndose a los estudios metrológicos: “Este trabajo habrá logrado su principal objetivo si despierta en los arqueólogos encargados del estudio de estas y otras fortificaciones el deseo de proseguir en un campo de investigación en el que casi todo está por hacer”. En definitiva, la aproximación al análisis metrológico de la torre de El Puig debe marcar el inicio de un largo camino por recorrer que, a la luz de lo expuesto, se adivina provisto de resultados ciertamente interesantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, L., SALA, F. (eds.) (1993). *El poblado ibérico de El Oral (San Fulgencio, Alicante)*. Serie de trabajos varios, 90. SIP, Diputación Provincial de Valencia.
- ABAD, L. (2009). Contestania, griegos e íberos. En OLCINA, M. y RAMÓN, J.J. (Eds.), *Huellas Griegas en la Contestania Ibérica*. MARQ: 20-29.
- ALMAGRO-GORBEA, M. y JIMÉNEZ, J. L. (1982). Metrología, modulación, trazado y reconstrucción del templo. En ALMAGRO-GORBEA, M. (ed.) *El santuario de Juno en Gabii*, Bibliotheca Itálica, 17: 87-124. Roma.
- BADIE, A., GAILLEDROT, E., MORET, P., ROUILLARD, P., SÁNCHEZ, M.J., SILLIÈRES, P. (2000). *Le site antique de La Picola à Santa Pola (Alicante, Espagne)*. Paris – Madrid, Éditions Recherche sur les Civilisations, Casa de Velázquez.
- BONET ROSADO, H. y VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ, J. (2011). De la fundación al abandono. Trayectoria histórica del poblado y de sus ocupantes. En BONET, H. y VIVES-FERRÁNDIZ, J. (Eds.), *La Bastida de les Alcusses, 1928-2010: 239-255*, Museu de Prehistòria de València, Diputació de València.
- BONET ROSADO, H., GRAU MIRA, I. y VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ, J. (2016). Estructura social y poder en las comunidades ibéricas de la franja central mediterránea. En CARME BELARTE, M., GARCIA, D., SANMARTÍ, J (eds.), *Les estructures socials protohistòriques a la Gàl·lia i a Ibèria*, Aequo Mediterrània 14/2015: 251-272.

- BUENO SERRANO, P., GARCÍA MENÁRGUEZ, A. y PRADOS MARTÍNEZ, F. (2013). Murallas fenicias de Occidente. Una valoración conjunta de las defensas del Cerro del Castillo (Chiclana, Cádiz) y del Cabezo Pequeño del Estaño (Guardamar, Alicante). *Herakleion*, 6: 27-75.
- CIASCA, A. (1989). Fortificazioni di Mozia (Sicilia). Dati tecnici e proposta preliminare di periodizzazione. En LERICHE, P. y TRÉZINY, H. *La fortification dans l'histoire du monde grec. Actes du colloque international. La fortification et sa place dans la histoire politique, culturelle et sociale du monde grec (Valbonne, décembre 1982)*: 221-227. París.
- COULTON, J. J. (1988). *Greek Architects at Work: problems of structure and design*. Oxbow Books, Oxford.
- DÍES CUSÍ, E. (1994). *La arquitectura fenicia de la Península Ibérica y su influencia en las culturas indígenas*. Universitat de València, Facultat de Geografia i Història.
- DÍES, E. y BONET, H. (1996). La Bastida de les Alcusses. Trabajos de restauración e investigación. *Revista de Arqueología*, 185: 14-21.
- DÍES, E., BONET, H., ÁLVAREZ, N. y PÉREZ JORDÀ, G. (1997). La Bastida de les Alcusses (Moixent): resultados de los trabajos de excavación y restauración. Años 1990-1995, *Archivo de Prehistoria Levantina*, XXII: 215-295.
- DÍES CUSÍ, E. (2003). La defensa de los *oppida* ibéricos: la descripción, la interpretación y el análisis de las fortificaciones ibéricas. *Actas III Seminario de Historia. Alebus*, 13: 9-27.
- DÍES CUSÍ, E. (2005). La Torre Portal y el Portal Torreado en las fortificaciones ibéricas. Estudio de las entradas Norte y Oeste de la Bastida de les Alcusses (Moixent, València). *Sagvntvm (P.L.A.V.)*, ? : 73-84.
- GRAU, I. (2005). El territorio septentrional de la Contestania. En I. Grau, F. Sala y L. Abad (Coord.), *La Contestania Ibérica, treinta años después*. Actas de las I Jornadas de Arqueología Ibérica organizadas por el Área de Arqueología de la Universidad de Alicante: Facultad de Filosofía y Letras, del 24 al 26 de octubre de 2002: 73-90. Alicante: Universidad de Alicante.
- GRAU, I. y MORATALLA, J. (2004). La regulación del peso en la Contestania ibérica. Contribución al estudio formal y metrológico de las pesas de balanza. *AnMurcia*, 19-20: 25-54, 2003-2004.
- GRAU, I. y SEGURA, J. M^a. (2010). Investigació arqueològica i revaloració de la torrassa de l'oppidum ibèric del Puig d'Alcoi, *Recerques del Museu d'Alcoi*, 19: 81-100.
- GRAU, I. y SEGURA, J. M^a. (2013). Las defensas del oppidum: emplazamiento y fortificación. *El oppidum ibérico de El Puig d'Alcoi: Asentamiento y paisaje en las montañas de la Contestania*: 47-66. Ayuntamiento de Alcoy, Alcoy.
- HERNÁNDEZ ALCARAZ, L. y SALA SELLÉS, F. (1996). *El Puntal de Salinas. Un hábitat ibérico del siglo IV a.C. en el Alto Vinalopó*. Fundación Municipal "José M.^a Soler", Villena.
- JODIN, A. (1975). *Recherches sur la metrologie du Maroc punique et hellénistique*. C.N.R.S., Tanger.
- LIVIO, M. (2009). *La Proporción Áurea. La historia de phi, el número más enigmático del mundo*. Ariel, Madrid.
- LLOBREGAT, E. (1985). Dos temples ibèrics a l'interior del poblament de l'Illeta dels Banyets. *Fonaments: Prehistòria i Món Antic als Països Catalans*, 5:103-111.
- MORET, P. (1998). 'Rostros de piedra'. Sobre la racionalidad del proyecto arquitectónico de las fortificaciones urbanas ibéricas. En ARANEGUI, C. *Los iberos príncipes de Occidente*, Barcelona: 83-92.
- MORET, P. y BADIE, A. (1998). Metrología y arquitectura modular en el puerto de La Picola (Santa Pola, Alicante) al final del siglo V a.C. *AEspA*, 71: 53-61.
- MORET, P. (2002). Les fortifications ibériques complexes. Questions de tracé et d'unité de mesure. En MORET, P. y QUESADA SANZ, F., *La guerra en el mundo ibérico y celtibérico (ss. VI-II a. de C.)*. Madrid, Colección de la Casa de Velázquez, 78: 189-215.
- MORET, P. (2008). À propos du Castellet de Banyoles et de Philon de Byzance: une nécessaire palinodie. *Salduie*, 8: 193-216.
- OLMOS BENLLOCH, P. (2008). Adaptació metrològica grega en l'arquitectura ibèrica de Catalunya: Puig de San Andreu d'Ullastret i Mas Castellar de Pontós. *CYPSELA* 17: 273-285.
- OLMOS BENLLOCH, P. (2009). Aproximació a la metrologia ibèrica a Catalunya (segles V-II a.C.). *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 19: 51-74.
- OLMOS BENLLOCH, P. (2010a). *Estudi dels patrons mètrics arquitectònics i urbanístics del món ibèric (segles V-II a.C.)*. Tarragona, Universitat Rovira i Virgili.
- OLMOS BENLLOCH, P. (2010b). Modulación y proporción en la arquitectura emporitana entre los siglos VI-II a.C. *Empúries*, 56: 3-20.
- PACHÓN VEIRA, R. F. y MANZANO AGUGLIARO, F. (2002). Metrología en las civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, Fenicia, Israel, Grecia, Cartago, Roma y otras culturas de la Antigüedad. *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*: 1-13, Universidad de Almería.
- PHILON de Byzance (1872). *Traité de Fortification d'Attaque et de Défense des Places*. Librairie pour l'Art Militaire, les Sciences et les Arts, París.
- PRADOS MARTÍNEZ, F. (2003). *Introducción al estudio de la arquitectura púnica: aspectos formativos, técnicas constructivas*. Estudios (Universidad Autónoma de Madrid 88), Madrid.
- PRADOS MARTÍNEZ, F. y JIMÉNEZ VIALÁS, H. (2017). Menorca entre fenicios y púnicos: una aproximación arqueológica

- desde la arquitectura defensiva. En PRADOS, F., JIMÉNEZ, H. y MARTÍNEZ, J. J., *Menorca entre fenicios y púnicos*. Cercle Artístic de Ciutadella, Publicacions des Born, 25, CEPOAT monografías, 2: 105-136.
- PRIETO GONZÁLEZ, J. M. (1999). Entre Dios y Vitrubio: Magisterios primevos en arquitectura. *Anales de Historia del Arte*, 9: 315-348.
- SALA SELLÉS, F. (2006). Les fortificacions a la Contestania: Entre la representació social i la defensa del territori. En OLIVER, A., *Arquitectura defensiva. La protección de la población y del territorio en época ibérica*: 123-165. Castelló de la Plana.
- SALA SELLÉS, F. (2007): Algunas reflexiones a propósito de la escultura ibérica de la Contestania y su entorno. En ABAD, L. y SOLER, J. A. (Eds.), *Actas del Congreso de Arte Ibérico en la España Mediterránea: Alicante, 24-17 de octubre de 2005*: 51-82, Alicante: Instituto Juan Gil-Albert.
- SALA, F., ABAD, L., BAYO, S., DOMÉNECH, C. (2014). Las huellas de las guerras sertorianas en el Sureste de Hispania: elementos para la revisión histórica. En F. Cadiou et M. Navarro Caballero, *La guerre et ses traces. Conflits et sociétés en Hispanie à l'époque de la conquête romain (IIIe-Ier s. a.C.)*, Ausonius Mémoires 36: 181-202, Bordeaux.
- TRÉZINY, H. (1989). Métrologie, architecture et urbanisme dans le monde massaliète, *Revue Archéologique de Narbonnaise* 22: 1-46, Montpellier.
- VITRUBIO, M., *Los Diez Libros de Arquitectura*, de OLIVER DOMINGO, J. L. (1997), Alianza Forma, Madrid.
- WESENBERG, B. (1976). Zum metrologischen Relief in Oxford. Marburger Winckelmann-Programm, *Philips-Universität Marburg*, Lahn 1975/7: 15-22.
- WILSON JONES, M. (2000). Doric Measure and Architectural Design 1: The Evidence of the Relief from Salmis, *American Journal of Archaeology*, Vol. 104, N°. 1: 73-93.

