

MODULACIÓN Y PROPORCIÓN EN LA ARQUITECTURA EMPORITANA ENTRE LOS SIGLOS VI-II a.C.

Metrología, arquitectura griega, colonización focea, geometría, fortificación

Pau Olmos Benlloch*

En aquest treball proposem la caracterització de les unitats de mesura pròpies de les colònies focees de Massalia, Elea i Emporion, i la seva relació amb la ciutat arcaica de Focea. A partir de l'anàlisi metrològica observem una evolució cronològica comuna a la metrologia focea, i als sistemes geomètrics característics d'aquests assentaments.

Metrologia, arquitectura grega, colonització focea, geometria, fortificació

Dans ce travail nous proposons la caractérisation des étalons métriques propres aux colonies phocéennes de Massalia, Elea et Emporion, ainsi que leur relation avec la cité grecque archaïque de Phocée. À partir de l'approche métrologique, on identifie dans ces sites une évolution commune de la métrologie phocéenne et de leurs systèmes géométriques, du point de vue chronologique.

Métrologie, architecture grecque, colonisation phocéenne, géométrie, fortification

This study analyses the measuring units used in the Phocaean colonies of Massalia, Elea and Emporion and compares them with those present at the archaic city of Phocaea. Metrological analyses suggest a common development for both Phocaean metrology and the geometric systems in use by these settlements.

Metrology, Greek architecture, Phocaean colonization, geometry, fortification

125

INTRODUCCIÓN

El estudio de la metrología antigua es un elemento indisoluble del conocimiento de la arquitectura y el urbanismo. Toda civilización dispone de su propio sistema de medidas, el cual depende de su estado de desarrollo. A los antiguos egipcios y mesopotámicos se les atribuye la invención de los sistemas de medidas, ligados en este caso a las crecidas de los ríos y a la repartición geométrica de las tierras fértiles entre sus habitantes. En el caso de estados centralizados, el poder central intenta imponer sus sistemas de medidas con el objeto de legislar, facilitar los intercambios y establecer mecanismos de recaudación. Por otra parte, cuando el poder se encuentra descentralizado asistimos a una proliferación de sistemas de medidas increíble, y que se caracterizan por su conservadurismo. El mejor ejemplo de este fenómeno es la implantación del sistema métrico decimal, con una voluntad universal, pero que aún no se ha implantado en países como Estados Unidos, con lo que hace necesaria todavía las tablas de equivalencias tan comunes en la historia medieval y

moderna. En este punto hemos de mencionar el reciente ensayo-novela de Ken Adler, *The Measure of All Things. The seven-year odyssey and hidden error that transformed the world* (2002), donde se relata la increíble historia de dos astrónomos franceses a quienes se les encarga la misión de definir el metro a partir del arco meridiano entre Dunkerque y Barcelona. La torre de Babel de medidas que van encontrando, adaptadas a cada estado según la traducción, muestra la dificultad de la universalización de las medidas y la facilidad para cometer errores de traducción.

Volviendo a la metrología griega, la multiplicidad e identidad de las unidades de medidas griegas no hace sino recordarnos la genial novela de Adler. Los primeros colonos foceos llegados a Occidente trajeron con ellos, como es lógico, su propio sistema de medidas basado en el pie jónico (Fig. 1). Posteriormente, la dinámica propia de cada población lleva a un distanciamiento de la metrología original, aunque las colonias foceas occidentales mantienen su rasgo de identidad que se refleja en una evolución común de sus sistemas de medidas.

* Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Plaça Rovellat, s/n, 43003, Tarragona. E-mail: polmos@icac.cat

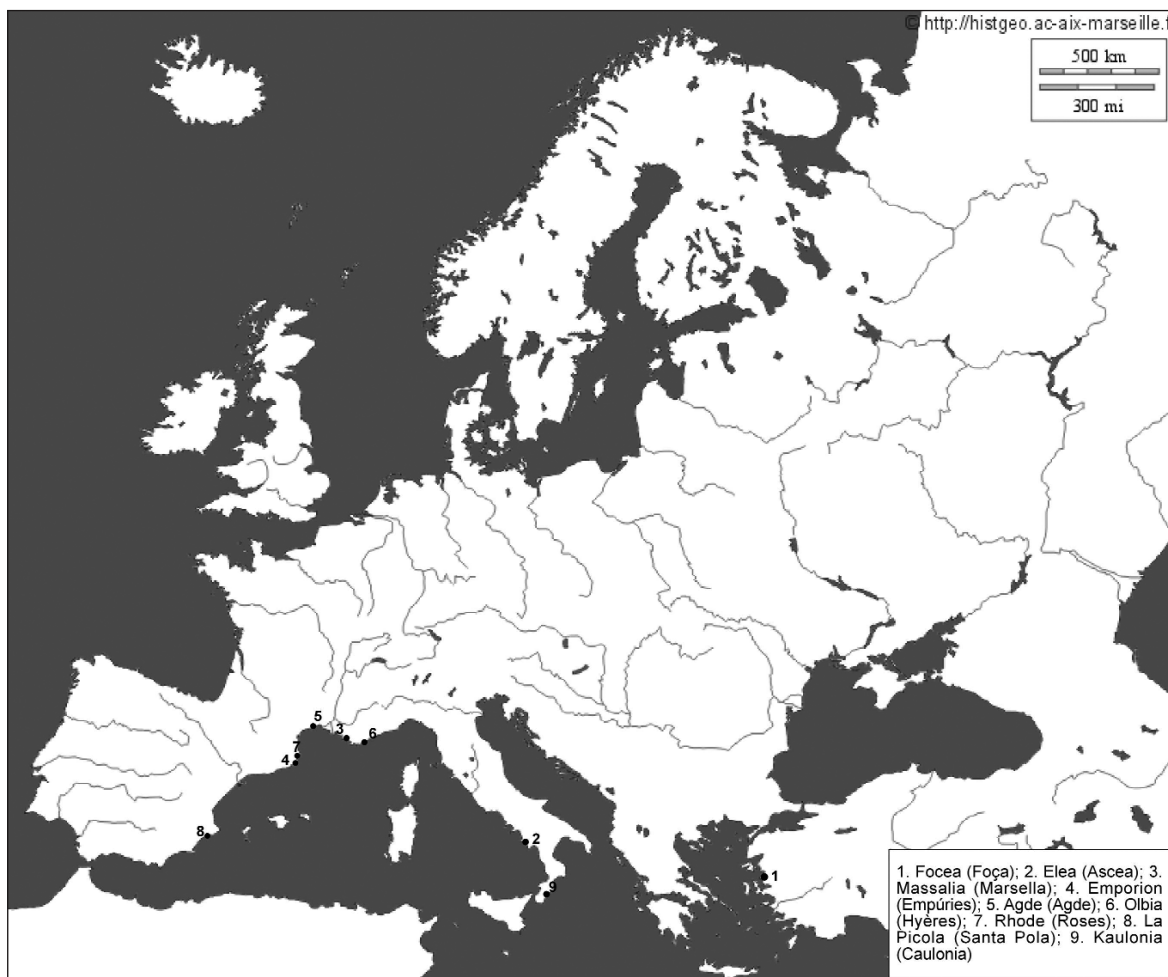


Figura 1. Situación de los principales asentamientos mencionados en el texto.

En este trabajo presentamos una caracterización del sistema de proporciones y modulación característico de la arquitectura emporitana en época clásica y helenística¹. Del mismo modo, los escasos y en ocasiones parciales datos disponibles respecto a la arquitectura emporitana en época arcaica (siglos VI-V a.C.), nos permiten plantear una hipótesis sobre el comportamiento métrico de la primera implantación arquitectónica griega emporitana. En cualquier caso, el avance de la investigación arqueológica en los niveles más antiguos de la *neapolis* emporitana, ofrece resultados prometedores respecto a la organización urbanística geométrica y que permitirá verificar o rechazar nuestro planteamiento.

En primer lugar, antes de entrar en la caracterización modular de la arquitectura emporitana presentamos una propuesta evolutiva de la metrología arquitectónica focea occidental, así como su relación con la arquitectura defensiva de su *alma mater* oriental.

FOCEA

A pesar del aumento de la investigación en el asentamiento griego de Focea, la actual Foça en la costa de Anatolia, los datos de que disponemos para proponer una restitución metrológica son aún escasos.

Las recientes excavaciones llevadas a cabo por Ömer Özyiğit han permitido identificar la primera ocupación focea, que se sitúa en el continente, y cuya fundación se remonta al bronce antiguo (siglo XIV a.C.) (Özyiğit 2006, 10). Inicialmente, el asentamiento se caracteriza por la presencia de construcciones de vivienda de tipo micénico, junto a las cuales no ha podido documentarse ningún recinto defensivo. La primera fortificación focea corresponde a inicios del siglo VI a.C., con la ampliación de la ciudad hacia la costa (Özyiğit 2006, 13). Según Herodoto, esta muralla sería financiada mediante el envío de plata por parte de Argantonio, rey de Tartessos². Este sistema defensivo se considera

1.- Agradecemos sinceramente a Pierre Moret (TRACES, UMR 5608, Université de Toulouse Le Mirail-Toulouse II) la lectura de la primera versión del artículo y sus acertadas correcciones.

2.- Herodot, *Historias*, I, 163, p. 202-205, edición de T. E. Page, Loeb Classical Library, Londres, 1960.

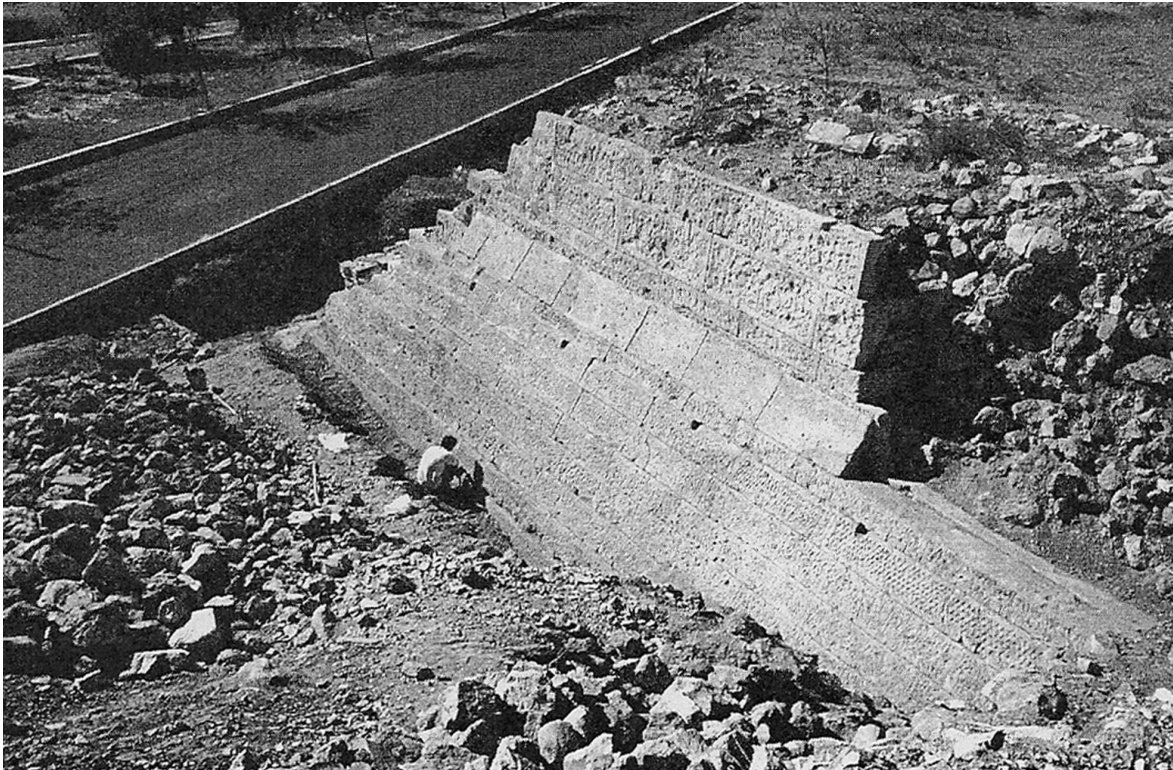


Figura 2. Focea. Vista de la muralla arcaica (según Özyiğit 2006).

como el más imponente de Jonia, y tiene una longitud de 7 a 8 kilómetros (Fig. 2). Esta imponente fortificación sería destinada a hacer frente a la cercana ofensiva persa, pero las excavaciones recientes han comprobado como tal defensa no habría podido hacer nada frente a las máquinas de asalto persas. La ciudad es incendiada y tomada en el año 546 a.C., lo que se ha podido comprobar mediante la identificación en las excavaciones recientes de los niveles de destrucción correspondientes al inicio de este período, donde se han recuperado puntas de flecha y proyectiles de catapulta (Özyiğit 2006, 14). El ataque persa y la derrota de la ciudad provocaron una segunda oleada migratoria focea³, que se ha verificado mediante la llegada de nuevos contingentes griegos a las colonias occidentales (Gras 1995, 365; Tréziny 2002, 57), así como con la creación de nuevas colonias foceas como Elea.

La fortificación focea, que hasta el momento sólo era conocida por la descripción de Herodoto, pudo ser identificada arqueológicamente en el año 1992. Tal y como menciona el historiador y geógrafo griego, la muralla está construida mediante el uso de grandes bloques. En su parte inferior, estos bloques tienen un ancho regular de 0,59-0,60 metros (Özyiğit 1994, 79), lo que se puede corresponder con un módulo de dos pies de 0,296 metros (0,592). Este mismo patrón se repite en el ancho de la muralla en la zona de Altin

Magarisi, que posee una medida regular de 3,55 metros (Özyiğit 1994, 80), que se puede identificar con dos brazas o bien 12 pies de 0,296 metros.

ELEA

En la colonia focea de Elea, fundada entre el 540 y 530 a.C. en la costa de la Campania, las excavaciones realizadas por la misión arqueológica austríaca desde hace más de cuarenta años han permitido conocer el perímetro del sistema defensivo, el urbanismo arcaico y las principales construcciones de la acrópolis. En los últimos años, la Soprintendenza se ha encargado de poner en valor y musealizar el resultado de las excavaciones mediante la creación de un parque arqueológico (Tocco 2006, 117).

El primer hábitat foceo se sitúa en la colina de la acrópolis, donde se encuentra el primer santuario dedicado a Hera o Atenea, y del cual sólo se ha conservado su terraza (Krinzinger 2006, 166). La primera fortificación ha sido datada por sus excavadores en el primer cuarto del siglo V a.C., y se caracteriza por el uso de piedra arenisca y aparejo poligonal. En este primer momento, la muralla no estaría defendida por ninguna torre (Krinzinger 2006, 174; Tréziny 1994, 121). El sistema defensivo arcaico rodea la acrópolis y la parte baja de la

3.- Herodot, *op. cit.* I, 165, p. 206-207.

ciudad, y posee una anchura regular de 1,80 metros. El sistema constructivo no es homogéneo, y se ha propuesto una realización en dos fases sucesivas: mientras que la parte oriental se caracteriza por el aparejo poligonal, en la parte occidental, la muralla se compone de un doble paramento reforzado por unas pilastras centrales cuadrangulares, de 0,90 metros de lado, separadas a unos intervalos regulares de 3,45-3,60 metros (Sokolicek 2006, 197).

El recinto defensivo se reorganiza en el siglo IV a.C., fruto de las nuevas exigencias poliorcéticas, con el refuerzo de la muralla mediante torres cuadrangulares, y la construcción de un potente *diateichisma* que divide la ciudad en dos sectores (Krinzinger 2006, 174; Sokolicek 2006, 197). A este período corresponde la construcción más imponente del sistema defensivo, el llamado Castelluccio (Gassner/Sokolicek/Trapichler 2002; Sokolicek 2006, 199). Este bastión tiene unas dimensiones de 27 por 10,80 metros, y se sitúa en el frente más oriental de la fortificación, con un control estratégico hacia el interior del territorio. Debido a su papel de control, en el siglo III a.C. será reforzado mediante la edificación de un *proteichisma* para protegerlo de las máquinas de asedio.

En su trabajo pionero sobre la metrología massaliota, Henry Tréziny avanza unas primeras hipótesis sobre los sistemas de medidas de Elea. Su estudio se centra en el análisis de los ladrillos de la primera fortificación, y en el ancho de los bloques del primer santuario. La regularidad de las medidas le llevó a proponer el uso de un pie de 0,296 metros en el asentamiento durante el siglo V a.C. (Tréziny 1989a, 3-5). Esta unidad de medida equivale del mismo modo con el ancho de la primera muralla (1,80 metros), que se identifica con 6 pies de 0,296 metros o una braza griega. Asimismo, la separación regular de los pilares de 3,45-3,60 metros se podría corresponder con 12 pies, siguiendo una proporción 1:2 respecto al ancho de la muralla, y basado en dos brazas áticas. Por último, la medida de estas pilastras (0,90 metros) se corresponde con 3 pies de 0,296 metros, o bien media braza.

Durante el siglo IV a.C. proponemos una restitución metrológica centrada en los sistemas defensivos característicos de este momento, en especial en el bastión del Castelluccio. A partir de las medidas propuestas y comentadas anteriormente, podemos definir como la construcción del edificio está basada en un rectángulo de 100 pies o un *plethron* de 0,27 metros de largo (27 metros), por 40 pies de 0,27 metros de ancho (10,80 metros). La perfección en la ejecución muestra una adaptación correcta de la unidad de medida, con una proyección idónea, sin margen de error posible. Mediante este rectángulo identificamos una proporción 100:40, que puede descomponerse en dos rectángulos basados en un sistema de proporciones 50:40, que es la representación geométrica de un

triángulo 3-4-5. De esta forma, la construcción del gran bastión estaría basada en dos rectángulos sencillos adosados, que han estado proyectados mediante triángulos pitagóricos (Fig. 3).

MASSALIA

La colonia focea de Massalia, actual Marsella, fue la primera de las colonias focneas fundadas en occidente hacia el 600 a.C. La ciudad fue fundada *ex novo*, pero los materiales recuperados indican la existencia de una frecuentación de la zona durante la Edad del Bronce (Weydert 1994). Antes de la fundación de la ciudad habrían existido intercambios con la población indígena, que facilitarían el establecimiento de la colonia griega en este lugar.

A diferencia de las otras colonias focneas occidentales, la evolución urbana de Massalia se ha mantenido hasta la actualidad, con lo que se dificulta la posibilidad de obtener una visión amplia del urbanismo y la arquitectura griega. El conocimiento que tenemos de la ciudad focea es debido a las numerosas intervenciones urbanas preventivas, que muestran una ciudad arcaica concentrada en el extremo de la península, entre la zona del Fort Saint-Jean y la Vieille-Charité (Tréziny 2002, 55). El mayor dinamismo constructivo se sitúa a finales del siglo VI a.C., cuando la ciudad se amplía hacia el este, y se cierra el perímetro de la ciudad hasta la zona de la Bourse, que marcará los límites de la ciudad hasta la tardo-antigüedad (Tréziny 2002, 57).

El sistema defensivo massaliota mejor conocido es el de la Bourse, que ha sido objeto de excavaciones sistemáticas durante el último tercio del siglo XX (Tréziny 1996). En este punto se han identificado los restos de la muralla del siglo VI a.C. (Tréziny 2001a, 46; Tréziny 1996, 230; Tréziny/Trousset 1992, 93), a esta fase corresponde una cimentación realizada en piedra calcárea blanca y una elevación con adobe. En la segunda mitad del siglo IV a.C., este sistema defensivo será remodelado, con el cambio de la elevación en tierra por un alzado con piedra, concretamente de tufo (Tréziny 2001a, 51). En este momento, la puerta de Italia será defendida mediante la construcción de dos torres cuadrangulares, una poterna y un foso delantero (Tréziny 1996, 235). En el siglo II a.C. se construye el potente sistema defensivo helenístico formado por tres torres cuadrangulares defendiendo la puerta, y un nuevo foso (Tréziny 1996, 239; Tréziny/Trousset 1992, 98), lo que conlleva la amortización del anterior sistema defensivo.

Sobre la metrología massaliota tenemos la suerte de disponer del trabajo de Henry Tréziny, que ha sido una de las bases de nuestra investigación (Tréziny 1989a). Este trabajo se completa con el estudio de las canteras y de la metrología helenística de la Bourse (Hallier 1986), y por último, con el estudio de la distribución

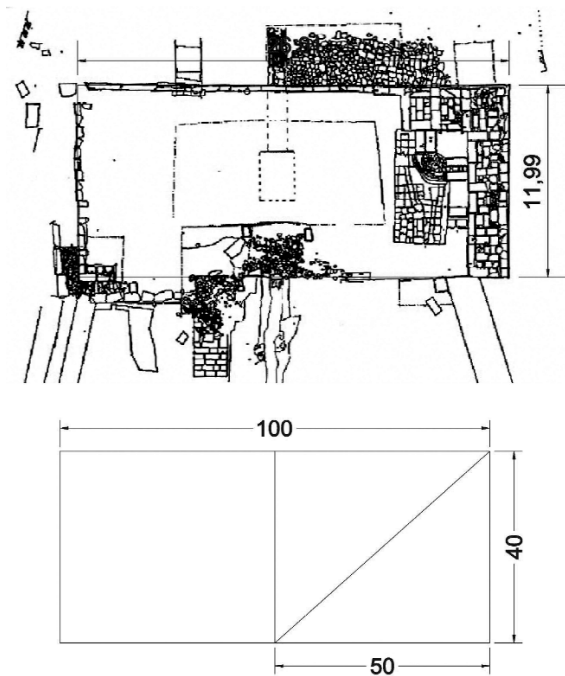


Figura 3. Elea. Planta del Castelluccio con las medidas expresadas en pies de 0,27 metros (arriba) y propuesta de restitución geométrica (abajo) (modificado a partir de Krinzinger 2006).

urbanística de la ciudad, con una propuesta de retícula ortogonal que caracteriza al urbanismo arcaico y helenístico (Tréziny 2001b).

Los elementos arcaicos que permiten proponer una adaptación metrológica son escasos. Tréziny ha propuesto el uso de un pie de 0,296 metros como patrón regulador del tesoro de Delfos de Marsella, así como de un capitel jónico (Tréziny 1989a, 8-9). En el momento de elaboración de este trabajo por parte del arqueólogo francés, eran pocos los elementos que permitían proponer una metrología massaliota en el siglo V a.C. El aumento de la investigación en la década posterior ha permitido identificar los restos constructivos atribuidos a la fortificación massaliota de este momento, que tiene un ancho de 3,20 metros, y se compone de seis hiladas regulares con una anchura entre 0,20 y 0,30 metros (Tréziny/Trousset 1992, 93). A esta etapa pertenece también la identificación de un muro de piedra calcárea blanca de 0,90 metros de anchura (Tréziny 1996, 230). Este conjunto de datos parecen confirmar la adaptación al sistema defensivo del pie de 0,296 metros que había sido propuesto por Tréziny para los elementos arcaicos. De este modo, el ancho de la muralla se puede corresponder con 11 pies (3,25 metros), es decir, prácticamente dos brazas; mientras que el muro de calcárea blanca se corresponde exactamente con tres pies o media braza.

La definición de un sistema metrológico característico del siglo IV a.C. en la colonia de Massalia es más complicada. A este momento se atribuye la terraza funeraria de triglifos bajos, donde se ha propuesto una reducción de la unidad de medida que se sitúa en 0,28 metros, y que se basa en un sistema de proporciones 20:14, es decir, una aproximación de $\sqrt{2}$ (Tréziny 1989a, 12). Para poder definir la existencia de una metrología massaliota durante el siglo IV a.C., tendremos que girar nuestra atención hacia las colonias fundadas por Massalia. En la ciudad de Agde, fundada a inicios del siglo IV a.C., el análisis del urbanismo y del parcelario antiguo ha identificado el uso como patrón regulador de un estadio de 600 pies de 0,275 metros (Nickels 1981, 37; Bats 2001, 497). En el pequeño asentamiento fortificado de Olbia de Provenza, fundado en la segunda mitad del siglo IV a.C., el análisis de las medidas de las parcelas urbanas ha permitido identificar, de nuevo, el uso del estadio de 600 pies de 0,275 metros, descompuesto mediante una aproximación de $\sqrt{2}$ (Tréziny 1989a, 20). Recientemente, las excavaciones efectuadas al Jardin d'Hiver de Arles han puesto en relación la fundación de este asentamiento con la ciudad griega de *Thelina* citada por Avieno⁴, que se trataría de la primera colonia massaliota en el sur de la Galia (Arcelin 2008, 111) fundada entre finales del siglo VI e inicios del siglo V a.C. y en la cual se ha podido observar nuevamente la utilización del módulo de 0,275 metros (Arcelin 2000, 20).

Para la metrología massaliota del siglo II a.C. disponemos del trabajo de G. Hallier y H. Tréziny sobre el sistema defensivo de la Bourse. En esta construcción ha sido identificado el uso de un codo de 0,52 metros como patrón regulador (Tréziny 1989a, 14); esta unidad se encuentra igualmente en las canteras de la Couronne, donde se ha podido observar su uso en la extracción de los bloques destinados a la fortificación (Hallier 1986, 261). El estudio en profundidad del sistema defensivo permite proponer un módulo constructivo basado en una braza de 2,10 metros, equivalente a 4 codos o 6 pies de 0,35 metros (Fig. 4). Del mismo modo, la construcción se habría basado en una proyección completa de triángulos rectángulos 3-4-5, expresados en forma 9-12-15, 12-16-20 y 15-20-25, a partir de los cuales se apreciaba un planteamiento simétrico de las dos torres de entrada y de la torre sur (Tréziny/Trousset 1992, 99).

EMPORION

Poco se puede añadir al desarrollo y fundación de la ciudad griega de Emporion, ya que son abundantes y

4.- Rufo Festo Avieno, *Periplo-Ora Marítima*, 690, pág. 108, edición de P. Villalaba, Bernat Metge, Barcelona, 1986.

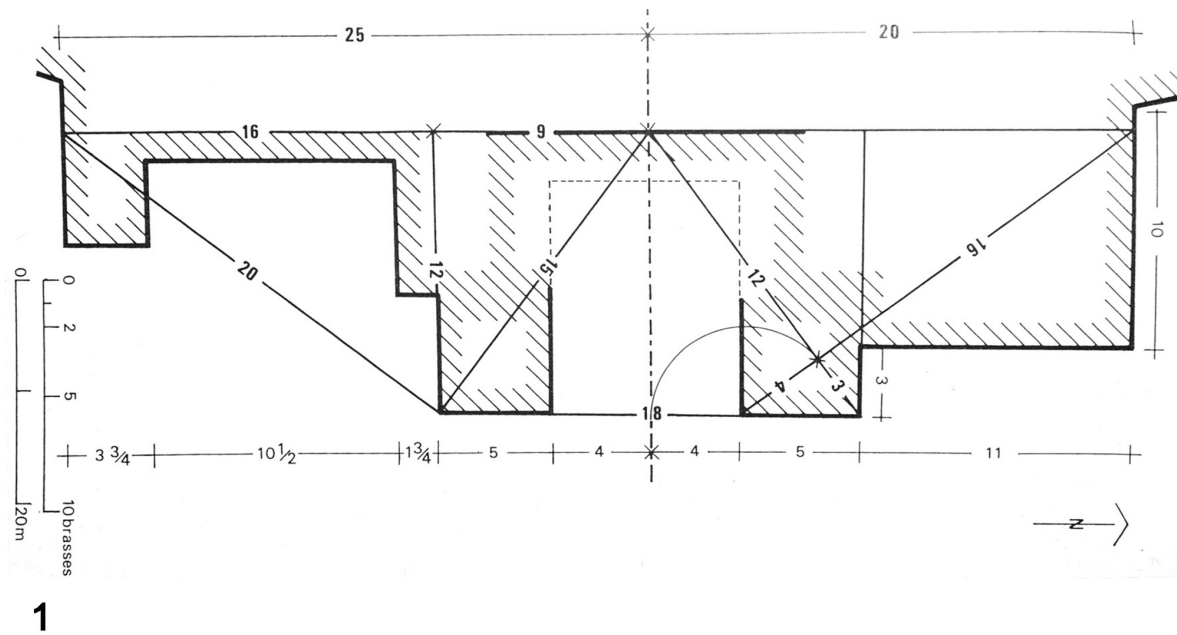


Figura 4. 1. Massalia. Propuesta de restitución geométrica del sistema defensivo helenístico de la Bourse (según Tréziny/Trousset 1992). 2. Vista frontal de la fortificación de la Bourse en el Jardin des Vestiges (fotografía del autor, abril de 2009).

continuadas las publicaciones que han tratado sobre la fundación de esta colonia focea, como centro comercial griego del Mediterráneo occidental hacia el 575 a.C. Las investigaciones llevadas a cabo en la población actual de Sant Martí d'Empúries han establecido la existencia de una ocupación indígena anterior a la fundación de la *palaia polis*, y que se caracteriza por un importante volumen de comercio entre finales del siglos



Figura 5. Emporion. Vista del lienzo de muralla del siglo IV a.C., desde la torre occidental (fotografía del autor, marzo de 2009).

VII e inicios del siglo VI a.C., con importaciones fenicias meridionales, e importaciones etruscas (Aquilué *et al.* 2000, 288; Aquilué *et al.* 2002). Esta corriente comercial será modificada con la implantación de la colonia griega que implica una orientación de los flujos comerciales hacia una órbita helenística (Aquilué *et al.* 2000, 293).

Las excavaciones continuadas desde 1908 hasta la actualidad han permitido conocer notablemente el urbanismo y la arquitectura de la única colonia griega verificada arqueológicamente en la península Ibérica, a excepción de la subcolonia de Rhode.

Nuestro análisis se centra en los sistemas defensivos emporitanos, especialmente en la muralla y torres defensivas del siglo IV a.C. de la *neapolis*. La primera implantación griega no presenta ningún sistema defensivo, debido a su ubicación en una isla, y gracias a las defensas naturales que ésta proporciona. Las primeras defensas de la colonia se sitúan en el siglo V a.C., en el momento de la ampliación de la ciudad en tierra firme, con lo que se hacía necesaria una primera delimitación y fortificación del centro urbano. Este primer sistema defensivo sólo ha sido detectado, por el momento, en la parte más occidental de la *neapolis*, donde se ha podido identificar la cimentación de una posible torre cuadrangular que habría formado parte de este primer sistema defensivo⁵. La torre se sitúa en

la parte posterior del templo de Esculapio, en una elevación natural que formaría la primera *acropolis* griega. La construcción fue identificada en el año 1985, con motivo del Curso Internacional de Arqueología (Sanmartí/Nolla 1986, 159). De la torre solamente se ha conservado un ángulo de la base, que habría sido aprovechado en el siglo II a.C. para la construcción de una torre de la muralla helenística de la ciudad. La torre mide 6,53 metros de frontal, mientras que solamente se han conservado 6,17 metros en su lado meridional, sin que se haya identificado la conexión con la muralla, debido al expolio de las piedras. El hecho de no disponer de la planta entera de la torre no permite proponer ninguna restitución métrica.

La parcialidad de los restos característicos del siglo V a.C. ha hecho que centremos nuestro estudio en los sistemas defensivos posteriores. La muralla del siglo IV a.C. fue identificada mediante un sondeo efectuado en el año 1985, que permitió fechar su construcción en la primera mitad del siglo IV a.C. (Sanmartí *et al.* 1988, 195). Este sistema defensivo se compone inicialmente de un lienzo de muralla reforzado por tres torres rectangulares y un foso delantero (Fig. 5). Posteriormente, durante el siglo III a.C., este sistema se vería reforzado con un muro avanzado que, sumado al foso, serviría para tratar de evitar el acercamiento a la muralla de las máquinas de asalto. La torre occidental es la mejor

5.- Una reinterpretación reciente de la topografía de la acrópolis emporitana identifica esta torre como un ángulo de la terraza de la acrópolis durante el siglo V a.C. (Dupré 2005, 105, fig. 1).

conservada, y funciona junto a un muro situado a la izquierda con el que forma una entrada acodada a la ciudad. Esta torre se conoce desde los trabajos antiguos de Emili Gandia, pero no fue hasta la realización del mencionado sondeo que se pudo atribuir una datación a todo el conjunto. Unos metros más hacia el este, hacia la costa, ha estado posible identificar una segunda torre, cuyos restos han sido desgraciadamente expoliados, y solamente se ha podido reconocer su anchura por la presencia de dos salientes en la muralla. Unos años más tarde, gracias a la excavación efectuada en la parte más oriental del yacimiento con motivo de las Olimpiadas de Barcelona 1992, se pudo delimitar el extremo más oriental del sistema defensivo del siglo IV a.C. (Sanmartí *et al.* 1996). Esta intervención permitió descubrir un bastión rectangular, en este caso no adosado al lienzo de muralla, sino dispuesto perpendicularmente a la cinta, cerrando el sistema defensivo por la parte marítima. La observación en prospecciones subacuáticas de otra posible torre siguiendo una alineación similar a la de la muralla (Nieto *et al.* 2005), ha permitido proponer la continuación hasta el mar del recinto defensivo. En cualquier caso, el ángulo y el cambio de dirección que indica el bastión oriental parecen indicar cómo la muralla cerraría en este punto y no se extendería hacia el este.

La primera interpretación metrológica de este conjunto fue realizada por P. Moret, quien estudió la torre occidental desde el punto de vista métrico, así como el lienzo de muralla entre ésta y la torre central. En esta primera interpretación se propuso una proporción 3-4 de los lados de la torre, con un módulo de 8 pies, de forma que el lado corto tendría 24 pies, mientras que el lado largo se corresponde con 32 pies (Moret 1998, 84). Con esta restitución se propone el uso de un pie ático de 0,296 metros; igualmente, el lienzo de muralla entre las dos torres se correspondería con 90 pies, expresados en forma de brazas de 6 pies. La misma unidad de medida ha sido propuesta por el autor en el urbanismo de la *palaia polis* griega⁶, donde se ha indicado una repetición de un módulo de 10 pies áticos en la separación de cada unidad habitacional (Moret 2002a, 388-389).

Nuestra propuesta de restitución metrológica modifica considerablemente la anterior. La torre occidental mide aproximadamente 9 por 5 metros, siguiendo la descripción de Enric Sanmartí y el equipo de excavación de Emporion. Nuestra comprobación ha permitido corregir las medidas en 9,16 por 5,69 metros. Estas dimensiones contrastan con las propuestas por P. Moret, quien amplía el ancho de la torre incluyendo también la anchura de la muralla. Basándonos en la medición propuesta, proponemos una nueva restitución arquitectónica de la torre occidental.

En una primera aproximación a la planta de la torre hemos podido comprobar cómo la división de las medias muestra un planteamiento constructivo basado en la sección áurea, o proporción entre media y extrema razón. De este modo, la división entre los dos lados de la torre da un resultado de 1,61, por 1,618, que correspondería a la sección áurea. La propiedad inherente de este sistema constructivo permite, mediante la ley de Fibonacci, descomponer el rectángulo siguiendo una progresión aditiva, por la cual cada elemento de la serie es la suma de los dos elementos anteriores. Siguiendo esta descomposición proponemos una seriación basada en la relación 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34..., mediante la cual podemos definir como unidad base un pie de 0,27-275 metros. Partimos para la restitución de un cuadrado de 21 pies de lado, el cual se divide en dos partes iguales y desde el punto central de la línea, se traza una circunferencia cuyo radio es la distancia entre el punto central inferior y el extremo superior del cuadrado, y mediante la cual obtenemos la proyección de un rectángulo de 34 pies.

Sobre el uso de la proporción áurea en la antigüedad disponemos de numerosa bibliografía moderna. Por una parte, existe una corriente que reivindica su no utilización en la arquitectura antigua, y que considera esta proporción como un concepto intelectual que poco tiene que ver con la geometría antigua (Wilson Jones 2000, 102); por otra parte, existe otra serie de intelectuales que reivindican el papel de la sección áurea en la antigüedad, no sólo a nivel arquitectónico sino prácticamente en todas las obras de la naturaleza (Ghyka 1992). Por nuestra parte, queremos desmarcarnos de estas dos formas de pensamiento, y valorar únicamente la practicidad de este sistema de proporciones, que permite, a partir de un cuadrado, sea cual sea su lado, proyectar mediante compás y cuerda un rectángulo proporcionado. Como apunta Pierre Gros, la proporción áurea no es sino la transposición aritmética de la división euclidiana entre media y extrema razón (Gros 1976, 677). Como tal, esta proporción figura en una veintena de proposiciones de Euclides: II, 11, IV, 10, 11, 12, 13, 14, VI, 30, XIII, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 16, 17, 18. En la proposición 30 del libro VI resuelve el problema de cortar una línea recta en extrema y media razón; mientras que en la proposición 11 del libro II resuelve el problema de cortar una recta de forma que el rectángulo resultante y uno de los segmentos sea equivalente al cuadrado del otro. La proposición VI, 30 es demostrable mediante el método pitagórico de aplicación de áreas, con lo cual remite al conocimiento de este sistema de proporción en el momento de redescubrimiento de la irracionalidad numérica y geométrica por parte del mundo griego, establecido por Hipaso de

6.- Según información facilitada por Marta Santos (Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries) se puede comprobar el uso de esta unidad de medida en el urbanismo arcaico (siglos VI-V a.C.) de Sant Martí d'Empúries. Su aplicación se atribuye a la anchura de los muros y a la anchura de la calle.



Figura 6. Emporion. Planta del sistema defensivo del siglo IV a.C. con la distancia entre las torres expresada mediante *plethra* de 0,27 metros (modificado a partir de Sanmartí *et al.*, 1996). Inferior derecha: Propuesta de restitución geométrica de la torre occidental y del bastión oriental (modificado a partir de Sanmartí *et al.* 1988 y Sanmartí *et al.* 1996).

133

Mileto y la escuela pitagórica a finales del siglo VI e inicios del siglo V a.C. Como indica Caveing, es muy posible que los geómetras pitagóricos intentaran evitar recurrir a proporciones complicadas, y se basaran en el uso del gnomon o adición de áreas, considerando las equivalencias entre rectángulos y cuadrados, más que las relaciones entre líneas (Caveing 1998, 109). La restitución métrica de la torre central es más dificultosa, debido a su desmantelamiento. Siguiendo las planimetrías publicadas hemos podido comprobar que el ancho, la única medida recuperable, se equipara al de la torre occidental. De este modo, si se proyecta una longitud equivalente a la de la torre de poniente, podemos defender una restitución métrica de la torre central parecida a esta.

La misma unidad de medida, pie de 0,27-275 metros, se identifica también en el lienzo de muralla entre las torres (Fig. 6). La distancia entre las dos torres, y entre la torre central y el bastión de mar, es de 27 metros aproximadamente, con lo que podemos proponer una modulación de un *plethron* de 100 pies de 0,27 m., en lugar de una modulación de 90 pies.

La construcción de la muralla del siglo IV a.C. permite disponer de un espacio para la edificación de estructuras de culto. En este recinto se identifican una serie de estructuras que pueden ser analizadas y comparadas

métricamente. A esta fase corresponde con toda probabilidad la construcción del altar X, y del templo conocido como R, del cual sólo se conservan la *cella* y parte de la *pronaos*, y que sería edificado en un momento más avanzado de la centuria (Sanmartí/Castanyer/Tremoleda 1990, 136-137). En primer lugar, el altar X, situado actualmente enfrente del templo de Esculapio, tiene unas medidas de 7,20 metros de frontal por 5,10 metros de lado (Fig. 7). Estas medidas se corresponden con una aproximación de raíz cuadrada de 2 (1,41), que podría haber sido el plan regulador de esta construcción. La restitución metrológica más probable indica el uso de un pie entre 0,28 y 0,30 metros, expresado en forma de 18 pies al lado corto, y 24 pies al frontal, es decir 3 brazas y 4 brazas griegas. En segundo lugar, del templo R, la parcialidad de las estructuras conservadas solamente permite recuperar las medidas de la anchura de los muros (entre 0,76 y 0,83 metros). Estas medidas pueden ser expresadas como 3 pies o media braza de 0,275 metros (0,82 m). Por último debemos mencionar también la edificación del altar geminado. Esta construcción se ha situado tradicionalmente en época helenística, aunque la configuración inicial respondería probablemente a un momento anterior indeterminado⁷. En su construcción apreciamos una primera fase que se corresponde con una base y alzado con

7.- Agradecemos a Marta Santos y a todo el equipo del Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries toda la información y las facilidades de acceso y de consulta. Sobre su cronología se ha atribuido a una construcción de época clásica cf. Marcet/Sanmartí 1989, 84.

grandes bloques de piedra calcárea, a la que en un momento posterior se le añaden tres escalones, y se reviste por una fina capa de *opus signinum*. El altar mide 5,02 metros de frontal, y aproximadamente 2,72 metros de lateral (esta medida corresponde con el lado meridional ya que la parte norte ha sido imposible diferenciar la escalera de la base del altar). Estas medidas creemos que encajan con una unidad de 0,27-275 metros que correspondería a 10 pies, mientras que el frontal se corresponde con 18 pies o bien tres brazas. A partir de esta restitución metrológica podemos encuadrar la construcción, a falta de más datos estratigráficos, entre los siglos IV y III a.C. cuando la utilización de esta unidad de medida es extensiva en el contexto de la metrología focea.

El bastión oriental se encuentra en un estado de conservación bastante mediocre, y en la actualidad está tapado por la construcción del paseo marítimo y por las dunas. De la estructura se conservan tres hiladas (Sanmartí *et al.* 1996, 247), y éstas se van perdiendo hacia levante. Según indican sus excavadores, la torre mide aproximadamente 10 metros de lado largo, y 6 metros en el lado meridional. Con estas medidas, podemos apreciar como el sistema de proporciones es idéntico al propuesto para las otras dos torres. En este caso, un rectángulo de 10 metros de largo comportaría un lado corto de 6,18 metros. Una vez establecida esta proporción, su descomposición nos abre una serie de

interrogantes. Siguiendo la serie de Fibonacci, y aplicando la misma descomposición que en la torre occidental, identificamos una unidad modular basada en un pie de 0,294 metros, de modo que el lado largo se corresponde con 34 pies, y el lado corto con 21 pies (Fig. 6). Para contrastar hemos probado la restitución mediante un módulo de 0,275 metros, pero este patrón no encaja dentro de la seriación de Fibonacci, y no proporciona unidades enteras sino fraccionarias.

Teniendo en cuenta esta restitución proponemos dos hipótesis de trabajo: en primer lugar, la utilización de dos unidades de medida diferentes, en este caso el pie de 0,275 y el pie de 0,294 metros, puede plantear una dualidad en la aplicación de los patrones de medida. Este hecho lo hemos podido documentar en el Puig de Sant Andreu de Ullastret (Olmos 2009, 275). En cualquier caso, la dualidad en las unidades de medida aplicadas en este asentamiento va unida a una diferenciación cronológica (Ullastret). La coexistencia de dos unidades de medida dentro de un mismo sistema defensivo no la hemos documentado, por el momento, en ningún otro asentamiento del Mediterráneo occidental. Nuestra segunda propuesta es la de la existencia de una diferencia cronológica entre la construcción del bastión oriental y el sistema defensivo del siglo IV a.C. De este modo, proponemos la atribución de este bastión dentro de un momento anterior a la edificación del recinto defensivo meridional. La determinación del pie



Figura 7. Emporion. Vista frontal del altar X del siglo IV a.C. (fotografía del autor, marzo de 2009).

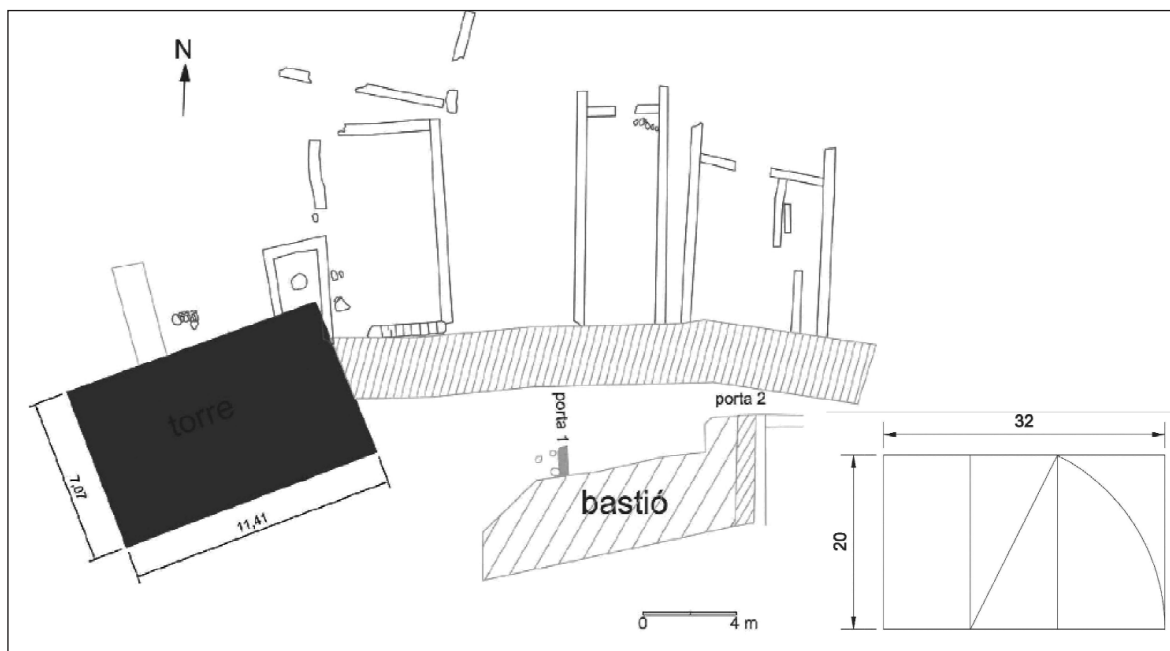


Figura 8. Mas Castellar de Pontós. Planta del sistema defensivo del poblado ibérico del siglo V a.C. con las medidas del bastión (arriba) y propuesta de restitución geométrica mediante un pie de 0,35 metros (abajo) (modificado a partir de Pons *et al.* 2005).

de 0,294-296 como unidad modular es la misma que se ha identificado en la *palaia polis*, con la cual cosa se puede plantear que este bastión formara parte del primer sistema defensivo de la *neapolis* donde se habría trasladado el mismo patrón.

Por otra parte, la ventaja del sistema de proporciones basado en la proporción áurea es la fiabilidad de su descomposición, gracias a la serie de Fibonacci, que nos permite afinar notablemente su unidad constructiva. En este sentido, la ausencia de datos arqueológicos que permitan datar la construcción (Sanmartí *et al.* 1996, 247), además de la diferencia de orientación respecto al sistema defensivo del siglo IV a.C., nos lleva a plantear la hipótesis de que este bastión pertenezca al cierre por el este de una primera fortificación. Este primer recinto cerraría la zona de poniente con la torre del siglo V a.C., mediante una línea de defensa meridional no identificada por el momento, pero la cual serviría para cerrar la ciudad por el sur dejando al exterior las estructuras domésticas indígenas (Sanmartí *et al.* 1986, 184), en un esquema similar al que cita Estrabón⁸. Un siglo después, el bastión sería aprovechado por el siguiente sistema defensivo, el cual se le adosa, ampliando el perímetro de la ciudad e incluyendo el hábitat indígena y los santuarios suburbanos del siglo V a.C., que ahora serían englobados dentro de la ciudad (Sanmartí *et al.* 1992, 107). La diferente orientación del

bastión respecto a la línea defensiva del siglo IV a.C. es otro de los hechos que nos permite atribuir una cronología anterior a esta gran torre. También hay que valorar la posibilidad de que este bastión formara parte de un sistema defensivo de costa, similar al propuesto en Massalia en época arcaica, donde las excavaciones cercanas a la catedral han documentado debajo de los niveles de la muralla medieval, restos de la fortificación más antigua de la ciudad (Tréziny 2001a, 47).

Otro elemento que permite atribuir una datación anterior al siglo IV a.C. del bastión emporitano, lo podemos encontrar en el cercano asentamiento ibérico del Mas Castellar de Pontós. Las excavaciones efectuadas han permitido identificar un primer poblado ibérico datado en el siglo V a.C., defendido por una muralla simple con una torre rectangular (Pons *et al.* 2005). El análisis metrológico que hemos realizado en esta torre (Fig. 8), permite detectar un sistema de proporciones basado en la proporción áurea (Olmos 2009). Hasta el momento, en el conjunto de yacimientos ibéricos y griegos de la península Ibérica, es en el primero donde hemos documentado esta proporción. La atribución cronológica del bastión de *Emporion* en un momento anterior al siglo IV a.C., indica que este sistema de proporciones habría servido de modelo para la torre ibérica del Mas Castellar de Pontós, así como para posteriores adaptaciones de esta proporción en los sistemas defensivos

8.- Sobre Emporion, Estrabón comenta que en origen había tenido como vecinos a los indiketas, que tenían en común con los griegos un recinto amurallado, y que con el tiempo convergieron hacia la misma organización política, lo que representa la integración del elemento indígena en la ciudad griega durante el siglo IV a.C., cf. Estrabón, *Geografía*, III, 4, 8, pág. 241, edición de J. Gómez Espelosín, Alianza Editorial, 2007.

ibéricos⁹. Como hemos comentado anteriormente, el origen de este sistema de proporciones se sitúa en Grecia hacia finales del siglo VI a.C., con su fijación por parte de la escuela pitagórica después de un período de utilización empírica. Esta proporción se difundiría rápidamente en el Mediterráneo, como prueba su adaptación inmediata en las colonias griegas, así como en la arquitectura defensiva púnica. Del mismo modo, este sistema de proporciones se habría adaptado hábilmente por las poblaciones ibéricas sin descartar, en el caso de Mas Castellar de Pontós, la participación de arquitectos griegos o constructores ibéricos formados en la colonia emporitana.

Desgraciadamente, los escasos y parciales restos correspondientes al siglo V a.C. dejan abierta la atribución cronológica de este bastión oriental y, por tanto, de la metrología emporitana en este momento. Esperemos que las futuras excavaciones llevadas a cabo en la *neapolis* otorguen un poco más de luz a esta proposición.

En *Rhode* (Rosas) a pesar de la parcialidad de las estructuras recuperadas se ha propuesto la existencia de una modulación de 0,335 metros, que funcionaría como plan regulador del barrio helenístico (siglo III a.C.) (Vivó 1996, 110). Recientemente, Anna Maria Puig, dentro de su tesis doctoral sobre la ciudadela de Roses ha vuelto a interpretar la organización modular y la parcelación del barrio helenístico, aunque continúa aceptando la interpretación anterior (Puig/ Martín 2006). Los datos arqueológicos a partir de los cuales David Vivó identifica la unidad modular son la anchura de las calles (4 metros), y la anchura de las islas de casas (20 metros). Si damos como válido este planteamiento es necesario hacer una matización importante: la división de la anchura de las calles en 12 pies, y la anchura de las casas en 60 pies, indica una unidad exacta de 0,333 metros y no 0,335 metros. Esta unidad de medida se corresponde con el pie filetario-fidonio, identificado en la regla de arquitecto de Ma'agan Mikhael (Stieglitz 2006, 196). La implantación de esta unidad corresponde a Fidón de Argos (siglo VII a.C.), al cual se le atribuye una reforma metrológica que implantará esta medida. Posteriormente será conocida como pie filetario, por Filetario de Pérgamo (siglos IV-III a.C.), y con esta denominación será fijada por Herón de Alejandría que nos indica que el pie filetario se divide en 16 dedos, lo que equivale a 13,3 pies itálicos¹⁰. Si admitimos esta modulación se abre nuevamente una serie de interrogantes, ya que esta unidad de medida no ha sido identificada, por el momento, ni en el Mediterráneo

occidental ni en los asentamientos focéos, con lo cual resulta extraña su implantación en la colonia de *Rhode*. La datación del conjunto, y su construcción siguiendo un modelo focéo característico del siglo III a.C., implicaría la adopción de un pie de 0,275 metros, o bien un codo samio de 0,52 metros. A falta de más datos para comparar, la implantación de una unidad de medida foránea a la metrología griega occidental podría hacer pensar que la construcción de este barrio helenístico responda a la llegada de nuevos contingentes de colonos griegos orientales, lo cual ya ha sido apuntado como posibilidad (Vivó 1996, 113, nota 83). Estos nuevos colonos habrían traído de este modo una unidad oriental, como respuesta al patrón de colonización griega. En cualquier caso, la debilidad de los resultados y la imposibilidad de compararlos con otros elementos de la *Rhode* helenística deja, por el momento, esta interpretación como una hipótesis de trabajo.

DISCUSIÓN. HIPÓTESIS SOBRE UNA POSIBLE EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DE LA METROLOGÍA FOCEA

La comparación metrológica entre los tres asentamientos coloniales focéos más conocidos¹¹: Emporion, Massalia y Elea; y su relación con su metrópolis, Focea, nos ha permitido observar unas características comunes definidoras de la metrología focéa.

El análisis de los restos defensivos de la fortificación de Focea en el primer tercio del siglo VI a.C. muestra el uso como patrón regulador de un pie de 0,296 metros. Esta unidad considerada tradicionalmente como pie ático, ha sido considerada recientemente como el propio pie jónico (De Zwarte 1994, 115). Este patrón habría sido, por lo tanto, el característico de la arquitectura focéa, y el que la primera colonización focéa trasladaría a Occidente.

En este sentido, podemos observar cómo las construcciones características del siglo V a.C. de Massalia, Elea y probablemente Emporion están siguiendo este patrón como unidad modular. Este módulo se adapta de forma diferente en los primeros sistemas defensivos, y en las primeras definiciones urbanísticas de las colonias focéas occidentales. Asimismo, esta unidad modular es la utilizada en las áreas de contacto más inmediato con las comunidades griegas. El caso más claro, en este sentido, es la adaptación metrológica griega que hemos podido identificar en el sistema

9.- En la realización de la tesis titulada "Estudi dels patrons mètrics arquitectònics i urbanístics del món ibèric (segles V-II aC)" y dirigida por Carme Belarte (ICREA-ICAC), hemos podido documentar el uso de este sistema de proporciones en las torres de los asentamientos ibéricos de Sant Josep (Vall d'Uixó, Castellón) y el Turó d'en Boscà (Badalona).

10.- Herón de Alejandría, *Geometría*, 4, 3, p. 185, edición de J. L. Heiberg, Teubner, Stuttgart, 1976.

11.- Hemos descartado del estudio el análisis de la ciudad de Alalia (Aléria), debido a la escasez de datos arqueológicos que permitan un estudio en profundidad.

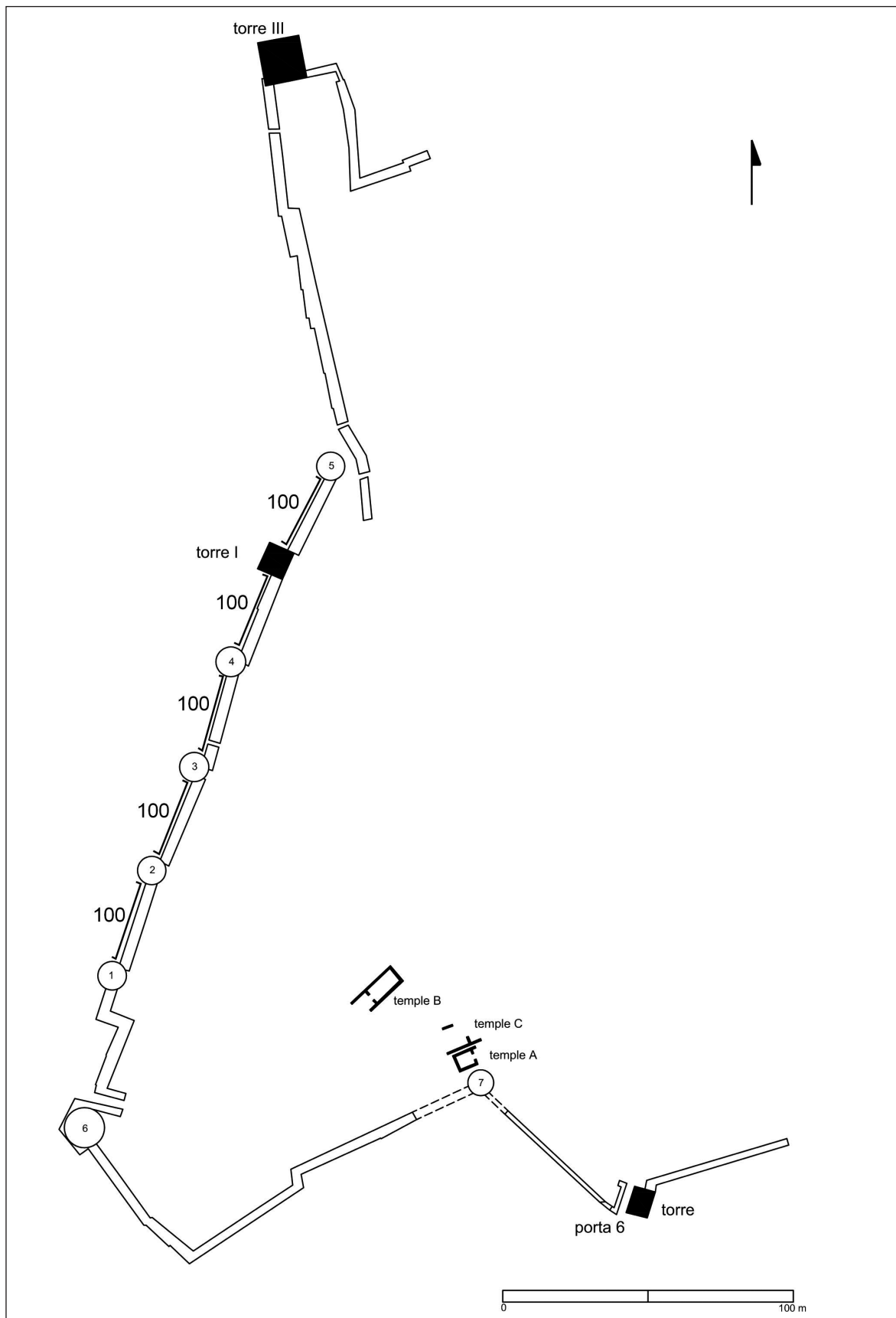
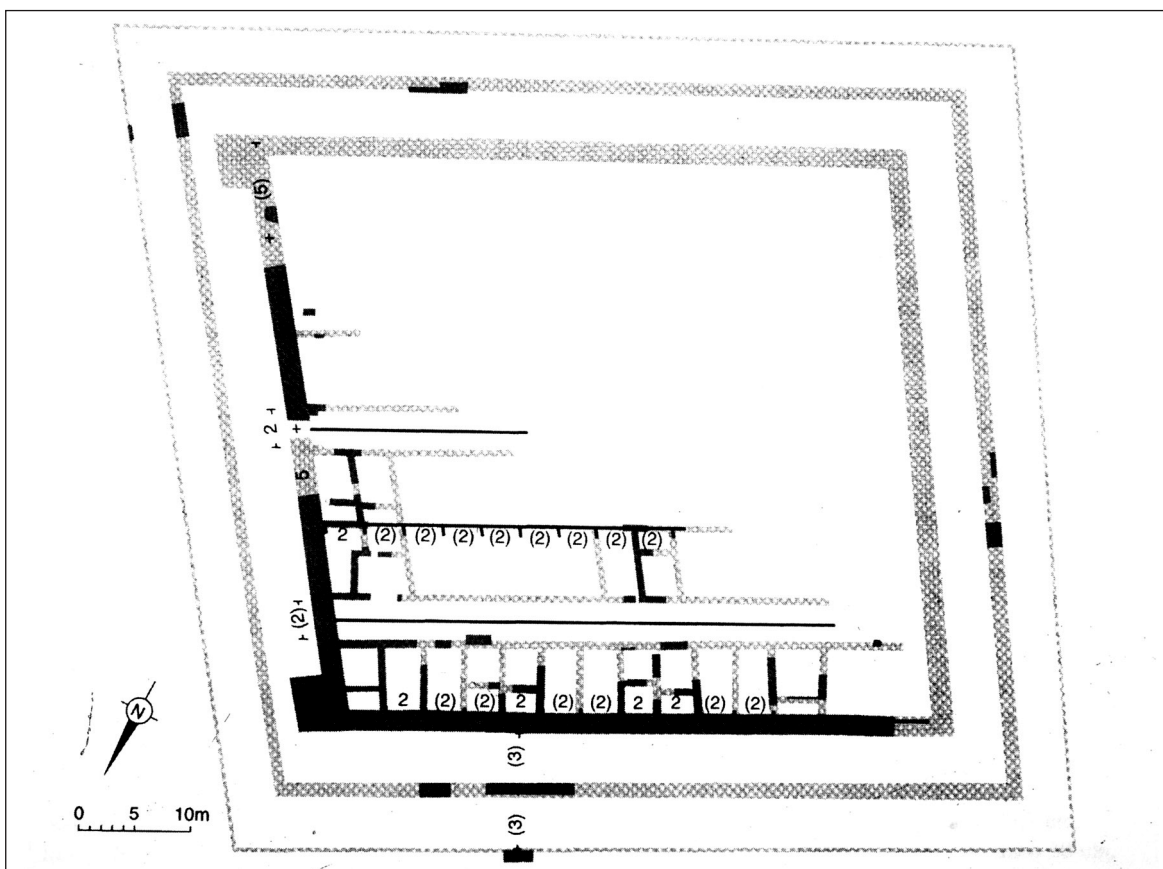


Figura 9. Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Planta del primer sistema defensivo con la separación en *plethra* de 0,294-6 metros (modificado a partir de De Prado 2006).



138

Figura 10. La Picola de Santa Pola. Restitución del planteamiento constructivo en base a un módulo de dos brazas de 0,296 metros de pie (según Badie/ Moret 1998).

defensivo del Puig de Sant Andreu de Ullastret, a escasos kilómetros de la colonia emporitana, donde se aprecia cómo las torres circulares de la fortificación del siglo V a.C. están separadas entre sí por lienzos de muralla de 100 pies (Fig. 9), o un *plethron* de 0,296 metros¹² (Olmos 2009, 275). Del mismo modo, en una zona alejada de la órbita comercial directa focea, tenemos el asentamiento de la Picola (Santa Pola, Alicante) donde los trabajos efectuados por P. Moret y A. Badie han permitido recuperar un pequeño asentamiento fortificado datado aproximadamente en el 430 a.C., y donde el análisis metrológico de las estructuras conservadas ha identificado la utilización del pie jónico de 0,296 metros, en forma de brazas de 6 pies (Moret/ Badie 1998, 56). La perfección y regularidad de su trazado ha llevado a la atribución a un arquitecto griego como responsable de la planificación de la obra (Moret/Badie 1998, 61) que, como podemos comprobar, usaría para la construcción la unidad modular característica del siglo V a.C (Fig. 10). Esta misma unidad parece que está en uso en el asentamiento indígena de

Béziers, en la región languedociana y situado cerca del núcleo foceo de Agde. Las excavaciones urbanas efectuadas han sacado a la luz restos de una calle del siglo V a.C, con una anchura de 9,60 metros (Olive/Ugolini 1997, 89). La comparación del ancho de la calle (32 pies) con las medidas de algunos adobes conservados han llevado a identificar la utilización de un pie de 0,296-7 metros como unidad de medida (Ugolini 2003, 28, nota 3).

Un siglo más tarde el patrón modular será modificado, con la adaptación extensiva del pie de 0,275 como patrón regulador de los sistemas defensivos y la arquitectura de este momento. El origen de esta unidad de medida no se encuentra en el Mediterráneo occidental, sino en la Grecia continental. La identificación, en una regla de arquitecto del pecio de Ma'agan Mikhael, datado hacia el 400 a.C., de una unidad grabada con la medida de 0,277 metros, ha permitido otorgar un origen oriental a esta modulación que, tal y como ha estudiado Stieglitz, es una unidad arcaica que contrasta con las otras dos unidades grabadas, el pie soloniano

12.- Sobre la utilización del *plethron* de 100 pies como unidad arquitectónica disponemos de la detallada descripción de la construcción del Castillo de Euryalos o Epipolae de Siracusa por parte de Diodoro de Sicilia, que nos dice que para su construcción por cada *plethron* se sitúa un maestro de obras y 200 obreros, cf. Diodoro de Sicilia, *Biblioteca Histórica*, XIV, 18, 8, pág. 29, edición de M. Bonnet y E. Bennett, Les Belles Lettres, París, 1997.

y el pie fidonio, que son las unidades implantadas por las reformas metrológicas de Solón y Fidón (Stieglitz 2006). Según el autor, esta unidad es usada por los arquitectos en la Grecia clásica y la Magna Grecia; la posterior implantación de los sistemas de medidas reformados llevaría a la sustitución de esta unidad, que es exitosamente difundida al Mediterráneo occidental, donde está en uso hasta el 20 a.C., cuando la reforma metrológica de Augusto acaba por imponer el *pes monetalis* romano¹³, tal y como muestra la tabla de medidas de Pompeya (Mau 1902, 92-93), originariamente adaptada a los sistemas de medidas oscos, y que en época de Augusto se amplía para adaptarse a las exigencias imperiales.

De este modo, mientras que en el Mediterráneo oriental el uso de la unidad de 0,275 metros es, por ahora, residual, en Occidente tuvo una fuerte implantación a partir del siglo IV a.C. Este pie de 0,275 es conocido en la bibliografía moderna como *pes oscus* o pie itálico, ya que es el pie usado en Roma y a la península Itálica antes de la introducción del pie romano o *pes monetalis*. En la ciudad de Roma, Lugli ha propuesto su uso en la muralla serviana, ya que el ancho de los bloques de la primera fortificación se corresponde con 2 por 3 pies (Lugli 1957, 193). Esta unidad es fuertemente implantada en los asentamientos indígenas de la zona campana, como Pompeya, a donde habría llegado procedente de las colonias griegas de la Magna Grecia.

Las colonias focaeas continúan la dinámica presente en todo el territorio, y optan por la adaptación del *pes oscus* como unidad modular. En Elea es esta la unidad de medida característica del bastión del Castelluccio, basado en un sistema de proporción de triángulos rectángulos. La plasmación arquitectónica de esta construcción remite a un *plethron* griego de 100 pies de 0,27 metros, que es el mismo módulo que hemos identificado entre las torres defensivas de la fortificación emporitana del siglo IV a.C. En Emporion, otra característica es el uso de la proporción euclidiana en las torres, que no hemos podido documentar en Massalia y Elea, donde las torres presentan una planta cuadrangular. Esta proporción la hemos identificado en el sistema defensivo de Kaulonia (Monasterace Marina, Calabria), colonia aquea que se dota de una primera defensa en el siglo VII-VI a.C., y que se habría protegido con torres en el siglo V a.C. En este sistema defensivo, la torre D presenta unas medidas de 6,77 metros por aproximadamente 11 metros (Tréziny 1989b, 131-132), lo cual se traduce en una adaptación de la proporción en media y extrema razón (1,62), a partir de la que se identifica como unidad modular un codo de 0,52 metros.

En las colonias massaliotas de Agde y Olbia de Provenza datadas durante el siglo IV a.C. se identifica, de

nuevo, el pie de 0,275 metros. El caso de esta última es paradigmático, ya que a pesar de tratarse de un asentamiento fortificado portuario de características similares al de la Picola, se observa que la modulación interna cambia para adaptarse a la moda metrológica del momento. Este pie de 0,275 metros será la unidad modular que se transmita a los asentamientos indígenas de la Galia meridional. En la fortificación de Saint-Blaise, cercana a Massalia, se identifica su uso como parte de un esquema regulador basado en una braza de 1,65 metros ó 6 pies de 0,275 metros (Tréziny 1989a, 32). Al mismo tiempo, la interpretación metrológica del asentamiento de Nages ha comprobado un planteamiento urbanístico basado en aproximaciones de $\sqrt{2}$ de las cuales se deduce el uso de un pie de 0,275 metros (Tréziny 1989a, 42). En el contexto indígena de la península Ibérica, los constructores ibéricos optan por otras soluciones métricas, y a partir del siglo V a.C. se adoptan unidades de medida propias que conviven con las unidades de medida griegas (Olmos en prensa).

Sobre la metrología focaea en el siglo III a.C. podemos aportar pocos datos, ya que prácticamente no se documentan reformas o construcciones importantes correspondientes a este período. Únicamente el caso de Nages, se enmarca dentro de este momento. En este yacimiento se comprueba que en los asentamientos indígenas se continúa utilizando la misma unidad constructiva característica de la arquitectura focaea en el siglo IV a.C. En la península Ibérica podemos atribuir la construcción de las torres pentagonales del Castellet de Banyoles de Tivissa (Tarragona) a este período. La construcción del sistema defensivo de inspiración griega se ha propuesto tomando como unidad modular el pie de 0,275 metros (Moret 2002b, 206), a pesar de que el sistema de medidas usado en el asentamiento es objeto de debate actualmente (Moret en prensa). A nivel de recursos poliorcéticos sí que observamos unas soluciones comunes a las colonias focaeas. Durante el siglo IV a.C., Emporion y Massalia disponen únicamente de un foso como complemento al sistema defensivo. Un siglo después, las defensas de Elea y de Emporion se ven reforzadas mediante la construcción de un *proteichisma* o defensa avanzada. En Massalia en este momento se realizan una serie de construcciones adosadas al sistema defensivo, pero con una finalidad más doméstica que defensiva (Tréziny/Trousset 1992, 97).

El siglo II a.C. es el último momento de esplendor de la arquitectura focaea, antes de su absorción en la esfera romana. A este período corresponden las fortificaciones helenísticas de la Bourse y Emporion, planificadas siguiendo un mismo esquema constructivo basado en proyecciones de triángulo, y usando el codo de 0,52 metros como unidad reguladora. Este

13.- Dio Casio, *Historia romana*, 52, 30.9, p. 154-155, ed. E. Cary, Loeb Classical Library, Londres, 1960.

esquema contrasta con el identificado en los asentamientos indígenas de Cataluña, donde en este momento de romanización inicial, los pueblos ibéricos se ven envueltos dentro del sistema metrológico romano, a pesar de que conservan rasgos definitorios de sus técnicas constructivos y de su urbanismo (Belarte/Olmos/Principal en prensa).

En este punto final no podemos sino retomar las palabras dejadas por P. Moret cuando hace referencia a que los arquitectos massaliotas responsables de la construcción de la Bourse, y los de la fortificación emporitana del siglo II a.C. pertenecen a la misma escuela (Moret 2002b, 196). En el momento actual de la investigación, creemos poder ir más allá y no atribuir una filiación común solamente en el último momento, sino que, como hemos querido mostrar, las colonias foeas además de tener un origen común, tienen una evolución metrológica paralela.

BIBLIOGRAFÍA

AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. 2000, Les ceràmiques gregues arcaïques de la Palaia polis d'Empòrion, in P. Cabrera, M. Santos (coord.), *Ceràmiques jònies d'època arcaica: centres de producció i comercialització al Mediterrani Occidental*, Barcelona, Monografies Emporitanes 11, 285-346.

AQUILUÉ, X., CASTANYER, P., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. 2002, Nuevos datos acerca del hàbitat arcaico de la Palaia Polis de Ampurias, in J.M. Luce (ed.), *Habitat et urbanisme dans le monde grec de la fin des palais mycéniens à la prise de Milet (494 av. J.-C., Pallas 58*, 301-328.

ARCELIN, P. 2000, Arles protohistorique, agglomération et structuration urbaine, in M. Baudat (ed.), *Espace et urbanisme d'Arles des origines à nos jours*, Arles, 7-23.

ARCELIN, P. 2008, Arles protohistorique. De l'implantation coloniale grecque à l'agglomération portuaire indigène, in M. Heijmans, M.-P. Rothé (ed.), *Carte Archéologique de la Gaule 13/5*, Paris, 97-114.

BATS, M. 2001, La chora de Massalia, *Problemi della chora coloniales dall'occidente al Mar Nero. Atti del 40 convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 2000)*, Tarento, 491-512.

BELARTE, C., OLMOS, P., PRINCIPAL, J. en prensa, ¿Romanos iberizados? Aportaciones romanas y tradiciones indígenas en la Hispania Citerior mediterránea, *XVII International Congress of Classical Archaeology (Roma, 2008)*, Roma.

CAVEING, M. 1998, *L'Irrationalité dans les mathématiques grecques jusqu'à Euclide*, Villeneuve d'Ascq.

DE PRADO, G. 2006, *Materials, elements i tècniques de construcció de l'arquitectura d'època ibèrica al Puig de Sant Andreu (Ullastret)*, Trabajo de tercer ciclo inédito, Departament de Geografia, Història i Història de l'Art, Universitat de Girona.

DE ZWARTE, R. 1994, Der ionische Fuss und das Verhältnis der römischen, ionischen und attischen Fussmasse zueinander, *BaBesch 69*, 115-143.

DUPRÉ, X. 2005, Terracotas arquitectónicas prerromanas en Emporion, *Empúries 54*, 103-123.

GASSNER, V., SOKOLICEK, A., TRAPICHLER, M. 2002, Elea 2002 - Forschungen im Bereich des "Castelluccio", *Forum Archaeologiae 25/XII/2002* (<http://farch.net>).

GHYKA, M. 1992, *El Número de oro: ritos y ritmos pitagóricos en el desarrollo de la civilización occidental*, Barcelona.

GRAS, M. 1995, L'arrivée d'immigrés à Marseille au milieu du VI^e siècle av. J.C., in P. Arcelin, M. Bats, D. Garcia, G. Marchand, M. Schwaller (eds.), *Sur les pas des grecs en Occident. Hommages à André Nickels*, Aix-en-Provence, 363-366.

GROS, P. 1976, Nombres irrationnels et nombres parfaits chez Vitruve, *Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité 88*, 669-704.

HALLIER, G. 1986, Pierre de taille et mesures normalisées : les enceintes hellénistiques d'Apollonia de Cyrénaïque et de Massalia, in Tréziny, H., Leriche, P. (eds.), *La fortification dans l'Histoire de Monde Grec (Valbone 1982)*, Paris, 251-271.

KRINZINGER, F. 2006, Elea. Architettura e urbanistica, *Elea: atti del 45 convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 2005)*, Tarento, 157-192.

LUGLI, G. 1957, *La Tecnica edilizia romana con particolare riguardo a Roma e Lazio*, Roma.

MARCET, R., SANMARTÍ, E. 1989, *Empúries*, Barcelona.

MAU, A. 1902, *Pompeii it's life and art*, Nueva York.

MORET, P. 1998, Rostros de piedra. Sobre la racionalidad del proyecto arquitectónico de las fortificaciones urbanas ibéricas, *Los iberos príncipes de Occidente (Barcelona, 12-14 de marzo de 1998)*, Barcelona, 83-92.

MORET, P. 2002a, Emporion et les mutations de l'architecture ibérique au premier âge du fer, *Zephyrus 53-54*, 379-391.

MORET, P. 2002b, Les fortifications ibériques complexes: questions de tracé et d'unité de mesure, in P. Moret, F. Quesada (eds.), *La guerra en el mundo ibérico y celtibérico (ss VI-II a.. de C.)*, Madrid, 189-215.

MORET, P. en prensa, À propos du Castellet de Banyoles et de Philon de Byzance: une nécessaire palinodie, *Salduie 7*.

MORET, P., BADIE, A. 1998, Metrología y arquitectura modular en el puerto de La Picola (Santa Pola, Alicante) al final del siglo V a.C., *Archivo Español de Arqueología 71*, 53-61.

NICKELS, A. 1981, Recherches sur la topographie de la ville antique d'Agde, *Documents d'Archéologie Méridionale 4*, 29-50.

NIETO, X., AGUELO, X., MORHANGE, C., REVILL, A., RIZZO, E., VIVAR, G. 2005, La fachada marítima de Ampurias: estudios geofísicos y datos arqueológicos, *Empúries 54*, 71-102.

- OLIVE, C., UGOLINI, D. 1997, La maison 1 de Béziers (Hérault) et son environnement (V^e-IV^e s. av. J.-C.), in D. Ugolini (dir.) *Languedoc occidental protohistorique. Fouilles et recherches récentes VI^e-IV^e s. av. J.-C.*, Aix-en-Provence, 87-129.
- OLMOS, P. 2009, Adaptació metrològica grega en l'arquitectura ibèrica de Catalunya: Puig de Sant Andreu d'Ullastret i Mas Castellar de Pontós, *Cypsela* 17, 273-285.
- OLMOS, P. en prensa, Aproximació a la metrologia ibèrica a Catalunya (segles V-II aC), *Revista d'Arqueologia de Ponent* 19.
- ÖZYIGIT, O. 1994, The city walls Phokaia, *Revue des Études Anciennes* 96, 77-109.
- ÖZYIGIT, O. 2006, Nouvelles recherches archéologiques à Phocée, *Elea: atti del 45 convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 2005)*, Tarento, 9-22.
- PONS, E., ASENSIO, D., BOUSO, M., FUERTES, M. 2005, Noves aportacions sobre la periodització del jaciment de Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà), in O. Mercadal. (coord.), *XIII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. Món Ibèric als Països Catalans*, Puigcerdà, 361-377.
- PUIG, A., MARTIN, A. 2006, *La colònia grega de Rhode (Roses, Alt Empordà)*, Girona, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Sèrie Monogràfica 23.
- SANMARTÍ, E., NOLLA, J.M. 1986, Informe preliminar sobre l'excavació d'una torre situada a ponent de la ciutat grega d'Empúries, *Protohistòria catalana. Sisè col·loqui internacional d'arqueologia de Puigcerdà (7-9 desembre 1984)*, Puigcerdà, 159-191.
- SANMARTÍ, E., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J. 1986, Las estructuras griegas de los siglos V y IV a. de J.C., halladas en el sector sur de la Neápolis de Ampurias. Campaña de excavaciones del año 1986, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense* 12, 141-184.
- SANMARTÍ, E., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J. 1988, La secuencia histórico-topográfica de las murallas del sector meridional de Emporion, *Madriditer Mitteilungen* 29, 191-200.
- SANMARTÍ, E., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J. 1990, Emporion: un ejemplo de monumentalización precoz en la Hispania republicana (los santuarios helénísticos de su sector meridional), in W. Trillmich, P. Zanker, P., *Stadtbild und Ideologie. Die monumentalisierung hispanischer Städte zwischen Republik und Kaiserzeit (Madrid 1987)*, Munich, 117-144.
- SANMARTÍ, E., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J. 1992, Nuevos datos sobre la historia y la topografía de las murallas de Emporion, *Madriditer Mitteilungen* 33, 102-112.
- SANMARTÍ, E., CASTANYER, P., SANTOS, M., TREMOLEDA, J. 1996, Nota sobre el bastió oriental de la muralla grega d'Emporion, *Fonaments* 9, 243-250.
- SOKOLICEK, A. 2006, Architettura e urbanistica di Elea: lo sviluppo della città in relazione al cosiddetto tratto A delle mura, *Elea: atti del 45 convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 2005)*, Tarento, 193-204.
- STIEGLITZ, R. 2006, Classical Greek Measures and the Builder's Instruments from the Ma'agan Mikhael Shipwreck, *American Journal of Archaeology* 110 (2), 195-203.
- TOCCO, G. 2006, Elea/Elea. Venti anni di attività dalla ricerca alla valorizzazione. Metodologie di un intervento, *Elea: atti del 45 convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 2005)*, Tarento, 117-136.
- TRÉZINY, H. 1989a, Métrologie, architecture et urbanisme dans le monde massaliète, *Revue Archéologique de Narbonnaise* 22, 1-46.
- TRÉZINY, H. 1989b, Kaulonia I. Sondages sur la fortification nord (1982-1985), *Cahiers du Centre Jean Bérard* XIII, Nápoles.
- TRÉZINY, H. 1994, Les fortifications phocéennes d'Occident (Emporion, Vélie, Marseille), *Revue des Études Anciennes* 96, 115-135.
- TRÉZINY, H. 1996, Les fouilles de la Bourse à Marseille (1977-1994), *Comptes Rendus Académie des Inscriptions* I, 225-249.
- TRÉZINY, H. 2001a, Les fortifications de Marseille dans l'Antiquité, in H. Tréziny, M. Bouiron (dir.), *Marseille. Trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René. Actes du colloque de Marseille 1999*, Études Massaliètes 7, Aix-en-Provence, 45-57.
- TRÉZINY, H. 2001b, Trames et orientations dans la ville antique: lots et îlots, in H. Tréziny, M. Bouiron (dir.), *Marseille. Trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René. Actes du colloque de Marseille 1999*, Aix-en-Provence, Études Massaliètes 7, 137-145.
- TRÉZINY, H. 2002, Marseille grecque: approche archéologique, *La monetazione dei Focei in Occidente Atti dell'XI convegno del centro internazionale di studi numismatici (Nápoles 1996)*, Roma, 53-70.
- TRÉZINY, H., TROUSSET, P. 1992, Les fortifications de Marseille grecque, in M. Bats, G. Bertucchi, G. Congès, H. Tréziny (ed.), *Marseille grecque et la Gaule*, Aix-en-Provence, Études Massaliètes 3, 89-107.
- UGOLINI, D. 2003, Essai sur la métrologie du site protohistorique dit Le Port à Salses-le-Château (66) (V^e s. av. J. -C.), in F. Favory (dir.), *Métrologie agraire antique et médiévale. Actes de la Table ronde d'Avignon 1998*, Besançon, 27-34.
- VIVÓ, D. 1996, Rhode: arquitectura i urbanisme del barri hel·lenístic, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 6, 81-117.
- WEYDERT, N. 1994, Le dépôt coquillier anthropique de la Place Jules-Verne: un témoignage de l'Age du bronze à Marseille, étude malacologique et archéologique, *Préhistoire et Anthropologie Méditerranéennes* 3, 177-189.
- WILSON JONES, M. 2000, *Principles of Roman architecture*, Yale.