

JAUME COLU CONESA

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

The semitic colonialism on the south-east coast of the Iberian peninsula during the first millenium BC, was the main reason on the changes at every level of dynamics in local population. Changes not only occurred in political or social orders, but in econocmic and technological spheres. Ceramic technology changed radically from a home-system production to a workshop- massive one, involving improvements as fast potter's wheel and the upright double-chamber ceramic kiln, lower for stocking fuel and fire-chamber and upper for stacking pots; also, as part of the bulk of the new ceramic system, were introduced new clay elaboration procedures. All those, were pushed by society to get better ceramic produces accomplishing the requeriments of the items for new rites or uses, as containers for long trade traffic, cups, jar or dishes, and other ones.

Desde fines del segundo milenio, navegantes orientales identificados generalmente con los fenicios, provocaron la mayor transformación de los pueblos del occidente mediterráneo, de su sociedad y sus sistemas de producción, distribución y consumo. Este hecho se plasma de forma evidente en la cerámica que adapta una técnica de fabricación desconocida hasta el momento, con la introducción del torno, de los hornos de tiro directo y de un repertorio tipológico-funcional relacionado con los usos y tradiciones de los colonos orientales. La adopción de esta tecnología evidencia la aparición de un colectivo especializado y la organización de la producción en talleres. Junto a ello pervive la fabricación manual de carácter doméstico, ceñida al utillaje de cocina, todavía probablemente ligada al trabajo de la mujer con un modelo de producción que hoy subsiste en escasos centros alfareros peninsulares (Moveros, Mota del Cuervo), o entre los bereberes del norte de África.

El modelo de producción doméstica de la cerámica debía incluir una cuidadosa selección y un bajo procesado de la materia prima, la conformación manual con sistemas de baja tecnología, desde la técnica de rollos al modelado con yunque y, a lo sumo, la torneta o torno lento, y la cocción en hoguera, hornera u hoyo. Conocemos la cerámica ibérica producida con estos procedimientos, pero no las estructuras de cocción, que son difíciles de distinguir por ser muy rudimentarias.

La nueva técnica introducida en el mundo ibérico se descubre inicialmente en la Turdetania y en el sureste peninsular.

Se caracteriza por la introducción del torno rápido, por la producción de formas de origen fenicio (los platos, tazas y ánforas), que indican una nueva pauta en el uso de la cerámica ligado al consumo de bienes suntuarios y al tráfico comercial. La nueva cerámica introduce estructuras de combustión complejas, con claros precedentes en el mundo semita, como hornos de doble cámara separada por parrilla y tiro vertical que encontramos en la Península desde el siglo VII (Cerro Macareno, Marmolejo). En el siglo VI esta tecnología se encuentra ampliamente generalizada en todo el ámbito ibérico, y más tardíamente se produce su introducción en la Celtiberia.

Las áreas de producción de la cerámica ibérica pueden distinguirse a nivel general por los grandes estilos decorativos. Sin embargo, los hallazgos de los lugares en los que ésta se fabricó, en especial las estructuras de cocción, permiten acercarnos a aspectos de la organización del sistema de trabajo a través de detalles del proceso técnico, del funcionamiento particular de las estructuras, de las características de los objetos producidos, etc.

Esta aportación intentará aproximarse a la técnica de la cerámica ibérica y a cuestiones íntimamente relacionadas, como reflejo de la estructura social, partiendo de una valoración realizada a partir de los aspectos materiales de las producciones cerámicas. Utilizaremos los resultados de la arqueometría de la cerámica ibérica de forma puntual, ya que ésta se encuentra todavía en sus inicios, conscientes de que su

aplicación como método arqueológico debe partir de unos planteamientos teóricos iniciales, que en parte aquí se recogen, debiendo dirigirse a buscar soluciones que demuestren la validez de los conceptos generales que hoy tenemos, o a abrir nuevas vías de interpretación desechando aquellas hipótesis incontrastables. Nuestra propuesta se basa en conocimientos generales que pueden consultarse en la extensa bibliografía básica sobre técnica cerámica, de las cuales existen aproximaciones esenciales desde el punto de la arqueología (Shepard, 1956; Matson, 1980; Peacock, 1982; Arnold, 1985; Rice, 1987; Orton *et alii*, 1997).

Antes de iniciar la valoración de los temas que pueden ser relevantes en el estudio de la cerámica ibérica, cabe realizar una primera aproximación a las especies de la cerámica como representativas de la aplicación de diversos modelos y técnicas de fabricación.

Generalmente la cerámica ibérica se agrupa en tres grandes clases tecnológicas diferenciadas (Mata y Bonet, 1992):

- Clase A o de Cerámica Fina, en la que se incluyen las piezas elaboradas a torno rápido, con pastas compactas, duras, generalmente de sonido metálico, y sin impurezas visibles. Los acabados que ofrecen suelen ser engobes, bruñidos o alisados.

Dentro de la clase A se distinguen dos calidades:

- Cocción oxidante.
- Cocción reductora.

Su fabricación va ligada a la introducción del torno y del horno de tiro directo de convección, aspectos que a su vez se relacionan con producciones especializadas destinadas al comercio. El cambio tecnológico debe indicar la adaptación del nuevo modelo ligado a una producción de escala, a pesar de que luego existan talleres de alcance local. En Andalucía se inicia hacia fines del siglo VIII o principios del siglo VII a. C., y entre fines del siglo VII e inicios del siglo VI en la fachada mediterránea.

- Clase B o Cerámica Tosca, en la que se incluyen piezas de terminación poco cuidada, realizadas a torno, con pastas que incluyen gran cantidad de desgrasante, con aspecto poroso y cocción reductora en general. Decoraciones escasas y simplificadas, realizadas por incisión o aplicación plástica.

Como en el caso anterior se observan dos calidades:

- Con desgrasante abundante, pasta friable y apta para el fuego.
- Sin apenas desgrasante visible.

Como en el caso anterior su fabricación va ligada a la introducción del torno y del horno de tiro directo, interviniendo en este caso un elemento tecnológico especializado, como exige la producción destinada a la cerámica de cocina. Su cronología es similar al grupo anterior.

A estas clases debemos añadir una tercera (clase C) referida a las producciones realizadas a mano, de carácter doméstico, a partir de barros seleccionados a corta distancia, y cocidas en hoguera o estructuras de cocción por contacto. Este grupo utiliza una tecnología de producción muy básica, y es substituida con rapidez por los productos especializados. En

Andalucía desaparece hacia el siglo VI, en el área valenciana hacia el siglo V y en Cataluña perdura hasta el siglo III, en general con gran variabilidad regional.

I. FACTORES DE LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ALFARERA Y CERÁMICA

Para la existencia de una producción cerámica en la época en estudio, debían darse una serie de condiciones básicas como eran: proximidad a la materia prima básica (arcilla), existencia de agua y cercanía a fuentes de provisión de combustible vegetal. La arcilla se conseguía en las llanuras aluviales cuaternarias o en las terrazas sedimentarias terciarias o secundarias, en la proximidad de cursos fluviales o cerca de zonas pantanosas. Las arcillas utilizadas por los íberos solían ser calcáreas o ferruginosas, y de buena plasticidad en bruto. Junto a las arcillas se necesitaban ciertos minerales como sílice o calcita, usados como aplásticos o desengrasantes, así como hierbas, tallos de gramíneas o estiércol de ganado vacuno o equino, recursos éstos últimos debidos a la propia actividad controlada por el hombre. Sin duda, la existencia de buenas vetas de arcilla o de minerales desengrasantes son los requisitos mínimos indispensables, aunque no se debe minimizar la necesidad del agua. Para las cerámicas del mundo clásico se ha calculado que se necesitaban 10 litros de agua para obtener 1 Kgr. de arcilla utilizable, desechándose otro Kgr. de materia prima en el proceso de preparación del barro (Echallier y Montagu, 1985). Sin embargo, puede hacerse alfarería sin necesidad de un aporte voluminoso especial de agua en el taller, ya que el líquido de un mismo contenedor puede procesar varios Kgr. consecutivos de material, con pérdidas de un 20 a 30% en cada operación. Por otra parte, la selección de la arcilla obteniéndola de zonas naturales embalsadas puede reducir notablemente estas necesidades teóricas.

En cuanto al combustible, pueden utilizarse varias fuentes energéticas en función del producto a obtener. Por una parte están el estiércol o los residuos herbáceos, generalmente usados en aquellas producciones de carácter doméstico, por otra el monte bajo, la leña pequeña y por último la leña gruesa. Cada tipo de combustible tiene unas cualidades específicas a la hora de ser usado. Como ejemplo de su especial utilización podemos acudir a los sistemas de cocción cerámica de los bereberes (Schütz, 1992a, b y 1994).

Además de estos condicionantes del medio existen otros de carácter social o económico. La implantación de la nueva técnica cerámica va ligada a la satisfacción de la demanda, expresada en la solución de nuevas necesidades del grupo social. Sus instalaciones son complejas y en cierto modo necesitan un espacio considerable, en especial por el volumen de producción. Frente a la tónica general del mundo ibérico en el cual los centros de transformación y producción se sitúan en los propios núcleos de habitación, la cerámica parece evidenciar otra situación. La posición de los hornos, en general alejados de las poblaciones, indicaría que al menos la cocción de la cerámica se realizaría lejos del núcleo habitado. Se constatan escasas instalaciones para la fabricación de cerámica en

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

los extremos de centros de población, como tal vez ocurra en la Illa dels Banyets (López Seguí, 1997), o en Casilla del Cura (Martínez Valle y Castellano, 1997). Por contra, muchas localidades parecen estar alejadas de los núcleos habitados y cerca de las fuentes de recursos necesarios, en especial cursos de agua y lugares con sedimentación de arcillas, como ocurre en Alcalá del Júcar (Broncano y Coll, 1988), Pla de Piquer (Aranegui y Martí, 1995), o Borriol (Porcar, 1933; 1948). El caso de Marmolejo parece evidenciar que ya en el siglo VII existían talleres rurales con especialización alfarera lejos de lugares de habitación general (Molinos *et alii*, 1990 y 1994). La misma situación podría aducirse para lugares como Alcalá del Júcar o Casa Guerra (El Rebollar, Valencia). Es bastante improbable que la cocción se realizase lejos de los propios talleres alfareros, en caso de que éstos estuvieran en los lugares de habitación, por el riesgo que conlleva trasladar los vasos crudos al horno. Mucho más probable es que la población alfarera viviera cerca del lugar donde se ubican los propios hornos, ubicación que suele coincidir con lugares aptos para el desarrollo de la alfarería. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que este factor está en relación con las características de la industria y el volumen de producción, por lo que las ins-

talaciones de carácter doméstico no suelen seguir esta norma.

El conocimiento actual de los centros alfareros del mundo ibérico es escasamente satisfactorio. Observando la distribución de las evidencias materiales constatadas, en cuanto a restos de desechos de fabricación y hornos básicamente, podemos observar la escasa coincidencia de éstos con los grandes núcleos considerados como centros productores o difusores de los diversos estilos decorativos (*Azaila, Arse, Edeta, Ilici*, etc.). Sin embargo, si bien no conocemos los grandes talleres de las series mejor estudiadas, sí se puede observar la gran intensidad de explotación y la atomización de focos de producción cerámica en toda la geografía ibérica (fig. 1). Por otra parte, podemos empezar a conocer la dispersión regional de los productos de alguno de estos talleres, como ocurre con el caso del Pla de Piquer (Aranegui y Martí, 1995).

II. TÉCNICA DE PRODUCCIÓN

La producción de la alfarería requiere ciertos trabajos que vamos a numerar y describir a partir de lo que podemos entrever de los aspectos materiales de la cerámica ibérica. En primer lugar es necesario el acopio y preparación de la arcilla. Esta fase comprende la localización de la cantera, la extrac-

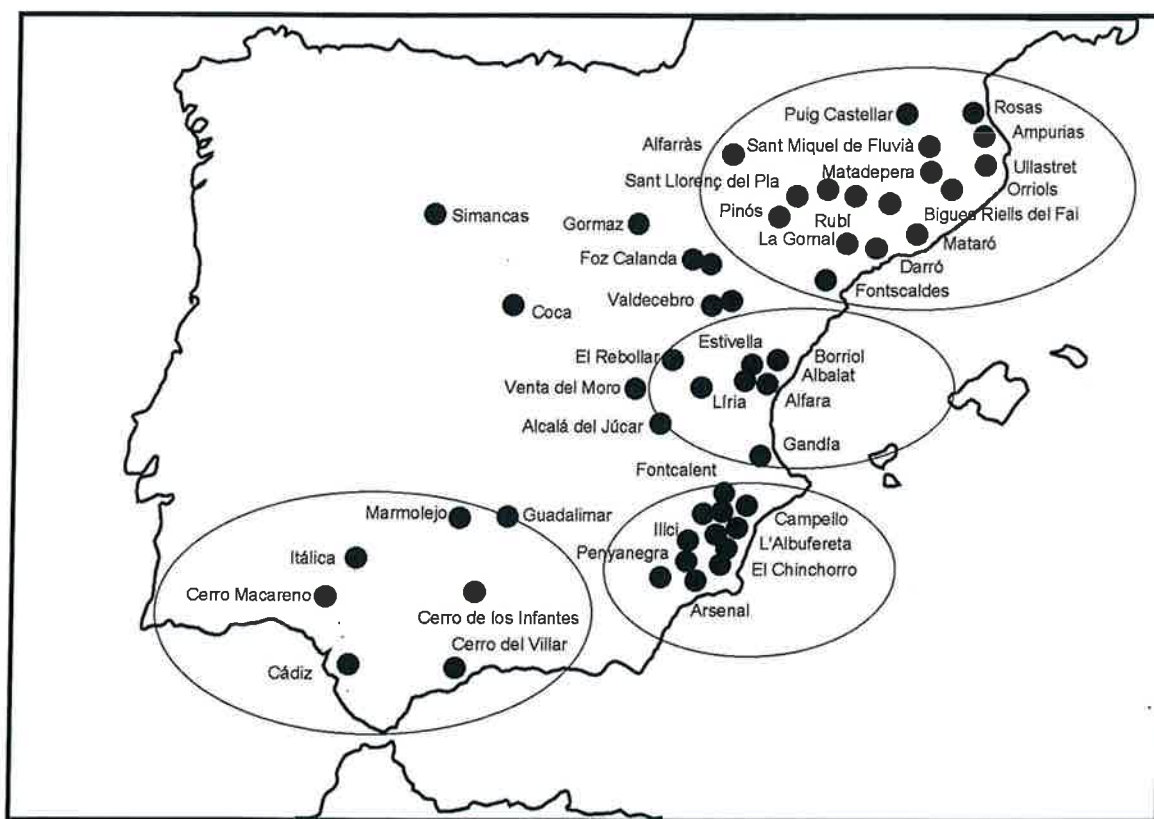


Figura 1. Localización de los hallazgos de hornos y testares cerámicos prerromanos del primer milenio.

ción y el procesado mediante su depuración, preparación de la masa plástica, alteración con aditivos en su caso y el amasado. Después viene la fase de conformación, o confección del vaso, seguida del secado hasta el punto de cuero cuando se practica la adición de elementos plásticos (cordones, asas, pitorros, añadidos de partes del vaso, etc.) o el retocado de la forma. En este punto se practican también las decoraciones impresas o incisas. Posteriormente viene el secado, el pintado o engabado y, por último, la cocción.

II.1. Obtención y preparación de las arcillas

Las arcillas se seleccionan generalmente en las proximidades del lugar de elaboración. En la cerámica de carácter doméstico, realizada a mano y cocida en hoguera, nuestra clase C, se tiende a invertir mayor tiempo en la localización de arcillas aptas que en la manipulación de éstas alterando sus propiedades para conseguir las aptitudes deseadas. En este caso, la arcilla suele recogerse en el estado de plasticidad necesario para la elaboración inmediata. Sin embargo, en época ibérica ya se conocía la adición de calcitas, dolomitas o conchas machacadas, utilizables como desengrasantes en cocciones de temperatura inferior a 700 °C. La adición de paja o estiércol produce vasos de gran dureza a temperaturas bajas, por el efecto reductor que ocasiona la presencia de la materia orgánica. La mezcla de estos elementos usados como desengrasantes reducen la manipulación de las pastas, los tiempos de secado y el riesgo de estallido en la cocción al aumentar la resistencia al estrés térmico a baja temperatura.

Los análisis arqueométricos efectuados tanto en Las Calañas de Marmolejo, como en el área ilergete para localizar las fuentes de provisión de arcillas (Molinos *et alii*, 1994; Junyent y Alastuey, 1991), han permitido una aproximación arqueométrica al problema de la procedencia de la materia prima. La difracción de rayos X (DRX) identifica las fases minerales presentes en cerámicas cocidas, las cuales son representativas de diferentes gradientes de temperatura en función de las características químicas de las arcillas de base y de su atmósfera de cocción. Su aplicación, por tanto, ofrece elementos para aproximarnos al conocimiento de la temperatura de cocción y para comparar con arcillas naturales de la zona para observar su comportamiento y determinar su posible uso como materia prima. Esta técnica debe complementarse con otras, como la fluorescencia de rayos X (FRX), la cual identifica la composición química de los elementos mayoritarios de las arcillas o la espectrometría de absorción atómica (AAS) y la técnica de la espectrometría por emisión de plasma inducido (ICP), que determinan la presencia de elementos traza, o marcadores específicos asociables a sedimentos particulares, además de la microscopía óptica o microscopía de polarización. Las técnicas de alto nivel, como las microscopías, ofrecen información interesante para conocer aspectos tecnológicos como detalles que caracterizan las técnicas de conformación, los tratamientos decorativos, el grado de procesamiento o manipulación de las arcillas, la presencia de minerales residuales (los que no se descomponen hasta

determinadas temperaturas) y su identificación, así como fósiles que pueden ser determinantes de recursos de un área específica. La presencia de dermatoglifos puede acercarnos al conocimiento de los individuos, pudiendo reconocer el género, aproximarnos a la edad o al grupo étnico.

El mundo ibérico se caracteriza por la aparición de las cerámicas realizadas a torno, en gran cantidad, y cocidas en hornos de elevado rendimiento y capacidad considerable. En suma, es un sistema de producción que requiere especialización y, probablemente, dedicación a tiempo completo durante, por lo menos una parte del año que suele ser coincidente con los meses de mejor clima (primavera, verano, otoño), lo cual hace del alfarero especialista un individuo con poco tiempo para prácticas agrícolas excepto algunas de complemento de dieta. En estas condiciones el alfarero depende de su especialidad para procurarse los bienes de subsistencia que intercambiará con su producto. La preparación de la arcilla requiere, para este sistema productivo, un trabajo más elaborado en general que en el caso doméstico. La arcilla podía proceder también de la selección previa en caso de producciones cortas, pero si la cantidad exigida es alta precisará de una manipulación en volumen mayor de materia prima y de un procesado más intenso para obtener un producto adecuado para temperaturas elevadas y con mejores calidades tanto para garantizar un mayor volumen de producción como para obtener un mejor resultado en usos industriales, los cuales incluyen necesariamente mayor resistencia, dureza o dimensiones. Las arcillas debían seleccionarse obteniendo de la cantera las consideradas más idóneas y tratarse por meteorización durante un tiempo para su desamalgamado. Algunas fuentes iconográficas griegas como las tabletas corintias de Penteskoupi (fig. 2) ofrecen imágenes del proceso utilizado en la Grecia clásica, seguramente muy próximo al de los iberos. Tras la extracción es necesario partir los terrones y desmenuzarlos al máximo, operación realizable con mazas. Luego debe mezclarse con agua para obtener su decantación y filtrado y la eliminación de los áridos contenidos en los terrones. En la inmersión, que podía realizarse en tinajas o cubetas excavadas, es necesario un batido para dejar las partículas más finas en suspensión y obtener la decantación de las partículas mayores. Cuando el barro de asienta, puede ir extrayéndose el agua sobrante para utilizarla en otra cubeta o dejarla evaporar. Del residuo restante quedará una masa con fracción fina de materia prima en la cima y más gruesa en el fondo. Si el proceso se realiza batiendo y trasbalsando el agua del batido podremos obtener depósitos gruesos de aplásticos en la primera cubeta y masas de más calidad en las siguientes. No existen indicios de levigación por balsas y tamizado con malla en la alfarería ibérica, aunque pudieron usarse tamices o esteras de esparto, por lo que podemos suponer que el sistema básico en la preparación de las pastas consistía en el batido y trasbalsado. Luego se deja evaporar el sobrante de agua hasta la formación una masa plástica que es la base del proceso.

Tras la preparación del barro suele ser aconsejable la llamada "pudrición", consistente en el reposo de éste en lugares

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

húmedos y oscuros para que bacterias y microorganismos digieran la materia orgánica contenida en la masa. La falta de esta pudrición podría ocasionar efectos como corazón negro o pastas sandwich de interior reducido durante la cocción. Debemos suponer, por su presencia en muchas cerámicas, que no siempre se procedía de forma rigurosa.



Figura 2. Tres imágenes del trabajo del barro procedentes de *pinax* votivos greco-corintios de los siglos VI y V a. C. De arriba a abajo: excavación de la cantera de arcilla, amasado del barro con los pies sujetos a un tirante, torneado.

Si el barro va a ser utilizado para cerámicas finas, aquellas del tipo A, es deseable escoger el más depurado. Si va a ser usado para recipientes grandes, puede contener aplásticos de tamaño pequeño o medio, lo cual le dará más resistencia al estrés térmico y mecánico a la pieza, por lo cual podremos usar masa menos depurada. Los aplásticos calcáreos nunca son deseables para piezas cocidas entre 700 °C y 950 °C, ya que al cocer se convierten en óxido cálcico, el cual al reaccionar con el aire se transforma en hidróxido cálcico, aumentando de volumen y formando los indeseables "caliches" que provocan la presencia de escamados superficiales o roturas de la masa. Estos efectos perniciosos pueden minimizarse por

inmersión de la cerámica en agua tras su cocción, lo que provoca la disolución de gran parte de los nódulos de óxido cálcico.

Por último, algunos usos especiales de las cerámicas requieren el uso de aditivos. La sal, añadida a una masa cerámica para cocer entre 900 y 950 °C, le ocasiona mayor porosidad tras la cocción, no alterando su durabilidad. Sin embargo, si la cocción es corta y no se elimina totalmente el cloruro sódico, las sales remanentes provocarán a medio plazo la destrucción del recipiente. El agua de mar por ello, puede ser usada para la confección cerámica siempre que la temperatura final y el tiempo de cocción sean adecuados. Este caso puede explicar la localización de los hornos de Campello (Simón, 1990; López Seguí, 1997).

Para conseguir una mayor resistencia al estrés térmico la pasta podrá ser manipulada con adición de desengrasante. Si se va a cocer por debajo de 700 °C pueden usarse los de naturaleza calcárea o vegetal, como parece que es el caso mayoritario de las cerámicas de los grupos B y C. Sin embargo, a éstas o mayores temperaturas son especialmente indicados los aplásticos silíceos, como la arena de rodeno, aunque en la naturaleza pueden conseguirse arcillas que poseen esta calidad.

Antes del torneado el barro necesita un amasado para su puesta a punto. Durante la preparación, es necesario este amasado en diversas fases para homogeneizar la masa y eliminar el aire que puede contener en pequeñas burbujas, ya que éstas harían estallar el vaso en el horno.

II.2. Técnicas de conformación

La conformación es aquella operación que consiste en dar forma al objeto. Las cerámicas del grupo C suelen realizarse utilizando el procedimiento del modelado manual. En este caso no se usa el torno de alfarero, el producto se fabrica en el ámbito doméstico y su uso es restringido a esta esfera. Este tipo de producciones se asocian a la alfarería femenina y es una técnica esencialmente prehistórica que pervive en el mundo ibérico con un carácter minoritario. En el modelado manual se pueden usar tres técnicas básicas, el modelado por rollos o urdido, el modelado a partir de una bola de arcilla o el modelado con yunque. En este caso se usa una horma para ayudarse en la confección del vaso, en general otro vaso ya hecho o una pieza de madera tallada y pulida. A veces, para ciertos productos se usa una parte del cuerpo del alfarero, como la rodilla para realizar un cuenco abierto o el muslo para elementos como las tejas.

El torno lento o torneta, un simple plato giratorio de pequeño diámetro, pudo ser usado en piezas del grupo C, las cuales se caracterizarían por presentar estriados de torneado irregulares, que en general no completan horizontalmente todo el perímetro del vaso, y que en ocasiones llevan direcciones cruzadas. A veces los bordes se presentan más acabados y regulares, pero los estriados del cuello o de la panza denuncian fácilmente el uso de esta técnica. La torneta es usada generalmente en combinación con el urdido, el cual se

realiza mientras el vaso gira con la torneta por la simple aplicación de la fuerza del alfarero al colocar los rollos. Luego la superficie es alisada con una pequeña paleta o caña, y finalmente se gira la torneta rápidamente para repasar toda la superficie con la mano húmeda, creando los estriados comentados.

Sin embargo, la mayor innovación de la cerámica ibérica y una de sus características esenciales es el uso masivo del torno de alfarero de rotación rápida. Según los testimonios contemporáneos el modelo conocido debió ser el torno bajo de rueda grande. En general, según vemos en las representaciones del mundo clásico (fig. 2), éste era movido por un auxiliar y podía alcanzar una notable capacidad de revolución. El eje solía estar clavado en el suelo, mientras la rueda pivotaba sobre él. En general sus elementos eran de madera, aunque a veces la base era una gran piedra parecida a las de moler. Otro sistema probablemente usado era la rueda de eje solidario, el cual, sostenido por unos travesaños, pivotaba sobre un pequeño canto aplanado. El punto de contacto podía ser metálico con lo cual se minimizaba la fricción. Por otra parte parece que también era conocido el torno de plato pequeño y doble rueda. Ejemplares parecidos a este tipo son visibles en pinturas de vasos griegos usados como soportes de piezas que se están decorando. Cabe citar una representación de torno de doble rueda, la inferior de tamaño grande para impulsión, y la superior de menor diámetro, en un relieve helenístico de Egipto lo que indica que el modelo también era conocido en la antigüedad (Cook, 1972; Rice, 1987), siendo similar al usado por la alfarería hasta el siglo XX.

El moldeado es otra técnica de conformación utilizada por los Iberos. En general los moldes hallados, de barro cocido, se utilizaban para realizar partes de algunas piezas cerámicas (asas, apliques), o para la producción de vasos quemaperfumes, terracotas o coroplastia. La técnica usada era la del apretón, que consiste en presionar la masa contra el molde y regularizar posteriormente las superficies interiores y exteriores, uniendo las diversas piezas mediante barbotina.

II.3. Técnicas de decoración

Las decoraciones más simples son las practicadas sobre cerámicas del grupo C, consistentes en cordones aplicados que se decoran con impresiones, a veces digitales, peinado e incisión. Las aplicaciones se realizan sobre el vaso todavía fresco o en estado de cuero, lo mismo que el peinado. La incisión se realiza mejor en estados avanzados de secado, en el punto de dureza de cuero.

Las decoraciones plásticas, conseguidas mediante la adición de asas, cordones o elementos moldeados aplicados con barro semilíquido o barbotina cuando el vaso se halla en estado de cuero, eran frecuentes en urnas o *kalathos*.

Sin embargo, la técnica más generalizada y propia de estas cerámicas es la pintada, la cual se aplica básicamente sobre cerámicas de la clase A. Según Pradell (*et alii*, 1995a), la presencia del calcio por encima del 10% en las arcillas favorece, tras la cocción, una coloración clara de las pastas, lo que jus-

tifica su uso por parte de los alfareros ibéricos al necesitar un fondo que contrastara con el color de la decoración. Estas decoraciones se realizaban a pincel y se inician en momentos antiguos, ya en el siglo VII en Andalucía y hacia el siglo VI en la zona mediterránea. Para practicarla se disolvían los pigmentos en agua, en general colores cerámicos realizados con óxido de hierro (rojo) y óxido de manganeso (negruzco). Hay que tener en cuenta que las diversas calidades de los minerales de hierro, o las arcillas que los contienen y que pudieron usarse como pigmentos, pueden proporcionar una cierta gama variada de colores. De hecho los análisis de materiales ibéricos de Torrelló de Almassora indican que pese a las variaciones de color del rojizo al marrón, el pigmento usado fue siempre el óxido de hierro (Boix *et alii*, 1995). Por otra parte, el efecto de una reducción provocada por llamaradas reductoras que se pueden producir accidentalmente, o la mayor o menor exposición a la llama directa durante la cocción, puede alterar el color o la textura de un mismo pigmento mineral en diferentes puntos de la decoración del vaso. Una llama reductora ocasional provocará que el pigmento rojo se vuelva negro, y una llama directa de calor intenso puede ocasionar una mayor sinterización de parte de la superficie del vaso y la presencia de tonos púrpura y brillos en la pintura.

También es perfectamente perceptible sobre algunas producciones la técnica del engobe. En general se trata de vasos de pastas rosadas que presentan la superficie de color blanquecino. Las piezas que presentan esta técnica de forma más evidente ofrecen por el interior del labio una clara línea ondulada que indica el extremo cubierto por el engobe. Para realizar estos engobes se utilizaban arcillas más claras o calcáreas que las del cuerpo del vaso, las cuales se diluían en agua y se aplicaban a la pieza a pincel o por inmersión antes de cocer el vaso, estando éste en estado de cuero o casi seco.

Ciertas decoraciones, como los llamados "barnices rojos", pudieron conseguirse bruñendo la superficie pintada antes de su cocción. Sin embargo también pudieron usarse los barnices (engobes fundentes), como se ha argumentado para el caso de la cerámica de barniz rojo ibérica andaluza, aunque su calidad no sea similar a la de los barnices del mundo clásico, la cerámica ática o la *terra sigillata*. Para el caso ilergete en particular, parece que el barniz tenía la misma composición que la pasta con mayor concentración de hierro (Junyent y Alastuey, 1991) y ausencia de calcio, habiendo sido aplicado a pincel. La alta sinterización se conseguiría por esta mayor presencia de hierro. Actualmente la mayoría de los autores coinciden en que la obtención de los barnices antiguos se debía a una primera preparación de arcillas ricas en óxido de hierro con agentes defloculantes, como lejía de ceniza de madera (carbonato de potasio K_2CO_3) (Blanc, 1963; Noble, 1988). La acción defloculante de la disolución puede ser aumentada por el uso de agua con un pH alto. Con la defloculación, en baños de 8 a 12 h. se consiguen partículas de un tamaño de $0,75 \mu$ o menor, lo cual, unido a la presencia del potasio de alta capacidad fundente, garantiza un barniz de gran calidad. El aspecto más irregular del barniz rojo ibérico únicamente indicaría

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA



Figura 3. Pintado "al vuelo" de un skyphos ático.

una menor elaboración del engobe con tiempos de desfloculación más cortos o realizados con elementos de menor poder desagrumador. Creemos que se trata de barnices monococción, y no de segunda cocción como a veces se ha indicado (Molinos *et alii*, 1994, 40), ya que estos últimos se aplican generalmente a cerámicas de alta temperatura y son completamente ajenos a la tradición tecnológica del mundo clásico.

fases. Por un lado las bandas y líneas concéntricas que enmarcaban la decoración se realizaban con el vaso sobre el torno o torneta de pintor, sin rueda de impulsión, como así se hacía en la Grecia clásica. Una vez se había realizado la decoración de base compuesta por bandas y filetes, ésta se completaba probablemente con el vaso sobre el regazo, como vemos también en escenas áticas (fig. 3).

II.4. La cocción

Tras la decoración, la cerámica ibérica se sometía a un secado para luego poder proceder a la cocción del vaso. El secado en temporadas frías y húmedas o países poco soleados, era facilitada por la construcción de cobertizos o cámaras cercanas a los hornos, para así aprovechar el calor residual para acelerarlo.

La cocción es la operación que culmina la producción cerámica siendo la fase más crítica. En el mundo ibérico se sometía a las piezas a una sola cocción. Esta monococción aseguraba la transformación y la estabilidad de la decoración. Sin embargo, y a pesar de que podamos pensar que la cocción es un proceso delicado pero sencillo, es en este momento cuando se producen la mayor parte de los accidentes que terminan con pérdidas considerables del trabajo de meses. La menor alteración de la composición de las pastas por explota-



Figura 4. Distribución de tipologías de los hornos prerromanos del primer milenio en la Península Ibérica.

Para pintar los vasos solían usarse pinceles de una o varias puntas y también el compás. La pintura se aplicaba sobre el vaso seco, y la misma porosidad de la pasta absorbía el pigmento que quedaba fijado tras la cocción. En ocasiones, tras la cocción, se aplicaban otros pigmentos en frío aglutinados mediante colas o cal, como ocurre con algunas decoraciones blancas que se encuentran sobre cerámica gris o sobre vasos tardíos. Para realizar las decoraciones se debían seguir varias

ción de nuevas vetas no testadas, un cambio en el combustible, la alteración de las condiciones ambientales habituales, los desperfectos que pueden ocurrir en el horno por un mantenimiento deficiente, o incluso, una mala carga del laboratorio, pueden ocasionar daños en la estructura y objetos a cocer.

La cocción confiere el aspecto final a las cerámicas. Teniendo en cuenta la naturaleza de las arcillas usadas en el mundo ibérico, en general calcáreas o ferruginosas, la tem-

peratura no debía superar los 1000 °C para cerámicas de la clase A y B, consiguiendo productos ya consistentes a partir de 850 °C. Para arcillas de estas características del área ilergete (Junyent y Alastuey, 1991) se ha demostrado que su cocción óptima debió situarse entre 800 °C y 900 °C. Las cerámicas de clase C podían cocerse a temperaturas incluso menores, como bien se demuestra en el caso del Torrelló de Almassora donde se ha determinado la temperatura de cocción de un vaso de cerámica gris, a mano, en 550-600 °C (Boix *et alii*, 1995), o en El Castellón de Hellín (Soria y Córdoba, 1994), donde no parecen superar los 700 °C. Los análisis de Pradell para Ullastret (Pradell *et alii*, 1995a) manifiestan la presencia de aluminosilicatos y silicatos (akermanita-gehlenita y plagioclasa), lo que indicaría que las cerámicas oxidantes y reductoras de aquel lugar no rebasarían los 950 °C en su cocción, mientras la cocción reductora se realizaría entre 850 °C y 900 °C.

Otro factor de interés que contribuye al acabado de las piezas es la atmósfera de cocción. Ésta depende de la mayor o menor presencia de oxígeno en los gases de la combustión. Las cocciones reductoras son las que se realizan con deficiencia de oxígeno, provocando circulaciones de gases expansivas, que hacen que las llamas y éstos salgan en horizontal y vertical. En general dificultan la observación de las cámaras de cocción por las mirillas que sirven de control al salir llamas por ellas en las fases reductoras. Con estas cocciones se producen cerámicas de colores negros o grises con nuestras arcillas. En general, cuando más oscuro es el color más baja es la temperatura usada. La pieza presenta en este caso una sonoridad sorda al golpearla. El sonido metálico y el color gris claro indican, en general, que se han superado los 900 °C. El color gris o negro depende de la presencia de hierro en la masa cerámica, el cual en ausencia de oxígeno se transforma en óxido ferroso o magnetita, tiñendo de oscuro la pasta. En el caso de Ullastret se ha planteado la hipótesis de la utilización de arcillas menos calcáreas para realizar cerámicas en reducción (Pradell *et alii*, 1995a y b). Las cocciones cerámicas realizadas con combustible vegetal presentan, en general y de forma natural, fases reductoras y oxidantes que se alternan. Lo que marcará la calidad del producto es forzar cada tipo de atmósfera en el momento álgido de la cocción y teniendo en cuenta el tiempo de acción. Para conseguir esto las cocciones reductoras parten de fomentar una mala aireación de la estructura mediante la deficiencia del tiro, cerrando salidas y utilizando combustibles húmedos o especies leñosas de alto contenido en hidrocarburos (jaras, romero, etc.). Las cocciones oxidantes, realizadas con abundante aportación de oxígeno, mantienen el hierro en estado de óxido férrico, y por ello las pastas obtenidas muestran colores rosados o amarillos. Sin embargo, pueden presentar el fenómeno del "corazón negro" o "sandwich" si no han sido suficientemente maduras perdiendo la materia orgánica que suelen tener las arcillas naturales, las cuales provocan reducciones localizadas en el interior de las pastas. Las cocciones de ciclo largo terminan por eliminar estos efectos, por lo que su presencia manifiesta a su vez un acortamiento de los tiempos de cocción y enfriamiento (Pastor, 1992).

Desde el siglo VII a. C. se introduce en la Península ibérica una nueva estructura de cocción de origen oriental: el horno de doble cámara y tiro directo. Junto a este elemento aparece la rueda de alfarero, provocando una transformación



Figura 5. Imágenes de *pinax* greco-corintio de los siglos VI y V, mostrando diversos aspectos de cocciones cerámicas.

absoluta en la técnica de producción cerámica. Estos cambios conllevan una especialización similar a la del trabajo del metal, y posiblemente no surgen hasta que la sociedad ibérica se plantea la necesidad de producir contenedores de carácter comercial de mejores prestaciones que la cerámica realizada a mano. Sin duda el nuevo sistema alfarero es paralelo a un cambio en el sistema social y económico.

Con anterioridad, los hornos locales eran de una sola cámara y cocían por el sistema de contacto, es decir, colocando combustible y materiales a cocer juntos en la estructura de cocción. Estos hornos derivan de la tecnología prehistórica y son los utilizados habitualmente para cocer objetos de la clase C, trabajando generalmente en atmósfera reductora. Sin embargo en Marmolejo (Jaén) parece que se detectó un horno de este tipo usado para la cocción de platos grises, ya realizados a torno (Molinos *et alii*, 1990; Ruiz Rodríguez y Molinos, 1993, 174). En este caso los platos deberían tener una composición mayor de desengrasantes para resistir el contacto directo con el combustible, por lo que suponemos que serían cerámicas de clase B.

Los nuevos hornos aprovechaban el efecto de la convección, o tiro directo, permitiendo la producción de piezas de pastas más depuradas, con un mayor control sobre la atmósfera y sobre la temperatura en el laboratorio. La cocción se realiza por el contacto de los gases con las piezas, el cual puede controlarse a voluntad, mediante la colocación de elementos reguladores o la ordenación de la carga en el laboratorio, sistemas absolutamente necesarios para obtener productos de clase A. El mecanismo físico más refinado, usado por lo menos en Cartago ya en el siglo III a. C., es la cocción por el calor de radiación. El calor de radiación es el que permite cocer a través de la emisión calórica de un cuerpo que

es calentado directamente con los gases de la combustión, sistema utilizado para producir la *terra sigillata* romana.

Los tiempos de la cocción son también cruciales. Generalmente, se necesita una fase inicial en la que la temperatura del horno asciende lentamente. Esta fase es llamada de templado, y en ella se alcanzan los 280 °C ó 300 °C, siendo el momento en que se pierde el agua de hidratación. En esta fase el laboratorio se observa absolutamente negro, ahumado. Este punto marca el inicio del aumento de fuego y de la fase de cocción, con un tiempo largo inicial hasta observar el laboratorio limpio de humos y de color rojizo. En este punto se han alcanzado aproximadamente los 500 °C y la arcilla ha perdido el agua de composición. Posteriormente se inicia el fuego intenso, oxidante o reductor, según interese, hasta observar cambio en el sistema social y económico.

Con anterioridad, los hornos locales eran de una sola cámara y cocían por el sistema de contacto, es decir, colocando combustible y materiales a cocer juntos en la estructura de cocción. Estos hornos derivan de la tecnología prehistórica y son los utilizados habitualmente para cocer objetos de la clase C, trabajando generalmente en atmósfera reductora. Sin embargo en Marmolejo (Jaén) parece que se detectó un horno de este tipo usado para la cocción de platos grises, ya realizados a torno (Molinos *et alii*, 1990; Ruiz Rodríguez y Molinos, 1993, 174). En este caso los platos deberían tener una composición mayor de desengrasantes para resistir el contacto directo con el combustible, por lo que suponemos que serían cerámicas de clase B.

Los nuevos hornos aprovechaban el efecto de la convección, o tiro directo, permitiendo la producción de piezas de pastas más depuradas, con un mayor control sobre la atmósfera y sobre la temperatura en el laboratorio. La cocción se realiza por el contacto de los gases con las piezas, el cual puede controlarse a voluntad, mediante la colocación de elementos reguladores o la ordenación de la carga en el laboratorio, sistemas absolutamente necesarios para obtener productos de clase A. El mecanismo físico más refinado, usado por lo menos en Cartago ya en el siglo III a. C., es la cocción por el calor de radiación. El calor de radiación es el que permite cocer a través de la emisión calórica de un cuerpo que es calentado directamente con los gases de la combustión, sistema utilizado para producir la *terra sigillata* romana.

Los tiempos de la cocción son también cruciales. Generalmente, se necesita una fase inicial en la que la temperatura del horno asciende lentamente. Esta fase es llamada de templado, y en ella se alcanzan los 280 °C ó 300 °C, siendo el momento en que se pierde el agua de hidratación. En esta fase el laboratorio se observa absolutamente negro, ahumado. Este punto marca el inicio del aumento de fuego y de la fase de cocción, con un tiempo largo inicial hasta observar el laboratorio limpio de humos y de color rojizo. En este punto se han alcanzado aproximadamente los 500 °C y la arcilla ha perdido el agua de composición. Posteriormente se inicia el fuego intenso, oxidante o reductor, según interese, hasta observar los objetos con coloración blanca brillante, como de hielo, punto que marca el alcance de los 900 °C y marca el fin de la cocción y el inicio de la fase de enfriamiento. Los hornos en reducción no pueden observarse por la mirilla, por lo cual el alfarero, cuando se fabrican objetos muy delicados (p.e. cerámica de barniz negro) dispone de probetas sujetas con un alambre, que se extraen periódicamente y que le indican el efecto de la reducción (Noble, 1988).

III. LOS HORNOS

La estructura de los hornos ibéricos o prerromanos entre los siglos VII al II a. C. es bien conocida por el hallazgo de numerosos ejemplares (fig. 4). Sin embargo, su funcionamiento, inferible exclusivamente de la descripción y el análisis de los restos y contextos conservados, es deficiente en especial por la parquedad o insuficiencia de las descripciones que las memorias científicas acostumbran a dejar. Es importante recalcar este hecho ya que sólo un análisis exhaustivo permite averiguar aspectos relevantes de cara a su interpretación técnica y cultural, ante la escasez de las fuentes iconográficas referidas a ámbitos coetáneos cuyo casi único ejemplo vemos en los *pinax* corintios del siglo VI (fig. 5) (Scheibler, 1983; Noble, 1988; Cook, 1961 y 1972). A ello se deben añadir los necesarios análisis arqueométricos que pueden aportar datos cruciales.

Con motivo del estudio del horno de Alcalá del Júcar propusimos hace unos años una tipología básica de las estructuras de las cámaras de cocción de los hornos prerromanos de la Península (Coll, 1987 y 1992; Broncano y Coll, 1988) (fig. 6). Aquel esquema, aunque sólo tiene en cuenta los elementos fundamentales de las estructuras inferiores sigue siendo válido para una primera aproximación, mientras esperamos la publicación de los resultados del proyecto *Oficina* desarrollado hace algunos años y centrado en los hornos prerromanos y romanos de la Península Ibérica. Antes de pasar a describir el aspecto general de los hornos ibéricos, es conveniente comentar cuáles son sus detalles significativos.

La mayoría de los hornos ibéricos pueden describirse técnicamente como hornos de tiro vertical y llama libre, funcionamiento discontinuo ya que no mantienen el fuego perennemente, y doble cámara por poseer dos niveles diferenciados: el lugar donde se produce la combustión, la cámara de combustión o caldera, y donde se depositan las cerámicas, la cámara de cocción o laboratorio. Tiro vertical, significa que los gases evacúan por la parte superior de la estructura, y en general tienen una sola boca de alimentación del combustible. Aunque existen algunos casos de hornos en grada (Riera de Sant Simó, Mataró) (Pons, 1983), donde ambas partes se hallan dispuestas escalonadamente, la caldera en la grada inferior y el laboratorio en el escalón superior, se trata en general de construcciones con una parrilla que separa ambas zonas.

El modelo de Alcalá del Júcar puede ayudarnos a entender su estructura y funcionamiento (figs. 7 y 8). En la parte inferior se sitúan la boca o túnel de alimentación y la caldera. Esta cámara se construye muchas veces excavándola en el substrato para evitar fugas térmicas y mejorar la estabilidad estructural. Cuando la superficie del horno es grande se sitúan en el centro de la cámara inferior los elementos de sustentación de la parrilla (columnas o pilares), y su suelo suele tener una cierta pendiente ascendente hacia el fondo que favorece un mejor rendimiento térmico evitando el calentamiento innecesario de un mayor volumen de aire. La parrilla, o piso perforado con conducciones de los gases sobre la que se colocan los objetos a cocer, se delimita por los muros del laboratorio. La estructura se cierra con una bóveda superior en la cual se dejan uno o varios conductos para la evacuación de gases. No existe ninguna prueba de que estas bóvedas o cubiertas sean fijas, al contrario, se construirían cada vez que se cargaba el horno pudiendo ser únicamente un techo realizado con gran-

des cascotes revestido con tierra, o bien, en hornos de escaso diámetro, una cupulilla realizada por convergencia de los muros, solución imposible en los hornos mayores al requerir muros perimetrales de gran grosor. De hecho, los paralelos etnográficos más similares los hemos encontrado en Aragón, en especial Calanda o Huesa del Común. El caso de Calanda nos muestra hornos de doble cámara y cubierta cupular realizada enteramente en adobes, con muros muy sólidos (piedra en el exterior y adobe en el interior), de gran grosor y resistencia, los cuales absorben el peso y las tracciones de la cúpula. Desgraciadamente en el mundo ibérico desconocemos en la mayoría de casos la estructura de los muros del laboratorio, y cuando existen no son comparables, como ocurre en Alcalá del Júcar (Gastaldi, 1988), lo que nos niega la posibilidad de utilizar estos hornos como modelos directos.

De hecho podríamos distinguir tres espacios bien delimitados en la mayoría de los hornos, el hogar, la cámara inferior que funciona como un regulador térmico, y la cámara de cocción sobre la parrilla. El hogar puede ubicarse en la mitad anterior de la cámara inferior o en el corredor que la antecede. La segunda disposición permite un mejor control de la combustión, aunque exige un mayor consumo de combustible. Este es el motivo por el que la mayoría de hornos tienen un largo corredor de alimentación/hogar. En las estructuras históricas se substituyó la ubicación del hogar en túnel por una mayor altura de la cámara inferior, aprovechándose mejor los gases y el calor generados por la combustión.

Según análisis de difracción de rayos X realizados sobre materiales de la estructura de una tobera de la parrilla del horno de Alcalá del Júcar (Galván y Galván, 1988), ésta llegó a soportar temperaturas de 850 °C a 1150 °C.

III.1. Tipología y dispersión de los diversos modelos

La tipología básica de las cámaras de combustión puede verse en la figura 6. Hay que decir que la estructura general de la cámara de combustión no es definitiva de la del laboratorio, hecho demostrado por el modelo histórico de Huesa del Común (Burillo, 1983), donde una cámara cuadrada del tipo A3 sostiene un laboratorio circular.

Los hornos más antiguos corresponden a los tipos B6 y B5 y han sido localizados en Andalucía (Marmolejo, Cerro de los Infantes, Cerro Macareno) (Molinos *et alii*, 1990; Contreras *et alii*, 1983; Fernández *et alii*, 1979). Es curioso observar que al sur del Ebro, con anterioridad al siglo III a. C. todos los hornos localizados pertenecen a este tipo, común a los modelos orientales traídos por los semitas, entre los cuales podemos incluir también los hornos tipo B7 con ejemplares en Cádiz (Perdigones y Muñoz, 1990) (figs. 4 y 6). Aunque el modelo tiene sin duda sus paralelos más evidentes en el mundo semita, no debe olvidarse un horno griego de grandes dimensiones hallado en Marsella y fechado en el siglo V a.C., cuya morfología se asemeja a nuestro tipo B6 (Conche, 1999, 90). Sin embargo, en el mundo ibérico catalán predominan los hornos cuadrados, hecho que tal vez deba relacionarse con

una expansión tardía de los hornos, que manifiestan una clara raíz helénica o itálica (fig. 4) (Véase apéndice 1).

Por otro lado, la dispersión de los hallazgos de hornos o alfares evidencia una situación extraña, con una distribución de patrón no regular, existiendo claras concentraciones de hallazgos (área andaluza, alrededores de Alicante, entorno del Palancia o zona catalana, con otros focos diseminados como la zona turolense o el alto Júcar), lo cual demuestra, por la no coincidencia con los lugares de estilos o producciones conocidas, que los datos son insuficientes para evaluar la producción de la cerámica ibérica en su conjunto.

Existe otro factor que hemos podido evidenciar recientemente al analizar la mayoría de conjuntos conocidos con descripciones suficientes, y es que los hornos de tamaño mayor (p. e. Borriol, Campello) son estructuras de tipo B5. Le siguen en tamaño, a continuación los hornos del tipo B6 aunque también los hay B5 algo menores, lo cual indica que en parte el modelo tipológico está relacionado con cuestiones de estabilidad de la misma construcción, ya que los hornos de mayores dimensiones presentan soporte de muros adosados al fondo de la cámara.

Por último hemos realizado una aproximación a aspectos de capacidad productiva, intentando la formación de modelos de reconstrucción de los hornos ibéricos. Para ello hemos consultado la literatura etnográfica analizando los casos de hornos documentados con mayores similitudes a los ibéricos. La variabilidad de estructuras, modelos, sistemas de producción y distribución del producto dentro de la alfarería española es muy amplia, por lo cual los comportamientos humanos son de difícil aplicación al caso ibérico, más si tenemos en cuenta que en la actualidad se reflejan adaptaciones culturales de varios milenios, que condicionan de forma variada y compleja las diversas conductas. El modelo cultural de los hornos etnográficos es de difícil aplicación conociendo que la civilización ibérica se basaba en una sociedad originada en vínculos de sangre integrada en una estructura clientelar regida por jerarcas que han sido en ocasiones definidos como Príncipes, aunque no se trata de un modelo estable ya que evoluciona interiormente. Sin embargo, los modelos tecnológicos sí pueden resultar parangonables ya que en general son más universales.

Cabe decir que hemos sufrido una decepción al analizar esta literatura. En la mayoría de casos no se recoge un estudio detallado de los hornos, ni junto a los dibujos se publican las escalas a las que se reproducen, lo cual es un grave problema al intentar su aplicación como modelo etnoarqueológico. Sin embargo, hemos podido reunir datos fiables de 11 hornos de planta circular y un sólo piso de laboratorio, que nos permite intentar una primera aproximación a la capacidad de carga de las estructuras. En la tabla 1 recogemos los principales parámetros de sus dimensiones, lo que permite conocer que la altura probable del laboratorio en relación con el diámetro de su planta es de un 104%, existiendo de hecho una gran variabilidad. Partiendo de esta premisa y de otra variable práctica, como es la suposición de que el laboratorio permite trabajar

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

Variantes	A	B
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Figura 6. Tipología básica de las cámaras de combustión de los hornos ibéricos

con cierta comodidad si su altura no sobrepasa los 2 m., hemos intentado aproximarnos a la reconstrucción de las posibles dimensiones y capacidades de trabajo de los hornos ibéricos de planta circular.

La morfología de los muros de los restos de hornos ibéricos plantea que los laboratorios podían ser cilíndricos. En algunos casos podían disponer de una cúpula que, como convención, hemos supuesto que sería equivalente a un segmento de circunferencia que inscribiese regularmente al laboratorio según la hipótesis expresada en la figura 10. Para conocer el volumen probable de los laboratorios se aplica la fórmula del volumen del cilindro, dato que en nuestras tablas (Tabla 1 y 2) se recoge en una primera variable (VLabCil), y el volumen del cilindro más el del segmento de esfera que se presenta en otra (Volumen Pos). Las diferentes capacidades, en total cuatro posibles según las alternativas alturas del laboratorio (2 m. o índice 104%) y su cubierta con cúpula o sin ella, se presentan en la tabla 2. El análisis teórico nos permite conocer que los hornos menores tendrían una capacidad de cerca de tres metros cúbicos, mientras los mayores podrían oscilar entre 20 y 40 m³. Comparando estos datos con los ofrecidos por el modelo etnográfico observamos que los hornos ibéricos son en general mayores, ya que existe un gran número de ellos con diámetros de laboratorio superiores a los 2,25 m. Este hecho se debe poner en relación con dos factores, el primero es que nuestro modelo etnográfico se basa en las estructuras más primitivas en uso hasta hace pocos años, sien-

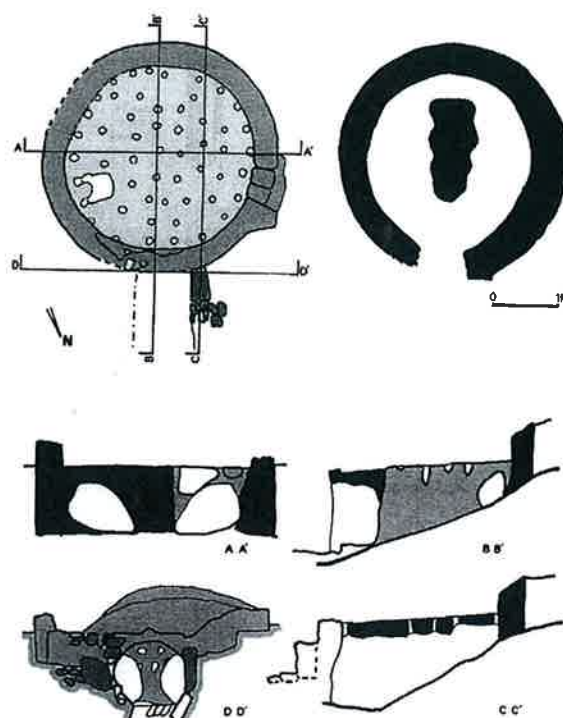


Figura 7. Planta y alzado del horno ibérico de Alcalá del Júcar (Albacete). 1. Parrilla del laboratorio, 2. Subestructura de la cámara de combustión.

do poco representativas de los modelos de taller industrializado que caracterizan la producción cerámica en los últimos cien años. El segundo factor a tener en cuenta es que los hornos ibéricos obedecían a una lógica productiva diferente a la del modelo etnográfico, ya que la raíz del cambio tecnológico en la cerámica ibérica se asienta en satisfacer demandas especializadas, en especial la producción de grandes contenedores como ánforas o tinajas destinadas a resolver los problemas de conservación y distribución de bienes perecederos. Se observa la presencia de hornos de pequeñas dimensiones en muy pocos casos, siempre agrupados con otros mayores, destinados lógicamente a suplementar la producción de aquellos con piezas de menor tamaño, como platos, jarritas, vasos, etc.

Por último, en la tabla 3 hemos intentado una aproximación de la capacidad de carga de tres de hornos de dimensiones diferentes. Se ha supuesto la fabricación de tres elementos característicos tomados de ejemplos identificados en yacimientos. La carga del laboratorio se efectúa de forma concéntrica formando anillos con las piezas a quemar. El modelo teórico aplicado (fig. 10), con carga en estructura anular y por niveles que son las alturas de los diferentes objetos, se aproxima bastante a la carga real, sólo que en un horno auténtico se aprovechan los pequeños intersticios con elementos menores. En los diferentes resultados, obtenidos en función de la altura del laboratorio, pueden disponerse un piso o dos de ánforas, seguido de otros de tinajas y por último de varios con

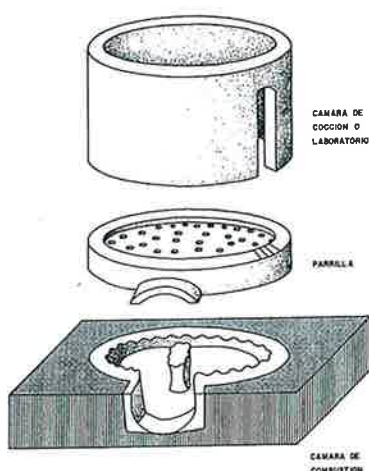


Fig. 34. El horno de Alcalá del Júcar descompuesto en sus principales elementos.

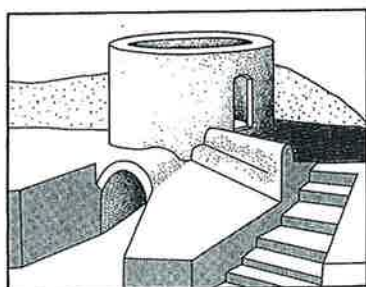


Fig. 35. Reconstrucción del horno de Alcalá del Júcar.

Figura 8. Restitución hipotética del horno de Alcalá del Júcar (Albacete).

platos, lo cual nos aproxima con bastante fidelidad a la capacidad de trabajo real de esos hornos ante una cocción.

En cuanto a los tiempos de cocción y peso del combustible utilizado, cabe decir que se trata de variables condicionadas por muchos factores como el tipo de combustible, la experiencia previa y la tradición del conductor de la cocción, las dimensiones del horno y la calidad de la arcilla (nivel de plasticidad, resistencia térmica, etc.), entre otras. Las arcillas con más desengrasantes resisten cocciones más rápidas que las arcillas más plásticas y depuradas. Las cocciones de arcillas con aditivos químicos como la sal requieren en general tiempos más largos, tanto de templado, como de cocción y enfriamiento. No existen tiempos universales y sólo la experiencia respecto al material, el horno y el tipo de combustible determina la duración de una cocción. Podemos aproximar que un templado de 5 horas, con cocciones de 8 a 12 h. y enfriamientos de otras 12 h. son generales en hornos de pequeña capacidad. Cuanto mayor sea el horno, mayores deberán ser estos tiempos si pretendemos conseguir resultados sin asumir riesgos.

De hecho Echallier y Montagu (1985) señalan que una cocción simulada en un horno de llama invertida, en combus-

tible vegetal, cuyo rendimiento térmico es entre un 30% a 40% más eficaz que un horno clásico, precisa 52 horas, 12 de cocción y 40 de enfriamiento. En cuanto al combustible consumido en esta simulación, se necesitaron 400 Kgr. de leña para cada m³ de capacidad. Estos autores calculan que por cada Kgr. de arcilla se necesitan 6,2 Kgr. de madera para su cocción.

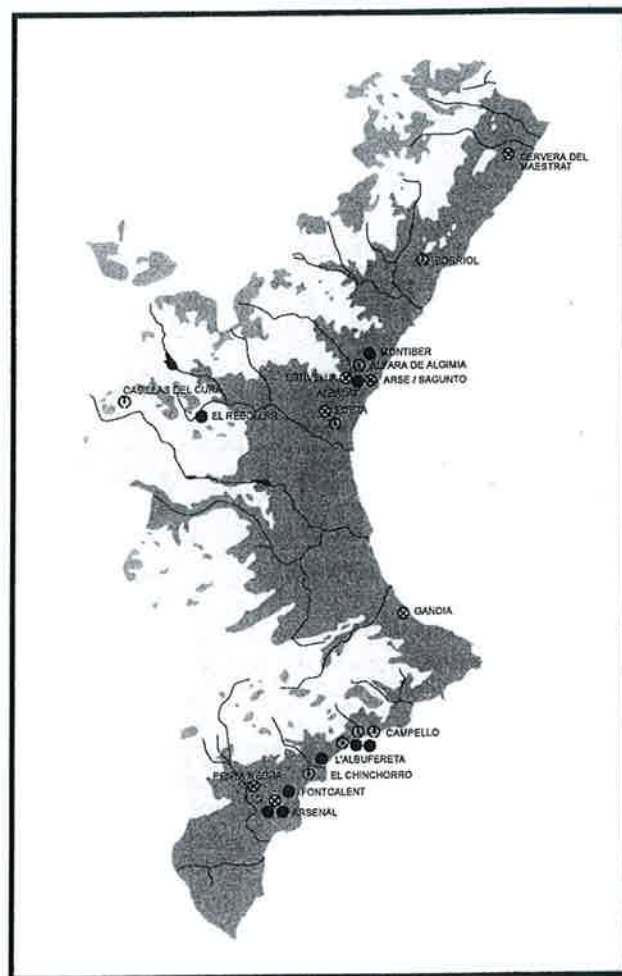


Figura 9. Distribución de tipologías de los hornos prerromanos y tes-tares del primer milenio en el País Valenciano.

IV. HACIA UNA INTERPRETACIÓN SOCIAL DE LA ALFARERÍA IBÉRICA

La técnica empleada en la producción de la cerámica ibérica de clase A significa un cambio cualitativo radical frente a las tradiciones anteriores. Este cambio no sólo demuestra una nueva técnica, producto tal vez del contacto con los pueblos colonizadores, sino una verdadera transformación de la organización productiva social.

La implantación de la nueva cerámica permite un aumento en la fabricación de envases y contenedores a través de la producción estandarizada y seriada, pero exige una clara especia-

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

lización de la mano de obra que además debe adiestrarse en el manejo de instrumentos como la rueda de alfarero, de aprendizaje arduo y el control de la cocción, que exige una experiencia en general rica. Pero además existen toda una serie de tareas como la obtención de la arcilla, su acarreo y preparación, el acopio de combustible y su conservación, etc. que involucran a un colectivo numeroso. Por otra parte el hecho se relaciona claramente con la masiva fabricación de grandes contenedores para almacenamiento y transporte, los cuales exigen la construcción de hornos de dimensiones considerables, cuyos laboratorios casi nunca tienen diámetros inferiores a los 2 m. Junto a ello debe necesariamente producirse un cambio en la mentalidad del colectivo y un replanteamiento de los roles de género, ya que la alfarería con anterioridad se centraba, en general, en la satisfacción de necesidades del ámbito doméstico estando ligada su producción a la mujer.

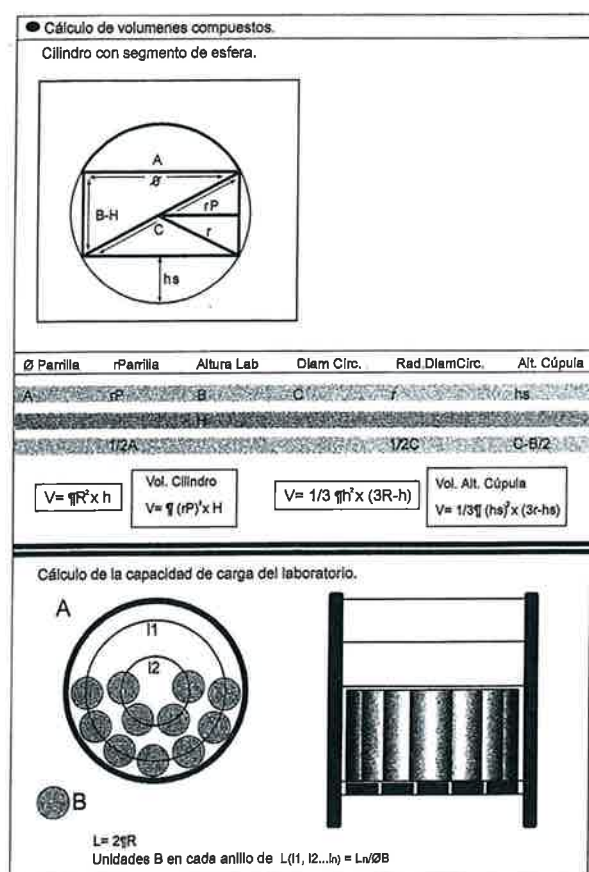


Figura 10. Fórmulas para calcular restituciones teóricas de volúmenes de hornos cilíndricos y de su capacidad de carga.

Esta transformación no sólo indica un cambio tecnológico sino la aplicación de la cerámica a la satisfacción de nuevas necesidades sociales. Sin duda estas necesidades surgen de

una transformación económica fundamental, cual es la del paso de una economía de subsistencia con excedentes para asegurar la supervivencia del grupo, a una economía con especialización productiva y gestión de excedentes para el comercio, el primer paso de una economía de escala. Si no es así, no hay capacidad social para mantener operativa la complejidad que exige el nuevo sistema de producción si consideramos que desde su implantación se convierte en proveedor del 80 ó 90 % de los bienes cerámicos de consumo recabados por el colectivo en los siglos iniciales, alcanzando rápidamente el 100 %. El trabajo en este sector debe ser especializado y continuo, tal vez compartido con actividades secundarias durante cortos períodos de tiempo al año, pero sin duda convirtiéndose en la primera actividad económica de un numeroso grupo de individuos del colectivo para poder asegurar los beneficios que con él se consiguen.

Hay varios factores que hacen pensar que la alfarería debía ser una actividad principal de dedicación completa dentro de la sociedad ibérica. En primer lugar, el ciclo anual básico del trabajo alfarero, en especial las mejores épocas para la cocción, coinciden con los meses de mayo a septiembre, momento en que también se desarrollan las actividades agrícolas principales en los cultivos mediterráneos. Los alfareros, por tanto, no debían participar con intensidad en ellas. Por otra parte, de verano a otoño es cuando se exigen la mayoría de vasijas o grandes contenedores para almacenar o dar salida a los productos agrícolas, y por tanto la producción debía estar lista para estas fechas sin demora. Hay que pensar que el tránsito de las ánforas a puntos lejanos convertía a éstas en envases sin retorno en un gran porcentaje, por lo cual anualmente había que prever su reposición coincidiendo con los ciclos agrícolas. Por otra parte, la alfarería está sometida a un desgaste de uso que obliga a su reposición periódica incluso en ciclos cortos, en especial la destinada al agua, ya que mientras ésta evapora correctamente por la porosidad del recipiente la temperatura del agua es fría y ello impide el crecimiento de las bacterias o el mal sabor, mientras que cuando los poros empiezan a cerrarse la vasija pierde esa capacidad y es necesario reemplazarla. Lo mismo ocurre con la cerámica de fuego carente de revestimientos vítreos, ya que su porosidad, ante la falta de detergentes potentes, ocasiona la asimilación de restos orgánicos que provocan ranciedad o mal sabor en usos continuados. Además, los hornos ibéricos son estructuras de dimensiones considerables, capaces principalmente de cocer grandes contenedores, lo cual indica también la especialización del alfarero ya que el torneado de grandes vasos y su cocción requieren la participación de agentes con profundos conocimientos y práctica. Por otra parte, los hornos en sí mismos eran endebles (de adobe y tapial) necesitando un cierto mantenimiento a lo largo del año, en especial en los períodos de lluvias para asegurar su conservación sin hipotecar el rendimiento de la producción en el momento necesario.

Agradecimientos

Deseo agradecer a Salvador David Mascarell Palau la realización de los gráficos que acompañan este texto.

JAUME COLL CONESA

TABLA 1. VOLUMENES DEL LABORATORIO EN HORNO CERAMICOS. MODELO ETNOGRAFICO.

Tipo Horno	Tip. CC.	Ø Lab.	H Lab.	Volumen	Rad. C.	VLabCil.	Rad.MH	Ø C.	hs	PropØLH
B1 Huesa del Común / etnográfico	A1	2,30	1,70	8,37	1,43	7,06	3,71	2,86	0,58	73,91
B1 Bilbo-Begoña / etnográfico	B1	2,00	3,00	9,91	1,80	9,42	5,11	3,61	0,30	150,00
B1 Cotillas / etnográfico	B1	2,52	2,19	12,45	1,67	10,92	4,43	3,34	0,57	86,90
B1 Sigüenza / etnográfico	B1	1,67	2,01	4,75	1,31	4,40	3,62	2,61	0,30	120,36
B1 Posadas (Córdoba) / etnográfico	B1	2,30	1,86	8,95	1,48	7,73	3,89	2,96	0,55	80,87
B1 Lucena (Córdoba) / etnográfico	B1	2,32	3,12	14,03	1,94	13,19	5,45	3,89	0,38	134,48
B1 Priego (Cuenca) / etnográfico	B1	2,18	2,36	9,65	1,61	8,81	4,39	3,21	0,43	108,26
B1 Mota del Cuervo (Cuenca) Hogar cuadrado / etnográfico	B1	1,92	2,50	7,73	1,58	7,24	4,40	3,15	0,33	130,21
B1 Salvatierra de los Barros (Con sagén) / etnográfico	B1	2,08	1,58	6,31	1,30	5,36	3,40	2,61	0,52	75,77
B1 Pontecorvo (Italia) / etnográfico	B1	1,12	1,25	1,36	0,84	1,24	2,31	1,68	0,22	111,11
B1 San Lorenzo (Italia) / etnográfico	B1	1,60	1,14	2,74	0,98	2,29	2,53	1,96	0,41	71,25

Tabla 1. Volúmenes del laboratorio en hornos cerámicos. Modelo etnográfico. Tip.CC: tipología de la cámara de combustión; Ø Lab.: Diámetro del laboratorio; H. Lab.: Altura del laboratorio observada; Volumen: Volumen del laboratorio en m3; Rad. C.: Radio de la circunferencia que inscribe el cilindro del laboratorio (teórico); VLabCil.: Volumen del cilindro del laboratorio en m3.; Rad.MH: valor de cálculo; ØC: Diámetro de la circunferencia que inscribe el cilindro del laboratorio (teórico); hs: Altura del segmento de esfera; PropØLH: Proporción Altura/Diámetro.

TABLA 2. HIPOTESIS DE RESTITUCION DE VOLUMENES DEL LABORATORIO EN HORNO IBERICOS.

Propuesta de restitución del volumen del laboratorio de los hornos ibéricos. H. Lab.= 2m.

Tipo Horno	Tip.	Ø Lab.	H Lab	Volumen	Pos. Rad. C.	VLabCil.	Rad.MH	Ø C.	hs	PropØLH	HLAut
B Campello 5	B	1,35	2	3,02	1,21	2,86	3,41	2,41	0,21	148,15	1,40
B1 Campello 4	B1	2	2	6,97	1,41	6,28	3,83	2,83	0,41	100,00	2,08
B5 Casillas del Cura	B5	2	2	6,97	1,41	6,28	3,83	2,83	0,41	100,00	2,08
B-7ah Orriols	B7a	2,2	2	8,59	1,49	7,60	3,97	2,97	0,49	90,91	2,29
Indet. El Arsenal 2 (Elche)		2,25	2	9,02	1,51	7,95	4,01	3,01	0,51	88,89	2,34
Indet. El Arsenal 1 (Elche)		2,45	2	10,90	1,58	9,43	4,16	3,16	0,58	81,63	2,55
B-6 Itálica. Pajar de Artillo.	B6	2,6	2	12,46	1,64	10,62	4,28	3,28	0,64	76,92	2,70
B-2 Riera de Sant Simó (3).	B2	2,8	2	14,73	1,72	12,32	4,44	3,44	0,72	71,43	2,91
B-6r Cerro de los Infantes	B6	2,8	2	14,73	1,72	12,32	4,44	3,44	0,72	71,43	2,91
B7 Campello 1	B7	2,84	2	15,21	1,74	12,67	4,47	3,47	0,74	70,42	2,95
B-6 Alcalá del Júcar.	B6	2,85	2	15,33	1,74	12,76	4,48	3,48	0,74	70,18	2,96
B5 Campello 3	B5.1	2,9	2	15,96	1,76	13,21	4,52	3,52	0,76	68,97	3,02
B5 Campello 2	B5.1	3,25	2	20,75	1,91	16,59	4,82	3,82	0,91	61,54	3,38
B-5 Borriol	B5	3,57	2	25,85	2,05	20,02	5,09	4,09	1,05	56,02	3,71

Med. 2,6

Propuesta de restitución del volumen del laboratorio de los hornos ibéricos. h. Lab. = índice 104% ØLab.

Tipo Horno	Tip.	Ø Lab.	H Lab	Volumen	Pos. Rad. C.	VLabCil.	Rad.MH	Ø C.	hs	PropØLH	HLAut
B Campello 5	B	1,35	1,40	2,21	0,97	2,01	2,65	1,95	0,27	104,00	1,40
B1 Campello 4	B1	2	2,08	7,20	1,44	6,53	3,93	2,89	0,40	104,00	2,08
B5 Casillas del Cura	B5	2	2,08	7,20	1,44	6,53	3,93	2,89	0,40	104,00	2,08
B-7ah Orriols	B7a	2,2	2,29	9,59	1,59	8,70	4,32	3,17	0,44	104,00	2,29
Indet. El Arsenal 2 (Elche)		2,25	2,34	10,25	1,62	9,30	4,42	3,25	0,45	104,00	2,34
Indet. El Arsenal 1 (Elche)		2,45	2,55	13,24	1,77	12,01	4,81	3,53	0,49	104,00	2,55
B-6 Itálica. Pajar de Artillo.	B6	2,6	2,70	15,82	1,88	14,36	5,10	3,75	0,52	104,00	2,70
B-2 Riera de Sant Simó (3).	B2	2,8	2,91	19,76	2,02	17,93	5,50	4,04	0,56	104,00	2,91
B-6 Cerro de los Infantes	B6	2,8	2,91	19,76	2,02	17,93	5,50	4,04	0,56	104,00	2,91
B7 Campello 1	B7	2,84	2,95	20,62	2,05	18,71	5,57	4,10	0,57	104,00	2,95
B-6 Alcalá del Júcar.	B6	2,85	2,96	20,84	2,06	18,91	5,59	4,11	0,57	104,00	2,96
B5 Campello 3	B5.1	2,9	3,02	21,95	2,09	19,92	5,69	4,18	0,58	104,00	3,02
B5 Campello 2	B5.1	3,25	3,38	30,90	2,34	28,04	6,38	4,69	0,65	104,00	3,38
B-5 Borriol	B5	3,57	3,71	40,96	2,58	37,16	7,01	5,15	0,72	104,00	3,71

Tabla 2. Volúmenes del laboratorio en hornos cerámicos de los territorios del País Valenciano. Restituciones teóricas de los volúmenes. Calculada sobre una altura teórica de 2 m. o sobre la base de la relación obtenida a partir del modelo etnográfico (H=104% del Diámetro del laboratorio). Tip.CC: tipología de la cámara de combustión; Ø Lab.: Diámetro del laboratorio; H. Lab.: Altura del laboratorio observada; Volumen Pos.: Volumen máximo suponiendo cubierta de cúpula en segmento de esfera en m3; Rad. C.: Radio de la circunferencia que inscribe el cilindro del laboratorio (teórico); VLabCil.: Volumen del laboratorio contando únicamente el cilindro, en m3.; Rad.MH: valor de cálculo; ØC: Diámetro de la circunferencia que inscribe el cilindro del laboratorio (teórico); hs: Altura del segmento de esfera; PropØLH: Proporción Altura/Diámetro; HLAut: Altura del laboratorio según el índice H=104% del Diámetro del laboratorio.

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

TABLA 3. CAPACIDAD TEORICA DE ALGUNOS HORNOS IBERICOS.

Cálculo realizado a partir de volumen cilíndrico, con h. constante de 200 cm. en laboratorio.

Tipología objetos	Dimensiones	Horno: Casillas del Cura Ø 200 x 200 h. cm.	Horno: Campello 1 Ø 284 x 200 h. cm.	Horno: Campello 2 Ø 325 x 200 h. cm.	Horno: Borriol Ø 357 x 200 h. cm.
Anfora I-4. Patrón: Tossal de la Cala	Ø 32 x 121,5 h. cm.	31	61	81	97
Tinajilla 2.2.1. Patrón: Sant Miquel 271-D.2	Ø 35,4 x 30,3 h. cm.	50	101	130	160
Plato 8.1-2. Patrón: Sant Miquel 222-D.2	Ø 15 x 2,9 h. cm.	696	1404	1833	2212
TOTAL		777	1566	2044	2469

Cálculo realizado a partir de volumen cilíndrico, con h. Lab. = índice 104% ØLab.

Tipología objetos	Dimensiones	Horno: Casillas del Cura Ø 200 x 208 h. cm.	Horno: Campello 1 Ø 284 x 295 h. cm.	Horno: Campello 2 Ø 325 x 338 h. cm.	Horno: Borriol Ø 357 x 200 h. cm.
Anfora I-4. Patrón: Tossal de la Cala	Ø 32 x 121,5 h. cm.	31	123	162	290
Tinajilla 2.2.1. Patrón: Sant Miquel 271-D.2	Ø 35,4 x 30,3 h. cm.	50	51	195	0
Plato 8.1-2. Patrón: Sant Miquel 222-D.2	Ø 15 x 2,9 h. cm.	1106	1685	367	885
TOTAL		1187	1859	724	1175

Tabla 3. Hipótesis de la capacidad de carga teórica de algunos hornos ibéricos, calculada a partir de la hipótesis de laboratorio cilíndrico con cámara de 2 m. de altura o de H= 104% Diámetro de la parrilla. La hipótesis supone la carga de tres tipos diferenciados de objetos que se disponen concéntricamente y por pisos en el laboratorio hasta la totalidad de la altura de la cámara.

Apéndice 1.

Localización y cronología de los hornos ibéricos de los grupos A y B en la península ibérica:

Tipo	Cronología	Horno	Fuente
A1	II a. C.	Bigues Riells del Fai, F1.fase I,	(Anónimo, 1981)
II (2)	(Hernández Illán, 1983a, 1983b)		(Colomina 1923)
A3	IV a. C.	Bigues Riells del Fai, F.1.fase	(Vicente, Herce y Escriche, 1984)
IV	(Hernández Illán, 1983a, 1983b)		(Vicente, Herce y Escriche, 1984)
A3	III-II a. C.	Foz Calanda II	(Hernández Illán, 1983b)
A3	III a. C.	Fontscaldes	(Virella 1978-1979)
A4	Cambio de Era	Valdecebro. I	(Virella 1978-1979)
A5	II-I a. C.	Valdecebro II	(Virella 1978-1979)
A5	IV-II a. C.	Bigues-R del Fay. F.2 y 3 (2)	(Virella 1978-1979)
A7	III-II? a. C.	Can Cassanyes	(Martín Ortega, 1980)
A7	III-II? a. C.	Les Badias	Inédito Exc. Xavier Font
A7	III-II? a. C.	Puig Castellar	(Colomina 1931)
A7	III-II a. C.	Sant Miquel de Fluvià	(Colomina 1931)
A7	III-II? a. C.	Matadepera	Inédito Castell Vallparadís
A7	III-II? a. C.	Rubi	(Ferrer 1978)
A7	III-II? a. C.	Pinós	(López, 1995)
A7	III-II? a. C.	Rubi	(López, 1995)
A7	III-II? a. C.	Sant Llorenç del Pla	(Pons Mellado, 1983)
A7?	?	Darro del Nou (11)	(Anónimo, 1981)
B	IV-III a. C.	Campello 5	(López, 1995)
B1	IV-III a. C.	Campello 4	(López, 1995)
B2	III-II a. C.	Riera de Sant Simó (3)	(Pons Mellado, 1983)
B5	II-I a. C.	Foz Calanda I.	(Anónimo, 1981)
B5	III a. C.	Borriol	(Porcar, 1933, 1948)
B5	IV-III a. C.	Campello 2	(López, 1995)
B5	IV-III a. C.	Campello 3	(López, 1995)
B5	IV a. C.	Casillas del Cura	(Martínez y Castellano, 1997)
B5	VII-VI a. C.	Marmolejo	(Molinis et al., 1990, 1994)
B6	II a. C.	Itálica. Pajar de Artillo	(Luzón, 1973)
B6	III-II a. C.	Alcalá del Júcar	(Coll, 1992)
B6	f. VII-VI a. C.	Cerro de los Infantes	(Contreras, Carrión y Jabaloy, 1983)
B6	V a. C.	Cerro Macareno (4)	(Fernández, Chasco y Oliva, 1979)
B6	IV a. C.	Pla de Piquer	(Aranegui y Martí, 1995)
B7	IV-III a. C.	Campello 1	(López, 1995)
B7	IV-II a. C.	Torre Alta (Cádiz)	(Perdigones y Muñoz, 1990)
B7	IV-II a. C.	Torre Alta (Cádiz)	(Perdigones y Muñoz, 1990)
B7	?	El Chinchorro	(Rosser, 1993)
B7ah	?	Orriols (Martín Ortega, 1980)	

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO, 1981: Excavaciones arqueológicas realizadas en la provincia de Teruel durante 1981: Foz Calanda. *Teruel*, n.º 66, 320-321.
- ANÓNIMO, 1982: Excavaciones arqueológicas realizadas en la provincia de Teruel durante 1982, Los Vicarios (Valdecebro, Teruel). *Teruel*, n.º 68, 271-274.
- ARANEGUI, C.; MARTÍ, M. A., 1995: Cerámicas procedentes de un alfar ibérico localizado en el Pla de Piquer (Alfara d'Algimia), cerca de Sagunt (València). *Saguntum. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 28, València, 131-149.
- ARNOLD, D. E., 1985: *Ceramic theory and Cultural process*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BLANC, A., 1963: Les techniques utilisées dans les grands ateliers de potiers de l'antiquité. *Revue Archéologique de l'Est et du Centre Est*, tom. XIV, 267-289.
- BLANCO, J. F., 1990: Un horno de cerámica vaccea en Coca. *Revista de Arqueología*, 111, Madrid, 63.
- BLANCO, J. F., 1992: El complejo alfarero vacceo de Coca (Segovia). *Revista de Arqueología*, 130, Madrid, 34-41.
- BOIX, A.; JORDAN, M. M.; SANFELIU, T.; CLAUSELL, G., 1995: Estudio arqueométrico de fragmentos de cerámica antigua de Torrelló del Boverot de Almazora, Castellón (España). *Estudis sobre ceràmica antiga. Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics*, Barcelona, 1993, 73-75.
- BONET, H., 1995: *El Tossal de Sant Miquel de Lliria. La antiga Edeta y su territorio*. Diputación de Valencia, Valencia.
- BONET, H.; MATA, C., 1997: La cerámica ibérica del siglo V a.C. en la Edetania. *Recerques del Museu d'Alcoi*, 6, Alcoi, 31-47.
- BRONCANO, S.; COLL, J., 1988: Horno de cerámica ibérico de la Casa Grande, Alcalá del Júcar (Albacete). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 30, Madrid, 189-228.
- BURILLO, F., 1983: *La alfarería de Huesca del Común*. Seminario de Arqueología y Etnología Turolense. Teruel.
- CASTELLOTE, E., 1979: *La alfarería popular en la Provincia de Guadalajara*. Museo de Guadalajara, 240.
- COLL, J., 1987: El horno ibérico de Alcalá del Júcar. *Revista de Arqueología*, 80, Madrid, 16-24.
- COLL, J., 1992: El horno ibérico de Alcalá del Júcar. Reflexiones sobre los orígenes de la cocción cerámica en hornos de tiro directo y doble cámara en la Península Ibérica. *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*, Asociación de Ceramología, Alicante, 51-64.
- COLOMINAS, J., 1923: El forn ibèric de Fontscaldes. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1915-1920, vol. VI, Barcelona, 603.
- COLOMINAS, J., 1926: Un forn de ceràmica ibèrica a Rubí. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1921-1926, vol. VII, Barcelona, 75.
- COLOMINAS, J., 1931: Forn de ceràmica ibèrica del Pinós, Sera (Riu Congost). *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 1927-31, vol. VIII, Barcelona, 54.
- CONCHE, F., 1999: La Fouille de la rue Jean-François-Leca. *Marseille, 10 ans d'Archéologie, 2600 ans d'Histoire*, Edisud, Marseille, 90-93.
- CONTRERAS, F.; CARRIÓN, E.; JABALÓY, E., 1983: Un horno de alfarero protohistórico en el Cerro de los Infantes (Pinos Puente, Granada). *XVI Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza, 533-537.
- COOK, R. M., 1961: The double stoking tunnel of greek kilns. *The Annual of the British School at Athens*, n.º 56, 64.
- COOK, R. M., 1972: *Greek Painted Pottery*. Londres.
- DUHAMEL, P., 1979: Morphologie et évolution des fours céramiques en Europe Occidentale. *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 9/10, 49-76.
- ECHALLIER, J. C.; MONTAGU, J., 1985: Données quantitatives sur la préparation et la cuisson en four à bois de reconstitutions actuelles de poteries grecques et romaines. *Documents d'Archéologie Méridionale*, 8, 141-145.
- FERNÁNDEZ, F.; CHASCO, R.; OLIVA, D., 1979: Excavaciones en el Cerro Macareno. La Rinconada, Sevilla (Cortes E-F-G. Campaña 1974). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 7, Madrid.
- FERRER, A., 1978: El poblado ibero-romà de Darró del Nou al descobert. *Información Arqueológica*, 26, Barcelona.
- GALVÁN, J.; GALVÁN, V., 1988: Análisis mineralógico por difracción de rayos X de dos muestras procedentes del horno de Alcalá del Júcar. Apéndice II. *Horno de cerámica ibérico de la Casa Grande, Alcalá del Júcar (Albacete)*, *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 30, 228, Madrid.
- GASTALDI, J. L., 1988: Apéndice I. *Horno de cerámica ibérico de la Casa Grande, Alcalá del Júcar (Albacete)*, *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 30, Madrid, 189-228.
- HERNÁNDEZ, M., 1983a: *Un horno ibérico. Can Badell (Bigues-Riells del Fai)*. Comisión gestora del Museo Arqueológico Bigues-Riells del Fay, 19 p.
- HERNÁNDEZ, M., 1983b: *Yacimiento ibérico de Can Badell (Bigues-Riells del Fai)*. Instituto de Prehistoria y Arqueología, Barcelona.
- IBABE, E., 1995: *Cerámica popular vasca*. Fundación Bilbao Bizkaia Kutxa, Bilbao.
- JUAN, L. C., 1992: Alfares y hornos de la antigüedad en la península Ibérica; algunas observaciones en torno a su estudio. *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*, Asociación de Ceramología, Agost, 67-85.
- JUNYENT, E.; ALASTUEY, A., 1991: La vaixella ilergeta de vernís roig. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 1, Lleida, 9-51.
- KÖPKE, W., 1985. *Töpferöfen*. Rudolf Hambelt, Bonn.
- LÓPEZ SEGUÍ, E., 1995: El alfar ibérico de "El Arsenal" (Elche, Alicante). *XXII Congreso Nacional de Arqueología* (Vigo 1993), Vol II, Zaragoza, 231-234.
- LÓPEZ SEGUÍ, E., 1997: El alfar ibérico. *La illeta dels Banyets (El Campello, Alicante)*. *Estudios de la Edad del Bronce y época ibérica*, Alicante, 221-250.
- LUZÓN, J. M., 1973: Excavaciones en Itálica. Estratigrafía en el Pajar del Artillo. *Excavaciones Arqueológicas en España*, 78, Madrid, 16-23.
- MAMPEL, U.; SCHUTZ, I., 1988: Die Töpferöfen von Agost. *Neue Keramik*, 3, 1988, 114-115.
- MARTÍNEZ VALLE, A.; CASTELLANO, J. J., 1997: Los hornos ibéricos de las Casillas del Cura (Venta del Moro). *Recerques del Museu d'Alcoi*, 6, Alcoi, 61-69.
- MATA, C., 1997: Les activitats de producció en el món ibèric. *Les Ibèries*, Cat. de la exposició. La Caixa-Lundwerg, Barcelona, 97-98.
- MATA, C.; BONET, H., 1992: La cerámica ibérica: Ensayo de tipología. *Trabajos Varios del S.I.P.* 89, Valencia, 117-173.
- MATSON, F. R., 1980: Algunos aspectos de la tecnología cerámica. *Ciencia en Arqueología*, Fondo de Cultura Económica, México, 619-630.
- MOLINOS, M.; RISQUEZ, C.; SERRANO, J. L.; MONTILLA, S., 1994: *Un problema de fronteras en la periferia de Tartessos. Las Calañas de Marmolejo*. Col. Martínez de Mazas. Serie de Monografías de Arqueología Histórica, Jaén.

ASPECTOS DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE LA CERÁMICA IBÉRICA

- MOLINOS, M.; SERRANO, J. L.; COBA, B., 1990: Excavaciones arqueológicas en el asentamiento de "La Campiña". Marmolejo, Jaén. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1988, III, Sevilla, 197-203.
- NOBLE, J. V., 1988. *The techniques of Painted Attic Pottery*. Thames and Hudson, London.
- OLCINA, M.; LÓPEZ SEGUÍ, E., 1997: Prospección y excavación de urgencia en los alrededores del alfar ibérico. *La illeta dels Banyets (El Campello, Alicante). Estudios de la Edad del Bronce y época ibérica*, Museo Arqueológico Provincial de Alicante, Alicante, 207-220.
- OLIVER, A., 1997: La cerámica ibérica de Castellón durante el ibérico antiguo y pleno. *Recerques del Museu d'Alcoi*, 6, Alcoi, 11-19.
- ORTON, C.; TYERS, P.; VINCE, A., 1997: *La cerámica en Arqueología*. Ed. Crítica, Barcelona.
- PADIAL, B., 1999: *La producción alfarera pre y protohistórica del asentamiento de Ronda la Vieja (Málaga). Aspectos tecnológicos y sociales*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Granada.
- PASTOR, A., 1992: La cocción de los materiales cerámicos. *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*, Asociación de Ceramología, Alicante, 19-38.
- PEACOCK, D. P. S., 1982: *Pottery in the Roman World: an ethnoarchaeological approach*. Londres.
- PERDIGONES, L.; MUÑOZ, A., 1990: Excavaciones arqueológicas de urgencia en los hornos púnicos de Torre Alta. San Fernando, Cádiz. *Anuario Arqueológico de Andalucía*, 1988, tom. III, Sevilla, 106-111.
- PRADELL, T.; MARTIN, A.; MOLERA, J.; GARCÍA-VALLÉS, M.; VENDRELL-SAZ, M., 1995a: Attribution of "iberian painted" and greek grey monochrome" ceramics, from 6th century B. C. to a local production of Ullastret (Catalonia). *Estudis sobre ceràmica antiga. Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics*, Barcelona, 1993, 23-27.
- PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA-VALLÉS, M.; VENDRELL-SAZ, M., 1995b: Study and characterization of reduced ceramics. *Estudis sobre ceràmica antiga. Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics*, Barcelona, 1993, 239-246.
- PONS, C., 1983: Acerca de unos hornos ibéricos en la Riera de Sant Simó (Mataró). *Laietania*, 2, Mataró, 185-200.
- PORCAR, J. B., 1933: La cultura ibera a Borriol I. *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, XXIV, Castelló, 490-499.
- PORCAR, J. B., 1948: La cultura ibera a Borriol II. *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, XIV, Castelló, 67-74.
- RICE, P., 1987: *Pottery Analysis. A Sourcebook*. The University of Chicago Press, Chicago, 559.
- RISQUEZ, C.; HORNOS, F., 1995: Análisis físico-químicos aplicados a un conjunto de cerámicas ibéricas de Las Calañas. Marmolejo, Jaén. *European Meeting on Ancient Ceramics* (Barcelona 1993), Vendrell-Saz, Pradell, García y Molera (Eds.).
- ROSSER, P., 1993: El COPHIAM: Seis años de actividad arqueológica. *LQNT*, 1, Alicante, 9-64.
- RUIZ RODRÍGUEZ, A.; MOLINOS, M., 1993: *Los Iberos. Análisis arqueológico de un proceso histórico*. Ed. Crítica, Barcelona.
- SANZ, D.; DELGADO, S., 1991: *Viaje a los alfares perdidos de Albacete*. Madrid.
- SCHEIBLER, I., 1983: *Griechische Töpferkunst. Herstellung, Handel und Gebrauch der antiken Tongerfäße*. C. H. Beck, München.
- SCHÜTZ, I., 1992a: Sistemas tradicionales de cocción cerámica en el Norte de Africa. *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*, Alicante, 153-170.
- SCHÜTZ, I., 1992b: La cocción cerámica en la alfarería tradicional de Agost. *Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días*, Alicante, 171-184.
- SCHÜTZ, I., 1994: Con las Alfareras de Slit, Marruecos. *Forum Cerámico*, n.º 2, Asociación de Ceramología, Febrero 1994, Agost, 5-13.
- SCHÜTZ, I., 1996: Motivos y Consecuencias de los Cambios Tecnológicos en la Alfarería Tradicional de Agost. *Visión global y Acción Local. Global Denken - Lokal Handeln, Actas del IV Simposio de Investigación Cerámica y Alfarera* (1993), Centro Agost de Investigación y Creación Cerámica y Alfarera, Agost, 101-105.
- SHEPARD, A. O., 1956: *Ceramics for the archaeologist*. Carnegie Institution of Washington, Washington.
- SIMÓN, J. L., 1990: Illeta dels Banyets i La Almadrava. *Excavacions arqueològiques de salvament a la Comunitat Valenciana 1984-1988. II. Intervencions rurals. Generalitat Valenciana*, Valencia, 48-52.
- SORIA, L.; CÓRDOBA, M. A., 1994: Análisis mineralógicos de piezas cerámicas ibéricas procedentes de 'El Castellón' (Hellín-Albacete). *Al-basit, Revista de Estudios Albacetenses*, 35, Albacete, 5-49.
- VICENTE, J. D.; HERCE, A. I.; ESCRICHE, C., 1984: Dos hornos de época ibérica en "Los Vicarios" (Valdecebro, Teruel). *Kalathos*, 3-4, Teruel, 311-372.
- VIRELLA, X., 1978: Localització d'un forn de ceràmica a Castellet i La Gornal. *Miscel·lània Penedesenca*, 1978, Institut d'Estudis Penedesencs, 271-277.
- VIRELLA, X., 1979: *Catàleg arqueològic de Castellet i La Gornal*. Museu de Vilafranca, 1979.