

## DIRECTOR-COORDINADOR

Antonio García Valcarce

## CONSEJO DE REDACCION

Rafael García Dieguez

Ricardo Huete Fuertes

Francisco Ortega Andrade

## EQUIPO DE REDACCION

José Laffarga Osteret

Jesús Barrios Sevilla

Enrique Morales Méndez

J. Manuel García Blázquez

Florentino del V. Rodríguez

Manuel Olivares Santiago

Victoriano Gutiérrez Gómez

## SECRETARIADEREDACCION

Rocio Alba

## EDITA

El Departamento de Construcción de la E.T.S.A.

## IMPRIME

Imprenta Galán

Políg. Navisa, c/. C, 43

SEVILLA

## ISBN 60-2451-2

Depósito Legal

SE-378-1981

El contenido de los artículos es exclusiva responsabilidad del autor, no representando el sentir del Consejo de Redacción de este Cuaderno de Construcción.

## JORNADAS C. V.

En prensa este número, durante los días 31 de mayo y 1 de junio, se han celebrado en Sevilla las PRIMERAS JORNADAS TECNICAS SOBRE LA UTILIZACION DE LAS CENIZAS VOLANTES EN HORMIGONES.

Las jornadas han estado patrocinadas por la Universidad de Sevilla, con otras entidades y la organización técnica de ellas ha corrido a cargo del Departamento de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

La inauguración de las Jornadas fue presidida por el Excmo. y Magnífico Rector de nuestra Universidad, junto con el Excmo. Sr. Consejero de Ordenación Territorial y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, junto con el Ilmo. Sr. Director de la E.T.S.A. y otras personalidades.

A lo largo de los dos días de las jornadas se ha cumplido, y con muy estricta puntualidad, un apretado programa de trabajo con ocho conferencias, dos extensas mesas redondas abiertas y una reunión final de redacción de conclusiones.

Las inscripciones individuales han superado el centenar y en alguna sesión se han contado más de 60 asistentes, lo que resulta destacable en este tipo de reuniones, y quizás explicado por el indudable interés y actualidad del tema, que ha reunido estos días profesionales y especialistas de toda España.

Las diversas conferencias y exposiciones han sido dictadas por profesores de la Universidad de Sevilla y Politécnica de Barcelona y otros conocidos especialistas, que han tratado diversos aspectos de la Ciencia y Tecnología de las Cenizas Volantes en el mundo y en nuestro País.

Muy alto nivel técnico han tenido las dos mesas redondas celebradas, con una nutrida participación de casi la totalidad de asistentes en los coloquios, lo que junto a lo expuesto en las conferencias ha permitido la redacción de unas conclusiones de las que se dará cumplida cuenta a los distintos estamentos interesados en el tema, en la Región y en el Estado.

Dado el interés que estas jornadas han parecido despertar entre los profesionales de la construcción, en un próximo número daremos una más amplia información, junto con la publicación, siquiera resumida, de las muy interesantes intervenciones que se han registrado.

CONSEJO DE REDACCION

## SUMARIO

JORNADAS C.V.....	1
EDITORIAL.....	2
PATOLOGIA .....	3
Y AHORA... ¡SIN RED!... 13	
NOTAS SOBRE UN DIBUJO ROMANO .....	18
CALCULO DE LA VIGA EN «T».....	23
LIBROS.....	34
UN CRITERIO PARA APROXIMAR LA DIRECCION DEL VECTOR ILUMINACION..	36
SOBRE ARQUITECTURA Y CIENCIA: LA INTRODUCCION DE LA GEOMETRIA DESCRIPTIVA EN ESPAÑA.....	41

## NOTAS SOBRE UN DIBUJO ROMANO

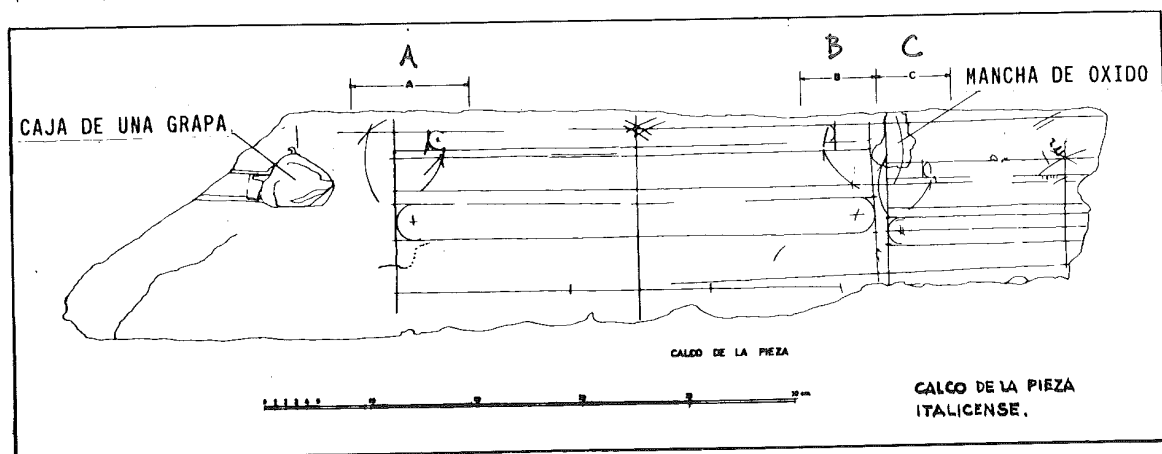
A. JIMENEZ

Quienes están interesados en el tema de la Arquitectura como Teoría, y por tanto dedican cierta atención a su Sustitución gráfica, saben que existen muy pocos dibujos arquitectónicos en el mundo romano, y menos aún en el griego. Por ello no puede desaprovecharse la ocasión de comentar un dibujo de unas basas aparecido en las excavaciones del Teatro de Itálica (1).

Se trata del trozo de cornisa, signado como D-17, que apareció en el verano de 1971 en el **hyposcaenium** del edificio, en compañía de otras similares (2). La pieza en sí, es decir, como fragmento decorativo, tiene cierto interés, pues el ángulo que forman sus caras decoradas, ya que se trata de una cornisa de esquina, no es recto; además la cara más pequeña esta labrada de manera más esquemática que la mayor, mientras que los planos que define su molduración no

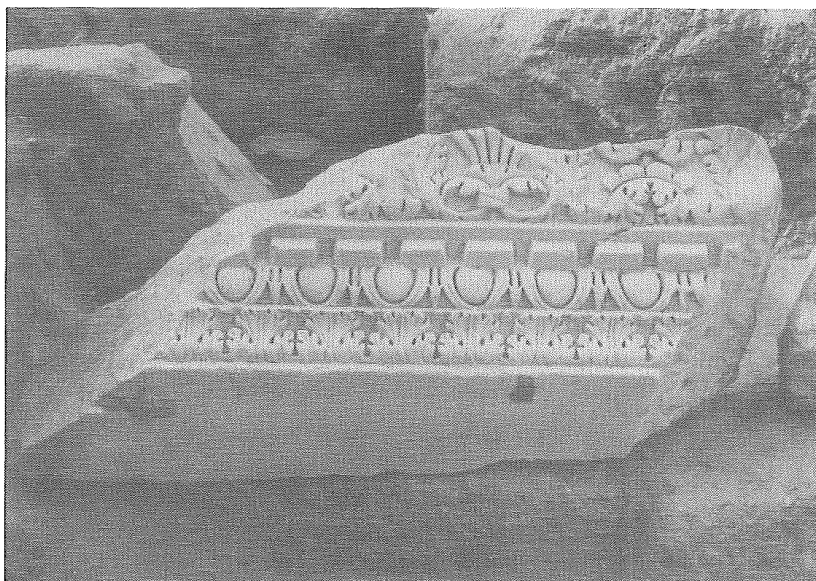
son paralelos a los asientos de la pieza, de forma que la decoración está contenida en planos que se elevan hacia la parte «traser» de la pieza. Todo ello parece sugerir que estamos ante un intento, corriente por lo demás en la Arquitectura Clásica, de crear trampantojos capaces de dar profundidad a un **frons scaenae** decididamente plano.

Lo más notable de la pieza son los dibujos lineales que cubren la cara que descansaba sobre el friso. Parecen estar hechos con punzón y compás de punta sobre la superficie pulida del mármol sacaroideo de la pieza, e indudablemente fueron trazados antes de labrar la decoración, pues ésta corta algunas líneas del dibujo y hay centros de círculos que se salen del campo material disponible. En realidad, los dibujos son dos, representando lo que interpretamos como sendas basas áticas, incompletas y de tamaño desigual,



- (1) No entramos aquí en el tema, del mayor interés, de las razones que, además del azar de todo muestreo histórico, justifican la «agrafía» de ambos momentos históricos.
- (2) Hemos de agradecer al profesor Luzón la amabilidad de autorizarnos la publicación de la pieza y de facilitarnos la fotografía que presentamos.

LA PIEZA EN EL LUGAR  
DONDE APARECIO.  
(FOTO J.M. LUZON)



pero homotéticas; aceptando esta suposición, basaremos nuestra descripción en que la pieza debe mirarse con la cara decorada mayor arriba y la pequeña a la derecha, es decir, exactamente al revés de como está expuesta en el Museo de Itálica.

Para analizar el dibujo recorreremos los siguientes apartados: exámen metrológico de sus segmentos, estudio de sus proporciones, análisis del trazado y conjeturas sobre su utilidad.

1.- Exámen metrológico. El caso que nos ocupa ofrece buenas condiciones para analizar cuestiones relacionadas con unidades de medidas pues, sin error, pueden determinarse hasta el milímetro, cosa que no siempre es posible. La serie de medidas de «basa mayor» demuestra que las básicas son múltiplos o submúltiplos de un patrón que oscila entre 296 y 298 mm., es decir, <sup>en torno</sup> al pie romano canónico de 297 mm. (3); así el lado del plinto equivale a un **cubitus** de 441/447 mm., la altura equivale al **pes semis**, el filete superior empleó el **semiunx**, el toro superior el **digitus** y así las demás.

La «basa menor» no tiene más equiva-

lencias tan directas, lo que induce a pensar que su relación con la mayor no es a través de una unidad de medida, sino por medio de un sistema de proporciones, pues la que existe entre medidas homologas de ambas es 6:11. Por otra parte cabe indicar que las ligerísimas dispersiones detectadas en la «basa mayor» deben atribuirse a la impericia del desconocido dibujante antes que a otras razones.

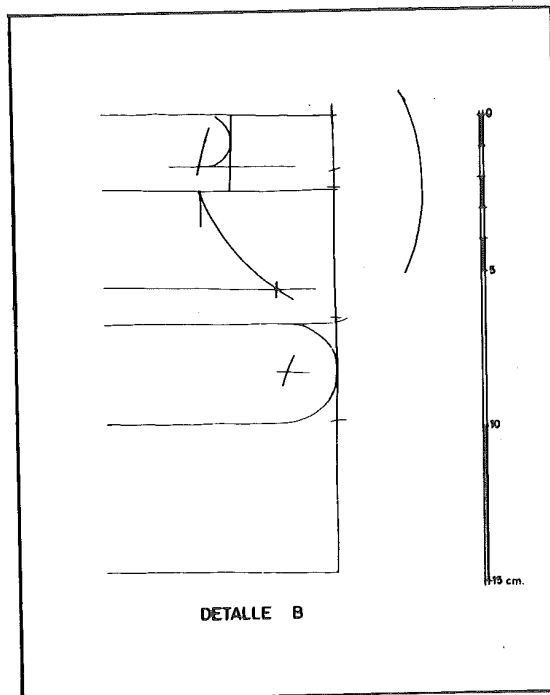
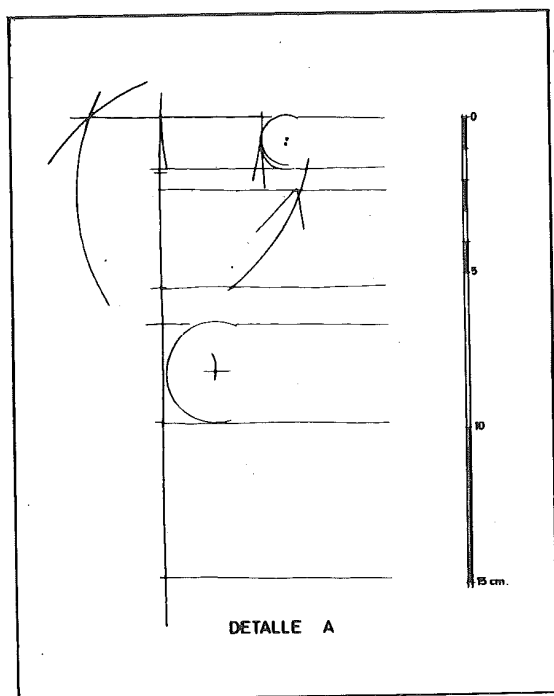
2.- Estudio de proporciones. El texto de Vitruvio (4) nos ofrece las proporciones de una basa ática y, afortunadamente, es en este punto donde las recomendaciones del arquitecto augusteo (5) están claras, cosa que no ocurre en la inmensa mayoría de los casos (6). Nos dice que, haciendo equivaler la altura de la basa al radio de la columna, el ancho de la basa, es decir el lado del plinto, debe corresponder al triple de dicha altura, mientras su distribución interna es como sigue: **Altitudo eius (. . .) ita dividatur, ut superior pars tertia parte sit crassitudinis columnae, reliquum plintho relinquantur. Dempta plintho reliquum dividatur in partes quattuor, fiatque superior torus (quartae; reliquae tres aequaliter divi-**

(3) G. Lugli, *La técnica edilizia, con particolare riguardo a Roma e Lazio*, Roma 1975, 189.

(4) Usaremos de la edición de F. Granger para la *Loeb Classical Library* (Harvard, 1970).

(5) Sobre Vitruvio cfr. A. Boethius, *Studia Archaeologica* (16), Santiago de Compostela 1972.

(6) A. Jiménez, «Análisis de una propuesta de reintegración de formas arquitectónicas», *BSEAA* (46), 169.



dantur et una sit inferior torus) altera pars cum suis quadris scotia (...) (7).

Pasemos a nuestros casos; tomando como módulo lineal la altura de la basa, podemos dibujar la basa ática vitruviana como aparece en el lado izquierdo de nuestra última ilustración, en el que hemos acotado las distintas medidas como fracciones de la unidad modular. Si en los dibujos de basas que estamos estudiando reducimos todas las medidas a los respectivos módulos (mayor, 148 mm.; menor, 99 mm.) obtendremos sus proporciones, que podemos dibujar, según las mismas medidas del caso vitruviano, en el lado derecho de la citada ilustración. Varias evidencias saltan a la vista; la primera es que las basas italicenses son homotéticas, es decir, sus proporciones son idénticas; la segunda es que su sistema es similar, en presentación, al vitruviano, pero se advierte que, respetando la proporción general, no son iguales en el re-

parto interno; la tercera evidencia es que el sistema italicense es más racional que el vitruviano, pues se basa únicamente en sucesivas particiones por 3, mientras que Vitruvio propone unas veces la división por 3 y otras por 2, con lo que, numéricamente, introduce fracciones periódicas mixtas (8).

Todo ello lleva a una conclusión, ya expuesta por otros autores (9) y por nosotros (10) en ocasiones anteriores: lo que Vitruvio expone es sólo una opción entre varias y la experiencia nos indica que la Arquitectura Clásica no hizo demasiado caso de las prescripciones de un oscuro arquitecto romano bastante anticuado para su época, y cuyo único mérito residía en que su texto ha sido el único superviviente.

3.- Análisis del trazado. Las dos basas no sólo son homotéticas en su apariencia final, sino que sus procesos de trazado son prácticamente idénticos, pese a que

(7) Vit. III-V-2.

(8) Los antiguos no dispusieron de algoritmos eficaces para resolver las cuatro operaciones básicas de la Aritmética, y es cosa sabida que, hasta el final de la Edad Media, entrañaba enormes dificultades la realización de una simple división; hasta la expansión del sistema de numeración arábigo no se formalizaron algoritmos válidos. Por tanto la solución de los problemas de cálculo era eminentemente gráfica hasta estos momentos. Cfr. J.A. Sánchez Pérez, *La Aritmética en Roma, en India y en Arabia*, Madrid 1949.

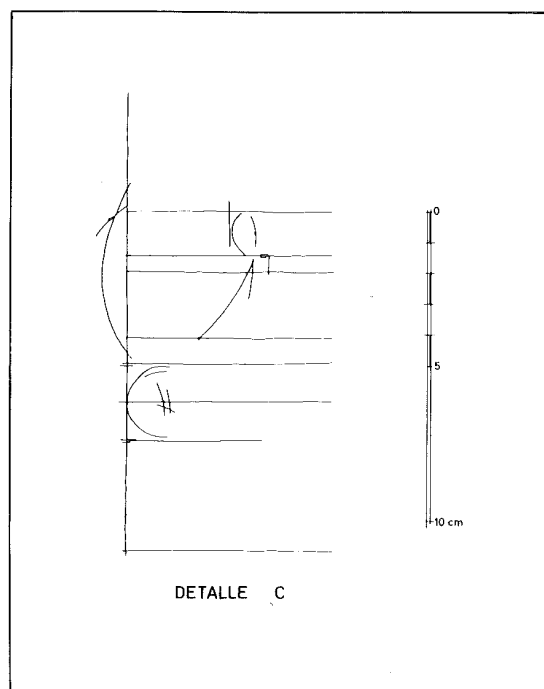
(9) Cfr. A. Boethius, *op. cit.*, 9.

(10) A. Jiménez, «De Vitruvio a Vignola: autoridad de la tradición» *Habis* (6), 265.

el dibujo de la «basa menor» está incompleto, por lo que la descripción que sigue sólo hace referencia a la mayor.

Se trazó una línea horizontal, paralela a la dimensión más larga de la pieza, sobre lo que hemos considerado parte baja; en ella se marcó un segmento de 1,5 pies; tomando centro en sus extremos y con radio aparentemente arbitrario (casi medio pie) se situaron dos puntos en el interior del segmento. Desde ellos y con radio también arbitrario, se trazaron, por encima y por debajo de la línea básica, cuatro arcos (dos y dos) que determinaron una línea vertical, eje de simetría de la basa (11). Por los extremos del segmento de base se levantaron sendas paralelas al eje que acabamos de obtener; sobre ellas se llevaron medidas de un pie; al unirlos con un segmento horizontal de pie y medio quedó determinado el rectángulo necesario para fabricar la pieza.

En una segunda fase se trazaron, mediante el sistema de proporciones analizado anteriormente, las horizontales que determinaban los planos contenedores. Los centros de los círculos que determinaban los perfiles de los toros se situaron mediante intersecciones de arcos, de una forma que no conseguimos interpretar. Aunque el trazado de la escocia está incompleto en los tres casos que podemos analizar, es posible conjeturar el siguiente proceso: determinados los puntos de contacto entre la escocia y los filetes que la encerraban por medio de verticales trazadas desde los centros de los toros, se hizo centro en ellos con idéntico radio, arbitrario al parecer, y se determinó un punto, fuera del sólido capaz y cerca de la horizontal superior, desde el que se trazó, con el mismo radio anterior, un arco que tocó en los puntos de los filetes que limitarían la escocia; así salió una curva muy tendida, nada profunda y fácil de labrar. Ya que los tres trazados disponibles (dos



de la mayor y el izquierdo de la pequeña) están incompletos en muchos detalles, cabe pensar si la escocia que hemos supuesto no sea sino un paso previo para el trazado de la definitiva que, teóricamente, constaría de dos arcos tangentes (12).

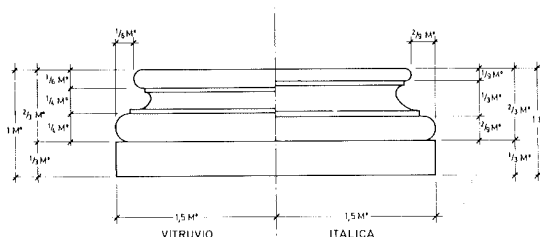
El trazado que acabamos de restituir responde a las diversas tentativas que el desconocido autor de los dibujos había ensayado. Se advierten claramente numerosos tanteos, centros corridos, círculos imperfectos, trazos erróneos o mal colocados, etc. Es como si el que los ejecutó estuviese poco avezado en la práctica del dibujo, aunque su impericia pudiera justificarse en gran parte por las dificultades de «dibujar» con metal sobre mármol.

Para cerrar este apartado solo resta indicar que este dibujo confirma, por vía de la práctica de un oficiente de la industria del mármol, los supuestos de la teoría (13); es innegable que, al importante desarrollo de la Geometría como ciencia helenística, correspondían unos procedimientos prácticos, am-

- (11) Sorprende el uso de un procedimiento tan complejo para obtener una perpendicular a un segmento dado por su punto central; sólo la suposición de que el compás usado fuese relativamente pequeño (156 mm. de abertura máxima) explicaría el doble paso que hubiera podido resolverse con uno sólo.
- (12) El trazado canónico exigiría dos cuartos de círculo cuyos centros estuviesen situados sobre una horizontal, pero la experiencia demuestra (al menos en Itálica) que la presunta escocia es una curva concava trazada a sentimiento. Esto parece sugerir que el trazado anómalo de las basas fuese precisamente lo habitual: el arranque de la escocia que luego el marmolista prolongaría como pudiese.
- (13) Sobre la teoría coetánea de la Geometría cfr. J. Bousquet, «Architecture et mathématiques de l'époque classique», RA (1976), 158.

pliamente extendidos, que eran muy similares a los que hoy se manejan en niveles profesionales parecidos.

4.- Carácter de estos dibujos. Es bien conocido el párrafo de Vitruvio en el que describe los tres **species dispositionis, quae graece dicuntur ideae sunt hae: ichnographia, ortographia, scaenographia** (14). De las últimas «ideas», las perspectivas cónicas, por mucho que E. Panofsky se empeñara en demostrar lo contrario (15), existen ejemplos romanos, que van desde las menos construídas hasta las perfectas (16). Tampoco faltan ejemplos de «icnografías», es decir plantas (17), pero lo sorprendente es que no conocemos «ortografías», dibujos clásicos asimilables a nuestros alzados diédricos, ya que fueron sumamente habituales en Egipto (18). Estos dibujos que representamos pudieran clasificarse en tal categoría desde un punto de vista actual, pero no parece que respondiesen apropiadamente al espíritu del texto vitruviano. Si mantuviéramos nuestras pesquisas en el ámbito romano el problema quedaría sin solución, pero la comunidad ideológica y formal de la arquitectura romana con la griega, acentuadísima en Vitruvio, que usa exclusivamente de terminología helénica, nos autoriza a indagar sobre dibujos griegos. La tarea puede acabarse de inmediato, pues si poco conocemos de época romana, puede afirmarse que ni uno sólo ha llegado del mundo grecopar-



Proporciones de la basa ática

lante (19). J.J. Coulton, que ha analizado esta sorprendente laguna con maestría, indica como los sustitutos arquitectónicos griegos de intencionalidad marcadamente técnica se reducen a tres parcos expedientes. El más extendido era el denominado **syngraphai**, es decir especificaciones literarias de enorme eficacia (20); otro, reservado para ejemplificar piezas menores, es el que se llamó **paradeigma**, que eran en realidad modelos para copiar (21); el tercero, **anagrapheus**, se refería a plantillas, especialmente de perfiles de elementos moldurados (22). Parece que es a este último grupo al que pudiéramos adscribir los dibujos que comentamos, bien como etapa previa para la obtención de una plantilla o como trazado de sólidos capaces para fabricar un par de «paradigmas». El uso del mármol como Soporte Gráfico vendría dictado por su abundancia en un taller de marmolistas; a falta de otros datos, nos quedamos sin saber en que fecha (23) y en que lugar (24) se hicieron.

(14) Vit. I-II-2.

(15) E. Panofsky, *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona 1973, 34 ss. También H. White, *Perspective in Ancient Drawing and Painting*, Londres 1956, 43 ss.

(16) Nos referimos al fresco de época augustea, es decir coetáneo del texto de Vitruvio, que decora una de las paredes de la llamada «Casa de Livia», en el Palatino; cfr. E. Battisti, *Filippo Brunelleschi. L'opera completa*, Milan 1976.

(17) Desde la lápida de Perugia (Cfr. J.J. Coulton, *Ancient Greek Architects at Work, Problems of Structure and Design*, Nueva York 1977, fig. 6) hasta la *Forma Urbis Severina*.

(18) Sobre el dibujo antiguo Cfr. K. A. C. Creswell, *Early Muslim Architecture. Umayyads (A.D. 622-750)* (I), Oxford 1969, 109.

(19) Sería interesante saber de donde sacó Le Corbusier la «copia de una losa de mármol del Pireo» (*Hacia una Arquitectura*, Buenos Aires 1964, 57) que reproduce el alzado del Arsenal; llama la atención que precisamente sea este edificio uno de los que, gracias a sus minuciosas *syngraphai*, se ha podido restituir gráficamente (J.J. Coulton, op. cit., fig. 14).

(20) *Ibid.*, 54 s.

(21) *Ibid.*, 55.

(22) *Ibid.*, 55.

(23) Esta vendrá dada, *terminus ante quem*, por la fecha que los arqueólogos den a la cornisa en particular y al *frons scaenae* en general.

(24) Diversos autores sugieren la existencia de un taller de escultura en la propia Itálica, por ello no sería raro que el dibujo hubiese sido trazado en la propia ciudad.