

## UNA ESCALERA TABICADA AL AIRE

Julián García Muñoz - Carlos Martín Jiménez  
*IE Universidad, Segovia*  
Fotografías de Joaquín Grau Enguix  
julian.garcia@ie.edu

### Resumen

*La construcción tabicada es una técnica actualmente abandonada en España, pero de uso muy común hace pocas décadas. Se describe a continuación el proceso de ejecución de una escalera tabicada al aire, de dos tramos ortogonales de tres y ocho peldaños, respectivamente. El texto que sigue resume la práctica realizada por el maestro yesaire D. Carlos Martín en el Taller de Prácticas de Construcción de la IE Universidad, en Segovia, durante el mes de Marzo de 2007.*

**Palabras clave:** *Bóvedas Tabicadas, Bóvedas Catalanas, Obras de Fábrica.*

### Summary

*Tiled vault building is an abandoned technique nowadays in Spain, but it was very common only a few decades ago. What follows is the description of the execution of a vaulted staircase, made on air according to the Catalan tradition, resuming the recreation made by D. Carlos Martín at the Construction Practical Atelier at the IE University on March 2007, Segovia.*

**Key Words:** *Tiled Vaults, Catalan Vaults, Brick Construction.*

\* \* \* \* \*

## 1.- Replanteo

El replanteo de una escalera tabicada es la clave del éxito de su funcionamiento. La estabilidad de una estructura de fábrica depende de la correcta elección, composición y dimensionado de sus formas. No es tanto la resistencia del material de una bóveda como su forma y su relación dimensional con el resto de elementos de una estructura lo que posibilita la estabilidad del conjunto. El replanteo y puesta en obra de las formas diseñadas cobra por ello especial importancia en las estructuras de fábrica.

El primer replanteo de una escalera tabicada, en el que se marcan las líneas de terminado y gruesos de piso, es idéntico al de una escalera cualquiera. El oficial mancha con una traza de yeso el muro sobre el que ha de apoyar la fábrica para poder replantear sobre él. Sobre el yeso marca los terminados del arranque y cierre de la escalera; en función de estas dos cotas se calculan las medidas de huella y tabica.

Decididas éstas según los criterios tradicionales de proporción y empleando cinta métrica y nivel de burbuja se marca el terminado de los peldaños. Bajo la línea quebrada que resulta de este replanteo se marca una segunda línea, en la que se descuentan los gruesos de material necesarios. En función de acabado previsto descontaremos entre 3 y 5 cm.

Después de este replanteo se realiza el trazado de la curva del tablero en su encuentro con el muro, para lo que se emplea una regla flexible. En el caso de la escalera tabicada construida para este ejemplo, la traza se realizó partiendo del peldaño central, suponiendo que es aproximadamente allí donde el tablero estará más cerca del piso terminado. Se marcaron bajo él, perpendicularmente a la línea de máxima pendiente del tramo, los gruesos del tablero y, con base en ese punto, se trazó una línea cuya curvatura mínima vino dada por la distancia al peldaño en el arranque (doble, al menos, de la marcada bajo el escalón central) y en el desembarco (dónde la traza debía ser sensiblemente horizontal).

El oficial realizó la traza a sentimiento; como se verá más adelante, la curvatura marcada de este modo no difiere demasiado de la que correspondería a una definición geométrica precisa, asociada a las líneas de empuje teóricas.



Lámina 1. Marcado de los peldaños sobre el tendido de yeso.

## 2.- Geometría

En un trazado técnicamente correcto hubiéramos debido tener en cuenta las líneas de empuje teóricas. De este modo, lo idóneo hubiera sido marcar un anti-funicular de cargas sobre la línea de máxima pendiente de la zanca, tal como se indica en la imagen. Para ello podríamos haber dibujado una catenaria, empleando una cuerda o una cadena, y después invertirla con respecto de la línea de máxima pendiente.

Dotar a esta catenaria invertida de una curvatura ideal hubiera implicado partir de un supuesto concreto formal (tramos rectos e inclinados) y de cargas sobre cada tramo (puntuales, repartidas, etc.), ya que son estos elementos los que modifican la escala vertical del funicular. Pero ni siquiera este complejo procedimiento sería en rigor necesario, ya que son muchas las curvaturas factibles; según demuestran los estudios sobre el comportamiento de fábricas (Heyman, 1995; Huerta, 2004), para garantizar la estabilidad del tablero es suficiente con que su sección pueda contener una línea de empujes razonable<sup>1</sup>.

---

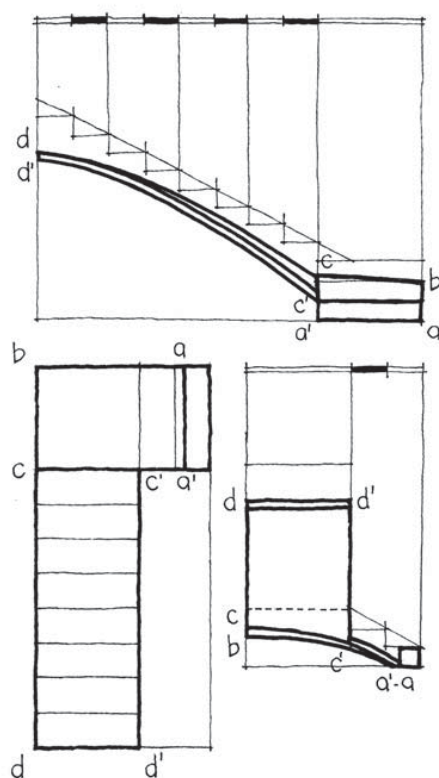
<sup>1</sup> Los textos citados tratan sobre el análisis de estructuras de fábrica de un modo general. Sobre las fábricas tabicadas en particular S. Huerta afirma: “[...] las bóvedas tabicadas son bóvedas de fábrica y, por tanto, esencialmente iguales a las bóvedas de piedra o rosca de ladrillo. Como ellas no resisten bien las tracciones, empujan y se agrietan. No son monolíticas, ni cohesivas. Pueden y deban calcularse con las mismas herramientas que cualquier bóveda de fábrica. No son menos duraderas si reciben el necesario mantenimiento” Huerta Fernández, S. (2002).

Si las trazas que cumplan estas condiciones son válidas, son los márgenes *lógicos* superior e inferior de este escalado vertical son los que realmente limitan el rango de curvas factibles. Una traza excesivamente plana sería poco recomendable, ya que podría conllevar el colapso de la estructura en el momento en que se produjeran en ella deformaciones mínimas. Un gran abombamiento debería estar recogido, a partir de cierto límite, por unos considerables hombros de relleno, lo cual conlleva el doble problema del sobrepeso innecesario del relleno y de la posible cabezada bajo el tablero.

Casi cualquier traza dentro de este rango de curvas constructivamente *lógicas* es factible. El albañil, como se ha dicho, marca la curva a sentimiento, sin entrar en excesivas complejidades matemáticas; su traza será correcta siempre y cuando no supere los límites antes marcados, cosa que solo hará por falta de experiencia o de intuición. Algunos manuales ofrecían reglas simples para facilitar el trazado de todo tipo de curvas, la más común de las cuales consistía en relacionar la longitud del tramo recto con la de la curva que necesitamos asociar a él. La idea consiste en que el oficial corte una vara a curvar, con medidas proporcionales al tramo recto: para nuestro ejemplo, una vez y un tercio la medida del tramo, por ejemplo. El albañil que empleara este método podría utilizar esa vara como plantilla, ajustándola en los puntos de arranque y desembarco, para luego desplazarla verticalmente hasta que pasara por el punto mínimo marcado previamente y trazar la curva. El punto mínimo, según el procedimiento tradicional antes descrito, sería el correspondiente al peldaño central, aunque en pura teoría debería buscarse la huella más próxima al punto en que la línea de máxima pendiente y la curva son tangentes. Pero tampoco esto es necesario, ya que este no es un procedimiento matemático, sino una aproximación que permite evitar los casos extremos y problemáticos a los que se ha hecho referencia en el párrafo anterior.

En un replanteo de este tipo sólo se marcan las curvas exteriores  $A'A$ ,  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DD'$ ; es decir, las que están en contacto con el muro. No se instalan camones ni cerchas en las curvas  $A'C$  ni  $C'D'$ , necesariamente diferentes a  $AB$  y a  $CD$ , ni se realiza para ellas replanteo en el aire de ningún tipo. Como se verá más adelante, el albañil cuenta sólo con tres líneas; su habilidad consiste en ejecutar una superficie que las contenga.

El tablero que vamos a construir es una superficie no reglada. Podríamos estimar que, en el primer tramo, las líneas generadas en cortes verticales paralelos a  $AB$  pertenecen a una familia de curvas semejantes, que se aproximan a  $A'C$  apoyándose en  $AA'$  y  $BC$ . Esto implica que podremos encontrar una única línea recta



**Figura 1.** Detalle de la traza de la escalera construida, de dos tramos ortogonales de tres y ocho tabicas respectivamente.

dentro de cada tramo; la que corresponde al arranque de la primera A'A y al desembarco de la segunda DD'.

Será imposible encontrar cualquier otra recta contenida en el tablero, ya que CB es curva, como también lo serán todas las contenidas en cortes verticales paralelos a CB. Lo mismo sucederá con el segundo tramo; DD' es recta, pero CC', contenida en A'C, es curva<sup>2</sup>.

### 3.- Materiales

El oficial empleó en este caso una rasilla de 20x10x2,5 cm. Se trata de un material manejable, muy ligero, que se utilizó aquí en las dos roscas previstas (y no

<sup>2</sup> En la escalera realmente construida BC se trazó recta debido a lo ajustado del ámbito, de apenas 80 cm. Sí se mantuvo una diferencia de cota entre B y C en altura, de aproximadamente 5 cm. De haberse tratado de un ámbito mayor BC se hubiera replanteado curva, del mismo modo que el resto de los tramos.



**Láms. 3 a 6.** Herramienta y materiales utilizados en la construcción de la escalera tabicada. Paletas y paletines, yeso y rasilla. Para la primera rosca se emplea rasilla seca. La segunda y siguientes se realizan con rasilla húmeda.

tres, como solía hacerse). La rasilla sale del horno con una ligera curvatura, que el oficial aprovecha en la ejecución del tablero. Para el peldañado y los rellenos se utilizó también ladrillo hueco doble 24x12x9 cm.

La rasilla que se coloca en la primera rosca no se humedece, ya que su empleo en seco facilita el pegado rápido del yeso sobre ella. Tampoco se humedece el muro de soporte, por el mismo motivo. La rasilla que se utiliza en la segunda rosca sí que se humedece al modo tradicional, para permitir mejor cohesión entre ladrillo y mortero.

Para tabicar un tablero de este tipo se emplea yeso grueso, nunca controlado. Se amasa al modo tradicional, vertiendo poco a poco varias almorzadas de yeso sobre agua limpia en una artesa o un esportón, hasta que el yeso cubra el agua, sin remover en ningún momento la mezcla. El oficial bate con el paletín tan solo la cantidad necesaria para untar cada pieza; de este modo, dispone siempre del yeso con la untuosidad precisa y consigue que éste no fragüe antes de tiempo.

#### 4.- El Arranque

Terminado el replanteo y preparados los materiales, se levanta una pequeña zapata de fábrica en el arranque de la escalera. La misión de este elemento es servir de contención de los esfuerzos horizontales que genera el primero de los tramos en su extremo inferior. En este caso se construyó con ladrillo hueco doble, ya que los esfuerzos previstos no eran excesivos: el primer tramo era de sólo tres tabicadas.

La zapata se recibió con yeso al soporte, en este caso una solera de hormigón. El recibido de este elemento hubiera debido hacerse con mortero de cemento, por motivos evidentes; no se hizo así para facilitar y abreviar el comienzo del resto de los trabajos, ya que lo que se pretendía estudiar era la técnica de colocación de la rasilla.

Sobre la traza curva marcada en el muro solía hacerse una pequeña roza, de modo que fuera posible empotrar en ella al menos un canuto de la rasilla. La intención de esta roza era doble, ya que ayudaba a la sujeción provisional de la rasilla durante la ejecución y facilitaba la transmisión de los esfuerzos de la lámina al muro y el trabajo conjunto de ambos, sin fisuraciones, una vez terminada ésta. En este caso se decidió no hacer roza alguna por los motivos antes mencionados.



**Lámina 7.** Untado y colocación de las primeras rasillas contra la zapata de arranque.

## 5.- La primera rosca

La primera rasilla que se coloca, como es lógico, es la que apoya en la esquina entre el muro y la zapata. El albañil toma una pieza y estudia su curvatura, para colocarla a favor de la curva principal del tablero. Después unta de yeso la rasilla seca por sus dos caras de apoyo; aplica el yeso con el paletín, dejando en cada cara un volumen de yeso que forma, en sección, un triángulo equilátero. Coloca la pieza con un movimiento rápido y la golpea con el paletín de forma seca, ajustándola al ángulo en el que apoya. Hecho esto, y sin mover la pieza en ningún momento, la sujeta con un dedo o con la punta del paletín durante unos segundos, retirando el apoyo cuando la pieza se sostiene por sí sola.

Este proceso se repite en adelante en todas las piezas de la primera rosca. Normalmente las rasillas se colocan a matajunta, por lo que es necesario cortar una de cada dos piezas en el arranque. Si la curvatura del tramo acabase forzando a que las juntas de dos rasillas contiguas estuvieran alineadas sería necesario cortar también una pieza intermedia para evitar esa alineación de las juntas.

El orden de colocación de las rasillas es fundamental para la estabilidad de la primera rosca durante su ejecución. Se colocan primero las rasillas pertenecientes a las hiladas más próximas al muro, que deben irse complementando con las siguientes, tal como ilustra la imagen. De este modo cada rasilla colocada descargará provisionalmente no sólo sobre las piezas sobre las que apoya directamente sino, además, sobre todas las de las hiladas anteriores.

Como se ha comentado en el apartado dedicado al replanteo, en este tipo de escaleras sólo se marca sobre el muro la curva exterior, nunca la interior. Se trata de curvas diferentes, bordes de una superficie no reglada. El albañil cuenta sólo con las tres líneas antes marcadas, y debe ejecutar una superficie que las contenga. Por ello coloca cada pieza de la primera rosca siendo consciente dónde arranca cada hilada y dónde ha de morir.

En el caso del primer tramo de este ejemplo, la hilada interior A'C arranca, al igual que la exterior AB, en la zapata, pero se empotra en el muro algo más arriba que ésta. El oficial no emplea ningún elemento de replanteo para trazar la hilada interior; ningún camón, ninguna cercha. Simplemente va inclinando ligeramente cada hilada desde que empezó la primera para aproximarse al replanteo marcado. Ha colocado las piezas a sentimiento, siendo consciente en todo momento de que es la posición de cada pieza lo que debe dotar de cierta curvatura a la lámina en todas las direcciones.





**Láms. 8 a 11.** Colocación de rasillas de la primera rosca. El oficial coloca cada rasilla a sentimiento, siendo consciente en todo momento de la forma definitiva que debe tener el tablero..

Llegados al final del primer tramo, el oficial remata la primera rosca contra el muro de apoyo. Para ello es necesario cortar, lógicamente, las últimas piezas. La tangente a la curva principal del tablero en el remate suele ser horizontal, no tanto porque mejore el funcionamiento de la estructura como porque minora el volumen de relleno necesario y posibilita que el arranque del segundo tramo, aún siendo curvo, no fuerce a una excesiva diferencia entre las cotas de arranque de las hiladas interior y exterior.

El segundo tramo se arranca montando sobre el inicial. La primera rasilla que se coloca es, igual que en el caso anterior, la que apoya en la esquina entre el muro y el primer tramo. La pieza monta sobre el vivo superior del tablero, tal como se aprecia en la imagen, para evitar problemas de deslizamiento.

Varios alumnos quisieron colaborar en la ejecución de la primera rosca del tablero. En algunos casos, el oficial les tendió una rasilla húmeda, que intentaron colocar sin éxito. Pudimos así comprobar cómo el yeso no es capaz de sujetar la cerámica húmeda -por otra parte más pesada- ya que el agua que ésta contiene hace deslizar la pieza en la superficie de contacto.



**Lámina 12.** Arranque del segundo tramo sobre el primero. La primera pieza del tablero de arriba monta sobre el vivo superior del de abajo.

## 6.- La segunda rosca

Al tiempo que avanza con la primera rosca, el oficial puede ir detrás pasando la segunda. En función de la unidad que estemos construyendo, tal vez sea necesario pasar segunda y sucesivas casi inmediatamente después de la primera, ya que al avanzar demasiado con ésta podríamos impedir el acceso a la zona en la que hay que colocar las siguientes. Las roscas segunda y sucesivas deben cumplir una única condición: montar siempre sobre hiladas ya cerradas de la primera rosca. Lo contrario podría comprometer la estabilidad provisional del sistema.

En el ejemplo que se construyó pudimos montar inicialmente toda la primera rosca, ya que el pequeño tamaño de la escalera no iba a impedir el acceso a ningún punto. La segunda rosca, además, no se montó completa, de modo que se pudiera apreciar también la primera. El mismo criterio se siguió con el peldañeo, que se dejó incompleto.

Decidimos superponer tan sólo dos roscas de ladrillo. Tradicionalmente se montaban tres roscas, con aparejos contrapuestos; seccionando cada junta de un aparejo de este tipo puede advertirse una suerte de machihembrado en la vertical. La suma de roscas, así, no sólo dota al tablero de una sección razonable sino que



**Láms. 13 a 16.** Varios alumnos intentan colocar una rasilla húmeda. Arranque de la segunda rosca. Terminación de la primera rosca. Peldañeado.

evita además problemas de deslizamiento entre piezas, al modo de los arcos dentados.

En nuestro caso la segunda y última rosca se ejecutó con la misma rasilla que la primera, en este caso húmeda, colocada ortogonalmente a las piezas de la primera rosca y buscando, como es lógico, matar las juntas. Para ello fue necesario romper al menos las piezas de borde de una de cada dos hiladas.

La rasilla húmeda se tomó también con yeso. En la segunda rosca tanto la preparación de éste como la colocación de las piezas requiere menor precisión. El yeso se aplica en la tabla de la rasilla, no necesariamente en testa y canto, o se tira directamente sobre la primera rosca bajo la zona que vamos a recibir. Cada pieza se coloca con un ligero restregón, que permite conseguir el grueso de tablero necesario y rellenar parcialmente llagas y tendeles. La humedad de la rasilla posibilita en este caso que el yeso seque de forma más lenta, lo que mejora la unión entre ambas rosca.

La última rosca se complementa siempre, en la zona de encuentro entre el primer y el segundo tramo, con una pieza que forma una boca de pato o media caña (una curva cóncava, en suma) a lo largo de toda esa línea, tal cómo ilustra la

figura. Todas las roscas anteriores se han ejecutado, como se hizo con la primera, montando en ángulo la pieza del segundo tablero sobre el vivo superior del primero. En el encuentro entre los dos tramos se coloca una línea de rasilla más, centrada y perpendicular a la bisectriz del ángulo que forman. Esta línea se remata con abundante yeso y cascote, intentando eliminar el ángulo para crear en esa zona una curva cóncava (contrariamente a todas las anteriores) sobre el tablero.

La nueva curva es parte esencial de la geometría definitiva del tablero. La intención de este elemento es colaborar a transmitir correctamente las tensiones de las curvas convexas superior e inferior. Sin la nueva hilada el tramo superior descargaría de forma lineal en el tramo inferior, algo que no resulta muy conveniente en estructuras de fábrica. La función de esta curva es desplazar esa responsabilidad estructural, en lo posible, al total de la superficie del tramo inferior y al muro de borde.

## BIBLIOGRAFÍA

- Se acompaña a continuación una bibliografía básica, en la que se citan algunos textos de fácil acceso. Para ampliarla se recomienda acudir al completo listado que realizan S. Huerta, G. López y E. Redondo en Huerta Fernández, S. (ed) (2002). *Las bóvedas de Guastavino en América*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- CALLADINE, C.R. (2005). "A preliminary structural analysis of a Guastavino spiral staircase shell", en *Essays in the history of the theory of structures*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- HEYMAN, J. (2005.) *El esqueleto de piedra*. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- HUERTA FERNÁNDEZ, S. (2005). "Mecánica de las bóvedas tabicadas", en *Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid* N.º. 339, pags. 102-111, Madrid.
- HUERTA FERNÁNDEZ, S. (2005). "Mecánica de las bóvedas de fábrica: el enfoque del equilibrio", en *Informes de la construcción* (Ejemplar dedicado a: fábricas II. Bóvedas), Vol. 57, N.º. 496, pags. 73-89, Madrid.
- HUERTA FERNÁNDEZ, S. (2005). *Arcos, bóvedas y cúpulas*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- HUERTA FERNÁNDEZ, S. (ED) (2002). *Las bóvedas de Guastavino en América*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- MOYA BLANCO, L. (1993). *Cuaderno de apuntes de construcción*, Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- MOYA BLANCO, L. (1993). *Arquitectura cortés y otros escritos*, Fundación Cultural COAM, Madrid.
- TARRAGÓ, S. (2002). *GUASTAVINO CO. (1885-1962). Registre de l'obra a Catalunya i America*. Colegio de Arquitectos de Cataluña, Barcelona.
- TRUÑÓ, Á. (2004). *Construcción de bóvedas tabicadas*. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- VV.AA. (1998). *Las grandes bóvedas hispanas*. CEHOPU, CEDEX, Instituto Español de Arquitectura de la Universidad de Alcalá, Universitat Politècnica de Catalunya, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, Madrid.