

Comentarios explicativos.

0. INTRODUCCION.

Como se indicó en la presentación de este apartado de la revista en el número anterior, continuamos publicando láminas de construcción de otras épocas pertenecientes a la obra "TRAITE DE L'ART DE LA CHARPENTERIE".

Tanto la lámina 127 publicada en el número 7, como la 128 que se publica en este, están dedicadas a los ANDAMIOS.

El autor, en esta obra de 1841, define un andamio como: una construcción provisional de madera que tiene por objeto situar a los obreros a la altura de los trabajos que deben ejecutar, poner a su alcance los materiales que deben colocar en obra y recibir los equipos y aparejos necesarios en su trabajos; a veces, también se utilizan para facilitar la ejecución de algunas construcciones al constituir puntos de apoyo y sujeción a partes de obra que hasta que no están totalmente terminadas son inestables momentáneamente.

También hace la siguiente clasificación general de los sistemas de andamios que en aquella época se utilizaban en las construcciones: andamios de albañil, fijos, móviles, colgados, desplazables y giratorios.

Comentaremos los ejemplos que, de algunos de ellos, aparecen en las láminas 127 y 128 ya citadas.

Es muy antigua la realización de estructuras de madera para edificios y construcciones auxiliares, como son los andamios. Son obras de carpintería de armar que, en muchos casos, alcanzaron una gran belleza y perfección gracias a su concepción estructural y al buen diseño y ejecución de las uniones entre sus piezas que permitían una correcta transmisión de esfuerzos entre ellas.

1. ANDAMIOS MOVILES.

Se designan con este nombre aquellos andamios que se desmontan total o parcialmente para cambiarlos de sitio según el avance de los trabajos para los que fueron colocados. De esta manera se evita la colocación de un andamiaje general, que sería muy costoso.

1.1 Andamio móvil para la cúpula de San Pedro de Roma.

Las figuras 1, 2 y 3 de la lámina 127, ya citada anteriormente, representan un magnífico andamio

móvil que se utilizó en 1773 para las obras de restauración de la parte interior de la cúpula de San Pedro de Roma. Fue ideado por Pedro Albertini, director de obras de albañilería de San Pedro.

Las figuras 1 y 2 corresponden, respectivamente, a la prolongación superior e inferior de la figura 3, que representa una sección vertical dada por la mitad de esta cúpula de dos hojas, en cuya hoja interior se ha colocado este andamio para su restauración.

En la figura 1 se puede ver como está fijado este andamio a la linterna de la cúpula. La plataforma **ab** es común a las figuras 1 y 3.

En la figura 2, la plataforma **ed** que reposa sobre la cornisa principal del interior de la cúpula, es común a las figuras 2 y 3.

Para hacerse una idea de las proporciones de este andamio hay que tener en cuenta las dimensiones interiores de esta gran cúpula. Aproximadamente: 41 metros de diámetro y 24 metros de altura desde su arranque hasta la abertura circular que sirve de base a la linterna.

El conjunto de este andamiaje está formado por tres grandes armaduras ensambladas, iguales y colocadas verticales según los meridianos de la cúpula. Mediante diversas bridas de hierro en forma de bucles dispuestas en su trasdós, se colgaban de unos ganchos, también de hierro, empotrados en las paredes de la cúpula.

Sobre las piezas horizontales del entramado de estas armaduras principales se apoyan las viguetas de las plataformas que están repartidas en toda la altura de la cúpula para que, en cualquier punto de ella, los obreros pudieran estar cómodamente durante su trabajo.

Para hacer avanzar el andamio cuando una parte de la restauración ya estaba terminada, se desmontaba una de las armaduras principales para volver a montarla al lado opuesto del andamiaje, ayudándose para esta operación de las otras dos armaduras dejadas en su sitio hasta que, por la marcha del trabajo, sucesivamente les llegue el turno de cambiar de sitio.

Esta operación se realizaba repetidamente hasta dar la vuelta completa a la cúpula.

En la figura 6 se describe otro sistema de andamio móvil para la restauración del interior de una cúpula, es más simple y fácil de cambiar de sitio que el que se ha visto de Pedro Albertini.

Cada piso también está compuesto por tres armaduras ensambladas sencillas, iguales y colocadas verticalmente, de forma que se puede hacer pasar cómodamente cada armadura lateral al otro lado del andamio para, así, ir recorriendo toda la

TRAITÉ DE L'ART DE LA CHARPENTERIE

PAR A. R. ÉMY, COLONEL DU GÉNIE EN RETRAITE,

OFFICIER DE L'ORDRE ROYAL DE LA LÉGION-D'HONNEUR, PROFESSEUR DE FORTIFICATION A L'ÉCOLE ROYALE MILITAIRE DE SAINT-CYR, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES BELLES-LETTRES, SCIENCES ET ARTS DE LA ROCHELLE, DE LA SOCIÉTÉ ROYALE D'AGRICULTURE ET DES ARTS DU DÉPARTEMENT DE SEINE-ET-OISE, DE L'INSTITUT HISTORIQUE, ETC.

DEUXIÈME ÉDITION, revue avec soin,

SUIVIE

D'ÉLÉMENTS DE CHARPENTERIE MÉTALLIQUE,

ET PRÉCÉDÉE D'UNE

NOTICE SUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 (SECTION DES BOIS),

PAR

L. A. BARRE,

Ingénieur civil, ancien élève de l'École impériale et centrale des arts et manufactures,
Professeur à l'Association polytechnique.

TOME PREMIER.

PARIS,

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSEUR DE VICTOR DALMONT,

Précédemment Carilian-Goury et Victor Dalmont,

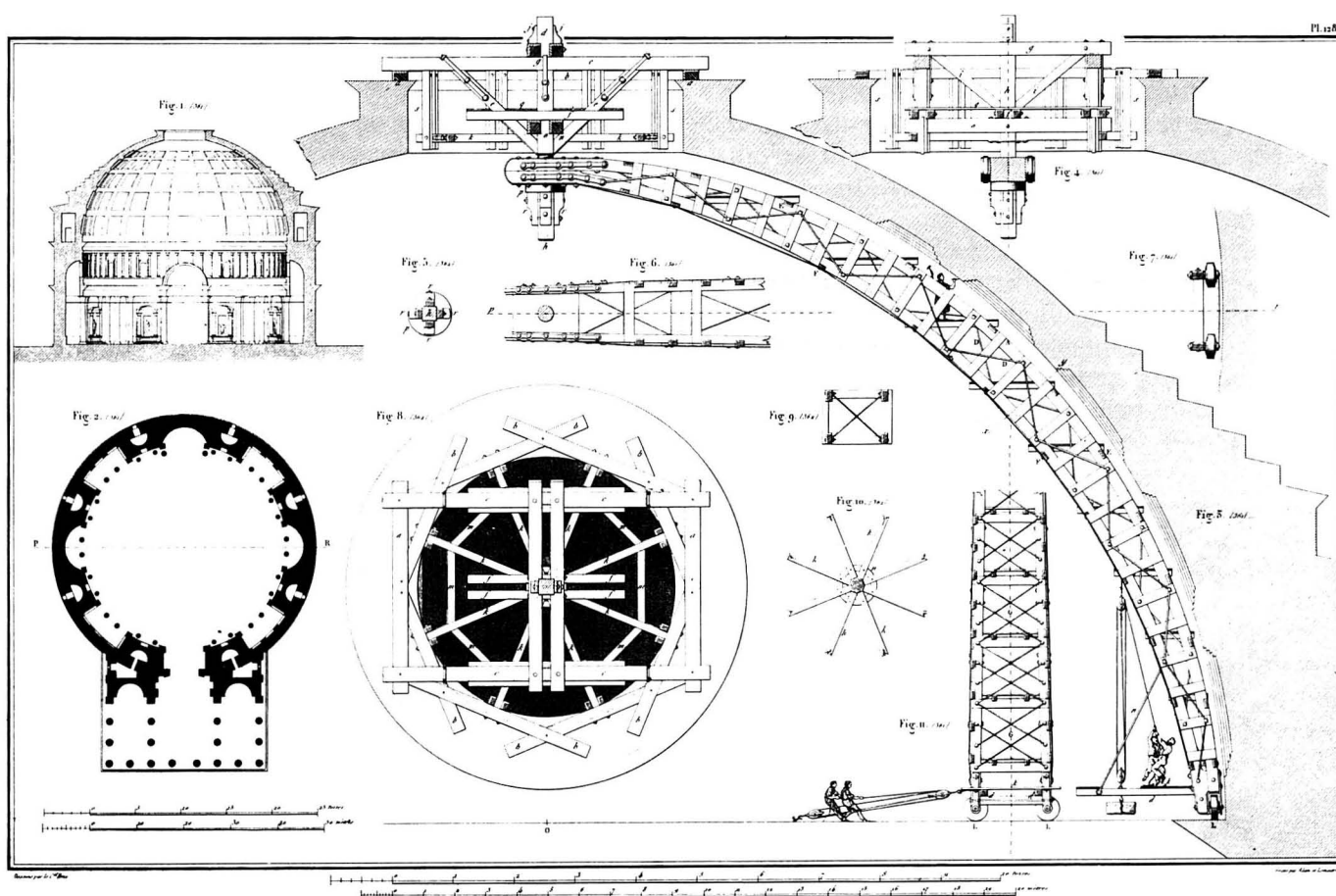
Libraire des corps impériaux des Ponts et Chaussées et des Mines,

QUAI DES GRANDES-AUGUSTINS, 49.

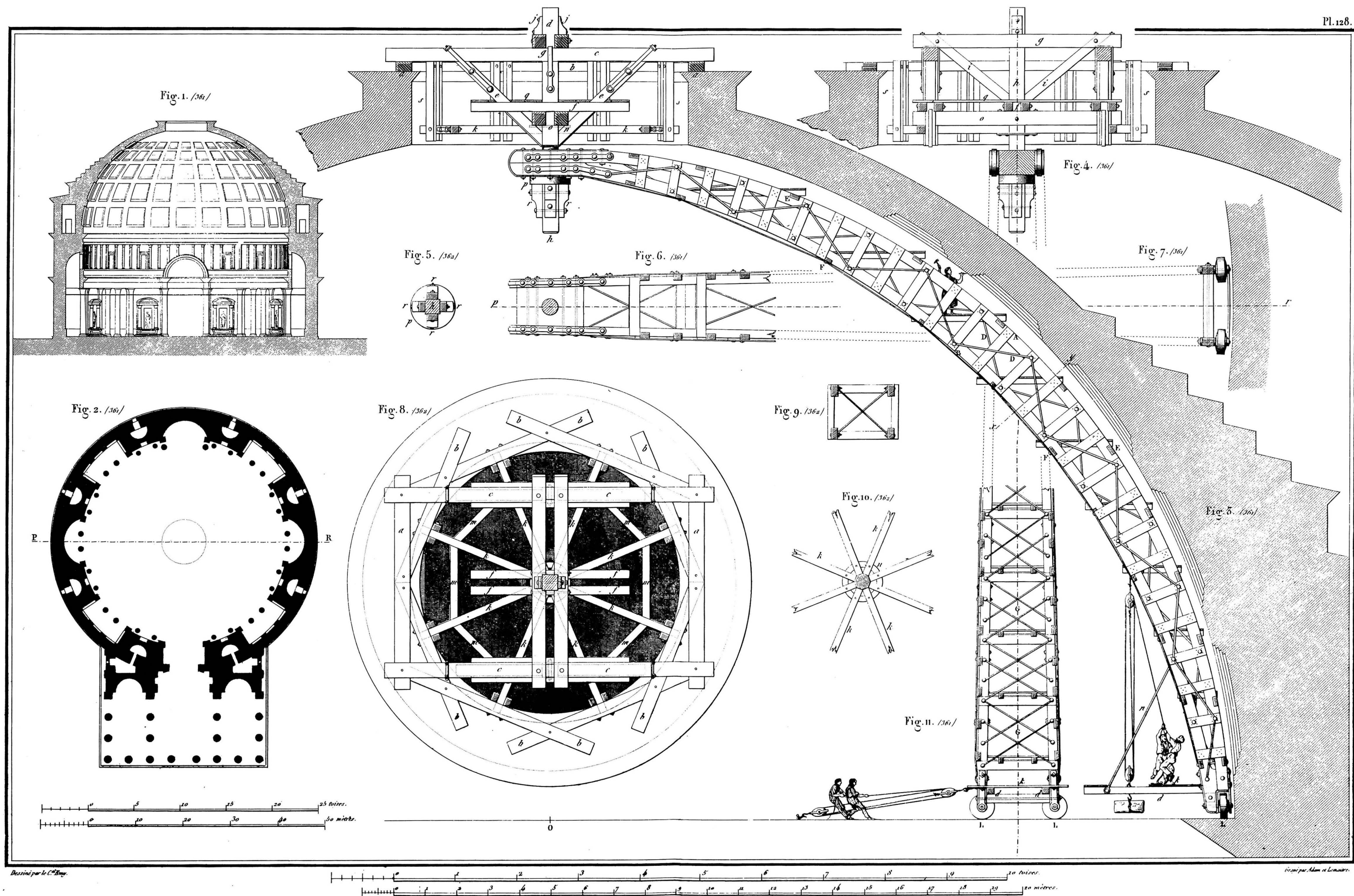
1869

Droits de traduction et de reproduction réservés.

*Datos de la publicación de la que procede la lámina
coleccionable*



Reproducción reducida de la lámina coleccionable, en formato de doble hoja, que se incorpora sin encuadernar a este número de la revista



superficie interior de la cúpula.

Después de colocar la primera plataforma, desde ella se pueden disponer los anclajes empotrados en las paredes de la cúpula que son necesarios para sujetar en ellos un nuevo piso que, a su vez, sirva de medio para establecer un tercero y así sucesivamente y sin interrupción, hasta llegar a la parte superior de la cúpula.

1.2 Andamios móviles para pequeñas bóvedas.

La figura 5 corresponde a un sistema de andamio móvil para obras en el intradós de pequeñas bóvedas.

Las plataformas de trabajo están apoyadas sobre vigas que están fijadas en sus extremos mediante bridas y pernos de hierro a unas piezas verticales que, a su vez, cuelgan de unos anclajes de hierro empotrados en la bóveda, a las cuales se unen mediante pernos.

Este sistema de andamiaje, al igual que los que se han visto anteriormente, también está compuesto de tres grupos iguales de piezas verticales colgadas, que se cambian de sitio sucesivamente para hacer avanzar el conjunto del andamio en la dirección del eje de la bóveda, que en este caso es de medio punto.

2. ANDAMIOS COLGADOS PARA CORNISAMENTOS.

En la figura 7 se representa un sistema de andamio utilizado en diversas ocasiones por los obreros que han decorado y conservado la Basílica del Vaticano. Desde ellos realizaron toda clase de trabajos en sus cornisamentos.

Se compone de dos armaduras ensambladas sencillas, iguales y colocadas verticalmente, que portan la plataforma de trabajo **ab**. El conjunto de este sistema de andamiaje puede ser transportado al lugar que exija el trabajo a lo largo del cornisamento, al cual se ancla por medio del tornillo **d**.

La figura 4 es un ejemplo del atrevimiento de los obreros de la época que, para poder llegar a todos los puntos de los edificios, se arriesgaban frecuentemente sobre andamios, a menudo endeble, suspendidos a gran altura.

3. ANDAMIOS DESPLAZABLES.

3.1 Andamio deslizable de la nave de San Pedro de Roma.

El objeto de los andamios desplazables fue sustituir a los sistemas de andamios móviles que se han citado, para evitar el costoso trabajo de desmontar

y volver a montar parte de ellos cuando se quería hacerles avanzar.

El andamio de esta clase representado en las figuras 8, 10 y 12, que fue realizado en 1773 para la restauración de la bóveda que cubre la nave principal de San Pedro de Roma, tenía 13 metros de altura y 24 metros de luz exterior en su base.

Este andamio también fue realizado por Pedro Albertini.

La figura 8 representa una sección transversal de dicha nave en la que también se ve un alzado lateral del andamio. La figura 12 corresponde a una sección longitudinal cortando verticalmente la nave principal y el andamio según un plano que pase por la línea **xy** de la figura 8. En la parte superior de esta figura 12 se ha dibujado la sección de la bóveda, pero no se ha representado la proyección de los magníficos artesones **M** que decoran el intradós de esta bóveda.

El andamio está formado por dos grandes armaduras ensambladas, casi verticales, que están separadas 7 metros en su base y 5 metros en su parte superior, y que se unen entre sí mediante otras piezas horizontales. Sobre estas últimas se apoyan las viguetillas de las plataformas de trabajo que son necesarias, a diferentes alturas, para que los obreros puedan alcanzar todos los puntos en los que deban trabajar.

En el intradós y en la clave de esta estructura se han dispuesto diversas piezas formando cruces de San Andrés con el fin de rigidizar todo el conjunto con esta triangulación.

Este andamio, desplazable en el sentido longitudinal de la nave, está apoyado en cada uno de sus extremos sobre las plataformas de un andamio móvil que, a su vez, está apoyado en la cornisa del entablamento que recorre en toda su longitud los dos lados de la nave. Estos andamios móviles están fijados mediante pernos a unos anclajes de hierro empotrados en los muros y, su gran vuelo, está sostenido por unos jabalcones apoyados en los arquitebates de dicho entablamento.

Este tipo de andamios generalmente están apoyados sobre ruedas pero, en este caso, cada extremo descansa sobre dos patines redondeados que facilitaban el desplazamiento sobre las plataformas de los dos andamios móviles en los que se apoyan.

En la figura 12 se aprecia como, para desplazar este gigantesco andamio, en cada uno de sus apoyos se situaban unos aparejos de poleas de los que los obreros tiraban igual y simultáneamente.

Este gran andamio desplazable se ensambló sobre el suelo de la nave y se elevó completamente montado mediante polipastos y cabrestantes. Como la anchura de este andamio era mayor que la separación existente entre las dos cornisas opuestas a la nave, sobre las cuales deberá ser apoyado, se ha elevado más de uno de sus extremos que del otro para, así, poder desplazar todo el andamio a un lado con el fin de evitar que el otro

extremo tropiece con la cornisa sobre la cual deberá ser elevado y apoyado.

Después del izado, se sostenía colgado cerca de la bóveda de la nave hasta que se montasen debajo de él los dos andamios móviles sobre los que debía apoyarse y deslizarse, y entre los cuales, no puede pasar por ser más ancho que la luz libre que queda entre ellos. Esta operación se puede ver, a una escala más pequeña en la figura 10, que representa una sección vertical esquemática de la nave principal de San Pedro de Roma con su contorno rayado con trazos punteados. En la misma figura se ha dibujado también la sección vertical del Santuario por la zona de la cúpula.

4. ANDAMIOS GIRATORIOS.

Los edificios de planta circular, cubiertos con cúpulas, permiten utilizar andamios desplazables que giren alrededor del eje vertical de la superficie de revolución que forman sus paredes interiores.

El andamio que se detalla en la lámina 128, es una obra de gran belleza e ingenio que fue realizada en 1756 por Campanarino para la restauración del interior de la gran cúpula del Panteón de Roma.

Para poder juzgar mejor la importancia y el ingenio de este bello andamio giratorio, el autor ha representado también la planta del Panteón de Roma en la figura 2 y una sección vertical siguiendo la línea **PR** de esta planta en la figura 1.

La figura 3, representada a mayor escala, corresponde a la misma sección vertical de la cúpula sobre la cual aparece también el alzado lateral del conjunto del andamio.

Tanto las figuras 4 y 11 como las 6 y 7, corresponden respectivamente a una misma proyección vertical y horizontal que, en cada caso, se han interrumpido en parte de ellas para poder reproducir entera la figura 3, limitándose a representar en cada caso las partes indispensables para que la descripción del andamio sea completa.

Este andamio está compuesto por dos armaduras ensambladas, iguales y colocadas verticales, son casi paralelas, están separadas entre sí 3 metros en su base y 2 metros en su parte superior. Cada una de estas dos armaduras, a su vez, están formadas por dos arcos **A** y **B** de unos 34 metros de longitud, que están unidos entre sí por unas piezas laterales a modo de grandes presillas. Para impedir cualquier flexión de estas armaduras en su plano vertical, que podría alterar la curvatura del andamio, se han colocado en ambas caras de cada una de ellas unos tirantes de varillas de hierro **D** fijadas con pernos a sus nudos, de manera que, al formar cruces de San Andrés, triangulan cada una de estas armaduras principales. La separación entre estas dos armaduras principales se consigue con unas piezas de unión **E** y **F** situadas en el tradós e intra-

dós de estas armaduras curvas, dispuestas de tal forma que permitan apoyar sobre ellas las plataformas de trabajo que es necesario colocar a diferentes alturas de forma que, cada una de ellas, no sea obstáculo para los trabajos que debían ser realizados en las paredes interiores de la cúpula.

En la figura 11 se aprecia cómo, para impedir la deformación lateral del conjunto formado por las armaduras principales unidas entre sí, también se han dispuesto en su intradós unos tirantes de varillas de hierro formando cruces de San Andrés **G**, colocadas dobles en la mitad inferior y sencillas en la mitad superior. Estas cruces sirven al mismo tiempo como protección contra las caídas de los obreros.

En la figura 6, se puede ver cómo en la parte superior de esta estructura curva se forma un nudo en el que los cuatro arcos de las dos armaduras principales coinciden con dos piezas iguales de gran canto adosadas entre sí, quedando todo el conjunto sólidamente unido mediante bridas de hierro y fuertes pernos, colocados vertical y horizontalmente. Este nudo forma una ancha y robusta bandeja atravesada por un hueco redondo, por el cual pasaba el eje vertical alrededor del cual giraba y estaba colgada la parte móvil del andamio.

En la parte inferior de esta estructura curva lleva unas ruedas anchas **L**, unidas entre sí mediante un tirante, coincidiendo cada una de ellas con cada armadura principal.

En la figura 11 aparecen unos obreros que están moviendo el andamio sobre sus ruedas por medio de un aparejo de poleas, de modo que, para cambiar de sitio el andamio a medida que avanzaban los trabajos de restauración, sus ruedas van recorriendo la parte superior de la cornisa.

La figura 9 es una sección perpendicular a la directriz de la estructura curva dada por la línea **xy** de la figura 3. En ella se aprecia que también se han dispuesto unos tirantes cruzados en el plano de esta sección para contribuir a dar una gran rigidez al conjunto de esta estructura curva móvil, colgada de su extremo superior y apoyada sobre ruedas en el inferior.

En las figuras 3, 4 y 8 se observa cómo el eje vertical de madera **h**, alrededor del cual gira y está colgada la estructura curva del andamio, está sujetado por un ingenioso sistema de carpintería de armar que asegura su inmovilidad en el centro de la linterna de la cúpula en cualquier posición de giro de dicha estructura curva.

La figura 8 en una proyección horizontal del conjunto de esta armadura de sustentación situada en la linterna de la cúpula. En ella se ve cómo primeramente se han dispuesto dos carreras **a** y ocho durmientes **b** que forman un ensamblaje octogonal regular que es tangente al perímetro interior de la linterna.

A su vez, dos vigas **c** paralelas entre sí, se apoyan sobre las dos carreras **a**, a las cuales se unen

por pernos. Por debajo de cada una de estas vigas cuelga un pendolón **d** y dos tirantes inclinados **e**. Estas tres piezas están unidas a las vigas **c** y entre sí mediante ensambles y bridas de pletina de hierro y fuertes pernos; también están atadas por ambos lados mediante otras dos piezas horizontales **f**. Dos fuertes vigas **o**, perpendiculares a las piezas **f** y colocadas debajo de ellas, agarran los dos pendolones **d** y simultáneamente bloquean el eje vertical **h**, situado exactamente en el centro de la linterna. Otro par de vigas **g** que apoyan sus extremos en la parte central de las vigas **c**, unidas a ellas con pernos, y dos jabalcones **i** (que no se representan en la figura 8) mantenían invariable la posición vertical del eje e impedían la posibilidad de giro de su parte superior.

Para no debilitar el eje **h**, las vigas **g** y **o** sólo están ligeramente ensambladas con él, por lo que para evitar la posibilidad de que se produzca su deslizamiento vertical como consecuencia del peso de la estructura curva que cuelga de él, se disponían dos topes **j** fijados al eje con pernos y apoyados sobre dichas vigas **g**.

Para completar la estabilidad de este eje, se han dispuesto radialmente a su alrededor ocho codales horizontales **k** que se apoyan fuertemente contra las paredes interiores de la linterna y en el eje, que en esta parte tenía sección octogonal. Estos codales **k**, en un extremo estaban sostenidos mediante unas piezas colgantes **s**, fijadas con pernos a las vigas durmientes **b** de la estructura octogonal que se apoyaba sobre el plano superior de la linterna. En el otro extremo, a la altura de la parte octogonal del eje, los codales estaban fijados a una corona circular de hierro **n** colocada horizontalmente en su parte superior, la cual, a su vez, también estaba unida a la parte inferior de las dos vigas **o** mediante pernos. La separación entre estos ocho

codales **k** dispuestos radialmente se mantenía igual mediante otros ocho codales más pequeños **m** situados entre ellos.

Apoyadas en el centro de las fuertes vigas **o** también se habían dispuesto dos piezas **f** adosadas al eje **h** que, al estar ligeramente ensambladas con él, también se oponían a su posible deslizamiento vertical y contribuían junto con las otras cuatro piezas **f** a soportar la plataforma **q**, que no se ha representado en la figura 8.

La zona del eje vertical **h** que coincidía con la parte superior de la estructura curva cuando estaban acopladas, era cilíndrica para facilitar su giro.

En la figura 5 se puede ver la parte inferior de la gran arandela **p**, también de dos piezas, sobre la que se apoyaba el extremo superior de la estructura curva y que, a su vez, está sostenida por cuatro topes **r**, cada uno de los cuales está fijado al extremo inferior cuadrado del eje mediante ensambladuras y con dos pernos.

Una plataforma horizontal **k** (figuras 3 y 11), volada sobre la cornisa interior de la cúpula, que servía de apoyo a la parte inferior de la estructura curva, facilitaba la elevación de los materiales necesarios para la restauración de la cúpula desde el suelo interior hasta el nivel de la parte inferior del andamio. Esta plataforma estaba construida sobre dos vigas voladas **d** que tenían un extremo apoyado sobre el primer travesaño del intradós de la estructura curva y, el otro, se sujetaba con dos tirantes de barras de hierro **n**.

En esta plataforma se han situado unos obreros que están elevando un sillar mediante un aparejo de poleas.

Para pasar de unas plataformas de trabajo a otras, utilizaban escaleras de mano que no se representan en el dibujo.

Miguel Angel Gutiérrez Fernández.