

# RESTAURACIÓN DEL DEPÓSITO ELEVADO DEL ANTIGUO MATADERO MUNICIPAL DE ARGANZUELA, EN LA PLAZA DE LEGAZPI (MADRID)

**Jesús Luis BENITO OLMEDA**

Ingeniero de Caminos

BCP Ingenieros

Director Técnico

[bcp @bcpingenieros.com](mailto:bcp@bcpingenieros.com)

**Francisco José CALDERÓN ÁVAREZ**

Ingeniero de Caminos

BCP Ingenieros

Director Técnico

[fcalderon @ciccp.es](mailto:fcalderon@ciccp.es)

**María del Carmen PAJARES ENRÍQUEZ**

Ingeniero de Caminos

BCP Ingenieros

Jefe de Proyecto

[bcp @bcpingenieros.com](mailto:bcp@bcpingenieros.com)

## RESUMEN

El objeto de la actuación es rehabilitar la edificación del Depósito elevado de agua, para recuperar, no ya su función original, pero sí su espíritu catalizador y de interconexión entre las diferentes edificaciones del conjunto que forman hoy el antiguo Matadero Municipal en la plaza de Legazpi, en Arganzuela (Madrid), dotándole de un nuevo uso.

El depósito de agua se eleva 15 m sobre una estructura de hormigón armado con un basamento de fábrica de dos metros de altura. Dicha cuba tiene un diámetro de 14 m en su interior y 5,5 m de altura, a la que se accede por una escalera de hierro; se cubre con una bóveda esférica rebajada con un linternón de ventilación. Su construcción se realiza entre 1.916 y 1.917, aunque el proyecto es de 1.910 del arquitecto Bellido, autor de todas las edificaciones del Matadero, se atribuye la posible participación del ingeniero José Eugenio Ribera en el diseño o cálculo del depósito.

Por lo tanto, el depósito de aguas del Matadero de Madrid constituye un hito de la construcción en España, pues es, probablemente, el primer depósito elevado, junto al de Salamanca, construido completamente en hormigón armado.

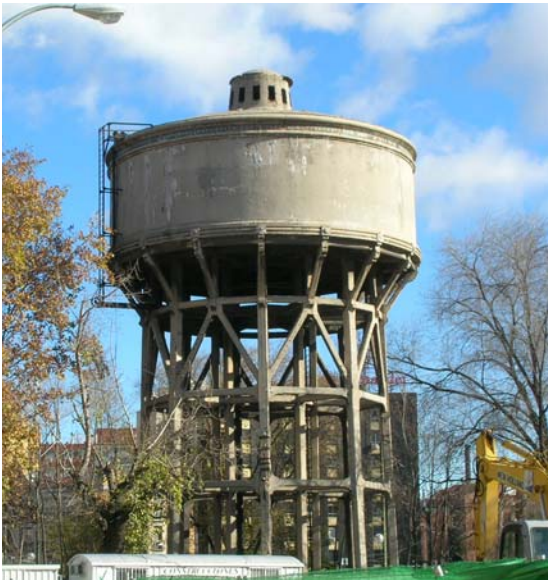
**PALABRAS CLAVE:** Pilote, carbonatación, corrosión, lajación, refuerzo, fisura, inyección, epoxi, fibra de carbono, siloxanos

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La actuación recupera el antiguo Depósito elevado de agua, integrándose así en la operación que se está llevando a cabo con las diferentes edificaciones del conjunto que forman hoy el antiguo Matadero Municipal de Legazpi. El uso a que se van a destinar las edificaciones de dicho conjunto es únicamente cultural (teatro, exposiciones,...) y de ocio, por lo que no tiene sentido hoy en día utilizar el antiguo Depósito con su función original de almacenamiento de agua para el abastecimiento del Matadero. Sin embargo, su inclusión en el ámbito de la recuperación de uno de los conjuntos históricos industriales más importantes de la capital, y por lo tanto, con su presencia actualizada y restaurada, era casi una obligación (figura 1).

La intervención que se va a llevar a cabo con el presente Proyecto, se divide en tres actuaciones diferenciadas.

En primer lugar, se trata de la restauración del propio edificio, que incluye de manera muy especial la reparación de la estructura de hormigón armado (pilares, vigas, forjados, cuba y cubierta), así como sus elementos complementarios (zócalo de fábrica, sala de bombas, escaleras de acceso, etc.), sin olvidar la recuperación de los elementos ornamentales cerámicos.



**Fig. 1 Alzado General del Depósito original**

En segundo lugar, se va a consolidar y, si es necesario, reforzar la cimentación actual del Depósito. No existen indicios de que la actual cimentación sufra alguna patología. Sin embargo, hay un hecho que puede alterar las condiciones de la cimentación del Depósito, aunque no presentase patología alguna. Y es que, se va a acometer en un futuro muy próximo la construcción de un Intercambiador subterráneo para transporte público en la plaza de Legazpi. Esto es especialmente preocupante, ya que las excavaciones previstas se aproximan enormemente al depósito y lo rodean en tres cuartas partes de su perímetro, con profundidades de excavación importantes. A pesar de que las paredes del intercambiador se prevén ejecutar mediante pantallas de hormigón armado, para minimizar la afección a los edificios adyacentes, la base de las mismas alcanza los veinte metros de profundidad respecto del terreno de la plaza, cuando la cimentación por pilotes del Depósito alcanza una profundidad de cinco metros, según la información disponible.

La tercera de las actuaciones sobre el depósito tiene la voluntad de transformar la construcción en un hito que sirva de reclamo para las actividades culturales que se van a desarrollar en el Matadero Madrid y establecer un dialogo con el espacio urbano. Además, se pretende almacenar agua en la cuba, para su uso como aljibe de riego. A la vista de los cálculos realizados en el Proyecto de Reparación, sí es admisible para la estructura una vez que se hayan realizado las dos actuaciones anteriores. Para recuperar su uso como hito visual, pero actualizado, en el conjunto arquitectónico del Matadero y de la propia Plaza de Legazpi, se plantean dos estrategias

diferenciadas: creación de un sistema de iluminación para la base y la cuba del depósito, y la adecuación de las paredes de la cuba como soporte publicitario de Matadero Madrid.

## 2. REFUERZO DE LA CIMENTACIÓN EXISTENTE

En primer lugar, ejecutó una pantalla de pilotes 65 cm de diámetro, con una disposición en planta octogonal y alejada un metro del peto inferior del depósito, arriostrada en cabeza por una viga de atado. La longitud de los pilotes varía entre 15 y 17 m para que su punta quede suficientemente empotrada y próxima a la de la pantalla del futuro Intercambiador.

En segundo lugar se ejecutó una inyección con lechada de cemento del terreno granular situado en el interior de la nueva pantalla de pilotes perimetral. Esta inyección está pensada para poder actuar a modo de gran encepado que ate las cabezas de los pilotes actuales, e impida su desplazamiento horizontal y rigidice el conjunto ante los esfuerzos asimétricos que inevitablemente provocará la excavación del futuro Intercambiador.

## 3. REPARACIÓN DE DAÑOS

En general, la actuación ha consistido en proteger al hormigón del progreso de la carbonatación y su reposición en las zonas con lajación y desconchones; y a las armaduras de la oxidación, que además de provocar una pérdida de sección de acero, su hinchamiento provoca el desprendimiento del hormigón que la recubre. Estos daños han sido localmente fuertes, especialmente en zonas como la parte inferior de la losa de la cuba y el lateral más expuesto a la humedad del río Manzanares, que ha servido de apoyo además a varias líneas eléctricas que han debido generar corrientes parásitas en las armaduras, acelerando su proceso de oxidación (figura 2). Todos los daños que afectan al Depósito (excepto su cimentación), se han definido y pormenorizado en una Inspección Principal realizada previamente.



**Fig. 2 Estado de daños sufridos por las armaduras del depósito**

Se han sellado las fisuras pequeñas (espesor menor de 0,3 mm) mediante limpieza superficial y posterior aplicación de una masilla epoxi.

Las grandes fisuras (espesor mayor de 0,3 mm) localizadas en toda la estructura del depósito, se han reparado mediante inyección: previa limpieza de la fisura con agua a presión y cajado de labios de fisura con radial o cincel (figura 3).



**Fig. 3 Inyección de las fisuras**

Para la reposición de la capacidad resistente a tracción de los diferentes elementos estructurales, se ha dispuesto una serie de refuerzos mediante fibra de carbono, cuya misión será dotar de la resistencia necesaria a aquellas secciones que más se han visto mermadas en su armadura por los efectos de la corrosión. La fibra de carbono representa un refuerzo ideal y menos destructivo que la sustitución de la armadura actual con barras de acero. Se han utilizado dos tipos de refuerzo estructural mediante fibra de carbono: el que proporciona la capacidad resistente a flexión, y el que proporciona la capacidad resistente a cortante.

Por último, se ha realizado un tratamiento anticarbonatación en toda la superficie, consistente en un tratamiento protector e hidrofugante con siloxanos en emulsión acuosa o mineralizador de base hidrófuga, que previa impregnación superficial penetra en el paramento de hormigón.

Mención especial merece la cubierta, que se encontraba fisurada radialmente en su totalidad, observándose amplias zonas con roturas completas, pero a la que no pudo accederse durante la Inspección Principal previa. La linterna central presentaba lajaciones con armaduras vistas y rotura, prácticamente completa, de la visera de ladrillo que posee. Los ladrillos de esta visera han caído sobre la bóveda de cubierta.

En la cubierta del depósito, además del sellado de fisuras, reparación de lajación, etc... se ha procedido a la reparación de las roturas localizadas existentes (Fig. 4), mediante encofrado inferior de la zona afectada y vertido, con consistencia fluida de un mortero de altas prestaciones mecánicas y retracción compensada. Como se ha podido inspeccionar interiormente con detalle durante la obra, y dado que presenta un estado de deterioro acusado, se decidió apear completamente la cubierta. Su superficie interna se ha tratado con un producto mineralizador que aprovecha la porosidad para proporcionar resistencia mecánica. Además, por la cara superior y en una corona de la cubierta próxima a la linterna, se dispondrá un refuerzo con venda de tejido de fibra de carbono de 30 cm de ancho, adherida con resina prepoxy, y disposición radial (Fig. 5).



**Fig. 4 Reparación de los graves daños de la cubierta de la cuba del depósito**

Esta última actuación pretende evitar la patología, casi sistemática; detectada en dicha zona del casquete esférico de la cubierta, coincidente con las áreas con degradación más acusada (e incluso con pérdidas completas de sección), en las que se manifiesta claramente a la vista una deformación con curvatura convexa en planos verticales radiales, debida a flexión negativa en dichos planos y provocada por el peso de la linterna, junto con el pequeño espesor de la cubierta y la ausencia de armadura radial exterior en dichas zonas. Esta patología se ha podido, con los medios actuales, contrastar numéricamente con un modelo de cálculo mediante elementos finitos, que detecta la corona afectada y predice la patología producida con una precisión sorprendente. Por último, se dispuso una banda de fibra de carbono activa en el perímetro circular del apoyo del casquete esférico, sobre las paredes de la cuba. La puesta en carga de esta banda introduce unas fuerzas radiales sobre la cubierta, que además de comprimirla favorablemente, facilitan su desapeo.



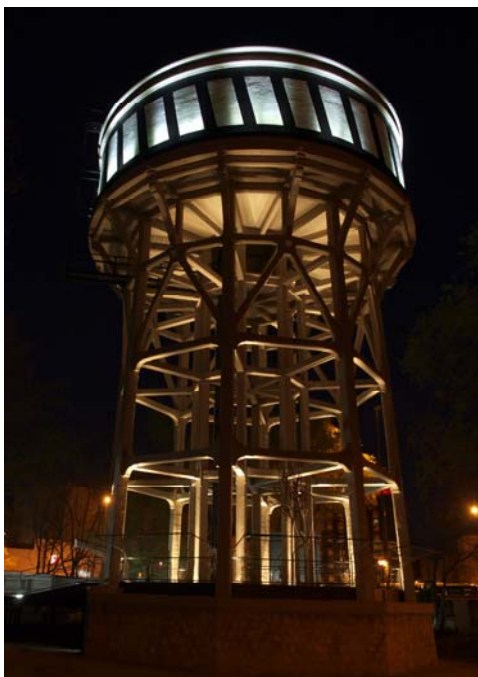
**Fig.5 Fibra de carbono en cubierta**

#### 4. ACONDICIONAMIENTO PARA NUEVO USO E ILUMINACIÓN

La actuación de acondicionamiento del depósito tiene tres objetivos principales dotar de capacidad para almacenar agua en la cuba, para su uso como aljibe de riego, mejorar accesibilidad al zócalo del depósito y creación de un jardín para su disfrute y por último crear un sistema de iluminación integral que ponga en valor la estructura por la noche y permita la señalización del Matadero en el entorno cercano de la plaza de Legazpi.

A la mejora de la accesibilidad se procederá mediante la construcción de una pasarela por el exterior del depósito. La parte transitable se realiza mediante una plataforma de madera de pino suecia. El camino del jardín situado en el interior de la basa del depósito, se realizará mediante traviesas de madera recicladas. La plantación dispondrá de un sistema de riego, goteros, y nebulizadores. El remate de borde se realizará mediante la barandilla de malla de cable de acero inoxidable fijada a una subestructura de tubos metálicos circulares.

La iluminación del depósito se llevará a cabo en el fuste mediante un sistema que incluye 24 luminarias de exterior empotradas, más un sistema de iluminación por bandas de LED situadas en un anillo de la pared de la cuba (Fig. 6). Además, se dispone este mismo sistema de iluminación en el pavimento de la pasarela peatonal (Fig. 7)



**Fig.6 Vista del Depósito iluminado**



**Fig.7 Vista de la pasarela iluminada**