

# Estrategias de intervención estructural sobre edificios del patrimonio histórico industrial de Madrid: realizaciones recientes

## *Structural refurbishment strategies for industrial heritage buildings in Madrid: Recent examples*

Juan Rey Rey<sup>a</sup>, Pablo Vegas González<sup>b</sup> y Jacinto Ruiz Carmona<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Mecanismo/Universidad Politécnica de Madrid. Director/Profesor asociado, Madrid, España

<sup>b</sup> Arquitecto. Mecanismo. Asociado, Madrid, España

<sup>c</sup> Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Mecanismo/Universidad de Castilla-La Mancha. Asociado/Investigador, Madrid, España

Recibido el 5 de abril de 2017; aceptado el 23 de mayo de 2017

Disponible en Internet el 26 de junio de 2017

### Resumen

Madrid cuenta con un número importante de edificaciones industriales de carácter histórico de gran valor arquitectónico y patrimonial que, una vez cesado su uso industrial original, habían quedado durante largo tiempo en desuso. Afortunadamente, en los últimos años han sido varias las actuaciones encaminadas a recuperar ese importante patrimonio histórico, destinando los edificios a nuevos usos que requieren en muchos casos grandes transformaciones tanto a nivel arquitectónico como estructural, las cuales deben acometerse no solo pensando en cumplir la nueva función, sino en preservar y potenciar el valor de las edificaciones existentes.

El presente artículo expone algunas estrategias comunes aplicadas a la intervención estructural sobre varios edificios en los que dicha tarea ha sido desarrollada por Mecanismo Ingeniería.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

*Palabras clave:* Rehabilitación estructural; Patrimonio histórico industrial; Serrería Belga; Matadero; Google Campus Madrid

### Abstract

Madrid has a large number of industrial buildings with historical character and great architectural heritage value that after their original industrial activity have been closed for a long period of time. Fortunately, in recent years, several actions have been taken to recover this important historical heritage. These buildings have new uses, which in many cases require major architectural and structural transformations, and these transformations must be done, not only thinking of fulfilling the new role, but also preserving and enhancing the value of existing buildings.

This paper discusses some common strategies applied to structural interventions on several buildings in which this task has been developed by Mecanismo Structural Engineering.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

*Keywords:* Structural refurbishment; Historical industrial heritage; Serrería Belga; Matadero; Google Campus Madrid

## 1. Introducción

El artículo presenta una serie de estrategias comunes que se han seguido en la rehabilitación estructural, a lo largo de la

última década, de varias edificaciones industriales de carácter histórico de la ciudad de Madrid.

## 2. Estrategias de intervención estructural

Las intervenciones recogidas en este artículo tienen en común el importante valor patrimonial y arquitectónico de los edificios sobre los que se actuaba, por lo que aunque el estado de

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jacinto.ruiz@mecanismo.es](mailto:jacinto.ruiz@mecanismo.es) (J. Ruiz Carmona).

conservación de los mismos y el alcance de la intervención realizada en ellos es muy diverso, las estrategias de intervención estructural han tenido como parámetro común el intento de conservar y poner en valor la estructura original junto con el afán en el empleo de un lenguaje contemporáneo en las nuevas estructuras proyectadas, marcando de este modo una clara diferenciación entre lo existente y lo nuevo.

En relación a la conservación y puesta en valor de las estructuras existentes, se ha seguido el siguiente procedimiento. En primer lugar, la caracterización de la estructura original, incluyendo el estudio de la documentación existente (en general escasa al tratarse de edificios bastante antiguos) y realización de catas y calas en los edificios y de ensayos para caracterizar los materiales. Posteriormente, el estudio de la capacidad de la estructura original, analizando la misma para determinar su capacidad de carga (cálculo plástico en la medida de las posibilidades de los materiales y tipologías con las que se trabaja en cada caso) y ver si esta es suficiente para las nuevas solicitaciones y así evitar o al menos minimizar refuerzos y otras intervenciones que desvirtúen la estructura original.

En las nuevas estructuras se busca deliberadamente el empleo de un lenguaje contemporáneo tanto en el uso de materiales diferentes a los de la estructura existente (acero, ETFE, etc.) como en las tipologías (estructuras ligeras, colgadas, etc.).

### 3. Realizaciones recientes

A continuación se analizan tres ejemplos de lo comentado, con rehabilitaciones realizadas en la última década en varios edificios del patrimonio industrial de la ciudad de Madrid, según proyectos de diferentes arquitectos y con la colaboración de Mecanismo Ingeniería en la parte estructural.

#### 3.1. Matadero de Legazpi

El antiguo Matadero de Legazpi junto al río Manzanares, obra del arquitecto Luis Bellido, consta de una serie de naves construidas entre los años 1908 y 1928 en muros de fábrica y estructuras tanto de hormigón armado (de las primeras de Madrid) como metálicas [1] (figs. 1 y 2).

En los años ochenta del siglo pasado el Matadero deja de tener sentido como tal en el centro de Madrid, por lo que se

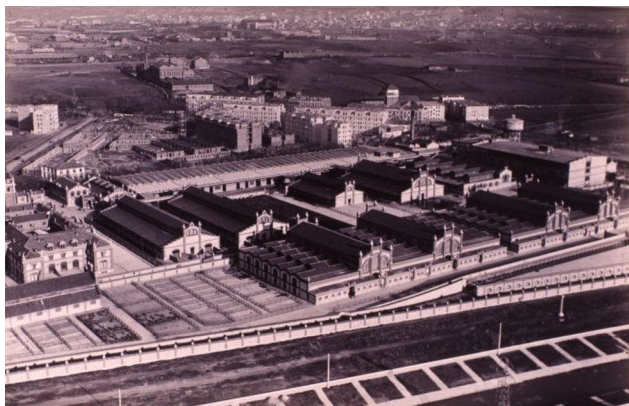


Figura 1. Fotografía histórica del conjunto del matadero de Madrid.



Figura 2. Vista aérea actual del conjunto del matadero de Madrid.

decide trasladar su sede a su actual ubicación como Mercamadrid, cayendo desde ese momento en un total abandono. Así, en 1996 se produce su clausura definitiva y se califica el recinto como bien catalogado, según el Plan General de Ordenación Urbana de 1997 [2].

En la última década se ha desarrollado un plan [3] para reconvertir las naves con diferentes usos públicos, generando un gran centro cultural conectado con el nuevo eje del Manzanares conocido como «Madrid Río». Mecanismo Ingeniería ha participado en la rehabilitación de las naves 8, 8b, 9, 15 y 16. Los proyectos han resultado premiados en importantes convocatorias, entre las que destaca una mención especial en los Mies van der Rohe Awards 2013 o el premio COAM 2012.

Las naves 8 y 9 son las de mayor tamaño de todo el conjunto de Matadero (70 × 34 m y 94 × 24 m, respectivamente), disponiendo estructuras formadas por pilares, vigas y losas de hormigón armado y muros perimetrales de fábrica (figs 3 y 4). Como punto de partida para la elaboración del proyecto de intervención se contaba con un informe de «Inspección y caracterización de los materiales» realizado por el CEDEX [4], así como con un «Estudio de caracterización de cimentación» realizado por LCC [5], además del preceptivo estudio geotécnico [6].

La estructura de hormigón presentaba un deficiente estado de conservación: además de su baja capacidad portante (la resistencia característica estimada fue de entre 5 y 10 N/mm<sup>2</sup>), la patología más importante era la generalizada corrosión de las armaduras. Por todo lo indicado, no se recomendaba el aprovechamiento



Figura 3. Vista exterior de la nave 8.



Figura 4. Vista exterior de la nave 9.



Figura 6. Pilares ya ejecutados pasando a través del forjado.

de los elementos estructurales existentes de hormigón para soportar las sobrecargas derivadas de los nuevos usos previstos.

Por otra parte, el punto arquitectónico de partida era conseguir que la estructura existente y la nueva cohabitaran en el mismo espacio sin que se eliminaran mutuamente. La potencia visual de la estructura de hormigón, una de las primeras construidas en España, no debía ser alterada por la estructura metálica, que para conseguir esta independencia finalmente se opta por separarla claramente de la estructura de hormigón (figs. 5 y 6).

De este modo se planteó la construcción de una nueva estructura metálica dentro de la existente que soportaría las nuevas cargas, disponiendo además los forjados sobre las plantas existentes para dejar en primer plano los techos de hormigón visto originales. Por tanto, la nueva estructura metálica se dimensionó para soportar el 100% de las cargas previstas para los nuevos usos, quedando la estructura existente sin misión portante (excepto la necesidad de sostenerse a sí misma), lo cual se comprobó que era factible una vez reparados los daños existentes en la misma (figs. 7 y 8).

Las naves 15 y 16 son también de planta rectangular, pero en este caso de estructura metálica (pilares, cerchas y correas)



Figura 7. Nueva estructura metálica en nave 8.

y muros de fábrica. La estructura original en ambos casos se mantuvo prácticamente intacta excepto por la necesidad de ejecutar un recalce de la cimentación de los muros de fábrica en varias zonas, así como la reparación de algunas patologías derivadas de movimientos en cimentación precisamente en los puntos finalmente reforzados (fig. 9).

La intervención en la nave 15 debía permitir su reconversión en Red Bull Academy [7], un espacio de creación musical

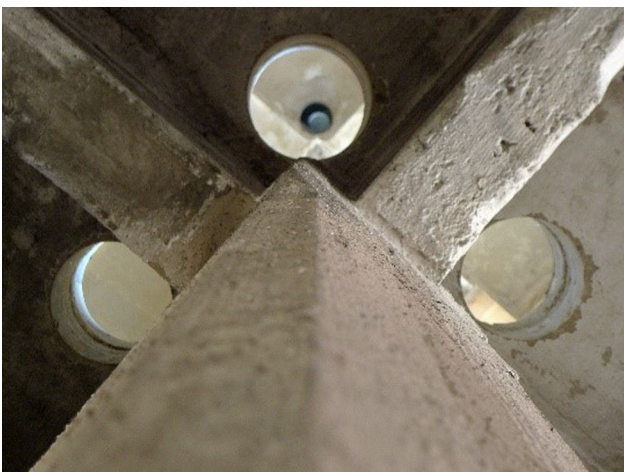


Figura 5. Huevo para paso de los nuevos pilares a través de las losas existentes.



Figura 8. Nueva estructura metálica en nave 9.

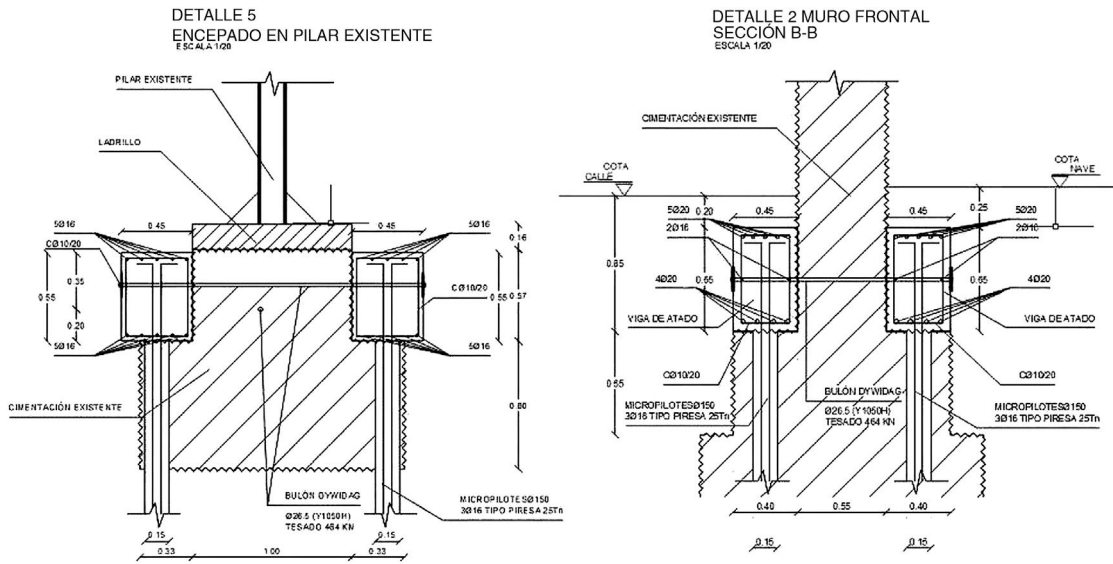


Figura 9. Detalles del recalce mediante micropilotes de las cimentaciones de los muros existentes.



Figura 10. Nuevas estructuras de acero colgadas de la estructura principal de la nave.

que se configuró a través de nuevas estructuras con un lenguaje claramente diferente al de las naves existentes: estructuras ligeras colgadas, estructuras formadas por sacos de tierra, etc. [8] (fig. 10).

En el caso de la nave 16, el espacio interior se reconfiguró a través de una serie de grandes puertas y contraventanas móviles, para lo que fue necesario diseñar una serie de refuerzos metálicos [9] (figs. 11-13).

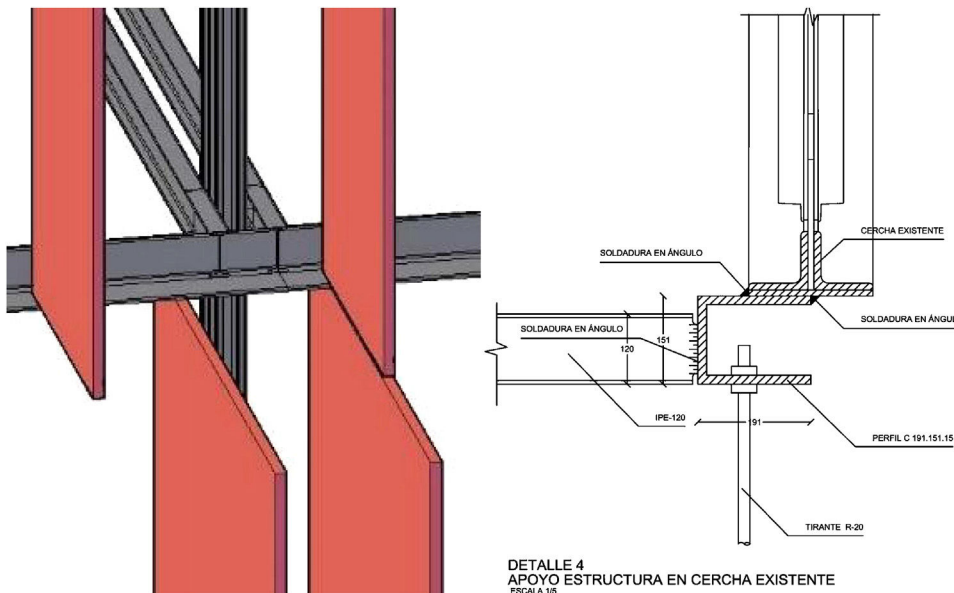


Figura 11. Nueva estructura metálica para soporte de los nuevos elementos de cerramiento.

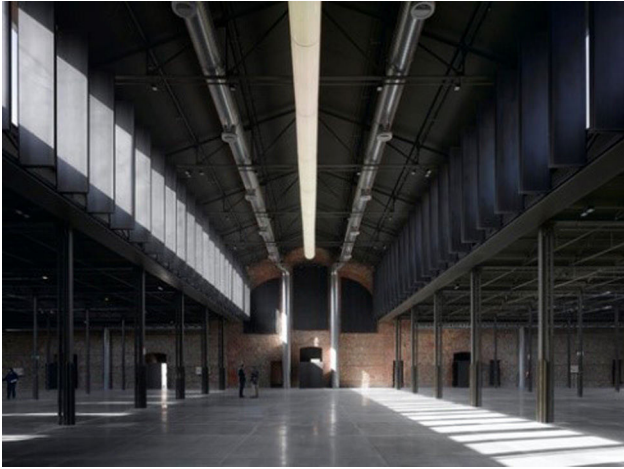


Figura 12. Vista interior de la estructura metálica rehabilitada nave 16.



Figura 15. Vista del interior de la Serrería, fotografía del edificio en su estado original.

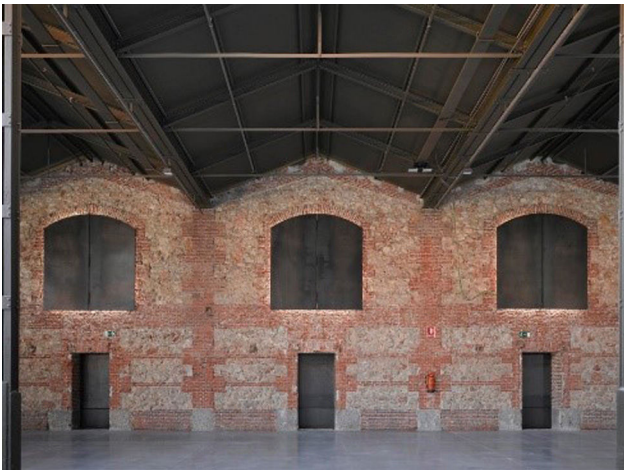


Figura 13. Vista interior de la estructura de fábrica rehabilitada nave 16.

### 3.2. Serrería Belga-Proyecto Intermediae/Prado

La antigua Serrería Belga es un edificio diseñado en hormigón armado a lo largo de la década de 1920 por el arquitecto Manuel Álvarez Naya, y es también uno de los pioneros en el empleo de

este material en la ciudad de Madrid [10] (fig. 14). Tras largo tiempo abandonado, en el año 2007 se inició su rehabilitación para constituir el nuevo centro de creación artística Intermediae-Prado [11]. El proyecto ha recibido varios premios, entre los que cabría destacar el premio COAM 2013.

Para la redacción del Proyecto de Ejecución se contó con un Informe de evaluación de la estructura existente, redactado por Geocisa, en el que se concluía la necesidad de refuerzo de buena parte de los elementos principales. Dado el alto valor histórico y estético de la estructura, era el deseo tanto de los arquitectos autores del proyecto como de los técnicos del Ayuntamiento de Madrid poder preservar la estructura original lo más intacta posible (figs. 15 y 16).

Para ello se desarrolló un análisis completo de la estructura desde un punto de vista de capacidad de las secciones, teniendo en cuenta la redistribución de esfuerzos. Para definir la necesidad de refuerzo, dado que la estructura ya estaba ejecutada y se evitaban incertidumbres de proyecto, se siguieron los criterios de minoración de los coeficientes de mayoración de acciones indicados por el Prof. José Calavera [12]. Para las características de los materiales se adoptaron los valores indicados por

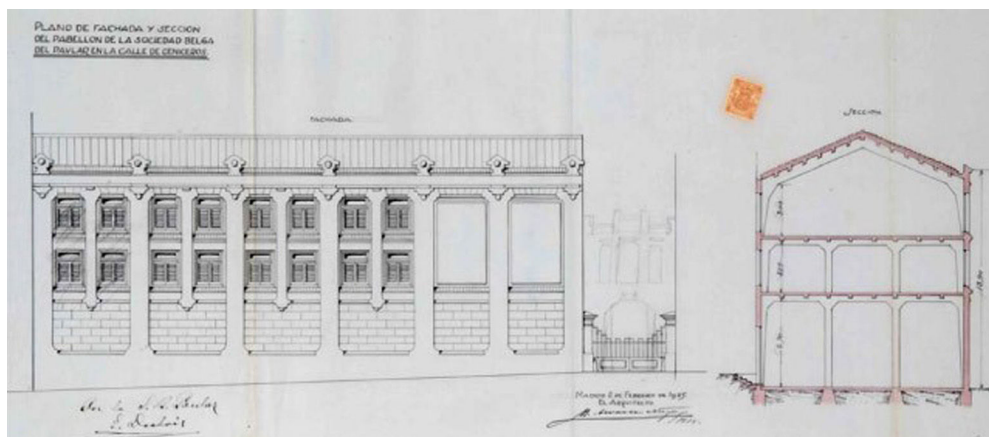


Figura 14. Planos originales del edificio del arquitecto Manuel Álvarez Naya (1925). En la sección se pueden apreciar los elementos estructurales: pilares, vigas, viguetas y forjados.



Figura 16. Vista del interior de la Serrería, fotografía del edificio en su estado actual.

Geocisa en su informe, evaluándose la resistencia característica de los mismos. Tras el estudio realizado se concluyó que no era necesario el refuerzo de la estructura de hormigón en ningún punto del edificio.

Debido a la existencia de dos informes con conclusiones contradictorias, los técnicos del Ayuntamiento de Madrid propusieron la realización de una prueba de carga. La prueba de carga se planteó para evaluar la capacidad resistente y se realizó de acuerdo a los requisitos establecidos en la normativa EHE vigente en el momento en el que se realizó el proyecto. Los resultados de la prueba verificaron el correcto comportamiento de la estructura y, por tanto, pudo finalmente evitarse el refuerzo de la estructura existente (fig. 17).

Una vez más, los nuevos elementos estructurales se proyectaron con un lenguaje claramente contemporáneo como confrontación a lo existente [8]: en este caso se planteó la ubicación de un nuevo núcleo de comunicaciones en la zona que ocupaba un pabellón añadido posteriormente a la estructura original y que el proyecto contemplaba demoler. Este nuevo núcleo se plantea con una estructura de acero colgada de unas nuevas cerchas a su vez apoyadas en 4 nuevos pilares con forma de Y [13]. Los cerramientos son textiles tensados. Dada la complejidad geométrica de la estructura metálica, se desarrolló

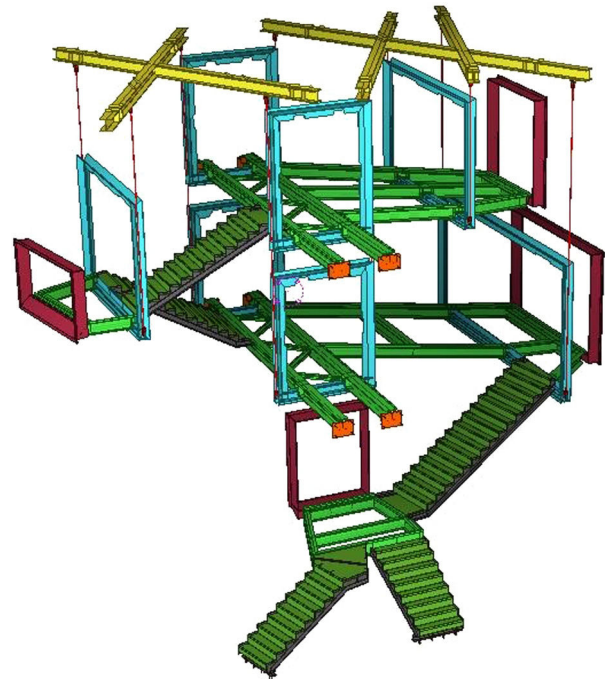


Figura 18. Vista del modelo de Tekla desarrollado para la fabricación de la estructura metálica.

un modelo de Tekla para la elaboración de los planos de taller y la fabricación de la estructura por CAD-CAM (figs. 18-21).

### 3.3. Google Campus

La compañía Google ha implantado una serie de edificios conocidos como «Campus» en diferentes ciudades del mundo (Londres, Tel Aviv, Seúl, Varsovia o Sao Paulo). En el año 2014 decide abrir una de dichas sedes en Madrid, y tras estudiar diferentes edificios para su ubicación, finalmente se opta por un edificio industrial construido en 1892 en el que Isaac Peral fundó la primera fábrica de acumuladores de energía eléctrica de España.

El edificio de 1892 era una nave diáfana, con una estructura de muros perimetrales de fábrica y cerchas metálicas en cubierta (fig. 22). En una intervención posterior el edificio había



Figura 17. Vista de las bañeras de agua usadas para la prueba de carga de los forjados.



Figura 19. Vista general de la estructura metálica del núcleo de comunicación durante el proceso constructivo.

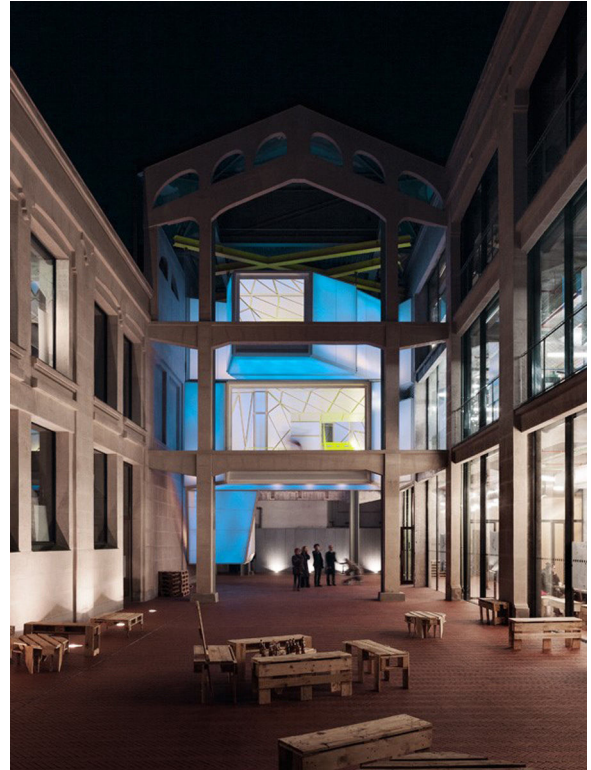


Figura 21. Vista de la nueva estructura metálica así como de las naves originales de hormigón.



Figura 20. Vista de la nueva estructura metálica desde el patio.



Figura 22. Vista exterior del edificio.

sido reconvertido en oficinas, para lo cual se había dispuesto una nueva crujía interior con pilares metálicos y diversos forjados intermedios de chapa colaborante apoyados en nuevas vigas metálicas.

Para la adaptación del edificio existente a su nuevo uso como Google Campus se planteaba la eliminación de parte de los forjados dispuestos en la anterior reforma para generar una zona de acceso con doble altura en un extremo del edificio y un auditorio en el otro extremo, recuperando así parcialmente el gran espacio de la nave original. En el caso de la zona del auditorio la intervención también suponía la eliminación de varios de los pilares intermedios, pero conservando el forjado superior que sostenían, por lo que se planteó la conservación de las vigas de dicho nivel y del inferior conectándolas para que pasaran a

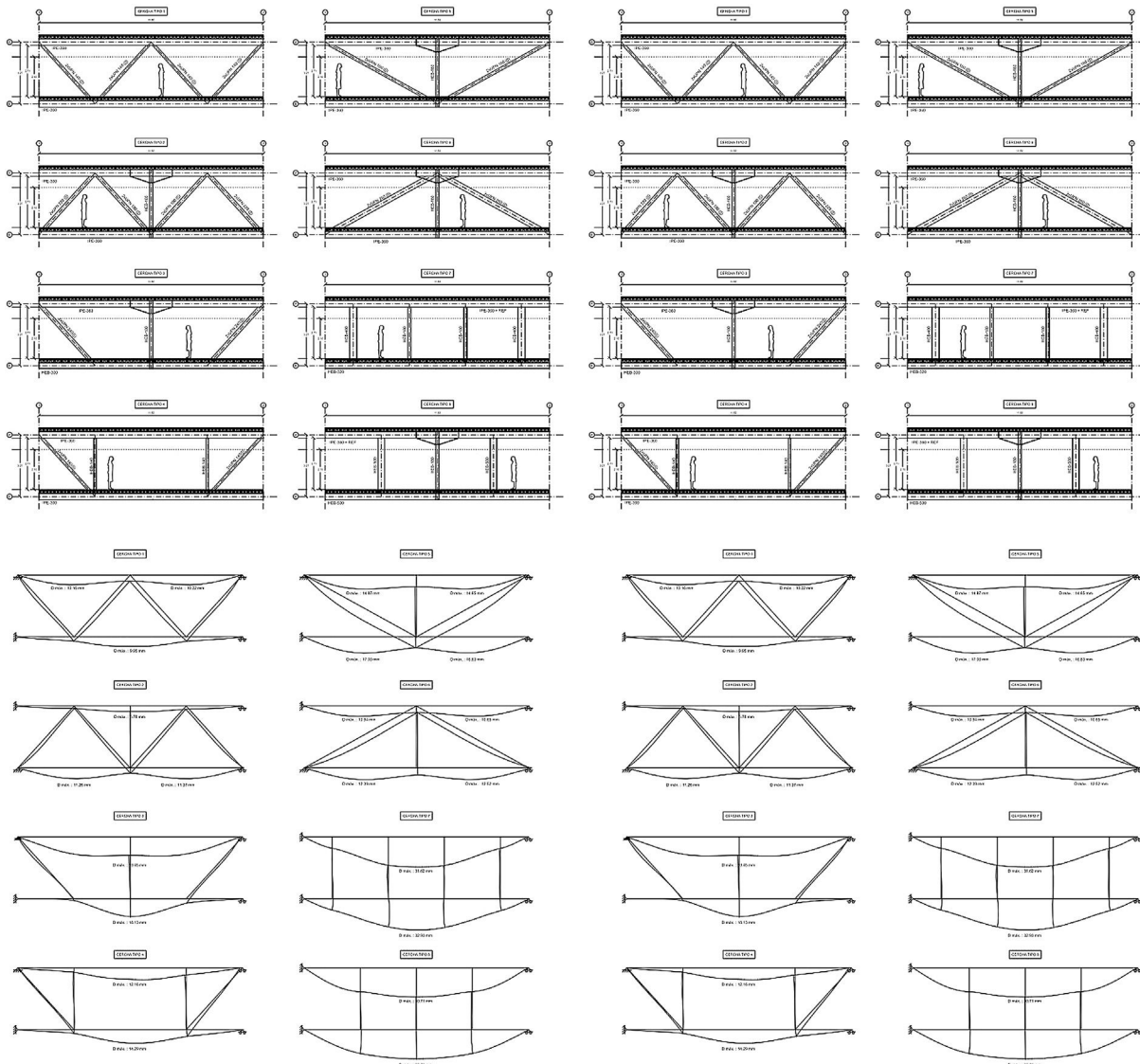


Figura 23. Alternativas de cerchas estudiadas.

ser los cordones superior e inferior de unas nuevas cercas que se generaban de ese modo entre las dos plantas superiores.

Se estudiaron varias alternativas para la disposición de los nuevos montantes y diagonales, y en dicho estudio se tuvo en cuenta una posible reforma futura según la cual se podría disponer un nuevo forjado en la zona alta del auditorio para ampliar los espacios de trabajo del Campus, por lo que finalmente se optó por una configuración de cerchas no optimizadas estructuralmente pero más compatibles con dicho uso futuro, disponiendo dos montantes y diagonales en los extremos, con una zona central sin triangular (figs. 23 y 24).

En el proyecto de reforma del edificio se intentó recuperar y poner en valor elementos arquitectónicos y estructurales del edificio original que habían sido ocultados o desdibujados en la primera reforma, como son los espacios diáfanos antes mencionados, los grandes ventanales en fachada o los muros de fábrica existentes. Así mismo, sobre los elementos que en la primera reforma se habían conservado y expuesto adecuadamente, en esta nueva reforma se realizan las actuaciones necesarias

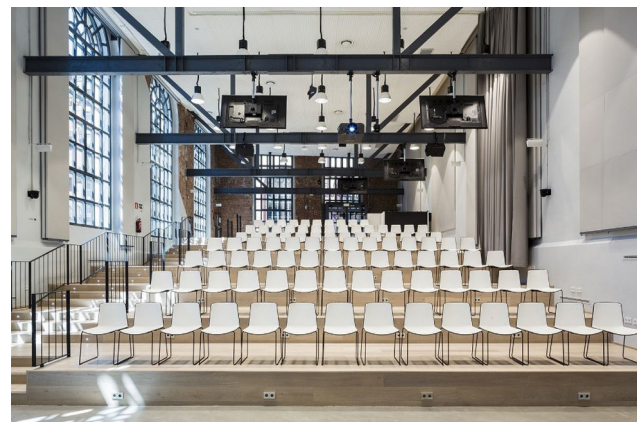


Figura 24. Auditorio del Google Campus Madrid, con las nuevas cerchas realizadas en base a las antiguas vigas de los forjados demolidos.



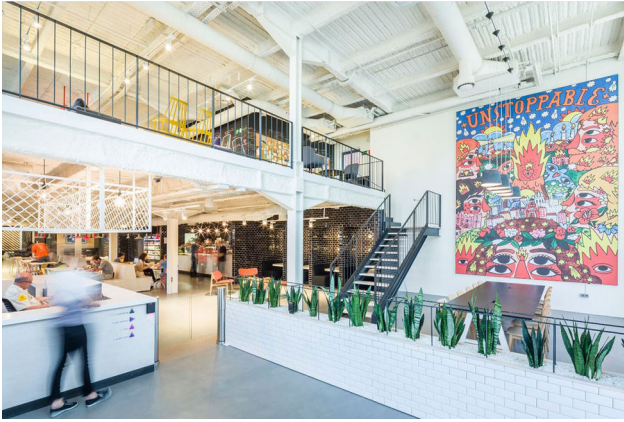


Figura 25. Zona de acceso en doble altura.

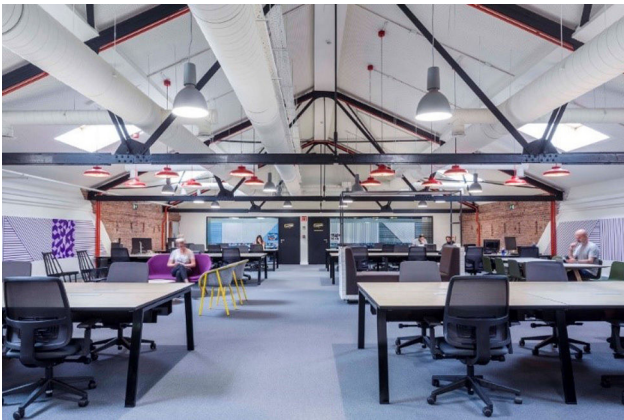


Figura 26. Vista de la última planta, con las cerchas metálicas originales.

para seguir conservándolos, como es el caso de las cerchas de cubierta, que requerían un nuevo tratamiento para cumplir los requisitos anti-incendio (figs. 25 y 26).

#### 4. Conclusiones

En este artículo se presentan una serie de ejemplos de intervenciones recientes en el patrimonio histórico industrial de la ciudad de Madrid en las que, para la adaptación de los edificios a los nuevos usos y requerimientos normativos, se han realizado actuaciones de muy diversa índole a nivel arquitectónico y estructural, pero todas ellas con un espíritu común de preservación y puesta en valor de ese patrimonio junto con

la clara diferenciación de las nuevas estructuras proyectadas, adoptando en estos casos un lenguaje contemporáneo que permita su clara identificación.

Según los diferentes usos y la integración de programas, la situación de la estructura existente ha sido evaluada mediante ensayos y comprobaciones de cálculo. En el caso de la rehabilitación de la Serrería Belga se analizó la estructura para valorar la viabilidad de mantener la estructura original del edificio, lo cual se consiguió finalmente sin refuerzo adicional. En cambio, en el caso, por ejemplo, de las naves 8 y 9 de Matadero se planteó un refuerzo por sustitución, tras el análisis, de manera que la estructura original solo se preservó como elemento arquitectónico, sin más función estructural que la de sostenerse a sí misma.

En cualquier caso, en todos los proyectos presentados se ha seguido una metodología común de análisis para determinar la necesidad de refuerzo, teniendo en cuenta una minoración de los coeficientes de mayoración de acciones —al haber sido superadas las incertidumbres de proyecto— y considerando valores para las características de los materiales en base a ensayos.

#### Referencias

- [1] M. Lasso de la Vega, *Memoria histórica del antiguo Matadero Municipal de Madrid*, Servicio Histórico del COAM, Madrid, 2005.
- [2] Matadero Madrid. New times, new architecture [consultado 10 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.mataderomadrid.org/new-times-new-architecture.html>.
- [3] Ayuntamiento de Madrid, *La arquitectura de Matadero Madrid*, Concejalía de las Artes, Madrid, 2012.
- [4] CEDEX, *Inspección y caracterización de los materiales de varios edificios del antiguo matadero de Legazpi*, CEDEX, Madrid, 2006, 13-506-2-001.
- [5] LCC, *Caracterización de estructura y cimentación de la nave 16 del matadero de Madrid*, LCC, Madrid, 2010, 3/6803/016.
- [6] GMC Ingeniería, *Estudio geotécnico de la nave 15 de Matadero de Madrid*, GMC, Madrid, 2014, EG-2916/13.
- [7] Red Bull Music Academy. Nave de la Música en Matadero Madrid [consultado 10 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.langarita-navarro.com/eng/project/red-bull-music-academy/>.
- [8] M. Langarita, V. Navarro, 2G N.70, Gustavo Gili, Barcelona, 2015.
- [9] Hangar 16 Matadero Madrid [consultado 10 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.inaquicarnicero.com/Hangar-16-Matadero-Madrid>.
- [10] Fundación Caja de Arquitectos. Medialab/Prado. 12th Spanish Architecture and Urbanism Biennial: 60-69; Madrid, 2013.
- [11] Langarita M., Navarro V. Medialab/Prado: Madrid, 2013.
- [12] J. Calavera, *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*, 2.ª edición, Intemac, Madrid, 2005.
- [13] J. Rey-Rey, J.R. Carmona, P. Vegas, *Rehabilitación de la Serrería Belga de Madrid para sede de Intermediae/Prado*, V Congreso de ACHE, Barcelona, 2011.