

Polideportivo municipal La Cebada - Madrid

La Cebada sports centre - Madrid

**Eduardo Romero Rey ^a, Roberto Duque Corroto ^b, Daniel Jiménez Nuero ^c,
Sandra Álvarez Gutiérrez ^d, Luis Javier Murciano Bajo ^e, Ángel Hernández Basterra ^f.**

^aIngeniero de Caminos Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefe de Depart. de Edificación. err@fhedor.es

^bIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefe de Proyecto. rdc@fhedor.es

^cIngeniero de Edificación. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefe de Proyecto. djn@fhedor.es

^dArquitecto Técnico. FHECOR Ingenieros Consultores. Jefa de Mediciones. sag@fhedor.es

^eIngeniero de Edificación. FHECOR Ingenieros Consultores. BIM Manager. ljb@fhedor.es

^fIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores. Ingeniero de Proyecto. ahb@fhedor.es

RESUMEN

En el proyecto del nuevo polideportivo de La Cebada se han incorporado una serie de soluciones estructurales que permiten conseguir el concepto arquitectónico perseguido. En el volumen principal del edificio, el lenguaje de diseño formado por elementos estructurales lineales que se cruzan en planos verticales y horizontales genera una imagen única. Otro reto estructural importante es alojar en la misma vertical del edificio tres usos diferenciados con espacios diáfanos de grandes luces. También se hace referencia a las características que se han aprovechado del sistema BIM durante la fase de proyecto.

ABSTRACT

In the project of the new sports center of La Cebada, singular structural solutions have been incorporated to achieve the desired architectural concept. In the main volume of the building, the design language formed by lineal structural elements that intersect in vertical and horizontal planes generates a unique image. Another important structural challenge is to house three different uses with open spaces of large spans on the same vertical of the building. Reference is also made to the features that have taken advantage of the BIM system during the project phase.

PALABRAS CLAVE: vigas pretensadas, losa con aligeramientos circulares, pilares inclinados, bim.

KEYWORDS: post-tensioned beams, circular hollow slab, sloped columns, bim.

1. Descripción del edificio

El nuevo polideportivo municipal de La Cebada pretende ampliar las dotaciones deportivas del madrileño barrio de La Latina. En el mismo espacio donde se encontraba la piscina hasta 2008, el Ayuntamiento de Madrid ha diseñado un edificio que albergará una piscina, una pista

polideportiva y un gimnasio, manteniendo, a su vez, prácticamente toda la superficie de la parcela, unos 2400 m², como una zona ajardinada de acceso público (Figura 1).



Figura 1. Vista exterior del nuevo polideportivo municipal de La Cebada.

Esto se consigue mediante la creación de una plaza pública a nivel de calle que permite el acceso al propio edificio y al mercado de La Cebada, y mediante el aprovechamiento de la cubierta de la pista polideportiva, también para uso público, a la que se accede por un núcleo exterior de comunicaciones.

Exteriormente, la fachada del volumen principal queda marcada por la sucesión de pilares de hormigón inclinados, intersectando entre sí en los distintos niveles del edificio. Las dimensiones en planta de este espacio son de unos 47 por 25 metros, siendo su altura respecto de la acera de 12 metros en la fachada norte y 17 en la fachada sur.

Este ritmo de pilares se prolonga en el interior para dar soporte a la recepción, funcionando los elementos estructurales, esta vez no como pilares, sino como montantes y diagonales de una celosía. (Figura 2) que permite salvar el espacio sobre las piscinas sin pilares.

Los puntos de unión de los pilares de fachada con el nivel del techo de la piscina sirven de punto de apoyo de las vigas pretensadas que forman en planta una malla romboidal.

El conjunto de los pilares inclinados de fachada y celosía interior junto con las vigas del techo de la piscina conforman el lenguaje arquitectónico del espacio creado por la estructura portante (Figura 2).

Sobre la piscina, aprovechando el limitado espacio en planta, se sitúa la pista polideportiva. En este caso, para maximizar la altura libre necesaria y compatibilizarla con la altura máxima del edificio se ha buscado un elemento estructural que salve la luz de 20.3m con cara inferior vista de hormigón. El resultado es una losa pretensada unidireccional con aligeramientos circulares en el centro de la sección de 85cm de canto.



Figura 2. Vista interior de la piscina.

El resto del edificio se encuentra en un módulo anexo al mercado de La Cebada y alberga el gimnasio y usos administrativos.

Bajo la plaza pública a nivel de calle se esconden los vestuarios que dan uso a todo el edificio y zonas de instalaciones.

2. Elementos estructurales

Los conceptos arquitectónicos expuestos anteriormente generan unos elementos estructurales que los hacen realidad. En los siguientes apartados se exponen y caracterizan estos elementos, explicando su funcionamiento estructural.

2.1 Contención

Para alojar los tres usos diferenciados en el edificio principal es necesario profundizar la piscina y sus instalaciones asociadas, llegando a situarse la playa de la piscina dos niveles bajo la

cota de la calle. Este esquema obliga a realizar una contención mediante pantallas continuas que funcione en ménsula, tanto en fase de obra como en servicio. La solución propuesta es una pantalla de contención que en fase de obra trabaja en voladizo con la ayuda de una berma provisional mientras se ejecuta la cimentación de la piscina (en amarillo en la Figura 3), se añade un arriostramiento provisional sobre el nivel de sótano -1 (en verde en la Figura 3), que permite eliminar la berma y ejecutar la estructura hasta el sótano -1 y este nivel será el arriostramiento definitivo en servicio.

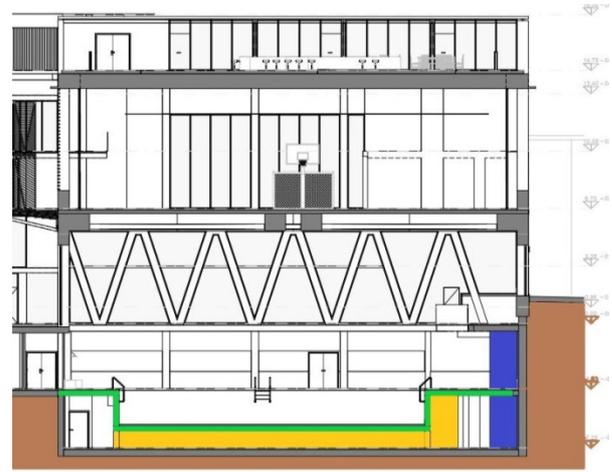


Figura 3. Sección transversal.
Contención en zona de la piscina

Para transmitir las cargas desde el nivel de sótano -1 hasta en nivel de cimentación, se disponen de unos contrafuertes que salvan la diferencia de altura debida al vaso de la piscina.

2.2 Fachada estructural

La fachada de la piscina y la pista polideportiva en tres de sus lados está compuesta por una malla triangular de pilares de hormigón.



Figura 4. Pilares inclinados en la fachada estructural

Los pilares de hormigón tienen una dimensión de 40x60cm, y soportan las cargas verticales a la vez que sirven de arriostramiento frente a cargas horizontales.

En el nivel de techo de piscina, se genera un nudo entre los pilares de fachada y las vigas de este forjado. Este espacio se aprovecha para alojar los anclajes de pretensado de las vigas, que en fase de servicio quedarán ocultos.

2.3 Celosía sobre piscina

El vestíbulo de la recepción del polideportivo se sitúa en planta baja, sobre la piscina infantil, donde no se pueden colocar pilares (Figura 2), además constituye el primer espacio arquitectónico visible cuando se entra en el interior del edificio.

Figura 5).



Figura 5. Vestíbulo en fase de proyecto básico

Sin embargo, las dimensiones resultantes del cálculo de esta viga eran mayores que el resto de vigas de la malla romboidal y generaba un obstáculo visual hacia la piscina.

Aprovechando la configuración de los pilares inclinados se propuso continuar con esta geometría, generando una celosía con montantes y diagonales inclinados, estando embebidos el cordón superior e inferior en los forjados.

De esta forma se conseguía generar una estructura en consonancia con el resto del edificio y permitir una visual más limpia hacia el espacio de la piscina (Figura 6).



La celosía propuesta presenta elementos a tracción en diagonales y cordón inferior, con lo que decidió embeber tubos metálicos en los elementos de hormigón para soportar, por un lado las tracciones que el hormigón no podía resistir sin generar alargamientos excesivos, como por otro lado, para las compresiones, para simplificar las uniones con los elementos traccionados. Finalmente, se trata de una celosía metálica con secciones tubulares rectangulares armadas y un recubrimiento de hormigón que le aportaba protección al fuego, al ambiente

corrosivo de la piscina e integración con los materiales del resto de la fachada (Figura 7).

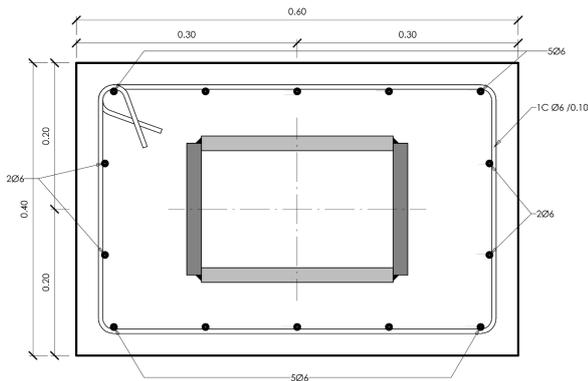


Figura 7. Sección de la celosía

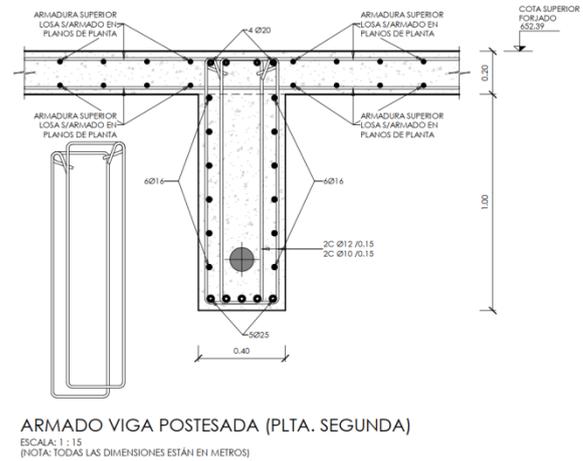
Los tubos rectangulares armados presentan unas dimensiones exteriores de 200x300mm, variando el espesor de las chapas en función de la sollicitación, y quedando embebidos en la sección de hormigón de 400x600mm. de las diagonales.

En el forjado inferior, el perfil metálico del cordón queda embebido en él, realizándose la conexión mediante pernos conectadores.

El cordón superior, queda embebido en una viga de las mismas dimensiones que el resto de las vigas del techo de la piscina.

2.4. Forjado de vigas del techo de la piscina

El forjado del techo de la piscina se compone de vigas formando una malla romboidal. El acabado con lamas de madera entre las vigas oculta su canto de 1,20m. (Figura 8)



ARMADO VIGA POSTESADA (PLTA. SEGUNDA)

ESCALA: 1 : 15
(NOTA: TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS)

Figura 8. Sección de la viga del techo de la piscina

Para salvar la luz de 20,3m entre fachadas, se recurre al pretensado de las vigas. Sin embargo, el cruce entre las vigas genera dos problemas. El primero es el cruce de los tendones de postesado, que se produce en los tres puntos de intersección en planta de la malla y en cada uno de los dos apoyos extremos de las vigas, en total 5 puntos. Este problema se resuelve alternando los puntos de cruce de cada viga, y por cada dirección (Figura 9).

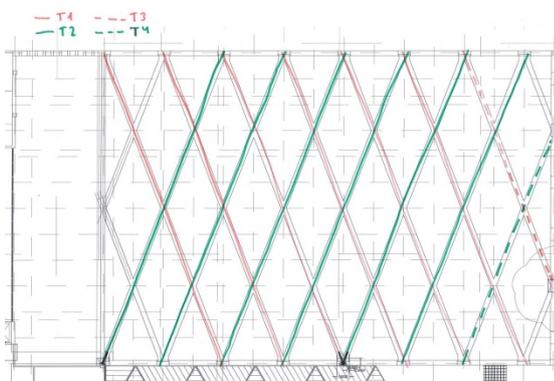


Figura 9. Planta y alzado de vigas con trazado de tendones

El segundo problema es que el ancho de la viga cuando intersectan dos vigas es más

pequeño que la suma de los anchos de las dos vigas. Además, esta sección cuenta con el doble

de pretensado. Con lo que el estudio del comportamiento del pretensado a lo largo de la luz obliga a comprobaciones en puntos donde las vigas funcionan como independientes y cuando intersectan.

A lo largo del entramado de vigas, existen vigas con la mitad de la luz en las que se prescinde del pretensado y vigas con $\frac{3}{4}$ de la luz, donde se ajusta el trazado y el número de cables para adaptarse a la geometría.

2.5. Forjado del techo de la pista polideportiva.

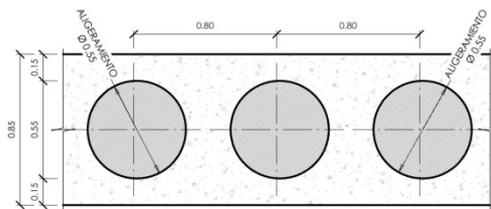
Por requisitos funcionales y de limitaciones de altura, las prescripciones para el techo de la pista polideportiva obligaban a tener una superficie lisa en hormigón visto y disponer del menor canto posible (Figura 10).



Figura 10. Vista de la pista polideportiva

Con un acabado liso en hormigón, la solución pasaba por una losa, debido a la luz se debía pretensar y para disminuir el peso propio, aligerar. La solución final es una losa posteada de 85cm de canto, con aligeramientos de diámetro 55cm cada 80cm (Figura 10), salvando una luz de 20,3m. entre las fachadas norte y sur.

El comportamiento de la losa es principalmente unidireccional entre estas dos fachadas, ya que la luz entre los pilares de apoyo es de 4,80m.



SECCION TRANSVERSAL TIPO LOSA ALIGERADA POSTEADA
ESCALA: 1:20
(NOTA: TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS)

2.6. Parasol en la plaza de acceso

En la fachada de la plaza de acceso de planta baja se pretende colocar un parasol con una malla de triángulos, y lamas de elementos cerámicos que ofrezcan sombra (Figura 12).



Aunque en un principio se pretendía que los puntos de apoyo estuvieran a la misma cota, se modificó su geometría para aprovechar el funcionamiento por forma del voladizo generado, la diferencia de cota entre los puntos de anclaje, permitía conseguir el canto necesario para que los perfiles funcionaran a tracción y compresión, en lugar de a flexión (Figura 13).

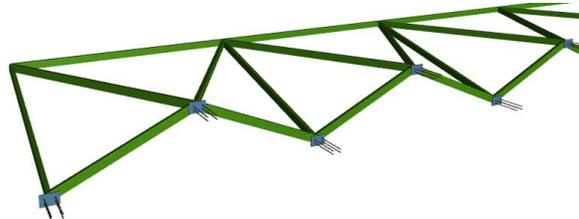


Figura 13. Modelo del parasol

Con esta configuración se reducía el tamaño de los elementos, manteniendo el vuelo, dando un aspecto más liviano al elemento.

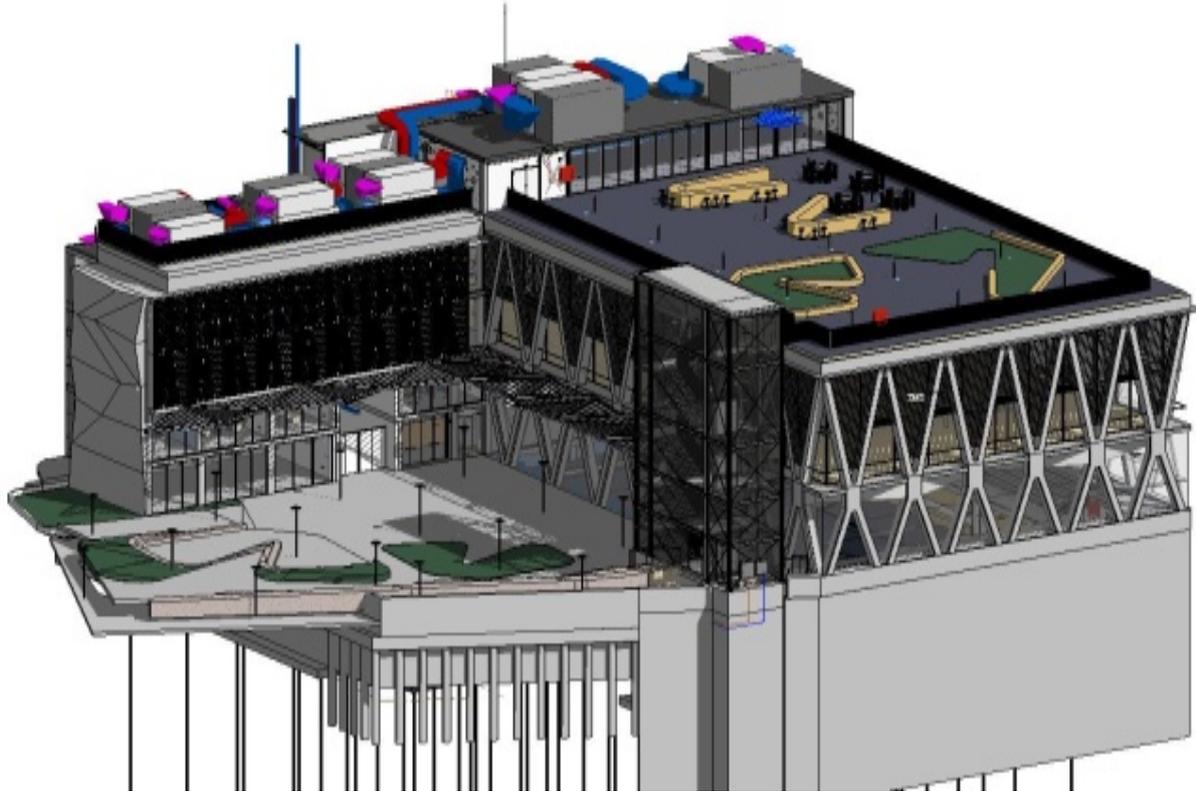


Figura 14. Modelo de BIM

3. BIM

El desarrollo del proyecto, en las tres principales disciplinas, arquitectura, estructura e instalaciones, se ha realizado mediante tecnología BIM.

Se han aprovechado las ventajas del modelo de BIM para mejorar la coordinación entre las distintas disciplinas, sobre todo en un edificio con una geometría con mallas de elementos no ortogonales.

En cuanto a mediciones, se ha realizado un proceso de exportación de datos geométricos para obtener sus mediciones, asignando distintos atributos a los elementos del modelo que han servido para separar los elementos estructurales en las distintas partidas, pudiendo diferenciar tipos de hormigones por exposición, acabado

visto o no visto, etc. con el consiguiente ahorro de tiempo y errores. Este proceso es posible solo si se han identificado previamente las partidas, y se han establecido al inicio las diferentes categorías y atributos que son necesarias para desglosar las mediciones correctamente. Obviamente esto implica un detallado análisis previo y un modelado muy riguroso y exhaustivo.