

Edificio Indra

La empresa de Tecnologías de la Información, Indra, concentra desde el 2007 su actividad en Cataluña en un nuevo edificio corporativo situado en el distrito tecnológico barcelonés, 22@. Esta nueva sede, de 10.375 m2, alberga las oficinas, los talleres, el centro de cálculo y los laboratorios.

Fermín Vázquez+b720 Arquitectos en colaboración con R&AS, autores del proyecto, contó con BOMA para el diseño, cálculo y desarrollo de la estructura.

Desde el punto de vista estructural, hay dos aspectos que caracterizan el proyecto: la esbeltez del edificio y el tiempo récord en el que tenía que construirse.

Descripción del proyecto.

El edificio está formado por dos plantas bajo rasante, dedicadas enteramente a instalaciones y a aparcamiento. La planta baja se destina a recepción y a salas de reuniones, con posibilidad de ser reformada parcialmente a local comercial. Las demás plantas, a excepción de la cuarta, en la que se dispusieron las instalaciones, albergan oficinas de la empresa. La característica más sobresaliente de esta construcción es su esbeltez, con una altura de cincuenta y dos metros, y una anchura mínima de tan sólo catorce metros.

El perfil geológico de esta zona suele estar formado por un relleno de al menos un metro, una segunda capa de arcillas y finalmente una tercera de arenas, sobre la que se cimienta el edificio, que suelen ser de muy buena calidad y que pueden suponer un pequeño ahorro a la propiedad si saben gestionar bien su retirada. En el caso concreto del edificio Indra, las arcillas, que no presentaban expansividad, pero si una interesante cohesión para reducir los empujes, permitieron proyectar unas pantallas poco armadas y de cuarenta y cinco centímetros de espesor, tamaño razonable para dos sótanos. En el proyecto de contención se proponían módulos de pantalla con un anclaje que fue diseñado a una profundidad más o menos de un tercio de la excavación (si es posible, por encima del nivel freático, y siempre evitando que coincida con forjados y rampas, que deben ser construidos antes de retirar las cabezas que conectan los cordones con la pantalla.)



Fotos 1 y 2: Perfil y fachada del edificio

En el diseño se previó una losa de cimentación de cuarenta centímetros de espesor, sobre no menos de 30cm de grava y hormigón de limpieza: este grueso de grava proporcionaba drenaje bajo la losa y posibilidad de trabajar en seco, siempre y cuando el nivel freático se abatiese previamente. La capa de hormigón pobre de cinco centímetros de espesor se colocó como base del producto impermeabilizante ("Aquatec" de "Katorce"), que debe ser esparcido en la misma mañana que se hormigona por técnicos especializados. Realizar esta previsión de gruesos y después respetarla en obra es vital, puesto que si la previsión es escasa se puede llegar a desestabilizar las pantallas u obtener deformaciones no previstas que, si tienen lugar, difícilmente podrán recuperarse más tarde.

La planta del edificio es rectangular, excepcionalmente interrumpida por el chaflán del cruce de calles. En la contención larga, que es medianera con el edificio vecino, se plantea un muro encofrado a dos caras con excavación del trasdós. Esta solución fue posible porque el edificio vecino estaba en fase de proyecto y su Propiedad no opuso objeciones a su excavación.

Los techos de las plantas sótano fueron resueltos mediante losas macizas por varios motivos. El primero es que una losa tiene menos canto que un reticular en las mismas condiciones, y por tanto se requiere menos excavación. El segundo es que garantizan mejor la estabilización de empujes frente a esfuerzos horizontales, por estar el centro de gravedad de la sección en su centro, con respecto al forjado reticular que, como es sabido, lo tiene en la zona de unión entre ala y alma, y por lo tanto, no hay momentos secundarios incontrolados.

En tercer lugar, porque así resultó posible que la reducción del nivel freático se mantuviese tan solo hasta que el techo sótano menos uno, es decir, la planta baja, estuviese completado, pudiendo considerar el peso propio de los dos sótanos para contrarrestar el empuje de las aguas del nivel freático; evidentemente, cuanto de más peso se dispone, como es el caso de una losa maciza, menos canto de losa de cimentación, menos excavación, menos empuje de aguas... y más economía.

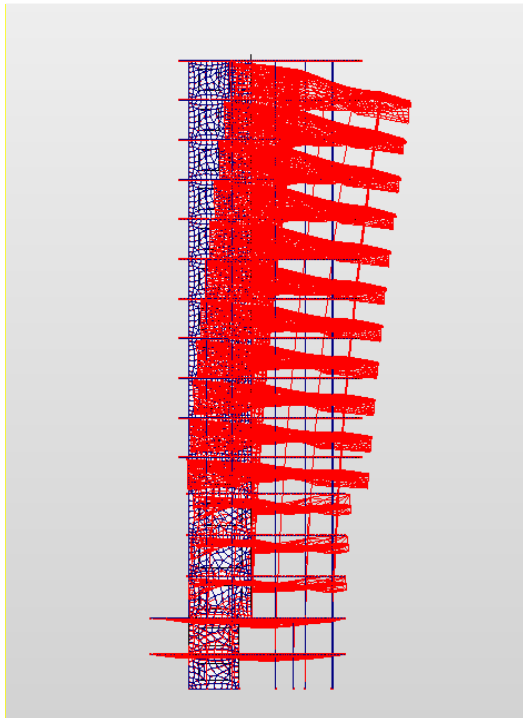
Por último, cabe significar que una losa se comporta mejor que un reticular frente al fuego, porque el reticular necesita más recubrimiento en la parte baja de los nervios, si tiene casetones de hormigón, y más espesor de capa de compresión y nervios más gruesos, si el casetón es recuperable.

La cimentación fue resuelta mediante “zapilotes” o módulos de pantalla. Este tipo de cimentación se propone cuando se quiere aprovechar la misma máquina para ejecutar la contención y la cimentación, ahorrando el transporte de la máquina de pilotes. Hay grupos de “zapilotes” de una y de dos piezas. Todos han de disponer de encepado ferrallado en su cabeza. Se pudo optar por reducir el armado horizontal de los encepados simples, dado que la losa en la que estaban embebidos podía garantizar el efecto de zunchado que solicita el normativa vigente, EHE-98.

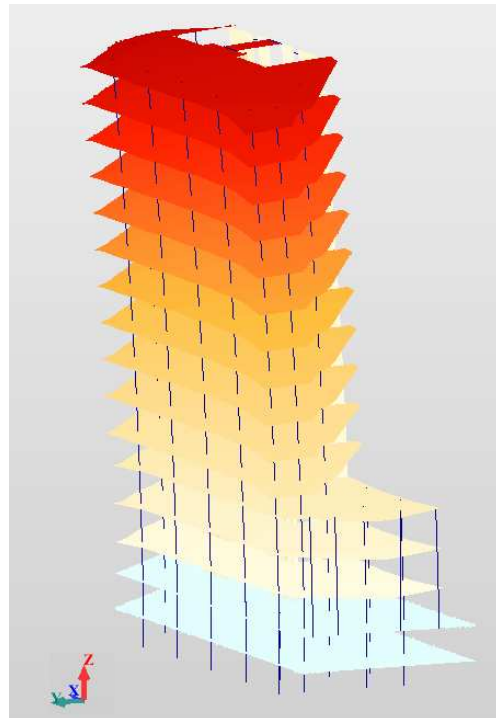
La estructura vertical está formada por pilares más o menos apantallados y un núcleo que se sitúa en el centro de la planta, enrasado con la fachada posterior del edificio. Dicho núcleo es el responsable de estabilizar las fuerzas horizontales del viento, y de controlar el efecto natural de vuelco que el edificio tiene, motivado sobre todo porque el acortamiento del núcleo frente a cargas verticales es menor que el de los pilares delanteros, y el edificio tiende a tumbarse hacia la calle principal. Este efecto de vuelco debe ser valorado cuidadosamente en la fase de análisis, porque la deformación horizontal que el edificio tendrá en la realidad será bastante menor que la que facilite el programa de cálculo. Esta diferencia está causada, principalmente, porque el ordenador valora que la geometría de la estructura se construye sin ninguna carga aplicada sobre ella, ni tan siquiera el peso propio y, de repente, todas las sobrecargas y concargas actúan de golpe sobre un edificio que está resuelto en su totalidad, sin considerar que tendrá un proceso constructivo.

No considerar el proceso constructivo no suele ser un problema, al menos para las estructuras de edificación de luces y alturas más domésticas; sin embargo, el edificio que aquí nos ocupa tiene una altura singular y resulta inevitable valorar si los resultados que ofrece el ordenador son correctos.

Si tenemos en consideración que, entre planta y planta, pueden transcurrir al menos dos o tres semanas, nos damos cuenta que, por un lado, corregimos la retracción que el hormigón ha experimentado en este período y, por otro, la parte de las deformaciones que van afectando a los pilares debidas al peso propio de la estructura, incluso las causadas por la flecha diferida, pues, cuando se hormigona el forjado, los encofrados se replantean completamente horizontales; la deformación horizontal debida a las cargas permanentes debe ser valorada en su totalidad, incluso la parte correspondiente que el hormigón presenta con el paso del tiempo. Con las sobrecargas, principalmente las de uso, el criterio es sensiblemente parecido; sin embargo, debemos valorar tan sólo la parte cuasipermanente. Finalmente podemos concluir que la deformación total puede ser en torno a un sesenta por ciento de la diferida del modelo, si hemos ajustado previamente los conceptos anteriores.



Efecto de tumbado del edificio.



Estructura deformada.

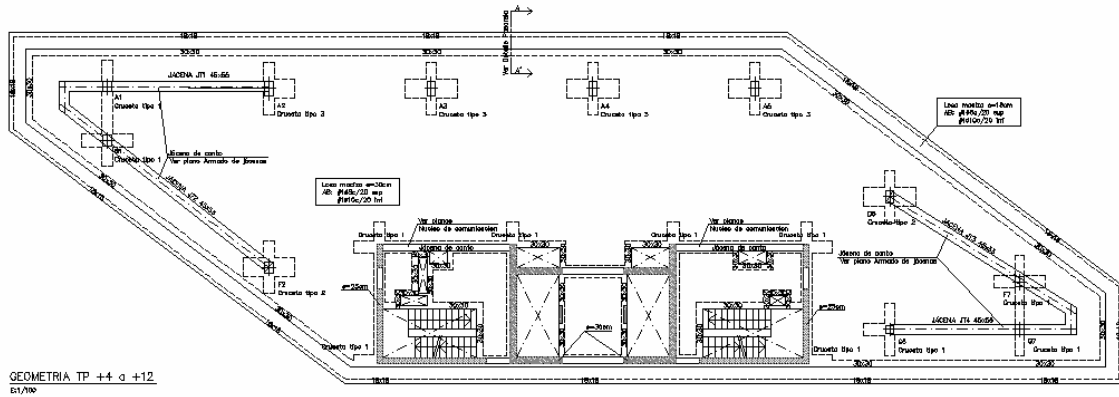
La construcción del núcleo se planteó con encofrado normal; es decir, dicho núcleo quedaría empotrado a cada forjado, pues se iba alternando la construcción de núcleo y forjado.

El fuste del edificio tiene tres partes claramente diferenciadas en su volumetría: por un lado, el podio inferior, que lo forman las tres primeras plantas; por otro, la planta de instalaciones, que es semiabierta, y que separa las otras dos; y, finalmente el resto de plantas, que forman el grueso del edificio. El techo de la planta técnica se planteó como losa postesada, porque sobresalía de los otros, y constituye, en realidad una quinta fachada del edificio de hormigón visto, no siendo adecuados los descuelgues.

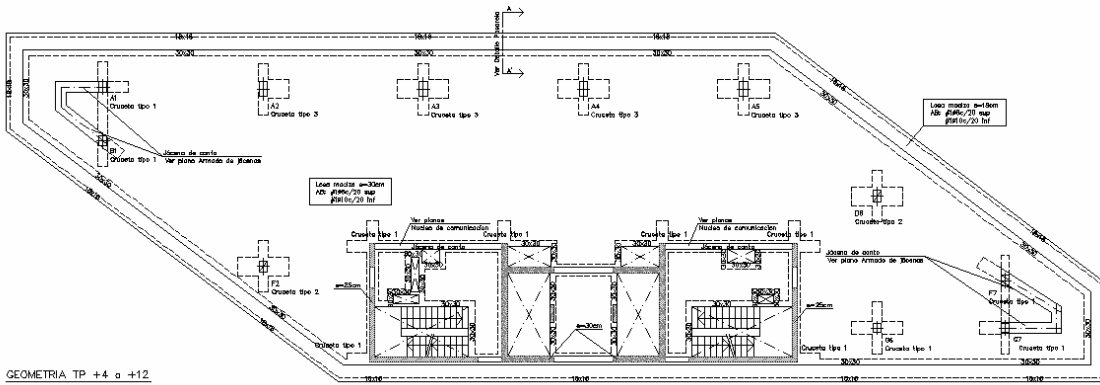
En las plantas tipo, que son diez forjados, hay voladizos de hasta cinco metros en cada extremo. Estos voladizos se resolvieron mediante jácenas descolgadas bajo la losa y ocultas en los falsos techos, planteadas uniendo dos pilares entre sí y proyectándose hacia el propio voladizo.

El armado básico de estos forjados, que son de treinta centímetros de espesor, es diferente en la cara superior (parrilla de redondos de diámetro del ocho cada 200x200mm) y en la inferior (redondos del diez cada 200x200mm). El motivo de esta diferencia se deriva del cumplimiento de la cuantía mínima del 1,8‰ para losas exigida por la EHE-98, y el 4% del $f_{cd} \cdot b \cdot d$.

Una de las modificaciones más interesantes que se introdujeron en obra fue la propuesta de recortar estas jácenas, aprovechando que los pilares eran suficientemente rígidos, así como la condición de nudo rígido que forman forjado y pilar. El resultado de este trabajo puede verse en la comparativa que ilustran las imágenes inferiores: a pesar de tratarse de tan sólo cuatro jácenas, casi la mitad de la planta queda afectada. Sin embargo, con la opción final, son solamente los extremos los que plantean un encofrado discontinuo y las instalaciones se pueden integrar con más facilidad. Esta solución tan sencilla no se suele plantear, pues lo razonable suele ser la de proyecto, para no transmitir momentos a los pilares; sin embargo, en este caso, y por tratarse de un elemento con dos apoyos muy cercanos entre sí, resulta perfectamente asumible sin ningún tipo de problema.



Solución de proyecto



Solución final

Equipo de Arquitectura, b720 Arquitectos: Equipo de Aparejadores, G3: Equipo de Estructura, BOMA:

- Fermín Vázquez
- Alexa Plasencia.
- Ana Caffaro
- Laia Isern.
- Cristina Algás,
- Pietro Peyron
- Peco Mulet
- Andrea Rodríguez
- Miquel Santos.
- Victor Forteza.
- Martí Santana
- Agustí Obiol
- Nacho Costales
- Santos Valladolid
- Oriol Dalmau
- Samuel Molist

Información facilitada por el departamento de Marketing y Comunicación de BOMA.
 Tel. 934 144 162
 Fotografías :BOMA