

## TORRE IBERDROLA. Estructura

Autora: María del Mar Mayo Martínez de IDOM Ingeniería y Consultoría.

### 1. INTRODUCCIÓN

La Torre Iberdrola forma parte de la recuperación fluvial de la ribera del Nervión —antigua zona industrial— en el centro de Bilbao, sumándose como hito al cercano Museo Guggenheim-Bilbao. Es una construcción de 165 metros de altura sobre rasante y 190 metros de altura total construida que consta de 40 plantas sobre rasante y hasta 5 plantas de aparcamiento bajo rasante. Es el edificio de mayor altura en Vizcaya, superando en 65 metros a la torre del BEC, el más alto hasta su ejecución, siendo en la actualidad el octavo edificio de España en servicio.

#### 1.1 EVOLUCIÓN DEL ENTORNO

El cambio producido en el entorno urbano en el que se ubica la actuación, solar situado entre el Puente de Deusto, la Plaza de Euskadi, la Calle Ramón Rubial y los jardines de la Campa de los Ingleses, puede observarse por medio de una secuencia de imágenes que reflejan la intensidad del total de realizaciones llevadas a cabo.

#### 1.2 DATOS GENERALES

El proyecto y la construcción del edificio ha sido promovido por Torre Iberdrola, AIE, que adquirió la parcela 204 del PERI de Abandoibarra. La torre se encuentra incluida dentro del Master Plan de Abandoibarra elaborado por César Pelli para la sociedad pública Bilbao Ría 2000.

La parcela 204 de Abandoibarra está formada por otras tres de menor tamaño, 204-a, 204-b y 204-c. En la subparcela 204-a se ubica la Torre de Cesar Pelli y en las parcelas 204-b y 204-c dos edificios de viviendas de Carlos Ferrater. Los tres edificios, torre y viviendas, comparten el bajo rasante, en todos ellos **Idom** Ingeniería

y Consultoría, recibió el encargo de desarrollar los proyectos de estructura e instalaciones, siendo encargada así mismo de las tareas de Dirección de Obra a partir de marzo de 2007.

Los datos más significativos del edificio de la Torre son los siguientes:

- Altura desde cimentación: 190m.
- Superficie total construida: 94.000 m<sup>2</sup>.



1 Noviembre 1991. En el ámbito de la parcela existe una plataforma para almacenamiento de contenedores de RENFE. En el entorno de la ría se observan las instalaciones portuarias correspondientes a los astilleros



2 Enero 2002. Durante este período se han producido cambios notables en el entorno de la parcela, aparece el Museo Guggenheim y se encuentran en ejecución las obras de urbanización de Abandoibarra, habiendo desaparecido las instalaciones portuarias.



3 Noviembre 2002. Se ha desmantelado la plataforma de contenedores de RENFE. Al otro lado del puente de Deusto se aprecia la cimentación del centro comercial Zubiarte



4 Junio 2004. En el ámbito de la parcela se han realizado rellenos. Al otro lado del puente de Deusto han finalizado las obras de construcción del centro comercial Zubiarte



5 Diciembre 2005. Se inician los trabajos de cimentación del edificio de Vallehermoso situado al sureste de la parcela



6 Agosto 2007. En el interior del solar se encuentran los depósitos de recirculación de lodos de la hidrofresa. Comienza a marcarse en planta la geometría del bajo rasante. En el Sur de la parcela se observan las cimentaciones del aparcamiento situado bajo la plaza Euskadi. También se puede apreciar la galería de servicios situada en la calle Ramón Rubial



7 Diciembre 2009. En esta imagen se observa la parcela y su entorno tres meses antes de la coronación de la estructura de la torre

Figura 1: Historial del área

- 5 plantas bajo rasante con 485 plazas de aparcamiento.
- 40 plantas sobre rasante (62.000 m<sup>2</sup> construidos de los cuales 40.000 m<sup>2</sup> son útiles dedicados a oficinas), distribuidas de la siguiente forma: Lobby en planta baja, Restaurante en planta primera, Planta de Instalaciones inferior, 34 Plantas de Oficinas, 3 Plantas de Instalaciones Superior y un helipuerto.

Distancia suelo-techo entre plantas consecutivas: 4 metros.

## 2. ARQUITECTURA

### 2.1 GEOMETRÍA DEL EDIFICIO

El edificio se define por tres troncos de cilindro elípticos inclinados. Dos de los cilindros configuran las fachadas Este y Oeste de forma simétrica respecto al plano medio de la estructura, y el tercero según una línea contenida en ese plano medio. Las intersecciones de los tres cilindros confluyen en un vértice virtual situado

a 1.000 metros de altura respecto del nivel de planta baja.

La sección de cada uno de los cilindros con los forjados es circular de radio constante en todas las plantas. En todos los forjados se mantiene

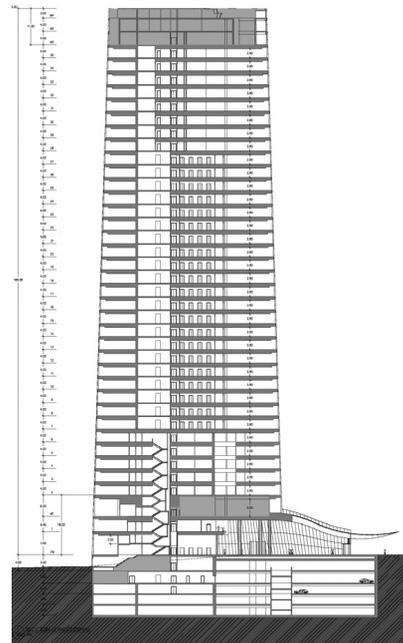


Figura 3: Alzado de la Torre Iberdrola. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

también constante la distancia entre el eje de los pilares hasta el borde de forjado aunque los pilares tengan tamaños decrecientes en altura; siendo esta distancia del eje pilar al borde del forjado 90 centímetros.

### 2.2 PRINCIPALES CONDICIONANTES DERIVADOS DEL ENTORNO

Al estar situado el edificio dentro de un ámbito urbano complejo existían importantes condicionantes para construir el bajo rasante del edificio:

1. El túnel que alberga el *Sifón de la Universidad*, propiedad del Consorcio de Aguas, de unos 5 metros de diámetro, atraviesa la parcela en dirección Norte-Sur, en su zona Oeste. La cimentación de la torre, en el punto más desfavorable en planta se encuentra situada a dos metros del hastial del túnel y a 6,50 m de la clave.
2. El solar se sitúa sobre terrenos de origen aluvial formados por limos y arcillas de consistencia muy blanda y gran compresibilidad.
3. La presencia persistente en el solar de un nivel piezométrico casi superficial, asociado a la carrera de marea.
4. Estructuras existentes o en desarrollo, en el entorno de la parcela: a) cimentaciones del puente de Deusto, al Oeste de la parcela; b) muros pantalla del aparcamiento de la Plaza Euskadi, al Sur de la parcela; c), columnas de grava en la zona Norte realizadas en la llamada Campa de los Ingleses para acelerar los asientos por consolidación de los limos, previo a la ejecución de la urbanización.

Todos ellos pueden apreciarse en la Figura 4.

### 2.3 VACIADO DE LA PARCELA

La obra se inició con el solar a la cota del sótano 2. La excavación y construcción de la parte enterrada

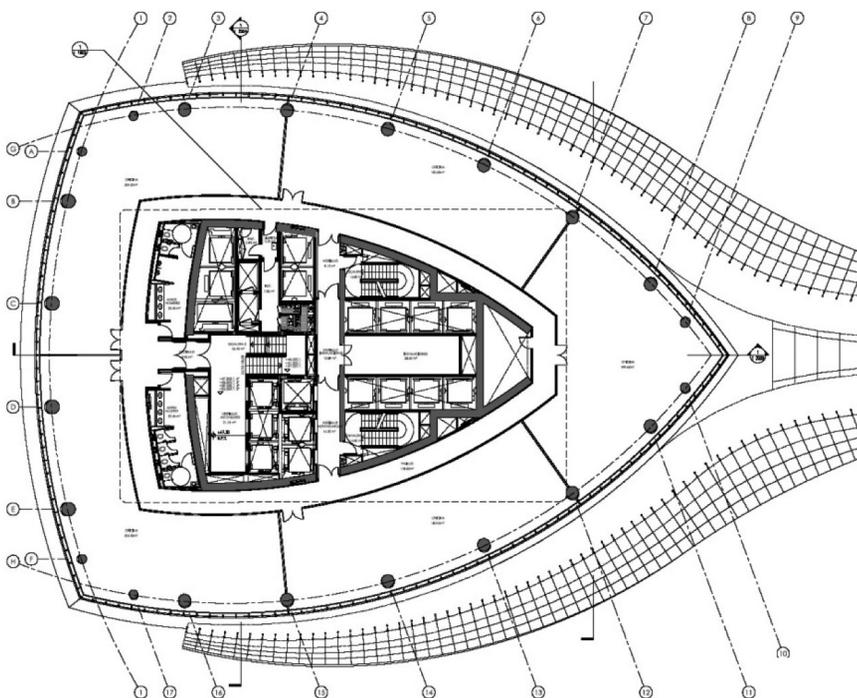


Figura 2: Planta tipo. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE



Figura 4: Principales condicionantes debidos al entorno urbano

del edificio, se diseñó con un recinto de pantallas de hormigón armado de un metro de espesor, realizadas “in situ”, excavadas con la ayuda de lodos bentoníticos. Debido a la dureza de la roca la utilización del trépano para conseguir el empotramiento del muro pantalla no permitía conseguir rendimientos adecuados que garantizasen alcanzar el plazo original.

En fase de proyecto se previó el uso de hidrofresa, exclusivamente en aquellos muros pantalla cuya planta era coincidente con la del sifón del Consorcio de Aguas, para minimizar la incidencia de la excavación sobre esta infraestructura. Sin embargo, durante la obra, su uso se extendió de forma generalizada al comprobarse la importante reducción de los tiempos necesarios para conseguir el empotramiento del pie.

El empotramiento de los módulos tiene lugar siempre en roca, entre uno y tres metros, según el tipo de módulo pantalla, sirviendo para:

- Reducir y controlar la entrada de agua al recinto en la excavación bajo el nivel freático.
- Contar con suficiente resistencia por punta frente a las cargas verticales transmitidas por las pantallas. Los seis pilares de la cara Norte de la torre transmiten

su carga, unos 170,000 kN, directamente a uno de los muros pantalla.

- Garantizar un empotramiento a flexión en roca suficiente.

Los módulos de los muros pantalla se soportaban provisionalmente de manera generalizada mediante el uso de anclajes activos provisionales, salvo casos puntuales donde se utilizaron apuntalamientos metálicos o tirantes

entre módulos pantalla. Los niveles de anclaje y apuntalamiento fueron diferentes en función de la situación y de los niveles de excavación previstos en el interior del recinto.

Los muros pantalla que configuran el recinto de la cimentación de la torre, 16,4 metros excavados, tenían cinco niveles de anclaje. En el resto de los casos, 7 metros de excavación, fue suficiente con prever dos niveles de anclaje, uno en coronación y otro a media altura, salvo en el MP6, que configura la medianera con el aparcamiento de la plaza Euskadi, que se resolvió sin apuntalamiento provisional.

Para la ejecución de los muros y del vaciado se procedió por niveles consecutivos en un proceso repetitivo, hasta llegar a los niveles requeridos: (1) Excavación y rebaje del nivel freático; (2) Perforación; (3) Tesado del anclaje correspondiente.

En situación definitiva, los empujes del suelo son transmitidos por los forjados, losas macizas de hormigón, eliminándose la totalidad de los apeos provisionales. Las pantallas que configuran el recinto de cimentación de la torre no tienen todas ellas la misma profundidad ni desarrollo, por tanto, en situación definitiva, una

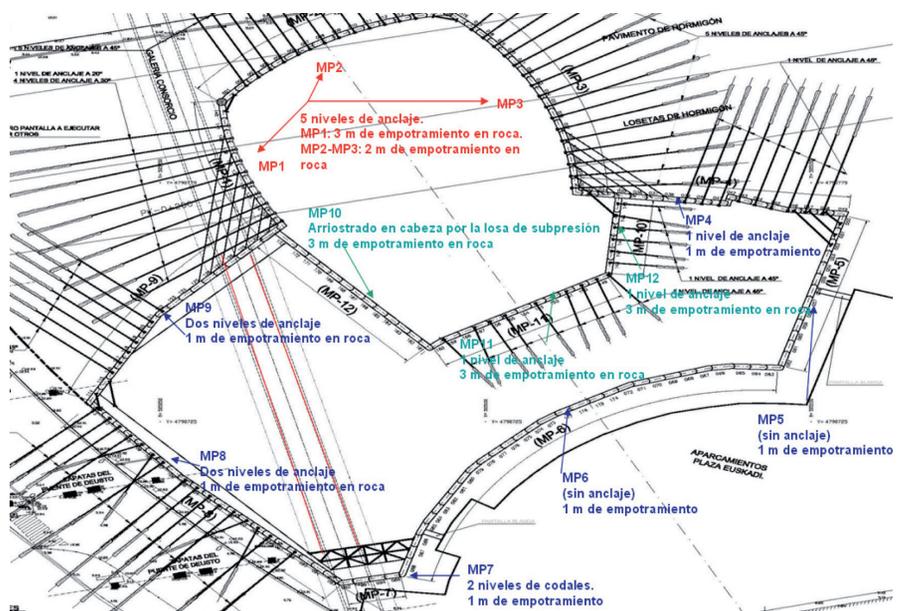


Figura 5: Muros pantalla. Sistema de contención provisional. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE



Figura 6. Muros pantalla. excavación hasta el nivel de apoyo de la cimentación de la torre. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE.

vez destesados los anclajes, ha sido preciso prever un mecanismo, formado por el muro del núcleo y unos muros perimetrales adosados a los muros pantalla, que soporte los posibles empujes descompensados de tierras (45 MN en dirección N-S y 12 MN en W-E).

## 2.4 CIMENTACIÓN

### 2.4.1 Cimentación de los edificios anexos a la torre

La cimentación de los edificios es profunda mediante el uso de pilotes. La tipología de pilote utilizada fue de extracción al amparo de lodos y camisa recuperable, empotrados en roca unos dos metros. La perforación de los pilotes se ejecutó desde la cota superior del solar, para evitar la rotura de la capa de limos por la presión del agua que circula por las gravas situadas entre el aluvial y el sustrato rocoso cuyo nivel está conectado con el de la Ría. Las perforaciones de los pilotes se hormigonaron desde el fondo hasta la cota del sótano 4, -1.75 NMMA, o del sótano 5, -4.95 NMMA, según las zonas. Desde estos niveles hasta la cota superior de la perforación, sótano 2, se rellenaron con grava para mantener la plataforma de trabajo en condiciones adecuadas de seguridad.

Los pilotes se unieron en cabeza mediante una losa de cimentación que funciona tanto como losa de subpresión como losa de fondo, correspondiente a los sótanos 4 y 5. Estas losas tienen espesores de entre 70 cm y 90 cm, llegando a alcanzar en una zona localizada, correspondiente

al puenteo de cargas asociado al sifón del Consorcio de Aguas, los 140 cm.

En cada uno de sus ámbitos las losas tienen canto constante, condicionado por la presión hidrostática a la que están sometidas, nivel piezométrico a la cota +3 NMMA, limitándose la apertura de fisura a 0,1 mm, con objeto de aumentar la estanqueidad. La unión de las losas a las pantallas perimetrales se realizó mediante barras corrugadas previstas dobladas en el armado de los módulos de muro pantalla. Una vez que el vaciado alcanzó la profundidad de las losas se picó el recubrimiento de los paneles para la extracción y desdoblado de las barras, realizándose de este modo la conexión de las losas a los muros pantalla. Esta tarea se facilitó disponiendo poliestireno expandido atado a las barras en la zona de espera.

Además de la subpresión, las losas soportan las cargas verticales procedentes de los pilares de los edificios de viviendas así como las tracciones originadas por el arriostramiento en cabeza que se ejercen sobre algunos muros pantalla.

### 2.4.2 Cimentación de la torre

Mientras que la cimentación del aparcamiento y de los edificios anexos



Figura 7: Cimentación de la torre. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

a la torre se realiza con pilotes la de la torre es directa. En ambos casos la carga se transmite sobre las margas situadas unos 16,4 metros por debajo de la cota inicial del solar y 14,6 metros por debajo del nivel piezométrico.

La superficie correspondiente a la cimentación de los elementos portantes de la torre es de 2,640 m<sup>2</sup>. En esa superficie se han definido distintos elementos estructurales que permiten la transmisión de los esfuerzos gravitacionales y de viento al sustrato rocoso, procedentes tanto del núcleo como de los pilares y los muros del edificio, transmitiendo una tensión media de 1,2 MPa y una tensión pico de 2,2 MPa.

La cimentación está constituida

Fx (N)	Fy (N)	Mz (N.m)	Mx (N.m)	My (N.m)
131.10 <sup>7</sup>	8,41. 10 <sup>6</sup>	9,13.10 <sup>7</sup>	8,54.10 <sup>8</sup>	1,31. 10 <sup>9</sup>

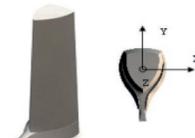


Tabla 1: Reacciones en Planta Baja, obtenidas del túnel de viento

por una losa de dos metros de espesor, condicionado por la subpresión. El canto de la losa aumenta hasta cuatro metros, en el arranque del muro del núcleo y de los pilares de la torre, para permitir una adecuada transmisión de cargas a la roca.

El elemento más significativo es la cimentación del muro del núcleo. Por el núcleo del edificio se transmiten al terreno unos 780 MN, debidos a las acciones gravitatorias (peso propio, carga muerta y sobrecargas de uso), además de la acción del viento:

El otro elemento importante que forma parte de la cimentación de la torre son las vigas de apoyo de los pilares perimetrales de la torre, apoyadas también directamente sobre el sustrato rocoso sano.

### 2.4.3 Cimentación del núcleo.

#### Zapata postesada.

Este elemento sirve de apoyo al muro del núcleo y transmite sus cargas hasta la roca, siendo su espesor variable, entre dos y cuatro metros.



Figura 8: Vista aérea de la cimentación de la torre. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

Esta geometría está condicionada porque se ha considerado que la carga procedente del núcleo se abre en el interior de la zapata por bielas a 45° hasta llegar a la roca, consideración que se repite en las zonas Norte y Sur del núcleo.

Debido a la configuración de la planta tipo del edificio el centro de gravedad de las cargas gravitatorias está desplazado unos 2,40 m hacia el Norte respecto al centro del núcleo, lo que provoca mayores reacciones en la roca bajo el tramo Norte del núcleo.

Además, la rigidez del sustrato de apoyo produce una importante concentración de tensiones inmediatamente debajo del muro, siendo pequeño el reparto de cargas al resto del sustrato rocoso. Para limitar los picos de tensiones bajo la zapata, buscando que la distribución de presiones en la cimentación sea lo más uniforme posible, se ha definido un pretensado situado bajo el núcleo cuyos objetivos son los siguientes:

1. Uniformización de las presiones bajo el sustrato rocoso, laminando los picos de presión. El objetivo era conseguir un comportamiento deformacional lo más uniforme posible.
2. Las fuerzas de desviación del pretensado reducirán los esfuerzos en las secciones más solicitadas de la cimentación, de modo que disminuye la apertura de fisura debida a la flexión.
3. Mantener comprimida la cimentación en una zona en la que la agresividad del agua es importante (IIIc+Qa). La compresión en el hormigón disminuye la posibilidad de entrada de agua a través de las microfisuras que éste pudiera tener, incrementándose la durabilidad. Dado que no se colocó ninguna lámina, o sistema análogo, que permitiese reducir el rozamiento entre la roca y la zapata, no se ha considerado deslizamiento relativo entre ellas. Por tanto, la compresión será, en principio, nula a nivel de apoyo e irá apareciendo conforme se ascienda en el espesor de la cimentación.
4. Aumento de la estanqueidad, asociado a la reducción de la apertura de fisura.

### 2.4.4 Cimentación de los pilares

Bajo los pilares perimetrales de la torre, zonas Este y Oeste, se ejecutaron sendas vigas que transmiten la carga procedente de los pilares a la roca. En este caso, se ha considerado también que la transmisión de la carga tiene

lugar por una apertura de la misma a 45° en el interior de las vigas, criterio que sirvió para establecer la anchura necesaria de este elemento estructural.

Los pilares situados en el límite Norte de la torre, coincidente con el perímetro de la parcela, transmiten su carga a un muro de 1,30 metros de espesor y 3,25 m de altura, correspondiente a la del sótano 2, que se apoya a su vez de forma simultánea tanto en el muro pantalla de un metro de anchura que cierra el vaciado por el Norte, como en un muro adosado al muro pantalla en su intradós. El reparto de cargas entre el muro desdoblado y el muro pantalla es tal que el 55% de la carga correspondiente a los pilares se transmite a la roca a través del muro pantalla y el 45% restante por el muro desdoblado.

## 2.5 ESQUEMA ESTRUCTURAL

Los principales retos en el planteamiento de la estructura fueron la resolución de:

- Transmisión de las cargas gravitatorias hasta cimentación.
- Sustentación de las acciones laterales.
- Cimentación.

El esquema estructural del edificio está formado por:

- Un núcleo central de dimensiones variables a lo largo de su altura.
- Un conjunto de soportes circulares en el contorno exterior junto a la fachada.
- Un conjunto de forjados de losa maciza de hormigón armado, con una distancia típica entre ellos de 4,0 m.

Las cargas gravitatorias del edificio son resistentes tanto por el núcleo como por los pilares. No disponiéndose plantas de rigidización en el edificio, dado que, por un lado, la ubicación de plantas técnicas no se encuentra a un nivel óptimo desde el punto de vista estructural para poder alojar en ellas los elementos de rigidización como, por otra parte, desde el punto de vista

arquitectónico; se pretendió reducir al máximo las dimensiones de los pilares y cualquier solución de rigidez en altura solicita en mayor medida los pilares de fachada, originando un incremento de su sección. Por lo tanto, la estabilidad y rigidez frente a solicitaciones horizontales depende del núcleo central. Aunque en el dimensionamiento del núcleo se prescindió de la colaboración de los pilares de fachada para soportar el viento, durante el desarrollo de los cálculos se comprobó que el conjunto forjado-pilares de fachada es capaz de captar del orden del 7÷10% de las solicitaciones.

## 2.5.1 Núcleo

El muro del núcleo es de hormigón armado y sus dimensiones proporcionan las condiciones de rigidez y resistencia necesarias. Su sección es sensiblemente trapezoidal, siendo los muros exteriores curvos y concéntricos con las fachadas. En el interior del núcleo del edificio, 370 m<sup>2</sup> aproximadamente, se encuentran las baterías de ascensores, zonas de servicios y patinillos de instalaciones, lo que condiciona que, en su disposición típica, existan al menos tres huecos de gran tamaño en cada planta, además de los huecos de conexión para conductos e instalaciones de cada planta.

Los forjados de hormigón transmiten al núcleo su carga a través de la una unión rígida. Mientras que el forjado del interior del núcleo, a base de chapa colaborante, transmite las cargas desde las vigas y pórticos

metálicos por medio de chapas metálicas embebidas en el muro.

El máximo desplome relativo de la estructura es  $H/756$ . Desde el punto de vista del confort, los valores límite en aceleración media cuadrática para un periodo de retorno de 5 años son 5.5 mili g para 0.18 Hz y 4.5 mili g para 0.22 Hz, frecuencias propias según los ejes principales de inercia. Siendo los valores pico, para un periodo de 10 años, de 18.9 mili g y de 15.4 mili g.

Dada la configuración de pasillos centrales N-S y E-W, los huecos originados tanto por la distribución de las plantas como por las instalaciones son de una importancia crítica debido a que se repiten en la misma posición en casi todas las plantas. Para reducir la pérdida de rigidez torsional derivada de los huecos, pasando el núcleo de una sección tubular a cuatro lajas independientes, se han previsto unos dinteles situados sobre los huecos de mayor tamaño. A partir de cierto nivel de planta las distorsiones que aparecen en dichos dinteles alcanzan valores no admisibles para elementos de hormigón, habiéndose embebido perfiles de acero con suficiente rigidez para limitar la deformación horizontal del núcleo y garantizar los límites de confort, además de soportar la propia distorsión del perfil sin provocar daños en los forjados.

En el interior del núcleo existe un elemento de hormigón que permite la separación del pasillo W-E y las escaleras de evacuación del edificio, cumpliendo con ello una función de compartimentación frente a fuego,

además, de permitir el apoyo tanto de los forjados del interior del núcleo como de las escaleras de evacuación. Aunque se le ha denominado “muro interior del núcleo” estructuralmente se trata de una viga formada por tramos independientes entre si de 3 plantas de altura (12 metros). Los motivos para adoptar esta configuración fueron:

- Debido a la importante altura que alcanzaría como muro apoyado en su base la tensión media de este elemento en cimentación sería del orden de 25 MPa, lo que resulta una compresión excesiva del hormigón.
- Para evitar las deformaciones diferenciales por fluencia entre el muro del núcleo y este muro interior debidas al diferente valor de la tensión media de compresión en ambos elementos.

Su alzado es sensiblemente uniforme en toda la altura del edificio lo que ha permitido configurar una viga de doce metros de altura (típica), 3 alturas. Desde planta baja hasta coronación, el muro del interior del núcleo está formado por una sucesión de vigas de gran canto empotradas rígidamente en las paredes del núcleo. En el bajo rasante este elemento es un muro de gravedad de 0,30 m de espesor desde planta baja a sótano 5, y está separado del núcleo, para evitar los rasantes debidos a los movimientos diferenciales entre los dos elementos estructurales.

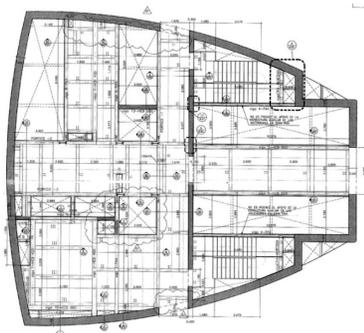


Figura 9: Núcleo. Planta muro núcleo-muro interior. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

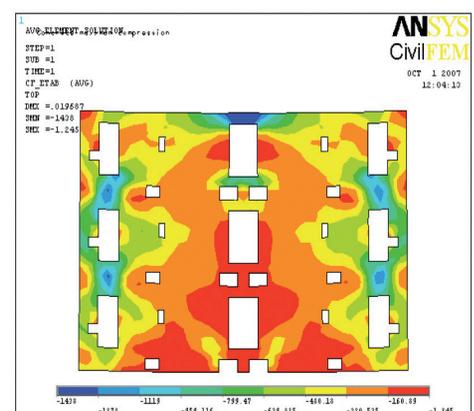


Figura 10: Muro interior núcleo. Tensiones en el esquema de bielas y tirantes que se genera en la viga tipo de 12 m de altura bajo carga gravitatoria. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

## 2.5.2 Pilares

En el contorno exterior del edificio y próximos a la fachada, se distribuyen un conjunto de pilares circulares de dimensiones variables a lo largo de la altura (6 en la fachada Norte y 8 en cada una de las fachadas Este y Oeste). Los pilares se mantienen paralelos a la fachada siendo sus ejes paralelos entre sí y a la directriz de los cilindros de los que proceden. En los niveles inferiores, desde cimentación hasta la planta 18, los pilares son mixtos, al objeto de mantener las dimensiones definidas en el diseño arquitectónico, limitándose la resistencia de los hormigones a 45 MPa, a partir de la planta 18 son pilares de hormigón armado. Los pilares se han diseñado considerando que el perfil metálico soporta exclusivamente axil y la sección de hormigón el resto del axil y la totalidad del momento. Para evitar que el perfil metálico transmita flexión las conexiones entre los tramos metálicos se han sin continuidad de momentos.



Figura 11: Pilares mixtos. Conexión a axil entre tramos consecutivos. Imagen propiedad de Torre Iberdrola AIE

El desplome de las fachadas da lugar a que a nivel de planta 17 se eliminen los seis pilares de esquina, que convergen gradualmente entre la planta baja y la citada planta 17. Así mismo, en las plantas superiores del edificio existen dos pilares verticales cuyo objeto es reducir la luz de las losas en el pico Sur y que, debido



Figura 12: Maqueta de la actuación. Imagen Propiedad de Torre Iberdrola AIE

a su situación en planta, si llegasen hasta planta baja se situarían en la zona central del lobby, motivo por el que se eliminan en la planta 7. La carga de estos pilares se transfiere al núcleo mediante unos voladizos de seis plantas de altura, consiguiendo de este modo la máxima amplitud del lobby de planta baja.

## 2.5.3 Forjados

Los forjados son losas macizas de hormigón armado cuyos espesores varían entre 25 y 45 cm, en función de la luz y del nivel de cargas en cada caso. Las luces máximas de forjado son del orden de 11,75 m en planta P01. Dado que seis pilares de fachada se eliminan en la P17, se ha postesado parcialmente el pico Sur de las losas desde la P17 hasta la P25 con objeto de mantener las flechas relativas entre forjados dentro de los valores admisibles por el muro cortina ( $\pm 18$  mm).

## 3. CONCLUSIONES

Los principales retos técnicos que se han enfrentado durante el proceso de concepción y construcción de la cimentación del edificio han sido la presencia de un nivel de agua constante prácticamente superficial,

la baja capacidad portante y gran deformabilidad de los limos y arcillas presentes en el área de actuación así como los numerosos condicionantes derivados de las construcciones de diversa naturaleza existentes en el entorno (túnel, puente, cajones, columnas de grava, aparcamientos, etc...). En el caso de la estructura, el principal desafío ha sido buscar las soluciones constructivas más adecuadas para el edificio, buscando el equilibrio entre la idoneidad técnica, la facilidad constructiva, el plazo de ejecución, la consecución de los requisitos formales, la integración de las instalaciones y el coste.

Como consecuencia del camino recorrido durante la construcción de este edificio emblemático para la ciudad hemos profundizado en el conocimiento del terreno, en la capacidad resistente de los materiales, en los sistemas constructivos y demás aspectos propios de nuestro campo de trabajo pero, la elevada interacción con otras disciplinas, tanto arquitectura como instalaciones, nos ha conducido a adoptar una visión global de la construcción en la que la frontera entre las distintas especialidades se convierte en difusa.