

El mal funcionamiento de estos apoyos ha supuesto un arrastre de la pila en cabeza, lo que ha producido una fisuración en la base de las mismas. Tras la sustitución de los apoyos se decidió que era recomendable el reforzamiento de las pilas y se procedió a la redacción del proyecto y a la realización de la obra.

Torre Mohamed VI en Rabat (Marruecos). Cimentación singular mediante pantallas de gran profundidad

- **Alejandro Bernabeu Larena**
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Bernabeu Ingenieros.
abl@bernabeu.net
- **Javier Gómez Mateo**
Arquitecto, Máster en Estructuras. Bernabeu Ingenieros.
jgm@bernabeu.net
- **Isabel Sáez Alonso**
Arquitecta, Máster en Estructuras. Bernabeu Ingenieros.
isa@bernabeu.net
- **Ángel Arcones Torrejón**
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Ingeniería del Suelo S.A.
aat@ingesuelo.com

PALABRAS CLAVE:

Edificio de gran altura, licuefacción, ensayos de Osterberg, cimentación profunda y superficial, capacidad portante baja, sismo y viento.

RESUMEN

La Torre Mohamed VI en Rabat está proyectada por el arquitecto Rafael de La-Hoz, y el arquitecto local Hakim Benjeloun. Tiene uso mixto residencial, oficinas y hotelero, alcanzando una altura máxima de 250 m. El proyecto se encuentra en ejecución estableciendo un caso de cimentación singular debido a los condicionantes de la tipología estructural (edificio de gran altura) combinados con la ubicación (zona sísmica) y las características del suelo (muy baja capacidad portante).

La edificación se divide en dos bloques principales, una torre de 250 m con planta en forma de huso variable en altura y núcleo excéntrico, y un zócalo de 200x120 m, ambos sobre un único nivel de sótano enterrado común.

La estratigrafía del suelo requiere el planteamiento de cimentaciones profundas para ambos bloques debiendo considerar desde un primer momento las diferencias de cargas entre ambos. Hasta una profundidad de unos 60m se alternan estratos arenosos de baja capacidad portante debiendo tener en cuenta además el riesgo de licuefacción de los primeros 25m de estratos al tener suelos arenosos saturados bajo los efectos dinámicos de origen sísmico.

Se plantea por lo tanto una cimentación mediante unos 100 módulos de pantalla (*barrettes*) de 120x270 cm y unos 60 m de profundidad media, en el caso de la torre, y mediante grupos de pilotes circulares de 60 cm de diámetro y 25 m de profundidad en el caso del zócalo. Además de la campaña geotécnica se han realizado ensayos de los módulos de pantalla mediante célula de carga de Osterberg, a fin de confirmar la capacidad portante del terreno. Por otra parte, se considera una solución de

mejora del terreno mediante columnas de grava que controlen el riesgo de licuefacción de los estratos indicados. Los módulos de pantalla y los pilotes se unifican por una losa común de canto variable, de 400 cm en el caso de la zona de la torre y en el entorno de los 40cm sobre encepados en el caso del zócalo.



Figura 1. Vista general de la Torre.

Se presenta por otra parte los condicionantes de ejecución y control en obra que han surgido en el proceso de construcción dada la fase avanzada de ejecución de la cimentación.



Figura 2. Ejecución de las pantallas del bloque de la torre.

Integración BIM de los procesos desarrollados por CEMOSA para la caracterización geotécnica y el control de calidad en la construcción

- **Miguel Troyano Moreno**
Ingeniero Industrial. Universidad de Málaga. Profesor de Escuela Universitaria
mtroyano@uma.es
- **Noemi Jiménez Redondo**
Dr. Ingeniera Industrial. CEMOSA. Directora de I+D+i.
noemi.jimenez@cemosa.es
- **Gloria Calleja Rodríguez**
Dr. Ingeniera Industrial. CEMOSA. Departamento de I+D+i.
gloria.calleja@cemosa.es
- **Eusebio Hernández Villalobos**
Ingeniero Técnico en Informática de Sistema. CEMOSA. Responsable de Desarrollo.
eusebio.hernandez@cemosa.es

- **Lorenzo Sevilla Hurtado**
Dr. Ingeniero Industrial. Universidad de Málaga. Profesor de Universidad.
lsevilla@uma.es

PALABRAS CLAVE:

BIM, IFC, Control de Calidad, Control de Proyecto, Geotecnia.

RESUMEN

La metodología BIM implica una nueva forma de trabajo, integrado y colaborativo, que intenta abarcar todas las etapas del ciclo de vida de una construcción y a todos los intervinientes en dicho proceso, que intercambian información para obtener un modelo digital de la construcción que va adquiriendo mayor nivel de definición a lo largo de su ciclo de vida, de tal forma que, en fase de proyecto, el modelo (proyectado) represente de forma virtual la construcción a ejecutar. Durante la fase de construcción se actualiza e incluye nueva información para que el modelo (ejecutado) represente de forma virtual la construcción realmente ejecutada y sirva de partida para la gestión de esta construcción durante su período de uso.

En objeto de esta comunicación es la de describir los trabajos de I+D+i realizados en CEMOSA para integrar dentro de un flujo de trabajo BIM los procesos para la caracterización geotécnica del emplazamiento de la construcción y el control de calidad (proyecto, ejecución y materiales) que realiza CEMOSA en su actuación como ECC y LCC.

La inclusión de la caracterización geotécnica en los modelos BIM permitirá una mejor coordinación entre los proyectistas y los especialistas de geotecnia, lo que conducirá a la reducción del riesgo de cometer errores en la consideración de los parámetros geotécnicos, la obtención de diseños de cimentaciones más optimizadas, además de disponer de toda la información relativa al comportamiento geotécnico en el modelo BIM.

La inclusión del proceso de control de calidad de la obra en la metodología BIM permitirá, además de una mayor fiabilidad de

la información del modelo BIM (tanto el proyectado como el ejecutado), una mejor trazabilidad de los controles realizados y, por consiguiente, una mayor garantía en la depuración de responsabilidades en futuras patologías que pueda presentar la construcción.



Figura 1. Esquema de procesos para la generación de los modelos BIM de CC y CG.

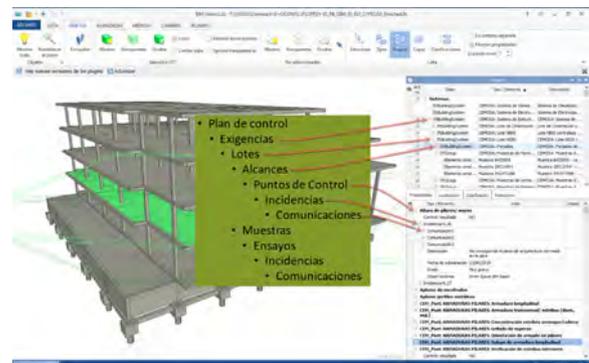


Figura 2. Modelos BIM de CC de una estructura de hormigón.