

Construcción de un sótano y recalce de cimentación mediante micropilotes de inyección dinámica en edificio de viviendas de Madrid

*Julio César Ortigosa, Director de Departamento de Producción de Ingeosolum S.L. ;
Ignacio Zuloaga Fábrega, Director Ingeosolum S.L.*

El edificio de viviendas intervenido fue construido en 1963 y cuenta con 5 plantas sobre rasante. El edificio manifestaba patologías relacionadas con la existencia de asientos diferenciales en su cimentación. Los episodios patológicos, dieron lugar a la aparición de fisuras en los muros de cerramientos, mayoritariamente con orientación vertical y diagonal, indicando movimientos diferenciales entre los diferentes pilares que sustentan la estructura.

Se ha observado, en viviendas similares del barrio, un desarrollo de cuadros patológicos muy semejantes. Por este motivo, se ha llevado a cabo una campaña geotécnica y geofísica destinada a disponer de información detallada del subsuelo y sus características más importantes, con objeto de determinar el origen de los movimientos.

Por otro lado, hay que destacar la tipología de la cimentación del edificio en estudio es atípica y, cuyos condicionantes no han sido desvelados aún. La estructura del edificio se prolonga hasta una profundidad de unos 3,00 m, como si de una planta de sótano se tratase. Finalmente, se sitúa un grupo de zapatas aisladas sin arriostamiento alguno apoyadas sobre el terreno y, cuya cimentación es centrada incluso

en las áreas del perímetro, sobresaliendo así una de las alas de cada zapata de los pilares exteriores por fuera del perímetro de la fachada.

El objetivo principal de este artículo, es presentar los trabajos ejecutados para la realización del recalce de la cimentación existente del edificio con micropilotes de inyección dinámica. Adicionalmente, se diseñó y construyó un sótano bajo el edificio, con las adaptaciones estructurales necesarias, aprovechando la excavación que había que hacer.

La secuencia de actividades necesarias para la realización de los diferentes trabajos propuestos es la siguiente:

1. Fase de Estudios y Diseño

- Investigación Geotécnica
- Investigación Geofísica-Geoeléctrica.

2. Fase de Ejecución:

- Excavación controlada de la zona interior del edificio.
- Muro de sótano ejecutado in situ.
- Recalce de cimentación utilizando la técnica de inyección dinámica.

- Refuerzo de vigas y pilares.
- Instalación de redes de drenaje.
- Solera de Hormigón fratasada.

3. Fase de Control y Seguimiento

- Auscultación.

A continuación les detallamos las distintas fases de trabajo que se han realizado en la obra.

Fase de Estudios y Diseño

Esta etapa está compuesta por la realización de un estudio geotécnico y la realización de líneas geoelectricas tal como se presenta a continuación:

■ Información Geotécnica

Se detectan dos niveles en el estudio del terreno:

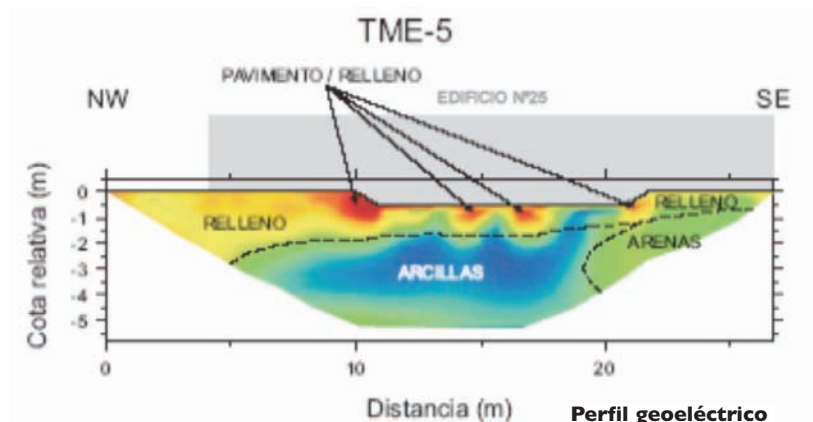
Uno con rellenos constituidos por materiales de tipo areno-arcilloso en tonos marrones que se extienden desde la superficie del terreno hasta una profundidad de $\pm 0,60$ m. y son considerados de nula capacidad portante. Y el segundo compuesto de arcillas margosas marrones y verdosas con algo de arenas que se localizan, bajo el nivel anterior, hasta, al menos, una profundidad de 10,00 m desde la superficie del terreno. El grado de consistencia es menor en la zona del edificio junto a la fachada posterior del mismo, coincidiendo con el lugar donde aparecen más daños estructurales.

■ Información Geofísica

En los análisis geofísicos se detectaron una capa de relleno comprendida entre la cota 0,00 del perfil hasta la 10,00 del mismo con una profundidad desde la superficie hasta 2,00 metros. Esto puede conllevar si no está bien ejecutada la compactación del mismo, a diversos problemas derivados de asentamientos diferenciales.

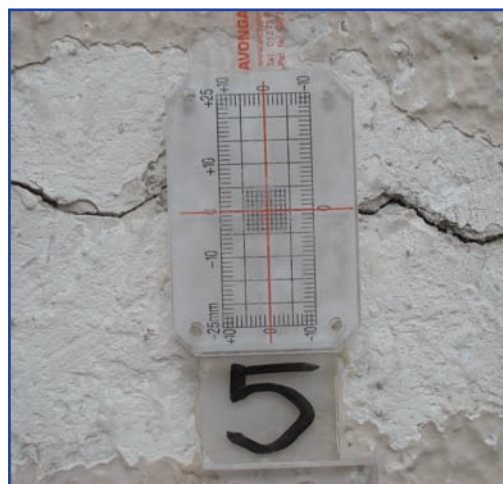
Fase de Ejecución.

Previamente a la ejecución de la obra, y considerando que se trata de una estructura antigua, cuyo proyecto original y las condiciones de su construcción nos son desconocidas, se realizará una campaña ligera de auscultación preventiva, orientada a detectar, durante y después de la ejecución de la obra, posibles episodios patológicos ligados a movimientos activos en el edificio.



Perfil geoelectrico del subsuelo del edificio.

En este sentido, se instalarán, previamente al inicio de los trabajos, una serie de dispositivos de medición tipo "Crack Monitor" destinados a detectar posibles movimientos en proceso de desarrollo o que puedan activarse durante la ejecución de los trabajos. Los dispositivos fueron examinados periódicamente por personal cualificado de Ingeosolum, s.l.



"Crack Monitor" instalado en el edificio

A continuación se detallan las distintas fases de ejecución:

- *Excavación controlada de la zona interior del edificio.*

En los trabajos de movimiento de tierras que comienzan en Febrero de 2009, nos encontramos con el inconveniente de que la altura entre la zona superior de las zapatas y la cara inferior del forjado de planta baja del edificio es inferior a 1,80 metros de altura. Debido a este inconveniente es necesario que los trabajos de vaciado del terreno se realicen de modo manual y con la ayuda de una mini excavadora.



Excavación de sótano por medios mecánicos.

- *Muro de sótano realizado mediante hormigón proyectado de alta resistencia (350-400 kg/cm²)*

Para realizar los distintos tajos con fluidez es necesario organizar distintos equipos de trabajo, de modo que avanza los trabajos de vaciado comienza la ejecución del muro de sótano realizado mediante hormigón proyectado para la sujeción de los terrenos colindantes y las cargas verticales del propio edificio.

Para la ejecución de este muro, y debido a que la cara Norte del edificio comparte las zapatas de cimentación con el edificio colindante, se deciden ejecutar dos nuevas zapatas de igual dimensión y con sus respectivos micropilotes de inyección dinámica, para que sean éstas a las que se les transmitan las cargas del muro. Así no se verá afectada la cimentación del edificio vecino.

- *Recalce de cimentación mediante micropilotes de inyección dinámica.*

Una vez en el interior del edificio y con la seguridad de la contención de los terrenos colindantes comienza la perforación mecánica de las zapatas de cimentación del edificio mediante corona de diamante.

Una vez realizada la perforación de la zapata de cimentación se realiza la ejecución de los



Ejecución de muro de hormigón proyectado



Perforación con diamante de zapata de cimentación

micropilotes mediante inyección dinámica. Ésta tiene una dificultad añadida para su posible ejecución ya que la altura existente entre la cara superior de las zapatas y la parte inferior del forjado de planta baja está limitada a 1,80 metros con lo que la maquinaria a utilizar de estar totalmente capacitada para perforar en esas reducidas dimensiones.

Para ejecutar los micropilotes mediante inyección dinámica es necesario adaptar una de las perforadoras neumáticas de Ingeosolum S.L. a estas condiciones específicas.

- *Refuerzo de vigas y pilares.*

Debido que en la zona central del edificio tanto los pilares como la viga de cuelgue, ambos de hormigón armado, tienen diversas patologías en forma de fisuras, Ingeosolum S.L. decide comunicar a la Dirección Facultativa de la obra la posible solución de estas patologías.

Para la solución de las fisuras en los pilares y la viga se decide adosarle tanto a la viga como a los pilares un armado de acero perimetral y realizarle una proyección de hormigón para su final ejecución



Micropilote mediante inyección dinámica



Máquina adaptada para le ejecución de los micros.

■ **Instalación de redes de drenaje.**

El saneamiento del edificio queda en una situación comprometida una vez realizada la excavación bajo el edificio, debido a la diferencia de cotas entre el saneamiento y la nueva cota del sótano. Para solucionar alguna posible pérdida de agua en el sótano se decide instalar una red de drenaje y recogida de agua que se comunica con una arqueta de PVC en la que se instala una bomba para reconducir el agua hasta el saneamiento antiguo.

■ **Solera de Hormigón.**

Una de las razones para la ejecución de la solera de hormigón en el sótano, es estructural,



Refuerzo de viga y pilares del sótano.

primero para la transmisión y el reparto de las cargas de las zapatas a toda el área de edificación y segundo para el apoyo del muro de hormigón proyectado en el perímetro del edificio.

Gracias a la perfecta ejecución de la solera se deja en la comunidad un solado terminado para la posterior ejecución de unos trasteros en el interior del sótano.



Vista de sótano terminado

Referencias

- Rodríguez J. M^a. "Propiedades geotécnicas de los suelos de Madrid".
- ISCHEBECKTITAN, "Catálogo y recomendaciones".
- "Jornadas Técnicas SEMSIG-AETESS; 3^a Sesión: Micropilotes", Madrid, 2003
- Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, (2006). Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera.
- Serrano F. (2005). Patología de la edificación, el lenguaje de las grietas.
- Calavera J. (2001). Muros de contención y muros de sótano.
- "Connection Capacity between Micropiles and Concrete Footings: Interpretation of Test Results and Design Recommendations", de los autores: Jesús Gómez, Allen W. Cadden, Robert P. Traylor, Donald A. Bruce