

# OBRA PILOTES FUNDACIÓN CON PILOTES DE GRAN DIÁMETRO

Chancadores N°2 y N°3 – Gran Minería

## Datos de la Obra

### Datos de Ejecución:

Pilotes de Servicio

\* Chancador N° 2:

21 Pilotes  $\Phi$ 1500; L=30m

\* Chancador N° 3:

13 Pilotes  $\Phi$ 1500; L=30m

### Pruebas de Carga:

2 Pruebas de carga mediante celdas de Osterberg de 13MN de capacidad, ejecutadas sobre pilotes construidos especialmente para ellas de idénticas características que los pilotes del proyecto.

A cada pilote de prueba se le ejecutaron pruebas de integridad Cross-Hole para la verificación del proceso de hormigonado.

### Datos del Diseño:

Para el diseño se realizaron análisis de elementos finitos 3D de las fundaciones mediante PLAXIS 3D, Plaxis 2D y Lusas, simulando los resultados de las pruebas de carga y modelando todas las etapas constructivas y 19 combinaciones de carga.



OBRA PILOTES PROYECTO: FUNDACIÓN DE PILOTES DE GRAN DIÁMETRO Chancadores N°2 y N°3 – Gran Minería.

## Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la reinstalación y reubicación de los equipos existentes de las plantas de chancado primario y los sistemas de transporte de mineral.

**PILOTES TERRATEST** fue contratado para el diseño y la ejecución del sistema de fundación de los chancadores primarios, instalándose un total de 36 pilotes de 1500 mm de diámetro y 30 metros de largo, incluyendo los dos pilotes de prueba.

Por requerimientos del diseño los chancadores fueron fundados sobre una platea-cabecal de hormigón armado de 2 y 3 metros de altura, apoyada en pilotes.

El contexto geotécnico del proyecto es único en su tipo debido a que el suelo de fundación corresponde a un relleno de botadero de mina de más de 70 metros de espesor, por lo que la fundación fue diseñada como tipo “flotante”.

Uno de los condicionantes principales del proyecto fue la restricción a los asentamientos diferenciales de la fundación, debido a que se establecieron límites al giro máximo permitido para la estructura de cada chancador.

Otro condicionante especial, fue la secuencia constructiva que consideró la ejecución de un muro TEM contiguo a las fundaciones e instalado con posterioridad a la ejecución de los pilotes de fundación y al hormigonado de la platea o losa de cabecal. Esto obligó a modelar la influencia del muro TEM sobre los pilotes, calculando las deformaciones horizontales y verticales impuestas durante el relleno del muro.

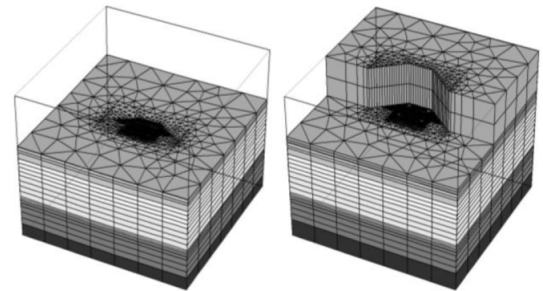


Fig. 2: Análisis en PLAXIS 3D de la ejecución del muro TEM contiguo a las fundaciones de los chancadores.

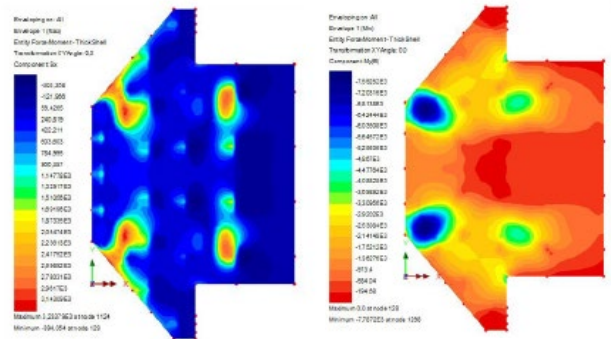


Fig. 3: Modelo tridimensional mediante LUSAS

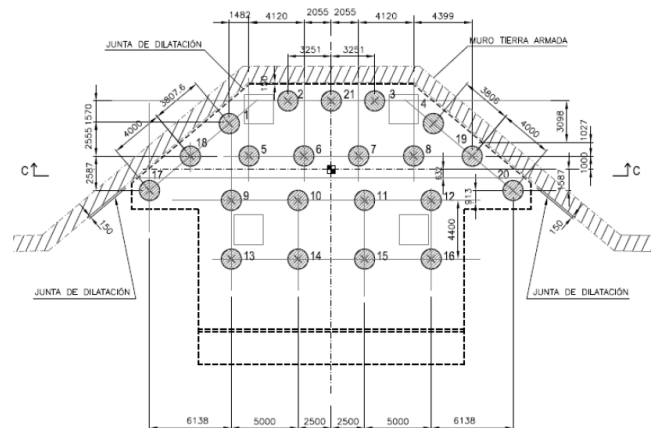


Fig. 4: Planta de fundación de Chancador N° 3

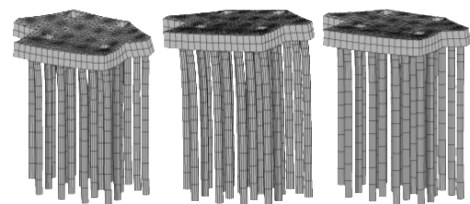


Fig. 1: PLAXIS 3D para diferentes combinaciones de carga

OBRA PILOTES PROYECTO: FUNDACIÓN DE PILOTES DE GRAN DIÁMETRO Chancadores N°2 y N°3 – Gran Minería.

## Ensayos de Carga e Integridad en Pilotes

Como parte del proyecto, Pilotes Terratest, ejecutó ensayos de carga e integridad en pilotes, aplicando dos tecnologías: la celda de carga de Osterberg (O-Cell) y el Crosshole Sonic Logging (CSL).

### Ensayo de Carga mediante la Celda de Osterberg (O-Cell)

La Ocell es un dispositivo de gatos o celdas hidráulicas de sacrificio bidireccionales, calibradas, que se instalan en el interior del pilote de fundación. El ensayo consiste en aplicar incrementos de presión a la celda, la cual genera la fuerza bidireccional y la expansión de la celda. Las mediciones obtenidas son: presión, de la cual se puede obtener la carga, movimientos ascendentes y descendentes, la expansión de la O-Cell y desplazamiento en los distintos niveles de strain gages.

La gran ventaja de la celda de Osterberg es poder separar automáticamente el comportamiento del fuste y de la punta del pilote (ver figura 7).

Este ensayo se realiza en conformidad con el Quick Load Test Method para pilotes individuales de la norma “ASTM D1143 Standart Load Test Method for Piles Undes Static Axial Load”

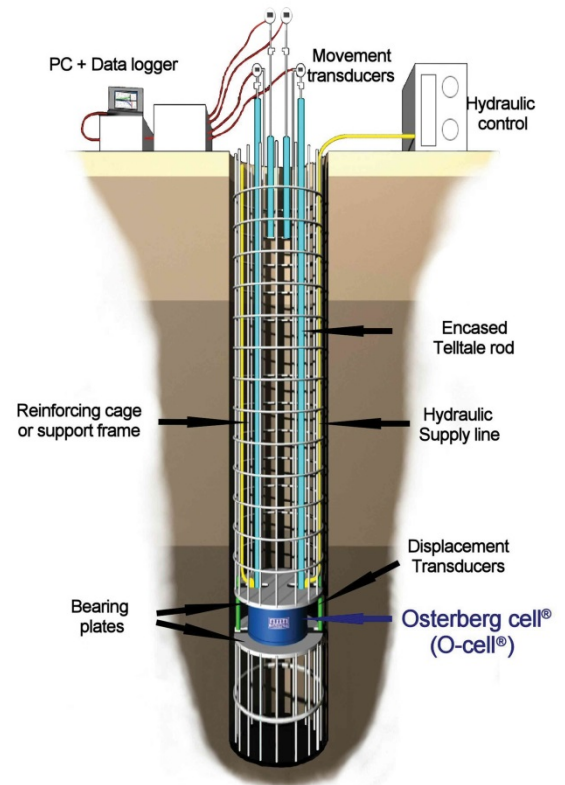


Fig. 5: Esquema de Ensayo mediante la O-Cell



Fig. 6: Celda instalada

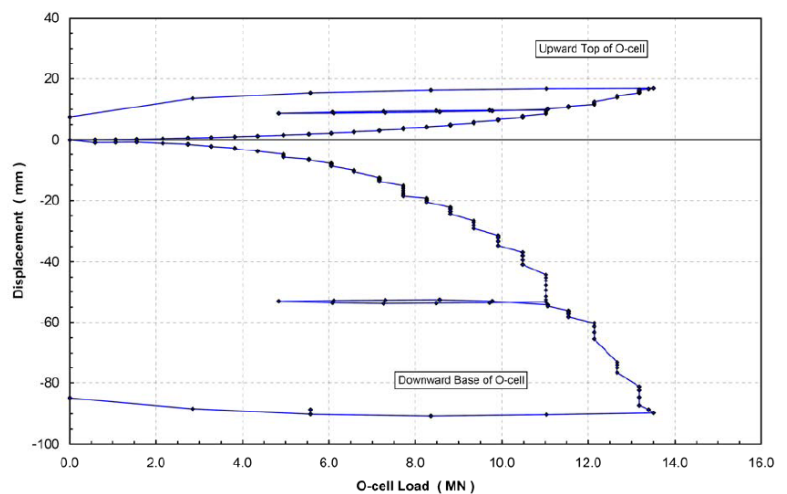


Fig. 7: Gráfico Carga – Desplazamiento de la O-Cell

OBRA PILOTES PROYECTO: FUNDACIÓN DE PILOTES DE GRAN DIÁMETRO Chancadores N°2 y N°3 – Gran Minería.

## Ensayo de Integridad Sónica CSL

El Ensayo de Integridad Sónica (CSL) está considerado como la técnica más precisa para medir la integridad y homogeneidad en fundaciones profundas. Normalmente este método se utiliza como control de calidad en proyectos de pilotajes y muros pantallas. No presenta limitaciones por la forma del elemento que se ensaya, frente a los ensayos de Impedancia Mecánica o ECO.

Este método se basa en registrar el tiempo que tarda una onda ultrasónica en propagarse desde un emisor a un receptor que se desplazan simultáneamente por dos tubos paralelos sujetos a la armadura del pilote. Si la distancia entre el emisor y el receptor es conocida, entonces el tiempo de propagación de la onda es función de las propiedades del material.

Esto demuestra que variaciones en la velocidad de propagación indicarán variaciones en las propiedades del material. En un hormigón homogéneo la velocidad de propagación de la onda varía entre 3600 y 4400 m/s dependiendo de la calidad del hormigón.

La gran ventaja del CSL es poder detectar un defecto junto con su profundidad, ubicación y longitud de este.

Según las especificaciones técnicas del proyecto se requería la ejecución de ensayos de integridad sónica al 10% del total de los pilotes.



Fig. 9: Tubería instalada en la armadura

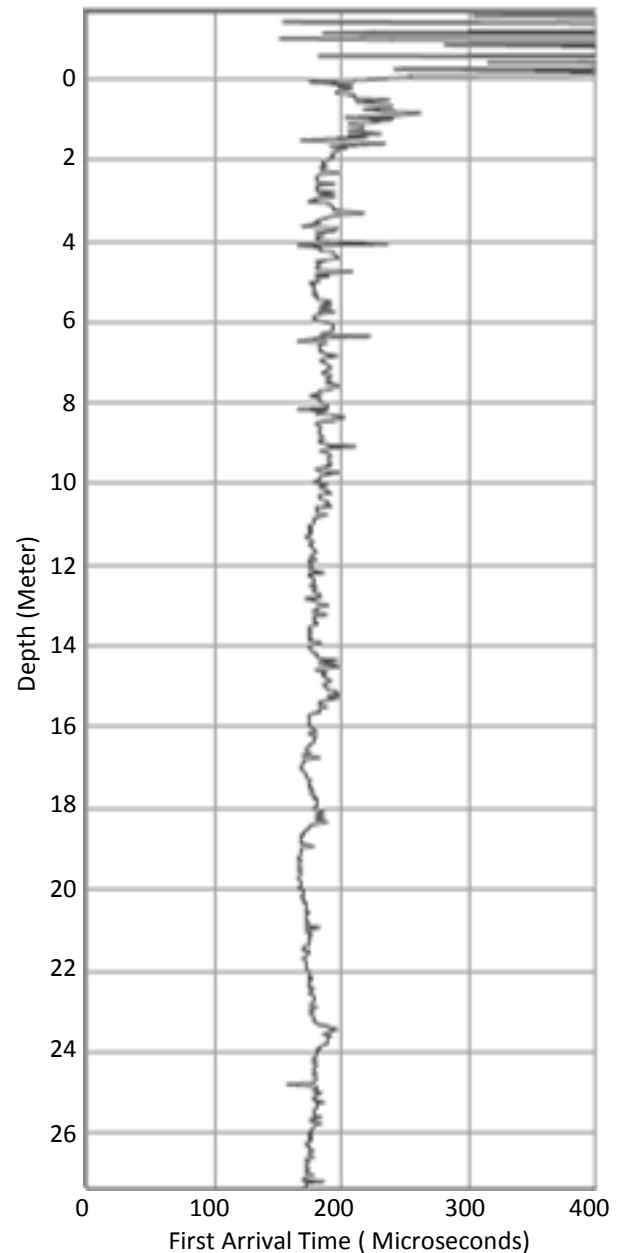


Fig. 8: Curva típica de hormigón continuo y homogéneo obtenida en Ensayo CSL

Este ensayo se basa en la norma ASTM - D6760 "Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundation by Ultrasonic Crosshole Testing"