

OBRAS MIXTAS

PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Descripción



Foto 1 - Vista general de la obra.

Para la ampliación de la planta Coker RPC de la **Refinería de Petróleo de Concón**, específicamente la construcción del **Reactor Coker Drum** y la estructura del Horno de Coker de aproximadamente 60m de altura se han proyectado como única solución de fundación Pilotes pre-excavados de aprox. 48m de profundidad.

La solución propuesta se debió principalmente que el tipo de suelo presente hasta los 35m de profundidad es de muy baja consistencia; fino arcillo-pedregoso, entre 35m hasta 42m de profundidad, de mediana-alta consistencia y entre 42m a 46 m de profundidad de muy alta consistencia.

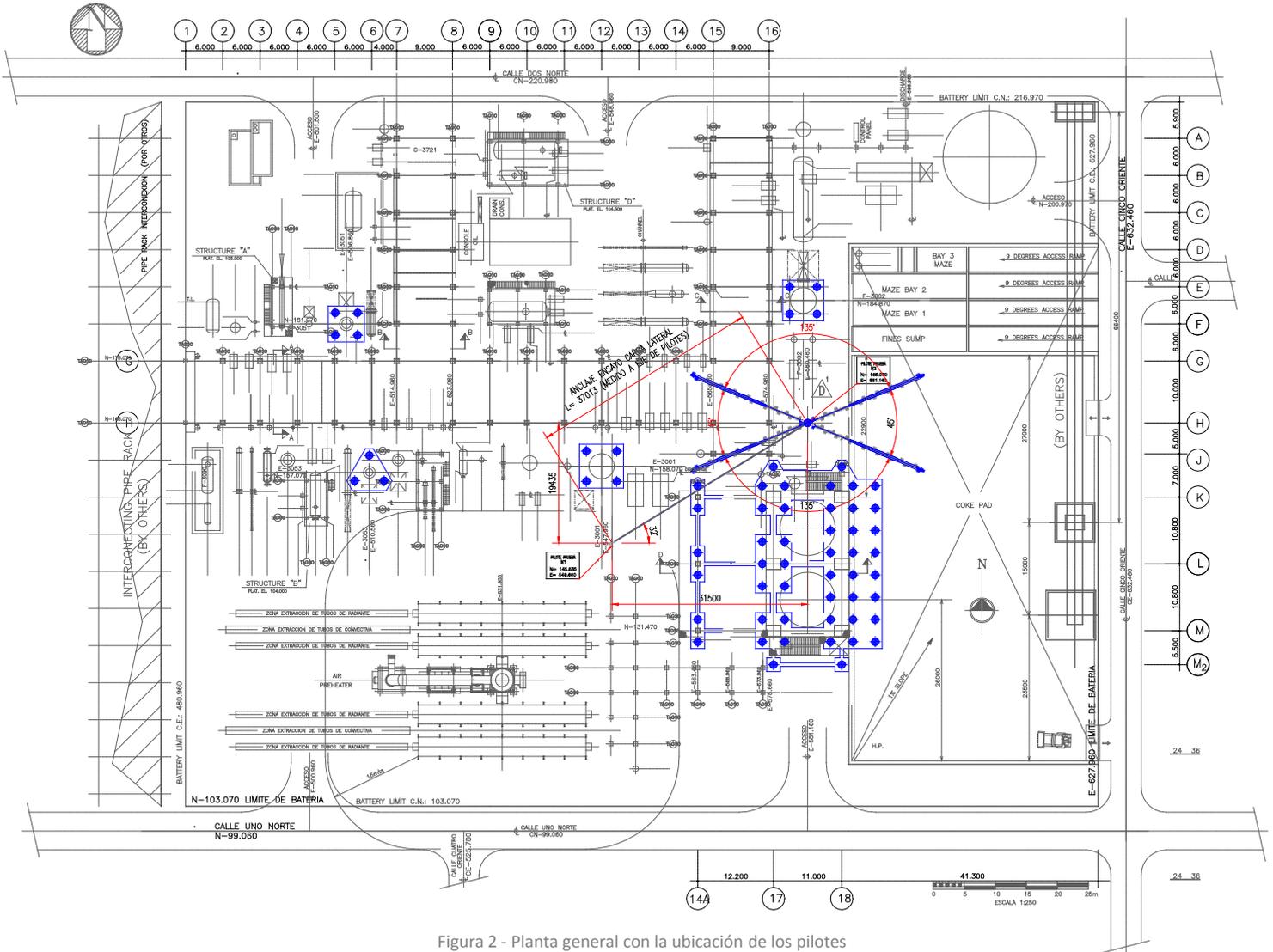
El proyecto contempla que los pilotes deberán quedar con su punta inmersa dentro de la roca basal, penetrando no menos de 2m en ella de modo de traspasar roca muy alterada y muy “blanda”, para apoyarse en principio por punta en roca algo más competente a 48m bajo la superficie actual de terreno.

Es primera vez en el país que se han ejecutado pilotes perforados a esta profundidad y **Pilotes Terratest** participó tanto en la ejecución de los pilotes como en la planificación y ejecución de los ensayos:

- 72 Pilotes de $\phi 1200$ mm en un total de 3365ml.
- Ensayo de integridad no destructivo (CSL - Crosshole Sonic Logging) ejecutado a los dos pilotes.
- Ensayo de carga axial con la celda de Osterberg (O-Cell) efectuado en dos pilotes.
(Fig.2: Ubicación de Pilotes de prueba).
- Ensayo de carga lateral con medición de la deflexión (deformación lateral versus profundidad) de ambos pilotes.

OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Debido al tipo de suelo presente y la profundidad de excavación requerida, los pilotes se ejecutaron mediante el sistema de perforación rotativa bajo lodos tixotrópicos. A diferencia de los métodos con encamisado, las paredes de la excavación son sostenidas por el efecto estabilizante del lodo tixotrópico.



OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Auscultación Crosshole Sonic Logging - CSL

El ensayo CSL - Cross Hole Sonic Logging es un ensayo del tipo no destructivo, que permite medir y cuantificar las condiciones de integridad del hormigón. Estas condiciones de integridad son medidas a través de una onda ultrasónica que viaja entre los tubos instalados. La medición del tiempo de viaje de la onda ultrasónica, permite cuantificar la integridad del hormigón. La información que se obtiene de este ensayo corresponde a la determinación de eventuales anomalías a lo largo de los pilotes, considerando la determinación de eventuales fisuras, grietas, roturas, cavernas, cambios en la calidad del hormigón y/o inclusiones de suelo originadas en los procesos de construcción e instalación de los mismos.

Este ensayo se ejecutó en dos pilotes de prueba Nro 1 y Nro 2 de hormigón armado, excavados y hormigonados "in situ", de diámetros nominales 1200mm y longitudes de 48.00m, los cuales fueron previamente equipados con tubos para medición.

Estos ensayos se llevaron a cabo desde el interior de 3 tubos metálicos sujetos a la armadura de refuerzo de los pilotes dispuestos a 120° radialmente.

El Ensayo de Perfilaje Sónico CSL, consiste en términos generales en :

Descender dos sensores – emisores/receptores - por dos tubos paralelos - un emisor y otro receptor. El tubo está lleno de agua; el emisor emite una onda de pulso ultrasónico que se propaga por el cuerpo del elemento de pilote y es captada por el receptor.

Captar al mismo nivel la onda emitida por el mismo sensor o por otro dispuesto en otro tubo en iguales condiciones.

Medir, a lo largo de los tubos, el tiempo transcurrido entre emisión y recepción de la onda.

Relevar la variación de la amplitud de la señal recibida.

El ensayo CSL fue ejecutado desde el fondo hasta el coronamiento de los pilotes a través de tres (3) tubos de 2 plg de diámetro, en fases usando los tubos en parejas.

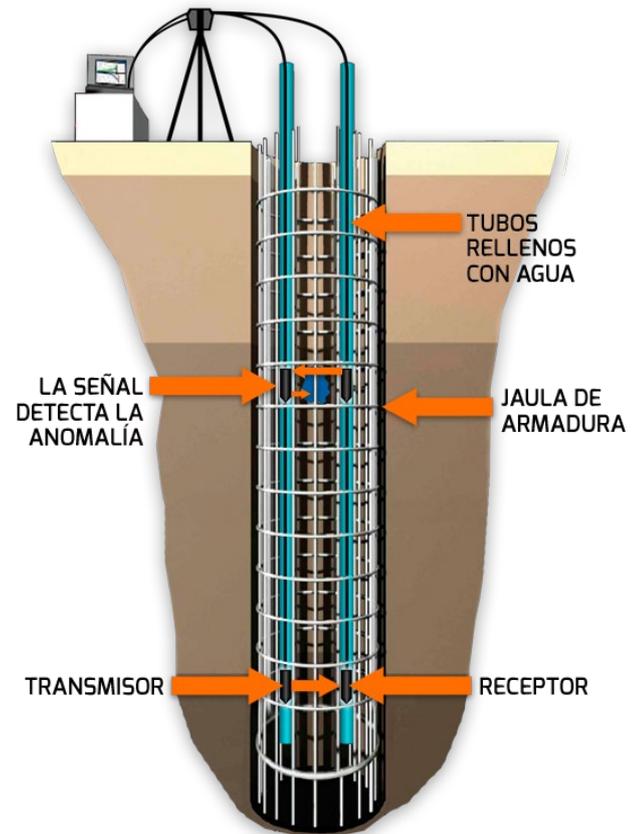
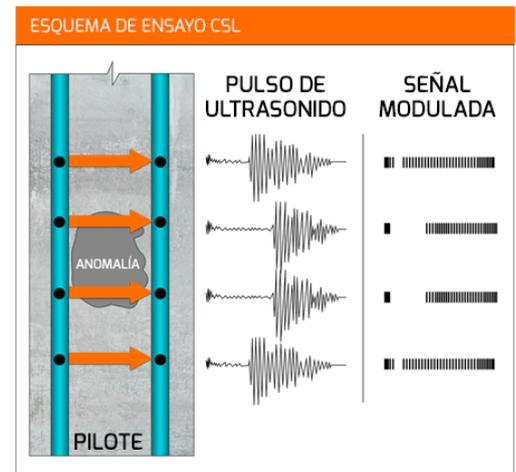


Figura 3 y 4 – Ensayo Crosshole



OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Auscultación Crosshole Sonic Logging - CSL

Los resultados del ensayo de auscultación CSL se resumen en la tabla N°1 y se pueden apreciar en las figuras que se presentan a continuación.

Como conclusión de los ensayos, la integridad del hormigón de los dos pilotes de prueba N°1 y N°2 se encontró en buenas condiciones y sin observaciones (Criterio G-Good, sin señal de distorsión, indican buena calidad del hormigón de los pilotes), validando el método constructivo utilizado por nuestra empresa para pilotes de máxima profundidad ejecutados hasta la fecha en Chile.

TABLE 1 - CSL RESULTS SUMMARY

Test Pile No.	AVERAGE V_c (mps)	LOG DEPTH (meters)	TEST DATE (m/d/y)	AGE (days)	FIGURES Appendix A	OVERALL CONCRETE CONDITION Rating	ANOMALOUS CONCRETE ZONES Tube Pair, Depth & V, Reduction
Ts1	4245	50.76	02/14/06	17	1 - 3	G	
Ts2	3980	50.24	2/14/06	13	4 - 6	G	

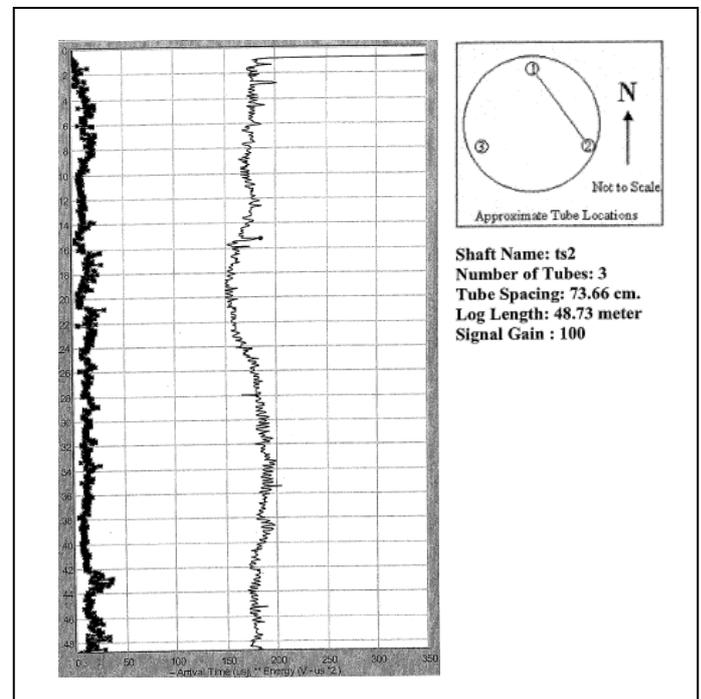
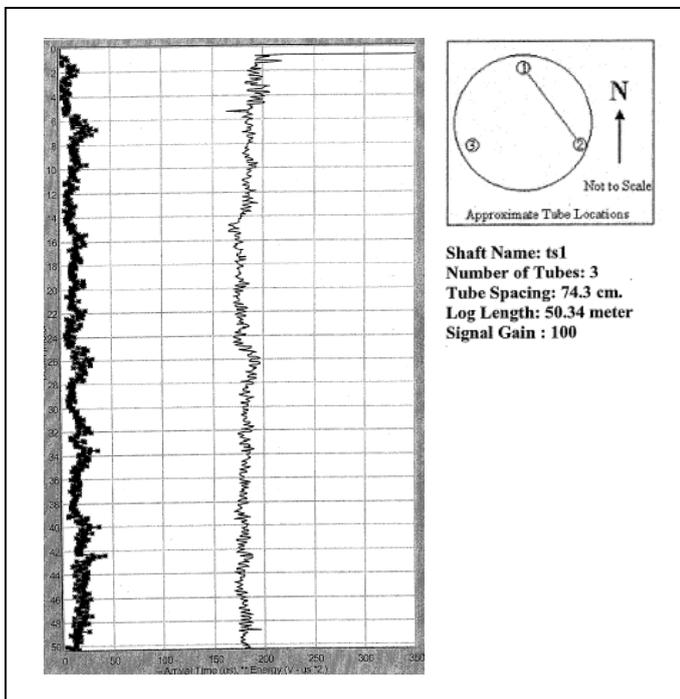


Figura 5 – Resultados ensayo Crosshole Pilotes de Prueba N°1 y N°2

OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Aceptación a Carga Lateral

Este ensayo se efectuó sobre dos Pilotes de 1200 mm a una carga máxima horizontal de 1000 kN. A partir de esta carga de prueba se efectuó una estimación preliminar de la deformación horizontal esperada en la cabeza del pilote. Durante los ensayos, al poseer un inclinómetro con sensores de medición hasta los 20 m de profundidad en cada pilote, se obtuvieron las curvas carga-deformación de cada uno de los pilotes ensayados.

El ensayo consideró la acción de la carga horizontal sobre dos pilotes distanciados aproximadamente 54 m. Como elemento de conexión y transmisión de la carga entre los pilotes, se instaló un anclaje de 12 cables de Acero de baja Relajación y carga de ruptura de 266kN cada uno. La tensión de prueba se logró con un gato hidráulico de alta capacidad que posee nuestra empresa.

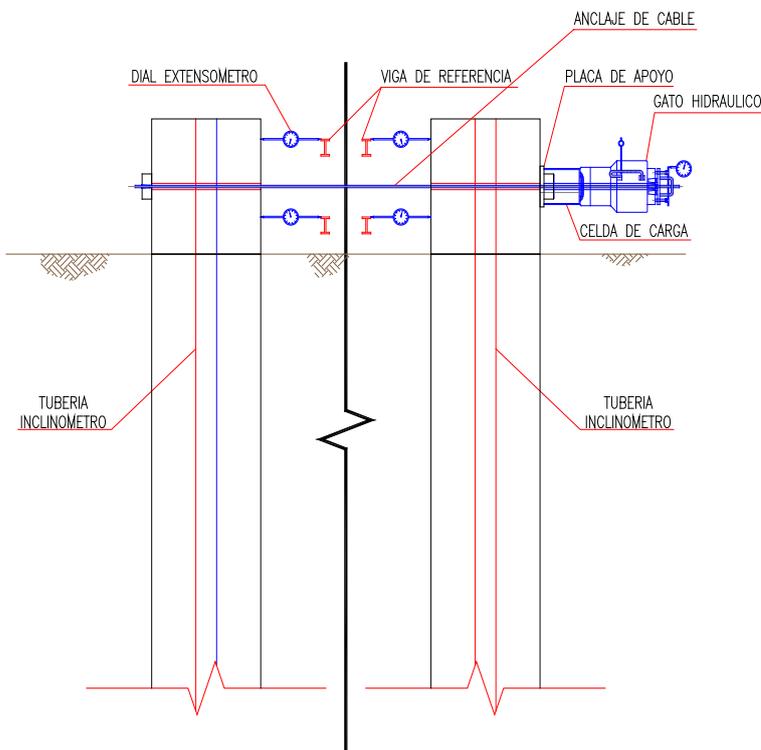


Figura 6 - Esquema de Disposición del Ensayo a Carga Lateral con dos Pilotes.



Figura 7- Ensayo de Aceptación a Carga Lateral.

OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Aceptación a Carga Lateral

Como dispositivos de medición de las deformaciones, se consideraron :

Dos diales comparadores ubicados en cada pilote, como se muestra en el plano de disposición del ensayo. Con estos diales, se registrará la deformación en la cabeza del pilote para cada escalón de carga aplicada. Dichos Diales se ubicarán en una viga convenientemente instalada.

Inclinómetro fijo con gages de medición digitales. Los gages de medición se ubican en el interior del pilote a una separación previamente definida. De estos sensores, se recolecta digitalmente la deformación para cada escalón de carga simultáneamente. La figura N° 5 muestra esquemáticamente este inclinómetro. La Tubería del inclinómetro se instala junto con el pilote, verificando su rectitud. Previo al inicio ensayo, se efectúa la primera medición del sistema, monitoreándose ocho (8) niveles de transductores inclinómetros in situ durante el ensayo de carga lateral efectuado.

Average Displacement Pile 1 per each Load cycle

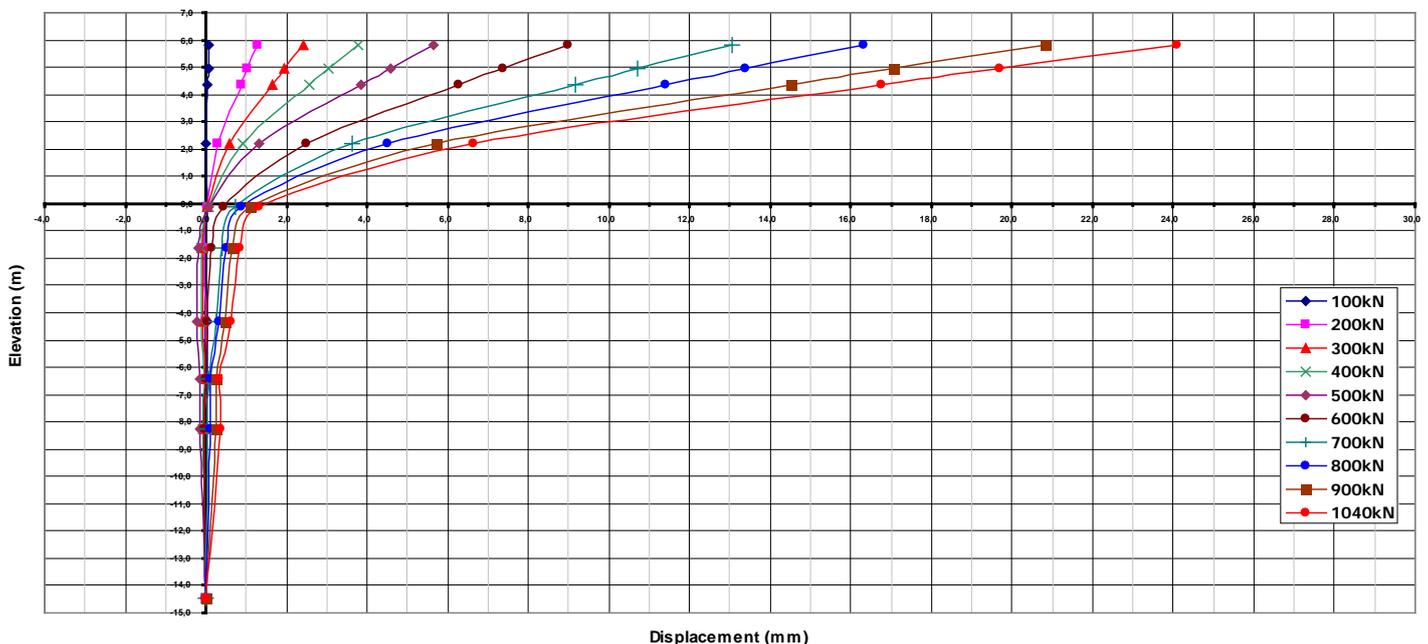


Figura 8 - Curva de Desplazamiento Lateral en cada nivel de carga.

Los datos fueron recolectados por cada uno de los ocho niveles de transductores, cada 30 segundos en forma simultánea. Adicionalmente, los sensores de compresión (sensores de compresión fueron instalados para el ensayo axial efectuado con la O-cell) fueron monitoreados en el pilote 1.

Los datos fueron usados para generar el perfil de desplazamiento lateral de cada pilote a cada nivel de carga aplicada.

OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Aptitud Axial

Estos ensayos se efectuaron sobre dos pilotes de diámetro 1200 mm y aprox. 50 m de profundidad. Con la ejecución de ambos ensayos se podrán obtener los resultados que permitan verificar de la Capacidad Última de Punta y la Capacidad Última de Fuste establecidas e indicadas en el proyecto.

Para el cumplir con las exigencias establecidas en las especificaciones de este proyecto, en lo que se refiere a la ejecución de los ensayos de carga, se utilizó una Celda de carga o Célula de Osterberg (O-cell) para ejecutar los ensayos en los dos pilotes.

La celda o célula de Osterberg (O-cell) es un método eficaz para probar de una manera confiable pilotes de gran capacidad. La O-cell es un dispositivo de gatos hidráulicos de sacrificio bidireccionales calibrados, que se instalan en el interior del pilote de fundación. En este caso particular, la O-cell se instaló en el fondo de los pilotes de prueba. La O-cell, al trabajar en dos direcciones (vertical hacia arriba y vertical hacia abajo), reacciona hacia arriba contra la fricción lateral del pilote y hacia abajo, contra la resistencia de punta del pilote y eventualmente fricción lateral del tramo inferior, si se instala en un nivel superior a la punta.

Con la finalidad de garantizar que se alcance la capacidad última de punta, se estableció una reacción adicional externa consistente en 4 micropilotes Ischebeck Titán 73/53 en el pilote de prueba Nro 2. Con la ejecución del primer ensayo (Pilote de Prueba Nro 1) en las mismas condiciones que el segundo, pero sin los micropilotes de reacción externa, se podrá verificar la máxima carga admisible por fuste y además comprobar y/o corroborar los resultados obtenidos en el otro ensayo.

Los pilotes contaban con 3 niveles de medidores de deformación (Stain gages) (Fig. 12), con los cuales fue posible deducir la carga de cada sección y con ello la distribución discretizada de la fricción del fuste. (Fig.11)



Figura 9 - Celda o Célula de Osterberg (O-cell).



Figura 10 - Ensayo de Aptitud Axial.

OBRAS MIXTAS PROYECTO: PLANTA COKER RPC DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO CONCÓN

Ensayo de Aptitud Axial

Osterberg Cell Load-Movement Curves
Test Pile #1 - RPC Delayed Coker Facility - Concón, Chile

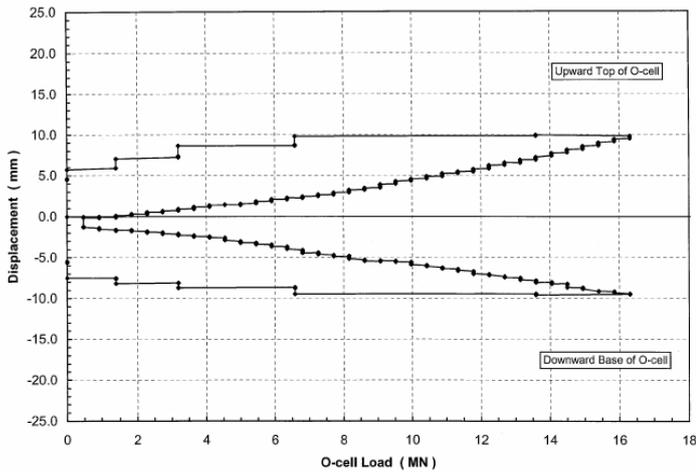


Figura 11 Curva Fuerza vs Deformación placa superior e inferior

Strain Gage Load Distribution Curves
Test Pile #1 - RPC Delayed Coker Facility - Concón, Chile

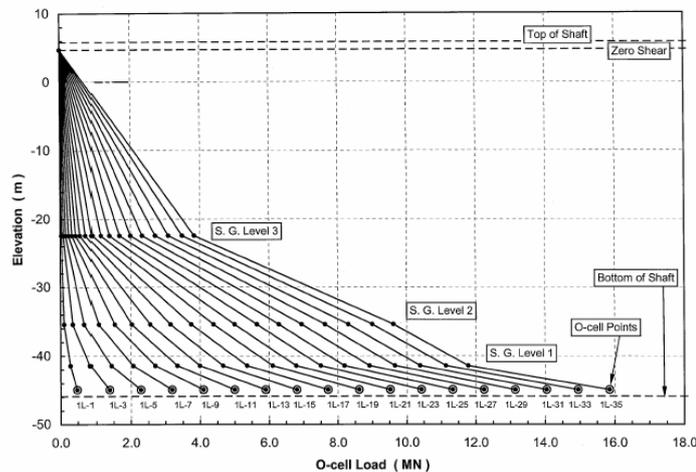


Figura 12 Disipación de Fuerza en la altura del pilote

PILOTE PRUEBA N°2

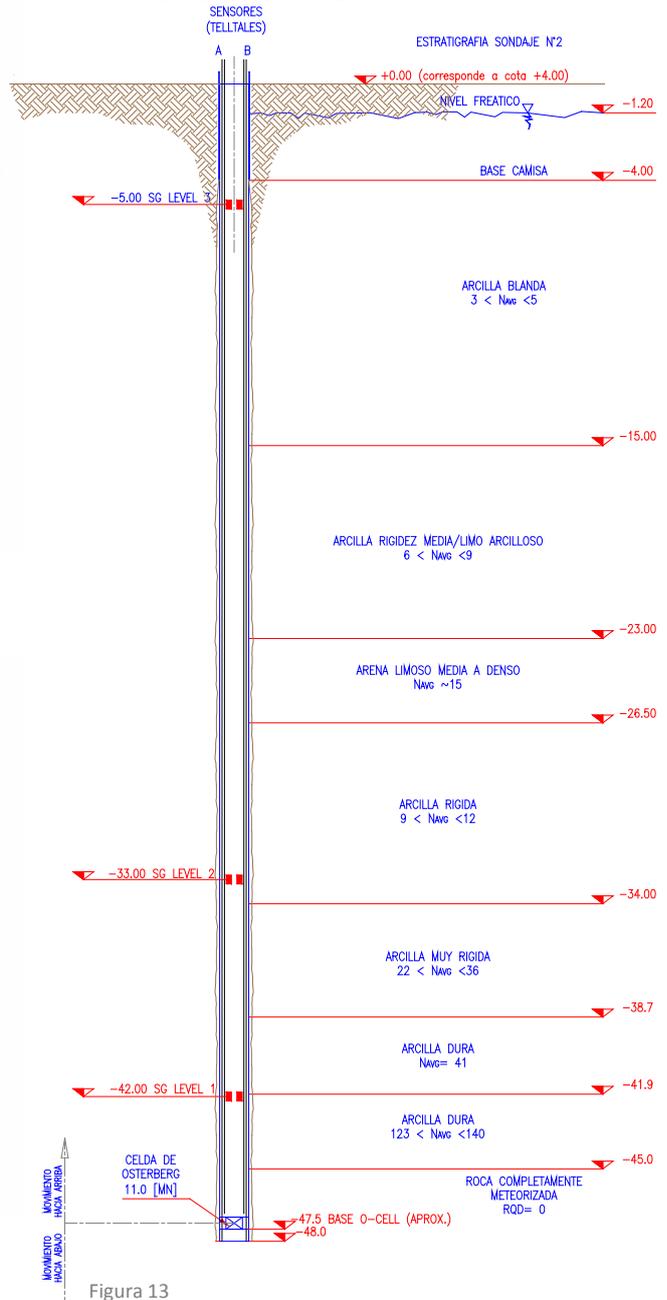


Figura 13