



DOSSIER DE PRENSA  
PRESS DOSSIER  
DOSSIER DE PRESSE

# PILOTAJE DEL PABELLÓN PUENTE Y PRUEBAS DE CARGA

## ÍNDICE

---

1. Pilotaje del Pabellón Puente
2. Un “barco” apoyado en tres columnas
3. Pruebas de carga
4. Colocación y Propuesta de O-Cell
5. O-Cell
6. Sistema O-Cell
6. Ventajas de O-Cell
7. LOADTEST LTD

**Para más información:**  
EXPO ZARAGOZA 2008  
Departamento de Comunicación  
Tfn: 976 70 20 08  
Fax: 976 20 40 09  
[comunicacion@expo2008.es](mailto:comunicacion@expo2008.es)  
[www.expozaragoza2008.es](http://www.expozaragoza2008.es)



## PILOTAJE DEL PABELLÓN PUENTE

---

### EL PILOTAJE DEL PABELLÓN PUENTE DE EXPO 2008 BATE UN RÉCORD EN ESPAÑA CON MÁS DE 70 METROS DE PROFUNDIDAD

También se ha utilizado por primera vez en nuestro país la [Célula de Osterberg \(O-cell®\)](#), un método de última tecnología usado para verificar la cimentación de esta obra emblemática de la Muestra Internacional

El pilotaje del Pabellón Puente, una de las obras emblemáticas de la Exposición Internacional de Zaragoza en el año 2008, está batiendo un récord en España con 72,5 metros de profundidad. Esta es la longitud máxima que alcanzan los pilotes de apoyo más profundos de la estructura. Los de menos longitud, situados en la Margen Izquierda del río Ebro, miden 55 metros.

En este proceso se está utilizando la última tecnología. Una máquina de pilotaje especial permite alcanzar los más de 70 metros de profundidad sobre una base compacta y dura de yesos.

El Pabellón Puente, de 270 metros de longitud, cuenta con tres apoyos. El apoyo central soporta casi la mitad de la carga de esta estructura, con un peso cercano a las 7.000 toneladas. En total, los cimientos del Pabellón Puente se apoyarán sobre 22 pilotes, de los cuales 10 se instalan en la isleta central, 4 en la Margen Derecha y 8 en la Margen Izquierda.

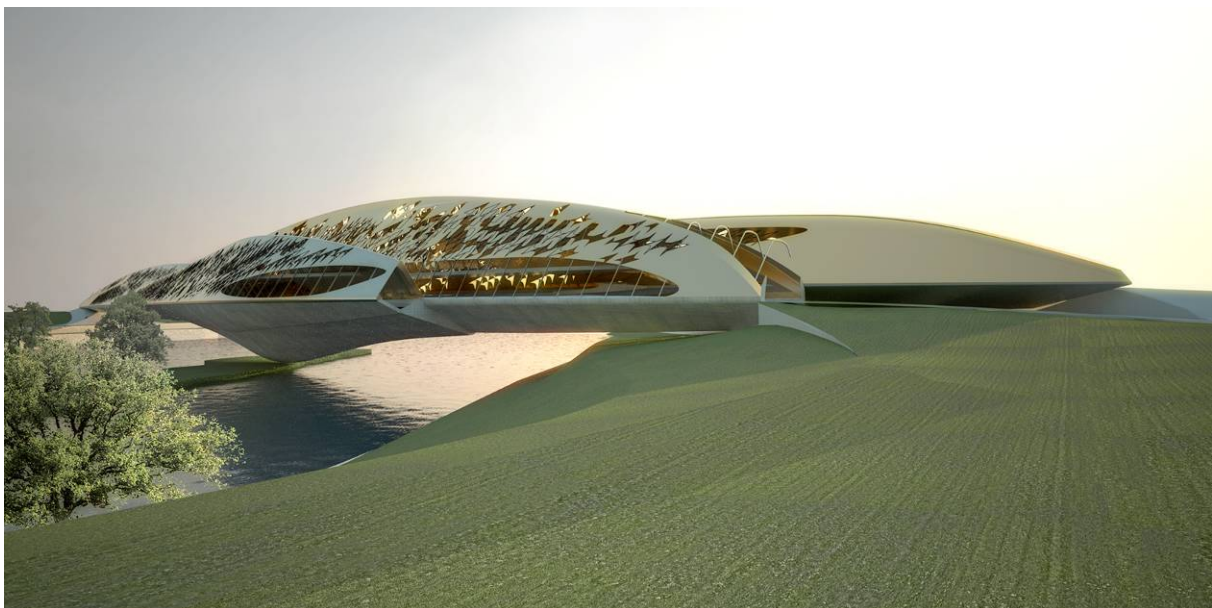
Los pilotes enterrados, de dos metros de diámetro, “se hacen con una camisa (envoltorio) que protege el encofrado del agujero para que no se caigan las paredes, que son muy inestables”, explica el **presidente de la Sociedad Estatal EXPOAGUA, Roque Gistau**.



**Roque Gistau** añade que “dependiendo del firme y la roca (como yesos) que soportan, y al no aguantar la grava, hay que buscar que el pilote apoye por punta, no por fuste”. En total, son cerca de cinco pilotes de alta tecnología por cada apoyo. “Encima de los pilotes va una placa completa, llamada encepado, y encima de todo ello, se sitúa el Pabellón Puente”, destaca el presidente de EXPOAGUA.

**Gistau** incide en que en nuestro país no hay ningún edificio cuyo pilotaje alcance tanta profundidad como la del Pabellón Puente, teniendo en cuenta, además, que “hay agua circulando por dentro del meandro que va llevándose la arena”.

“Las cargas en el apoyo central del puente son muy altas y, por lo tanto, no era suficiente hacer pilotes que soportaran la carga por rozamiento, sino buscar el firme”, subraya el presidente de EXPOAGUA.



*Diseño del Pabellón Puente*



## UN “BARCO” APOYADO EN TRES COLUMNAS

---

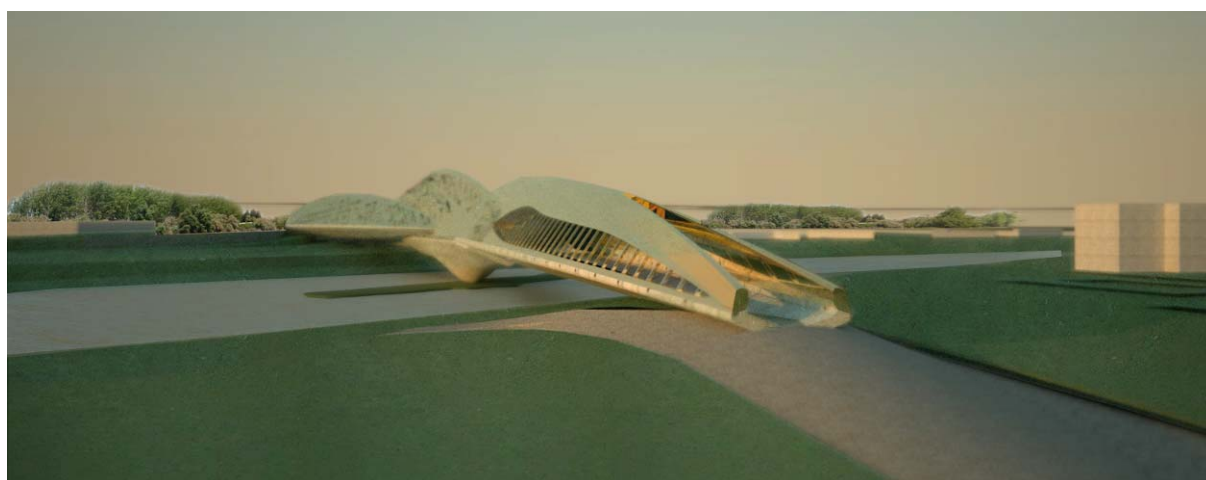
La complejidad técnica del Pabellón Puente es enorme, no sólo por la parte de alineación sino por su propia estructura que funciona como si fuese un “barco” de acero apoyado en tres columnas, relata **el presidente de la Sociedad Estatal EXPOAGUA, Roque Gistau**.

Este monumental viaducto peatonal, además de servir de acceso al recinto de la Exposición Internacional desde la Margen Derecha del río Ebro, albergará la exposición temática “Agua, Recurso Escaso”. Se convierte así en el único puente que será habitado en España y uno de los pocos que hay en el mundo con esta característica.

De esta forma, será uno de los hitos de referencia de Expo Zaragoza 2008. Con una superficie de 7.000 metros cuadrados, el Pabellón Puente tiene una estructura curvilínea que recuerda a la forma de un gladiolo.

De 270 metros de longitud, en su zona más estrecha, en la margen derecha, tiene cinco metros y va ganando anchura conforme se abre hasta alcanzar los 30 metros en la Margen Izquierda, ya en el recinto Expo.

El diseño de esta infraestructura es de Zaha Hadid, la única mujer poseedora del premio Pritzker, el Nobel de la arquitectura. Su propuesta fue elegida entre los 41 proyectos que se presentaron al concurso.



## PRUEBAS DE CARGA

---

Para las pruebas de carga del pilotaje del Pabellón Puente y verificar el diseño de la cimentación se ha empleado también un sistema de última tecnología aplicado por primera vez en nuestro país: la [Célula de Osterberg](#) (O-cell®) bidireccional, utilizada en proyectos de pilotaje de otros puentes como el de SuTong o Hangzhou, ambos en China, el My Thuan, en Vietnam, o el Hwy 82 Greenville Mississippi, en Estados Unidos.

La O-cell® se ha usado para comprobar la capacidad portante (capacidad de portar cargas) del pilote central del Pabellón Puente, un ensayo de carga significativo de cómo funcionan los demás apoyos que se sitúan a su alrededor. La O-cell® es un aparato que carga hidráulicamente a alta capacidad. Se instala dentro de un elemento de cimentación.

La célula se ha introducido así en este pilote central de la estructura, de 2 metros de diámetro y 72,5 metros de longitud (la profundidad máxima de los pilotes de los Pabellón Puente).

Este test bidireccional (método O-cell), pionero en su aplicación en España gracias al pilotaje del Pabellón Puente, es de particular ventaja para ensayos sobre agua. Con él se ha ratificado el plano de los cimientos previstos para el Pabellón Puente, teniendo en cuenta que se está construyendo en un meandro del río Ebro (el meandro de Ranillas), “un terreno de formación joven que tiene menos de 2.000 años, cuyo suelo es de arenas bravas y de acarreos del río y que, por lo tanto, no está consolidado y tiene poca capacidad para soportar cargas”, explica el presidente de EXPOAGUA, Roque Gistau.







A la izquierda de la fotografía, Miguel Zueco, jefe de Área de Obras Especiales, y a la derecha, Melvin England, director de LOADTEST Limited

Este aparato de última tecnología (una especie de gato que utiliza el agua y no el aceite hidráulico) se colocó en el fondo del propio pilote aprovechando su instalación, a un nivel en el que la reacción es similar hacia arriba (contra la resistencia de fuste) que hacia abajo (contra la resistencia de punta), separando automáticamente los parámetros de la resistencia, subraya por su parte Melvin England, director de LOADTEST Europe, empresa encargada de realizar estas pruebas de carga en el Pabellón Puente.

Los resultados de la célula O-Cell para saber si el pilotaje del Pabellón Puente es suficiente se pueden medir desde la superficie. El éxito de la prueba depende de cuándo se quieren mover los dos elementos (el gato y el pilote central).



“Hay ensayos donde tan sólo se intenta cargar la estructura del pilote, no buscar cómo éste funciona con el suelo. En este caso, estamos intentando poner un poco más de carga pero no moverlo demasiado para que se pueda incorporar a la obra”, apunta England.

Con este método se pueden aplicar cargas hasta 28.000 toneladas (el Pabellón Puente tiene un peso de 7.000 toneladas). Este tipo de pruebas se han realizado en todo el mundo en cerca de 900 ocasiones. Aquí en España, es la primera vez que se utiliza con este tipo de células. El método O-cell permite además que los cimientos sean integrados en la obra una vez completa la prueba de carga.

Con estas pruebas en la cimentación del Pabellón Puente, uno de los principales accesos a la Muestra Internacional obra de la reconocida arquitecta de origen iraquí Zaha Hadid, la Sociedad Estatal EXPOAGUA responde a los informes de expertos en geotecnia y ofrece garantías máximas de seguridad en la infraestructura.



*Célula de Osterberg*





## COLOCACIÓN Y PROPUESTA DE O-CELL

TIPO DE PILOTAJE	DATOS O-CELL
Número de pilotes	1
Identificación del cliente	Isla
Tipo de Prueba	TBA
Geometría (mm)	2000
Necesidad de prueba máxima de carga	40.00
Elevación del suelo (m)	196.0
Elevación de superficie freática	4.25
Nivel de corte de hormigón (m)	194.0
Punta del pilote (m)	133.0
Elevación O-Cell	142.5
Cantidades y diámetro de O-Cell	2 x 670 mm
Cubierta de hormigón (mm)	125
Dimensiones interiores del forjado (mm)	1660
Máximo diámetro del tubo Tremie Pipe (mm)	350
Medida y número de forjado vertical	34/68 x 32
Medida de la junta de refuerzo	12



## O-CELL

---

La Célula de Osterberg, "O-Cell", obtiene su nombre del inventor, Dr. Jorj O. Osterberg. La O-Cell es un aparato que no se recupera y que carga hidráulicamente a alta capacidad. Se instala dentro de un elemento de cimentación.

Funciona en dos direcciones, hacia arriba contra la resistencia lateral y hacia abajo contra la resistencia de punta, la O-Cell separa automáticamente los parámetros de la resistencia. En virtud de su instalación dentro de la cimentación, la prueba de carga con la Célula de Osterberg no es restringida por vigas estructurales encima ni de pilotes de anclaje no sobrecargas. En cambio, la O-Cell desarrolla toda reacción que necesita en el suelo.

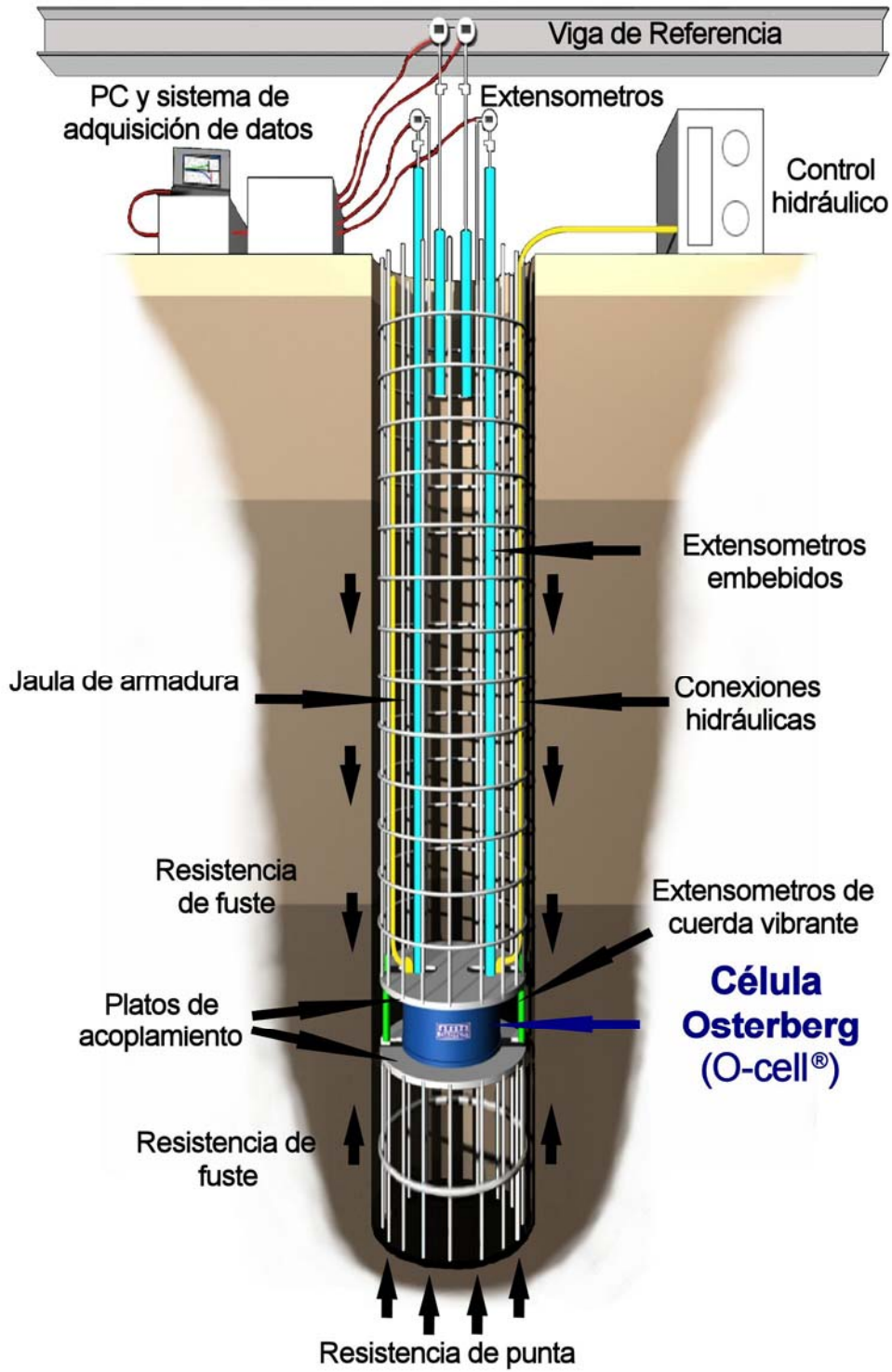
Resistencia de punta proporciona la reacción para la porción de resistencia lateral en un ensayo de carga utilizando la célula O, y simultáneamente la resistencia lateral proporciona la reacción para la porción de la prueba gobernada por la resistencia de punta. El ensayo de carga utilizando la O-Cell continúa hasta que una de las tres cosas ocurran: que capacidad última de resistencia lateral se alcance, que la capacidad de la resistencia de punta se consiga, o que se alcance la capacidad máxima de la O-Cell.

Cada Célula de Osterberg es especialmente instrumentada para proporcionar directamente medida de la expansión que con la compresión resulta que el movimiento hacia abajo de la resistencia de punta y la resistencia lateral son alcanzadas.

Las células O se disponen en capacidades de 0.7 MN a 27 MN. Usando múltiples células O en un solo nivel horizontal, aumenta la capacidad disponible para en ensayo de carga a más de 200 MN. Utilizando múltiples células O en niveles diferentes, permite que el comportamiento de un elemento definido de un pilote se puede aislar. Usando la célula O, LOADTEST, Inc. ha aumentado la aplicación de pruebas de carga profundas, de costosos ensayos pequeños, a ensayos de carga de corta duración de lo más moderno de pilotes de cimentación.



## SISTEMA O-CELL



## VENTAJAS DE O-CELL

---

- **DISEÑO:** Es un método excelente para *verificar el diseño de la cimentación*.
- **ALTAS CAPACIDADES DE LA CARGA:** Las cargas exceden rutinariamente 27 MN, sin embargo, disponemos de células O-cell con capacidades de 0.44 MN. Para los ensayos mayores cargas de más de 200 MN se pueden realizar bajo condiciones convenientes.
- **ÁREA DE TRABAJO REDUCIDA:** El área de trabajo requerida es muy reducida cuando es comparado con cualquier otro sistema de ensayo de carga estática. Los ensayos han sido realizados en el interior de edificios, debajo de voladizos, en medianas estrechas de autovías y sobre agua.
- **TIEMPO:** El ensayo se puede realizar cuando el hormigón haya alcanzado la fuerza conveniente (generalmente 7-14 días después de la instalación del pilote).
- **MEJOR SEGURIDAD:** No se requiere ningún sistema de reacción en la superficie ni vigas de reacción, ni gatos, ni contrapesos cerca del suelo y toda la energía del ensayo está concentrada bajo tierra.
- **ZÓCALOS EN ROCA:** Las altas cargas de ensayo se pueden aplicar directamente en formaciones enterradas a gran profundidad enterradas en roca sin perder fuerza en formaciones superiores, eliminando la necesidad de técnicas para reducir resistencia de fuste.



- **NIVELES PROFUNDOS:** Los ensayos con la célula O-cell pueden ser realizados con los niveles de hormigón profundos y bajo tierra; eliminando la necesidad de extender el pilote al nivel del suelo y a las preparaciones necesarias en la cabeza del pilote.
- **PILOTES CON LAS COLUMNAS DE ACERO:** Donde las columnas de acero se han echado en la cabeza del pilote, éstas interfieren a menudo con prueba de arriba hacia abajo, y el método de ensayo utilizando la O-cell es probablemente la única manera rentable de realizar pruebas estáticas de carga.
- **EXACTITUD:** Puesto que no hay anclajes, pilotes de reacción o una masa de reacción requerida, las influencias, en términos del comportamiento del pilote de ensayo, resultando de la construcción y del uso de anclajes, de pilotes de reacción o de una masa de reacción requerida en un ensayo estática de aplicación de carga a la cabeza, se eliminan.
- **ECONOMÍA:** El método de ensayo bi- direccional con célula O-cell llega a ser más económico mientras mayores sean las cargas, no típico de ensayos estáticos donde se aplica a la cabeza del pilote.
- **RESISTENCIA DE FUSTE Y DE PUNTA:** Los ensayos con la O-cell se diseñan para separar el pilote de prueba en 2 o 3 secciones; así automáticamente el ensayo va midiendo la reacción de cada uno de los componentes.





- **AUTOMATIZACIÓN/EFFECTOS ESTÁTICOS DEL CONSOLIDACION:** La prueba de carga bi-direccional utilizando la tecnología de la O-cell es un ensayo donde la carga es mantenida estáticamente y utiliza técnicas de la adquisición de datos y de mantenimiento automáticos de la carga aplicada para obtener datos y medidas exactas que incluyen efectos de consolidación.
- **PILOTES DE ENSAYO QUE SE INCORPORAN EN LA ESTRUCTURA:** Las técnicas de inyección de cemento permiten pilotes utilizados para pruebas de carga puedan ser incorporados en la obra.
- **COMPORTAMIENTO:** El comportamiento de un pilote después de su ensayo bi-direccional será mas similar a los pilotes vírgenes no-probadas debido a que las fuerzas residuales generadas son mínimas en el pilote.
- **ENSAYOS SOBRE AGUA:** El método de la prueba de la O-cell sobresale particularmente en los ambientes de prueba sobre agua debido a sus numerosas ventajas.



## LOADTEST LTD

---

LOADTEST Ltd se fundó en 2001 en Inglaterra. Ha mantenido una presencia en Europa desde 1997. LOADTEST se especializa en ensayos de carga de cimentaciones automatizadas y utilizando la [Célula de Osterberg](#) (O-Cell) bidireccional inventada por el [Dr. Jorj O. Osterberg](#).

La O-cell® se puede usar para aislar los elementos de resistencia críticos de una cimentación, o se puede usar para comprobar la resistencia entre múltiples niveles dentro del mismo pilote de cimentación. Los servicios de la O-cell® de Osterberg incluyen equipo de ensayo de carga y ayuda con la instalación y la planificación así como también con la planificación, apoyo con la especificación, ensayo de carga y servicios analíticos.

Los servicios de ensayo de cimentaciones incluyen también ensayos de cargas laterales, ensayos y caliperingsónicos. LOADTEST Ltd es proveedor de un servicio completo de ensayos de cimentaciones.



Para obtener las imágenes del dossier de prensa “Pilotaje del Pabellón Puente y Pruebas de Carga” en alta resolución, acceder a nuestra ftp:

<http://213.97.13.235/prensa/>

[www.expozaragoza2008.es](http://www.expozaragoza2008.es)

