

ENSAYOS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN SOBRE MICROPILOTES



1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	PREPARACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS	2
2.1	Emplazamiento del ensayo a tracción.....	3
2.2	Emplazamiento y preparación ensayo a compresión.....	5
3.	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE TRACCIÓN.....	7
3.1	Ensayo de Adecuación a Tracción	8
4.	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	9
4.1	Ensayo de adecuación a compresión	10
5.	MODIFICACIONES PRÁCTICAS.....	11
6.	CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	11
5.	EQUIPOS A UTILIZAR.....	12

ENSAYOS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN SOBRE MICROPILOTES

1. INTRODUCCIÓN

Este escrito detalla las pruebas realizadas sobre micropilotes ya sea a tracción o a compresión. Cada vez es más habitual ejecutar en los micropilotes este tipo de ensayos. De esta manera obtenemos información real sobre las cargas que pueden soportar estos elementos y por lo tanto pueden utilizarse como investigación o como comprobación de los parámetros de su diseño.

Para la realización de este procedimiento se ha tomado a modo de ejemplo una obra en la que Geotec-262 realizó este tipo de ensayos: "Realización de un ensayo de tracción y compresión sobre micropilotes en la torre 249 de la línea El Almaraz-San Serván, Mérida".

2. PREPARACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS

El presente procedimiento es una descripción de ensayos de adecuación, cada vez más frecuentes, en el control de micropilotes.

En concreto se describe la ejecución de un ensayo de tracción y un ensayo a compresión. Los ensayos generalmente se realizan en los micropilotes escogidos por la Dirección Facultativa, ya sea aleatoriamente o en una selección representativa.

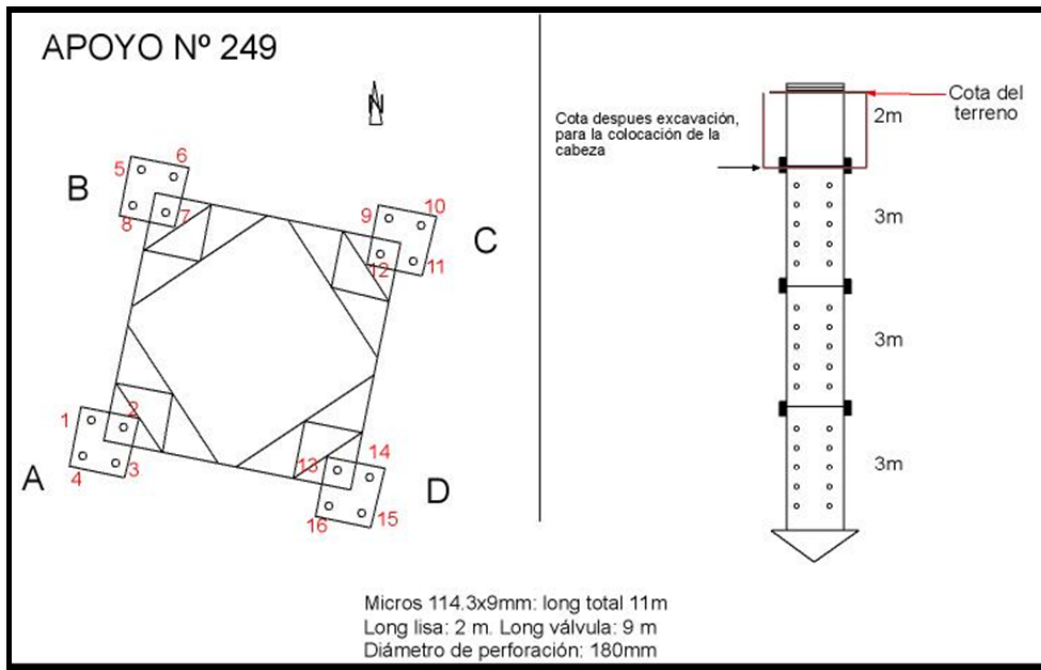


Fig 1. Esquema aproximado de los micropilotes y esquema de la distribución de los tramos de tubería.

Tal y como se observa en la imagen anterior, los micropilotes de la obra de ejemplo, presentan una longitud total de 11 metros, en un tramo de 2 metros liso y 3 tramos de 3 metros de tubería con válvulas de botón.

De manera previa a la ejecución de los ensayos se debe realizar una excavación mínima de 0.5 metros para dejar longitud suficiente de micropilote. Asimismo se tiene que limpiar de lechada todo el tramo de roscado del tubo que sobresale de los micropilotes en los que se vaya a hacer el ensayo, con la precaución de evitar dañar el roscado. También existe la opción de colocar un empalme o adaptador siempre roscado.

2.1 Emplazamiento del ensayo a tracción

En los micropilotes donde se realizará el ensayo a tracción el procedimiento será el siguiente:

- Se procederá a la colocación de 30 cm de machaca hasta la cota prevista.
- Se protegerá la zona de la rosca del micropilote con un tubo de PVC de diámetro aproximado 120 mm o mayor.
- Se ejecutará una pequeña zapata de dimensiones 1500x1500x200 mm centrada en el micropilote a ensayar. La zapata se debe ejecutar con

hormigón HA-25 y con un armado en la base de barras (por ejemplo del armado podría ser de 8 cm en malla de 20 x 20 cm).

- Se prepara un conjunto solidario de placas de acero centrado en el micropilote formado por una placa en base de 1000x1000x30 mm y otra encima de 800x800x30 mm. Las placas tendrán un agujero central de unos 150 mm, se soldarán por los bordes perimetrales de la placa superior e irán dotadas de 4 orejetas para su transporte. (Geotec-262 suministrará esta placa).
- A la hora de realizar el ensayo se deberá disponer de una excavadora retro o similar para poder mover la placa, cuyo peso es de unos 300 kg.
- También se deberá disponer en obra de un grupo electrógeno o similar.

Esta preparación es necesaria siempre que el apoyo de la placa sea sobre terreno natural. En caso de apoyar sobre losa o pavimento preexistente, generalmente no se realiza.

A continuación se adjunta un esquema en perfil y en planta de los trabajos a realizar para la preparación del ensayo:

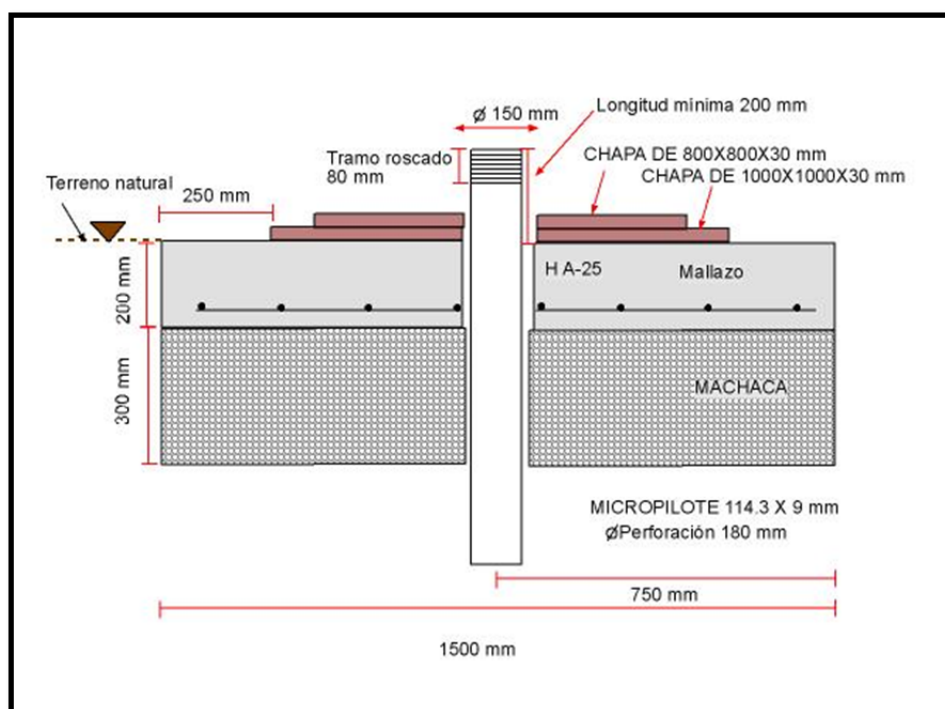


Fig 2. Esquema de los trabajos a realizar para los ensayos de tracción en obra.

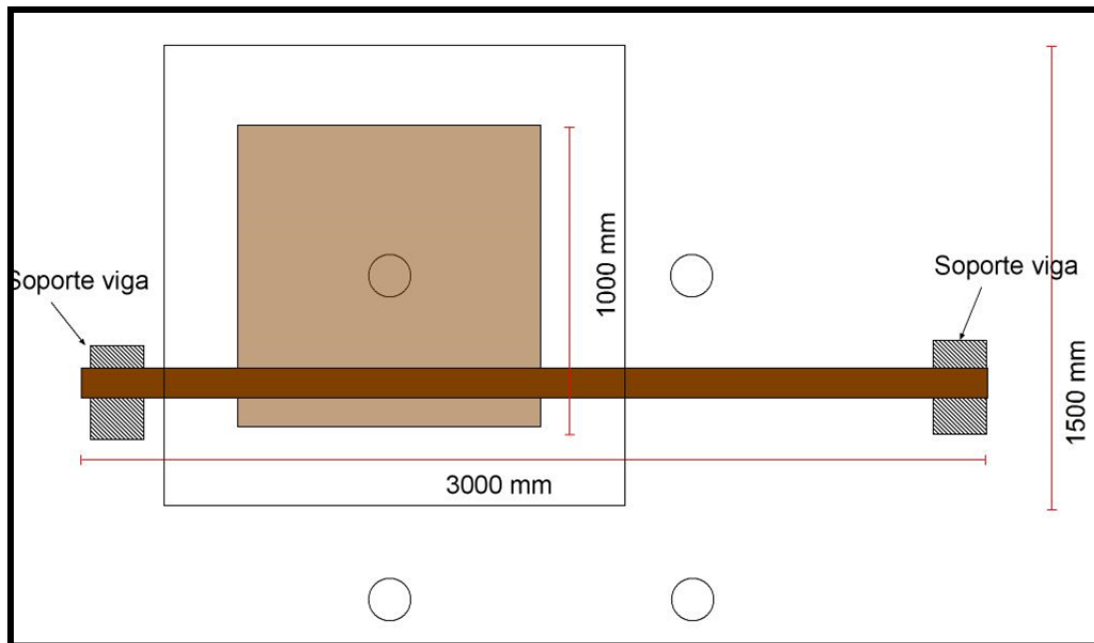


Fig 3. Vista en planta del ensayo a tracción a realizar.

2.2 Emplazamiento y preparación ensayo a compresión

Para el ensayo de compresión, es necesario la realización de dos micropilotes auxiliares en los que se apuya la viga. En el ejemplo que se describe, se realizaron 2 micropilotes autoperforantes Atlas Copco T76 con un diámetro de 150 mm. Estos micropilotes estarán separados entre sí 160 centímetros y a 80 centímetros del eje (que será el micropilote a ensayar), estarán alineados con el micropilote a ensayar formando esta línea un ángulo de 45 grados con las caras del encepado.

En los micropilotes donde se realizará el ensayo a compresión el procedimiento será el siguiente:

- Se realizarán dos micropilotes separados 80 centímetros del micropilote a ensayar, con material Atlas Copco T76 alineados con el micropilote a ensayar, formando una línea de 45 grados con las caras del encepado. Se situaran a 80 centímetros del micropilote a ensayar. Estos micropilotes presentaran una longitud de 11 metros y un diámetro de perforación 150mm y serán perforados con boca dura.
- Se limpiará la zona alrededor de la alineación de los micropilotes y se colocará hormigón de limpieza.

- Se colocará una viga doble tipo HEA 300 o similar. Las dos vigas se dispondrán en forma de H tumbada, con una separación entre las alas de 10 cm que permita el paso a través de dicha separación de los micropilotes que actúan de reacción en la prueba. Las vigas estarán unidas mediante presillas, excepto en los huecos que permitan el paso de los micropilotes de reacción y las placas de soporte con tope roscado de estas. El grosor de las presillas será de 1-2 cm excepto en la zona central inferior de unión de las vigas, donde apoya el gato, que tendrá que tener un grosor de 4 cm.
- La longitud de la viga será de 2-2.5 metros.

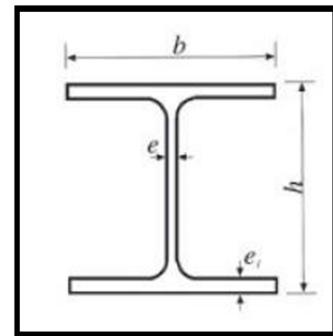


Fig 4. Figura de la viga tipo HEA.

- Para colocar esta viga será necesario colocar en los micropilotes tipo Atlas Copco R76 una tuerca en la parte inferior que sobresale del substrato, a la altura que interese, una placa de dimensiones 250x250x30 mm. Encima de esta placa reposará la viga.
- Por encima de la viga y roscando al micropilote se colocará otra placa y otra tuerca para que hagan de tope.



Fig 5. Vista de la colocación de la viga en los micropilotes.

- En el micropilote en el que se realizará la prueba, se deberá colocar una cabeza roscada formada por un manguito soldado a una placa con cartelas. A continuación se proporciona una foto de una cabeza de estas características. Esto es necesario para colocar el gato hidráulico.



Fig 6. Cabeza de micropilote formada por un manguito y una placa soldada con cartelas.

3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

Se realiza un ensayo de adecuación en un micropilote perforado sin encamisar. La preparación del terreno, detallada en el anterior apartado, evita un hundimiento de la placa y por lo tanto evita una distorsión en los resultados del estiramiento del micropilote. Es habitual la colocación de un hilo o cuerda atada a dos puntos alejados del micropilote y que pase por encima de la placa para medir el movimiento de ésta. En caso de existir, habría que tomar las lecturas para corregir las medidas del micropilote usadas en las gráficas.



Fig 7. Ejemplo de ensayo a tracción.

Según el ejemplo indicado, la carga de diseño a tracción de los micropilotes empotrados 9 metros en sustrato es de $P_a = 54.9\text{T}$ y se propone un ensayo que alcance una carga máxima de prueba $P_p = 82.35\text{Tn}$, que corresponde a 1.5 veces la carga de diseño del micropilote a tracción.

La carga de diseño de micropilote a tracción (de 54.9 T) es la designada como carga nominal del ensayo (P_0).

A continuación se indican los criterios para la realización del ensayo a tracción.

3.1 Ensayo de Adecuación a Tracción

Se pondrá en tensión el perfil tubular con un mínimo de tres incrementos de tracción iguales hasta la tracción de prueba (P_p). Se deberá partir de una carga mínima $P_a = 0.10 P_0$. Y se procederá a realizar 3 ciclos de carga y descarga desde P_a hasta la carga de prueba $P_p \geq 1.5 P_0$.

Para cada ciclo de carga aplicada, se debe medir el desplazamiento del micropilote hasta que se estabiliza el movimiento.

La duración mínima de observación debe ser de 30 minutos en el escalón de máxima tensión de prueba, situación en la que se comprobará que el desplazamiento nominal no supera los siguientes valores:

$$0.55 S_{\max} < S_{\text{nom}} < 0.70 S_{\max}$$

Siendo dichos valores los indicados en la tabla siguiente.

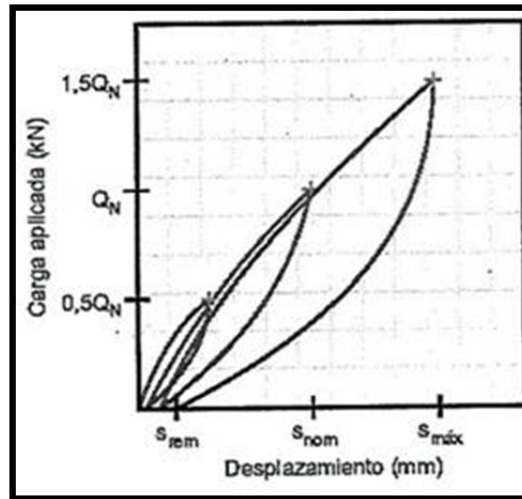


Fig 8. Valores del desplazamiento nominal.

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN

Se realizará un ensayo de adecuación en uno de los micropilotes perforado sin encamisar.



Fig 9. Ejemplo de ensayo a compresión.

La carga de diseño a compresión de los micropilotes empotrados 9 metros en sustrato es de $P_d = 79.2 \text{ T}$ y se propone realizar un ensayo que alcance una carga máxima de prueba $P_p = 120 \text{ Tn}$, que corresponde a 1.5 veces la carga de diseño del micropilote a compresión.

La carga de diseño de micropilote a compresión (de 79.2 T) es la designada como carga nominal del ensayo (P_0).

A continuación se indican los criterios para la realización del ensayo a compresión.

4.1 Ensayo de adecuación a compresión

Se pondrá en tensión el perfil tubular con un mínimo de tres incrementos de tracción iguales hasta la tracción de prueba (P_p). Se deberá partir de una carga mínima $P_a = 0.10 P_0$. Y se procederá a realizar 3 ciclos de carga y descarga desde P_a hasta la carga de prueba $P_p \geq 1.5 P_0$.

Para cada ciclo de carga aplicada, se debe medir el desplazamiento del micropilote hasta que se estabiliza el movimiento.

La duración mínima de observación debe ser de 30 minutos en el escalón de máxima tensión de prueba, situación en la que se comprobará que el desplazamiento nominal no supera los siguientes valores:

$$0.55 S_{\max} < S_{\text{nom}} < 0.70 S_{\max}$$

Siendo dichos valores los indicados en la tabla siguiente.

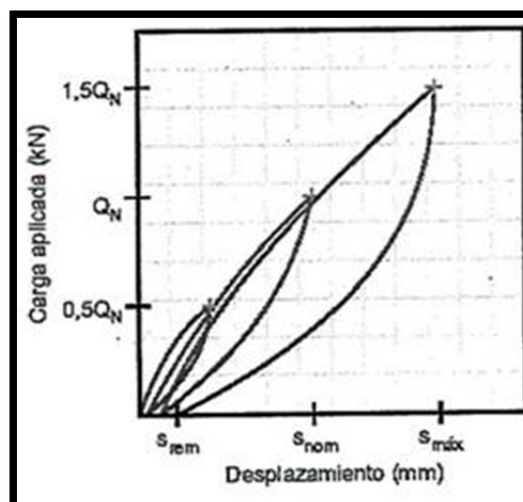


Fig 10. Valores del desplazamiento nominal.

5. MODIFICACIONES PRÁCTICAS

En nuestro caso se pretende tensar con un cilindro de émbolo hueco modelo PEGAMO TMA-15050-P con un área efectiva de presión de 226,2 cm². Las lecturas prácticas de control en el manómetro de la centralita de tesado Power Team están espaciadas 20 bares por lo que se adaptarán las lecturas a este hecho.

Para el ensayo a tracción se considerará una lectura inicial $P_a=0.10 P_0$ de 20 bar que corresponde aproximadamente a 4.5 T, se considerará una lectura al 50 % de P_0 de 120 bar que corresponde aproximadamente a 27.5 T, una lectura de P_0 de 350 bar que corresponde aproximadamente a 55 T y una lectura final máxima de 370 bar que corresponde aproximadamente a 82.5 T.

De este modo, para el ensayo a compresión se considerará una lectura inicial $P_a=0.10 P_0$ de 30 bar que corresponde aproximadamente a 6.8 T, se considerará una lectura al 50 % de P_0 de 180 bar que corresponde aproximadamente a 40.7 T, una lectura de P_0 de 350 bar que corresponde aproximadamente a 79.2 T y una lectura final máxima de 530 bar que corresponde aproximadamente a 119.9 T.

En los anejos 2 y 3 se proporciona la hoja de control previa a los ensayos de Compresión y Tracción a realizar en la presente obra.

6. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

En el momento de realizar el ensayo se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Para el ensayo a tracción, puesto que el tubo del micropilote no pasa por el interior del gato hidráulico se ha de realizar un adaptador, este adaptador roscará del micropilote de 114.3x9mm a un tubo de Titan 103/78 o similar de mayor sección.
2. Al no ser un tramo único, sino estar formado por uniones roscadas, hay que tener en cuenta la disminución del módulo elástico, ya que la hendidura de la rosca (2mm de radio y 4 mm de diámetro) presenta una sección menor que equivaldría a un tubo de 114.3x7mm, por lo que pasaríamos de tener una sección de 29.77 cm² a 23.59 cm² des del punto de vista del módulo elástico.

3. Al haber una disminución de la sección, para calcular la carga máxima que se podría aplicar al micropilote se debe considerar esta limitación.
4. El módulo elástico de micropilotes formados por uniones roscadas con manguito externo no presenta el mismo módulo elástico teórico de un tubo liso, en todo caso este módulo elástico solo se puede valorar con pruebas empíricas.

5. EQUIPOS A UTILIZAR

El ensayo de tracción se realizará mediante un cilindro de émbolo hueco (gato hidráulico) marca PEGAMO, Modelo TMA-15050-P y una centralita hidráulica marca Power Team, cuyas características se pueden observar en el anejo 6.

Tanto el manómetro de la centralita como el pie de rey utilizado para medir el alargamiento del pistón han sido calibrados por la empresa Metaltest, cuyo certificado de calibración se puede observar en el anejo correspondiente.



Fig 11. Fotografía mostrando la retirada del gato hidráulico Pegamo TMA 15015-P.



Fig 12. Centralita Power Team

GEOTEC-262 S.L. es una Entidad de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación en ensayos de Geotecnia por Declaración de Responsable con número L0600035 en la "Generalitat de Catalunya" según el Real Decreto 410/2010 del 31 de Marzo de 2010.