



PROCEDIMIENTO TECNICO INSTALACION PILOTES HELICOIDALES

Sistema de Cimentaciones Mediante Pilotes Helicoidales

Tabla de contenido

1. Objetivos	1
2. Alcance.....	1
3. Definiciones	1
4. Maquinaria, equipos y herramientas	2
4.1.Equipos y Herramientas	2
4.2.Personal	2
5. Procedimiento de trabajo	3
5.1.Instalación de las pilas helicoidales	3
5.1.1. Replanteo de los puntos de instalación	3
5.1.2. Ángulo de instalación vertical	3
5.1.3. Torque de instalación	5
5.1.4. Procedimiento de instalación	8
5.1.5. Consideraciones durante la instalación de una pila helicoidal	9
5.2.Registro del torque de instalación	10
5.2.1. Planilla de registro de instalación de una pila helicoidal	11





1. Objetivos

- Definir el procedimiento de instalación de las pilas helicoidales en función de las especificaciones técnicas y diseño de este sistema en el proyecto.
- Capacitar a todo el personal involucrado en la instalación de las pilas helicoidales y al personal interesado por parte del cliente.
- Cumplir con las especificaciones técnicas y métodos constructivos para la correcta instalación de las pilas helicoidales.

2. Alcance

El presente procedimiento está dirigido a todo el personal involucrado en la instalación de las pilas helicoidales del proyecto. Esta tarea se realiza estableciendo una secuencia lógica, que permita controlar los riesgos asociados, el cuidado a las personas, equipos y al medio ambiente.

3. Definiciones

- **Retroexcavadora, excavadora o maquinaria apropiada:** Maquinaria en la cual se monta el motor de giro o rotaria junto con el torquímetro para la instalación de las pilas helicoidales.
- **Motor de Giro o rotaria:** Aditamento que se conecta al sistema hidráulico de la máquina para generar movimientos de rotación sobre un punto específico. Este equipo es el encargado de aplicar el torque necesario para la instalación de las pilas helicoidales.
- **Torquímetro:** Equipo que mide el torque de instalación en terreno de la pila helicoidal.
- **Pilas Helicoidales:** Elemento similar a un tornillo que posee un eje tubular o cuadrado y hélices, que al ser instalado en el suelo permite resistir cargas de tracción, compresión y corte. Se compone por secciones de distintos largos o configuraciones según diseño.
- **Inclinómetro:** Herramienta digital para la medición del ángulo de instalación de una pila helicoidal.





4. Maquinaria, equipos y herramientas

4.1. Equipos y Herramientas

A continuación, se indica una lista con los principales equipos y herramientas que se utilizan durante los trabajos de instalación de las pilas helicoidales en terreno:

- Retroexcavadora o similar.
- Pilotes helicoidales.
- Motor de giro o rotaria.
- Torquímetro.
- Inclinómetro.
- Acoples.
- Herramientas varias (llaves ajustables, palas, pernos de sujeción, eslingas, etc.)

El uso de todos los elementos del listado anterior puede variar en función del proyecto, pudiéndose agregar o quitar elementos de la lista.

4.2. Personal

La cuadrilla de trabajo instruida para la instalación de los pilotes helicoidales se compone de los siguientes trabajadores:

- **Supervisor (1):** Encargado de coordinar las faenas e instruir a su cuadrilla para su correcto funcionamiento y seguridad.
- **Operador (1):** Encargado de operar la retroexcavadora o excavadora para instalar las pilas helicoidales.
- **Ayudantes o jornales (2):** Encargados de ayudar durante el montaje e instalación de las pilas helicoidales.
- **Mecánico:** Encargado de instalar los aditamentos a la retroexcavadora o excavadora para que instale las pilas helicoidales. Realiza las mantenciones preventivas y reparaciones de los equipos. El mecánico no se encuentra permanentemente en obra.





5. Procedimiento de trabajo

5.1. Instalación de las pilas helicoidales

5.1.1. Replanteo de los puntos de instalación

Los puntos de instalación corresponden a los puntos replanteados en terreno donde se instalarán cada una de las pilas helicoidales. El clavo o punto de referencia de replanteo debe quedar al interior de la sección tubular de la pila helicoidal cuando la pila se posiciona en el terreno antes de comenzar su instalación. El cumplimiento de esto permite asegurar que la pila helicoidal quedará instalada en el punto de instalación especificado en el diseño.

5.1.2. Ángulo de instalación vertical

Se define como ángulo de instalación vertical de una pila helicoidal aquel ángulo comprendido entre el eje vertical (eje en la misma dirección de la aceleración de la gravedad) y el perfil helicoidal, tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1: Ángulo de instalación vertical de una pila helicoidal.

Nota: el ángulo de instalación de una pila helicoidal también se puede lograr instalando la pila en sentido frontal a la máquina de instalación.





Este ángulo se indica en las memorias de cálculo y planos del diseño del sistema de pilas helicoidales de cada una de las estructuras del proyecto. Por lo general, los valores de este ángulo corresponden a: 0°, 5°, 10°, 15° y 20°. Este ángulo debe ser medido justo antes de iniciar y al finalizar la instalación de cada pila helicoidal en terreno mediante el uso de un inclinómetro, permitiendo una holgura hasta $\pm 5^\circ$.

5.1.2.1. Control del ángulo de instalación vertical

Se deben colocar barras guías (ej.: barras de construcción) o un trípode de nivelación a los costados del punto de instalación de la pila helicoidal durante la instalación para verificar visualmente que la pila se está instalando según el ángulo de diseño y que el operador pueda posicionar correctamente la máquina. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de uso de las barras guías durante la instalación de una pila helicoidal y una foto de un trípode de nivelación.



Figura 2: Uso de guías o barras laterales durante la instalación de una pila helicoidal (derecha) y una foto de un trípode de nivelación (izquierda).

Para ajustar con precisión el ángulo de instalación de la pila y el ángulo de las barras guías se debe utilizar una herramienta de medición de ángulo digital o similar, como se muestra en la Figura 3.





Figura 3: Herramienta de medición de ángulo digital.

5.1.3. Torque de instalación

El torque de instalación corresponde al torque que debe aplicar la rotaria o motor de giro durante la instalación de una pila helicoidal, cuyo valor puede ser medido en terreno con el uso de un torquímetro como el que se muestra en la Figura 4 o similar. Este torque debe ser registrado en terreno para cada una de las pilas/secciones helicoidales instaladas.



Figura 4: Torquímetro.

Se debe llevar un registro detallado del torque aplicado durante la instalación de una pila helicoidal, para lo cual previamente se deben realizar marcas cada 1 [ft] (30.5 [cm] aprox.) a lo largo de toda las secciones/pilotes con el uso de una pintura aerosol y una huincha de medir. El supervisor debe registrar el torque durante la etapa de instalación de la pila helicoidal cuando cada una de las marcas realizadas previamente se ubique justo a nivel de terreno natural a medida que se profundiza la pila helicoidal. En la Figura 5 se muestra una foto de una pila helicoidal marcada según las especificaciones del sistema y su posterior instalación.





Figura 5: Pilote helicoidal marcado cada 1 [ft] a lo largo de toda su extensión (derecha) y pilote helicoidal marcado durante su instalación (izquierda).

Existe un torque de instalación mínimo que asegura que la pila helicoidal logre desarrollar la capacidad de carga mínima requerida por diseño. El torque mínimo de instalación de cada pila helicoidal lo define el área de ingeniería durante la etapa de diseño del sistema, según las solicitaciones de las estructuras, la configuración de las pilas y el tipo de suelo.

Para verificar que la pila helicoidal instalada superó el torque mínimo de instalación se debe calcular el promedio de las últimas tres lecturas del torque medidas y verificar si su valor supera al torque mínimo requerido por diseño. Este valor calculado se denomina “torque promedio” o “torque de instalación”.



También existe un torque de instalación máximo admisible que asegura que la sección tubular de la pila helicoidal no falle por torsión, cuyo valor no debe ser superado durante la instalación de ninguna pila helicoidal. **Considerando el pilote propuesto para este Proyecto, el torque de instalación máximo que resiste la pila helicoidal (RS 3500.368") es de 27,000 [lb*ft].**

5.1.4. Procedimiento de instalación

A continuación, se describe el procedimiento típico de instalación de una pila helicoidal:

1. Se identifica visualmente el punto de instalación de la pila helicoidal.
2. Se posicionan sobre el suelo todas las extensiones que conforman la pila helicoidal completa a instalar.
3. Se realizan marcas cada 1 [ft] (30.5 [cm]) a lo largo de toda la pila con el uso de una pintura aerosol y una huincha de medir o similar.
4. Se posiciona la máquina frente al punto de instalación.
5. Se conecta a la rotaria la 1° extensión de la pila helicoidal.
6. Se posiciona el extremo libre de esta 1° extensión sobre el punto de instalación.
7. Se procede a instalar la 1° extensión de la pila helicoidal.
8. Se debe registrar el torque de instalación durante toda la etapa de instalación de la pieza en cada una de las marcas realizadas previamente sobre la pila, justo cuando estas marcas se ubiquen al nivel de terreno natural, como se describe en la sección 5.1.2.
9. Tras terminar de instalar la 1° extensión, se desconecta y luego se conecta la 2° extensión a la rotaria. Luego, se conecta la 2° extensión a la pieza que está instalada en terreno.
10. Se procede a instalar la 2° extensión de la pila helicoidal y se debe continuar registrando el torque de instalación como se describe en la sección 5.1.2. En todo momento se debe verificar si se logra superar el torque mínimo requerido mediante el cálculo del promedio de las últimas tres lecturas de torque. También, se debe tomar precaución de nunca superar el torque máximo admisible de la pila.
11. Tras terminar de instalar la 2° extensión, se debe desconectar la rotaria de la pila instalada. Según lo definido por el área de ingeniería, se puede iniciar la instalación de la 3° extensión repitiendo lo descrito en los puntos 9 y 10 para esta nueva extensión, o se finaliza la instalación y se continúa este procedimiento a partir del punto 13.





12. Según lo definido por el área de ingeniería, se procede a instalar el resto de las extensiones que conformarán la pila helicoidal.

13. Tras finalizar la instalación de la pila helicoidal, se debe desconectar la rotaria de la pila helicoidal.

14. Se debe registrar la cantidad y tipo de extensiones que se utilizaron para conformar la pila helicoidal instalada.

15. Se moviliza la retroexcavadora al siguiente punto de instalación y se repite este procedimiento a partir desde el punto 1.

5.1.5. Consideraciones durante la instalación de una pila helicoidal

A continuación, se muestran algunas de las consideraciones que se deben tener presente durante la instalación de una pila helicoidal:

- Si por procedimiento se necesita instalar una segunda, tercera, cuarta o más extensión libre, la instalación de cualquiera de estas extensiones se puede detener a cualquier profundidad siempre y cuando el promedio de las últimas 3 lecturas consecutivas (3 últimos pies registrados durante la instalación) sea mayor al torque mínimo requerido por diseño.
- Si durante la instalación de una pila helicoidal se detecta una roca o un material lo suficientemente rígido tal que no permita continuar con la instalación, entonces se debe finalizar la instalación de esa pila e informar al área de ingeniería.
- Durante la instalación de una pila helicoidal **NUNCA** se debe exceder el torque máximo admisible de la pila helicoidal, cuyo valor lo indica el ingeniero de proyecto y se define en la etapa de diseño del proyecto.

Antes de ejecutar alguna de estas acciones en terreno, se debe informar al área de ingeniería para evaluar esta situación.

5.2. Registro del torque de instalación

Como se menciona en el procedimiento, durante la instalación de cada pila helicoidal se debe registrar el torque de instalación en profundidad, utilizando la planilla mostrada en la Figura 6. Este registro permite apreciar cómo varía la compacidad y/o consistencia del terreno en profundidad y define las profundidades donde se alcanzan los torques mínimos requeridos por diseño.





El registro del torque de instalación corresponde al control de calidad que se realiza a cada una de las pilas helicoidales, ya que entrega una descripción detallada de la configuración de la pila, los torques de instalación alcanzados y los ángulos de instalación vertical medidos. Como se muestra en las memorias de cálculo del sistema de pilas helicoidales, el torque de instalación permite determinar empíricamente la capacidad de soporte que otorgaría una pila helicoidal en el terreno.

5.2.1. Ejemplo de Planilla de registro de instalación de una pila helicoidal

REGISTRO DE INSTALACION DE PILOTE HELICOIDAL						
Empresa					Fecha	
Proyecto:						
Estructuras:						
Ubicación:						
Torque Min. (lb*ft):						
Fecha:						
Hr. Inicio						
Hr. Final						
Prof (ft)	Torque (lb*ft)	Extension Tipo (L/E)	Prof (ft)	Torque (lb*ft)	Extension Tipo (L/E)	Sector
1			28			No. Estructura
2			29			No. Pila
3			30			Torque Final (lb*ft)
4			31			Torque Promedio (lb*ft)
5			32			
6			33			No
7			34			Tipo Extension
8			35			Total
9			36			
10			37			
11			38			
12			39			
13			40			
14			41			
15			42			
16			43			
17			44			
18			45			
19			46			
20			47			
21			48			
22			49			
23			50			
24			51			
25			52			
26			53			
27			54			
Observaciones						
Elaborado Por			Revisado Por			
Firma			Firma			

