



MANUAL DE DISEÑO DE INGENIERÍA HELICAL ANCHORS INC.





TABLA DE CONTENIDO

Definición de Términos	4
Introducción	6
Ventajas	6
Características Únicas	7
Descripción	8
Instalación	8
Aplicaciones	9
Guía de Diseño	9
Predicción de la Capacidad	9
Capacidad de Carga Individual	10
Suelo No Cohesivo	11
Suelo Cohesivo	15
Áreas proyectadas de las placas helicoidales	18
Torque vs. Capacidad	19
Separación, “X”	23
Resistencia Última por Fricción Superficial	23
Método α	23
Método λ	24
Método β	24
Consideraciones para Anclajes Helicoidales de Retención (Tiebacks)	25
Ejemplo de Diseño 1 – Suelo Cohesivo	26
Ejemplo de Diseño 2 – Suelo No Cohesivo	28
Procedimiento	32
Longitud	33
Conexión a la Estructura	33
Prueba de Carga	33





Torsional Resistance	34
Limpieza (Clean Up)	34
Introducción	36
Ventajas de los Push Piers	36
Descripción	36
Instalación	37
Aplicaciones	37
Guía de Diseño (Design Guide)	38
Predicción de la Capacidad	38
Exposición de la Cimentación	44
Instalación del Soporte	44
Soporte de Pilote de 2 Piezas Bajo la Zapata	44
Soporte de Placa de Pilote de 2 Piezas	45
Conducción de las Secciones del Pilote (Driving Pier Sections)	45
Corte de la Sección Final del Pilote (Cutting Final Pier Section)	45
Transferencia de Cargas a los Pilotes (Transferring Loads to Piers)	46
Limpieza	47
Introducción	49
Resistividad del Suelo	49
pH del Suelo	52
Galvanización con Zinc	52
Datos Técnicos del Anclaje Helicoidal	55
Especificaciones del Producto	55
Referencias	71





DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Resistencia – Una fuerza desarrollada en oposición a una carga aplicada a un sistema estructural.

Capacidad – La resistencia máxima que un sistema puede movilizar; usualmente se utiliza en relación con la capacidad de un sistema suelo/estructura para soportar cargas. También se conoce como resistencia última.

Resistencia (Strength) – La resistencia máxima que un miembro o ensamblaje estructural puede movilizar sin considerar la capacidad del suelo para soportar la carga.

Carga de diseño – La carga especificada para la cual debe diseñarse un sistema estructural. Está relacionada con, pero puede no ser la misma que, la carga máxima que se espera que el sistema experimente durante su vida útil.

Carga admisible – La carga máxima que puede aplicarse a un sistema estructural mientras se mantiene un margen de seguridad apropiado para manejar sobrecargas, variaciones en los materiales y la construcción, factores ambientales y otras condiciones perjudiciales no especificadas, pero razonablemente previsibles.

Margen de seguridad (Factor de seguridad) – El margen de seguridad es la diferencia entre la capacidad real de rendimiento de un sistema y su requerimiento de diseño. El factor de seguridad es la relación entre la capacidad real de rendimiento y el requerimiento de diseño.

Cargas – Fuerzas u otras acciones que resultan del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, movimiento diferencial y cambios dimensionales restringidos.

Último (Ultimate) – Describe la carga máxima que puede ser soportada por un miembro estructural o sistema suelo/estructura bajo condiciones específicas, o la deflexión que corresponde con esa carga.

Fluencia (Yield) – Describe una carga, resistencia o deflexión, en la cual una estructura deja de comportarse elásticamente.

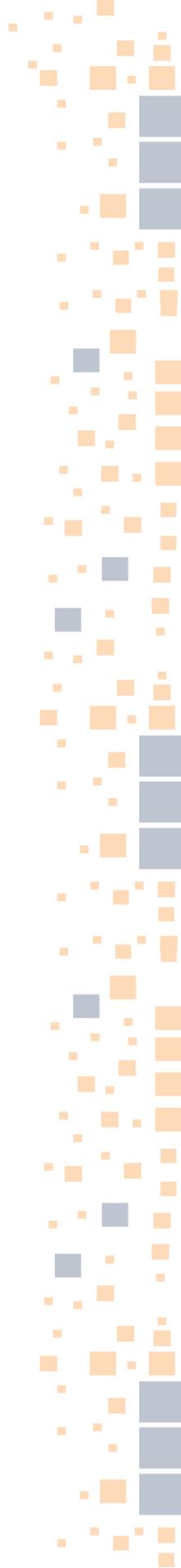




HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

MANUAL DE DISEÑO DE ANCLAJES HELICOIDALES

SECCIÓN 1





Introducción

Los primeros usos documentados de anclajes helicoidales fueron realizados por un ingeniero irlandés, Alexander Mitchell, quien los utilizó para soportar un faro. Las pilas de tornillo no eran populares porque se requería la fuerza de muchos hombres para producir el torque necesario. Con el paso de los años, las pilas de tornillo fueron mejoradas e incrementadas, especialmente cuando los motores de torque estuvieron disponibles. Las pilas de tornillo se han convertido en ideales para muchas aplicaciones y su popularidad ha aumentado hasta el punto en que cualquier contratista capacitado puede instalarlas de forma rápida y sencilla en la actualidad. Las pilas de tornillo, también conocidas como anclajes helicoidales, son convenientes para el fácil acceso en sitios de construcción que son inaccesibles para equipos más grandes.

Helical Anchors Inc., con más de 30 años de experiencia en la industria de perforación de suelos, aporta nuevas soluciones a la industria de la estabilización de suelos y cimentaciones. Helical Anchors Inc., una empresa familiar y operada por sus propietarios, aplica su tecnología de punta y experiencia para cambiar la manera en que la industria de la construcción instala pilotes/anclajes de cimentación. Nuestra superior elección de materias primas, nuestro “nuevo” diseño y técnicas de fabricación hacen que nuestros anclajes sean los anclajes del futuro.

VENTAJAS

Los anclajes helicoidales ofrecen muchas ventajas sobre los métodos tradicionales de cimentación. La ventaja más importante es que el sistema helicoidal puede utilizarse en condiciones donde otros sistemas de cimentación simplemente no funcionan. Por ejemplo, en un área de acceso restringido, los anclajes helicoidales pueden instalarse sin perturbar las estructuras existentes. En suelos blandos o sueltos, los anclajes helicoidales ofrecen capacidades de carga más altas que las cimentaciones convencionales.

Las ventajas adicionales incluyen:

- **Instalación rápida:** la instalación de los anclajes helicoidales toma una fracción del tiempo requerido para los sistemas convencionales.
- **No se necesita excavación:** los anclajes helicoidales se atornillan al suelo sin necesidad de excavar.
- **Carga inmediata:** no hay necesidad de esperar por el curado del concreto; las cargas pueden aplicarse inmediatamente después de la instalación.
- **Sin vibración:** el proceso de instalación no causa vibración, lo que lo hace ideal para sitios sensibles.
- **Fácil de remover:** en aplicaciones temporales, los anclajes helicoidales pueden retirarse fácilmente.





- Económico: el sistema requiere menos mano de obra, equipo y tiempo, lo que resulta en un menor costo total.
- Verificable: el torque de instalación puede correlacionarse con la capacidad de carga, proporcionando una verificación directa del rendimiento.

CARACTERÍSTICAS ÚNICAS

Helical Anchors, Inc. ha desarrollado nuevas formas de fabricación con materias primas superiores que hacen que nuestros productos sean los mejores del mercado.

- Ejes de tubo sin costura con alta resistencia a la tracción que proporcionan a nuestros productos una mayor resistencia a la torsión que nuestros competidores. Esto permite la instalación en estratos de suelo más resistentes para una mayor capacidad de carga. Los productos de Helical Anchors, Inc. tienen las calificaciones de torque más altas de la industria.
- Nuestras conexiones telescópicas están mecanizadas con precisión CNC para lograr una conexión más fuerte.
- Las conexiones están soldadas por inercia, lo que permite un diseño aerodinámico de una sola pieza.
- Placas de soporte helicoidales de alta resistencia, combinadas con los ejes de alta resistencia a la torsión, permiten mayores cargas de compresión que las de nuestros competidores.
- Galvanizado de calidad (proceso de inmersión en caliente) para una mayor resistencia a la corrosión subterránea.





DESCRIPCIÓN

Un anclaje helicoidal es un eje de acero con una o más placas helicoidales soldadas a su alrededor. Los anclajes helicoidales se consideran cimientos profundos y pueden ser utilizados para soportar cualquier tipo de carga. En palabras simples, es un tornillo con una rosca discontinua y un paso uniforme.

El eje central está fabricado de tubo de acero sin costura Grado 80, lo que proporciona a nuestros productos una resistencia mayor que la de la competencia. Helical Anchors, Inc. ofrece una amplia variedad de tamaños de ejes para cualquier tipo de aplicación. Los tamaños de ejes y placas helicoidales disponibles se muestran en el Apéndice A. Las secciones del eje pueden fabricarse en diversas longitudes que varían de 36" a 240", dependiendo de los requerimientos del proyecto. Los acoplamientos están soldados por inercia a los extremos del eje para permitir la unión de extensiones y así lograr una penetración más profunda en el terreno cuando sea necesario.

Las placas helicoidales se fabrican con acero Grado 50. Varían de 6" a 16" de diámetro y tienen un espesor de 3/8" a 1", dependiendo de los requerimientos del proyecto. El número y tamaño de las placas helicoidales pueden variar para ajustarse a las condiciones del suelo y a la capacidad requerida del anclaje.

Cuando se incluyen múltiples placas en un solo anclaje, estas se posicionan de manera que ninguna placa sea más pequeña que la anterior.

El paso nominal de cada hélice es de tres pulgadas y para asegurar que cada una desarrolle su capacidad completa, cada placa sucesiva se coloca por encima de la anterior a una distancia igual a tres veces el diámetro de la placa precedente.

INSTALACIÓN

Un anclaje helicoidal es similar a un tornillo de madera, con la diferencia obvia de que el anclaje helicoidal tiene roscas discontinuas y ampliamente espaciadas. Los anclajes helicoidales se atornillan en el suelo, asegurándose de que penetren a una velocidad de aproximadamente una longitud de paso (3 pulgadas) por revolución.

Hay dos formas en que los anclajes helicoidales pueden instalarse; una de ellas es utilizando equipo montado en máquina y la otra es de forma manual.

Para un procedimiento de instalación detallado y extenso, consulte la sección de la guía de operaciones de este manual.



Figura 1 Sección principal





APLICACIONES

El propósito principal de un anclaje helicoidal es transferir cargas estructurales al suelo. Hoy en día, los anclajes helicoidales se utilizan para una variedad de aplicaciones en cargas de tracción, compresión y laterales. Las aplicaciones típicas de tracción de los anclajes helicoidales incluyen:

- Anclajes de sujeción para postes y torres,
- Anclajes de retención (tiebacks) para muros de contención temporales o permanentes, y
- Anclajes de amarre para cimentaciones.
- También pueden utilizarse para:
- Recalce de cimentaciones para levantar fundaciones hundidas,
- Como elementos de cimentación profunda para soportar pasarelas y andadores, y
- Soportes de paneles inclinados tipo tilt-up.

Además, los anclajes helicoidales se han convertido en una opción preferida para aplicaciones con carga lateral, incluyendo:

- Estabilización de taludes,
- Postes,
- Torres y
- Cercas.

GUÍA DE DISEÑO

Predicción de la Capacidad

La capacidad se define aquí como la carga máxima que un sistema de cimentación/suelo puede soportar. La capacidad de carga de un anclaje helicoidal varía dependiendo de muchos factores como:

- Propiedades y condiciones del suelo,
- Características de diseño del anclaje,
- Parámetros de instalación, y
- Tipo de carga (tensión, compresión, cortante y/o vuelco).

Las ecuaciones utilizadas para predecir la capacidad de los anclajes helicoidales en tensión y/o compresión se basan en la suposición de que los anclajes actúan como cimientos profundos. Esto requiere que las placas de soporte estén empotradas a cierta profundidad mínima por debajo de la superficie del terreno.

Sin embargo, después de muchos años de estudio, los investigadores todavía no han llegado a un acuerdo sobre cuáles deben ser esos requisitos de profundidad. Helical Anchors, Inc. recomienda que cada hélice esté empotrada al menos a tres pies (≈ 0.91 m) de profundidad vertical y a seis veces su propio diámetro, medido a lo largo del eje desde la superficie del suelo.





Capacidad de Carga Individual

En el método de carga individual, la capacidad se determina calculando la resistencia última de soporte del suelo en cada hélice y multiplicándola por el área proyectada de la hélice. La capacidad total de un sistema multi-hélice es entonces la suma de las capacidades individuales.

La ecuación general utilizada para calcular la capacidad de carga de una sola placa helicoidal es la siguiente:

Ecuación 1

$$Q_u = A_h(cN_c + q'N_q + 0.5\gamma'BN_\gamma)$$

Donde:

Qu= Capacidad última (lbs)

Ah= Área proyectada de la placa helicoidal (ft²)

c= Cohesión del suelo (lb/ft²)

Nc= Factor de capacidad de carga para cohesión (adimensional)

q'= Presión efectiva del recubrimiento (lb/ft²)

Nq= Factor de capacidad de carga para recubrimiento (adimensional)

γ'= Peso unitario efectivo del suelo (lb/ft³)

B= Ancho de la cimentación (ft)

Nγ= Factor de capacidad de carga (adimensional)

De acuerdo con Bowles (1988) respecto a la Ecuación 1 (arriba); el término de ancho de base $0.5\gamma'BN_\gamma$ puede ser omitido con un error insignificante cuando $B < 3$ a 4 m. Dado que el ancho de un anclaje helicoidal nunca excederá este límite, la ecuación resultante para una hélice individual entonces es la siguiente:

Ecuación 2

$$Q_u = A_h(cN_c + q'N_q)$$

Cuando se trata de un anclaje multi-hélice, se usa la misma Ecuación 2 anterior con la diferencia de que, en lugar de ser solo un área proyectada, será la suma de todas las áreas proyectadas.





El espaciado entre cada hélice para anclajes multi-hélice es de gran importancia, ya que deben estar suficientemente separadas para que cada placa helicoidal pueda desarrollar su capacidad completa sin superposición.

Helical Anchors Inc. ha determinado que las placas helicoidales deben estar separadas tres veces el diámetro de la hélice inferior (mostrado en la Figura 2).

La fricción a lo largo del eje generalmente se ignora al tratar con ejes sólidos porque la pequeña área superficial por pie de longitud creará una fuerza de resistencia insignificante que afecte la capacidad total.

Sin embargo, la resistencia por fricción puede considerarse para ejes huecos circulares, ya que tienen mayor área superficial por pie de longitud, desarrollando mayor resistencia que los ejes sólidos.

Comúnmente, el suelo no es homogéneo a lo largo de toda la profundidad requerida de instalación; se debe realizar un análisis del comportamiento del suelo para poder calcular la capacidad última teórica.

El comportamiento del suelo varía considerablemente dependiendo de las condiciones del sitio. Típicamente, el suelo puede simplificarse en:

Suelo no cohesivo

Suelo cohesivo

SUELO NO COHESIVO

La cohesión es el término que usamos para referirnos a la resistencia al corte que existe en ausencia de esfuerzos de compresión. En los suelos no cohesivos como la arena y la grava, la resistencia al corte existe solo en presencia de esfuerzo de compresión. Debido al hecho de que la cohesión es cero ($c = 0$), la capacidad última puede determinarse con la siguiente ecuación, donde se elimina el primer término de la Ecuación 2.

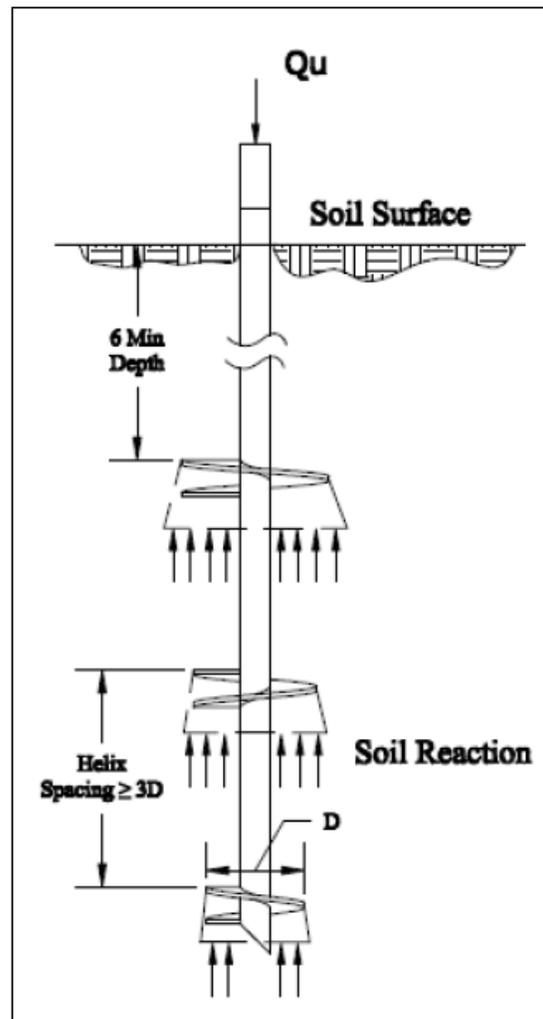


Figura 2 Diagrama de Resistencia de capacidad de carga



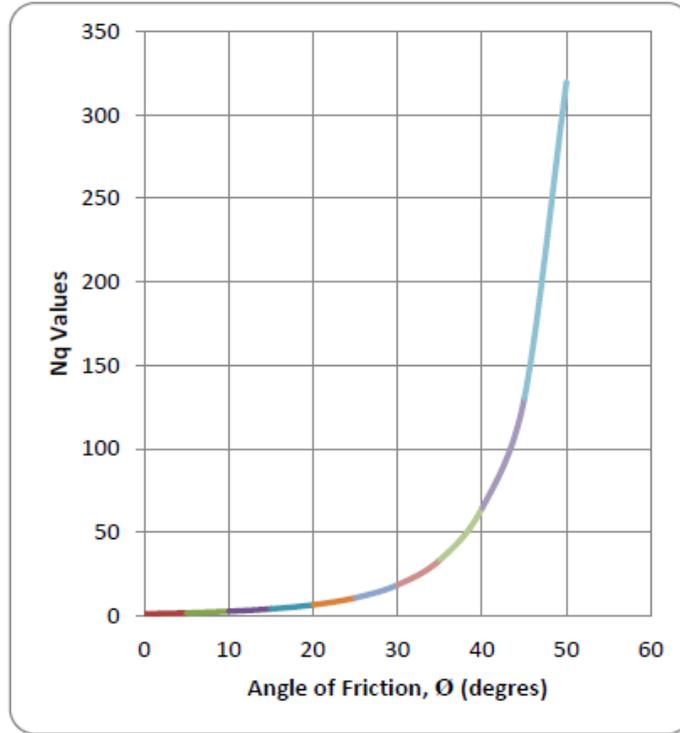


Figura 3 Factor de capacidad de carga, N_q

Ecuación 3

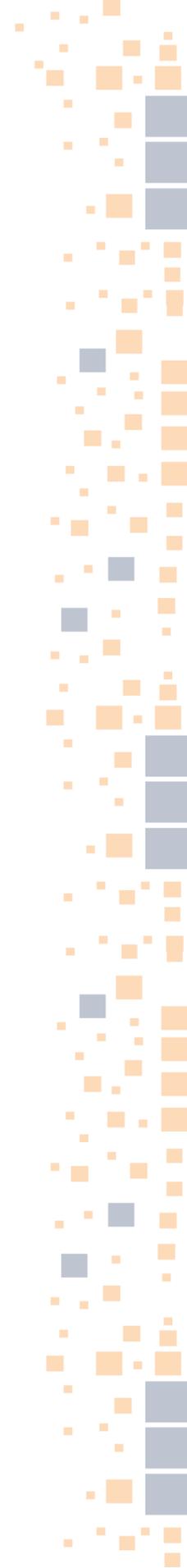
$$Q_u = A_h \cdot q' \cdot N_q$$

La presión efectiva de recubrimiento, q' , es la suma de los pesos unitarios efectivos del suelo en los estratos superiores multiplicados por el espesor de esos estratos.





Tabla 1 Propiedades Generales del Suelo No Cohesivo (ASCE 1996)





Densidad del Suelo/Descripción	Densidad Relativa “%”	Golpes SPT “N”	Ángulo de Fricción Interna Φ	Peso Unitario (lb/ft ³)
Muy Suelto	0 – 15	0 – 4	< 28	< 100 (Húmedo) / < 60 (Sumergido)
Suelto	16 – 35	5 – 10	28 – 30	95 – 125 / 55 – 65
Medianamente Denso	36 – 65	11 – 30	31 – 36	110 – 130 / 60 – 70
Denso	66 – 85	31 – 50	37 – 41	110 – 140 / 65 – 85
Muy Denso	86 – 100	> 51	> 41	> 130 / > 75





Nota: Cuando el suelo está por debajo del nivel freático, las fuerzas de flotación reducen las fuerzas de contacto entre las partículas del suelo, disminuyendo el efecto del recubrimiento. El peso unitario efectivo del suelo por debajo del nivel freático es el peso unitario saturado del suelo menos el peso unitario del agua.

El factor de capacidad de carga N_q varía en función del ángulo de fricción interna del suelo, que puede encontrarse en la Tabla 1 anterior junto con la descripción de la densidad del suelo. Helical Anchors Inc. recomienda la relación proporcionada en la Figura 3 para los valores de N_q al utilizar sus anclajes helicoidales.

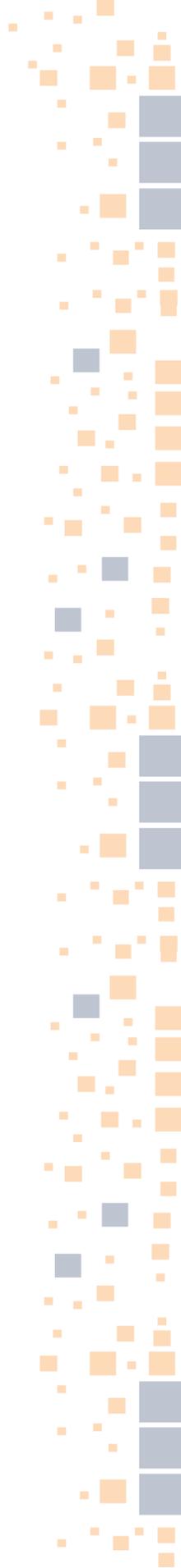
SUELO COHESIVO

El suelo cohesivo, como la arcilla, está compuesto por partículas que se adhieren entre sí incluso en ausencia de esfuerzos de compresión. Al trabajar con este tipo de suelo bajo cargas de corto plazo, el segundo término de la ecuación 2 se elimina porque, bajo tales condiciones, el ángulo de fricción interna, ϕ , del suelo es muy pequeño.





Tabla 2 Propiedades Generales del Suelo Cohesivo (según ASCE 1996)





Consistencia del Suelo	Descripción	Conteo de Golpes SPT "N"	Resistencia al Corte no Drenada "c" – lb/ft ²	Peso Unitario Saturado (psf)
Muy Blando		0 – 2	< 250	< 100 – 110
Blando		3 – 4	250 – 500	100 – 120
Firme		5 – 8	500 – 1,000	110 – 125
Rígido		9 – 16	1,000 – 2,000	115 – 130
Muy Rígido		16 – 32	2,000 – 4,000	120 – 140
Duro		> 32	> 4,000	> 130





Helical Anchors, Inc. recomienda un factor de capacidad de carga $N_c N_{cNc}$ de 9. La ecuación general se simplifica a:

Ecuación 4

$$Q_u = \sum A_H \cdot c \cdot N_c$$

Donde:

$\sum A_H$ = Suma del área proyectada de las hélices

c = valor de cohesión

La resistencia al corte no drenada, “c” o valor de cohesión, es la cantidad máxima de esfuerzo cortante que puede aplicarse sobre el suelo antes de que este ceda o falle. Al tratar con suelos cohesivos, como se observa en la Tabla 2 anterior, la resistencia al corte no drenada aumenta proporcionalmente con la consistencia del suelo, lo cual incrementa la capacidad de carga.

Áreas proyectadas de las placas helicoidales

El área proyectada de una hélice individual es el área de la placa helicoidal menos el área de la sección transversal del eje. Como se muestra en la Ecuación 4, la suma de las áreas proyectadas totales es necesaria para determinar la capacidad de un anclaje helicoidal. La Tabla 3 a continuación proporciona las áreas de las placas helicoidales en pies cuadrados para varios diámetros de eje.

Tabla 3 Áreas proyectadas – ft²

Shaft Diameter	Helical Plate Diameter				
	8" Dia.	10" Dia.	12" Dia.	14" Dia.	16" Dia.
2-3/8"	0.318	0.515	0.755	1.038	1.365
2-7/8"	0.304	0.500	0.740	1.024	1.351
3-1/2"	0.282	0.479	0.719	1.002	1.329
4-1/2"	0.239	0.435	0.675	0.959	1.286
5"	0.213	0.409	0.649	0.933	1.260
5-1/2"	----	0.380	0.620	0.904	1.231
6-5/8"	----	0.306	0.546	0.830	1.157
7"	----	----	0.518	0.802	1.129

Las placas helicoidales pueden cortarse hasta un ángulo máximo de 90 grados para mejorar la penetración en suelos rocosos. Helical Anchors recomienda un ángulo de aproximadamente 60 grados y no más de un máximo de 90 grados, debido a limitaciones de soldadura entre la placa y el eje. Las áreas proyectadas se reducirán en aproximadamente un 20-25% dependiendo del ángulo de corte. El área reducida de la hélice debe ser tomada en cuenta al diseñar.





También se debe tener en cuenta la capacidad última de cada placa helicoidal y la soldadura placa/eje al realizar un diseño preliminar. La mayoría de las placas helicoidales de Helical Anchors han sido probadas en nuestras instalaciones y se ha encontrado que alcanzan sus resistencias últimas antes de que se alcancen cualquiera de los estados límite de servicioabilidad relevantes establecidos por el documento AC 308 del International Code Council Evaluation Service. Las resistencias últimas para las combinaciones de diámetro del eje y tamaño de la placa que han sido probadas se muestran en la Tabla A3 del Apéndice A.

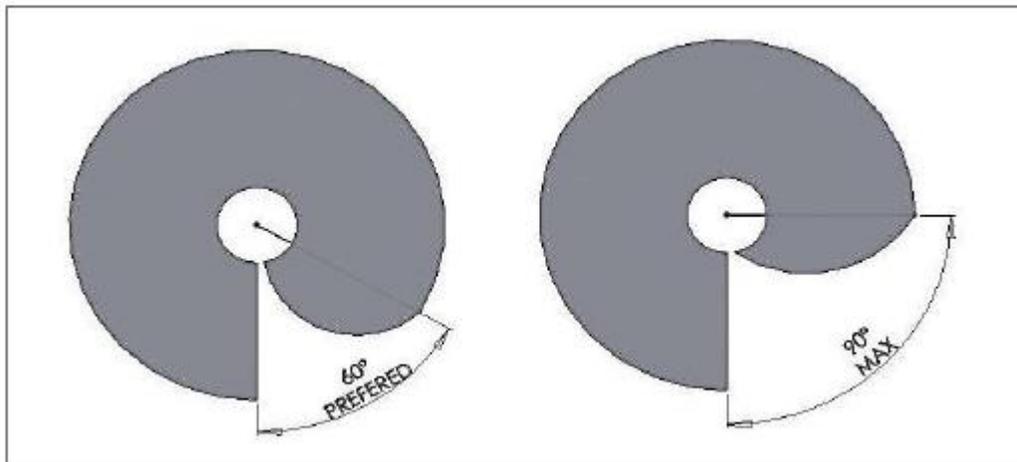


Figura 4 Placas helicoidales alternativas para suelos rocosos

Torque vs. Capacidad

El método de torque vs. capacidad del anclaje fue desarrollado hace muchos años cuando los ingenieros notaron una relación entre el torque aplicado durante la instalación del anclaje y la capacidad de carga del anclaje instalado. Este método ha sido utilizado durante muchos años para verificar la capacidad de carga durante la instalación. Usando este método, se multiplica la resistencia torsional efectiva encontrada durante la instalación del anclaje helicoidal por un factor empírico K_t para determinar el límite de carga en compresión o la resistencia a la extracción del anclaje. La ecuación de torque vs. capacidad del anclaje se muestra a continuación.

$$Q_u = K_t \cdot T$$

Donde:

K_t = Factor Empírico de Torque

T = Resistencia Torsional Efectiva

El factor empírico de torque está relacionado con la fricción durante la instalación; por lo tanto, no es un número único. Varía de 3 a 20 dependiendo del tamaño y forma del eje, propiedades del suelo, número de placas helicoidales y sus tamaños. A menos que el valor del factor K_t se proporcione a partir de una prueba





de carga, Helical Anchors Inc. recomienda los valores empíricos dados en la Tabla 4. Los valores empíricos Kt proporcionados en la Tabla 4 pueden variar dependiendo de las condiciones del suelo. Usualmente, cuando se trabaja con suelos sueltos o sensibles, los valores resultantes son más bajos que los mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4 Valores empíricos del factor de torque Kt

Diámetro del eje	Factor empírico Kt
2-3/8"	9 – 10
2-7/8"	8 – 9
3-1/2"	7 – 8
4-1/2"	6 – 7
5"	6 – 7
5-1/2"	5 – 6
6-5/8"	4 – 5
7"	4 – 5

Nota: Verificar la capacidad última realizando una prueba de carga en campo para cualquier proyecto crítico.

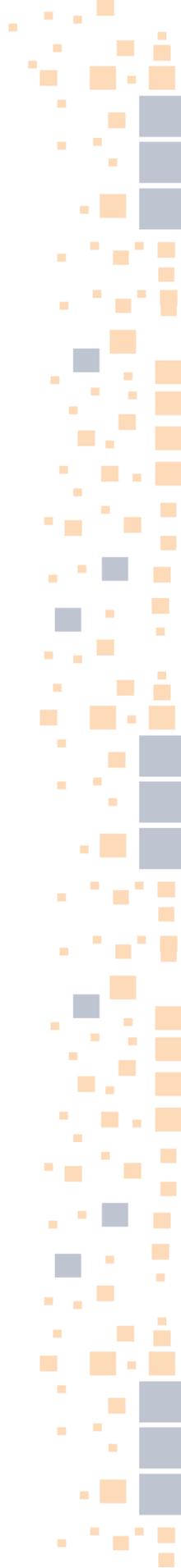
Helical Anchors, Inc. utiliza una máquina de torque interna para probar muestras representativas de cada diseño de anclaje para determinar la resistencia torsional última. La Tabla 5 a continuación proporciona algunas de nuestras calificaciones de producto obtenidas a partir de estos resultados de pruebas de laboratorio. La Tabla A1 en el Apéndice A proporciona una tabla más extensa de nuestras calificaciones y especificaciones de productos.





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

Tabla 5 Calificaciones del Eje de Helical Anchors, Inc.





Producto de Helical Anchors	Tamaño del Eje (in)	Espesor de Pared (in)	Resistencia Última a Tensión (lbs)	Índice de Compresión (lbs)	Resistencia Torsional Última (ft-lb)
TS238190	2.375	0.190	125,000	100,000	6,500
TS238254	2.375	0.254	125,000	135,000	9,000
TS278217	2.875	0.217	180,000	140,000	13,000
TS278276	2.875	0.276	180,000	180,000	16,000
TS312254	3.500	0.254	250,000	210,000	18,000
TS312368	3.500	0.368	250,000	290,000	27,000
TS412250	4.500	0.250	275,000	260,000	30,000
TS412337	4.500	0.337	360,000	350,000	48,000





Nota: Las capacidades listadas en la Tabla 5 para tensión y compresión son calificaciones mecánicas.

Separación, “X”

La ecuación que se muestra a continuación puede utilizarse para determinar la separación requerida de centro a centro de los anclajes helicoidales usados para soportar zapatas corridas.

Ecuación 6

$$X = \frac{Q_u}{\left(\frac{P}{FS}\right)}$$

Donde:

Qu= Capacidad última de los anclajes

P= Carga distribuida sobre la zapata

FS= Factor de seguridad

Una vez que se conoce la separación, el número de anclajes helicoidales necesarios se encuentra dividiendo la longitud total del muro entre la separación requerida.

Resistencia Última por Fricción Superficial

Existen tres métodos principales para determinar la resistencia última por fricción superficial, conocidos como los métodos α , β y λ . Los tres métodos utilizan la misma ecuación básica, siendo la diferencia la forma en que se calcula la resistencia unitaria f_s .

Ecuación 7:

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

Donde:

Qs = resistencia última por fricción superficial (lb)

As= área efectiva de la superficie del pilote sobre la cual f_s puede considerarse constante (ft²)

fs= resistencia unitaria por fricción superficial (psf)

El área efectiva de superficie A_s es simplemente la circunferencia por la longitud sobre la cual se considerará constante f_s .

MÉTODO A

El método α utiliza una modificación del criterio de falla de Mohr-Coulomb para calcular f_s como:

Ecuación 8:





$$f_s = \alpha c + qv'K_s \tan \delta$$

Donde:

α = factor de cohesión

c = cohesión promedio para la longitud ΔL de interés

qv' = esfuerzo vertical efectivo promedio para ΔL de interés

K_s = coeficiente promedio de presión lateral del terreno para ΔL de interés

φ' = ángulo de fricción efectivo promedio para ΔL de interés

MÉTODO A

Un método alternativo para obtener la resistencia por fricción superficial fue introducido por Vijayvergiya y Focht (1972).

Ecuación 9:

$$f_s = \lambda(qv' + 2s_u)$$

Donde:

qv' = esfuerzo vertical efectivo promedio para ΔL de interés

s_u = resistencia al corte no drenada para ΔL de interés

λ = coeficiente

MÉTODO B

Una mejor correlación entre pruebas de carga y capacidad de pilotes utilizando parámetros de esfuerzo efectivo fue propuesta por organizaciones que han reanalizado datos existentes y los han complementado con pruebas recientes.

Ecuación 10:

$$f_s = qv'K_s \tan \delta$$

$$f_s = \beta qv'$$

Donde:

qv' = esfuerzo vertical efectivo promedio para ΔL de interés

K_s = coeficiente promedio de presión lateral del terreno para ΔL de interés

φ' = ángulo de fricción efectivo promedio para ΔL de interés

$\beta = K_s \cdot \tan(\varphi')$





Consideraciones para Anclajes Helicoidales de Retención (Tiebacks)

Los anclajes de retención están diseñados para proporcionar soporte contra las fuerzas laterales generadas por el suelo. Una de las aplicaciones más comunes para los anclajes de retención es en muros de contención, ya sean muros temporales o permanentes.

Nota: Debe realizarse un análisis adecuado del suelo antes de la instalación. Si las condiciones del suelo son desconocidas, debe asumirse la presencia de presión de agua.

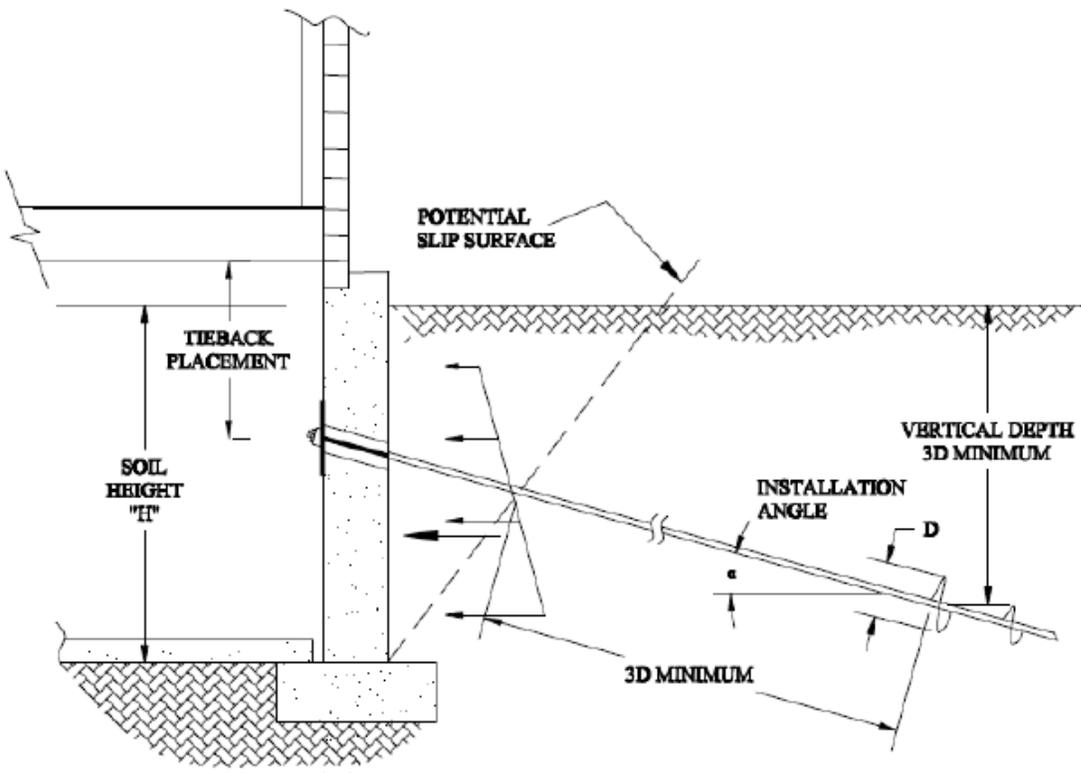


Figura 5 Aplicación de Anclaje de Retención

La capacidad última se calcula utilizando la misma ecuación general de capacidad de carga mostrada anteriormente (Ecuación 2), tomando en cuenta los siguientes requisitos:

La colocación vertical del anclaje de retención depende de la altura del suelo contra el muro.

Helical Anchors Inc. recomienda que los anclajes de retención se instalen cerca de cualquier grieta horizontal en el muro.





En caso de que se necesite más de un nivel de anclajes de retención, normalmente la ubicación del primer nivel se sitúa entre el 20% y el 50% de la distancia desde la superficie hasta el fondo de la zapata para muros de hasta 15 pies (4.5 m) de altura.

Se requieren empotramientos mínimos verticales y axiales para evitar mecanismos de falla superficial. El empotramiento vertical mínimo, como se ilustra en la Figura 4, varía dependiendo del diámetro de la hélice. Helical Anchors Inc. recomienda un empotramiento vertical de al menos tres veces el diámetro de la hélice más grande.

El empotramiento axial requerido variará de un proyecto a otro. Helical Anchors Inc. recomienda un empotramiento axial mínimo que coloque la última placa helicoidal al menos tres veces su propio diámetro más allá de la superficie de falla potencial, como se ilustra en la Figura 4.

El ángulo de instalación varía usualmente entre 5° y 30° medido desde la horizontal, pero el valor típico usado en la mayoría de los casos es de aproximadamente 15°.

Ejemplo de Diseño 1 – Suelo Cohesivo

Datos

Edificio nuevo – Residencia de cuatro pisos

Losa de concreto sobre el terreno

Carga de la zapata: 5,500 lb/pie

6 pies de relleno pobremente compactado, N = 5

20 pies de arcilla dura, N = 25-35,
c=4000 lb/pie²

Diseño

1. Estimar la capacidad última requerida para el anclaje.

Separación estimada de pilotes (x)=6 pies Un factor de seguridad mínimo (FS)=2.0

Estimación de la capacidad requerida:

$$Q_u = X * P * FS$$
$$Q_u = 6ft * 5,500lb/ft * 2 = 66,000lb$$





2. Seleccionar la ecuación adecuada para la capacidad última de carga. Cuando el suelo en el sitio se clasifica como cohesivo, se utiliza la Ecuación 4 para determinar el área proyectada requerida de las hélices.

$$\Sigma A_H = \frac{Q_U}{9c} = \frac{66,000lb}{9 * 4,000lb/ft^2} = 1.83ft^2$$

3. Seleccionar un tamaño de anclaje helicoidal apropiado para soportar la carga requerida

De la Tabla 5, se selecciona un eje tubular de 2-3/8" (pared de 0.254") debido a su resistencia a compresión de 135,000 lb.

Una vez determinado el eje, se necesita seleccionar una combinación adecuada de hélices para cumplir con el área proyectada mínima requerida. De la Tabla 3, se selecciona una combinación de placas de 10", 12" y 12" en un eje de 2-3/8", dando una área total proyectada de hélice de 2.025 ft², que es más que suficiente para soportar la carga requerida.

Figura 6: Boceto para el ejemplo 1

4. Resistencia Torsional Efectiva Requerida

Usando la Ecuación 5 y la Tabla 4 para el factor K_t, la resistencia torsional efectiva requerida se calcula como:

$$T = \frac{Q_u}{K_t} = \frac{66,000}{10} = 6,600 \text{ ft-lb}$$

5. Verificar que las capacidades del anclaje helicoidal seleccionado excedan los requerimientos.

La capacidad última requerida fue calculada como 66,000 lb con una resistencia torsional efectiva requerida de 6,600 ft-lb.

Revisando la Tabla 5, el anclaje de 2-3/8" (pared 0.254") tiene una resistencia torsional de 9,000 ft-lb con una resistencia mecánica a compresión de 135,000 lb, lo cual es más que adecuado para este proyecto. El área elegida para las hélices fue mayor a la requerida, lo cual podría permitir incluso alcanzar una capacidad mayor, si se confirma en campo con mayor resistencia torsional efectiva.

$$Q_u = 9 * 4,000 \frac{lb}{ft^2} * 2.025 ft^2 = 72,900 l$$

6. Empotramiento mínimo de la punta





La longitud del anclaje helicoidal se aproxima mediante el empotramiento mínimo de la punta. En este caso, el empotramiento mínimo será de aproximadamente 16 pies, debido al suelo deficiente en superficie, y recordando que las placas helicoidales están espaciadas tres veces el diámetro de la placa inferior.

La longitud total del anclaje helicoidal será determinada una vez que se cumplan todos los requisitos de instalación. Para este proyecto se ha estimado en aproximadamente 20 pies.

Ejemplo de Diseño 2 – Suelo No Cohesivo

Datos

Edificio nuevo – Edificio de dos pisos

Peso estimado: 9,200 lb/pie

Carga de trabajo: 55,000 lb

5 pies de relleno de arcilla arenosa, rígida. $\gamma_m=110$ pcf

25 pies de arena de grano medio bien graduada, de densidad media

$\gamma_m=125$ pcf, $N=25$, $\phi=34^\circ$

Nivel freático a 15 pies

Diseño

1. Estimar la capacidad última requerida para el anclaje.

Factor de seguridad mínimo $FS=2$

Estimación de la capacidad requerida:

$$Q_u = W_L * FS$$
$$Q_u = 55,000 \text{ lbs} * 2 = 110,000 \text{ lbs}$$

2. Seleccionar la ecuación adecuada para la capacidad última de carga.

Cuando el suelo del sitio se clasifica como no cohesivo, se utilizará la Ecuación 3 para determinar el área proyectada requerida de las hélices.

Se escoge una profundidad objetivo, por ejemplo: $h=25$ fth

$$q' = \sum \gamma * h = 110 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} * 5\text{ft} + 125 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} * 10\text{ft} + 65 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} * 10\text{ft} = 2,450 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$





De la Figura 3 a $\phi=34^\circ$ $N_q=30$

$$\Sigma A_H = \frac{Q_u}{q'N_q} = \frac{110,000\text{lbs}}{\frac{2,450\text{lb}}{\text{ft}^2} * 30} = 1.496\text{ft}^2$$

3. Seleccionar un tamaño de anclaje helicoidal apropiado para soportar la carga requerida

De la Tabla 5, se selecciona un eje tubular de 2-7/8" (pared de 0.276") debido a su resistencia a compresión de 180,000 lb.

Una vez determinado el eje, se selecciona una combinación adecuada de hélices para cumplir con el área proyectada mínima requerida. De la Tabla 3, se elige una combinación de placas helicoidales de 8", 10" y 12" sobre un eje de 2-7/8", dando un área proyectada total de hélice de 1.544 ft², que es más que suficiente para soportar la carga requerida.

$$\Sigma A_H = 0.304 + 0.500 + 0.740 = 1.544\text{ft}^2$$

4. Resistencia Torsional Efectiva Requerida

Utilizando la Ecuación 5 y la Tabla 4 para el factor K_t , la resistencia torsional efectiva requerida se calcula como:

$$T = \frac{Q_u}{K_t} = \frac{110,000\text{lb}}{9\text{ft}^{-1}} = 12,200\text{ft} - \text{lb}$$

5. Verificar que las capacidades del anclaje helicoidal seleccionado excedan los requerimientos

La capacidad última requerida fue calculada en 110,000 lb con un torque de instalación requerido de 12,200 ft-lb.

Revisando la Tabla 5, el anclaje helicoidal de 2-7/8" (pared 0.276") tiene una resistencia torsional de 16,000 ft-lb con una resistencia mecánica a compresión de 180,000 lb, lo cual es más que adecuado para este proyecto.

El área elegida para las hélices fue mayor que la requerida, lo que podría permitir lograr una capacidad aún mayor si se confirma con mayor resistencia torsional efectiva en campo.

$$Q_u = 2,450 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 30 * 1.544\text{ft}^2 = 113,484\text{lb}$$

6. Empotramiento Mínimo de la Punta





La longitud del anclaje helicoidal se aproxima mediante el empotramiento mínimo de la punta. En este caso, el empotramiento mínimo será de aproximadamente 14 pies, debido al suelo deficiente en la superficie y recordando que las placas helicoidales están espaciadas tres veces el diámetro de la placa inferior.

La longitud total del anclaje helicoidal se determinará cuando se hayan cumplido todos los requisitos de instalación. Para este proyecto, se ha estimado en aproximadamente 28 pies.

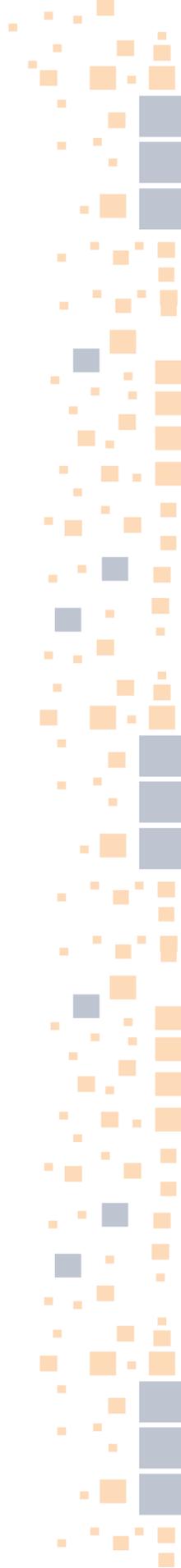




HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

GUÍA OPERATIVA PARA ANCLAJES HELICOIDALES

SECCIÓN 2





¡Advertencia! Antes de proceder con la instalación, se debe realizar un examen cuidadoso de las condiciones del sitio, buscando la posible existencia y ubicación de servicios públicos subterráneos. Se debe conocer la estabilidad del suelo, así como la integridad de la estructura para soportar la carga entre las ubicaciones de los pilotes.

PROCEDIMIENTO

Nota: Al trabajar con *tiebacks* helicoidales, se debe realizar una preparación antes de la instalación. Se debe excavar un área para poder alcanzar el punto de colocación de instalación. Si los anclajes deben instalarse a través de un muro, se debe crear un orificio con un tamaño no menor al diámetro de la hélice más grande.

La punta de la sección principal del anclaje helicoidal se localiza como se muestra en los planos. El otro extremo se conecta a un motor hidráulico que debe estar montado en una máquina apropiada para el trabajo. Estas dos operaciones pueden hacerse en orden inverso a discreción del operador. Si se utiliza un motor excavador de cabeza colgante, generalmente es un poco más fácil conectar primero el anclaje al motor.

La máquina debe ser capaz de proporcionar suficiente presión descendente para avanzar el anclaje de manera uniforme a una velocidad de aproximadamente 3 pulgadas por revolución, y suficiente torque para alcanzar el criterio de terminación de resistencia torsional efectiva requerida.

El anclaje debe introducirse en el suelo de manera suave y continua a una velocidad de rotación de 5 a 20 rpm. Una vez que se ha instalado la sección principal, se pueden conectar extensiones si es necesario para alcanzar la longitud mínima de empotramiento y el criterio de terminación de resistencia torsional efectiva (ambos criterios deben cumplirse antes de que el anclaje pueda darse por terminado).

Fije las extensiones en el acoplamiento con los pernos, pasadores u otros dispositivos proporcionados con el anclaje antes de continuar la instalación. Nuevamente, la nueva sección puede conectarse primero al motor excavador o a la sección del anclaje ya instalada, a discreción del operador.

Si se especifica una longitud máxima de empotramiento y la resistencia torsional efectiva mínima no se alcanza antes de llegar a esa longitud, se requiere algún tipo de remediación. En muchos proyectos, las especificaciones incluirán una o más soluciones preaprobadas para esta y otras situaciones donde no se puedan cumplir los criterios de terminación de diseño.

El contratista debe al menos estar al tanto de dichas soluciones preaprobadas contenidas en las especificaciones, o si no se especifican en los documentos de licitación, se recomienda solicitarlas.





LONGITUD

Como se mencionó anteriormente, deben cumplirse tanto la longitud mínima de empotramiento como los criterios de resistencia torsional efectiva mínima antes de que se pueda dar por terminada la instalación.

Se permite continuar la instalación después de que se hayan cumplido ambos criterios, con el fin de lograr que el extremo de la última extensión cumpla con la exposición especificada (“reveal”), siempre que no se exceda la longitud máxima de empotramiento especificada, si la hay, y que el criterio de resistencia torsional efectiva mínima siga siendo válido cuando se dé por terminada la instalación.

Muchos contratistas optan por simplemente detener la instalación tan pronto como se cumplen ambos criterios de terminación y cortan el eje para cumplir con la exposición final especificada.

CONEXIÓN A LA ESTRUCTURA

Una vez que se ha completado la instalación del anclaje, se debe instalar un adaptador adecuado para la estructura en el anclaje. Cuando se trata de cargas de levantamiento, el adaptador debe estar firmemente sujeto al anclaje helicoidal.

El contratista encargado de la instalación del anclaje debe asegurarse de que la conexión con la estructura también sea segura, o, si la conexión se realizará después de que el contratista haya finalizado su parte del trabajo, al menos debe verificar que todo esté en su lugar para que se pueda hacer una conexión adecuada en una fecha posterior.

PRUEBA DE CARGA

Las pruebas podrían ser requeridas por el propietario/ingeniero para verificar la capacidad de los anclajes helicoidales propuestos o de producción.

Se advierte al contratista instalador que esté absolutamente seguro de que:

- Los criterios de aceptación para la prueba estén documentados por escrito,
- Que comprenda los criterios de aceptación y los considere razonables, y
- Que la responsabilidad de remediar cualquier anclaje que no pase la prueba esté documentada por escrito y comprendida por el contratista.

Una vez más, especificar de antemano las soluciones aceptadas para los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación puede ser muy útil para minimizar retrasos y sobrecostos debidos a anclajes no conformes.





TORSIONAL RESISTANCE

La resistencia torsional experimentada por el anclaje helicoidal durante la instalación debe registrarse en intervalos de 1 pie al menos durante el tiempo en que se establece la resistencia torsional efectiva (es decir, durante la longitud final de empotramiento equivalente a tres veces el diámetro de la hélice más grande).

Helical Anchors, Inc. recomienda encarecidamente que la resistencia torsional se registre en intervalos no mayores a 5 pies durante toda la instalación.

La resistencia torsional puede ser monitoreada con un sensor de torque independiente y un lector montado entre la herramienta de instalación del anclaje y el adaptador del eje de salida del cabezal de instalación.

Otro método comúnmente utilizado es monitorear la caída de presión ("diferencial de presión") a través de un motor hidráulico utilizado para instalar el anclaje. Los fabricantes de cabezales de instalación generalmente proporcionan datos de calibración de torque de salida en función de la presión diferencial para sus productos.

Se deben proporcionar copias de los registros de resistencia torsional y de las pruebas de campo al propietario.

LIMPIEZA (CLEAN UP)

El contratista debe mantener su área del sitio de construcción lo más limpia y organizada posible. Particularmente en sitios residenciales ocupados, el contratista debe almacenar los materiales de excavación en lonas y minimizar los daños colaterales al césped, arbustos, árboles y otros elementos del paisajismo tanto como sea posible.

Se debe restaurar cualquier suelo perturbado alrededor del área de trabajo a las dimensiones originales o según lo especificado por el ingeniero o el propietario.

Todos los residuos de construcción deben desecharse de manera segura y legal.

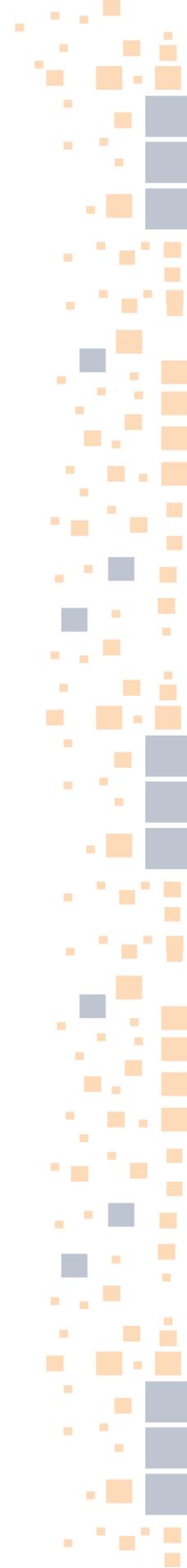




HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

PUSH PIERS

MANUAL DE DISEÑO





INTRODUCCIÓN

Los sistemas de pilotes han ido mejorando a lo largo de los años. Aunque muchos métodos y materiales nuevos han sido probados históricamente, la construcción moderna ha regido las técnicas de reparación y remediación. El desarrollo de nuevas tecnologías ha abierto nuevas oportunidades para sistemas de cimentaciones profundas. Aunque la aplicación más común de los *push piers* es la restauración de estructuras a su posición original usando un sistema de recalce (*underpinning*), nuevas aplicaciones y modificaciones continúan expandiéndose y creciendo para satisfacer las necesidades de la industria de cimentaciones profundas.

Helical Anchors Inc., con sus muchos años de experiencia en la industria de tubería de perforación, ha desarrollado un nuevo producto utilizando materia prima superior, haciendo que nuestro producto sea más fuerte que el de cualquier otro competidor. El *Push Pier* de Helical Anchors no depende del rozamiento lateral (*skin friction*) para proporcionar soporte; un collar de reducción de fricción en la sección de avance reduce el rozamiento lateral durante la instalación. Cada pilote es probado en campo durante la instalación, asegurando que supere el factor de seguridad mínimo propuesto.

VENTAJAS DE LOS PUSH PIERS

Las ventajas de los *push piers* son muy similares a las mencionadas anteriormente para los anclajes helicoidales:

- Cada pilote es probado con carga para verificar su capacidad durante la instalación.
- Producen poca o ninguna vibración, disminuyendo posibles daños a las estructuras por movimiento del suelo.
- Pueden instalarse en cualquier condición climática y no hay necesidad de esperar para aplicar carga después de la instalación; no requieren tiempo de curado como las cimentaciones de concreto.
- Instalación fácil, sin necesidad de excavación y pueden instalarse en áreas de acceso limitado.
- Son rápidos de instalar y no requieren equipo pesado en comparación con otros tipos de cimentaciones profundas.
- Pueden instalarse en superficies blandas y condiciones de alto nivel freático.
- La instalación no produce residuos que deban ser retirados o remediados.

DESCRIPCIÓN

Los *Push Piers* de Helical Anchors Inc. son ejes tubulares hechos de tubos de acero sin costura Grado 80. Cada pilote se empuja hacia el suelo hasta que alcanza un estrato resistente sólido. Las secciones principales están fabricadas en longitudes de 41½ pulgadas, con acoplamientos en los extremos para que se puedan agregar extensiones para una penetración más profunda, a fin de soportar cargas donde el suelo sea más denso o





más duro. Helical Anchors Inc. ofrece una amplia gama de tamaños de ejes que se adaptan a cualquier tipo de aplicación.

El *Push Pier* incluye un collar de reducción de fricción en el extremo de la sección de avance, lo que reduce la fricción lateral que se desarrolla cuando el pilote se introduce en el suelo. El pilote no depende en absoluto de la fricción lateral para su soporte. El proceso de instalación es, de hecho, una prueba de carga en campo, lo que permite monitorear continuamente la capacidad del pilote. De esta manera, el instalador puede asegurar que se cumple o supera el factor de seguridad requerido en cada pilote, sin necesidad de pruebas adicionales costosas.

La sección final del *Push Pier* se conecta a un adaptador que se une a la fundación o estructura. Estos conectores permiten que las cargas desde la fundación se transfieran al pilote y luego al suelo en un estrato más profundo.

INSTALACIÓN

Después de realizar una inspección adecuada de las condiciones del sitio y seleccionar el tamaño del *push pier*, se realiza una pequeña excavación para acceder al fondo de la cimentación. El soporte de montaje del conector se fija a la zapata junto con la estructura de empuje.

Una vez que la sección del *push pier* está colocada en la posición correcta y verticalmente alineada, el sistema hidráulico de gatos empujará el pilote hacia el suelo. Pueden ser necesarias extensiones para alcanzar un estrato portante adecuado.

La instalación continúa hasta que la resistencia al empotramiento adicional indica que la capacidad del pilote es suficiente para proporcionar el factor de seguridad requerido.

Para un procedimiento de instalación detallado, consulta la sección guía operativa de este manual.

APLICACIONES

Los *Push Piers* de Helical Anchors se utilizan comúnmente para recalzar cimentaciones de estructuras existentes. Esto puede hacerse para estabilizar o remediar cimentaciones asentadas, o para prevenir asentamientos de una estructura existente cuando se anticipan cargas adicionales o excavaciones adyacentes.

Los *push piers* transfieren la carga de la cimentación superficial a un estrato de suelo competente más profundo. La instalación puede realizarse en ubicaciones interiores o exteriores, y requiere solo una excavación mínima y un espacio de operación reducido. Los *push piers* se conectan a las cimentaciones mediante adaptadores que se extienden debajo de la zapata o se conectan a una cara vertical de la zapata o





de la estructura soportada. Los *push piers* no solo se utilizan para detener asentamientos, sino también para elevar toda la estructura.

GUÍA DE DISEÑO (DESIGN GUIDE)

Predicción de la Capacidad

Una solución teórica para la capacidad aún no está completamente desarrollada, pero los investigadores están en proceso de desarrollarla. Helical Anchors Inc. utiliza la fuerza máxima de instalación como una indicación de la capacidad última. Es de suma importancia analizar las cargas estructurales que el pilote soportará, de modo que la fuerza de instalación exceda la carga total requerida.

Las cargas estructurales son principalmente:

- Carga muerta (D_L),
- Carga viva (L_1L),
- Carga de nieve (S_1L) y
- Carga de viento (W_1L).

La carga requerida, P , que un anclaje helicoidal debe soportar es la suma de todas las cargas.

Ecuación 11

$$P = D_L + L_1L + S_1L + W_1L$$

El número de pilotes necesarios depende de la capacidad del pilote y de la carga total a soportar. La Tabla 6 a continuación proporciona valores de resistencia mecánica a utilizar para determinar el espaciamiento máximo posible que permita soportar la carga total requerida. La siguiente ecuación es para determinar el espaciamiento máximo:

Ecuación 12

$$X = \frac{R_{ult}}{FS \cdot P}$$

Donde:

X = espaciamiento máximo entre pilotes

R_{ult} = Carga resistente de diseño que se puede encontrar en la Tabla 6

FS = Factor de seguridad (Helical Anchors Inc. recomienda al menos 2)





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

P = Carga total requerida

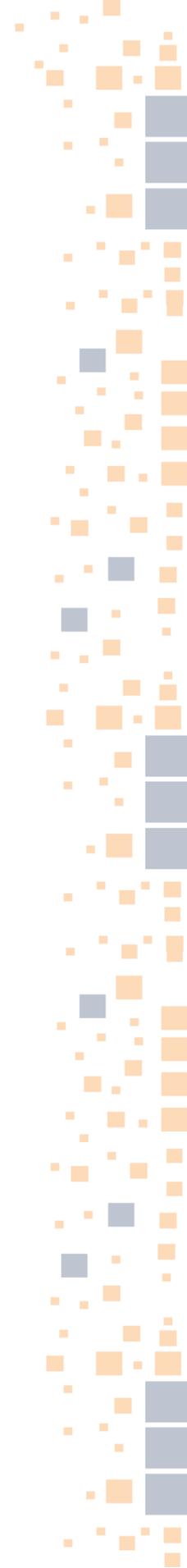
Nota: El factor de seguridad será determinado por el ingeniero del proyecto; Helical Anchors Inc. proporcionará un pilote que exceda el factor requerido.





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

Tabla 6 Calificaciones de productos Push Pier





Helical Anchors Push Piers	Tamaño del Eje (in)	Espesor de Pared (in)	Resistencia Mecánica Última a Compresión (lbs)
PP278217	2.875 OD	0.217	140,000
PP278276	2.875 OD	0.276	180,000
PP312254	3.50 OD	0.254	205,000
PP412262	4.50 OD	0.262	275,000
PP412271	4.50 OD	0.271	285,000





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

Una vez que se determina el espaciamiento, el número de pilotes depende de la longitud de la zapata o muro. Helical Anchors Inc. recomienda que los pilotes se empotren en suelos donde los valores de N varían de 35 a 40 o más para suelos no cohesivos y de 40 a 50 para suelos cohesivos.

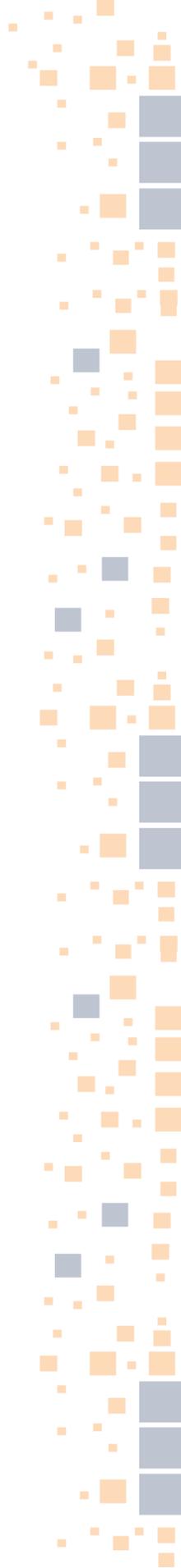




HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

PUSH PIER – GUÍA OPERATIVA

SECCIÓN 4





Nota: Antes de proceder con la instalación, se debe realizar una inspección cuidadosa de las condiciones del sitio. Se deben localizar los servicios subterráneos y se debe conocer la estabilidad del suelo, así como la integridad de la estructura para soportar la carga entre colocaciones de pilotes.

EXPOSICIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Se excava un área adyacente a la cimentación, exponiendo la zapata, el muro de cimentación o la parte inferior de la viga de cimentación. El área excavada debe ser lo suficientemente grande para proporcionar condiciones de trabajo seguras, típicamente de unos tres pies de ancho y al menos 15" por debajo de la elevación propuesta de la base del soporte del pilote.

Las superficies de la zapata donde se instalará el soporte deben alisarse usando un martillo neumático hasta que se proporcionen superficies de apoyo firmes, libres de suciedad y concreto suelto. Cuando la zapata se extiende fuera de la huella del muro soportado u otro elemento estructural, debe ranurarse lo suficiente para permitir que el soporte se monte dentro de la "zona de influencia" de la carga. Para el concreto, esta zona de influencia se considera frecuentemente como la zona comprendida por superficies proyectadas hacia abajo y hacia afuera a 45 grados desde el perímetro del área cargada en la parte superior de la zapata hasta su superficie inferior.

Si la zapata soporta un muro, Helical Anchors Inc. recomienda que la zapata sea ranurada completamente hasta el muro, si es posible. Si se encuentra alguna varilla de refuerzo, se requiere la aprobación del ingeniero antes de cortarla. Verifica que las superficies alisadas estén a plomo o niveladas, según corresponda, donde se posicionará el soporte.

INSTALACIÓN DEL SOPORTE

Soporte de Pilote de 2 Piezas Bajo la Zapata

El soporte del pilote se conecta temporalmente a un soporte de instalación u otro ensamblaje adecuado que pueda sostenerlo durante su montaje a la zapata de concreto. El soporte del pilote se posiciona debajo de la zapata con su placa de apoyo bajo la parte inferior de la zapata de concreto. Luego se utiliza un gato hidráulico para llevar la placa del soporte a contacto con la zapata.

Se debe realizar una inspección cuidadosa, asegurando que las placas frontales tengan apoyo continuo en toda la pieza. Si el soporte del pilote no encaja correctamente, se debe aplicar lechada de apoyo a presión para rellenar los espacios.

El soporte del pilote se atornilla a la zapata con pernos de anclaje de 1/2" de diámetro x 5-1/2" de largo para asegurarlo en su posición. Se debe verificar el alineamiento vertical para asegurar que el marco del ensamblaje del soporte de instalación esté a plomo antes de instalar cada sección del pilote.





Soporte de Placa de Pilote de 2 Piezas

Si la zapata se extiende demasiado más allá de la superficie de montaje del soporte, tendrá que ser ranurada o perforada para que el pilote pase. Alinea el eje del soporte directamente con el orificio a través de la zapata y marca cuidadosamente las ubicaciones de los pernos de anclaje en la cara de montaje de la estructura.

Cuando no hay una zapata corrida, se utiliza una plantilla de pernos para ubicar y marcar los pernos de anclaje según el diseño. Perfora los agujeros de montaje e inserta los pernos de anclaje de 3/4" de diámetro x 7-1/2" de largo donde se marcaron. Estos pernos van en los cuatro agujeros superiores y deben tener un empotramiento mínimo de 4-3/4". Los pernos más largos, de 3/4" x 10", se colocan en los cuatro agujeros inferiores.

El soporte del pilote se posiciona y se sujeta con las arandelas y tuercas provistas con los pernos de anclaje. Verifica cuidadosamente que haya apoyo continuo a lo largo de las placas del soporte, y si es necesario aplica lechada de presión donde se requiera. El alineamiento vertical se inspecciona para asegurar que el soporte del pilote esté a plomo.

CONDUCCIÓN DE LAS SECCIONES DEL PILOTE (DRIVING PIER SECTIONS)

Posiciona la sección de arranque (lead section) en el soporte de empuje (drive stand) con el collar de reducción de fricción hacia abajo, y empiézala a hincar en el suelo utilizando el ensamblaje hidráulico de cilindro de empuje.

Une la siguiente sección en la parte superior de la sección ya instalada y continúa hincando secciones adicionales del pilote hasta alcanzar la longitud mínima requerida y la presión de empuje necesaria. Registra la resistencia encontrada durante la instalación de cada sección del pilote. Esto se hace típicamente justo antes de cerrar la válvula para agregar otra sección.

La resistencia encontrada al final de la instalación de la sección final es la capacidad última de hincado del pilote.

Nota: Asegúrate de que el soporte del pilote esté asegurado durante la instalación de cada sección del pilote.

CORTE DE LA SECCIÓN FINAL DEL PILOTE (CUTTING FINAL PIER SECTION)

La sección final instalada puede necesitar ser cortada a la longitud apropiada. La longitud a cortar varía dependiendo del levantamiento requerido. Corta la sección de forma que, después de completar el





levantamiento, la parte superior de la tapa del pilote quede aproximadamente 1/4" por debajo de la parte inferior de los pasadores de bloqueo (*lockoff pins*).

Corta la sección final cuidadosamente, asegurando un ángulo de 90° con respecto al eje del tubo. Si el pilote se asienta durante el levantamiento, la parte superior de la tapa del pilote terminará más de 1/4" por debajo de la parte inferior de los pasadores de bloqueo. Se usan calzas (*shims*) para rellenar el espacio, hasta un máximo de 1" en altura total acumulada de calzas.

Si el espacio excede 1", deberá cortarse una nueva sección final más larga para mantener la altura total de calzas en 1" o menos.

TRANSFERENCIA DE CARGAS A LOS PILOTES (TRANSFERRING LOADS TO PIERS)

La tapa del pilote (*pier cap*) se instala en la parte superior de la última sección del pilote. Las cargas estructurales se transfieren a cada pilote usando un gato hidráulico de 25 a 50 toneladas colocado entre la tapa del pilote y una cabeza de levantamiento (*lift head*) montada en el soporte, utilizando los mismos agujeros empleados para el soporte del equipo de empuje.

Varios gatos se activan simultáneamente mediante el uso de colectores hidráulicos (*manifolds*) para levantar la estructura a la elevación deseada. El proceso debe ser monitoreado cuidadosamente para asegurar que la estructura se levante adecuadamente y que no ocurran grietas en la zapata ni desplazamientos indeseados en ninguna dirección.

El flujo hacia cada gato se cierra cuando se alcanza la elevación deseada en esa ubicación, y se registra la presión de cierre (*shut-off pressure*).

Cuando todos los pilotes han sido cerrados a sus elevaciones apropiadas, se bloquean mecánicamente utilizando los pasadores de bloqueo y calzas provistas con los soportes. Luego, los gatos hidráulicos de levantamiento se despresurizan y se retiran, junto con las cabezas de levantamiento y sus pasadores de montaje asociados.

Primero, reduce la presión del sistema por debajo de la menor presión de cierre individual de los pilotes utilizando la válvula en la bomba. Luego, cierra la válvula de la bomba y comienza a despresurizar los pilotes individuales, comenzando con los que fueron cerrados con la menor presión y procediendo en orden ascendente de presión de cierre.

Retira cada gato después de despresurizarlo. Cada vez que se abre una válvula de pilote, la presión del sistema restante aumentará. Si se sigue la secuencia de menor a mayor presión de cierre, la presión del sistema siempre será menor que la siguiente presión de cierre. Si por alguna razón no se sigue esa secuencia,





asegúrate de ajustar la presión del sistema con la válvula de la bomba antes de abrir cualquier válvula de pilote individual.

Nota: No utilices mangueras ni equipo hidráulico dañados o con fugas. Después de completar el levantamiento de restauración, se debe aplicar lechada (grout) para llenar los vacíos creados entre la cimentación y el suelo subyacente.

LIMPIEZA

Después de que todos los pilotes han sido bloqueados mecánicamente y se han retirado las cabezas de levantamiento y el sistema hidráulico de levantamiento, se debe rellenar las excavaciones con el mismo suelo extraído.

Coloca el suelo en capas de entre 6 y 8 pulgadas de espesor y compacta bien cada capa para obtener la máxima densidad antes de agregar la siguiente.

Asegúrate de que la superficie a lo largo de toda la cimentación esté inclinada hacia abajo y alejada de la estructura por al menos 10 pies, medidos en dirección perpendicular a la cimentación. La pendiente debe ser al menos de 2.4 pulgadas verticales por cada 10 pies horizontales, y normalmente debe ser de al menos 6 pulgadas sobre esa distancia.

Si no se puede lograr esta pendiente, o si generaría un drenaje hacia propiedades vecinas en mayor cantidad que antes del trabajo, se debe proporcionar un método alternativo aprobado para desviar el agua lejos de la cimentación.

Todos los residuos de construcción deben desecharse de manera segura y legal.





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

VISIÓN GENERAL DE LA CORROSIÓN

SECCIÓN 5





INTRODUCCIÓN

La corrosión del acero se define como un proceso electroquímico en el cual un metal se deteriora debido a su reacción con el entorno. Dado que los anclajes helicoidales y los pilotes hidráulicos estarán enterrados, la corrosión debe ser considerada en el diseño de las cimentaciones y las reparaciones de cimentaciones que los utilizan, ya que afectará la vida útil de la estructura. La corrosión deteriorará el material y, con el tiempo, la pérdida de material puede resultar en una reducción significativa de áreas, lo que causa una disminución de la capacidad estructural. Eventualmente, si no se detiene la corrosión, la capacidad será insuficiente para soportar la carga aplicada, lo que podría producir el colapso de la estructura.

La corrosión del acero subterráneo dependerá principalmente de las condiciones del suelo. La tasa de corrosión puede variar desde efectos insignificantes hasta una rápida pérdida de material. Muchas variables influyen en la tasa de corrosión, pero las cuatro que más comúnmente se consideran para estimarla son:

- Resistividad del suelo
- pH
- Contenido de cloruros
- Contenido de sulfuros/sulfatos

RESISTIVIDAD DEL SUELO

La resistividad del suelo tiene una gran influencia sobre la tasa de corrosión. La resistividad depende bastante del contenido de humedad. Cuanto mayor es el contenido de agua en el suelo, menor es la resistividad y mayor es el potencial de corrosión, pero solo hasta que se alcanza el punto de saturación. Una vez que el suelo ha alcanzado ese punto, más agua tiene poco efecto sobre la corrosión.

Suelos como la arcilla, que tienden a retener agua, tienen baja resistividad, lo que los hace altamente corrosivos. En general:

Alta resistividad del suelo = baja corrosividad

Baja resistividad del suelo = alta corrosividad

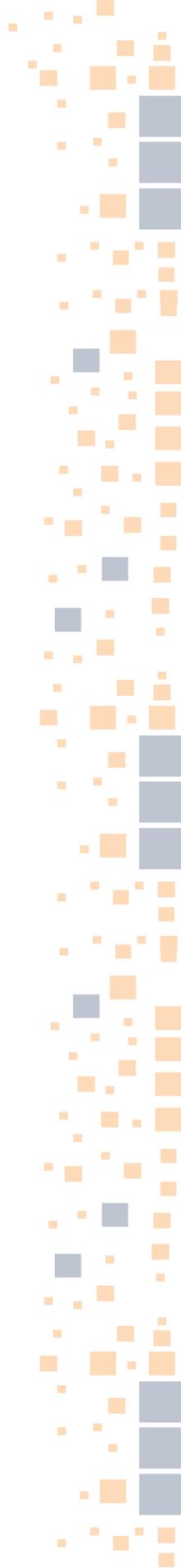
La Tabla 7 proporciona los tipos de suelo comunes y su potencial de corrosión.

Medir la resistividad del suelo en campo consiste simplemente en enviar una corriente eléctrica a través de estacas y medir la caída de voltaje en el suelo. La resistividad del suelo se calcula con la Ley de Ohm.





Tabla 7 Resistividad del suelo y tasa de corrosión





Clasificación de Resistencia	Tipo de Suelo	Rango de Resistividad (ohm/cm)	Potencial de Corrosión
Baja	Arcilla	500 – 2,000	Severa
	Limo	1,000 – 2,000	Severa
Media	Franco	3,000 – 10,000	Moderada
	Limos finos & orgánicos	2,000 – 10,000	Moderada
Alta	Arena	10,000 – 30,000	Leve
Muy alta	Arena	30,000 – 100,000	Improbable
	Grava	40,000 – 200,000	Improbable





PH DEL SUELO

El término “pH” es una medida de la acidez o alcalinidad, con valores que van de 0 a 14. Un valor de pH de 7 representa la neutralidad; los valores más bajos se consideran ácidos y los valores más altos, alcalinos. El pH del suelo tiene una relación con el hierro y el zinc, lo cual se utiliza para determinar el potencial de pérdida por corrosión en metales. La Figura 9 muestra la tasa de pérdida por corrosión tanto para el hierro como para el zinc en función del pH.

La figura muestra que la tasa de pérdida del hierro disminuye rápidamente cuando el pH aumenta de 0 a 4, se mantiene constante entre valores de 4 a 10, y luego disminuye lentamente entre pH de 10 a 14. Por lo tanto, el acero se corroe más rápidamente en suelos ácidos que en suelos alcalinos.

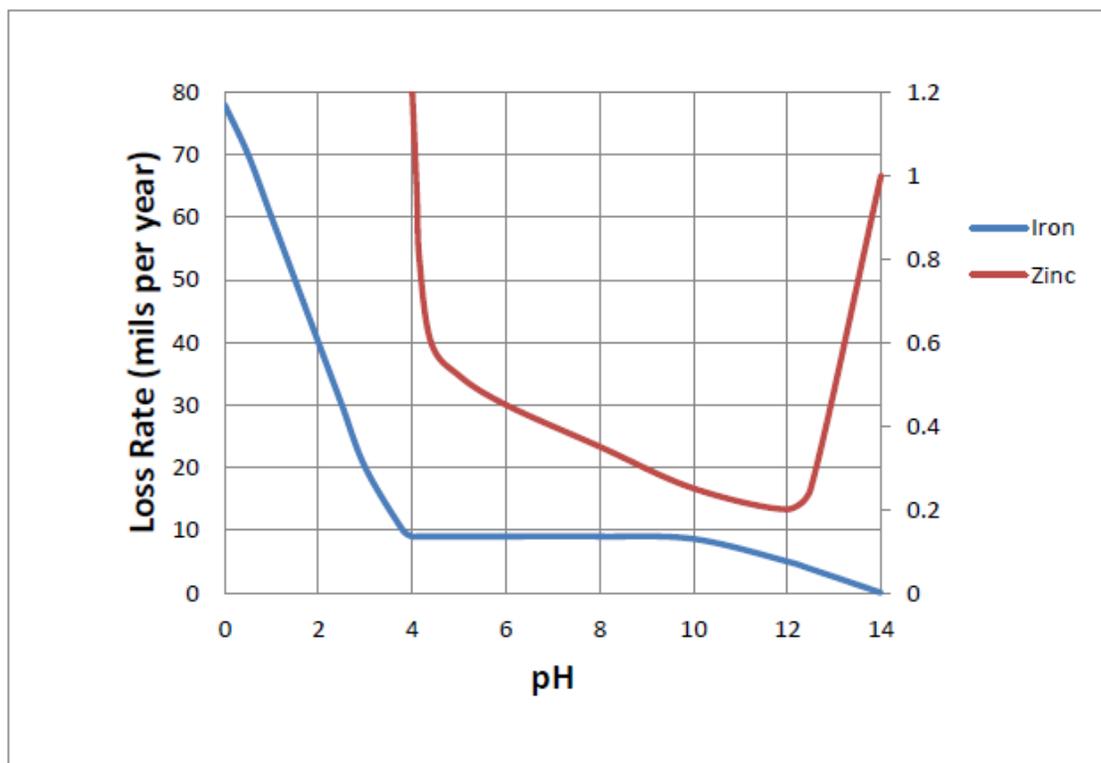


Figura 6 Efecto del pH en la corrosión de hierro y zinc

GALVANIZACIÓN CON ZINC

Se ha demostrado que el zinc utilizado para la galvanización es una protección efectiva para el acero. El recubrimiento de zinc no solo proporciona una capa protectora contra el ambiente, sino que, si el





recubrimiento de zinc se raya y la superficie de acero queda expuesta, el zinc protegerá al acero al corroerse primero.

Como se ilustra en la Figura 9, la pérdida de zinc es mínima en el rango de pH entre 5 y 12.5, pero fuera de esos límites, las tasas de pérdida por corrosión aumentan dramáticamente.

El hierro tiene una alta pérdida en ambientes muy ácidos (pH bajo), que se reduce en el rango 4–10, y disminuye ligeramente hacia valores más alcalinos.

El zinc muestra pérdida mínima entre pH 5 y 12.5, fuera de los cuales su corrosión se acelera.

Helical Anchors Inc. ofrece galvanización por inmersión en caliente (*hot dip galvanizing*) en todos sus productos, cumpliendo con todos los requisitos del procedimiento según la norma ASTM A123 Grado 100. El recubrimiento mínimo conforme a la ASTM A123 es de 3.9 mils o 2.3 oz/pie² de zinc.

Helical Anchors Inc. utiliza espesores de zinc que varían entre 4 y 6 mils.

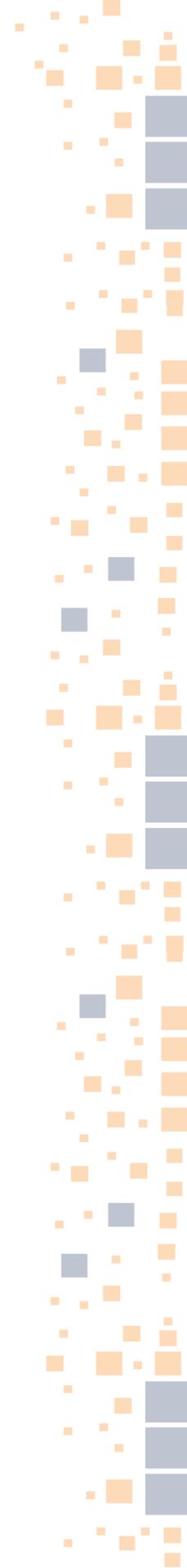




HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

APÉNDICE A

CLASIFICACIÓN DE RESISTENCIA DE PRODUCTOS





DATOS TÉCNICOS DEL ANCLAJE HELICOIDAL

Como se mencionó anteriormente, un anclaje helicoidal se considera una cimentación profunda que consiste en un eje central con placas de carga soldadas alrededor como un tornillo con roscas discontinuas.

Los anclajes helicoidales pueden no ser adecuados en ubicaciones donde el material superficial pueda dañar el eje o las hélices, como suelos con cantos rodados, rocas grandes o grandes cantidades de grava.

Especificaciones del Producto

Cada producto tiene un número de parte único que se especifica con un prefijo que define la categoría del producto. Después del prefijo, seguirá un número que representa el tamaño del eje, el espesor de la pared y la longitud del eje, respectivamente. Una vez definido el eje, seguirá un número para el espesor de la placa y el diámetro de la hélice, si aplica.

Helical Anchors Inc. ofrece una gran variedad de productos, incluyendo ejes tubulares y cuadrados con esquinas redondeadas. La mayoría de ellos se muestran en las tablas siguientes de esta sección. Helical Anchors se compromete a probar y mejorar todos nuestros productos terminados para ofrecer la mejor calidad al cliente.

Nuestra instalación única se complementa con máquinas de prueba de torsión del eje y flexión de la hélice que nos permiten probar todos nuestros productos. Las pruebas aún están en proceso para algunos de nuestros ejes de mayor diámetro; de lo contrario, los resultados se muestran en las tablas a continuación.





Helical Anchor, 2-3/8 (.254 wall) Tubular Leads



Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
2 3/8" X 5' (3/8" X 8")	8	---	---	5'	35	TL23825460388
2 3/8" X 5' (3/8" X 10")	10	---	---		38	TL238254603810
2 3/8" X 5' (3/8" X 12")	12	---	---		42	TL238254603812
2 3/8" X 5' (3/8" X 14")	14	---	---		46	TL238254603814
2 3/8" X 5' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		43	TL2382546038810
2 3/8" X 5' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		50	TL23825460381012
2 3/8" X 5' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		58	TL23825460381214
2 3/8" x 7' (3/8" X 8")	8	---	---	7'	47	TL23825484388
2 3/8" x 7' (3/8" X 10")	10	---	---		50	TL238254843810
2 3/8" x 7' (3/8" X 12")	12	---	---		53	TL238254843812
2 3/8" x 7' (3/8" X 14")	14	---	---		58	TL238254843814
2 3/8" x 7' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		55	TL2382548438810
2 3/8" x 7' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		61	TL23825484381012
2 3/8" x 7' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		69	TL23825484381214
2 3/8" x 7' (3/8" X 8", 10" & 12")	8	10	12	66	TL238254843881012	
2 3/8" x 7' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14	77	TL2382548438101214	
2 3/8" x 10' (3/8" X 8")	8	---	---	10'	64	TL238254120388
2 3/8" x 10' (3/8" X 10")	10	---	---		67	TL2382541203810
2 3/8" x 10' (3/8" X 12")	12	---	---		71	TL2382541203812
2 3/8" x 10' (3/8" X 14")	14	---	---		75	TL2382541203814
2 3/8" x 10' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		72	TL23825412038810
2 3/8" x 10' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		79	TL238254120381012
2 3/8" x 10' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		87	TL238254120381214
2 3/8" x 10' (3/8" X 8", 10" & 12")	8	10	12		83	TL2382541203881012
2 3/8" x 10' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		94	TL23825412038101214

Note: Special order are available, allow extra time for processing

All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123

All products are available with 1/2" thick helix plate





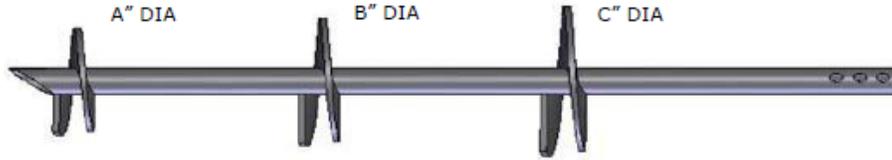
Helical Anchor, 2-7/8 (.276 wall) Tubular Leads						
Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
2 7/8" X 5' (3/8" X 8")	8	---	---	5'	45	TL27827660388
2 7/8" X 5' (3/8" X 10")	10	---	---		48	TL278276603810
2 7/8" X 5' (3/8" X 12")	12	---	---		51	TL278276603812
2 7/8" X 5' (3/8" X 14")	14	---	---		56	TL278276603814
2 7/8" X 5' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		52	TL2782766038810
2 7/8" X 5' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		59	TL27827660381012
2 7/8" X 5' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		67	TL27827660381214
2 7/8" x 7' (3/8" X 8")	8	---	---	7'	60	TL27827684388
2 7/8" x 7' (3/8" X 10")	10	---	---		63	TL278276843810
2 7/8" x 7' (3/8" X 12")	12	---	---		67	TL278276843812
2 7/8" x 7' (3/8" X 14")	14	---	---		71	TL278276843814
2 7/8" x 7' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		67	TL2782768438810
2 7/8" x 7' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		74	TL27827684381012
2 7/8" x 7' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		82	TL27827684381214
2 7/8" x 7' (3/8" X 8", 10" & 12")	8	10	12	79	TL278276843881012	
2 7/8" x 7' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14	90	TL2782768438101214	
2 7/8" x 10' (3/8" X 8")	8	---	---	10'	83	TL278276120388
2 7/8" x 10' (3/8" X 10")	10	---	---		86	TL2782761203810
2 7/8" x 10' (3/8" X 12")	12	---	---		90	TL2782761203812
2 7/8" x 10' (3/8" X 14")	14	---	---		94	TL2782761203814
2 7/8" x 10' (3/8" X 8" & 10")	8	10	---		90	TL27827612038810
2 7/8" x 10' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		97	TL278276120381012
2 7/8" x 10' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		105	TL278276120381214
2 7/8" x 10' (3/8" X 8", 10" & 12")	8	10	12	102	TL2782761203881012	
2 7/8" x 10' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14	113	TL27827612038101214	

Note: Special order are available, allow extra time for processing
 All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123
 All products are available with 1/2" thick helix plate





Helical Anchor, 3-1/2 (.254 wall) Tubular Leads



Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
3 1/2" X 5' (3/8" X 10")	10	---	---	5'	50	TL312254603810
3 1/2" X 5' (3/8" X 12")	12	---	---		57	TL312254603812
3 1/2" X 5' (3/8" X 14")	14	---	---		61	TL312254603814
3 1/2" X 5' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		64	TL31225460381012
3 1/2" X 5' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		72	TL31225460381214
3 1/2" X 5' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		97	TL3122548438101214
3 1/2" x 7' (3/8" X 10")	10	---	---	7'	71	TL312254843810
3 1/2" x 7' (3/8" X 12")	12	---	---		74	TL312254843812
3 1/2" x 7' (3/8" X 14")	14	---	---		79	TL312254843814
3 1/2" x 7' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		81	TL31225484381012
3 1/2" x 7' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		90	TL31225484381214
3 1/2" x 7' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		97	TL3122548438101214
3 1/2" x 10' (3/8" X 10")	10	---	---	10'	97	TL3122541203810
3 1/2" x 10' (3/8" X 12")	12	---	---		101	TL3122541203812
3 1/2" x 10' (3/8" X 14")	14	---	---		105	TL3122541203814
3 1/2" x 10' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		108	TL312254120381012
3 1/2" x 10' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		116	TL312254120381214
3 1/2" x 10' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		123	TL31225412038101214

Note: Special order are available, allow extra time for processing
 All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123
 All products are available with 1/2" thick helix plate





Helical Anchor, 3-1/2 (.368 wall) Tubular Leads



Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
3 1/2" X 5' (3/8" X 10")	10	---	---	5'	70	TL312368603810
3 1/2" X 5' (3/8" X 12")	12	---	---		74	TL312368603812
3 1/2" X 5' (3/8" X 14")	14	---	---		79	TL312368603814
3 1/2" X 5' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		81	TL31236860381012
3 1/2" X 5' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		89	TL31236860381214
3 1/2" x 7' (3/8" X 10")	10	---	---		7'	95
3 1/2" x 7' (3/8" X 12")	12	---	---	99		TL312368843812
3 1/2" x 7' (3/8" X 14")	14	---	---	103		TL312368843814
3 1/2" x 7' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---	106		TL31236884381012
3 1/2" x 7' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---	114		TL31236884381214
3 1/2" x 7' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14	121		TL3123688438101214
3 1/2" x 10' (3/8" X 10")	10	---	---	10'	132	TL3123681203810
3 1/2" x 10' (3/8" X 12")	12	---	---		136	TL3123681203812
3 1/2" x 10' (3/8" X 14")	14	---	---		140	TL3123681203814
3 1/2" x 10' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		143	TL312368120381012
3 1/2" x 10' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		151	TL312368120381214
3 1/2" x 10' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		158	TL31236812038101214

Note: Special order are available, allow extra time for processing
 All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123
 All products are available with 1/2" thick helix plate





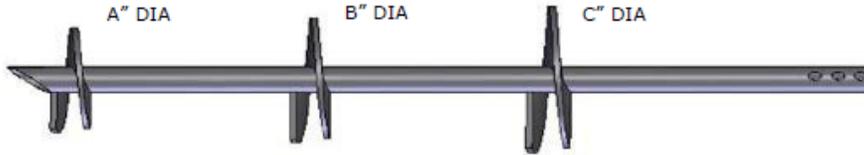
Helical Anchor, 4-1/2 (.250 wall) Tubular Leads						
Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
4 1/2" x 5' (3/8" x 10")	10	---	---	5'	83	TL412250603810
4 1/2" x 5' (3/8" x 12")	12	---	---		87	TL412250603812
4 1/2" x 5' (3/8" x 14")	14	---	---		91	TL412250603814
4 1/2" x 5' (3/8" x 10" & 12")	10	12	---		93	TL41225060381012
4 1/2" x 5' (3/8" x 12" & 14")	12	14	---		101	TL41225060381214
4 1/2" x 7' (3/8" x 10")	10	---	---	7'	113	TL412250843810
4 1/2" x 7' (3/8" x 12")	12	---	---		117	TL412250843812
4 1/2" x 7' (3/8" x 14")	14	---	---		121	TL412250843814
4 1/2" x 7' (3/8" x 10" & 12")	10	12	---		123	TL41225084381012
4 1/2" x 7' (3/8" x 12" & 14")	12	14	---		131	TL41225084381214
4 1/2" x 7' (3/8" x 10", 12" & 14")	10	12	14	138	TL4122508438101214	
4 1/2" x 10' (3/8" x 10")	10	---	---	10'	158	TL4122501203810
4 1/2" x 10' (3/8" x 12")	12	---	---		162	TL4122501203812
4 1/2" x 10' (3/8" x 14")	14	---	---		166	TL4122501203814
4 1/2" x 10' (3/8" x 10" & 12")	10	12	---		168	TL412250120381012
4 1/2" x 10' (3/8" x 12" & 14")	12	14	---		177	TL412250120381214
4 1/2" x 10' (3/8" x 10", 12" & 14")	10	12	14		183	TL41225012038101214

Note: Special order are available, allow extra time for processing
 All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123
 All products are also available with 1/2" thick helix plate





Helical Anchor, 4-1/2 (.337 wall) Tubular Leads



Product Description	Plate Diameter			Length	Weight	Part Number
	A	B	C			
4 1/2" X 5' (3/8" X 10")	10	---	---	5'	65	TL412337603810
4 1/2" X 5' (3/8" X 12")	12	---	---		69	TL412337603812
4 1/2" X 5' (3/8" X 14")	14	---	---		73	TL412337603814
4 1/2" X 5' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		75	TL41233760381012
4 1/2" X 5' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		83	TL41233760381214
4 1/2" x 7' (3/8" X 10")	10	---	---	7'	88	TL412337843810
4 1/2" x 7' (3/8" X 12")	12	---	---		91	TL412337843812
4 1/2" x 7' (3/8" X 14")	14	---	---		96	TL412337843814
4 1/2" x 7' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		98	TL41233784381012
4 1/2" x 7' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		106	TL41233784381214
4 1/2" x 7' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14	112	TL4123378438101214	
4 1/2" x 10' (3/8" X 10")	10	---	---	10'	122	TL4123371203810
4 1/2" x 10' (3/8" X 12")	12	---	---		126	TL4123371203812
4 1/2" x 10' (3/8" X 14")	14	---	---		130	TL4123371203814
4 1/2" x 10' (3/8" X 10" & 12")	10	12	---		132	TL412337120381012
4 1/2" x 10' (3/8" X 12" & 14")	12	14	---		140	TL412337120381214
4 1/2" x 10' (3/8" X 10", 12" & 14")	10	12	14		147	TL41233712038101214

Note: Special order are available, allow extra time for processing
 All products are Hot Dip Galvanized per ASTM A123
 All products are also available with 1/2" thick helix plate





Helical Anchors Tubular Extensions



Product Description	Wall Size	Length	Weight	Part Number
2 3/8" X 5'	0.190	5'	27	TE23819060
2 3/8" X 7'		7'	36	TE23819084
2 3/8" X 10'		10'	50	TE238190120
2 3/8" X 5'	0.254	5'	33	TE23825460
2 3/8" X 7'		7'	45	TE23825484
2 3/8" X 10'		10'	62	TE238254120
2 7/8" X 5'	0.217	5'	40	TE27821760
2 7/8" X 7'		7'	53	TE27821784
2 7/8" X 10'		10'	71	TE278217120
2 7/8" X 5'	0.276	5'	47	TE27827660
2 7/8" X 7'		7'	62	TE27827684
2 7/8" X 10'		10'	85	TE278276120
3 1/2" X 5'	0.254	5'	61	TE31225460
3 1/2" X 7'		7'	79	TE31225484
3 1/2" X 10'		10'	105	TE312254120
3 1/2" X 5'	0.368	5'	76	TE31236860
3 1/2" X 7'		7'	101	TE31236884
3 1/2" X 10'		10'	138	TE312368120
4 1/2" X 5'	0.250	5'	79	TE41225060
4 1/2" X 7'		7'	101	TE41225084
4 1/2" X 10'		10'	135	TE412250120
4 1/2" X 5'	0.337	5'	111	TE41233760
4 1/2" X 7'		7'	141	TE41233784
4 1/2" X 10'		10'	186	TE412337120





Tabla A1: Clasificación de Productos de Anclajes Helicoidales

Productos de Anclajes Helicoidales	Tamaño del Eje (pulg.)	Espesor de Pared (pulg.)	Resistencia Última a Tensión (libras)	Límite de Carga a Compresión (libras)	Resistencia Última a Torsión (ft-lb)	Factor de Torsión de Instalación (k)	Capacidad Basada en Resistencia a Torsión (libras)
TS238190	2.375 OD	0.190	125,000	100,000	6,500	9 - 10	65,000
TS238254	2.375 OD	0.254	125,000	135,000	9,000	9 - 10	90,000
TS278217	2.875 OD	0.217	180,000	140,000	13,000	8 - 9	117,000
TS278276	2.875 OD	0.276	180,000	180,000	16,000	8 - 9	144,000
TS312254	3.50 OD	0.254	250,000	210,000	16,000	6.5 - 8	144,000
TS312368	3.50 OD	0.368	250,000	290,000	24,000	6.5 - 8	216,000
TS412250	4.50 OD	0.250	275,000	260,000	30,000	5 - 6.5	195,000
TS412337	4.50 OD	0.337	360,000	350,000	48,000	5 - 6.5	312,000
TS500362	5.00 OD	0.362	413,000	413,000	74,000*	4 - 5.5	416,000
TS512361	5.50 OD	0.361	510,000	466,000	90,700*	3.5 - 5	466,000
TS700498	7.00 OD	0.498	999,000	814,000	180,000*	3 - 4.5	814,000

Notas Importantes:

- HAI recomienda utilizar solo el 85% de la Resistencia Última a Torsión mostrada arriba en la Tabla A1 para pilotes helicoidales de 2-3/8" a 3-1/2" de diámetro. Para todos los demás diámetros de pilotes helicoidales, se recomienda utilizar el 95% de su Resistencia Última a Torsión.
- Cuando se utilicen pilotes helicoidales como tirantes o en cualquier aplicación inclinada con más de 10 grados respecto a la vertical, HAI recomienda usar solo el 80% de la Resistencia Última a Torsión, lo cual aplica únicamente a pilotes helicoidales de 2-3/8" y 2-7/8" de diámetro.
- Los valores de resistencia última a torsión mostrados arriba fueron determinados mediante análisis estadístico de resultados de pruebas de laboratorio, excepto aquellos que tienen un asterisco. Los valores con asterisco son clasificaciones calculadas.
- Las capacidades mostradas en la Tabla A1 para resistencia última a tensión y límite de carga a compresión son clasificaciones calculadas, no determinadas mediante pruebas en campo.
- Nuestra instalación única cuenta con una máquina de pruebas de torsión, lo que nos permite probar todos nuestros productos.





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

Helical Anchors Inc. está comprometida con la prueba y mejora de todos nuestros productos terminados para brindar la mejor calidad al cliente. Esta tabla será actualizada cuando se completen las pruebas para aquellos productos con asterisco.

Tabla A2: Propiedades Generales del Eje de Anclajes Helicoidales





Producto de Anclajes Helicoidales	Tamaño del Eje (pulg)	Espesor de Pared (pulg)	Área (pulg ²)	Radio de Giro	Momento de Inercia (pulg ⁴)	Módulo de Sección Flexional
TS238190	2.375	0.190	1.30	0.775	0.784	0.660
TS238254	2.375	0.254	1.69	0.755	0.965	0.813
TS278217	2.875	0.217	1.81	0.943	1.61	1.12
TS278276	2.875	0.276	2.25	0.924	1.92	1.34
TS312254	3.50	0.254	2.59	1.15	3.43	1.96
TS312368	3.50	0.368	3.62	1.11	4.50	2.57
TS412250	4.50	0.250	3.34	1.50	7.56	3.36
TS412337	4.50	0.337	4.41	1.48	9.61	4.27
TS500362	5.00	0.362	5.27	1.64	14.3	5.71
TS512361	5.50	0.361	5.83	1.82	19.3	7.03
TS700498	7.00	0.498	10.2	2.31	54.1	15.4





HELICAL[®]
PILOTES HELICOIDALES

Tabla A3: Capacidades Últimas de Hélices de Anclajes Helicoidales





Tamaño del Eje (pulg.)	Espesor (pulg.)	Diámetros de Hélices (pulg.)				
		8	10	12	14	16
Capacidades Últimas de Hélices de Anclajes Helicoidales (libras)						
2 3/8	3/8	97,000	78,000	66,000	52,000	---
2 7/8	3/8	112,000	84,000	82,000	65,000	40,000*
	1/2	151,000	97,000	100,000	80,000	60,000*
3 1/2	3/8	125,000*	91,000	83,000	68,000	46,000
	1/2	155,000*	108,000	113,000	104,000	82,000
4 1/2	1/2	---	120,000*	105,000	96,000	102,000





Nota Importante:

Las capacidades últimas de las hélices han sido determinadas mediante análisis estadístico de resultados de pruebas de laboratorio. Las placas helicoidales están disponibles en espesores de 3/8" y 1/2" para todos nuestros productos. Los valores con asterisco (*) son clasificaciones provisionales, ya que las pruebas aún están en proceso, y la tabla será actualizada cuando se completen dichas pruebas.

APÉNDICE B

REPORTES DE EVALUACIÓN





Hoyt Engineering Associates

Blue Springs, MO

Helical Foundation & Push Pier Engineering
3105 South Fallbrook Court, Blue Springs, MO 64015
v (816) 220-9120 f (816) 220-9261 hoyteng@comcast.net

August 28, 2009

**Evaluation of Tension, Compression, Flexure and Torsion Strengths
of Helical Anchors, Inc. Helical Pier Shafts**

At the request of Helical Anchors, Inc., I supervised physical testing and conducted structural analyses of their helical pier shaft assemblies to establish ultimate strength ratings in tension, compression, flexure and torsion. "Ultimate strength" is the maximum load that is reached in a strain-controlled test. Where ratings were established by testing, statistical analysis of the results was used to determine the 5% exclusion limit for the ultimate strength. Where ratings were established by calculation, the analyses were directed at predicting the 5% exclusion limit that could be expected to result from statistical analysis of laboratory test results from a statistically meaningful group of samples. The 5% exclusion limit is the strength that 95% of a total population of like products would be expected to meet or exceed. The resulting strength ratings should not be assumed to meet the requirements of the American Institute of Steel Construction's Allowable Strength Design (ASD), Load & Resistance Factor Design (LRFD), or 360-05 integrated design specifications, none of which apply to portions of structural elements that are embedded in the earth.

The results of the evaluations are given in the table below. These mechanical strength estimates form upper bounds to the ultimate loads that can be achieved in the field. Other limit states that may be the controlling factor in any specific project include pullout, plunging or overturning due to exceeding the soil's bearing capacity and shaft buckling under compressive loading, all of which must be evaluated in light of the soil profile in which the elements will be embedded. Serviceability limit states must also be considered in the determination of allowable loads for specific projects.

Shaft Designation	Calculated Minimum Ultimate Strength			
	Tension (lbs)	Compression (lbs)	Flexure (lb-in)	Torsion* (lb-ft)
2-3/8 x 0.190	125,000	100,000	70,000	7500
2-3/8 x 0.254	125,000	135,000	90,000	9000
2-3/8 x 0.280	125,000	140,000	90,000	8000
2-7/8 x 0.217	180,000	140,000	120,000	13,000
2-7/8 x 0.276	180,000	180,000	150,000	16,000
3-1/2 x 0.254	250,000	210,000	210,000	18,000
3-1/2 x 0.368	250,000	290,000	290,000	27,000
4-1/2 x 0.337	360,000	350,000	470,000	48,000

*Value determined by statistical analysis of laboratory testing results

Robert M. Hoyt, PE, F.ASCE
President/Principal
Hoyt Engineering Associates

I certify that this plan, specification, or report was prepared by me or under my direct supervision and that I am a duly Licensed Professional Engineer under the laws of the State of Minnesota.

Robert M. Hoyt, PE

Robert M. Hoyt, PE

Date: 28 Aug 2009 License # 46668





Hoyt Engineering Associates

Blue Springs, MO

Helical Foundation & Push Pier Engineering
3105 South Fallbrook Court, Blue Springs, MO 64015
v (816) 220-9120 f (816) 220-9261 hoyteng@comcast.net

October 16, 2009

**Evaluation of Flexural Strengths of Helical Anchors, Inc.
Helical Pier Helix Plates**

At the request of Helical Anchors, Inc., I supervised physical testing of their helical pier shaft/helix plate assemblies and conducted data analyses to determine the average ultimate strengths thereof in flexural loading. "Ultimate strength" in this case was established as specified in the International Codes Council Evaluation Service's Acceptance Criteria AC358. That is, it was the maximum load that was reached in a strain-controlled laboratory test using a defined test fixture. The raw ultimate strength data was then normalized for the effects of corrosion over a 50-year lifetime as specified in AC358.

The normalized ultimate strength averages for the various combinations of plate OD, shaft OD and plate thickness are given in Table 1 below. These mechanical strengths, or appropriate sums thereof for multi-helix piers, form upper bounds to the ultimate load that can be achieved in the field. Other limit states that may be the controlling factor in any specific project include pullout, plunging or overturning due to exceeding the soil's bearing capacity and shaft buckling under compressive loading, all of which must be evaluated in light of the soil profile in which the elements will be embedded. Shaft coupling strength may be the controlling limit state for tension loading. Serviceability limit states must also be considered in the determination of allowable loads for specific projects.

**Table 1: Mean Ultimate Strengths for Helix Plates
and Helix Plate/Shaft Joints (lbs)**

Helix Plate OD x Thickness (in)	Shaft OD			
	2-3/8 (in)	2-7/8 (in)	3-1/2 (in)	4-1/2 (in)
8 x 3/8	97,000	112,000	Not Tested	Not Tested
10 x 3/8	78,000	84,000	91,000	Not Tested
12 x 3/8	66,000	82,000	83,000	Not Tested
14 x 3/8	52,000	65,000	68,000	Not Tested
16 x 3/8	Not Tested	Not Tested	46,000	Not Tested
8 x 1/2	Not Tested	151,000	Not Tested	Not Tested
10 x 1/2	Not Tested	97,000	108,000	Not Tested
12 x 1/2	Not Tested	100,000	113,000	105,000
14 x 1/2	Not Tested	80,000	104,000	96,000
16 x 1/2	Not Tested	Not Tested	82,000	102,000

Robert M. Hoyt, PE, F.ASCE
President/Principal
Hoyt Engineering Associates

I certify that this plan, specification, or report was prepared by me or under my direct supervision and that I am a duly Licensed Professional Engineer under the laws of the State of Minnesota.

Robert M. Hoyt, PE

Robert M. Hoyt, PE

Date: 16 Oct 2009 License # 46568





REFERENCIAS

ASCE (1996), *Design of Sheet Pile Walls*, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 68 pp.

Bowles, J. E. (1988), *Foundation Analysis and Design*, 4th edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Das, B.M. (2004), *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. 2th edition, Thomson-Engineering, Belmont, CA

Gere, James M. (2003) *Mechanics of Material*. 6th edition. Thomson-Engineering, Belmont, CA.

Vijayvergiya, V. N. and J. A. Focht, Jr. (1972). "A New Way to Predict Capacity of Piles in Clay", OTC Paper 1718, 4th Offshore Technology Conference, Houston, TX.

