GEOCISA

PILOTES IN SITU

AUTOR: Diego Gómez Santiago

CLASIFICACIÓN DE LOS PILOTES	
Por la forma de transmisión de cargas al terreno	Por fuste
	Por punta
	Por la combinación de ambas
Por el tipo de material	Homogonados "in situ"
	De hormigón prefabricado
	De acero (perfiles metálicos)
	De madera
	Mixtos (acero tubular y mortero)
Por el procedimiento de puesta en obra	Por desplazamiento
	Por estracción

TIPOS DE PILOTES HORMIGONADOS "IN SITU"				
Tipología			NTE	Características
Por desplazamiento	Con azuche		CPI-2	Escasa profundidad
				Transmisión por punta
				Perfora estratos duros
	Con tapón de gravas		CPI-3	Por fuste y punta
				Suelos compacidad media
	Por rotación		-	No transmite vibraciones
Por extracción	Con entubación	Recuperable	CPI-4	Escasa profundidad
				Generalmente por punta
		Camisa perdida	CPI-5	Suelos muy agresivos
				Transmisión por punta
	Sin entubación	Lodos tixotrópicos	CPI-6	Suelos muy blandos
				Transmisión por punta
		Barrenados	CPI-7	Suelos consistentes
				Gran profundidad
		Barrenados horm. por tubo central	CPI-8	Suelos consistentes
				Gran profundidad

TIPOS DE PILOTES "IN SITU", POR EXTRACCIÓN:

- *Pilotes en seco.*
- *Pilotes con lodos.*
- *Pilotes entubados.*
- *Pilotes con entubación parcial y lodos.*
- *Pilotes "benoto".*
- *Pilotes de hélice continua.*
- *Pantallas de pilotes secantes y tangentes.*

Pilotes en seco:

Son pilotes que se excavan sin ningún medio de sostenimiento de las paredes de la excavación.

No puede haber presencia de nivel freático.

El terreno tiene que ser claramente estable.

Se excavan, normalmente, con hélice.

Pilotes en seco:

Normalmente se introduce una virola a rotación que haga las veces de murete guía. En pequeños diámetros, si el terreno lo permite, se puede excavar sin virola.

Pilotes con lodos:

Son pilotes que se excavan utilizando lodos de perforación como medio de sostenimiento de las paredes de la excavación.

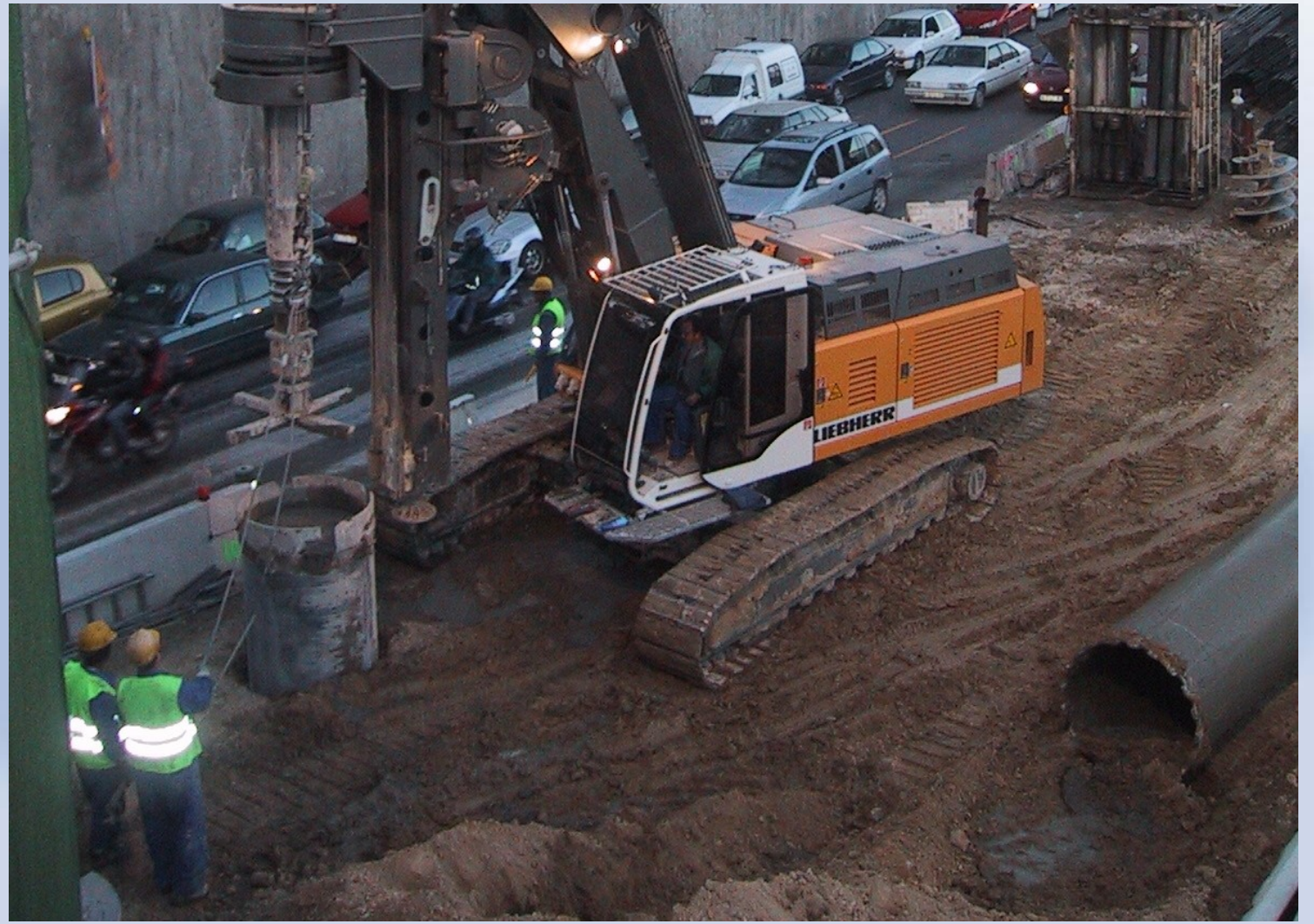
Los lodos que se utilizan pueden ser:

- Bentonita.
- Lodos mixtos.
- Polímeros.

Necesitan murete guía o virola de chapa de acero que se introduce a rotación o con vibrador.

Pilotes con lodos:

Virola introducida con cruceta, a rotación.



Pilotes con lodos:

Virola introducida con cruceta, a rotación.

Pilotes con lodos:

Virola introducida con vibrador

Pilotes con lodos:

Pilotes con entubación recuperable:

Son pilotes que se excavan utilizando una entubación recuperable como medio de sostenimiento de las paredes de la excavación.

La entubación se introduce en el terreno simultáneamente a la excavación, y siempre por delante de ésta.

Esta entubación es empalmable mediante tornillos (Hay otros sistemas).

El primer tramo que se introduce, llamado “zapata”, lleva dientes o cualquier otro sistema de corte del terreno, para facilitar su introducción.

En función del diámetro y profundidad la entubación se introduce con la cabeza de rotación (Con o sin multiplier), o con morsa.

Pilotes con entubación recuperable:

El espesor de la zona de empalme entre tubos debe ser muy rígida para evitar deformaciones, por lo que en función del diámetro de la entubación este espesor varía entre 4 y 6 centímetros.

La entubación debe ser lisa, sin resaltes, tanto por el interior como por el exterior de la entubación, por lo que la zona entre empalmes es de doble pared de chapa, con un refuerzo interior. Esto evita hacer esta zona de chapa maciza, por el excesivo peso que tendría.

Pilotes con entubación recuperable:

Pilotes con entubación recuperable:

Tubo zapata con la base dentada para facilitar la introducción en el terreno.

Pilotes con entubación recuperable:

Introducción de la entubación recuperable mediante la cabeza de rotación con campana de arrastre.

Pilotes con entubación recuperable:

Tubos de empalme

Pilotes con entubación recuperable:

Extracción de la entubación recuperable:

Normalmente se extrae con morsa, durante el proceso de hormigonado, y siempre introducida dentro del hormigón.

Pilotes con entubación parcial y lodos:

Son pilotes que se excavan utilizando una entubación recuperable como medio de sostenimiento de las paredes de la excavación, hasta una cierta profundidad, a partir de la cual se utilizan lodos de perforación como medio de sostenimiento.

Los lodos hay que empezar a verterlos antes de llegar con la excavación al nivel freático, y el nivel del lodo debe llegar hasta la parte superior de la excavación, y siempre un mínimo de 1,5 metros por encima del nivel freático.

Pilotes con entubación parcial y lodos:

Pilotes con entubación parcial y lodos:

Pilotes con entubación parcial y lodos:

Pilotes benoto

Son pilotes entubados cuyo vaciado se realiza mediante cuchara bivalva.

Este sistema de ejecución se aplica cuando no es posible vaciar el pilote mediante pilotadora a rotación, debido a la presencia de grandes bolos, escolleras, etc.

En este tipo de pilotes la entubación suele ser de simple chapa de acero, empalmable mediante soldadura.

La entubación se puede introducir con morsa o con vibrador.

Pilotes benoto

Pilotes benoto

Entubación con morsa

Pilotes benoto

Entubación con morsa

Pilotes benoto

Entubación con vibrador

Pilotes de hélice continua

Son pilotes en los que la perforación se realiza con una hélice de la longitud total del pilote, que se introduce a rotación.

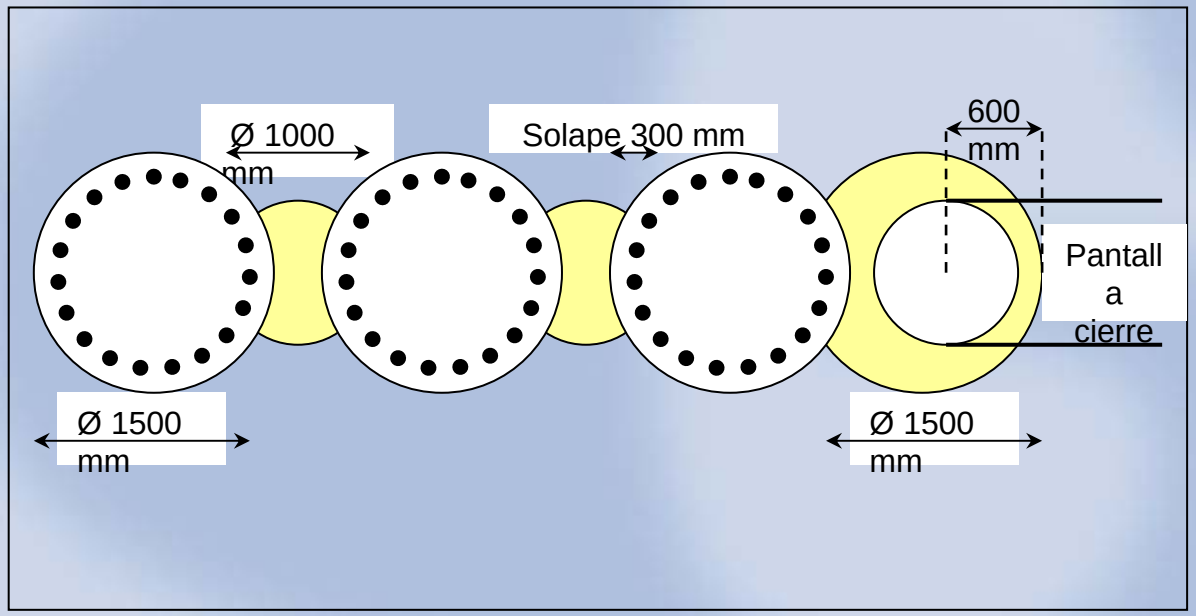
El hormigonado se realiza mediante bombeo, a través del eje central de la barrena, que en la punta lleva un azuche que se expulsa cada vez que se hormigona un pilote. Se va desplazando el hormigón a media que se va levantando la barrena, hasta llegar a la plataforma de trabajo, que es cuando acaba la fase de hormigonado.

Una vez concluido el hormigonado, se introduce la armadura en el hormigón fresco, por gravedad o mediante un dispositivo vibratorio montado en la parte superior de la misma.

Pilotes de hélice continua

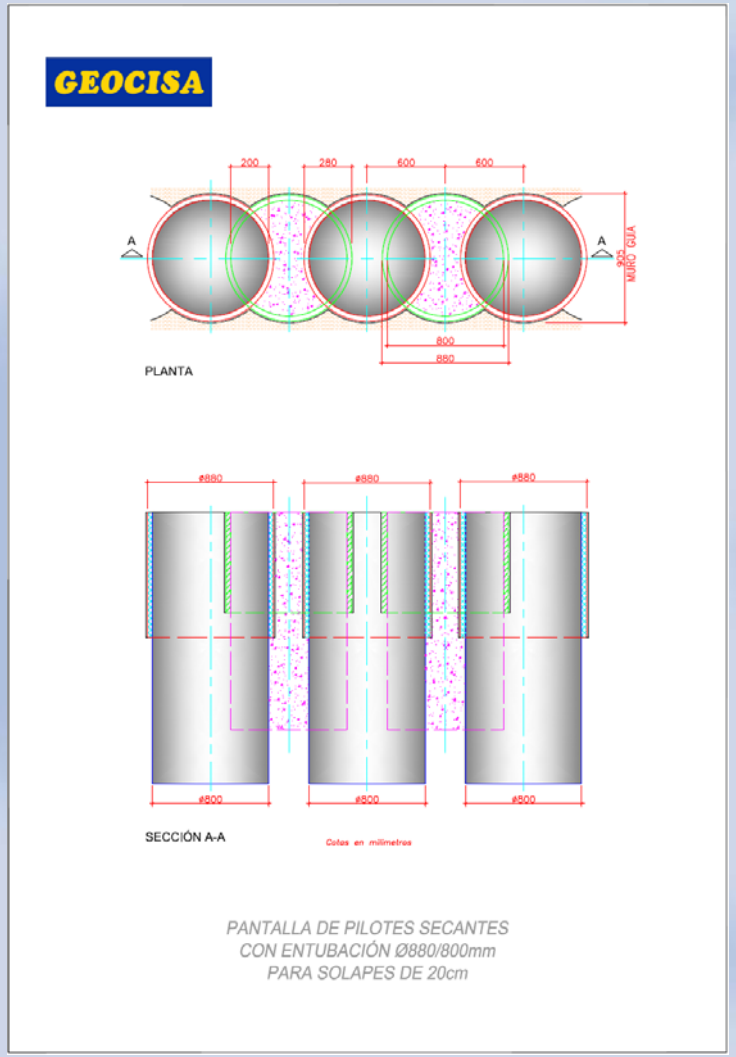
Pantallas de pilotes secantes y tangentes

Pilotes secantes

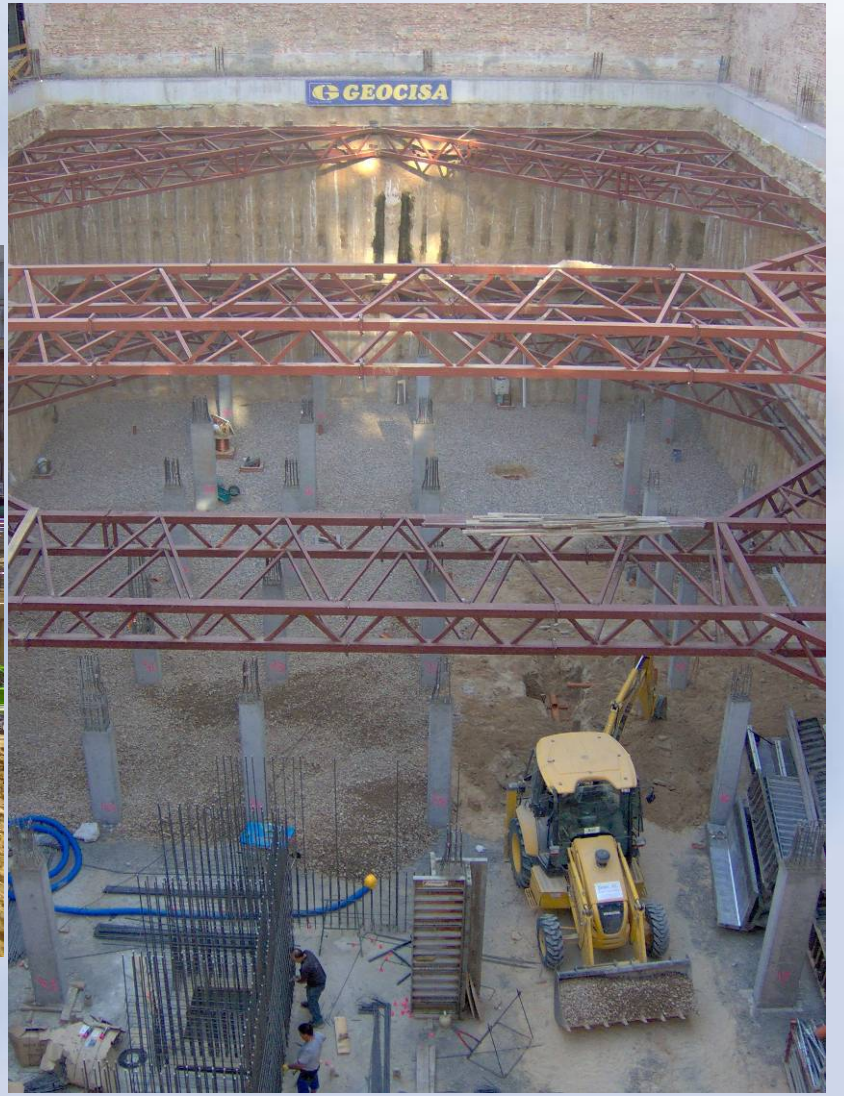


Pantallas de pilotes secantes y tangentes

Pantallas de pilotes secantes.



Pantallas de pilotes tangentes.



EQUIPOS DE PERFORACIÓN DE PILOTES:

- ***Pilotadoras con kelly.***
- ***Pilotadoras de hélice continua.***
- ***Equipos benoto.***

Pilotadoras con kelly

Perforan a rotación.

Montan una cabeza de rotación que desliza a lo largo del mástil de la perforadora. Esta cabeza es la que transmite la rotación al kelly.

En el extremo inferior del kelly se monta el útil de perforación.

La cabeza de rotación está preparada también para introducir la entubación recuperable.

El movimiento vertical de la cabeza de rotación (Empuje y extracción) se realiza a través de un cilindro hidráulico o de un cabrestante que transmite el movimiento a través de un cable.

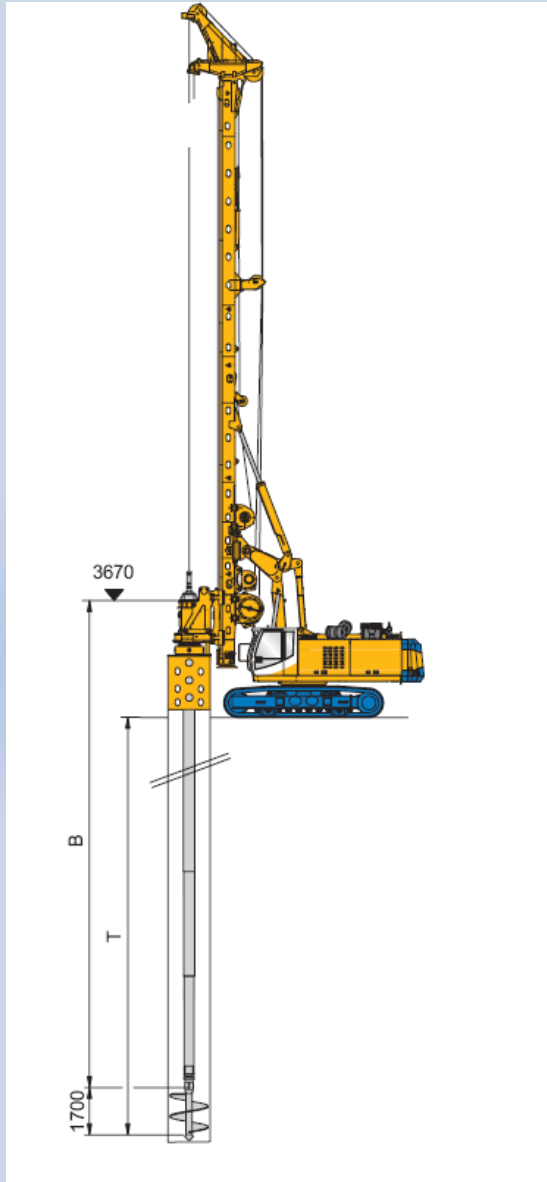
Pilotadoras con kelly

Movimiento de empuje y extracción mediante cilindro hidráulico.

(Crowd cylinder)

Pilotadoras con kelly

Movimiento de empuje y extracción mediante cabrestante (Crowd winch)



Pilotadoras con kelly

Kellytyp Type of kelly bar	A (m)	B (m)	Gewicht Weight (kg)	Hw (m)	T (m)
BK28/419/3/27	11,71	29,95	5.400	9,40	**28,00**
BK28/419/3/30	12,71	32,95	5.800	8,70	**31,00**
BK28/419/3/36	14,71	38,95	6.650	6,70	**37,00**
BK28/419/4/40	12,71	43,08	8.100	8,70	**41,00**
BK28/419/4/64 *	18,71	67,08	11.650	2,70	**65,00**
BK28/419/4/70 *	20,21	73,08	12.750	1,20	**71,00**

Pilotadoras con hélice continua

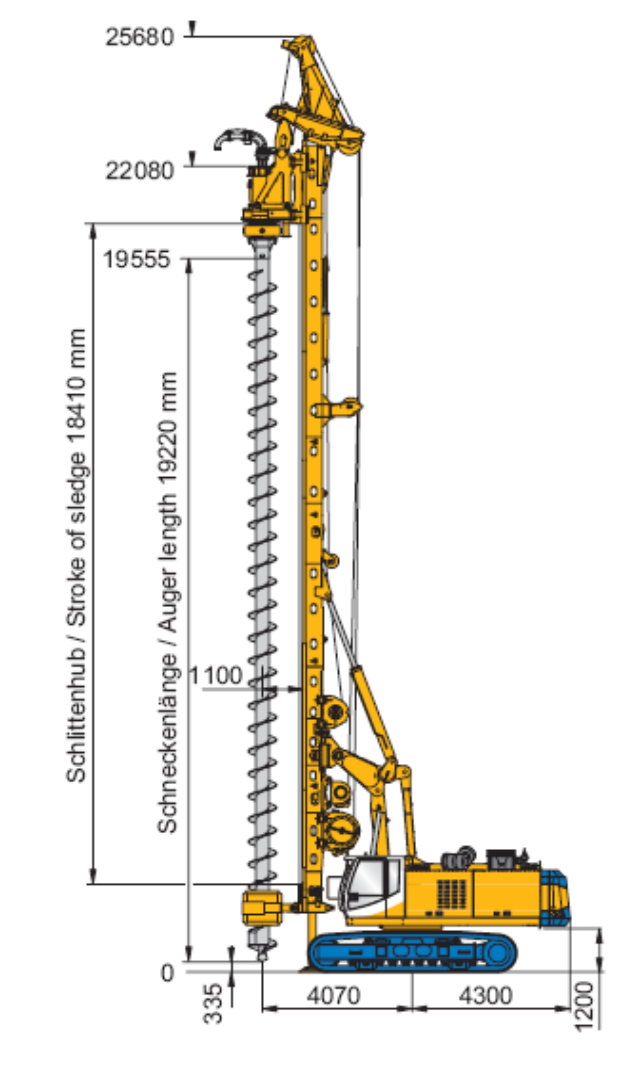
Perforan a rotación introduciendo una hélice de la longitud total del pilote.

Normalmente (No siempre) son las mismas perforadoras que se utilizan con kelly, que se adaptan para trabajar con hélice continua.

Las perforadoras que utilizan cabrestante de empuje, en lugar de cilindro hidráulico, se transforman más rápidamente a hélice continua.

Normalmente se monta en la parte inferior una guía que sirve también para limpiar la hélice.

Pilotadoras con hélice continua



Equipos benoto

Son equipos para perforar pilotes donde no es posible perforar a rotación (Aluviales con bolos, escolleras,etc.)

Se perforan con entubación recuperable, normalmente de chapa de acero soldable.

La perforación se realiza con cuchara bivalva, y en caso necesario con trépano.

Se puede entubar con morsa o con vibrador.

Equipos benoto

Equipos benoto

Equipos mixtos benoto-rotación.

MAQUINARIA AUXILIAR Y ÚTILES:

- *Entubadora oscilante o “morsa”.*
- *Multiplier.*
- *Campanas de arrastre (Giratubos).*
- *Vibradores.*
- *Entubación empalmable de doble pared.*
- *Entubación de chapa, empalmable por soldadura.*
- *Útiles de perforación a rotación.*
- *Útiles de perforación por sistema benoto.*
- *Hélices continuas.*

Entubadora oscilante o “morsa”

Tienen tres tipos de cilindros hidráulicos:

- Cilindros de cierre.
- Cilindros de movimiento oscilante.
- Cilindros para tiro vertical (Hinca y extracción)

Entubadora oscilante o “morsa”

Entubadora oscilante o “morsa”

CASING OSCILLATOR

Models	1200 / 600	1600 / 880	1800 / 1200	2000 / 1500	2500 / 1800	3000 / 2000
MAX NOMINAL DIAMETER	1200 mm	1600 mm	1800 mm	2000 mm	2500 mm	3000 mm
MIN NOMINAL DIAMETER	600 mm	880 mm	1200 mm	1500 mm	1800 mm	2000 mm
MAX OSCILLATING TORQUE	1620 KNm	2250 KNm	3000 KNm	3300 KNm	3630 KNm	9300 KNm
WEIGHT	10 -11 tons	13 -15 tons	17 - 18 tons	20 - 22 tons	27 - 30 tons	47 tons

Multiplier:

Es un duplicador de par que se acopla a la cabeza de rotación.

Sirve para entubar, nunca para perforar.

Se acopla a la entubación mediante una campana de arrastre o “giratubos”

Evita tener que utilizar morsa en entubaciones poco profundas.

Para extraer la entubación suele ser necesaria la morsa.

Multiplier:

Multiplier SOILMEC

Multiplier BAUER

Campanas de arrastre.

Se utiliza para entubar con la cabeza de rotación, con o sin multiplier.

Vibradores.

Se utilizan para introducir y extraer la entubación recuperable en terrenos susceptibles de entrar en flotación. (Granulares, limos, etc.)

Pueden ser hidráulicos o eléctricos, aunque el cierre de las mordazas contra la entubación siempre es hidráulico.

La entubación tiene que ser de chapa de acero soldada, para permitir transmitir las vibraciones a la parte inferior.

Las vibraciones ponen en flotación el terreno próximo a la entubación, disminuyendo el rozamiento chapa-terreno, permitiendo la hinca y extracción.

Vibradores.

Vibrador hidráulico PTC-110 HD

Entubación de doble pared, empalmable.

Se utiliza, normalmente, para pilotes excavados a rotación. Se introduce con morsa o con la cabeza de rotación.

Entubación de doble pared, empalmable.

Entubación de chapa de acero, empalmable por soldadura.

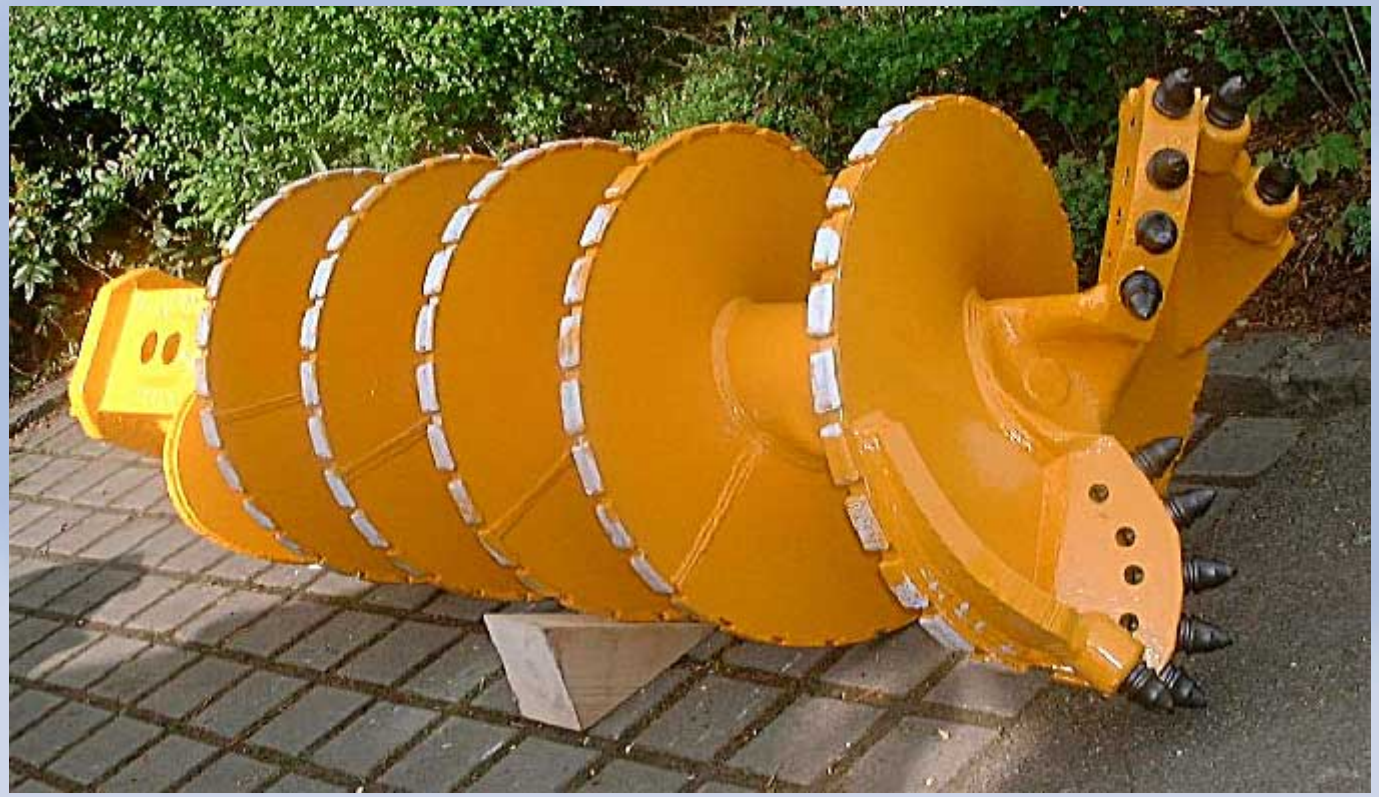
Se utiliza para pilotes benoto y para entubar con vibrador.

Útiles de perforación a rotación.

Bucket (Cazo de guillotina)

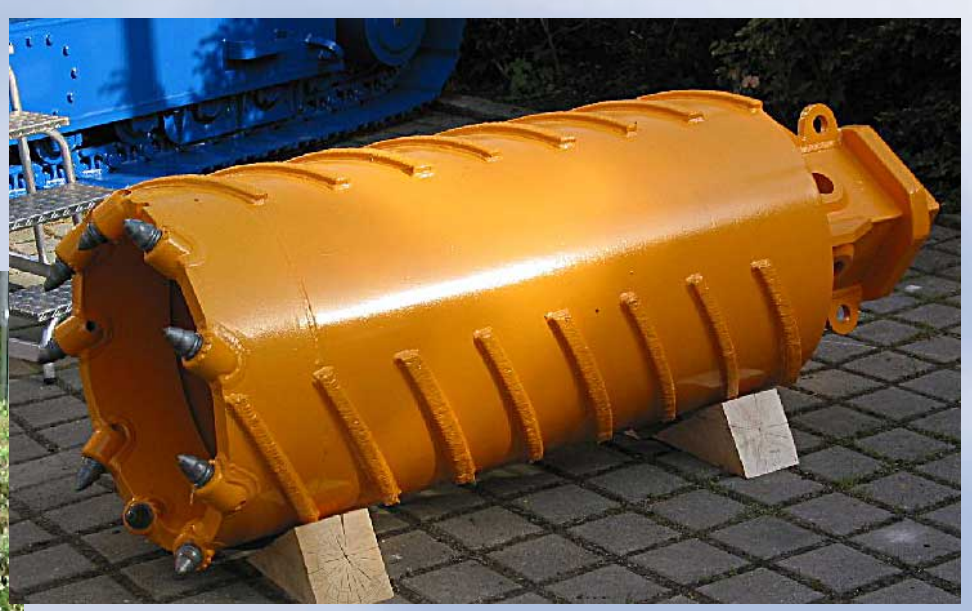
Útiles de perforación a rotación.

Hélice



Útiles de perforación a rotación.

Carotieri



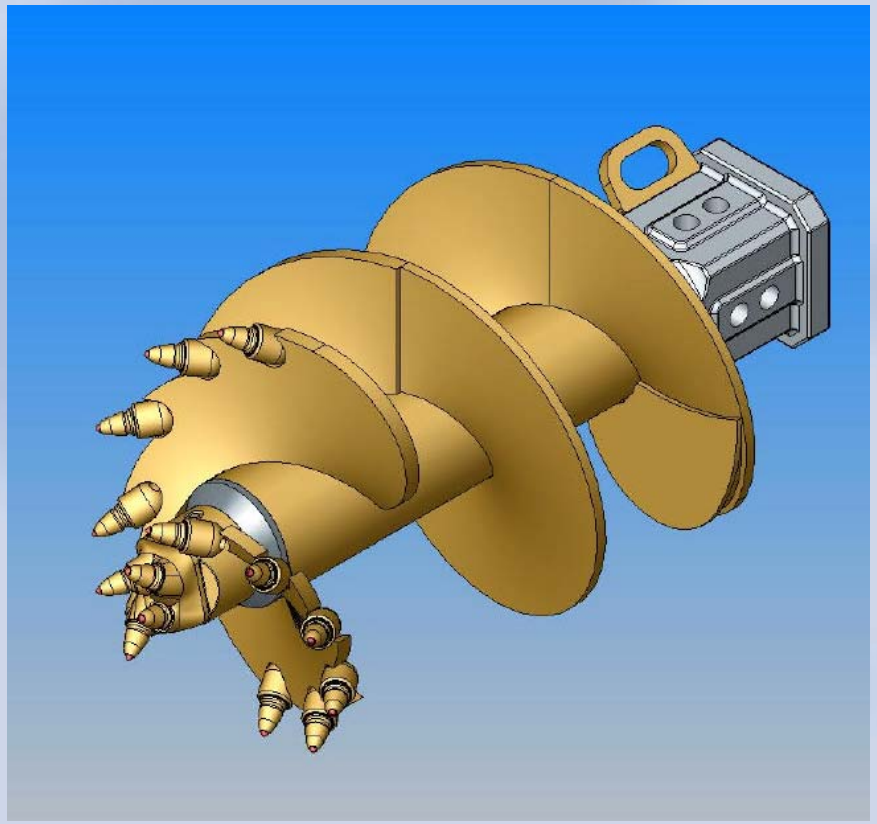
Útiles de perforación a rotación.

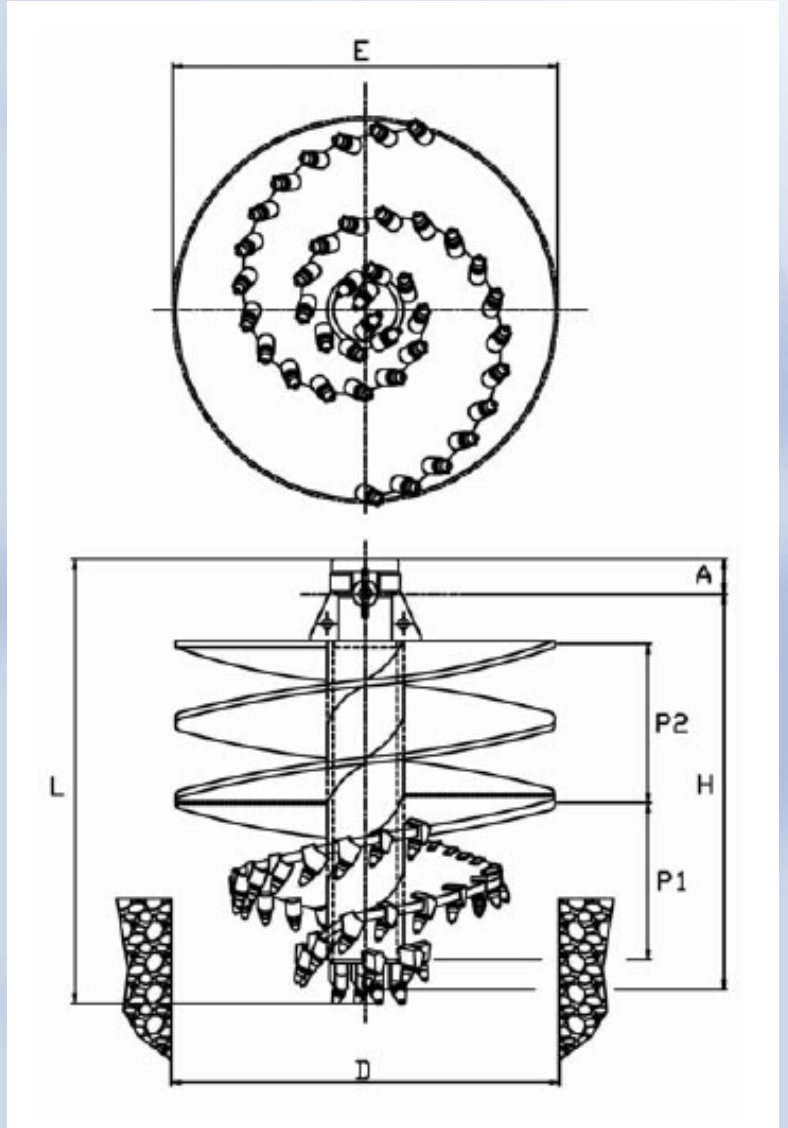
SI.

NO!!

Útiles de perforación a rotación.

Hélice cónica de widia





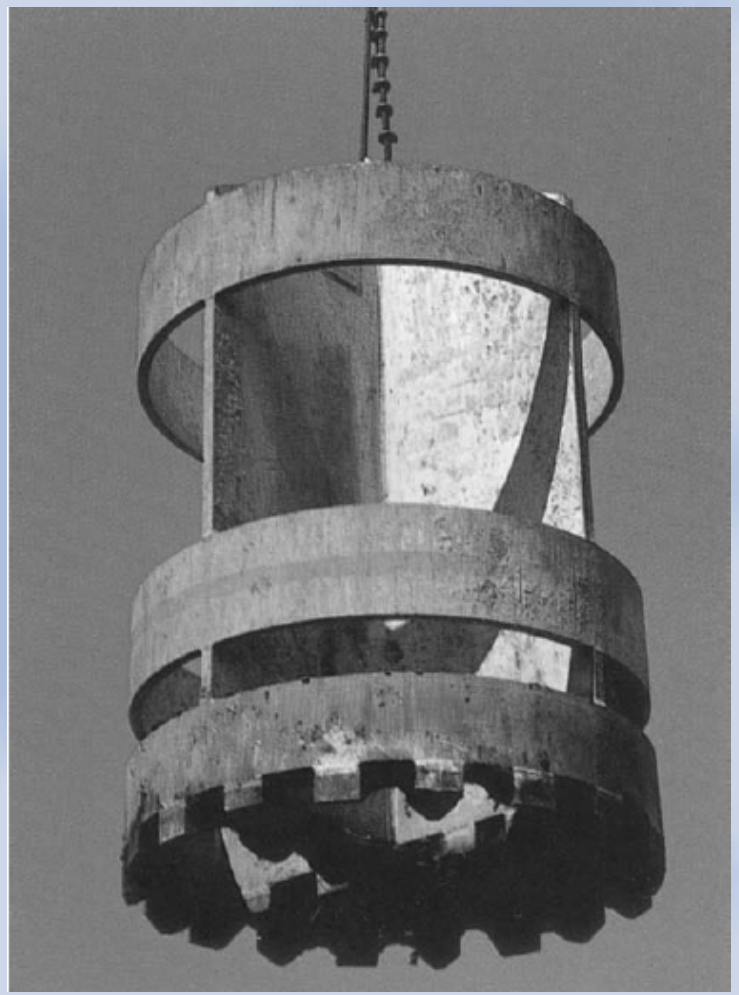
Útiles de perforación para sistema benoto.

Cucharas bivalva

Útiles de perforación para sistema benoto.

Trépano

Útiles de perforación para sistema benoto.



Hélices continuas

ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TERRENO Y TIPO DE OBRA:

- *Par de rotación. ¿Se necesita mucho par?*
- *Longitud del kelly.*
- *Grúa auxiliar o no. ¿Puedo excavar y hormigonar a la vez?*
- *¿Tengo que llevar morsa?*
- *Entubación o lodos.*

PAR DE ROTACIÓN. ¿SE NECESITA MUCHO PAR?

El par de rotación se necesita, principalmente, para realizar empotramientos en roca y para entubar con la cabeza de rotación.

Cuanto mayor sea el diámetro del pilote, mayor par necesitaremos.

Si vamos a hacer pilotes en terreno blando o de pequeño diámetro, no es necesario utilizar pilotadoras de gran par. Normalmente, cuanto más pequeña sea la máquina más rápidas serán las maniobras, por lo que el rendimiento será mayor.

No siempre la máquina más grande es la mejor.

PAR DE ROTACIÓN. Par nominal y par efectivo

- Es importante conocer el par de la máquina con la que trabajamos, tanto a la hora de entubar como de perforar en roca.
- Hay que tener cuidado con los catálogos de la perforadoras, ya que suelen hablar de pares nominales, no efectivos.
- Es importante conocer las curvas de par, pues en la mayoría de las perforadoras el par es puramente teórico, a cero r.p.m.

PAR DE ROTACIÓN.

Cabeza de rotación BAUER BG-28

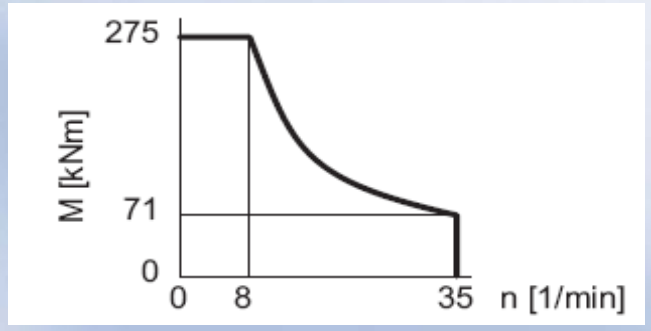
KDK 275K (Standard)

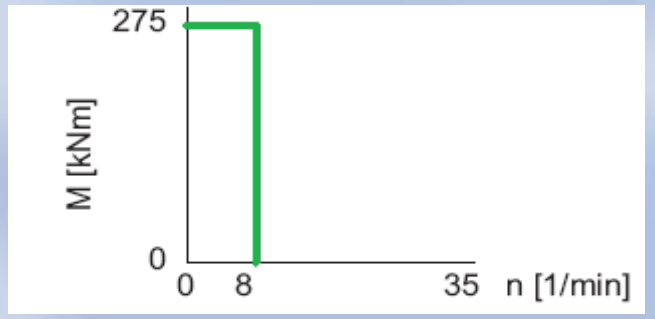
Curvas de par.

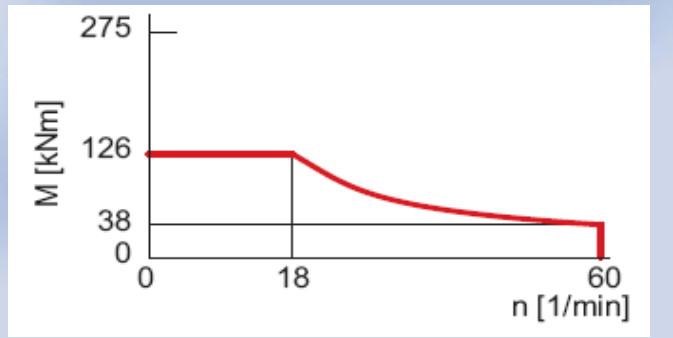
1ª velocidad, modo estándar.

1ª velocidad, perforación en roca.

2ª velocidad, modo estándar.



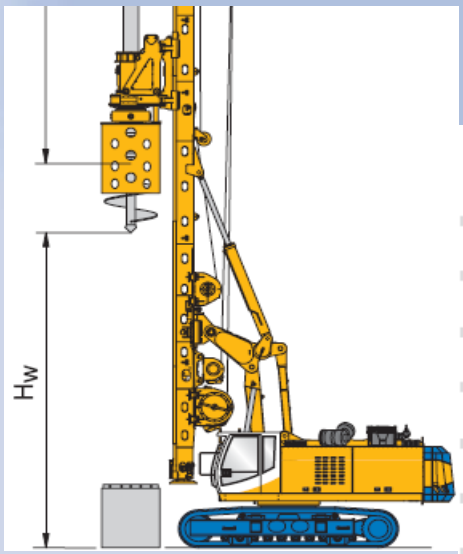




LONGITUD DEL KELLY

El kelly más apropiado es el más corto que nos permita llegar a la máxima profundidad del proyecto.

Cuando montemos un kelly largo hay que comprobar que bajo el útil de perforación nos queda altura suficiente para introducir y extraer la entubación o virola.



Kellytyp Type of kelly bar	A (m)	B (m)	Gewicht Weight (kg)	Hw (m)	T (m)
BK28/419/3/27	11,71	29,95	5.400	9,40	**28,00**
BK28/419/3/30	12,71	32,95	5.800	8,70	**31,00**
BK28/419/3/36	14,71	38,95	6.650	6,70	**37,00**
BK28/419/4/40	12,71	43,08	8.100	8,70	**41,00**
BK28/419/4/64 *	18,71	67,08	11.650	2,70	**65,00**
BK28/419/4/70 *	20,21	73,08	12.750	1,20	**71,00**

GRÚA AUXILIAR, O NO. ¿PUEDO EXCAVAR Y HORMIGONAR A LA VEZ?

El primer factor a considerar es si hay espacio en la obra.

Si hay espacio, hay que estudiar si el aumento de rendimiento compensa el sobrecoste.

En pilotes entubados, si tenemos que entubar con morsa, la pilotadora tiene que excavar y hormigonar, por lo que no suele ser rentable tener grúa auxiliar.

Si la pilotadora es capaz de entubar con la cabeza de rotación, colocaremos la morsa en la grúa auxiliar, con grupo hidráulico autónomo. Podremos excavar y hormigonar simultáneamente.

En pilotes con lodos suele ser rentable la grúa auxiliar, pues los procesos de excavación y hormigonado son independientes.

¿TENGO QUE LLEVAR MORSA?

Siempre que se hagan pilotes entubados, a partir de una cierta profundidad es necesario llevar morsa.

Cuidado con sobrevalorar la fuerza del multiplier. Cuando se entuba, mientras gire la entubación podremos seguir entubando. El problema es la extracción. Por mucho par que tengamos, no hemos aumentado la capacidad de tiro vertical. Cuando entubamos, la fuerza de gravedad va a nuestro favor. Cuando desentubamos, va en nuestra contra.

¿ENTUBACIÓN O LODOS?

Los pilotes ejecutados con lodos, normalmente son más baratos que entubados, y los rendimientos mayores.

Hay casos en que no es así:

- Pilotes cortos de pequeño diámetro en los que podemos entubar y desentubar con la cabeza de rotación.
- Pilotes de estructuras en los que hay que hacer un traslado del equipo cada 3 ó 4 pilotes.

¿ENTUBACIÓN O LODOS?. CASOS PRÁCTICOS.

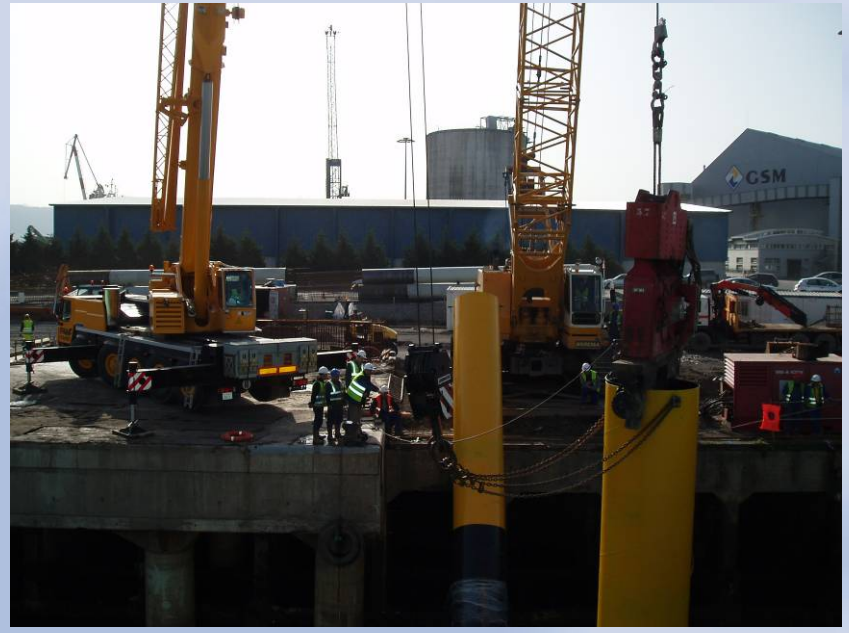
- Ser conscientes de las limitaciones de la entubación.
- El tipo de pilote elegido en fase de proyecto, puede tener que variarse si hay campaña geotécnica complementaria.
- Los pilotes y los “bolos”.
- Diámetro de los pilotes. Para pequeños diámetro tener en cuenta la cota de nivel freático para el uso de lodos.
- Contacto en el empotramiento. Buzamiento.

Cubos de la Solana. Soria.

Puerto de Raos. Santander.

Pilotes CPI 4 - Benoto

Puerto de Raos. Santander.



Pilotes Metálicos Hincados.

Puerto de Raos. Santander.

Pilotes Benoto.

Pilotes Boca Oest. Anyós. Andorra.

Pilotes CPI4 – Benoto.

Parking Tárrega. Lleida.

Pilotes Secantes.

- ROTACION
  - •Pilotes en seco.
  - •Pilotes entubados.
    - •Doble pared.
      - •Cabeza de rotación.
      - •Morsa
    - •Virola.
      - •Cruceta.
      - •Morsa
      - •Vibrador
  - •Empotramientos Widia.
- CUCHARA
  - •Pilotes Benoto.
    - •Entubado Vibrador.
    - •Entubado con morsa.
    - •Lodos
  - •Empotramientos Trépano.

Dudas ....

- ¿Entubación o lodos?
- ¿Diámetro de pilote si tengo bolos?
- Aparecen yesos,¿Qué hago si hay karst?
- ¿Hasta que profundidad puedo ejecutar pilotes secantes?
- Máxima profundidad de pilotes
- ¿?

Respuestas ....

GEOCISA

GEOTECNIA Y CIMIENTOS SA.

C/ Los Llanos de Jerez 10,12.

28823 Coslada Madrid

91 660 30 00 – 91 660 31 46

www.geocisa.com

GEOCISA

Gracias por su atención.