

Build on us*



280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil-Malmaison – Francia

www.soletanche-bachy.com

Una empresa de  SOLETANCHE FREYSSINET

*Apoyada en nosotros



Pilotes - Técnicas y aplicaciones

Pilotes

Build on us



Procesos

Técnicas
y aplicaciones



Desde una pequeña obra de construcción de sótanos situada en un terreno difícil hasta un complejo sistema de cimentaciones para soportar una estructura icónica, cualquier proyecto de cimentaciones profundas requiere una vasta experiencia y un análisis detallado para poder seleccionar e implementar la solución más adecuada.

En Soletanche Bachy, nuestro personal altamente comprometido domina toda una gran variedad de técnicas de cimentaciones y cuenta también con experiencia en todos los sectores en los que estas técnicas se aplican, garantizando que la mejor elección este adaptada al proyecto del cliente.

Gracias a nuestro gran parque de perforadoras en todo el mundo y a nuestra capacidad para diseñar y fabricar maquinaria propia, nuestro personal sumamente calificado trabaja constantemente para mejorar las técnicas tradicionales de pilotaje y a la vez desarrollar nuevos e innovadores métodos.

Con este documento queremos compartir nuestro compromiso con los proyectos de cimentaciones profundas y destacar las únicas ventajas que sólo nosotros podemos ofrecer a nuestros clientes.

Puente del Atlántico | Panamá

RODIO KRONSA + RODIO-SWISSBORING PANAMÁ

El Puente del Atlántico se sitúa a 3km al norte de las esclusas de Gatún en la desembocadura del Canal de Panamá. Con una luz central de 530m, se trata de uno de los puentes atirantados de concreto más largos del mundo. Las filiales de Soletanche Bachy, Rodio Kronsa (España) y Rodio-Swissboring Panamá, instalaron 673 pilotes perforados con diámetros de 700 a 2.500mm para el nuevo puente. Los pilotes perforados de gran diámetro se realizaron perforando con lodos bentoníticos empleando perforadoras BG36 y SR70 hasta una profundidad de 52m. Se reforzaron los pilotes en toda su extensión y se fundieron mediante tremie con una mezcla especialmente formulada para lograr una cimentación diseñada para alcanzar una vida útil de 100 años.

Índice

6	Build on us	10	Pilotes perforados de gran diámetro	22	Pilotes de hélice continua (CFA)	36	Obras con acceso limitado y en altura reducida
6	Una gama completa de soluciones de pilotes	13	Pilotes acampanados	24	Starsol®	36	Micro y minipilotes
8	En la vanguardia	13	Pilotes de fuste inyectado	25	T-Piles®	38	Pilotes perforados de gran diámetro y en altura reducida
8	Orgullosos de nuestro parque de maquinaria	13	SolThread			41	Barrettes en altura reducida
9	<i>The safe way is the only way</i>	14	Barrettes				
		15	Pilas pilote				
				26	Pilotes rotativos de desplazamiento	42	Pantallas de contención con pilotes empotrados
		16	Perforación de roca con gran diámetro	28	Pilotes ranurados (Screwsol)	44	Pantalla de pilotes secantes
		16	Técnicas rotativas tradicionales	29	Pilotes helicoidales con doble ranurado	47	Pantallas de pilotes tangentes
		17	Perforación con martillo de fondo DTH	29	DSP _{star} y TSP _{star}	47	Pantallas de pilotes discontinuos
		17	Sistemas encamisados				
		18	Perforadoras “cluster”	30	Pilotes hincados	48	Resumen de técnicas
			Perforación por circulación inversa	31	Pilotes prefabricados hincados		
		19		32	Pilotes hincados hormigonados in situ		

El grupo Soletanche Bachy es una de las empresas geotécnicas más grandes del mundo. Ofrece una gama diversa de soluciones que incluyen cimentaciones profundas, muros de contención, pantallas de estanqueidad, estabilización y recuperación de suelos, instrumentación y auscultación e inyecciones.

En el mundo entero, Soletanche Bachy presta sus servicios a clientes del sector público y privado y ofrece toda una paleta de servicios y procesos. Mostrando el mismo nivel de motivación por proyectos nicho especializados que por grandes proyectos de infraestructuras, Soletanche Bachy es capaz de asumir contratos como subcontratista especializado, como socio de un consorcio o como contratista principal.

Una gama completa de soluciones de pilotes

Durante casi un siglo, el Grupo ha ofrecido una gama completa de soluciones de pilotaje. Entre sus técnicas y aplicaciones cabe mencionar: pilotes perforados de gran diámetro y barrettes para grandes estructuras, pilotes rotativos de desplazamiento para proyectos de tierras contaminadas, micropilotes y soluciones de altura reducida para recalces y construcciones de sótanos, perforación por circulación inversa (RCD) de gran diámetro y otras serie de técnicas para la perforación de rocas duras, pilotes hincados de concreto prefabricados para proyectos industriales y pilotes hincados de acero para obras *offshore* y pantallas combinadas de muelle. Fiel a su compromiso con la excelencia y la innovación, el Grupo no cesa en su empeño por mejorar las técnicas tradicionales, sin dejar de desarrollar al mismo tiempo nuevos métodos.

Diverso y flexible

	Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m		Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m
1	Scotford HCU Debottleneck Alberta, Canadá				6	Torre Diana México			
	CFA	391	500 y 600	hasta 20		LDA	49	hasta 2.600	54
	AGRA FOUNDATIONS					CIMESA			
2	P&H Hamilton Flour Mill Ontario, Canadá				7	Etileno XXI México			
	Pilotes hincados de acero	1.140	244	30,5		Starsol®	720	620 y 820	12
	BERMINGHAM					CIMESA			
3	Transbay Bus Ramp San Francisco, EE.UU.				8	Puente Yati-Bodega Colombia			
	Barrettes	2	6,4x1,5	55		LDA + camisa permanente			
	NICHOLSON CONSTRUCTION					Pilotes portantes offshore	40	1.500 y 2.000	hasta 69,5
4	Puente sobre la I-90 Cleveland, EE.UU.					Pilotes portantes onshore	280	1.500 y 2.000	hasta 58
	LDA	16	1.800	55		GEOFUNDACIONES			
	NICHOLSON CONSTRUCTION				9	Centro comercial Gran Plaza San Mateo Soacha, Colombia			
5	World Trade Center EE.UU.					Pilotes hincados de concreto	1.652	3.500 x3.500 y 4.000 x4.000	hasta 41
	Micropilotes	459	273	45		SOLETANCHE BACHY CIMAS			
	NICHOLSON CONSTRUCTION								

	Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m		Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m
10	Muelle Guillermo Brown, Bahía Blanca Argentina				11	Centro comercial Concepción, Chile			
	LDA		1.000, 1.300 y 1.600	hasta 35		LDA	155	1.000 y 1.500	hasta 30
	Pilotes portantes offshore	156				SOLETANCHE BACHY CHILE			
	SOLETANCHE BACHY INTERNATIONAL + SOLETANCHE BACHY ARGENTINA				12	Wood Wharf Londres, Reino Unido			
						LDA	180	900 y 1.500	35
						CFA	500	750 y 900	27
						LDA			
						Pantallas de pilotes secantes	280	880	20,5
						BACHY SOLETANCHE			

*Apóyate en nosotros

Cifras clave

10.265
empleados

4.600
proyectos
al año

50
países de
implantación

70
países con
operaciones

1.500
millones de euros
de volumen
de negocios



	Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m		Técnica	Nº	Diá. en mm	Prof. en m
13	Muelle Rollet Rouen, Francia				17	Puente sobre el río Wouri Camerún			
	Micropilotes					LDA + camisa permanente			
	Pilotes portantes y de contención	148	127 y 139	30		Pilotes secantes, tangentes y portantes	2.100	570	20
	SOLETANCHE BACHY FRANCE					Micropilotes	1.460	hasta 300	hasta 30
14	Palacio de Justicia París, Francia					BACHY SOLETANCHE GROUP CONSTRUCTION MALAYSIA			
	Starsol®	348	820, 920, 1.020 y 1.220	23					
	Barrettes	78	2,8x1	49	21	Amber Skye Singapur			
	SOLETANCHE BACHY FRANCE					LDA	131	de 800 a 1.300	hasta 72
15	Refinería petrolera Lotos Gdańsk, Polonia					LDA	424	800, 1.000 y 1.300	desde 16
	CFA	2.500	400, 600 y 800	24,5		Pantallas de pilotes secantes			
	SOLETANCHE POLSKA					FOUNDATION ALLIANCE			
16	Estadio Ion Oblemenco Craiova, Rumania				18	Moma Sands Mozambique			
	CFA	1.289	800, 900 y 1.200	hasta 13,5m		Pilotes hincados de acero	95	610	36
	SBR SOLETANCHE BACHY FUNDAȚII					DURA SOLETANCHE BACHY			
					19	Torre Entisar Dubái, EAU			
						Barrettes	139	2.800 x1.500	80
						SOLETANCHE BACHY DUBAI BRANCH			

La firma del Grupo *Build on us** engloba los principios fundamentales de nuestra compañía: la seguridad de nuestro personal, la pericia técnica y la innovación, la fiabilidad de nuestras instalaciones y maquinaria, y la integridad de las estructuras que entregamos. Esa es la visión a largo plazo de crecimiento sostenible de Soletanche Bachy.

En la vanguardia

Soletanche Bachy encuentra inspiración en sus fundadores y se enorgullece de realizar una inversión continua para mantenerse en la vanguardia por lo que se refiere a sus técnicas y procesos, así como a las instalaciones y maquinaria. Una ambiciosa política de I+D impulsa la innovación y de hecho Soletanche Bachy ha sido reconocido con multitud de prestigiosos galardones que plasman algunas de las contribuciones más significativas que han hecho avanzar a nuestra industria.

La innovación y la pericia técnica sustentan los proyectos de pilotaje que le han sido confiados a Soletanche Bachy por sus clientes. A través tanto de las oficinas locales de diseño como de los diseñadores especializados del Grupo, Soletanche Bachy es capaz de ofrecer soluciones innovadoras y eficientes. Nuestra competencia y experiencia son elementos sumamente valiosos ya que también fomentan entornos de trabajo más seguros, en los que se pueden diseñar y secuenciar las obras para reducir los riesgos antes incluso de que comiencen las actividades de construcción.

A través de una red única de expertos técnicos, diseñadores y fabricantes de instalaciones especializados, Soletanche Bachy obra por ampliar y desarrollar constantemente su actual cartera de métodos de pilotaje.

Orgullosos de nuestro parque de maquinaria

El parque de maquinaria de Soletanche Bachy es moderno y variado y en el taller también se fabrica un amplio panel de instalaciones, maquinaria y herramientas. Con el apoyo de sus equipos de personal técnico y logístico, el Grupo puede aportar instalaciones y maquinaria donde y cuando sea necesario, en el mundo entero. La visión incansable del Grupo, decidido a mejorar la seguridad y ejercer su influencia al respecto, también ha llevado a que nuestros principales proveedores externos sigan el ejemplo, analizando los riesgos operativos asociados con sus equipos de forma más crítica y desarrollando por su cuenta aspectos relativos a la seguridad.

36
almacenes
y talleres de
fabricación y
mantenimiento

500
equipos de
perforación
principales

*Apóyate en nosotros

Principales premios

2016

The Royal Society for the Prevention of Accidents
Premios Salud y Seguridad
› **Medalla de oro**
The British Safety Council International Safety Awards
› **Premio Construcción y Administración de fincas**
BACHY SOLETANCHE (REINO UNIDO)

2015

The Royal Society for the Prevention of Accidents
Premios Salud y Seguridad
› **Medalla de oro**
BACHY SOLETANCHE + ROGER BULLIVANT (REINO UNIDO)

Ground Engineering Awards
› **Premio Salud y Seguridad**
› **Proyecto Reino Unido con valor geotécnico de entre 1M y 3M de £**
› **Proyecto Reino Unido con valor geotécnico de entre 500.000 y 1M de £**
BACHY SOLETANCHE + SOIL ENGINEERING (REINO UNIDO)

2014

The Royal Society for the Prevention of Accidents
Premios Salud y Seguridad
› **Medalla de plata**
BACHY SOLETANCHE SINGAPORE (SINGAPUR)

2011

Land Transport Authority
Premios Anuales de Seguridad
› **Premio al millón de horas trabajadas sin accidentes**
BACHY SOLETANCHE SINGAPORE (SINGAPUR)

2010

Sociedad Colombiana de Ingenieros
Premio Nacional de Ingeniería
› **Mención de honor**
SOLETANCHE BACHY CIMAS (COLOMBIA)

2005

Vietnam Economic Times
› **Premio Dragón de Oro**
BACHY SOLETANCHE VIETNAM

Fédération Nationale des Travaux Publics
Premios a la Innovación
› **T-Pile®**
GRUPO SOLETANCHE BACHY



Almacén y planta de fabricación y mantenimiento | Francia

The safe way is the only way*

La salud y la seguridad son valores primordiales para Soletanche Bachy, además de ser la condición previa de todos los demás aspectos de un buen desempeño. El lema del Grupo *The safe way is the only way* hace hincapié en nuestro objetivo de mejora constante mediante la prevención y el control de nuestros principales riesgos.

La formación de nuestro personal es una inversión esencial en salud y seguridad. Cada año se imparten cursos de formación específicos y adaptados para lograr que nuestros proyectos sean más seguros y más eficaces para nuestro personal y los clientes. Además de aumentar la conciencia y la responsabilización en materia de salud y seguridad del personal, este enfoque que se da a la formación también amplía las competencias y pericias de toda la empresa. Dichos esfuerzos han llevado a significativas mejoras y logros. En nuestro empeño por alcanzar el objetivo de cero accidentes, algunos de nuestros proyectos más importantes ya han superado el 1.000.000 de horas de trabajo sin accidentes con baja.

*La seguridad no es una opción

Pilotes perforados de gran diámetro

Ø DIÁMETRO
De 600mm a 3.600mm

I PROFUNDIDAD
De 10m a >100m

Los pilotes perforados de gran diámetro (también conocidos como pilotes tradicionales o pilotes Kelly) son los pilotes más tradicionales y sin embargo, los más generalizados en todo el mundo. Son adecuados para soportar cargas muy pesadas y hacer frente a condiciones de suelos sumamente complicadas. Suelen usarse como soportes de cimentaciones para grandes estructuras, pero también pueden adoptarse en pantallas de pilotes para contención de suelos o en la construcción de sótanos.

Ventajas de la técnica

Elevada capacidad portante

Se pueden construir pilotes profundos con refuerzo en toda su longitud para soportar elevadas cargas y momentos de flexión.

Técnica flexible

Puede usarse tanto *onshore* como *offshore*. Herramientas intercambiables para adaptarse a todo tipo de terrenos. Técnicas adicionales disponibles para mejorar el desempeño estándar de un pilote perforado de gran diámetro.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Perforadoras instrumentadas para registrar los parámetros de perforación y la verticalidad del pilote.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para optimizar los parámetros de diseño y determinar las características del terreno.
- ✓ Diseño y fabricación de herramientas especiales sin efecto pistón.
- ✓ Un parque de maquinaria y equipos moderno y versátil de más de 180 perforadoras para pilotes perforados de gran diámetro, 50 mástiles, 280 grúas montadas sobre orugas y excavadoras de cable.
- ✓ Un laboratorio específico dedicado al diseño de fluidos de estabilización y mezclas de concreto.

La técnica de pilotes perforados de gran diámetro requiere potentes perforadoras hidráulicas para pilotes. Pueden usarse con accesorios intercambiables como barrenas, baldes o sacas muestra. Las herramientas de pilotaje pueden lidiar con todo tipo de suelos granulares y cohesivos, y con rocas hasta una resistencia de 100MPa. Normalmente las barrenas se usan en suelos cohesivos y secos no cohesivos, los baldes en capas granulares saturadas, y se usa una combinación de barrenas para roca y sacas muestra en las capas más duras.

Los pilotes perforados de gran diámetro utilizan una camisa temporal de acero para aportar soporte a las capas inestables y ofrecer condiciones de trabajo seguras en la parte superior de la perforación del pilote. Puede tratarse tanto de camisas de un solo tramo, que pueden atornillarse en el suelo o introducirse mediante vibración, como de camisas de doble pared empalmables equipadas con una zapata cortante que pueden instalarse en la perforadora a través del transmisor rotatorio o bien mediante un brazo oscilante o unidad rotatoria. Se utilizan camisas de alta resistencia para atornillar las camisas con elevada fuerza de rotación a través de obstrucciones, capas duras o en una pantalla secante. Las camisas temporales se extraen inmediatamente después del hormigonado y son reutilizadas.

Los fluidos de estabilización como la bentonita o el polímero pueden ser una forma más eficaz de estabilizar una perforación de pilotes si se compara con camisas largas temporales. El principio general consiste en mantener una carga hidrostática del fluido positiva en la perforación por encima del nivel freático. Soletanche Bachy ha desarrollado barrenas dobles con inyección de lodos y baldes de cara plana para optimizar los ratios de excavación en perforaciones por vía húmeda. Tras la excavación, el desarenado del fluido de perforación y la instalación del refuerzo, se procede al hormigonado del pilote. Se utilizan tuberías tremie en toda su longitud y se observan rigurosos procesos de hormigonado.

Secuencia de construcción típica (pilote perforado con fluido de perforación)



1.

Se posiciona la perforadora y comienza la instalación de la camisa temporal.

2.

Se va insertando la camisa gradualmente hasta que se alcanza terreno estable o se añade fluido de perforación.

3.

Una vez que se ha instalado la camisa, se sigue perforando hasta que la presión del agua sobre el suelo requiera el uso de fluido de perforación.

4.

Se completa la perforación con fluido de perforación hasta llegar a la profundidad final. Se limpia la base de la perforación del pilote y el fluido es reciclado o remplazado.

5.

Se inserta la jaula de armadura de acero. Se funde el pilote usando una tubería tremie en toda su longitud.

6.

Se extrae la tubería tremie gradualmente durante el hormigonado, asegurándose de mantener un empotramiento mínimo en todo momento.

7.

Se retira la camisa temporal.

Referencia



Mersey Gateway | Reino Unido
BACHY SOLETANCHE

Bachy Soletanche, la filial del Grupo en el Reino Unido, instaló 158 pilotes perforados con un diámetro de 1.500mm para los viaductos de acceso del puente principal. Dichos pilotes se instalaron a 55m de profundidad con cargas de trabajo de hasta 15MN. Además, 292 pilotes perforados con un diámetro de 1.050mm proporcionan la cimentación del nuevo sistema de carreteras elevadas que conecta con el puente. Dichos pilotes alcanzaron los 35m de profundidad con cargas de trabajo de hasta 8MN. Todos los pilotes se perforaron con fluido de estabilización bentonítico y los pilotes para los viaductos de acceso del puente se instalaron a muy poca distancia del río Mersey. Hubo que aplicar rigurosos procedimientos de hormigonado y controles de los lodos de perforación, con el apoyo y el asesoramiento brindado por el laboratorio de Soletanche Bachy a lo largo de todo el proceso.

Pilotes
acampanados

Los pilotes acampanados o pilotes “campana”, son idóneos para aportar unas capacidades portantes excepcionales en estratos cohesivos estables. La ampliación de los pilotes para producir bases o pies ensanchados se ha usado tradicionalmente para mejorar la capacidad portante final y aportar un soporte económico para grandes columnas estructurales. El Grupo fabrica sus propias herramientas de articulación superior que se operan mecánicamente durante la excavación. Pueden producir pilotes con fustes de hasta 2,4m y pies ensanchados de hasta 7,2m (3 veces el diámetro del fuste).

Ventaja añadida

Alta capacidad portante
O cantidad de material (concreto y acero) reducida en comparación con un pilote de fuste recto.



Pilotes de fuste inyectado

La capacidad final y las características de asentamiento de un pilote perforado de gran diámetro pueden incrementarse inyectando la base o el fuste una vez que este se ha construido. Antes del hormigonado pueden incorporarse a las jaulas de armadura tubos de acero conectados con tubos manguitos. Se inyecta una lechada de cemento a alta presión mediante los tubos manguitos y penetra en el suelo para consolidar las características del terreno. Al ir limpiando los circuitos, la operación puede repetirse hasta que se alcancen los criterios de conformidad de la inyección (presión y volumen).

Ventaja añadida

Desempeño del pilote mejorado
Mejor asentamiento y características portantes.

SolThread

La técnica SolThread de Soletanche Bachy es una forma de reducir el diámetro o la profundidad de un pilote perforado de gran diámetro manteniendo al mismo tiempo su capacidad portante.

Una herramienta especialmente diseñada introduce una ranura de 75mm en el fuste de un pilote perforado de forma convencional. El proceso de ranurado comienza desde la base, y los dientes son expulsados mecánicamente con la rotación de la herramienta en el sentido de las agujas del reloj. La formación de la ranura se realiza usando un programa de auto elevación, rotando y extrayendo la herramienta SolThread a un ritmo constante preestablecido para producir una ranura uniforme con el paso estipulado. Un balde “crumb” incorporado en la base de la herramienta recoge el material de excavación a medida que se realiza el ranurado. La fase final del proceso de excavación consiste en la limpieza de la base para eliminar cualquier residuo que haya podido quedar. Posteriormente, el pilote se arma y se funde como un pilote perforado de gran diámetro estándar.

Los pilotes SolThread aportan un incremento de hasta el 40% de capacidad de carga máxima y con sólo el 15% de incremento en el volumen de concreto para un diámetro de 750/900mm en arcilla de Londres.

Ventaja añadida

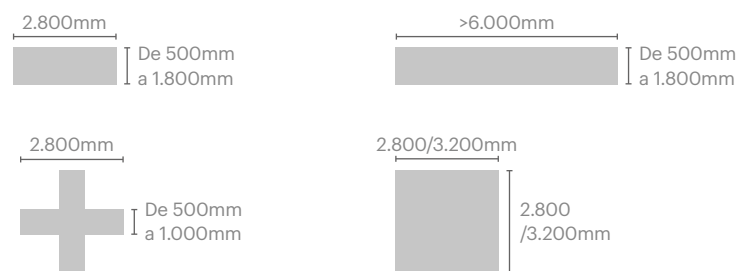
Mayor capacidad portante
O cantidad de material (concreto y acero) reducida en comparación con un pilote de fuste recto.

Barrettes

Los barretes* son elementos de cimentación portantes que pueden construirse a gran profundidad (>125m) para soportar cargas excepcionalmente elevadas y soportar momentos de flexión muy altos. Su forma más sencilla es rectangular, pero también pueden hacerse configuraciones con forma de T, L, X y H si se combinan múltiples unidades rectangulares. A menudo se usan para soportar grandes columnas en estructuras importantes en las que, de lo contrario, serían necesarios múltiples pilotes dispuestos en grupo.

Principales tipos de barretes

Dimensiones indicativas



Los barretes se excavan usando cables de perforación montados en grúas, cucharas hidráulicas o una Hidrofresa®**. En cada componente rectangular, el espesor típico se sitúa entre 500 y 2.400mm y la longitud entre 2.200 y 3.600mm. El proceso de excavación empleando cables o cucharas operadas hidráulicamente es muy similar al de los pilotes perforados de gran diámetro contruidos con fluido de estabilización.

Durante la excavación con una Hidrofresa®, se bombean a la superficie lodo y materiales de excavación en suspensión a medida que los tambores giratorios excavan el terreno. En la planta de procesado se separa el material de excavación y se tratan los lodos para su uso ulterior en el barrette.

Los principios para el desarenado, la instalación de jaulas de armadura y el hormigonado de un barrette son idénticos a los de un pilote perforado de gran diámetro construido con fluido de estabilización, con la frecuente incorporación de múltiples tuberías tremie para el hormigonado.



*Los barretes han sido denominados en normas internacionales y reglas de buenas prácticas como pilotes perforados. **Más información a la solicitud.

Ventajas de la técnica

Características portantes sumamente elevadas

La orientación de los barretes y de las columnas puede adaptarse para optimizar la capacidad estructural y resistir grandes cargas horizontales.

Mejor ratio superficie/sección

— Ej.: 2.700×500=6,4m²/m/1,35m² para un barrette vs dia. 1.300=4,08m²/m / 1,32m² para un pilote.

Sin limitación de profundidad

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ La amplia experiencia en obras con barretes avalado por récords mundiales.
- ✓ Un parque de cerca de 200 cucharas mecánicas o hidráulicas o Hidrofresas® y 280 grúas montadas sobre orugas.

Referencia

International Commerce Centre –Estación MTRC
Kowloon | Hong Kong

BACHY SOLETANCHE GROUP LIMITED

En 2003, Bachy Soletanche Group Limited, la filial del Grupo en Hong Kong, concluyó con éxito el proyecto de la estación de Kowloon, con una duración de 20 meses. Las obras incluían la construcción de un pozo de pantalla contigua circular de 1,5m de espesor y de 76m de diámetro, además de 240 barretes internos y 48 barretes en la parte externa del pozo. Tras la instalación, se inyectó de lechada el fuste de todos los paneles y barretes de la pantalla contigua para mejorar el rozamiento.

Pilas pilote

Las pilas pilote (también conocidas como perfiles precimentados en pilas de cimentación) son secciones estructurales de acero que se insertan en pilotes perforados de gran diámetro, normalmente en unos valores que van de los 1.050mm a los 2.100mm de diámetro, mientras el concreto está aún fresco. También pueden instalarse en barretes normalmente con un espesor de 1.000mm o superior. Se emplean más frecuentemente en la construcción de cimentaciones de sótanos en *top down* o *semi-top down*.

Las pilas pilote pueden ser diseñadas para actuar de forma temporal sustentando losas y cargas estructurales, o como elementos portantes permanentes que normalmente se encastran en cemento durante el proceso *top down*. El tamaño del elemento estructural requerido suele determinar el diámetro del pilote. Muchas pilas pilote se presentan con bajo nivel final de concreto (en la parte inferior de la estructura del sótano por ejemplo), y las tolerancias posicional y vertical de las secciones profundadas de acero son considerablemente más importantes que las de la perforación.



Referencia

Plaza Claro El Salitre | Colombia

SOLETANCHE BACHY CIMAS + GEOFUNDACIONES

En Bogotá, Soletanche Bachy Cimas y Geofundaciones, las filiales colombianas del Grupo, realizaron su primer proyecto llave en mano en 2015 y 2016 para construir un nuevo sótano de 20.000m² y 4 plantas. La técnica constructiva *top down* creó espacio para un nuevo centro comercial que estará situado bajo 4 nuevas torres de 10 plantas. Las obras incluían una pantalla perimetral y 235 barretes con bajo nivel de desplante de excavación a 40m de profundidad, incluyendo cada una pilas pilote

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Capacidad de diseñar y fabricar herramientas de pilotaje y de fabricar una gama de sofisticadas guías de soporte de las pilas pilote tanto hidráulicas como mecánicas.
- ✓ La demanda de pilas pilote que se deben insertar con una precisión cada vez mayor, hasta 1 sobre 400 para la verticalidad y 10mm en posición en plano, ha llevado a avances e innovaciones en equipamientos y técnicas.

Perforación de roca con gran diámetro

Pilotes perforados de gran diámetro

Perforación de roca con gran diámetro

Pilotes de hélice continua

Pilotes rotativos de desplazamiento

Pilotes hincados

Obras con acceso limitado y en altura reducida

Pantallas de contención con pilotes empotrados

Ø DIÁMETRO
De 600mm a >7.000mm

I PROFUNDIDAD
De 10m a >100m

Soletanche Bachy ofrece una gama de técnicas rotatorias y de percusión para abordar la perforación de roca dura, tanto para proyectos en tierra firme como para obras marítimas. La maquinaria y las técnicas se están desarrollando a gran velocidad y cada técnica tiene sus propias ventajas, en función del diámetro del pilote, de las propiedades de la roca y de la profundidad del anclaje (penetración en los estratos duros) requerida. Estas técnicas de perforación cuentan con el apoyo del personal experto en mantenimiento y reparación que Soletanche Bachy despliega para ocuparse de la maquinaria, las herramientas y los materiales consumibles.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Perforadoras instrumentadas para registrar los parámetros de perforación y la verticalidad del pilote.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para optimizar los parámetros de diseño y determinar las características del terreno.
- ✓ Un parque versátil y moderno de más de 280 perforadoras de pequeño diámetro y 220 grandes perforadoras hidráulicas.
- ✓ Oficina interna de diseño y métodos para adaptar y encontrar el proceso adecuado para cada tipo de suelo y características geotécnicas.

Técnicas rotativas tradicionales

Las rocas con resistencias de hasta 200 MPa ahora pueden perforarse empleando máquinas perforadoras hidráulicas tradicionales equipadas con herramientas especializadas como barrenas, sacas muestra y baldes especiales provistos de dientes y trépanos de rodillos ("roller bits") para roca particulares. Soletanche Bachy ha desarrollado técnicas y herramientas rotativas para trabajar en estratos cada vez más duros, pero debido a los límites en el peso y el torque de la perforadora, el mantenimiento y el coste de los materiales consumibles, suelen utilizarse máquinas perforadoras tradicionales sólo para crear anclajes de una longitud limitada en rocas de hasta 100 MPa, después de los cuales otros métodos resultan más rentables y productivos.

Herramientas rotativas propias



Perforación con martillo de fondo DTH

Ø DIÁMETRO
De 600mm a >1.300mm

I PROFUNDIDAD
>100m

La perforación con martillo de fondo o *Down The Hole* (DTH) es una forma eficaz de formar anclajes o de hacer frente a bloques en roca dura hasta 300MPa. La perforación con martillo DTH puede realizarse en vía húmeda o seca pero no es adecuada para capas de materiales blandos. El método se apoya en un barrenado de perforación relativamente estable porque no se emplean revestimientos durante el proceso de excavación.

Los requerimientos de aire comprimido del martillo DTH dependen del diámetro de la broca y la varilla, el nivel freático y la altitud, pero suelen situarse entre 50m³/min y 300m³/min. La velocidad superior de los cortes tiene que ser de más de 3m/s a nivel del mar. La presión del aire depende de la geometría de la broca, del nivel freático y de la profundidad, pero suele situarse entre 10 y 15 bar (+ 0,1 bar/m de carga de agua).

Sistemas encamisados o de casing advancement

Los sistemas de *casing advancement* perforan a través de la roca con un martillo DTH mientras se van insertando simultáneamente revestimientos. Estas técnicas de perforación son por tanto sumamente adecuadas para excavar a través de estratos duros variables e inestables, porque la perforación nunca queda sin estabilización. Se pueden alcanzar muy buenas tolerancias verticales y las excavaciones pueden tener inclinación. La instalación de revestimientos puede ser permanente o temporal.

Hay muchos sistemas de diseño propio disponibles. Cada uno de ellos incorpora una broca piloto enganchada a la espiga de un gran martillo DTH que activa un anillo de broca que gira y corta en la parte inferior de la zapata del entubado. El flujo y la presión del aire son similares a las del martillo DTH.

Ventaja de la técnica

Perforación rápida de roca en condiciones de terreno estable

Ventajas de la técnica

Rápida excavación y estabilización del terreno continuo en rocas inestables o heterogéneas

Mejor control de la verticalidad

Instalación de revestimientos temporales o permanentes en rocas duras

Capacidad de formar fustes de pie ensanchado bajo camisas con herramienta cortante especializada con aletas

Perforadoras “cluster”

Ø DIÁMETRO
De 600mm a >3.000mm

I PROFUNDIDAD
>100m

Las perforadoras “cluster” son una forma eficaz de formar anclajes en roca dura o de trabajar con bloques (o bolones) de hasta 300MPa en condiciones de terreno seco o húmedo. Pueden montarse en una plataforma perforadora tradicional o con un sistema de mástiles. En la herramienta se montan una serie de martillos. El material cortado se recoge y se vacía periódicamente de un balde Calyx situado sobre la herramienta en pozos secos, o por circulación inversa en pozos llenos de lodos (léase más en la sección contigua).

Las perforadoras “cluster” son más eficaces en diámetros superiores a los 600mm y están limitadas a aproximadamente 2.000mm debido al consumo de aire. No obstante, se pueden usar abre agujeros, herramientas que incorporan una serie de martillos únicamente en torno al perímetro de la herramienta, para alargar el empotramiento de pilotes existentes hasta diámetros de aproximadamente 3.000mm.

Como sucede con la técnica DTH, los requerimientos de aire son muy elevados, en particular en diámetros que superan 1,5m.



Ventajas de la técnica

Alta productividad
Particularmente eficaz para anclajes en roca.

Compatibilidad de perforadoras
Herramientas modernas montadas en kelly para una compatibilidad con las plataformas de perforación hidráulicas estándar.

Mantenimiento y sustitución
Elementos de martillo más pequeños disponibles y que pueden remplazarse en tiempos relativamente cortos. Menor riesgo de paradas importantes.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Red de talleres para el mantenimiento de maquinaria en el mundo entero.
- ✓ Amplia experiencia en perforación en roca dura para grandes proyectos.

Referencia

Muelle Degrad des Cannes | Guyana Francesa
BALINEAU

En 2010, Balineau, una filial especializada en obras marítimas de Soletanche Bachy, inició las obras de rehabilitación para reparar y mejorar el muelle petrolero en Degrad des Cannes. Las obras *offshore*, ejecutadas desde una barcaza, fueron un reto logístico ya que era fundamental mantener las entregas de petróleo a la terminal a lo largo del proyecto. Para hincar los pilotes de 1.200mm de diámetro en la dura roca de diorita, se montó en un mástil una perforadora *cluster* equipada con 9 martillos neumáticos. Se emplearon guías de posicionamiento especialmente diseñados y fabricados para asegurarse de que se lograban tolerancias posicionales.

Perforación por circulación inversa

Ø DIÁMETRO
De 600mm a >7.000mm

I PROFUNDIDAD
>100m

La perforación por circulación inversa (*Reverse Circulation Drilling - RCD*) es una técnica robusta y consolidada que utiliza una cabeza rotativa cortante y circulación inversa con *airlift*.

La columna perforadora (formada por barras de perforación, estabilizadores, ensamblaje de fondo del pozo y herramienta de corte rotativa) puede montarse sobre un sistema guía o de *Pile Top Rigs* que se sujetan a la camisa.

La roca suele perforarse usando agua, y el material triturado vuelve a transportarse a la superficie gracias al aire comprimido inyectado que se introduce en el varillaje de perforación justo por encima de la herramienta de corte rotativa.

Las necesidades de aire comprimido, normalmente de 10-30m³/min a 13-25 bares, son inferiores a las de otras técnicas de perforación de roca. La técnica se basa en la aplicación de rotación y presión a la roca a través de rodillos montados en la herramienta de corte.

Ventajas de la técnica

Posibilidad de operar en diámetros y profundidades sumamente elevados
La profundidad y el diámetro están limitados por la capacidad de tracción en el cable de la perforadora.

Técnica flexible
La perforación por circulación inversa puede instalarse en una variedad de equipos portadores especializados tanto para obras de pilotaje *onshore* como *offshore*.

Maquinaria y herramientas mecánicamente sencillas
Tiempos de parada y mantenimiento relativamente bajos.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque moderno y versátil de más de 20 perforadoras de circulación inversa y 25 osciladores.
- ✓ Fabricación propia de guías compatibles con cabezas cortantes de circulación inversa y columnas perforadoras.
- ✓ Plataformas de perforación instrumentadas para registrar los parámetros de perforación y la verticalidad del pilote.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para optimizar los parámetros de diseño y determinar las características del terreno.
- ✓ La técnica puede complementarse con un agujero guía perforado direccionalmente para perforaciones con una gran precisión.
- ✓ Amplia experiencia en obras con circulación inversa tanto *onshore* como *offshore* en todo el mundo.
- ✓ Un laboratorio especializado en el diseño de mezclas de lodos y concreto.



Referencia



Terminal Midfield | Hong Kong
BACHY SOLETANCHE GROUP LIMITED

Para la Terminal Midfield del Aeropuerto Internacional de Hong Kong, Bachy Soletanche Group Limited, la filial del Grupo en Hong Kong, realizó todas las obras de cimentación. En total, se construyeron 221 pilotes perforados de gran diámetro entre 2011 y 2012 empleando técnicas de perforación por circulación inversa bajo bentonita. Los pilotes tenían un diámetro de entre 1,5 y 3m y alcanzaron una profundidad de 118m. Las obras, ubicadas en la zona de operaciones o *airside* entre 2 pistas en servicio, representaron un desafío logístico con estrictas restricciones de acceso, limitación de movimiento de la maquinaria y del suministro de materias primas. Para responder a las prescripciones del proyecto se emplearon 10 perforadoras *pile-top* y 15 grúas, concluyendo las obras con 10 meses de antelación sobre la fecha prevista.

Pilotes de hélice continua

Pilotes perforados de gran diámetro

Perforación de roca con gran diámetro

Pilotes de hélice continua

Pilotes rotativos de desplazamiento

Pilotes hincados

Obras con acceso limitado y en altura reducida

Pantallas de contención con pilotes empotrados

Ø DIÁMETRO
De 300mm a 1.500mm

I PROFUNDIDAD
Hasta 52m

Los pilotes de hélice (o barrena) continua (CFA) se forman usando una barrena segmentada de longitud completa y tubo interior (o una combinación de barrenas y una extensión de barra kelly para pilotes más profundos). La hélice y el material generado durante el proceso de perforación proporcionan estabilización al terreno, eliminando la necesidad de camisas temporales o lodos de perforación.

Se introduce el concreto en la base de la excavación a través del tubo interior de la barrena, rellenando la excavación a medida que se extrae la barrena. La presión del concreto debe ser lo suficientemente fuerte y la barrena debe permanecer incrustada en el concreto recién hormigonado para asegurarse de que no hay riesgo de caída del terreno que contaminaría el fuste del pilote.

A diferencia de los procesos de realización de pilotes perforados de gran diámetro en los que las jaulas de armadura quedan suspendidas en la perforación, aquí el refuerzo se coloca en el concreto fresco para concluir el proceso de construcción del pilote. La reología optimizada del concreto es crucial, en especial en el caso de jaulas de armadura más largas.

Los pilotes de hélice continua pueden emplearse como pilotes portantes de cimentaciones estructurales, o para crear muros de contención empotrados.

Las técnicas de pilotes de hélice continua han evolucionado rápidamente en los últimos 30 años y Soletanche Bachy ha estado en la primera línea de estos adelantos técnicos.

Ventajas de la técnica

Alta productividad

En particular en los casos en los que el suelo tiene estratos granulares, con presencia de agua hasta profundidades importantes.

Movilización rápida

Las perforadoras de hélice continua modernas suelen poder movilizarse muy rápido y las operaciones son relativamente compactas.

Técnica respetuosa con el medio ambiente

Ruido y vibración relativamente bajos en comparación con otras técnicas.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque moderno y versátil de más de 150 equipos perforadoras de hélice continua.
- ✓ Perforadoras instrumentadas para registrar los parámetros de perforación, la verticalidad del pilote y los parámetros de hormigonado.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para optimizar los parámetros de diseño y determinar las características del terreno.
- ✓ Mayores longitudes reforzadas gracias a diseños innovadores de mezclas de concreto del laboratorio interno.
- ✓ Adelantos patentados a partir de la técnica base, como Starsol® y T-Pile®.
- ✓ Departamentos especializados en maquinaria e I+D que desarrollan continuamente las técnicas y aportan asistencia a los proyectos.

Secuencia de construcción típica



1.

Se coloca la perforadora sobre el lugar donde va a ir el pilote y se posiciona la barrena con tubo interior antes de comenzar la perforación.

2.

A medida que avanza la perforación, el material va quedando en la barrena, aportando estabilización al suelo de forma temporal.

3.

Al llegar a la profundidad establecida para la base, se libera el tapón y comienza el hormigonado.

4.

Se bombea el concreto a través del tubo interior de la barrena, rellenando el pilote desde la base y en sentido ascendente durante el proceso de extracción.

5.

Una vez retirada la barrena, se limpia la cabeza del pilote para dejar expuesto el concreto fresco a través del cual se inserta la armadura.

6.

El pilote está terminado.

Starsol®



T-Piles®



Ø DIÁMETRO
De 420/620 a 820/1.020mm

I PROFUNDIDAD
Hasta 50m

Los T-Piles® son otra innovación en la que se pueden construir pilotes de hélice continua o Starsol® para incorporar una ranura alrededor del fuste del pilote. En condiciones de terreno adecuadas, se despliega mecánicamente un diente cortante a través de la operación del tubo de inmersión.

La rotación positiva del conjunto de la barrena durante la extracción permite cortar una ranura espiral alrededor del fuste, permitiendo así un incremento significativo de la capacidad que puede soportar el pilote con una mínima provisión de concreto adicional.

Ventaja de nuestra técnica

Alta capacidad portante o menor cantidad de material (concreto y acero)
Si se compara con un pilote tradicional de fuste recto.

Ø DIÁMETRO
De 400mm a 1.500mm

I PROFUNDIDAD
Hasta 52m

Los pilotes Soletanche Bachy Starsol® (y RodioStar) son un adelanto patentado de la técnica tradicional de CFA por lo que respecta al proceso de hormigonado y a la capacidad de perforar en la roca con resistencias de hasta 50MPa.

Los pilotes Starsol® son pilotes de hélice continua que se hormigonan usando un tubo de inmersión con activación hidráulica situado en el interior del tubo de la barrena. El extremo del tubo se alinea con la parte inferior de la barrena durante la excavación y puede ir provisto de dientes cortantes para crear anclajes en estratos duros. Una vez concluida la perforación, el tubo se extiende operando cilindros hidráulicos en un accionador rotativo especialmente adaptado a medida que se retiran las barrenas.

Los pilotes Starsol® son reconocidos por varias normas por ofrecer un rendimiento superior y, por consiguiente, permiten parámetros de diseño mejorados a la hora de calcular la capacidad del pilote.

Ventajas de nuestra técnica

Diseño que mejora los parámetros del pilote

Se pueden aumentar los parámetros de rozamiento y carga final ofreciendo así un ahorro en cuanto a la longitud del pilote y los materiales (concreto y acero).

Hormigonado mejorado

La inserción del tubo de inmersión permite aumentar los coeficientes de diseño del concreto.

Anclajes en roca

Los dientes montados alrededor de la boca del tubo de inmersión en la barrena guía posibilitan la creación de anclajes en la roca.



Referencia

Filarmónica de París | Francia
SOLETANCHE BACHY PIEUX

En el Parque de la Villette, en el norte de París, abrió al público un gran complejo musical en 2015. Soletanche Bachy Pieux, una filial especializada de Soletanche Bachy, construyó 700 pilotes Starsol® con diámetros entre 520 y 1.220mm y profundidades de hasta 28m.

Pilotes rotativos de desplazamiento

Pilotes perforados de gran diámetro

Perforación de roca con gran diámetro

Pilotes de hélice continua

Pilotes rotativos de desplazamiento

Pilotes hincados

Obras con acceso limitado y en altura reducida

Pantallas de contención con pilotes empotrados

Ø DIÁMETRO
De 300mm a 800mm

I PROFUNDIDAD
Hasta 32m

Los pilotes con pie de barrena (DSP), también conocidos como pilotes rotativos de desplazamiento, se crean con un método similar a los pilotes de hélice continua. En lugar de una barrena de longitud completa y con tubo interior, una herramienta de desplazamiento más corta va seguida de los vástagos de una perforadora con tubo interior para alcanzar la profundidad deseada. A medida que se van perforando los pilotes, la herramienta hueca especialmente diseñada desplaza lateralmente el suelo circundante y por lo tanto se requieren perforadoras con alto torque y empuje descendente. Una vez alcanzada la profundidad requerida, se bombea el concreto a través del tubo interior de la barrena, introduciéndolo desde la base de la perforación a medida que se van extrayendo la herramienta y los vástagos. Tras el hormigonado se colocan jaulas de armadura.

Los pilotes rotativos de desplazamiento se utilizan normalmente para estructuras con cargas ligeras, áreas de almacenaje, proyectos residenciales y rehabilitación de sitios industriales. La técnica es particularmente adecuada en estratos granulares sueltos (SPT<50), creta y arcilla (SPT<30).

Ventajas de la técnica

Cantidades mínimas de material de excavación

Particularmente ventajoso en suelos contaminados.

Técnica respetuosa con el medio ambiente

Ruido y vibración reducidos y volúmenes de concreto optimizados ya que los parámetros del terreno mejoran con el desplazamiento del terreno.

Ahorro de tiempo

Equipamiento de movilización rápida con ratios de producción relativamente elevados.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque de más de 60 perforadoras modernas con alto torque y empuje descendente.
- ✓ Perforadoras instrumentadas para registrar los parámetros de perforación, la verticalidad del pilote y los parámetros de hormigonado.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para optimizar los parámetros y determinar las características del terreno.
- ✓ Mayores longitudes reforzadas posibles gracias a diseños innovadores de mezclas de concreto del laboratorio interno.
- ✓ Departamentos especializados en maquinaria e I+D que desarrollan continuamente las técnicas y aportan asistencia a los proyectos.
- ✓ Diseño y fabricación de herramientas propias.
- ✓ Adelantos a partir de la técnica base como TSP, DSP_{STAR}, TSP_{STAR}.

Secuencia de construcción típica



1.

Se coloca la perforadora sobre el lugar donde va a ir el pilote y se posiciona la tapa en el fondo del tubo interior de la perforadora.

2.

A medida que avanza la perforación, la herramienta especialmente diseñada primero libera y luego desplaza el suelo tanto lateral como verticalmente.

3.

Una vez que la herramienta alcanza la profundidad deseada, se libera la tapa de protección y comienza el hormigonado.

4.

Se procede al hormigonado del pilote a través del tubo interior de la perforadora del mismo modo que en un pilote de hélice continua.

5.

Una vez terminado el hormigonado, se limpia la cabeza del pilote para retirar el material de excavación y se inserta la jaula de armadura.

6.

El pilote está terminado.

Pilotes ranurados

Ø **DIÁMETRO**
De 270/420mm hasta 720/870mm

I **PROFUNDIDAD**
Hasta 32m

Los pilotes ranurados (TSP), también conocidos como Screwsol, son pilotes de desplazamiento ranurados en los que se forma una ranura mediante la rotación positiva de una herramienta especial durante la extracción. La gruesa ranura incrementa el diámetro efectivo de los pilotes reduciendo la cantidad relativa de concreto para una determinada resistencia a la carga. Soletanche Bachy ha desarrollado sus propias herramientas derivadas que ofrecen un rendimiento superior y mejor resistencia al desgaste.

Ventaja añadida

Mayor diámetro efectivo
Aumento de la capacidad portante o cantidad de material (concreto y acero) reducida en comparación con un pilote de fuste recto.

Referencia

Fábrica de juguetes | Hungría
HBM

Cerca de Nyiregyhaza, en el este de Hungría, se inauguró una fábrica de juguetes en 2015. HBM, la filial del Grupo en Hungría, construyó 6.270 pilotes ranurados de 330/500, 430/600 y 530/700mm de diámetro y 614 pilotes de hélice continua de 600mm de diámetro. La profundidad de los pilotes llegó hasta los 15m.



Pilotes helicoidales con doble ranurado

Ø **DIÁMETRO**
De 300/600mm o 400/700mm

I **PROFUNDIDAD**
>30m

La herramienta está formada por un fuste multi-barrena de extremo redondeado sumamente eficiente que requiere una cabeza rotativa de alto torque. La herramienta se invierte en el momento de la extracción y la diente sigue el mismo camino que recorrió durante la inserción. Esta técnica produce un menor volumen de concreto respecto al ratio de diámetro efectivo

Ventaja añadida

Mayor diámetro efectivo
Reducción de la cantidad de material hasta un 40% en comparación con un pilote tradicional de fuste recto y perforación rotatoria con la misma capacidad portante.

DSP_{STAR} y TSP_{STAR}

Ø **DIÁMETRO**
De 270mm a 820mm
y de 270/420mm a 720/870mm

I **PROFUNDIDAD**
Hasta 50m

Los DSP_{STAR} y TSP_{STAR} (o Refsol) son pilotes DSP y TSP construidos con un tubo de inmersión dentro de la herramienta para mejorar aún más la calidad del concreto y los parámetros del pilote.

La tecnología, derivada del proceso Starsol®, también permite que los pilotes de desplazamiento puedan anclarse en suelos relativamente duros gracias a los dientes que se pueden montar alrededor del tubo de inmersión en el extremo de la barrena.

Ventaja añadida

Parámetros de diseño mejorados
Ahorro de costes gracias a una fricción superficial y unos parámetros de capacidad portante mejorados. La capacidad de diseño para el concreto puede incrementarse.

Pilotes hincados

Ø

DIÁMETRO

De 300mm a 5.000mm

⬮

DIAGONAL

De 250mm a 700mm

I

PROFUNDIDAD

>70m

Hay toda una serie de elementos estructurales que pueden ser hincados, insertados por vibración o por sistema hidráulico en el suelo formando un pilote con una resistencia determinada. Este tipo de pilotes pueden desplazar el suelo lateral y verticalmente en determinadas condiciones geológicas, mejorando las características de los suelos.

Los pilotes hincados pueden ser elementos estructurales en sí o estar incorporados a un elemento hincado que posteriormente se rellena con concreto o lechada para complementar la capacidad estructural. Los pilotes hincados a menudo se inclinan para absorber grandes fuerzas horizontales, y pueden ser instalados por una gran variedad de equipos. Se pueden emplear unidades de elevación hidráulicas, grúas (con o sin mástil) y perforadoras tradicionales.

Los pilotes hincados pueden alcanzar cargas de trabajo relativamente elevadas en muy diversas condiciones de subsuelo con independencia de los niveles freáticos. Normalmente estos pilotes alcanzan hasta 50m de longitud. Las grúas o equipos perforadores suelen ser de grandes dimensiones e incorporan martillos diesel o hidráulicos *top-drive* para hincar el pilote prefabricado, o la camisa o funda de acero o concreto. Los pilotes hincados suelen instalarse respondiendo a unos criterios establecidos (ej., conteo mínimo de golpes por penetración unitaria, y en ocasiones, con unos criterios mínimos de penetración) para garantizar que se alcanza la resistencia a la hincada y por tanto la capacidad portante diseñada. En condiciones subsuperficiales variables, la longitud de los pilotes puede variar, pero muchos tipos de pilotes hincados llevan juntas o pueden cortarse con facilidad para adaptarse a esta circunstancia.

Ventajas de la técnica

Proceso constructivo eficiente

Particularmente aplicable en suelos blandos saturados donde pueden alcanzarse elevados ratios de producción. No hay limitaciones de secuenciación como sucede con las técnicas de perforación rotatoria al tener que esperar que los pilotes fragüen.

Particularmente indicados para la rehabilitación de sitios industriales

En suelos contaminados, se da un importante ahorro de costos a raíz de minimizar el volumen de material de excavación, y se puede aplicar previamente recubrimientos para proteger los pilotes en condiciones agresivas.

Un pilote hincado es un pilote probado

Pilotes hincados hasta una resistencia determinada durante el proceso de instalación.

Resistencia sísmica

Los pilotes hincados de gran diámetro suelen usarse para resistir fuerzas sísmicas en zonas sísmicas.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque moderno y versátil de más de 280 grúas montadas sobre orugas y excavadoras de cable, 50 mástiles, 20 plataformas perforadoras con mástiles rotatorios, 20 perforadoras específicas, 50 martillos y unidades de empujes con gatos hidráulicos.
- ✓ El parque de Soletanche Bachy incluye perforadoras hidráulicas, perforadoras y martillos con baja altura de caída muy silenciosos y operados con control remoto.

Pilotes prefabricados hincados

Estos pilotes se forman a partir de elementos estructurales capaces de soportar toda la capacidad portante requerida en cuanto han sido instalados. Normalmente su instalación es muy rápida y son rentables en la mayoría de condiciones de suelo. Hay dos grandes clases de pilotes prefabricados hincados: de concreto reforzado y de tubos de acero.



Pilotes de concreto pretensado

□

SECCIÓN MACIZA

De 240×240mm a >500×500mm

Ø

DIÁMETRO HUECO PRETENSADO

Hasta 1.200mm

I

PROFUNDIDAD

>50m

El tipo de pilote hincado más frecuentemente usado que ofrece Soletanche Bachy es el pilote de concreto pretensado. Este pilote puede emplearse en todo tipo de estructuras y cimentaciones, pero entre sus aplicaciones más comunes se incluyen los edificios industriales y de viviendas, y las cimentaciones de puentes y torres eléctricas.

Los pilotes se presentan en segmentos de longitud estándar que van de 1,5 a 15m y pueden diseñarse para absorber fuerzas de compresión, de tracción y de flexión mediante la incorporación de articulaciones de distribución de momento. La forma de la sección del pilote puede variar, o puede estar vacía en el caso del pilote pretensado tipo *Spun*. Los pilotes tienen que ser capaces de soportar considerables fuerzas de manipulación e instalación, y pueden instalarse verticalmente o inclinados.

Empleando otra maquinaria especializada es posible instalar pilotes prefabricados en áreas de acceso restringido o en baja altura, y se pueden emplear sistemas de empuje con gatos hidráulicos para eliminar la vibración.

Referencia

Edificio Isaac Newton | Reino Unido

ROGER BULLIVANT

En el Reino Unido, la Universidad de Lincoln está llevando a cabo un importante proyecto de desarrollo del campus. El nuevo y prestigioso edificio Isaac Newton albergará los departamentos de Ciencias Informáticas, Ingeniería, Matemáticas y Física. En 2016, Roger Bullivant, una filial local especializada de Soletanche Bachy, construyó unos 350 pilotes hincados cuadrados de concreto pretensado de 250mm y 300mm, fabricados en las instalaciones de la empresa.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Grandes instalaciones de prefabricación y almacenamiento que garantizan un suministro fiable de pilotes prefabricados de concreto de gran calidad.
- ✓ En las zonas en que la calidad o el suministro de concreto son problemáticos, se puede garantizar un producto elaborado en nuestras fábricas y con control de calidad.
- ✓ Útil en aplicaciones a muy baja temperatura en las que el hormigonado in-situ sería un riesgo para la integridad estructural del pilote.
- ✓ Elementos prefabricados en distintas longitudes para reducir la necesidad de cortes y el material sobrante, maximizando así la rentabilidad.

Tubos de acero hincados

Ø

DIÁMETRO

5.000mm (vibrados)

I

PROFUNDIDAD

>70m

Los pilotes tubulares de acero también se emplean con frecuencia en las filiales de Soletanche Bachy. Son particularmente versátiles en aplicaciones *offshore* y en obras de muelles, y pueden instalarse usando técnicas vibratorias o de percusión. Se pueden instalar en posición vertical o inclinados para soportar elevadas fuerzas laterales. Las aplicaciones más comunes de los tubos inclinados son las cimentaciones de parques eólicos o las estructuras de atraque *offshore*. Los tubos de acero hincados también pueden fabricarse con conectores para facilitar la inserción de tablestacas entre tubos sucesivos para crear una pantalla combinada. La utilización de una zapata de gran tamaño también permite inyectar la circunferencia externa de un tubo durante la instalación o después de la misma.

Otros tipos

Existen otros tipos de pilotes hincados prefabricados que las filiales de Soletanche Bachy instalan habitualmente por todo el mundo, entre los que se incluyen:

- › Pilotes de hierro dúctil ensamblados en espiga (*Spigot-jointed Ductile Iron Piles*)
- › Pilotes H de acero
- › Pilotes de madera

Pilotes hincados hormigonados in situ

Ø

DIÁMETRO

Hasta 750mm

I

PROFUNDIDAD

>50m

Estos pilotes se forman hincando un tubo provisional de acero de gran espesor (en ocasiones tiene carácter permanente), provisto de una placa de estanqueidad. Una vez alcanzada la resistencia a la hinca requerida, se introducen las jaulas de armadura y el concreto dentro del revestimiento o camisa de acero. Al terminar la operación de hormigonado, el tubo suele extraerse mediante vibración para reutilizarlo, dejando el concreto o la lechada en contacto con el terreno.

Además de no generar ningún material de excavación, el proceso de construcción del hormigonado in situ también ofrece una fuerte adherencia entre el concreto y el suelo circundante, y además puede limitar el potencial de migración vertical de contaminantes en los sitios industriales. Las camisas también se pueden incorporar de forma permanente en suelos con condiciones particularmente agresivas.

Dependiendo de los tubos de hinca y de las zapatas finales utilizadas, se puede proceder a la hinca a través de algunas obstrucciones o bandas de rocas blandas, y se pueden instalar pilotes verticales o inclinados. En condiciones de terreno heterogéneas, se puede obtener una mayor longitud y resistencia portante del pilote empalmando tubos de acero con una conexión soldada in situ.

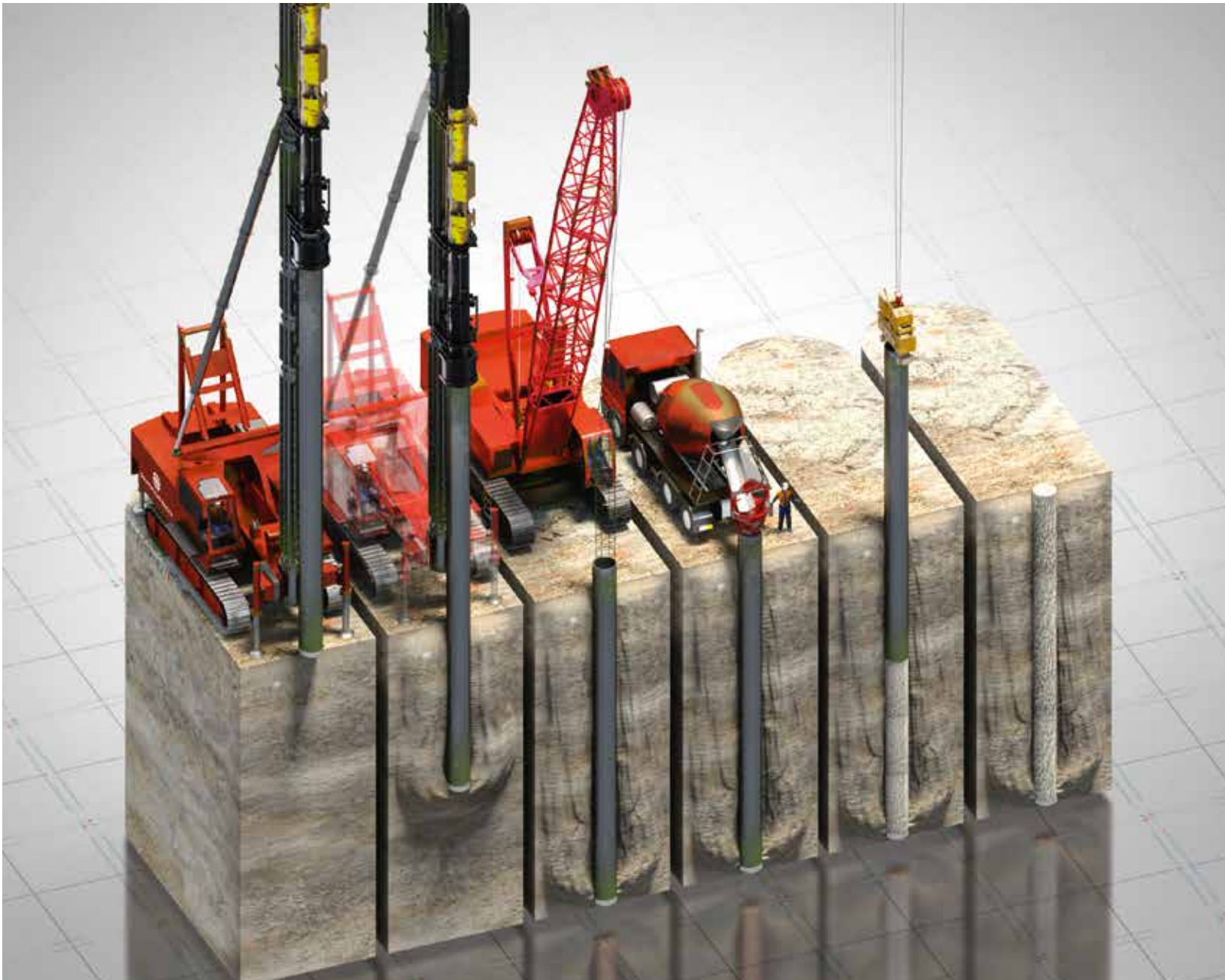
VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Fabricante especializado de sistemas de guiado y martillos diesel e hidráulicos.
- ✓ Innovador diseño y fabricación de equipos que aporta mayor alcance operativo y flexibilidad, minimizando el montaje de la perforadora y optimizando la producción.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Fabricante especializado de sistemas de guiado y martillos diesel e hidráulicos.
- ✓ Innovador diseño y fabricación de equipos que aporta mayor alcance operacional y flexibilidad, minimizando el montaje de la perforadora y optimizando la producción.

Secuencia de construcción típica (pilote hormigonado in situ)



1.

Se coloca el tubo provisional de acero que va a ser hincado, provisto de una placa metálica de protección.

2.

Se hinca el tubo en el suelo empleando un martillo *top-drive* diesel o hidráulico.

3.

Una vez que se alcanza la profundidad o resistencia a la hinca requeridas, se inserta la jaula de armadura.

4.

Se procede al hormigonado de la perforación por vía seca empleando una tubería tremie.

5.

Se retira el tubo de acero provisional (normalmente con un vibrador) dejando atrás la placa metálica de protección.

6.

El pilote hormigonado in situ está terminado.

Referencia



Parque eólico Niágara | Canadá
BERMINGHAM

En 2015, un consorcio que incluía a Birmingham Foundation Solutions, una filial del Grupo en Canadá, asumió el proyecto del parque eólico Niágara en Ontario, Canadá. El consorcio utilizó los mástiles, los martillos y la pericia de Birmingham para instalar las cimentaciones de las 32 bases de turbinas eólicas nuevas. El proyecto supuso un reto logístico, ya que las turbinas estaban situadas en áreas agrícolas remotas además de estar distribuidas por todo el distrito de Niágara. Cada base de turbina tenía un diseño circular de 48 pilotes, con 2 pilotes inclinados hacia el exterior y 1 pilote

hacia el interior de forma consecutiva en torno al perímetro. Los tubos con extremo cerrado de 400mm se hincaron a una profundidad de hasta 60m, sus diversas longitudes se empalmaron in situ y luego los pilotes se reforzaron y hormigonaron con tremie. El breve tiempo disponible para la preparación y el período de programación supusieron un reto por lo que respecta a la obtención de tubos, mano de obra y maquinaria. En su momento de mayor intensidad, se utilizaron 7 combinaciones grúa/martillo simultáneamente para entregar el proyecto a tiempo.

Pilotes hincados hormigonados in situ con base ensanchada

Esta técnica tradicional (también conocida como pilote Franki) se sigue usando en algunas filiales de Soletanche Bachy, allí donde está bien implantada y es importante para el mercado local.

No deja de ser una forma de pilote fiable debido a la verificación del terreno mientras se hincan las camisas, y la base ensanchada puede suponer un ahorro de las cantidades de material (concreto y acero) en comparación con los pilotes hincados con fuste recto y hormigonados in situ. La técnica es particularmente adecuada en estratos blandos o granulares, en suelos contaminados en los que se genere muy poco material de excavación, y en zonas remotas en las que el ruido y la vibración no supongan un problema medioambiental. Se suelen usar perforadoras mecánicas sencillas específicas para esta técnica.

INSTALACIÓN DE UN PILOTE FRANKI

1. Se funde una carga de concreto con asentamiento cero en el fondo del tubo guía provisional de acero que está situado en la posición donde irá el pilote. Entonces se utiliza un martillo para hincarlo en el concreto, formando un tapón de concreto estanco que luego, con los golpes posteriores, hince el tubo de acero.
2. Una vez alcanzada la resistencia requerida, se fija el tubo en la posición adecuada y a continuación el tapón de concreto se hince en el suelo mediante el martillo, creando así la base ensanchada.
3. Se coloca una jaula de barras de armadura en la perforación y se puede hormigonar el fuste con concreto por vía húmeda o seca.
4. Con el concreto por vía húmeda, la camisa se puede retirar una vez concluido el hormigonado. Si se utiliza concreto por vía seca también se puede crear un fuste ensanchado apisonando el concreto en capas con un martillo dentro de la jaula de armadura mientras simultáneamente se retira la camisa provisional.



VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Apoyo técnico de los expertos del departamento de maquinaria y del fabricante propio de equipamiento de pilotes.
- ✓ Servicios más rápidos y eficientes gracias a una presencia mundial y a la pericia constante en los mercados locales.

Soletanche Bachy ofrece una gama versátil de técnicas de pilotaje especializadas para facilitar la perforación y la construcción de cimentaciones en emplazamientos logísticamente complicados y con características sumamente limitadoras. Las obras cuentan con el apoyo de los expertos en diseño y fabricación de maquinaria y equipo, además de las constantes innovaciones que emanan de un compromiso constante con la investigación y el desarrollo.

Micro y minipilotes

Ø DIÁMETRO DE LOS MICROPILOTES
De 100mm a 300mm

Ø DIÁMETRO DE LOS MINIPILOTES
De 300mm a 600mm

I PROFUNDIDAD
>75m

Los micropilotes son pilotes perforados con un diámetro inferior a 300mm o pilotes de desplazamiento hincados con un diámetro inferior a 150mm. El elemento portante de un micropilote perforado puede ser una barra de acero, un tubo de acero o un perfil tipo H insertado en lechada de concreto, mortero o micro-concreto para transferir la carga. Con frecuencia el componente estructural es una barra hueca “autoperforada” provista de una herramienta de perforación perdida a través de cuyo centro se descarga la lechada. En un micropilote de desplazamiento el componente portante de acero o de concreto prefabricado se hinca o introduce por vibración en contacto directo con el suelo.

Los minipilotes normalmente son pilotes perforados de diámetro reducido que van desde los 300mm hasta los 600mm. Las técnicas, maquinaria y equipos empleados suelen ser similares a los empleados en las técnicas de micropilotes. Soletanche Bachy cuenta con un amplio panel de técnicas de micro y minipilotes adaptadas a todos los tipos de suelos.

Ventajas de la técnica

Reparación de edificios

Realiza reparaciones y modificaciones de estructuras existentes con perforadoras pequeñas y ágiles pudiendo así ampliar su vida útil o modificar su función sin necesidad de demolición y reconstrucción.

Acceso a emplazamientos remotos o logísticamente complejos

Despliegue de equipamiento especializado de minipilotes para minimizar las obras temporales y los permisos de acceso que serían costosos para una maquinaria convencional. La maquinaria compacta posibilita llevar a cabo el mantenimiento de la infraestructura de transporte sin el cierre de la misma.

Puede usarse en todo tipo de suelos

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque moderno y diverso de 280 mini-perforadoras entre las que se incluyen máquinas con motor eléctrico para eliminar los humos y gases de combustión en entornos de trabajo reducidos.
- ✓ Técnicas y equipos patentados que cuentan con el apoyo de expertos en diseño de maquinaria y capacidades de fabricación.
- ✓ Líder del sector en el diseño y fabricación de protecciones de seguridad, dispositivos de corte de emergencia y plataformas de servicio integradas.
- ✓ Diversa oferta de técnicas para adaptarse a suelos de todo tipo.

Referencia



Templo Provo | Estados Unidos

NICHOLSON CONSTRUCTION

Un incendio destruyó el templo mormón de Provo, Utah, en diciembre de 2010, dejando en pie tan sólo la fachada de ladrillo y las cimentaciones de arenisca desbastada. Confiado a Nicholson Construction, la filial del Grupo en los Estados Unidos, el proyecto de renovación incluía el recalce de la estructura del edificio histórico y la creación de tres niveles subterráneos. Se construyeron 136 micropilotes con un diámetro de 244mm hasta 17m de profundidad. El proyecto, técnicamente complejo, era también impresionante en términos visuales. Durante la construcción de los micropilotes y la excavación, el templo parecía estar flotando en el aire.

Normalmente estos pilotes pueden sustentar cargas de hasta 1.500kN, dependiendo de la longitud del pilote y de las características del suelo, pero se supone que la capacidad deriva exclusivamente del rozamiento. Debido a la esbeltez del pilote y a las limitadas cantidades de acero, se deben tener muy en cuenta en el diseño los fallos estructurales de los pilotes, y también las deformaciones en suelos de mala calidad. Las deformaciones verticales suelen ser mayores que para pilotes perforados de mayor diámetro. En algunas aplicaciones como en obras de recalce, se puede llevar a cabo una transferencia de carga parcial o completa utilizando gatos para cargar los pilotes y minimizar el asentamiento diferencial permanente. Se pueden soportar cargas de compresión o de tracción en ángulos importantes (>20° sobre la vertical).

Tradicionalmente las técnicas de minipilotes o micropilotes se han usado en situaciones de acceso limitado o en altura reducida. A menudo se usan para recalzar cimentaciones existentes, para anclar losas de sótanos contra la subpresión o levantamiento y para perforar a través de obstrucciones. Estas técnicas son a menudo necesarias para la instalación de cimentaciones dentro de fábricas ya existentes para maquinaria pesada, para la restructuración de sótanos y para las nuevas cimentaciones y estabilización de taludes en entornos viarios y ferroviarios en servicio.

Hi’Drill®

Hi’Drill® es un sistema de perforación de alto rendimiento patentado, creado por Soletanche Bachy y equipado con una cabeza de rotación que pone en resonancia el sistema perforador. A diferencia de los cabezales vibratorios convencionales que operan a bajas frecuencias (0-60Hz), los cabezales del Hi’Drill® usan altas frecuencias (0-150Hz). Hi’Drill® es especialmente idóneo para la perforación de pozos de pilotes, para la instalación de anclajes, clavos y micropilotes. Es sumamente eficaz cuando se usa en suelos heterogéneos que contienen estratos duros y blandos. Los cabezales Hi’Drill® pueden montarse de forma eficaz en toda una serie de equipos portadores de base, desde bastidores compactos específicos de 2t hasta perforadoras de 60t, para responder a las necesidades específicas de cada proyecto.

Pilotes perforados de gran diámetro y en altura reducida

Los pilotes perforados de gran diámetro pueden construirse en alturas limitadas empleando equipos portadores con mástiles y barras Kelly reducidos. Una ventaja de la técnica es que la barra Kelly telescópica posibilita una profundidad de los pilotes que supera la altura de la zona de operaciones, con lo que se pueden incrementar las capacidades del pilote.

Se pueden formar pilotes de hélice continua (CFA) usando perforadoras con mástiles reducidos, para que por ejemplo puedan entrar en almacenes y bajo puentes de autopista. A pesar de ser relativamente rápidas y eficientes, la profundidad del pilote está limitada por la altura del mástil donde va el conjunto de la barrena.

En los pilotes de hélice modulares, se van añadiendo progresivamente pequeños segmentos que añaden longitud a la barrena hueca durante el proceso de excavación. En dichos pilotes, se bombea concreto a la base del pilote y son necesarias consideraciones especiales de calidad durante los procesos de hormigonado o inyección de lechada a medida que se retiran secciones de barrena.

La profundidad y diámetro máximos vienen determinados por la altura disponible, las características del suelo y el torque de las perforadoras empleadas. El tamaño del equipo portador aumenta de forma proporcional a la potencia y el torque de la cabeza de rotación, de modo que aunque es posible realizar pilotes perforados de gran diámetro de tamaño estándar (hasta 3m de diámetro) en áreas con altura limitada mediante mástiles reducidos, la capacidad del pilote está limitada por la severidad de las limitaciones de acceso. Las perforadoras de tipo especial, normalmente con unas dimensiones de 2x1,5m y un torque situado entre 4 y 8 tm, pueden perforar pilotes de hasta 750mm de diámetro en <4m de altura y son idóneas para trabajar en sótanos.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Se pueden realizar obras en condiciones de muy baja altura y acceso sumamente limitado.
- ✓ Técnica de perforación rápida y versátil en suelos de todo tipo, incluyendo rocas y obstrucciones.
- ✓ Reducida transmisión vibratoria a estructuras o servicios colindantes.
- ✓ Rendimientos de más de 300m por día con el sistema de 15m de largo recorrido.
- ✓ Perforadoras equipadas con cargador de barras, con lo que se eliminan los riesgos de la operación manual.

Ventaja de la técnica

Mayor capacidad portante en altura reducida

La maquinaria y técnicas especializadas ofrecen un considerable ahorro y mayor eficiencia en comparación con las técnicas de minipilotes tradicionales.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque moderno y versátil de más de 20 perforadoras de mástil corto y 40 mini perforadoras de alto torque.
- ✓ Particular pericia y experiencia en el diseño, modificación y fabricación de maquinaria especializada para adaptarse a los requisitos de cada proyecto.
- ✓ Capacidad de optimizar la calidad y el diseño con una sofisticada instrumentación de perforadoras y una probada capacidad de diseño propio.

Referencia



Estación de London Bridge | Reino Unido
BACHY SOLETANCHE

Entre 2012 y 2016, Bachy Soletanche asumió uno de sus contratos de pilotaje más grandes y más complicados por su acceso limitado. Con un reciente incremento del 50% en el número de pasajeros provenientes del aeropuerto de Gatwick, la estación de London Bridge recibe ahora más del doble del volumen de viajeros para el que fue diseñada. La renovación de la estación incluía la creación de nuevos andenes para más trenes, la construcción de un nuevo vestíbulo y la creación de una estación de pasajeros más grande y mejorada. La filial del Grupo en el Reino Unido instaló 1.475 pilotes perforados con diámetros de 508/450 y hasta

25m de profundidad, 11 pilotes perforados con un diámetro de 1.200mm, hasta una profundidad máxima de 64m y 309 pilotes con un diámetro de 900/1.050, más 134 pilotes con un diámetro de 1.050. Las obras se secuenciaron con gran cuidado, ya que había que construir pilotes en zonas con acceso limitado dentro de las bóvedas existentes del ferrocarril que previamente habían estado ocupadas por tiendas y comercios. Las cimentaciones para las partes nuevas de la estación se construyeron antes de proceder a la demolición de las secciones sobrantes de viaducto de ladrillo.

Referencia



Apartotel de Rail | Francia
SOLETANCHE BACHY

En Francia, el Apartotel de Rail ofrece un alojamiento renovado al personal de la SNCF justo encima de la estación existente de tren de Montparnasse. Las obras de cimentación, realizadas por Soletanche Bachy France, consistieron en barrettes de 1.000mm x 2.800mm a una profundidad de 24m, construidas en tan sólo 5,5m de altura. La Hidrofresa® especial, compacta y de baja altura operó a muy poca distancia tanto de líneas de tren operativas como de servicios esenciales, en un entorno con mucho tránsito de viajeros a diario. Fue necesario hacer uso de toda la pericia técnica y operativa de Soletanche Bachy, que resultó esencial para la realización del proyecto con éxito y seguridad.

Barrettes en altura reducida

 ESPESOR DEL PANEL De 500mm a 2.400mm	 LONGITUD DEL PANEL 2.800mm	 PROFUNDIDAD 75m
---	---	--

Soletanche Bachy también ha diseñado y fabricado una gama de Hidrofresas® y cucharas compactas para operar en espacios de baja altura. Se pueden realizar barrettes de hasta 75m de profundidad en espacios de 5m de altura.

Ventajas de la técnica

- Características portantes superiores**
Técnica más eficiente que un grupo equivalente de pilotes de altura reducida en ciertas aplicaciones. Significativo ahorro en concreto y en el costo de los cabezales de los pilotes.
- Baja vibración**
Mínimas molestias a las estructuras colindante existentes.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Un parque de más de 10 cucharas hidráulicas y Hidrofresas® de baja altura especialmente diseñadas y fabricadas por equipos internos.
- ✓ Parque de maquinaria totalmente instrumentada y sistemas de perforación direccional para mejor precisión y control de verticalidad.

Pantallas de contención con pilotes empotrados

Pilotes perforados de gran diámetro

Perforación de roca con gran diámetro

Pilotes de hélice continua

Pilotes rotativos de desplazamiento

Pilotes hincados

Obras con acceso limitado y en altura reducida

Pantallas de contención con pilotes empotrados

Ø DIÁMETRO
De 300mm a >2.500mm

I PROFUNDIDAD
>50m

Una pantalla de contención empotrada es una estructura vertical instalada para la contención de suelos con carácter previo a la excavación subsiguiente. A diferencia de los muros de gravedad, el peso de una pantalla de contención empotrada de espesor reducido tiene un efecto insignificante sobre su capacidad de equilibrar las presiones. Retiene las presiones ejercidas por la tierra, el agua y las estructuras existentes. En función de las prescripciones de un proyecto, las pantallas de contención empotradas pueden diseñarse como una estructura en voladizo, o sustentada por puntales o anclajes al suelo instalados a través de la pantalla durante la excavación.

Las pantallas de contención con pilotes empotrados pueden ser continuas (secantes) si es necesaria una estructura estanca, contigüas (a poca distancia) si el nivel freático es bajo, o discontinuas si el nivel freático es bajo y los suelos son relativamente estables.

En el caso de las pantallas secantes, habitualmente se usan las técnicas de pilote perforado de gran diámetro, pilote secante encamisado o por circulación inversa. La técnica de hélice continua también puede usarse para crear pantallas secantes de profundidad limitada debido a la tolerancia vertical que se puede lograr. Las pantallas contigüas y discontinuas se suelen formar con las técnicas de hélice continua o de pilotes hincados.

Ventajas de la técnica

Geometría más flexible
Que un muro pantalla.

Especialmente indicado para obras con acceso limitado ya que la maquinaria de lodos es mucho menor

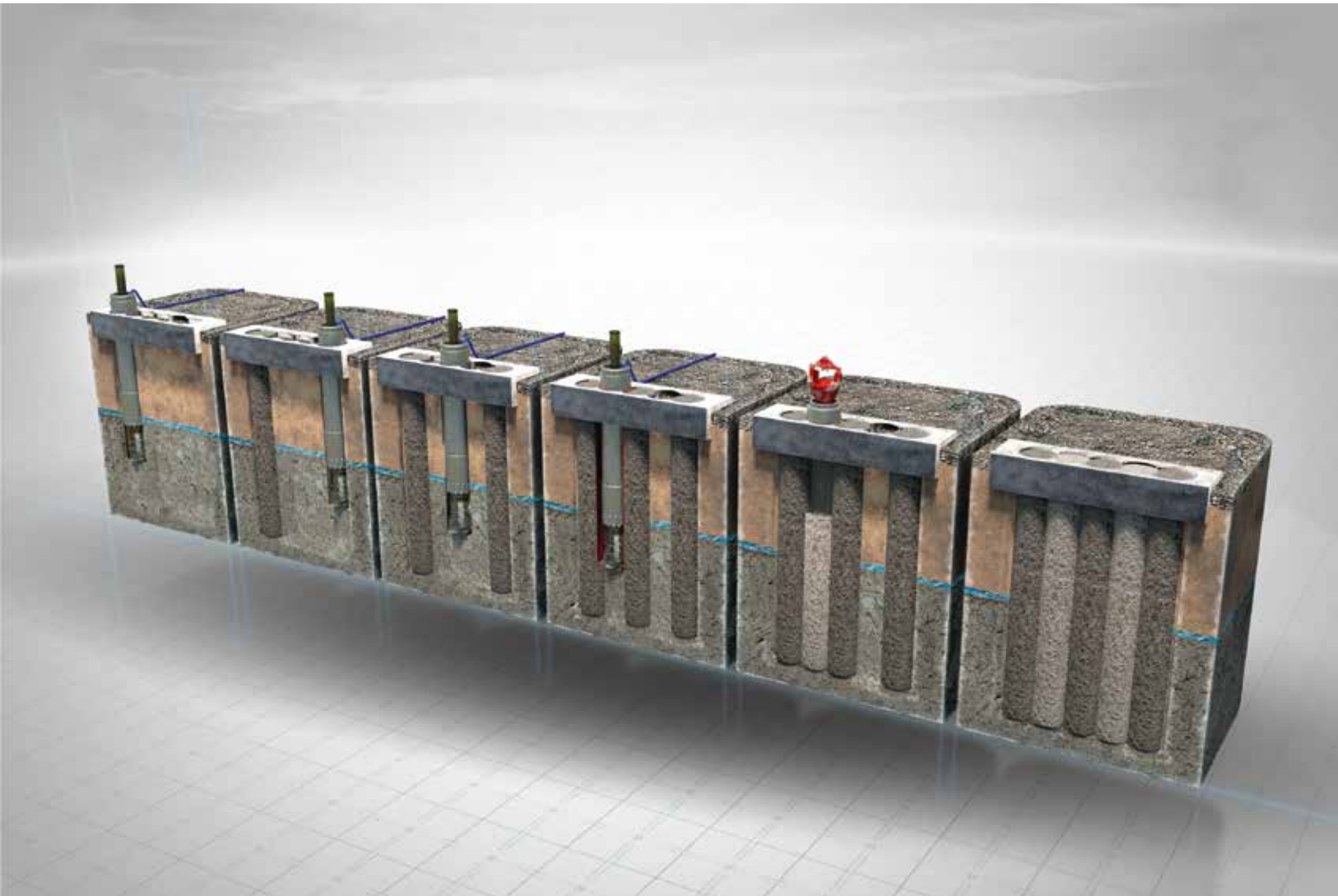
Técnicas adaptadas a todo tipo de suelos

Capacidad portante
Las cargas verticales pueden ser sustentadas por los elementos de la pantalla de contención.

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ Perforadoras instrumentadas para registrar los parámetros de perforación y la verticalidad del pilote.
- ✓ Capacidad de analizar la instrumentación de la perforadora para determinar las características exactas del terreno y optimizar los parámetros de diseño.
- ✓ Un laboratorio específico dedicado a la optimización de mezclas de concreto y lodos.
- ✓ Equipo de diseño propio con gran experiencia para añadir valor al cliente a través de servicios iniciales de ingeniería adaptada.

Secuencia de construcción típica (pantalla de pilotes secantes)



1.

Se construye un muro guía temporal de concreto reforzado con anterioridad a los pilotes para localizarlos y ayudar con la verticalidad de la perforación. Una vez que el muro guía ha fraguado, pueden comenzar a realizarse los pilotes primarios con técnicas normales de perforación rotatoria.

2.

Se perforan pilotes primarios adicionales. Estos no suelen estar reforzados.

3.

Se sigue una secuencia de modo que los pilotes primarios consecutivos estén suficientemente espaciados antes del fraguado inicial del concreto. El número construido viene determinado por la resistencia óptima del concreto para la excavación subsiguiente de los pilotes secundarios.

4.

Se perfora hasta la profundidad de los pilotes secundarios empleando camisas modulares equipadas con una zapata cortadora para atravesar el núcleo de los pilotes primarios a ambos lados. Se van eliminando periódicamente el concreto y el material de excavación del interior empleando herramientas tradicionales.

5.

Se instala un elemento estructural de jaula en la perforación y se hormigonan los pilotes secundarios.

6.

Se instalan los pilotes secundarios para completar una sección de la pantalla. A menudo los pilotes primarios situados en los extremos de cada zona de operaciones han sido 'pre-perforados' y rellenados en previsión de la continuación futura. A medida que fragua el concreto del pilote primario, este pilote "ficticio" garantiza la verticalidad del primer pilote secundario en la nueva zona de trabajo.

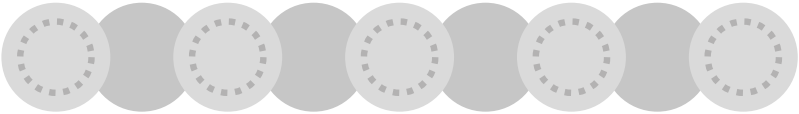
Pantalla de pilotes secantes

Se forma una pantalla de pilotes secantes mediante la construcción alterna de pilotes primarios (hembra) y secundarios (macho), en la que los pilotes secundarios cortan parcialmente a través de los pilotes primarios a ambos lados para formar una estructura impermeable continua.

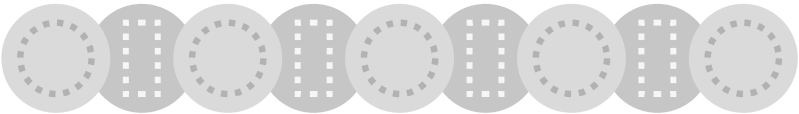
Las pantallas secantes suelen usarse como alternativa a los muros pantalla cuando se prevé la presencia de obstrucciones o en proyectos urbanos de sótanos en los que el espacio es limitado. En comparación con una pantalla de sótano, pueden ser más flexibles en cuanto a la forma y ofrecen una operación relativamente compacta en relación con el tamaño de la planta de lodo.

Dependiendo de las prescripciones estructurales, las especificaciones del pilote primario pueden variar. Las pantallas duras-blandas incorporan una lechada plástica bentonita-cemento en los pilotes primarios, las pantallas semiduras concreto C15/20 (2.000 psi), y las pantallas duras-duras un concreto estructural de resistencia total (normalmente C32/40 [4.000 psi]). En la mayoría de los casos los pilotes primarios no están reforzados, pero en circunstancias excepcionales se puede lograr una mayor capacidad mediante la inclusión de jaulas rectangulares. En el diseño de la pantalla, el espacio entre pilotes secundarios viene determinado por las prescripciones estructurales y la profundidad (siendo necesario siempre un solape mientras se consideran las tolerancias de perforación).

La secuenciación de los pilotes resulta crucial en el caso de una pantalla semidura o dura-dura, ya que tanto la productividad como la calidad (verticalidad) se verán determinadas por la facilidad con la que puedan instalarse los pilotes secundarios a través de los pilotes primarios adyacentes. La inserción o extracción de camisas a menudo se realiza mediante osciladores o rotadores hidráulicos en cimentaciones más profundas.



Pantalla de pilotes secantes - Pilotes primarios sin refuerzo



Pantalla de pilotes secantes - Pilotes primarios reforzados



Referencia

Túnel Gobet | Suiza
SOLETANCHE BACHY

En 2012 y 2013, Sif Groutbor, la filial del Grupo en Suiza, construyó >5km de pantallas de contención de pilotes secantes para las entradas del túnel y el paso subterráneo del mismo, en el marco de las obras de renovación del túnel Gobet. Fue una obra técnicamente exigente y la resistencia sísmica impuesta por el diseño hizo que, a diferencia de las pantallas secantes convencionales, se reforzaron tanto los pilotes primarios como secundarios, lo que supone que fueron necesarias unas tolerancias a la excavación sumamente precisas. Los códigos no permitían barrenas cortadoras de acero y como alternativa, las jaulas de armadura incluían anillos y enlaces de solape en puntos determinados.

Pilotes secantes encamisados

El sistema de pilotes secantes encamisados (CSP) ha sido desarrollado para combinar la técnica de hélice continua más rentable con camisas temporales que tradicionalmente se asocian con métodos de pilotes con perforación rotativa. Un sistema de motor rotativo doble superpuesto que gira en direcciones opuestas posibilita la extracción de tierra y la instalación de la camisa de forma simultánea. El método es particularmente idóneo para pantallas de obras en sótanos adyacentes a estructuras existentes.

Ventajas de la técnica

Productividad relativamente alta
Operación más rápida que con el método más tradicional de pilotes de perforación rotativa “kelly/camisa”.

Protección de la infraestructura colindante
Reduce el riesgo de proyección de material y de daños a las infraestructuras existentes en comparación con las técnicas de hélice continua tradicionales.

Desempeño superior a la técnica de hélice continua tradicional
Mejor aspecto final y tolerancias verticales que con una pantalla secante de hélice continua sin entibación.

Calendario mejorado

VALOR AÑADIDO POR SOLETANCHE BACHY

- ✓ La riqueza de la experiencia en proyectos es clave a la hora de desarrollar técnicas y equipos de pilotes secantes encamisados desde su diseño.



Referencia

Parkway Newbury | Reino Unido
BACHY SOLETANCHE

En 2009, Bachy Soletanche, la filial del Grupo en el Reino Unido, concluyó el proyecto Parkway en Newbury. Las obras incluían pilotes portantes y una pantalla secante perimetral para un aparcamiento subterráneo de 2 plantas. Los servicios existentes y otros condicionantes físicos condujeron a un sótano de geometría irregular, idóneo para una solución de pilotes perforados. Los muros del sótano los formaron 452 pilotes. Se instalaron pilotes de hélice continua primarios no reforzados de 900mm de diámetro y

pilotes secantes encamisados secundarios muy reforzados de 880mm de diámetro a 18m de profundidad. Se instalaron 1.388 pilotes portantes internos de 450mm y 900mm de diámetro. Las características del suelo supusieron un reto, con el nivel freático a niveles elevados y 4m de terraplén donde se superponían turba, grava arenosa y creta. El perfil geotécnico combinado con la geometría del sótano hizo de los pilotes de secantes encamisados una técnica ideal para el proyecto.

Pantallas de pilotes tangentes



Las pantallas de pilotes perforados tangentes están formadas por pilotes que virtualmente se tocan entre sí con distancias teóricas que normalmente se sitúan entre 50 y 150mm. Durante la excavación el suelo de los intervalos queda expuesto, pero puede aplicarse una inyección de lechada o cemento o bien sellarse para formar una pantalla de contención estanca.

Para mantener los pilotes verticales, las pantallas normalmente se forman según un proceso de intervalo. Primero se realiza una tanda inicial de pilotes, y posteriormente se construyen pilotes de relleno con los pilotes existentes que actúan como guía en ambos lados. A diferencia de las pantallas de pilotes secantes, no suele ser necesario emplear muros guía y no hay limitación temporal en la secuenciación de los pilotes.

Pantallas de pilotes discontinuos



En las pantallas de pilotes discontinuos como son las pantallas tipo *king post*, se instalan pilotes perforados que incorporan elementos estructurales verticales (como perfiles metálicos, jaulas de acero o elementos prefabricados) insertándolos con un espacio mayor entre sí. A continuación, se procede al sostenimiento a través de tablestacas, tablonés o concreto proyectado que se sitúan entre los elementos estructurales durante las fases sucesivas del proceso de excavación.

No debe haber un flujo de agua significativo que recorra el terreno, y el suelo tiene que poder soportar las cargas verticales hasta que cada fase del sostenimiento está instalada. Se puede incorporar un sistema de drenaje en la parte excavada para evitar que se acumule la presión del agua, pero esto es algo que debe considerarse en la secuencia de construcción.

Ventaja de la técnica

Rápido sistema de contención de conexión a tierra, permanente o temporal, en condiciones de suelo favorables

Resumen de técnicas

												
	Embarcadero	Terminal de petróleo y gas	Planta nuclear	Turbina eólica	Puente		Torre eléctrica	Acceso a túnel	Estación de metro	Centro comercial subterráneo/aparcamiento subterráneo	Edificio	Muelle
Pilotes perforados de gran diámetro DIÁMETRO De 600mm a 3.600mm PROFUNDIDAD De 10m a >100m	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Perforación de roca con gran diámetro DIÁMETRO De 600mm a >7.000mm PROFUNDIDAD De 10m a >100m		✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓
Pilotes de hélice continua DIÁMETRO De 300mm a 1.500mm PROFUNDIDAD Hasta 52m		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pilotes rotativos de desplazamiento DIÁMETRO De 300mm a 800mm PROFUNDIDAD Hasta 32m		✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓
Pilotes hincados DIÁMETRO De 300mm a 5.000mm DIAGONAL De 250mm a 700mm PROFUNDIDAD >70m	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓
Obras con acceso limitado y en altura reducida DIÁMETRO De 300mm a >2.800mm PROFUNDIDAD >75m		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pantallas de contención con pilotes empotrados DIÁMETRO De 300mm a >2.500mm PROFUNDIDAD >50m		✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓

Soletanche Bachy ofrece una incomparable gama de técnicas especializadas que pueden emplearse para formar elementos portantes de cimentaciones o para realizar mejoras a las características portantes naturales del suelo. Esta publicación describe en términos generales concretos portantes reforzados y pilotes prefabricados.

Otras técnicas no incluidas en esta publicación producen cimentaciones que podrían clasificarse como pilotes en ciertas aplicaciones. Muchas de ellas se dan en mercados emergentes, y emplean distintos materiales, equipos y métodos constructivos sumamente específicos. Entre estas técnicas se incluyen las siguientes: columnas de *jet grouting*, *Soil Mixing*, inclusiones rígidas, vibro-columnas.

En esta publicación también se han excluido estructuras de contención con capacidad de cimentación limitada, aunque algunos sistemas comprendan elementos de pilotes. Dichas técnicas incluyen tablestacas y pantallas combinadas.

Si lo desea, puede solicitar a Soletanche Bachy información más detallada relativa a estas técnicas.

La información proporcionada en este documento es exclusivamente a título informativo y no es jurídicamente vinculante. Las dimensiones y capacidades aquí descritas dependen de las condiciones locales del suelo y de las capacidades de la maquinaria en cada ubicación o filiales.

©Soletanche Bachy - Noviembre de 2016

Ilustraciones: Jérôme Mariotti

Fotos: Yves Chanoit, Cédric Helsly, fototeca Soletanche Bachy, todos los derechos reservados.