



Grand Paris Express Line 16 - Estación Sevran Beaudottes
Muros Pantallas, Inyecciones, Jet Grouting, Pilotes In Situ

Terratest

Terratest



TERRATEST

Presentación

Terratest es un grupo internacional del sector de la construcción, líder en Cimentaciones Especiales, Mejora del Terreno, Túneles y Medioambiente. Fundada en 1959, somos de las pocas empresas en el mundo que cubren todo el rango de obras geotécnicas, por lo tanto estamos encantados de poder ofrecer soluciones integrales a problemas geotécnicos de cualquier tipo y magnitud.

El objetivo de nuestra empresa es ofrecer soluciones adecuadas a nuestros clientes, respondiendo con seriedad y eficacia, adaptando nuestros conocimientos y recursos a las especificaciones de cada proyecto, y presentar las soluciones alternativas más ventajosas.



Picasso-Towers, Málaga.
Pilotes prefabricados y Anclajes





Planta Desalinizadora Los Pelambres, Chile
2 Hincas de Tubería con Hidroescudo AVN 2000; AVN 1800





South of Texas - Tuxpan Pipeline, Altamira Landfall, Tamaulipas México
Tunneling y Obra Civil





Grand Paris Express Line 16
Muros pantalla, Grouting, Jet grouting y Pilotes In situ





Syncrolift Varadero Megayates, Barcelona
Pilotes In situ



Terratest en el Mundo

Terratest tiene una fuerte presencia internacional y está implicado en muchos de los principales proyectos llevados a cabo en todo el mundo. Nuestro equipo internacional está preparado para enfrentar futuros retos y demostrar su conocimiento así como la capacidad de adaptación de nuestra compañía tanto a los mercados desarrollados como a los emergentes.



OFICINAS EN EL MUNDO

OBRAS EJECUTAS

AMERICA

EE.UU.
GEOSTRUCTURES, INC.
ASAP GROUP
MÉXICO
IFC CIMENTACIONES ESPECIALES
GUATEMALA
TERRATEST GUATEMALA
EL SALVADOR
TERRATEST EL SALVADOR
HONDURAS
TERRATEST HONDURAS
COSTA RICA
TERRATEST COSTA RICA
PANAMÁ
TERRATEST PANAMA
COLOMBIA
TERRATEST COLOMBIA
EQUIPOS Y TERRATEST
ECUADOR
IFCE CIMENTACIONES ECUADOR
PERÚ
CIMENTACIONES PREFABRI. TERRATEST PERU
BOLIVIA
IFC BOLIVIA SRL
BRASIL
TERRATEST BRASIL
ARGENTINA
TERRATEST ARGENTINA
CHILE
GRUPO TERRATEST

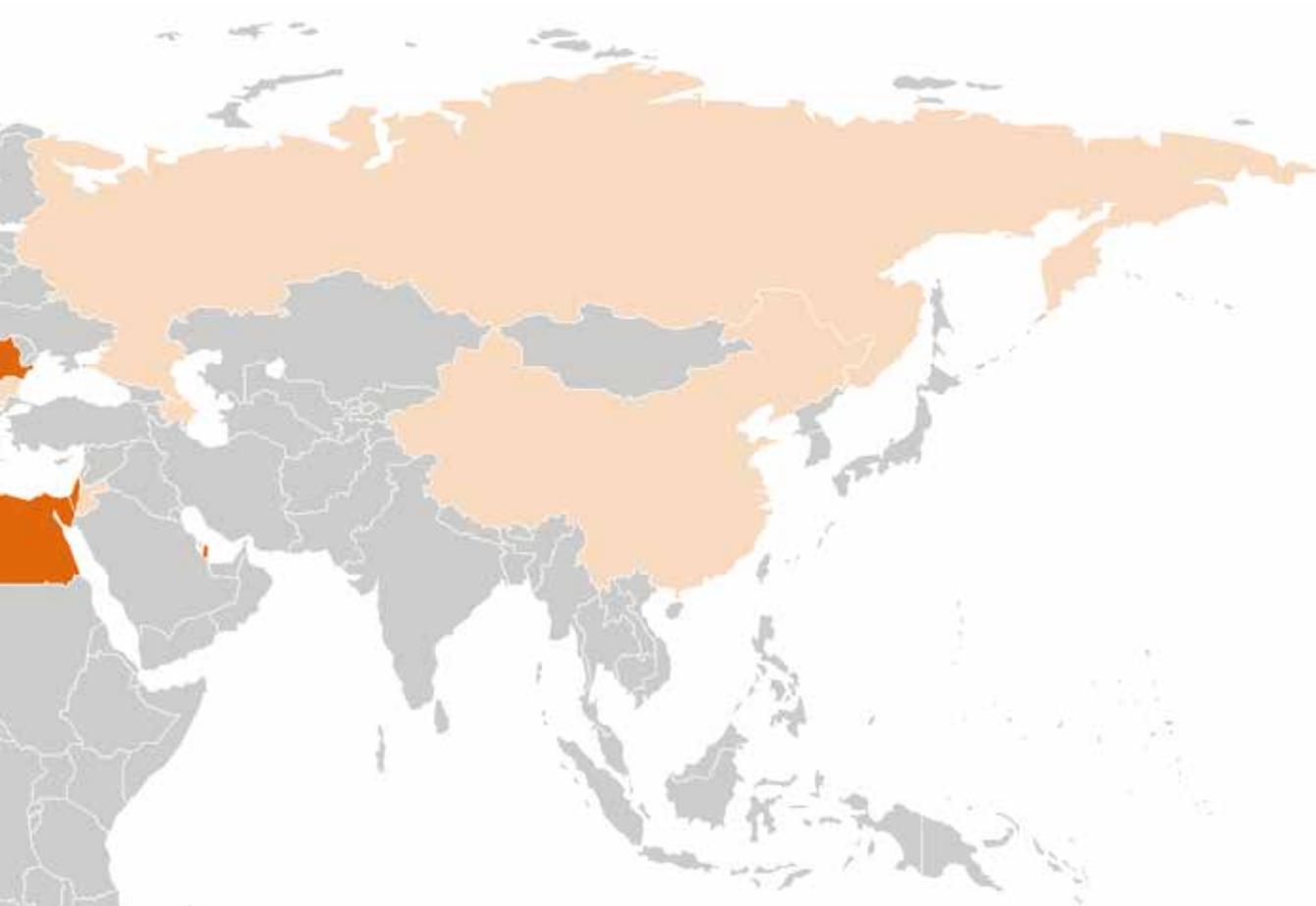
ÁFRICA

MARRUECOS
TERRATEST MAROC
SENEGAL
TERRATEST SENEGAL
COSTA DE MARFIL
TERRATEST COTE D'IVOIRE
GHANA
TERRATEST GHANA
BENIN
TERRATEST BENIN
NIGERIA
TERRATEST FOUNDATIONS NIGERIA
CAMERÚN
TERRATEST CAMEROUN
REPÚBLICA DEL CONGO
TERRATEST CENTRAL AFRICA
ANGOLA
TERRATEST ANGOLA
EGIPTO
TTFT, LLC

EUROPE

ESPAÑA
GRUPO TERRATEST
POLONIA
TERRATEST GEOTEHNIC
GIBRALTAR
TERRATEST GIBRALTAR
PORTUGAL
TERRATEST PORTUGAL
FRANCIA
TERRATEST FRANCE
RUMANIA
TERRATEST GEOTEHNIC
SUIZA
RODIO GEOTECHNIK AG
ALEMANIA
RODIO GMBH SPEZIALTIEFBAU
ORIENTE MEDIO
QATAR
TERRATEST QATAR
BARÉIN
TERRATEST BAHRAIN

Áreas de Actividad



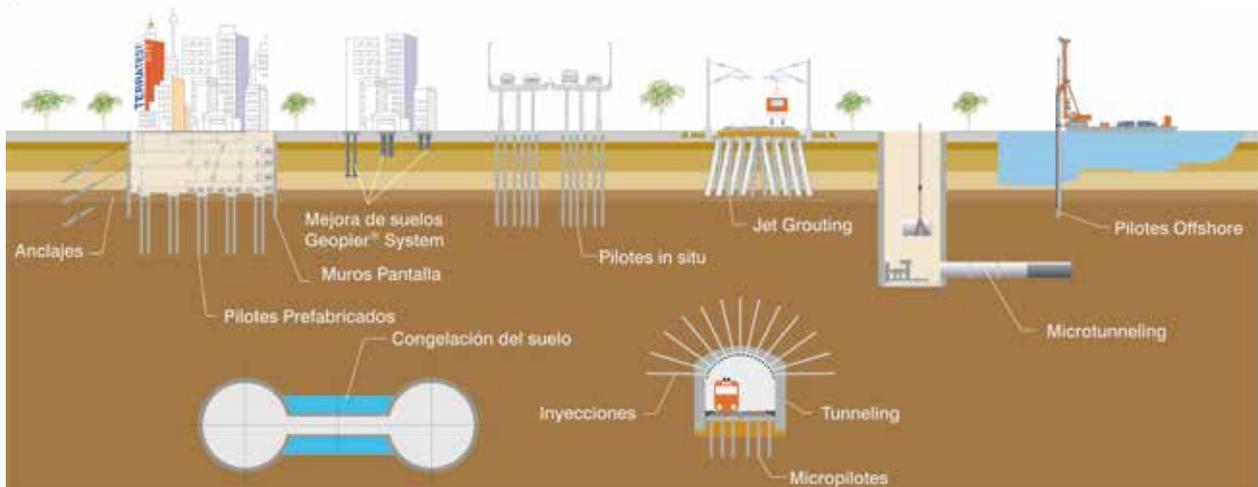
**RESIDENCIAL
E INDUSTRIAL**

**MEJORA
DE SUELOS**

INFRAESTRUCTURAS

TUNNELING

**OFFSHORE
WORKS**





Viparis Hall 6 + Hotel, Versailles, Paris, Francia
Pilotes In situ



Actividades

Pilotes

Pilotes In situ



Pilotes de Barrena Continua



Pilote Prefabricados



Micropilotes



Pilotes Offshore



Sostenimientos

Muros Pantalla



Hidrofresa



Soil Nailing



Anclajes



Tablestacas / Arriostramientos metálicos



Mejora de Suelos

Columnas de Grava



Jet Grouting



Inyecciones de Compensación y de Compactación



Drenes de Mecha



Recalces



Mejora de Suelos

Sistemas Geopier



Compactacion Dinámica Intensa (CDI)



Túneles

Microtúneles



Consolidación



Sistemas Medioambientales

Descontaminación de Suelos



Impermeabilización (Balsas)



Sellado de Vertederos



Hidrogeología aplicada



Descontaminación de Suelos



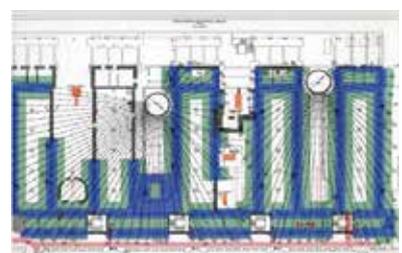
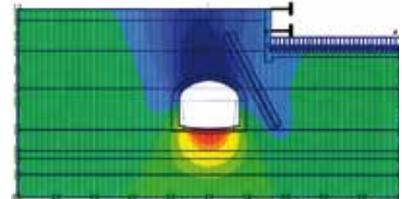
Congelación



Ingeniería

GRUPO TERRATEST cuenta con un departamento técnico formado por un equipo multidisciplinar de ingenieros superiores, altamente cualificados y con amplia experiencia en diversos campos, incluyendo cálculos geotécnicos, estructurales (Acero y hormigón) y por supuesto cimentaciones especiales.

Nuestro departamento técnico utiliza software especializado de última generación, tanto internamente desarrollado como adquirido, permitiendo lo mejor de los dos mundos para cada proyecto. Algunos de estos programas son: Plaxis, Rido, Cype, Ansys, etc. Los especialistas de GRUPO TERRATEST son expertos en el uso de este software y tienen años de experiencia en el campo de la geotecnia aplicada a cimentaciones especiales.



Actividades

PILOTES

PILOTES IN SITU

Concepto y características

Los pilotes de extracción, perforados y hormigonados “in situ”, constituyen uno de los sistemas de cimentación clásicos para problemas derivados de la capacidad de apoyo del terreno o de la necesidad de transmitir cargas elevadas al terreno.

Los diámetros de pilotes que se puede lograr no tienen limitación, pero generalmente oscilan entre 400 y 2500 mm, dependiendo del tipo de perforación, con profundidades máximas del orden de los 70 m.

Procedimiento

Las fases de ejecución de un pilote perforado y hormigonado «in situ» son básicamente tres:

- a) Realización de la perforación
- b) Colocación de la armadura
- c) Colocación del hormigón

Las características del terreno (estratigrafía, nivel freático, etc.) condicionan la tipología y el sistema de perforación: rotación en seco, rotación con entubación recuperable, al amparo de lodos tixotrópicos y por último con cuchara bivalva y trépano.

La elección del método viene determinado fundamentalmente por el terreno a perforar y por la economía de la obra, teniendo en cuenta también otra serie de factores como puede ser el entorno de la misma. TERRATEST dispone de los sistemas de ejecución precisos para minimizar interferencias en el entorno y demostrar el máximo respeto por el medioambiente y su conservación.

Aplicaciones

Los pilotes perforados y hormigonados «in situ», normalmente capacitados para absorber combinaciones de esfuerzos verticales, horizontales y momentos flectores (por ejemplo, en estructuras de puentes, obras de edificación, etc.), pueden soportar esfuerzos de flexión, como es el caso de contenciones de tierras mediante pilotes en línea (cortinas de pilotes).

Hidroeléctrica El Tornillito, Honduras
Pilotes In situ



Nova Arquivancada da Marquês de Sapucaí. Rio de Janeiro/RJ. Brasil
Pilotes Prefabricados y Pilotes de Barrena Continua CFA

PILOTES DE BARRENA CONTINUA CFA

Concepto y características

En los pilotes de barrena continua la perforación se realiza por medio de un tornillo sinfín continuo hueco.

Esta técnica permite la producción de pilotes con diámetros que varían desde 300 hasta 1000 mm, para una profundidad máxima de 30 metros.

Procedimiento

Un tornillo sinfín hueco se inserta en el terreno y una vez alcanzada la profundidad de proyecto, se bombea el hormigón a través del vástago central hueco, a la vez que se va retirando el mismo: Finalmente se introduce la armadura del pilote, hincándola en el hormigón fresco.

Es posible controlar todo el proceso de ejecución de pilotes, mediante el control de parámetros que se registran y que pueden ser analizados. La información recopilada incluye la penetración / par de avance, la profundidad de la barrena y la presión de inyección en la cabeza de la barrena.

Aplicaciones

Uno de los beneficios de los pilotes de barrena continua es que no se necesitan camisas ni lodos tixotrópicos para contener el terreno. También ayudan a mantener al mínimo las vibraciones y se puede utilizar en grandes proyectos, por lo tanto es una buena solución de pilotaje para unos determinados proyectos.

Los pilotes de barrena continua son un tipo de pilotaje especialmente útil para el uso en obras de edificación, donde hay una necesidad de mantener el ruido al mínimo.



Molienda de Clincker en Villasequilla de Yepes, Toledo
Pilotes Prefabricados

Estructura LAV Levante, Sección Villena Sax, Alicante
Pilotes Prefabricados

PILOTES PREFABRICADOS

Procedimiento

Los pilotes son hincados mediante equipos de última generación, utilizando martillos hidráulicos de gran rendimiento de entre 5 y 9 toneladas, elevados por los sistemas hidráulicos más avanzados. Los equipos de hincas son totalmente autónomos (no requieren de elementos auxiliares) y van montados sobre grúas con orugas para facilitar su movimiento.

Los tramos de pilotes prefabricados de sección cuadrada están unidos con juntas de unión (tipo ABB) diseñadas por el departamento técnico de Terratest. La junta tipo ABB es el elemento que permite la unión de diferentes tramos de pilotes para poder alcanzar la profundidad necesaria. Estas juntas están fabricadas con materiales de alta calidad y esta calculadas para soportar mayores tensiones incluso que la sección tipo de pilotes estándar, como se ha demostrado en los ensayos de flexo-compresión y flexo-tracción.

Características Técnicas

	Modelo de pilote	T-200	T-235	T-270	T-300	T-350	T-400			T-450
DATOS GEOMÉTRICOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS	Longitud del pilote o tramos de pilote	Variable entre 3 y 15 metros								
	Sección teórica (cm²)	400	552	729	900	1225	1600			2025
	Sección cuadrada-lado del pilote(mm)	200	235	270	300	350	400	400	400	450
	Armadura Longitudinal	4Ø12	4Ø16	4Ø16	4Ø20	4Ø20	4x2Ø16 2Ø16	4x2Ø20 2Ø20	4x2Ø25 2Ø25	8Ø25
	Armadura transversal	Ø6 19,6 cm	Ø6 17,2 cm	Ø6 15,2 cm	Ø6 13,7 cm	Ø6 11,8 cm	Ø6 10,0 cm	Ø6 10,0 cm	Ø8 10,0 cm	Ø8 8,50 cm
	Tope estructural	61,7 Tn	84,8 Tn	112 Tn	137,9 Tn	187,7 Tn	244,8 Tn	244,8 Tn	244,8 Tn	303,7 Tn



Aplicaciones

Aplicaciones de los Pilotes Prefabricados

Los Pilotes prefabricados son fundamentalmente utilizados por su bajo coste, su rapidez y su limpieza, al no generar detritos procedentes de la excavación, y son especialmente ventajosos bajo cargas verticales elevadas al emplear hormigones de alta resistencia de hasta 50 MPa.

Utilización de pilotes prefabricados pretensados

Debido a la fuerza de pretensado inicial, los pilotes prefabricados pretensados de TERRATEST están particularmente indicados para absorber los esfuerzos de tracción, y de flexión, provocados por ejemplo por un empuje horizontal, proporcionando cimentaciones más económicas que otros diseños.

Podemos destacar las siguientes, entre otras aplicaciones:

- Estructuras (puentes y viaductos)
- Edificios altos o los situados en zonas sísmicas.
- Estructuras y edificios donde el nivel de la planta baja o sótano está por debajo del nivel freático.
- Muros de contención, muros de sótanos, etc.
- Edificios industriales con importantes esfuerzos horizontales o de flexión.

MICROPILOTES

Concepto y características

Los micropilotes son perforaciones cilíndricas de diámetro, entre 114 y 400 mm, en la que se introduce una armadura de acero tubular normalmente con un alto límite de elasticidad (también se utilizan barras de refuerzo). El micropilote se hace solidario al terreno por medio de una inyección a presión de lechada de cemento o mortero.

Procedimiento

1. PERFORACIÓN

La técnica utilizada para perforar un micropilote depende básicamente del tipo de terreno en cuestión. Si bien existen varios procedimientos de perforación, los siguientes son los más utilizados:

- OD.
- ODEX.
- Rotación.
- Roto percusión con martillo en la cabeza o martillo en fondo.

Para proteger la perforación ante posibles derrumbes, es habitual el uso de una camisa metálica recuperables. La extracción del detritus de perforación se realiza mediante agua y/o aire a presión. Una vez finalizada la perforación se introduce la armadura hasta la profundidad definida.

2. LECHADA

La aplicación de la lechada se realiza mediante la técnica de bombeo de circulación inversa para el cemento o mortero por el interior de la armadura o mediante conducciones auxiliares. El bombeo se realiza a través de la armadura o del tubo auxiliar, ascendiendo desde la parte inferior de la perforación, hacia arriba a través del espacio anular formado entre ella y el terreno.

Aplicaciones

Son muchas las aplicaciones, especialmente en trabajos en espacios reducidos, cuando no es posible el empleo de máquinas de gran tamaño y/o peso o cuando existen diferencias litológicas alternas que dificultan la perforación en otras actividades:

- Rehabilitación de todo tipo de edificios.
- Recalce de edificios.
- Refuerzos de cimentaciones en ampliación de edificios.
- Cimentaciones profundas en parcelas de pequeñas dimensiones.
- Contenciones de cimentaciones ya existentes para la excavación de sótanos.
- Cortinas de micropilotes en espacios reducidos.
- Estabilización de taludes en carreteras.
- Paragüas de micropilotes para emboquille de túneles.
- Cimentaciones profundas en terrenos no aptos para pilotes convencional.



Excavación de sótanos en Almería
Micropilotes

Centro Comercial El Corte Inglés. Albacete
Muro Pantalla

SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES

MUROS PANTALLA

Concepto y características

Los muros pantalla continuos de hormigón armado son paredes verticales hechas por bataches o paneles de hasta 7 metros de longitud y espesor entre 0,40 y 1,50 metros y profundidades de hasta 70 m, ofrecen una solución a las dificultades de excavación en zonas urbanas o con presencia de nivel freático.

Procedimiento

Para la ejecución de muros pantalla, se utilizan cucharas accionadas mecánicamente con ratios de apertura de cuchara de entre 2,60 y 4,20 metros. La cuchara iniciará la excavación a la profundidad proyectada, normalmente con ayuda de la suspensión de lodos (bentonita ó polímeros). Estos líquidos, de densidad variable permiten la excavación, conteniendo las paredes de la excavación en caso de que éstas no sean estables. Los lodos, se introducen en la perforación por medio de bombas, que los trasladan

desde los tanques de almacenamiento de lodos.

Una vez que la zanja de cimentación se ha terminado se introduce la jaula de acero definida en los planos de proyecto, y a continuación se hormigona a través del tubo tremie. Con la ayuda de una grúa auxiliar se introduce la armadura y el hormigón mientras se comienza la excavación del siguiente panel. Estos pasos se repiten sucesivamente hasta la finalización de los muros pantalla alrededor del perímetro de la obra.



Pozo en Sant Ponz. Gerona
Hidrofresa

Aplicaciones

Se utilizan en un gran número de proyectos (muros de contención, provisionales o definitivos, elementos portantes de cimentación, etc.) y representan una solución adecuada a diferentes problemas como la excavación para la construcción de estructuras enterradas, tales como aparcamientos subterráneos, estaciones o líneas de metro, sótanos, etc. o la creación de la capa impermeable en presas de materiales sueltos.

HIDROFRESA

Terratest es uno de los líderes mundiales en la ejecución de muros pantalla con Hidrofresa. Una Hidrofresa es una máquina de excavación por circulación inversa, que consiste en un pesado bastidor de acero con dos ruedas de corte unidas al extremo inferior del bastidor. Las ruedas giran en direcciones opuestas sobre ejes horizontales rompiendo el suelo debajo de la fresa y extrayéndolo mediante bombeo a una planta de desarenado.

La Hidrofresa se utiliza:

- Para la excavación de formaciones rocosas duras.
- Para grandes espesores y/o profundidades.
- Y cuando se requiere un alto grado de precisión a la verticalidad de la excavación.

Nueva Estación de Alta Velocidad,
Gerona
Muros Pantalla, Pilotes In situ
e Hidrofresa



Aparcamiento en Plaza de Portugalete. Valladolid

Anclajes

Aparcamiento en Avenida de Torrelavega, Oviedo. Asturias

Arriostramiento Metálico

SOSTENIMIENTOS

Los muros pantalla pueden ser autoportantes trabajando en voladizo, o bien requerir arriostramientos. La primera solución necesita una mayor profundidad de los paneles y altas cantidades de acero. Esto hace que sea necesario estudiar las soluciones más adecuadas no solo desde el punto de vista económico, sino también de los esfuerzos y deformaciones admisibles.

El tipo de arriostramientos más comúnmente utilizados son los anclajes en el terreno, que facilitan la construcción de la estructura interior. Sin embargo, por razones económicas o influenciadas por el proceso de construcción, existen otras variedades de arriostramientos, entre ellos:

- Puntales metálicos
- Anclajes + puntales metálicos

ANCLAJES

La utilización de anclajes al terreno, tanto en su versión permanente como provisional, constituyen, en muchas ocasiones, una apropiada solución técnica con importantes ventajas económicas y de reducción de plazo de obra, proporcionando un alto nivel de seguridad gracias al desarrollo técnico experimentado en las últimas décadas. Los anclajes están principalmente diseñados para absorber las fuerzas de tracción. Para

realizar esta tarea, los anclajes se dividen en cuatro partes:

- El bulbo: transmite la tracción al terreno a través del rozamiento entre el terreno y el bulbo.
- La longitud libre: situada entre la zona del bulbo y la cabeza, y donde no hay fuerzas que se transmitan al suelo, permitiendo que el bulbo se sitúe en niveles más estables de suelo, fuera de zonas de deslizamiento.
- La cabeza de anclaje: conecta la estructura (principalmente muros pantalla) y debe absorber totalmente la tensión del anclaje.
- Los cables del anclaje: transmiten la tensión de la cabeza al bulbo, pasando a través de la longitud libre.

Es importante diferenciar entre los anclajes provisionales y permanentes, tanto en la composición de sus materiales como en los requerimientos de control y chequeo a lo largo de su vida útil de diseño.

Algunas de las aplicaciones de los anclajes son los siguientes:

- Soporte de estructuras de contención.
- Muros pantalla.
- Cortinas de pilotes y micropilotes.
- Absorción de tracciones de cualquier tipo de cimentación (subpresiones de piscinas, tanques, etc...).
- Muros anclados por bataches.
- Tablestacas.
- Estabilización de taludes.

ARRIOSTRAMIENTOS METÁLICOS

El ámbito de utilización del sistema de arriostramientos metálicos TERRATEST incluye cualquier tipo de trabajo (edificación y obras públicas) en el que haya una contención de cualquier tipo (muro pantalla continuo, cortina de pilotes o de micropilotes), y donde los arriostramientos metálicos sean viables geoméricamente.

TERRATEST es capaz de ofrecer a sus clientes un sistema de arriostramientos metálicos diseñados para satisfacer sus necesidades desde el punto de vista técnico y económico, y además, proporcionar servicios de asesoramiento técnico al más alto nivel.

TABLESTACAS

Las tablestacas es una técnica de contención de tierras y excavación que contiene el terreno, utilizando secciones de chapa de acero que se interconectan entre sí por su borde. Las tablestacas se instalan una a continuación de la anterior hasta la profundidad de proyecto, a lo largo del perímetro de la excavación proyectada o alineación del muelle. Las tablestacas interconectadas forman una contención de tierra permanente o temporal con una reducción del flujo de aguas subterráneas. Este tipo de contenciones pueden ir ancladas para proporcionar soporte lateral adicional si fuese necesario.



Túnel de Somport. Huesca
Anclajes

Grupo Terratest suministra e instala tablestacas vibro-hincadas tanto para estructuras permanentes como muros de contención temporales o pozos de construcción. Las posibles aplicaciones varían mucho, dependiendo de si el trabajo se llevará a cabo en tierra firme, en el agua o a lo largo de una línea de ferrocarril.

Los muros de tablestacas se han utilizado para contener las excavaciones en aparcamientos subterráneos, sótanos, casas de bombas, cimentaciones, construcción de ataguías, diques, etc. Las tablestacas de acero permanentes están diseñados para proporcionar una vida útil prolongada.

SOIL NAILING

El Soil Nailing es una técnica utilizada para dar estabilidad al suelo en las zonas donde los deslizamientos del terreno puedan ser un problema. El Soil Nailing puede prevenir deslizamientos mediante la acción combinada de inserción de barras de refuerzo de acero en el suelo ancladas a los estratos del suelo competente, proyección de hormigón (shot-crete o gunita) y drenaje del terreno.

Procedimiento

El proceso de construcción es más rápido que otros métodos similares. El procedimiento de construcción se inicia con, la perforación del suelo, donde las barras de acero vayan a ser colocadas. Después de completar la perforación a la profundidad exacta proporcionada por el ingeniero geotécnico, se inserta la barra en la perforación y se inyecta. En los puntos indicados por la disposición geológica del Soil Nailing se realizan perforaciones de drenaje y sus correspondientes interconexiones. Posteriormente se procede a la aplicación de una capa de shot-crete como material de revestimiento, evitando la disgregación del suelo y para proteger las barras dispuestas.

Sostenimiento en Bonares. Huelva
Soil Nailing

Bajo esta capa el sistema de drenaje impide la acumulación de aguas superficiales. A continuación se aplican otras opciones arquitectónicas que van colocadas sobre el shot-crete, creando un acabado más estético al proyecto.

El Soil Nailing no es recomendable en terrenos arcillosos o arenas limpias, tampoco en suelos donde la cohesión sea mínima.



MEJORA DE SUELOS

COLUMNAS DE GRAVA

Concepto y características

Como regla general, las Columnas de Grava se ejecutan mediante un vibrador con descarga inferior y cámara de descarga y un tubo de alimentación de carga por la parte superior. Gracias al tubo de alimentación y al aire comprimido, la grava es empujada hasta el final de la columna. Posteriormente al levantar el vibrador, la grava cae por el orificio de salida. Después el vibrador vuelve a hacer caer la grava, y la compacta hacia los lados contra el terreno. Las columnas creadas con este método soportarán las cargas para las que han sido diseñadas.

Aspectos geotécnicos

A diferencia de la vibrocompactación, una mejora en la compactidad entre columnas no es inicialmente considerada, a pesar de que se produzca. La mejora reside en los módulos extremadamente elásticos de las inclusiones, sin cohesión, que tiene una capacidad de soporte mejorada para disminuir y controlar los asentos.

Procedimiento

1. Preparación

La máquina se coloca sobre el punto de replanteo y se estabiliza con los gatos hidráulicos y las placas de apoyo. Una máquina cargadora auxiliar suministra la grava a la tolva.

2. Llenado

El contenido de la tolva se vierte en el tubo. Una vez cerrado, el aire comprimido permite un flujo continuo de grava hasta el orificio de salida.

3. Hincado

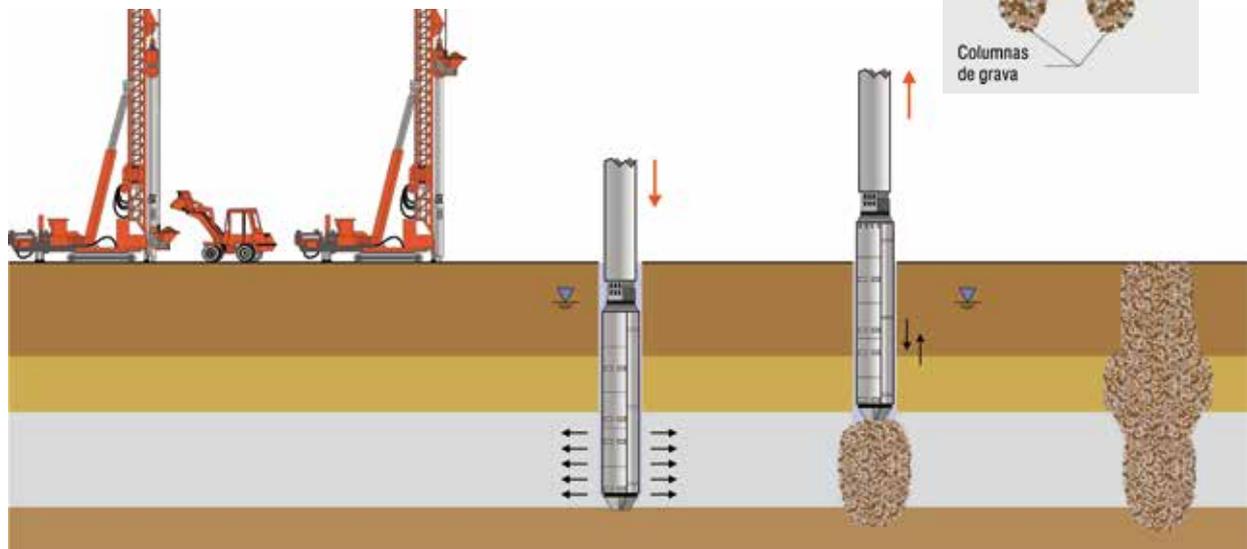
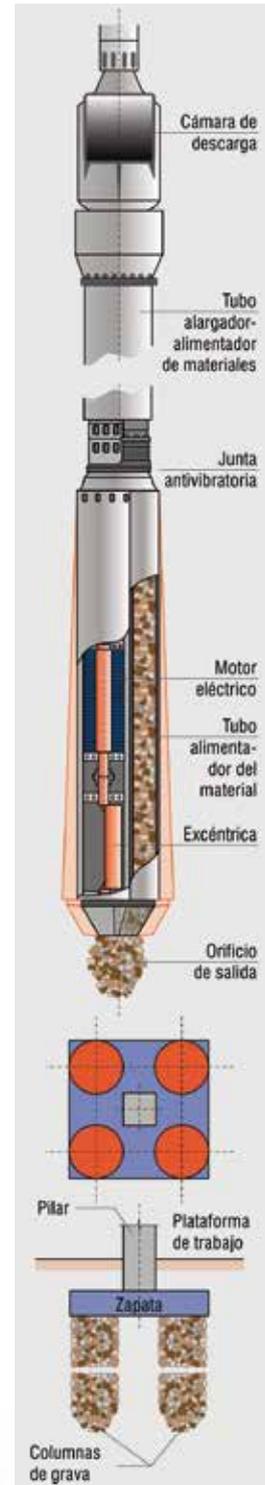
El vibrador desciende, compactando el terreno hacia los lados, hasta la profundidad prevista gracias al aire comprimido y la unidad estática de vibrado.

4. Compactación

Cuando se alcanza la profundidad final, el vibrador se eleva ligeramente y la grava ocupa el espacio liberado. El vibrador baja de nuevo para expandir la grava hacia los lados contra el terreno compactándola.

5. Finalizar

La columna de grava se ejecuta de esta manera en las unidades sucesivas hasta el nivel previsto. Tras realizar un perfilado de la superficie, las zapatas de cimentación son ejecutadas sobre las columnas de la forma tradicional.



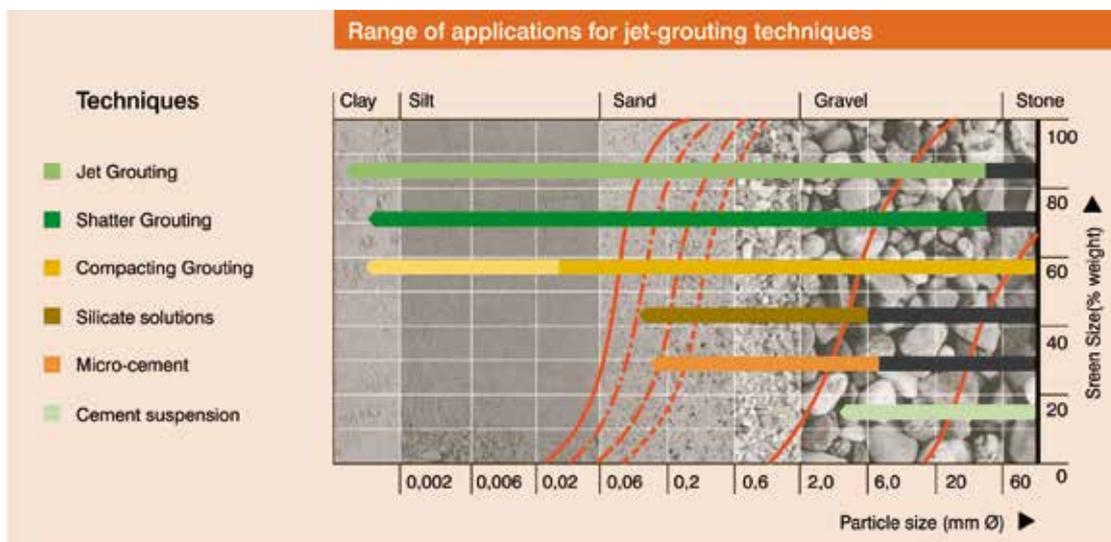
JET GROUTING

El proceso de Jet Grouting

El proceso de Jet-Grouting, se conoce como la mejora del terreno con una mezcla estable de suelo cemento mediante una energía de corte a alta presión. El suelo alrededor de la perforación se erosiona con la ayuda de un chorro de alta presión de agua, aire y suspensión de cemento. La combinación de estos tres fluidos, determina los distintos tipos de Jet-Grouting que se comercializan en el mercado (Jet I, Jet II, Jet III y Super-Jet). Las altas velocidades de corte consiguen romper el suelo, desplazar parte de las partículas hacia la superficie y mezclar el suelo restante con la lechada de cemento. La mezcla de cemento se expulsa parcialmente por el espacio anular entre la varilla y el taladro efectuado. Diferentes configuraciones geométricas de los elementos del suelo-cemento son posibles mediante la limitación o ejecución completa del radio de giro del Jet-Grouting. La distancia alcanzada por el chorro-erosión (energía de corte) varía en función de los fluidos utilizados, tipo de suelo, velocidad ascensional, etc... y puede alcanzar diámetros de hasta 5 metros.

Las ventajas de Jet Grouting

- Aplicable a casi todos los tipos de suelos
- Individualizado tratamiento in situ
- Tratamiento específico por capas
- Solo hay aportación de material
- Sin vibraciones
- Aplicable en espacios de trabajo limitados
- Posibilidad de diferentes tipos de material inyectado
- Sin mantenimiento
- Es el método más seguro y directo para recalces
- Capaz de operar alrededor de las instalaciones subterráneas en servicio
- Más rápido que los métodos alternativos



INYECCIONES DE COMPENSACIÓN

Concepto y características

Es un método utilizado para el control de movimientos en edificaciones por defectos en su cimentación o sujetas a procesos constructivos en sus áreas de influencia. Las inyecciones de compensación son el resultado de un proceso compuesto por tres acciones principales, estudio previo, ejecución de las perforaciones y control de movimiento con el uso de inyecciones de cemento principalmente. Mediante el uso de este proceso, se crean fracturas en el suelo que posteriormente se rellenan con lechada de cemento. Cualquier formación en el suelo puede ser mejorada mediante la inyección de lechada controlada.

Procedimiento

1. Instalación del sistema de auscultación, realización de las perforaciones, instalación de la tubería con válvulas anti-retorno y sellado de la vaina

La tubería se coloca en el pozo o abanico de perforaciones, llenando el espacio anular entre la pared del taladro y la tubería con una mezcla de cemento y bentonita.

2. Rotura del suelo

Mediante un doble obturador se inyecta lechada a través de las válvulas (tubos manguito) en cada uno de los puntos de tratamiento.

3. Lechada múltiple

En función de los requisitos técnicos, las inyecciones se pueden realizar una o varias veces. El volumen de inyección, la presión de inyección y la velocidad o caudal de inyección pueden ser controladas de forma continua evolucionando según la respuesta del terreno a los tratamientos diseñados, realizando las compensaciones de movimientos de las diferentes estructuras tratadas.

Aplicaciones

Restauración de cimentaciones

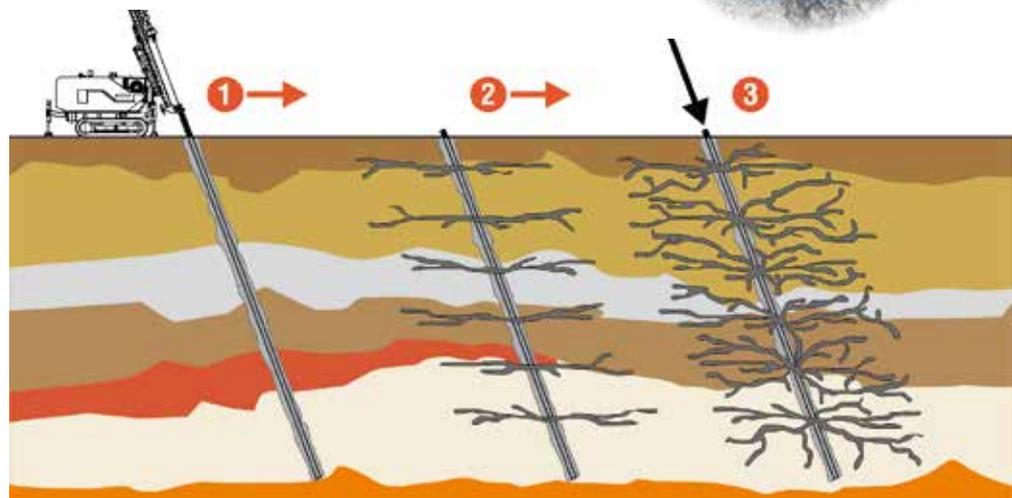
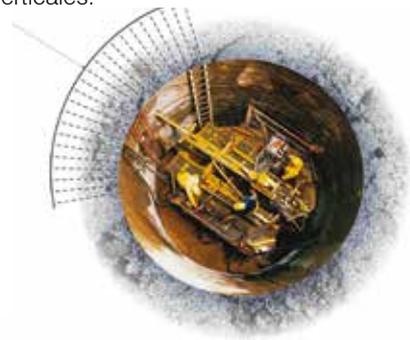
Las zapatas y el subsuelo forman parte de la cimentación de una estructura. Con el tiempo, ambas pueden fallar por diversas razones. Esto es lo que suele ocurrir en los edificios históricos. En el caso de asientos excesivos, las inyecciones de compensación son un proceso adecuado para restablecer el vínculo entre la base de la estructura y el terreno de apoyo.

La elevación y asiento de estructuras

Los asientos de estructuras pueden ser resueltos utilizando las inyecciones de compensación. Dependiendo de la condición del edificio y el suelo, la velocidad de elevación se puede adaptar a cada caso. Junto con las técnicas de medición y control recientemente desarrolladas, así como los dispositivos especiales de observación, es posible la elevación parcial y precisa dentro de la gama de milímetros pudiendo realizarse la elevaciones totales dentro de un intervalo de decímetros a través de dichas inyecciones, sin dañar la estructura.

La protección de estructuras

Para proteger las estructuras ante posibles asientos durante la construcción de un túnel, se ejecutaran abanicos de perforaciones horizontales o sub-horizontales a modo de escudos temporales entre la bóveda del túnel, y las cimentaciones de los edificios. Los edificios que se van a proteger, serán instrumentados para registrar los movimientos verticales.



Punto de instalación

INYECCIONES DE COMPACTACIÓN

El método de Compactación Estática se basa en la inyección en el terreno de un mortero de baja movilidad, de forma que la mezcla inyectada no fluya por el terreno, quedando concentrada alrededor del punto de inyección. Este mortero se inyecta a una presión de hasta 40 bares y con un asiento en el cono de Abrams menor de 8 cm, lo que permite una correcta densificación. El material inyectado rellena los huecos y compacta o estabiliza el suelo que rodea a la zona tratada. Posteriormente el cemento del mortero fragua confiriéndole resistencia y dureza al conjunto. Es importante que durante la inyección se produzca un desplazamiento del terreno sin romper su estructura.

Procedimiento

1. Instalación de la tubería de inyección

La perforación se realiza a rotación o rotopercusión en función de las características de terreno.

2. Inyección de Compactación

El mortero se prepara en el mezclador y se inyecta a presión en el terreno utilizando una bomba específica para este tipo de trabajo. Mientras tanto, se va introduciendo o extrayendo la tubería de inyección, creando una columna formada por bulbos que se intersectan entre sí.

3. Compactación por fases

Para asegurar la compactación uniforme del terreno, las inyecciones se ejecutan en una malla primaria y luego otra malla secundaria. En el caso de tratamientos localizados, las inyecciones se realizan en los puntos concretos y con las inclinaciones definidas por el cálculo.

Aplicaciones de las inyecciones de compactación

Mejoras de suelo

Mejora de suelos con baja capacidad portante, aumentando su densidad relativa. La compactación de los suelos no cohesivos, especialmente aquellos con baja o media densidad con intercalaciones de capas duras o

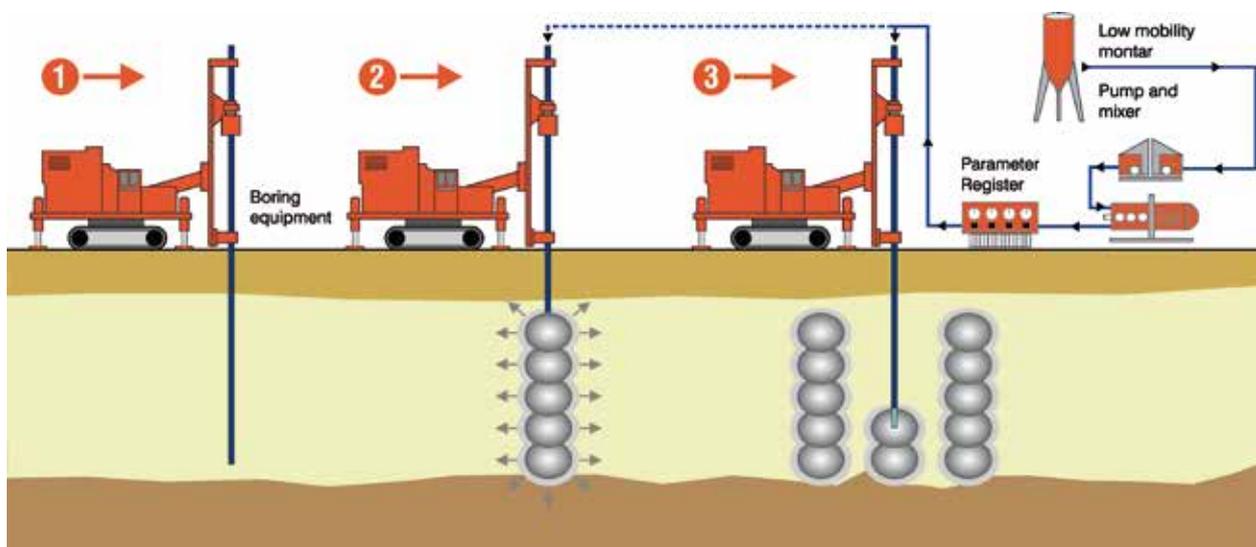
cementadas. Puede emplearse como alternativa o como complemento a cimentaciones mediante pilotes, o mejoras del suelo mediante columnas de grava.

Estabilización y recalce de cimentaciones

Incrementando o restaurando la capacidad portante del suelo bajo cimentaciones existentes, por ejemplo en casos de incrementos de sobrecargas o para reparar daños producidos por asientos. Esta técnica es una alternativa al procedimiento de Jet Grouting y/o como pretratamiento a las técnicas de Jet Grouting e Inyecciones de Fracturación. Recuperación de la capacidad portante o incremento de ésta a lo largo del fuste o la punta de cimentaciones profundas existentes.

Relleno de cavidades

En suelos muy porosos, erosionados o con cavidades, por ejemplo en zonas de relleno que no han sido suficientemente compactadas, zonas afectadas por fenómenos de karst, suelos dañados por la rotura de conducciones hidráulicas, etc.



DRENES DE MECHA

La construcción de un nuevo terraplén o estructura produce tensiones adicionales en el terreno que pueden crear asentamientos inadmisibles a largo plazo durante la vida útil de dicho terraplén o estructura. Es posible diseñar un proceso de precarga para inducir dichos asentamientos de forma acelerada y así minimizar los asentamientos residuales a largo plazo de manera que entren dentro de unos límites aceptables.

Los suelos de grano fino como Arcillas y Limos están habitualmente saturados y por lo tanto, los asentamientos sólo se pueden producir si el exceso de agua (presión intersticial o de poros) se disipa a través de los huecos del suelo entre granos y partículas. Estos suelos además tienden a tener una baja permeabilidad, por lo que la reducción de presiones de agua intersticiales puede resultar un proceso lento.

Los drenes verticales consisten en un elemento cilíndrico o plano de plástico envuelto por un geotextil que permite drenar el agua verticalmente hacia arriba a través del centro del dren. Esto se materializa en una variedad de tamaños y formas para adaptarse a distintas tipologías de obra y condiciones del terreno.

Los drenes verticales se utilizan para incrementar el ratio de consolidación, proporcionando un importante ahorro de plazo de construcción para terraplenes en distintas tipologías de obras de levantamiento de tierras.

Los drenes verticales prefabricados se instalan por hincado de una lanza metálica de acero que aloja el material del dren, y se disponen en un replanteo siguiendo un patrón o malla.

El equipo de drenes hincado en el terreno la lanza metálica hasta la profundidad requerida, momento en que se retira la lanza, dejando el dren vertical anclado a una placa metálica que garantiza el correcto mantenimiento de la posición del dren.



1. Centro Comercial "Max Center", Cantabria, España
Drenes de Mecha
2. Eje Viario Crevillente-Torreveija, España
Drenes de Mecha



SISTEMAS GEOPIER

Las soluciones de refuerzo y mejora de suelos de GEOPIER® son técnicas de cimentación intermedia alternativas a las soluciones tradicionales de excavación y sustitución del terreno, rellenos estructurales, pozos de cimentación y precargas, que requieren mucho tiempo para conseguir su efectividad. Son el resultado de un continuo desarrollo e investigación para ofrecer soluciones de cimentación y control de asientos sobre terrenos cohesivos blandos y compresibles.

Los sistemas GEOPIER® aportan aumentos significativos en la capacidad portante permisible del terreno o bien, limitan el asiento de las estructuras soportadas de acuerdo con los requisitos del proyecto. Se construyen mediante el reemplazo y/o desplazamiento del terreno en sucesivas capas compactadas de agregados de grava utilizando herramientas, especialmente patentadas, para aplicar una alta energía de compactación vertical, de alta frecuencia y baja amplitud de impacto, con lo que se consiguen elevados ángulos de fricción interna ($>50^\circ$) en el agregado compactado y módulos de rigidez superiores a los obtenidos con las técnicas de vibración.

La acción de la compactación vertical aumenta la presión lateral y mejora la capacidad y resistencia al corte de los suelos circundantes, dando como resultado una sobreconsolidación del suelo alrededor de cada Geopier, que junto con la elevada rigidez del elemento permite el control de asientos de manera eficaz.

Para suelos de muy baja rigidez y muy compresibles, donde la tensión lateral no es suficiente para contener la columna de agregados compactados, se han desarrollado soluciones de inclusiones rígidas mediante elementos de muy alto módulo de rigidez para el control de los asientos, a base del empleo de mezclas de cemento y hormigón.

En todos los casos, los sistemas GEOPIER permiten reducir los plazos de ejecución; se trata de soluciones rápidas y seguras, con un elevado control de calidad, cuyos resultados son verificados con ensayos de carga estáticas para comprobar el módulo de rigidez de la columna y garantizar los asientos estimados. El éxito del sistema viene soportado por los miles de proyectos realizados alrededor del mundo durante más de 30 años.



1. Nave Prearmamento P2 Navantia, San Fernando (Cádiz)
Pilotes Prefabricados, Sistema GEOPIER®, Geo-Concrete Columns
2. Nave almacenamiento logístico Muelle Cabezuela Puerto Real (Cádiz)
Sistema GEOPIER®



COMPACTACIÓN DINÁMICA INTENSA (CDI)

La Compactación Dinámica Intensa (CDI) o Rapid Impact Compaction (RIC), en inglés, es una tecnología desarrollada en los años 90 en el Reino Unido para la reparación de las pistas de aterrizaje de los aviones. La energía dinámica se genera al caer una maza de 9 toneladas con una altura controlada sobre un pisón, específicamente, patentado para el efecto. La energía se transmite al suelo de manera segura y eficiente, ya que el pie permanece constantemente en contacto con el suelo.

La energía transmitida por el pisón viene regulada por el peso de la maza, el número de impactos y el número de pasadas, que puede variar entre 200 y 300 m-t/m², mientras que en la compactación dinámica estándar se sitúa entre 100 y 300 m-t/m². Los rendimientos de ejecución también suelen ser superiores con este sistema, situándose entre 500 y 800 m²/día. La máxima profundidad de tratamiento se sitúa entre 2,5 y 7 m, en función del tipo de suelos, nivel de saturación en agua y separación

temporal entre actuaciones en puntos cercanos. En suelos cohesivos es necesaria la adición de gravas, para la mejora del tratamiento.

La superficie de la malla, las secuencias de las pasadas y el espaciamiento, se deben determinar previamente al comienzo de los trabajos, ya que depende del tipo de terreno, de la profundidad del material a compactar y de la situación del nivel freático.

Las necesidades y requerimiento el equipo de trabajo son las siguientes:

- Gálbo de la plataforma de trabajo 14 m
- Longitud del equipo 9,45 m
- Anchura del equipo 4 m
- Peso el equipo 65 t
- Peso del martillo 9 t
- Altura máxima de caída de la maza 1,2 m
- Golpes por minuto 40-60 golpes
- Diámetro del pisón 1,5 m



Rapid Impact Compaction (RIC)



Pozo de ataque de emisario submarino. A Coruña

Tunneling

Montaje de tuneladora EPB

Tunneling

TÚNELES

MICROTÚNELES

INTRODUCCIÓN

En el campo de los microtúneles Terratest es uno de los líderes europeos, a través de nuestra empresa en propiedad Eurohinca, proporcionando sus Tuneladoras propias y una amplia experiencia en todo tipo de condiciones del suelo y aplicaciones.

TBM son las siglas de Tunnel Boring Machine y su definición es un equipo capaz de excavar túneles a sección completa. Para restringir un poco esta definición podemos dividir la tuneladora en varios tipos:

- TBM de escudo cerrado: TBM capaz de controlar la presión en el frente durante la excavación. Este tipo de máquinas puede trabajar bajo ciudades y cruce de caminos, ferrocarriles, etc.
- TBM de escudo abierto: Para terrenos más estables y sin construcciones civiles en la superficie.

Dependiendo del soporte del túnel

- Revestimiento de Dovelas; se puede utilizar en todo tipo de suelo.
- Cercha metálica: Se utiliza sólo en suelo de roca con tuneladora de agarre.
- Tubería de hinca: para túneles con un diámetro inferior a 3 metros.

Dependiendo del método de extracción

- Escudo EPB: extracción con transportador y tornillo sin fin.
- HydroShield: extracción con bombas.
- Rock TBM, doble escudo y escudo abierto: Extracción con cintra transportadora.

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA SIN ZANJA

Túneles <> Zanja

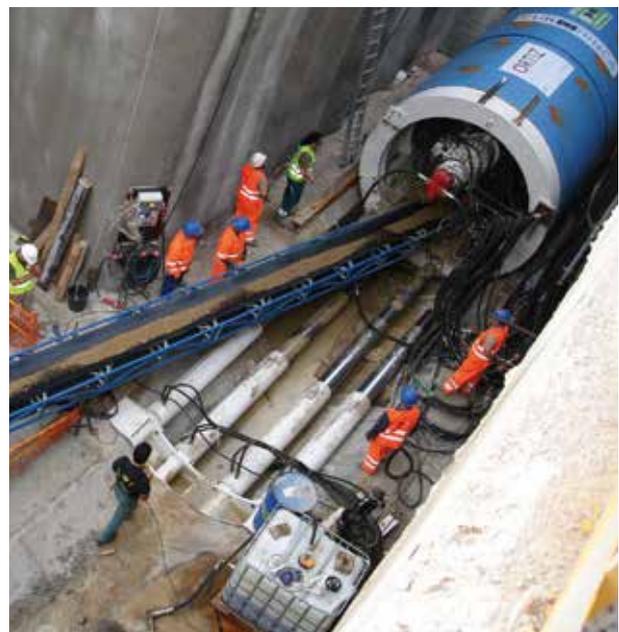
- Menor afección a servicios existentes.
- Menor impacto ambiental.
- Minimiza detritus generados.
- Concentra instalaciones.

TUNELADORAS <> Minería

- Mayor seguridad para trabajadores (trabajan dentro del escudo).
- Menor riesgo de asentamientos en superficie (Sostenimiento del frente).
- Mayores rendimientos. Menores plazos.
- Menor afección al nivel freático.

APLICACIONES MÁS HABITUALES

- Redes de saneamientos y abastecimientos, colectores.
- Pasos bajo servicios existentes (Carreteras, Ferrocarriles, Ríos, Pistas de Aeropuertos, Campos de golf, Instalaciones, etc.)
- Emisarios submarinos.
- Conducciones de captación o vertido.
- Túneles con tuneladora.
- Galerías visitables.
- Gaseoductos y oleoductos.
- Sistemas de drenaje y evacuación.
- Paraguas de microtúnel en cruces bajo vías de comunicación.
- Conducciones de tubería metálica a presión.
- Captación de agua marina para desaladoras y piscifactorías.
- Desagües de fondo y captaciones en embalses.



Panel de control EPB
 Montaje de tuneladora EPB
 Rescate de tuneladora tras emisario submarino
 Salida de tuneladora en pozo de recepción

TUNELADORAS CON ESCUDO CERRADO

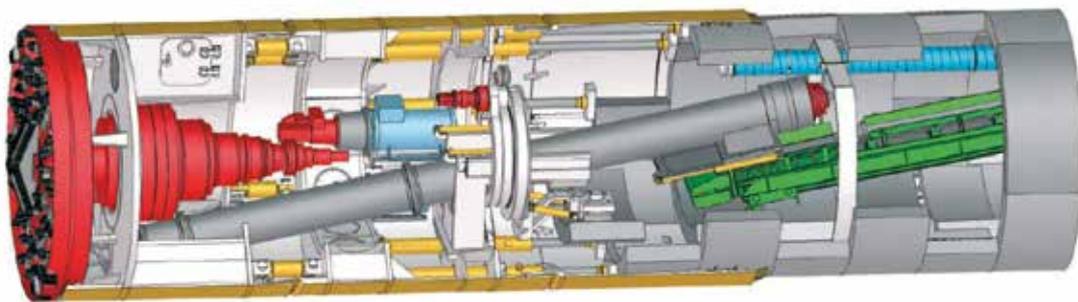
El detritus es transportado al pozo de ataque mediante cinta o vagonetas.

logrado extender su campo de actuación a otras tipologías de terrenos.

TUNELADORA EPB

Las tuneladoras EPB (Earth Pressure Balance) o de balance de presión de tierras sostienen el frente con la presión ejercida por el terreno del interior de la cámara de excavación, que es evacuado mediante un tornillo sinfín de velocidad variable para poder controlar la extracción del material.

Tuneladoras diseñadas inicialmente para terrenos arcillosos, con el uso de espumas y polímeros se ha



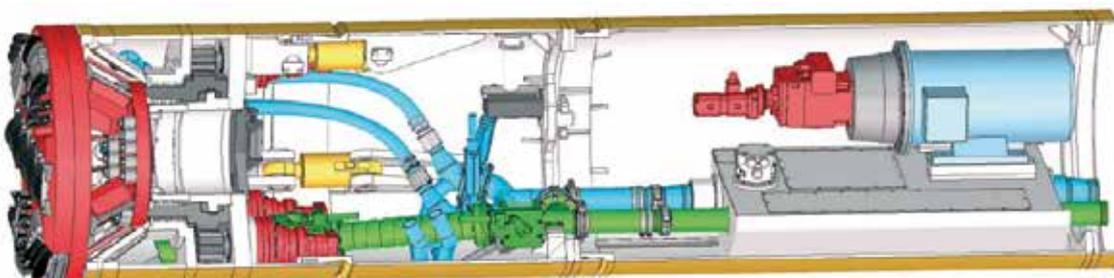
HIDROESCUDO

Las tuneladoras Mixshield o hidroescudos sostienen el frente mediante la presión existente en la cámara de excavación por el bombeo de lodos arcillosos que se mezclan con el material excavado por la corona de corte.

Son tuneladoras adecuadas en casi todo tipo de terrenos, destacando su rendimiento en arenas, roca, bajo niveles freáticos (emisarios

submarinos) y especialmente indicadas para pequeños diámetros.

La mezcla es triturada en la propia cámara y extraída mediante bombeo hidráulico hasta superficie, donde se separa con una planta compuesta generalmente por cribas y ciclones.



Escudo abierto con rozadora
Frente de excavación de escudo abierto con excavadora
Campos de utilización de las tuneladoras
Frente de excavación en roca

TUNELADORA DE ESCUDO ABIERTO

ESCUDO ABIERTO CON ROZADORA Y EXCAVADORA

Equipos formados por un escudo con el frente abierto que permite al operador contacto visual con el terreno y excavarlo con la ayuda de potentes rozadoras o retroexcavadoras. La extracción del material se realiza en seco utilizando vagonetas empujadas por locomotoras o cabrestantes.

Es una solución adecuada y económica en zonas no urbanas, terrenos cohesivos y sin la presencia de agua.

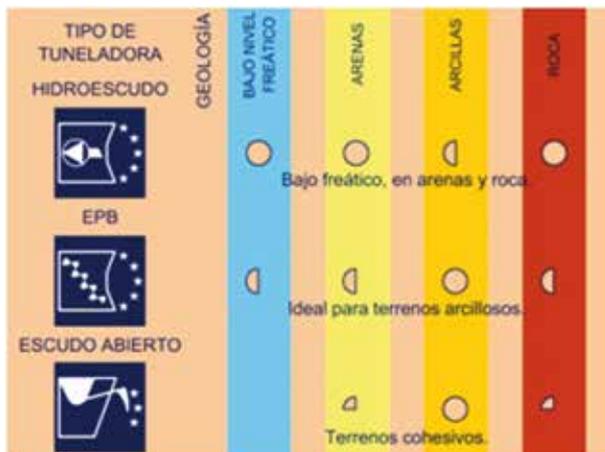


ELECCIÓN DE LA TUNELADORA

Para elegir la tuneladora más adecuada entre las disponibles para ejecutar un proyecto es necesario disponer de un completo estudio geotécnico que defina las principales características de los terrenos a atravesar (nivel freático, granulometría, resistencia a compresión simple, abrasividad, etc.).

Además de la tipología de tuneladora más adecuada, estos parámetros influirán en la elección del trazado más adecuado, posibles medidas preventivas a adoptar, sistemas de control, tipología de la corona de corte y elementos que la componen, características del revestimiento, etc.

Una buena planificación y elección de los equipos más adecuados es fundamental para acometer con éxito cualquier proyecto que requiera el uso de una tuneladora.



Dovelas en back up de tuneladora
Inyección de bentonita para el lubricado del trasdós

REVESTIMIENTOS DEL TÚNEL

DOVELAS

Elementos prefabricados de hormigón que se instalan en el escudo de cola de la tuneladora formando anillos que constituyen el revestimiento definitivo del túnel.

El empuje de la tuneladora se realiza sobre las dovelas colocadas permitiendo grandes longitudes y trazados curvos.

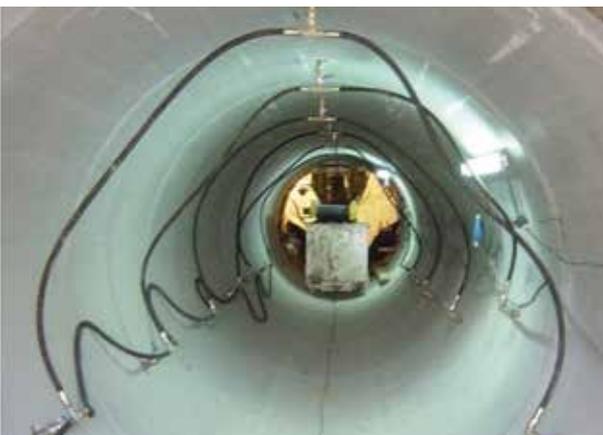


Último anillo de dovelas
Pozo de ataque con sistema de empuje
Colocación de un tramo de tubería para hincar

HINCA DE TUBERÍA

Elementos cilíndricos prefabricados que forman el revestimiento del túnel y se instalan e hincan desde el pozo de ataque trasladando el empuje a la tuneladora ubicada en el frente.

Para reducir el rozamiento entre la tubería y el terreno en la fase de hincado se inyecta bentonita o polímeros en el trasdós y en grandes longitudes se colocan estaciones de empuje intermedias.



PARAGUAS DE MICROPILOTES

El método consiste en insertar tubos de acero dentro de agujeros sub-horizontales hechos al frente del túnel. Se obtiene una estructura en forma de arco como apoyo a la excavación.

Este sistema encuentra su uso ideal en suelos heterogéneos flojos que contienen rocas.

La instalación de estos tubos se hace mediante equipos especiales que son muy estables y que están equipados con mástiles largos.

La máquina es colocada en el centro del arco y sólo el mástil gira en cualquier posición de perforación, sin hacer mover la máquina.

La perforación se hace directamente con el tubo de acero o bien al amparo de una camisa, por dentro de la cual va el útil de perforación.

Las longitudes posibles de perforación alcanzan hasta 30 metros, pero el valor óptimo oscila entre 14 y 18 metros, en este caso se puede utilizar un tubo de una pieza sin uniones.

La distancia entre los tubos depende de factores estáticos y la geología y es generalmente entre 30 y 60 cm.

El diámetro de tubo es por lo general entre 100 y 180 mm. Los tubos son encajados con válvulas y son inyectados con cemento.

Las posibles desviaciones en la perforación, dependen del tipo de terreno.



Metro de Varsovia (Polonia)
Ground Freezing

CONGELACIÓN DEL SUELO

Tratamientos de congelación del terrero

La Congelación como un método de tratamiento del terreno para suelos sumergidos en agua es una técnica conocida desde hace décadas en el campo de la Ingeniería Geotécnica. La congelación del terreno se puede lograr por el método directo (nitrógeno líquido) o por el método indirecto (salmuera). Para ambos sistemas se distribuyen puntos de toma de datos termométricos, dentro del volumen que va a ser congelado, permitiendo un control indirecto sobre la formación de la estructura congelada.

En el método directo, el nitrógeno (cerca de la presión atmosférica es líquido a una temperatura de aproximadamente -196°C) circula por las tuberías de metal cerradas causando un choque térmico en el agua subterránea que rodea al tubo. Con el uso de nitrógeno

líquido es posible congelar el agua de los poros presentes en un cilindro de suelo de diámetro de aproximadamente 1 metro, alrededor de la tubería, en unos 3-4 días. El nitrógeno líquido es destilado del aire y se transporta y almacena al lugar de la obra en tanques cisternas refrigerados. Una vez utilizado, el nitrógeno se dispersa en el aire de nuevo como gas.

En el método indirecto, la salmuera (una solución de cloruro de calcio en agua) se enfría por medio de una unidad de refrigeración eléctrica (enfriamiento) a temperaturas de -35° -40°C y se distribuye en tubos metálicos colocados en el suelo (tuberías de congelación) para volver después a la unidad de enfriamiento para ser enfriada. En este caso se tardará alrededor de 3-4 semanas para congelar el agua presente en un cilindro de suelo de aproximadamente 1 metro de diámetro. También en este caso el sistema de circulación debe estar cerrado, es esencial para evitar cualquier fuga de salmuera en el suelo.



TRABAJOS MEDIOAMBIENTALES

El Grupo Terratest puede responder adecuadamente a los nuevos desafíos medioambientales que se plantean y cuenta con medios especializados, conocimiento y tecnología para llevar a cabo actividades en sectores tan diversos como la industria del petróleo, la minería, la gestión de residuos, infraestructuras civiles, túneles, puertos, generación y distribución de energía y suministro de agua, entre otros.

Hidrogeología Geotécnica y medioambiental

El Grupo Terratest cuenta con un equipo de expertos, combinando disciplinas geotécnicas clásicas y nuevas de hidrogeología aplicada y la gestión ambiental, para ofrecer una amplia gama de soluciones en ingeniería civil, la industria del petróleo, la minería, los recursos hídricos subterráneos, construcción, etc.

Suelos y acuíferos contaminados

El Grupo Terratest tiene las tecnologías más eficaces para la rehabilitación, la eliminación y/o confinamiento de suelos y aguas subterráneas contaminados, que se combinan de acuerdo con una estrategia dirigida a reducir los costos y los riesgos medioambientales. También proporcionamos servicios profesionales de ingeniería y asistencia técnica, para llevar a cabo estudios de caracterización y análisis de riesgos.



Balsas en San Juan de Mambliga. Burgos
Impermeabilización

Vertederos urbanos e industriales

El Grupo Terratest ofrece las mejores técnicas disponibles para llevar a cabo el trabajo de impermeabilización de los vertederos de residuos urbanos e industriales. También ofrecemos servicios de investigación como la ubicación, el impacto ambiental, diseño y redacción de proyectos, y el control y la vigilancia ambiental.

Sellado y desgasificación de vertederos

La clausura y sellado de vertederos están orientados a reducir el impacto ambiental de la eliminación de residuos en el medio ambiente, con las consiguientes condiciones de aislamiento en el tiempo para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas, así como la emisión de gases y olores a la atmósfera.

En el caso de los vertederos de residuos municipales, son especialmente relevantes las acciones de desgasificación y aprovechamiento energético del biogás generado.

Embalses de agua (presas)

El Grupo Terratest tiene un amplio currículum en la construcción de presas y conocimiento sobre las normas y almacenamiento de agua. Se impermeabiliza con geomembranas para garantizar la estanqueidad, preservando la calidad del agua para su uso posterior: agua potable, agua para el riego, agua para uso industrial, recarga de acuífero, etc.

Embalses de Residuos

El Grupo Terratest ha construido gran cantidad de embalses para el almacenamiento de desechos de minería, industriales y lixiviados. Para evitar la contaminación del medio ambiente utiliza una combinación de barreras minerales artificiales y geomembranas, cumpliendo con las normas de seguridad y de contención.

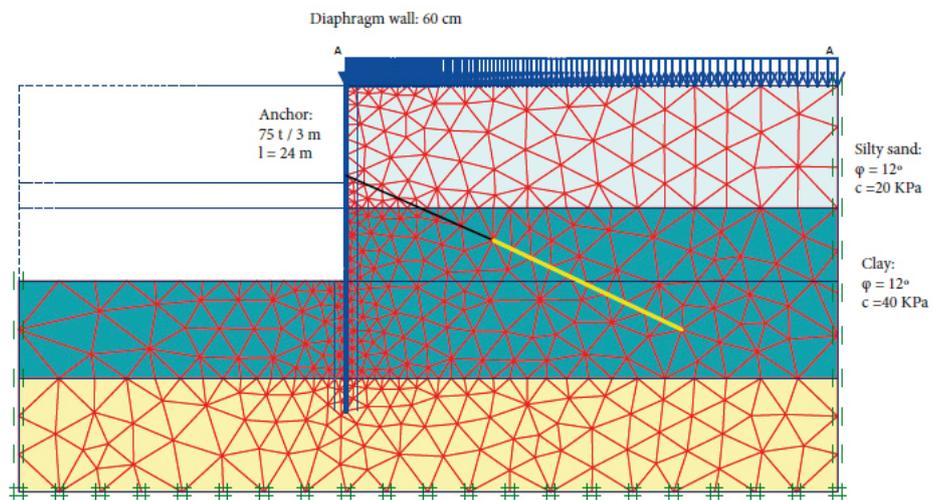


INGENIERÍA

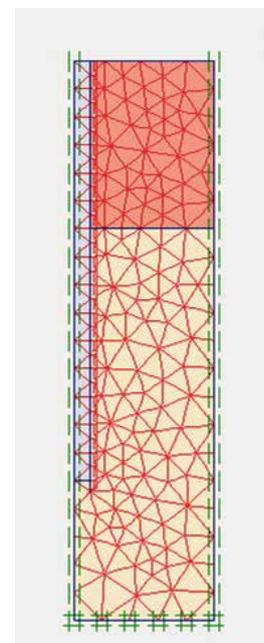
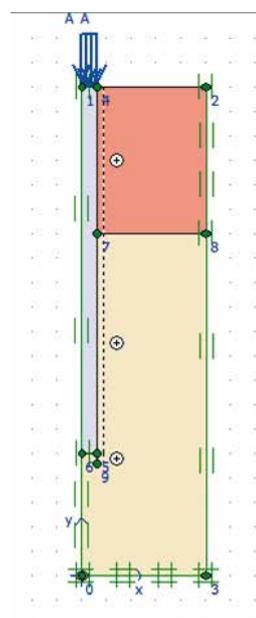
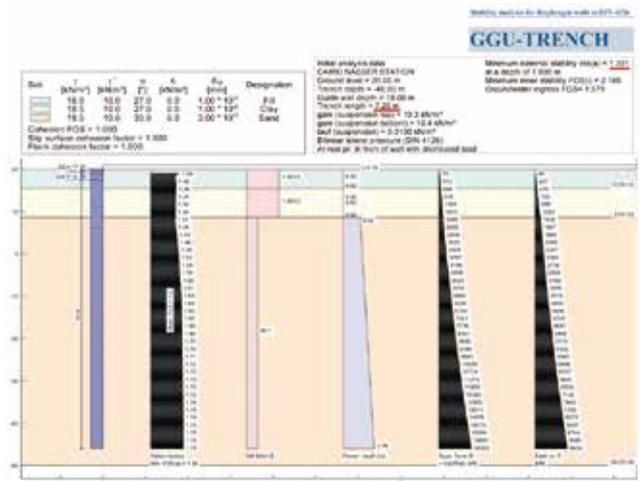
TERRATEST dispone de un departamento técnico que consiste en un equipo multidisciplinar de ingenieros experimentados, altamente cualificados y con gran experiencia en diversos campos como la ingeniería geotécnica, el cálculo estructural (en hormigón y acero) y las cimentaciones especiales.

Nuestro objetivo es aportar soluciones adecuadas a las necesidades, y optimizadas desde el punto de vista de coste y plazo. También ofrecemos soluciones de diseño y construcción (design & build) para alcanzar los requerimientos específicos de cada proyecto.

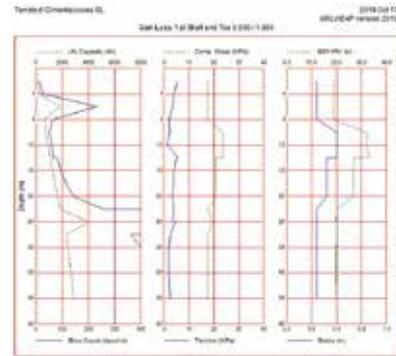
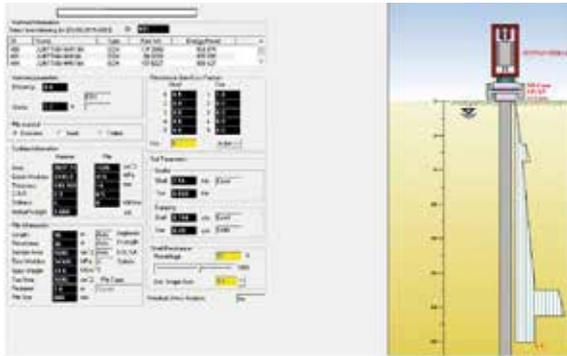
El departamento técnico de TERRATEST utiliza potente software de última generación en el campo de la ingeniería geotécnica (tanto adquirido como de desarrollo propio), que aporta lo mejor de ambos campos a cada proyecto.



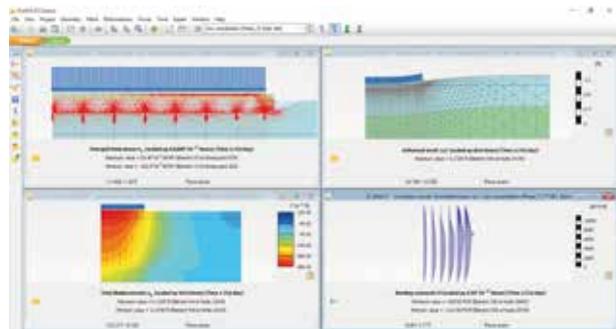
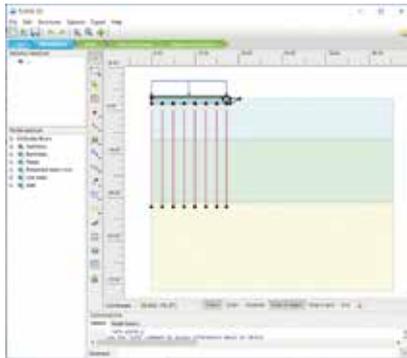
Simulación de carga de hundimiento en un pilote aislado por el método de elementos finitos (MEF)



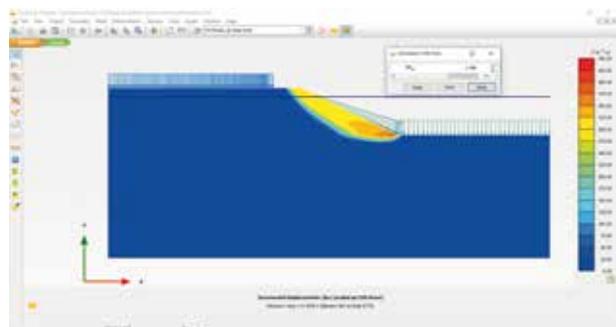
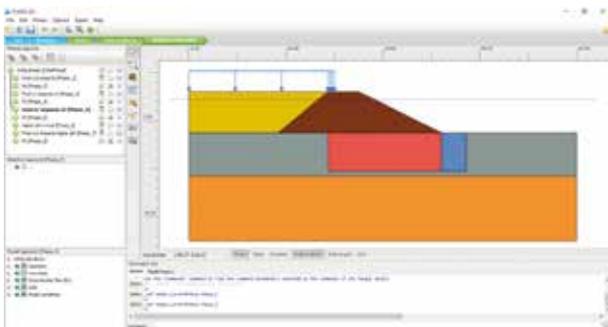
La utilización de este software está destinada a la optimización de nuestros proyectos para poder el mejor servicio posible a nuestros clientes.



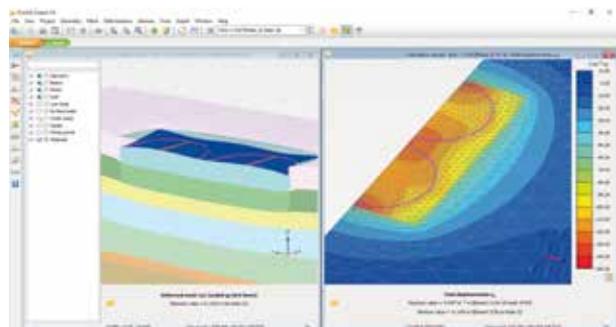
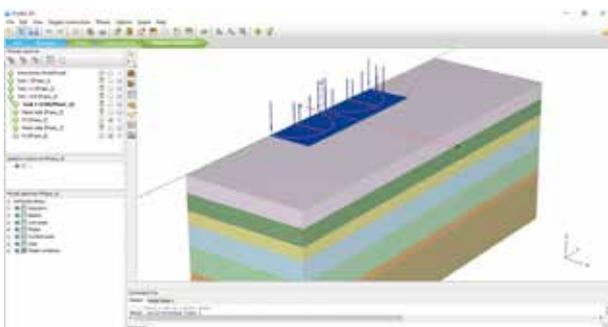
Análisis de hincabilidad para estudiar el proceso de la hinca en pilotes, perfiles metálicos, etc.



Análisis mediante modelo de elementos finitos 2D para la evaluación de asentamientos y tensiones en el terreno



Análisis mediante modelo de elementos finitos 2D para la evaluación de la estabilidad de ladera en taludes con terreno mejorado



Análisis mediante modelo de elementos finitos 3D para el estudio del comportamiento de la cimentación de dos tanques

Referencias



Línea 9 del Metro de Barcelona
Pantalla Fresada





Metro Quito, Ecuador
Muro Pantalla, Pilotes In situ y Jet Grouting



Más de 500.000 m² de muro pantalla utilizando la técnica de Hidrofresa



Línea 9 del Metro de Barcelona. Plaza Sanllehy, Barcelona
Pantalla Fresada

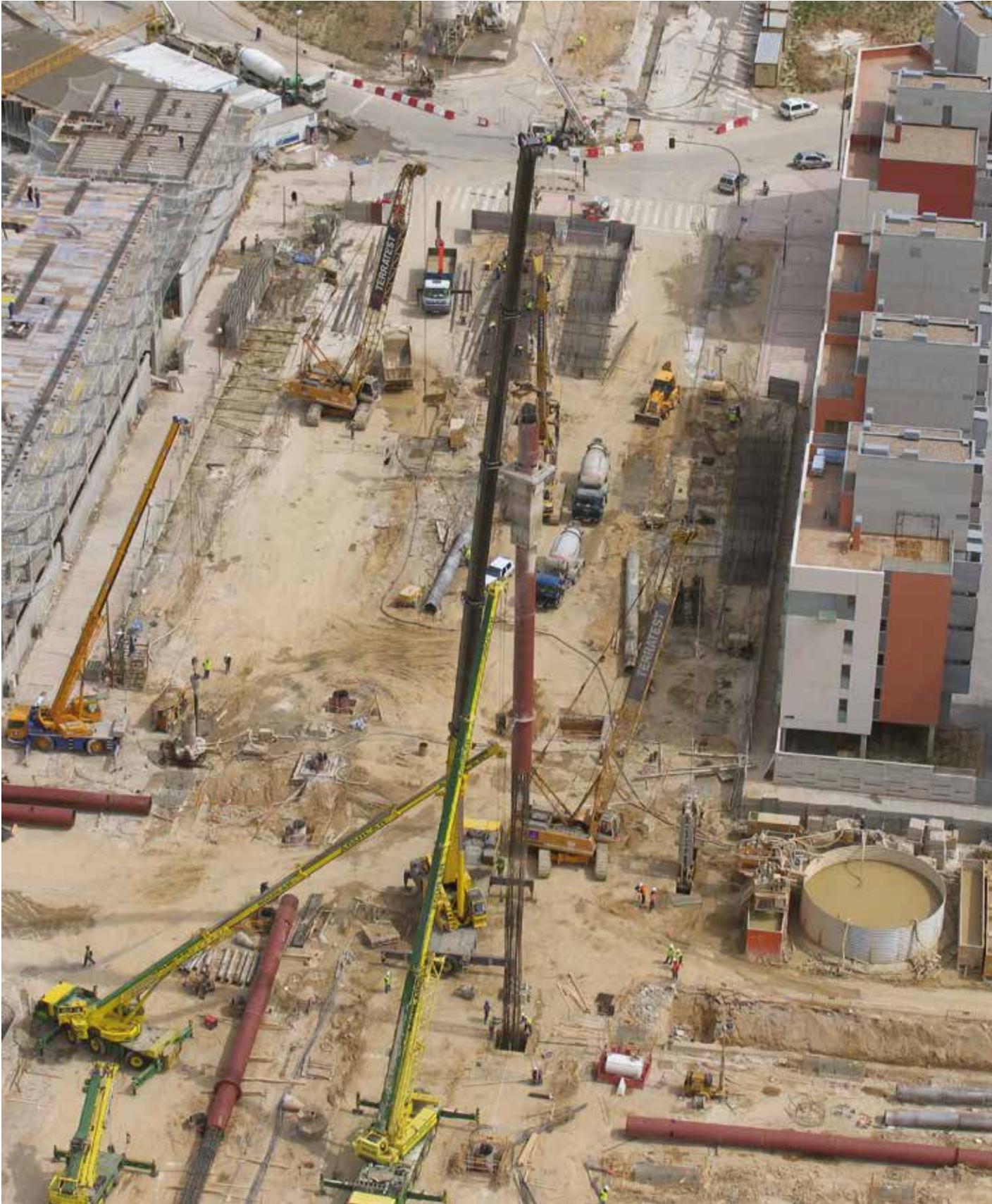




Estación La Carolina , Metro de Quito, Ecuador
Muro Pantalla, Pilotes In situ, Jet Grouting, Inyecciones Compensación



Metro Norte, Tramo 1A. Madrid
Pilotes In situ y Muro Pantalla



Pozo Mónaco, Metro de Quito, Ecuador
Muro Pantalla, Pilotes In situ, Jet Grouting, Inyecciones Compensación
Línea 9 del Metro de Barcelona. Estación de Torrassa. Barcelona
Pantalla Fresada



Referencias **Ferrocarriles y Metro**

Ave Madrid-Barcelona-Francia, Sants-Sagera. Barcelona
Pilotes In situ



Metro M2 Lausanne, Suiza
Paraguas de Micropilotes-Jet Grouting
Túnel Sodermalm. Suecia
Tunneling

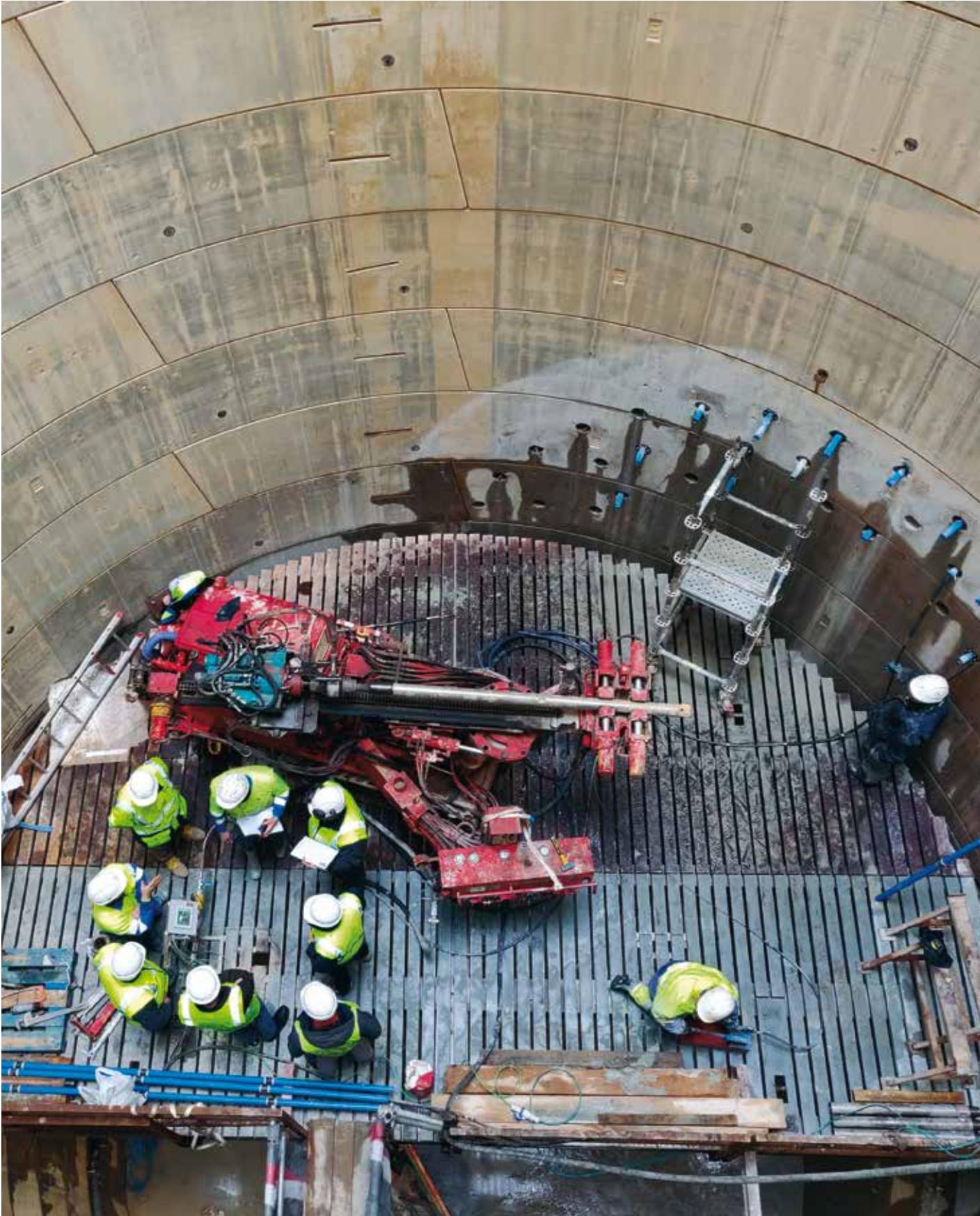




Túnel Metro Karlsruhe
Inyecciones



Túnel Ave Sants-Sagrera, Barcelona
Inyecciones y Paraguas de Micropilotes



Saint Martin. Rhône-Alpes-France
Micropilotes





Cimentación del Viaducto sobre el Río Gambia (Gambia)
Pilotes In situ





Forth Crossing Bridge. Edinburg, Escocia
Off Shore Jet Grouting

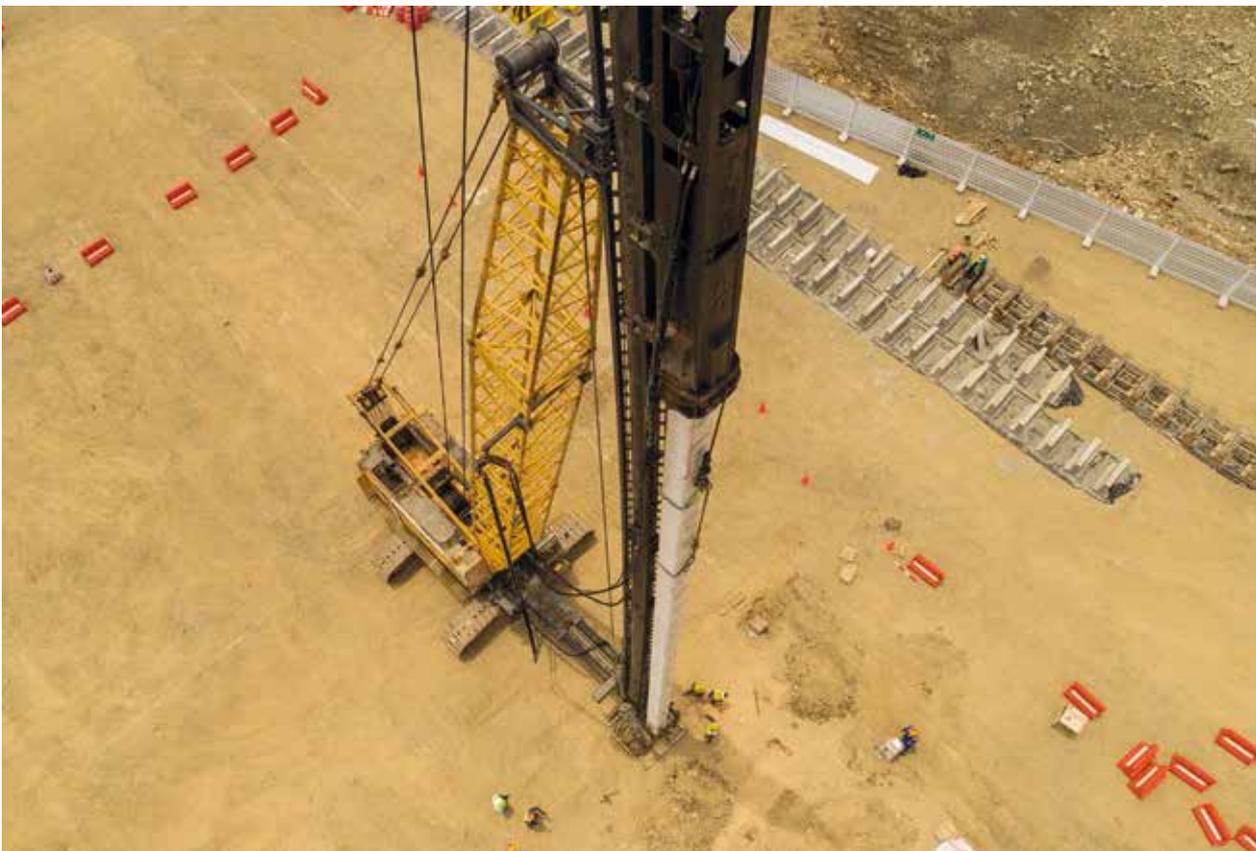


Referencias **Carreteras**

A9 Turtmann Tunnel
Anclajes y Jet Grouting
Circunvalación Kurortni Sochi, Rusia
Tunneling



Aerovía, Guayaquil, Ecuador
Pilotes Prefabricados



Referencias **Carreteras**

Plaza de les Glòries, Barcelona
Muro Pantalla



Túnel Hubertus. Autopista La Haya-Amsterdam, La Haya, Holanda
Ground Freezing



Conexión Aeropuerto con Puerto Marítimo, Gdansk, Polonia
Muro Pantalla y Jet Grouting



Puente Internacional sobre el río Danubio, que conecta
las ciudades de Vidin (Bulgaria) y Calafat (Rumania)
Pilotes In situ



Rehabilitación Puente de las Américas, Ciudad de Panama. Panama
Anclajes



Ampliación vialidad Luis Cabrera, México DF. México
Pilotes In situ



Carretera RN6 Tanaff Kolda Lote 1, Lote 2 y Puente Kolda, Senegal
Pilotes In situ





Barranco El Sing, Alcoy
Inyecciones de Compactación



CH El Quimbo, Gigante, Colombia
Inyecciones, Drenajes e Instrumentación



Ampliación del muelle, Puerto de Tulcea, Fase 4+5, Rumania
Pilotes in situ



Ampliación del muelle, Puerto de Tulcea, Fase 7, Rumania
Pilotes in situ





Puerto de Botafoc. Ibiza
Pilotes In situ





Project APM Terminal Medport Tangier (TM2) - Lot B- Land Side Rail Beam, Tanger, Marruecos
Pilotes In situ



Referencias **Obras Hidráulicas**

Nuevo Puerto de Aqaba, Fase II, Jordania
Pantalla Fresada



Puente Levadizo en el Muelle de Maliaño. Puerto de Santander. Cantabria
Pilotes In situ



Referencias **Obras Hidráulicas**

Prolongación primera línea de atraque para Grandes Buques, Dique de Botafoc, Ibiza

Pilotes In situ

Cale con rozadura de escudo abierto

Tunneling



Túneles on Shore y off Shore en Israel. Sorek Desalination Plant
Tunneling





Nave almacenamiento logística Muelle Cabezuela Puerto Real (Cádiz)
Columnas de Geo-Concrete Sistema Geopier





Wilmington Sports Complex - Wilmington, DE
GEOPIER GROUDED IMPACT® SYSTEM





Ymca Mixed-Use - Raleigh, NC
GEOPIER GROUTED IMPACT® SYSTEM



Central Ciclo Combinado Gas Natural. Barcelona
Pilotes Prefabricados



Centro Comercial El Corte Inglés Mall. Tarragona
Muros Pantalla



Cubierta de Transferencia de Carbón Proyecto Medusa. A Coruña
Pilotes In situ



Edificios Residenciales en Sotogrande, Cádiz
Muro Pantalla



Parque Eólico EDI, Juchitán de Zaragoza. Oaxaca. México
Columnas de Grava



Nave Material Eléctrico, Cádiz
Pilotes Prefabricados



WTC Constant, Rumania
Pilotes In situ



Central eléctrica de Honggrin Léman. Suiza
Inyecciones en Roca

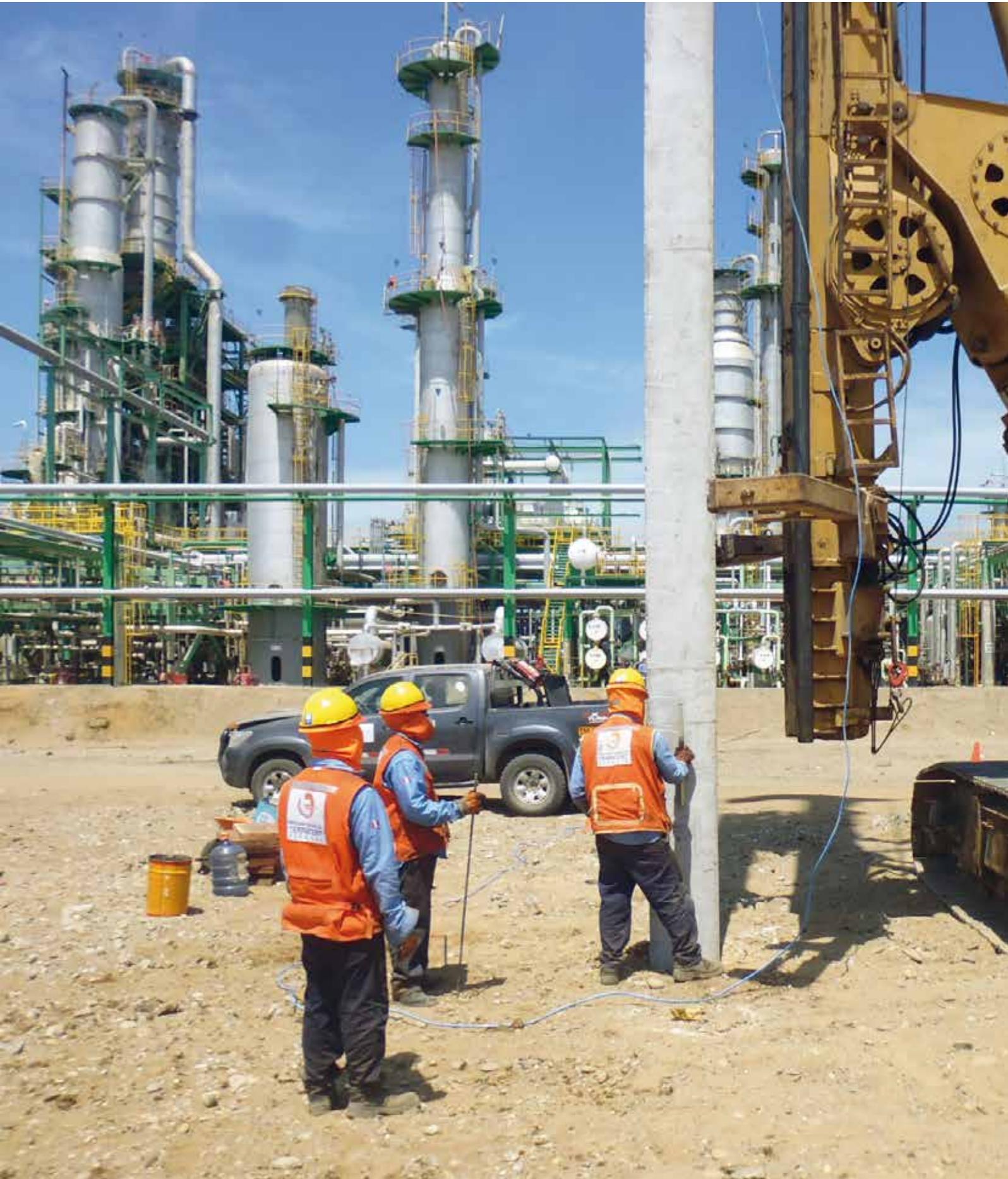


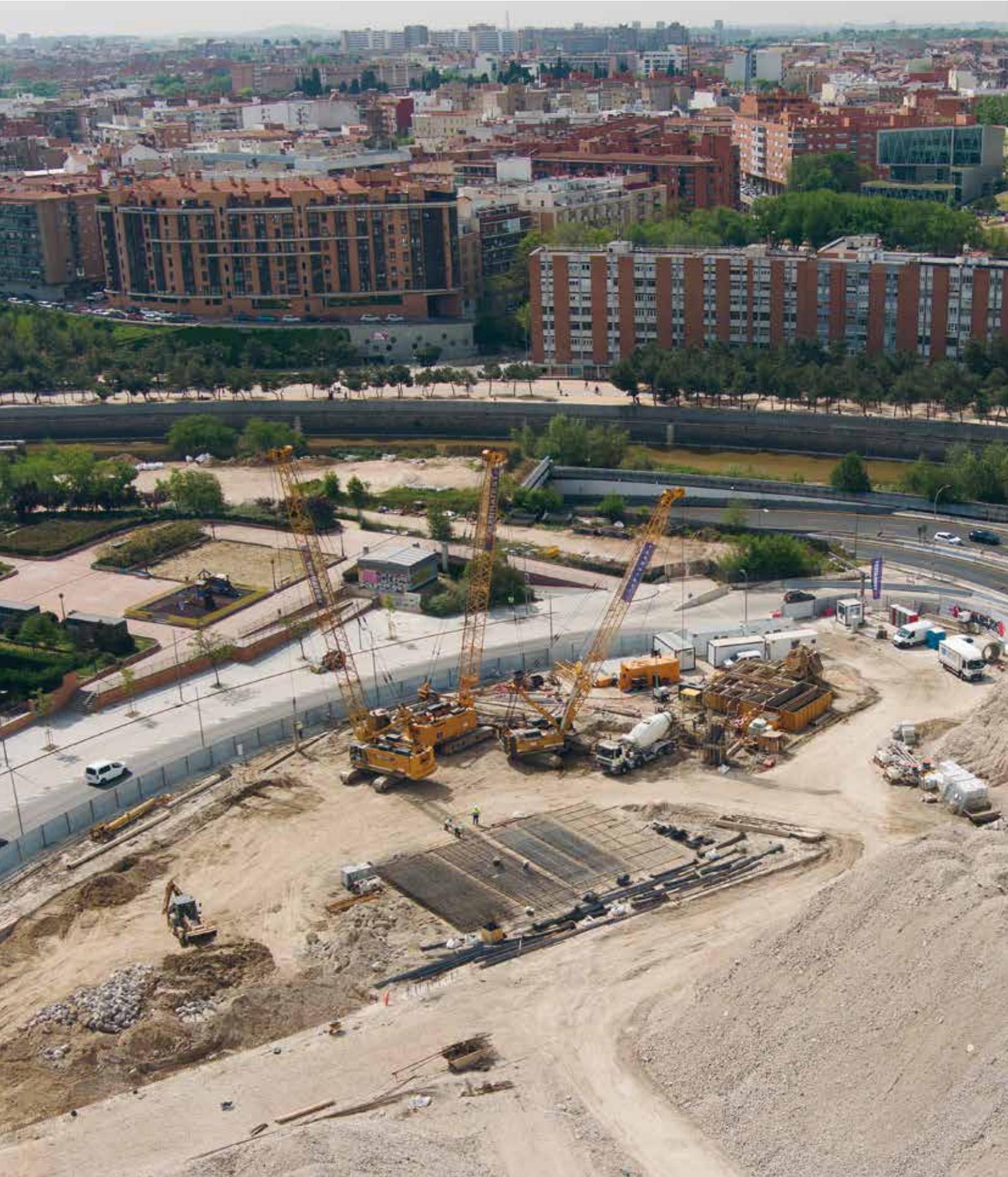
Referencias **Edificación**

Business Plaza, Guayaquil, Ecuador
Muros Pantalla



Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara. Perú
Pilotes Prefabricados





Ámbito Mahou-Calderón, Madrid
Muros Pantalla



Referencias **Edificación**

SUNTI Golden Sugar Estate, Mokwa,
Niger State, Nigeria
Pilotes de Barrena Continua





Sede FIRS. Abuja, Nigeria
Pilotes In situ



Embajada de Burkina Faso en Abidjan, Costa de Marfil
Pilotes In situ



Referencias

Marina La Farola. Puerto de Málaga

Muro Pantalla y Anclajes

Puente Levadizo en el Muelle de Maliaño. Pto. de Santander

Pilotes In situ

Muelle Juan Gonzalo. Puerto de Huelva

Inyecciones de Compactación, Jet Grouting

Viga flotante Muelle El Prat. Barcelona

Columnas de Grava

Açu Port, Brazil

Muro Pantalla Silos en el Puerto de Tarragona

Pilotes Prefabricados

Nueva Lonja de Pescado. A Coruña

Micropilotes

Muelle para el Desarrollo Portuario de La Ría de Avilés

Pilotes In situ



Referencias

Metro de Málaga, Líneas 1 y 2. Málaga

Muro Pantalla

Metro Norte Tramo 1C y 2A. Madrid

Muro Pantalla

Metro de Madrid, Línea 3. Estación Villaverde Bajo. Madrid

Muro Pantalla

Metro de Barcelona, Línea 9. Barcelona

Muro Pantalla



Terratest

Metro de Málaga, Línea 1. Málaga

Muro Pantalla

Metro Norte Tramo 2B. Madrid

Muro Pantalla

Metro de Madrid, Línea 3. Estación Los Ángeles. Madrid,

Muro Pantalla

Metro de Barcelona, Línea 9. Barcelona

Muro Pantalla



TERRATEST

Juan de Arespacochaga y Felipe, 12
E28037 Madrid
Tel.: +34 914 237 5 00
Fax: +34 914 237 5 01
E. Mail: terratest@terratest.com
www.terratest.com



Miembro:

