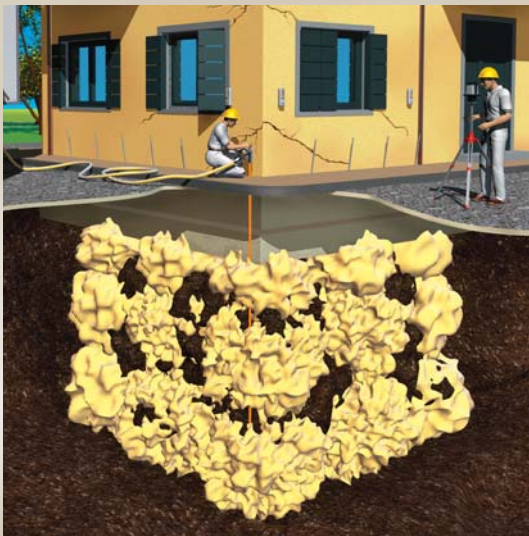


# URETEK®

## DEEP INJECTIONS

---



Consolidación de los suelos  
de cimentación  
con resina **GEOPLUS®**.

---

## PRESENTACIÓN TÉCNICA



URETEK, LA SOLUCIÓN.

URETEK® es una empresa italiana que nace en 1990 y tiene como actividad principal la consolidación de los suelos bajo cimentación y la estabilización de los edificios.

URETEK® se sitúa como líder en el sector de la consolidación, gracias a la invención de un método innovador que se basa sobre inyecciones en el suelo de resinas expansivas especiales: el método Urettek Deep Injections®. Esta tecnología está protegida con Patente Europea

URETEK® desde siempre emplea sus recursos económicos para las actividades de investigación y desarrollo, colaborando con las Universidades Italianas más prestigiosas. Gracias a esta actividad se han ido elaborando diversas tecnologías dedicadas tanto a la consolidación de los suelos de cimentación, de estructuras de material lapídeo y de mampostería como a la rehabilitación de la construcción.

En el 2001 se ha presentado solicitud de patente Europea para la resina con elevada fuerza expansiva Urettek Geoplus®, desarrollada con la colaboración de la Universidad de Padua.

En el 2004 nace otra innovación: Walls Restoring®, una tecnología innovadora para la reconstrucción del mortero dañado de las estructuras de mampostería.

En el 2006 Urettek® desarrolla Cavity Filling®, un nuevo método para la resolución del problema del completo relleno y estabilización de cavidades subterráneas.

En el 2008 Urettek S.r.l. obtiene la Certificación del Sistema de Calidad UNI EN ISO 9001:2000 (numero certificado 50 100 7969) para el proyecto y ejecución de intervenciones de consolidado de suelos de cimentación mediante inyecciones de resina expansiva.

## URETEK DEEP INJECTIONS®

Urettek Deep Injections® es el método inventado y patentado por Urettek®, por medio del cual es posible resolver de manera inmediata y definitiva cualquier problema relacionado con la capacidad de carga de los suelos bajo cimentación:

- Edificios civiles e industriales
- Infraestructuras
- Edificios históricos
- Obras especiales

### URETEK® FLOOR LIFT



**Levantamiento de pavimentos con inyecciones de resina expansiva.**

### URETEK® WALLS RESTORING



**Inyecciones para la consolidación de mampostería deteriorada.**

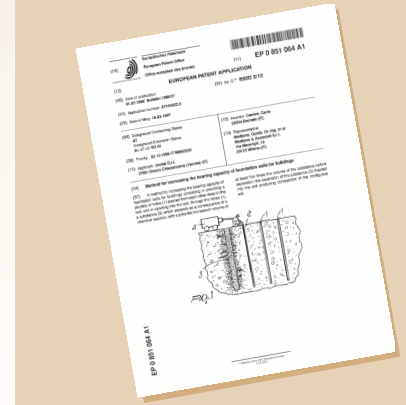
### URETEK® CAVITY FILLING



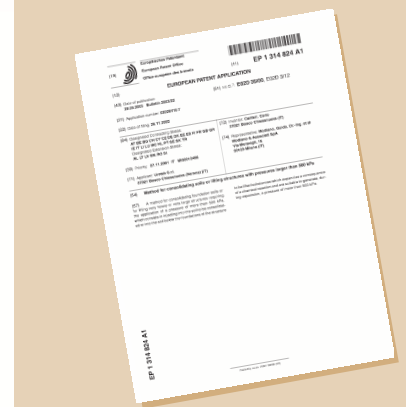
**Relleno completo y puesta en tensión de cavidades subterráneas.**

**Leca**  
soluzioni leggere e isolanti

## PATENTE EUROPEA n. 0.851.064



## Solicitud de PATENTE EUROPEA n. 1.314.824



## EL GRUPO URETEK

Urettek® forma parte de un grupo internacional presente en más de 30 Países, cuyas empresas son entre ellas independientes, pero benefician del continuo intercambio de patentes, conocimientos y experiencias recíprocas.



Copyright © 2010 Urettek S.r.l. Todos los derechos reservados. All rights reserved.

## URETEK® DEEP INJECTIONS



### Consolidación de los suelos de cimentación mediante inyección de resina expansiva Geoplus®

#### PERFORACIONES

Las perforaciones, de un diámetro inferior a 3 cm, se ejecutan directamente al nivel de la cimentación, para alcanzar con precisión el volumen de terreno a tratar. La distancia entre las perforaciones puede variar en función del edificio y el tipo de suelo. Las perforaciones se utilizan para introducir tubos de cobre que permiten dirigir la resina directamente en el suelo a tratar.

#### RESINA GEOPLUS®

Geoplus® es una resina que se obtiene mediante la mezcla de dos componentes. La reacción química procedente de la mezcla provoca un cambio del estado de la resina, que pasa de líquido a sólido y un fuerte aumento del volumen en muy pocos segundos; la resina se transforma rápidamente en un material muy resistente. La rapidez de la reacción de expansión y solidificación no deja que la resina se aleje más de 2 metros del punto de inyección y permite que quede limitado al bulbo de presión. La expansión de la resina continúa hasta que el terreno tratado resulta tan compactado que rechaza una ulterior compresión, y hace si que la resina se expanda hacia arriba causando el levantamiento del edificio.

#### INYECCIÓN

Las inyecciones se ejecutan cuando la resina Geoplus® se encuentra todavía al estado líquido, pero ya en fase de expansión: en pocos segundos Geoplus® incrementa su propio volumen hasta 30 veces y desarrolla una presión de expansión que puede llegar hasta 10.000 kPa, dependiendo de la resistencia que encuentra.

#### LEVANTAMIENTO

La expansión de la resina continúa hasta que el terreno impide una compresión radial suplementaria. En ese preciso momento, la única posibilidad de expansión se traduce en un desplazamiento del terreno hacia arriba. En esta fase, el levantamiento del edificio indica que la resina ha rellenado el conjunto de los vacíos y compactado el suelo de forma óptima. El tratamiento se adapta así perfectamente a la disminución de carga del edificio.

#### DATOS OPERATIVOS

- Diámetro de perforación: ..... < 30 mm
- Distancia máxima entre el camión taller y el lugar de intervención: ..... 80 m
- Profundidad máxima del tratamiento: ..... 15 m
- Intereje entre las inyecciones: ..... 50 - 150 cm

Otras aplicaciones relacionadas con la estabilización de suelo:

- Edificios industriales
- Obras de arte
- Piscinas
- Edificios antiguos
- Vías férreas
- Monumentos históricos

## EDIFICIOS ANTIGUOS IGLESIAS Y MONUMENTOS



## TRABAJOS ESPECIALES



URETEK Deep Injections® es un metodo que se utiliza en todos los casos en los que se necesita consolidar cimentaciones y estabilizar suelos y aumentar cargas en cualquier tipo de suelo y todo tipo de estructura.

## INMUEBLES, EDIFICIOS PÚBLICOS



## VIVIENDAS PARTICULARES Y CHALETES



Una de las aplicaciones más interesantes es la estabilización preventiva de los edificios en proceso de rehabilitación.

## AUMENTO DE CARGAS



Vista del edificio tras la retirada de los suelos de madera.

Cuando una rehabilitación implica un aumento de carga, es necesario reforzar el suelo bajo cimentación para permitir que resista a las nuevas cargas.

Aquí podemos ver un ejemplo de la sustitución de los suelos de madera por suelos de hormigón en el Collège Jules Ferry de Quimperlé.



Inyección bajo los muros en mampostería.

## MANTENIMIENTO DE FACHADAS

Durante la reconstrucción de un edificio, a veces se necesita que las fachadas se conserven en su estado. En este caso, estabilizamos el suelo bajo los muros a conservar antes de que la empresa general realice los trabajos de reconstrucción.

Aquí podemos ver un ejemplo de fachada en el barrio de la Gare Saint Charles en Marsella.



El tratamiento se realiza bajo la fachada antigua hasta la profundidad prevista de los cimientos de la parte nueva.

## REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cada intervención es realizada en completa autonomía por un equipo compuesto por técnicos especializados provistos de un camión taller que contiene todo el material necesario para el tratamiento. Existen varias categorías de camiones según el tipo de intervención y los medios de acceso a las obras.

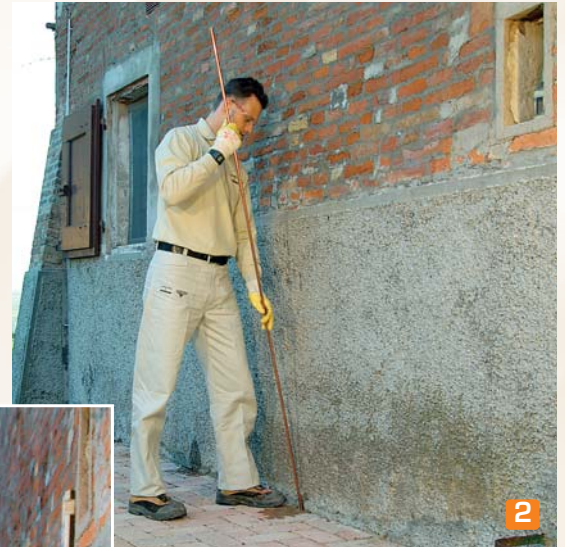
En casos excepcionales, existe la posibilidad de instalar la unidad de inyección y la resina en un barco, un avión o un vagón.

Uretek forma a sus propios equipos y no subcontrata sus trabajos de estabilización.



1

PERFORACIÓN



2

INTRODUCCIÓN DE LOS TUBOS



3



INYECCIÓN DE LA RESINA Y LEVANTAMIENTO CONTROLADO POR EL NIVEL LÁSER



4

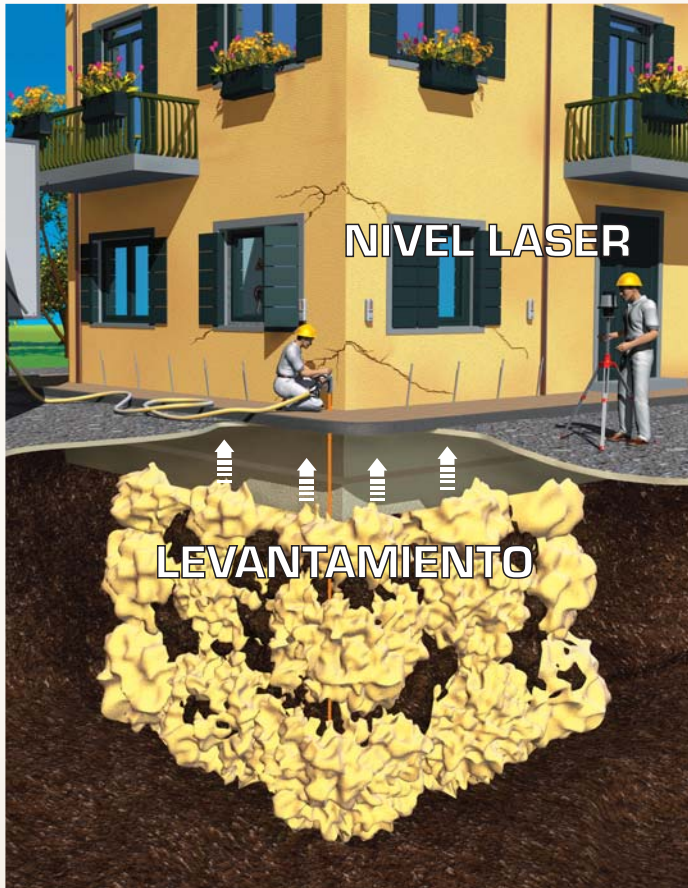
EN UN DÍA, UN EQUIPO PUEDE TRATAR DE 10 A 15 ML DE CIMENTACIÓN



5

LOS TUBOS SON SECCIONADOS A NIVEL DEL SUELO O DE LA SOLERA

## CONTROL LÁSER Y LEVANTAMIENTOS



### EXPANSIÓN DE LA RESINA EN EL BULBO

La resina se inyecta en el suelo en estado líquido. Casi instantáneamente, se desencadena una reacción química que implica un aumento del volumen y una modificación del estado, pasando de líquido a sólido. La presión de expansión de la resina puede alcanzar 10.000 kPa. La reacción comienza y finaliza muy rápidamente. Así, la resina alcanza sus características físico-químicas definitivas en algunos segundos.

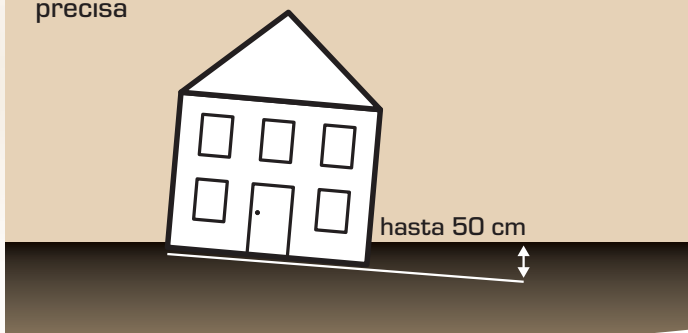
### MONITOR LÁSER Y LEVANTAMIENTO

Cada inyección continúa hasta la observación de un principio de levantamiento de la estructura. El levantamiento es el elemento que permite comprobar, en tiempo real, la eficacia del método.

¿Qué ocurre en el suelo para que se produzca un levantamiento? Cuando la resina penetra en el terreno a tratar, aumentando de volumen, comprime el suelo en todas las direcciones (expansión radial) privilegiando las vías que ofrecen menor resistencia. Cuando se observe un principio de levantamiento, significa que la acción consolidante se está dirigiendo hacia arriba y que esta es la dirección que opone menor resistencia, mientras alrededor el terreno tiene resistencias superiores respecto a la disminución de carga de la estructura.

### LEVANTAMIENTO

Como queda explicado, la intervención de consolidación del suelo de cimentación va acompañada siempre de un levantamiento de la estructura. Tal vez, cuando las cimentaciones del edificio, o la parte de cimentación hundida son suficientemente resistentes estructuralmente, es posible levantar el edificio hundido y restablecer su posición original. Este levantamiento se realiza mediante control láser y según una metodología precisa

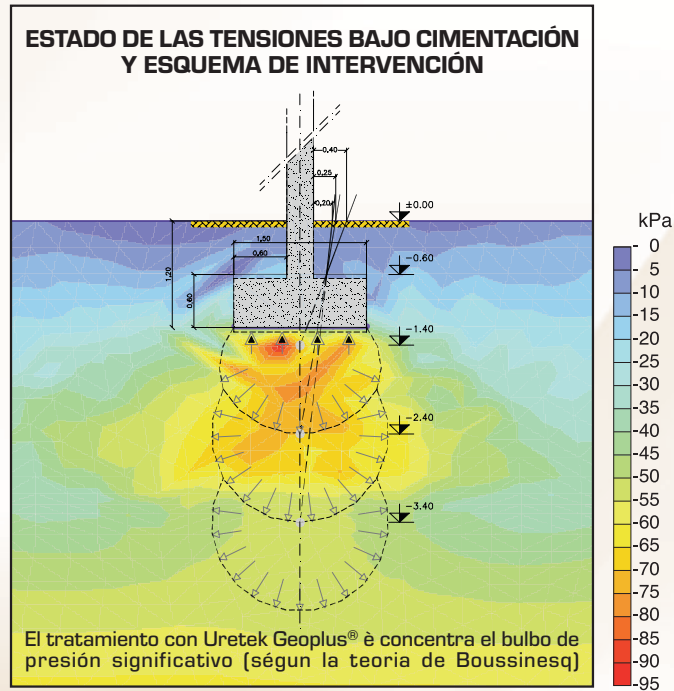


### EFFECTO SOBRE EL SUELO DE CIMENTACIÓN

La observación de un principio de levantamiento demuestra que el suelo de cimentación ha sido suficientemente compactado para resistir, no solamente a las disminuciones de cargas estáticas, sino también a las más importantes, necesarias para el levantamiento de la obra.



## LOCALIZACIÓN DE LA INYECCIÓN



La inyección se concentra en el bulbo de BOUSSINESQ. Es decir en el volumen de terreno expuesto a las tensiones inducidas por la distribución de carga del edificio. Generalmente es la baja resistencia de este

volumen lo que causa los asentamientos. La rapidez de la reacción de expansión y solidificación no permite que la resina se difunda a más de 2 m del punto de inyección.

## EL MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad de la resina es comparable al de un terreno de cimentación. Puede variar entre 10 y 80 MPa según la densidad obtenida tras la polimerización de la resina. Es decir, después de la inyección el volumen de terreno tratado no modifica las características de rigidez y distribución de fuerzas en profundidad bajo la zona tratada.

En otros términos, no existe creación de «punto duro», y el procedimiento URETEK Deep Injections® se puede considerar para **tratamientos parciales o localizados**. Si un solo ángulo del edificio se hunde, no es necesario tratar el suelo en la totalidad de las cimentaciones.

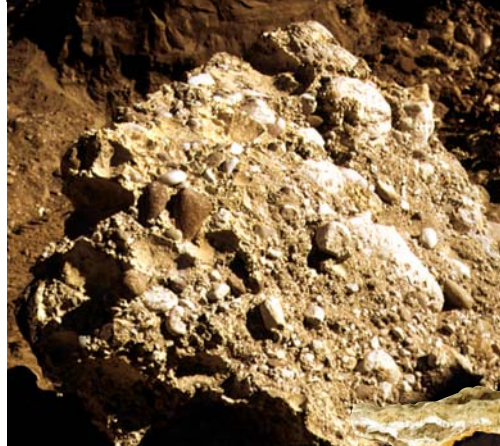
TIPO DE SUELO	E(MPa)	E(MPa) Resina Uretek
• Arena: .....	10 a 25	<b>10 a 80</b>
• Arena de densidad media: .....	15 a 30	
• Arena densa: .....	35 a 55	
• Arena y grava: .....	70 a 180	
• Arcilla de consistencia media: .....	5 a 10	
• Arcilla dura: .....	10 a 25	



Muestra de suelo de arena gruesa tratado con resina Urettek®



Muestra de arena tratada con resina Urettek®



Muestra de suelo limoarcilloso tratado con resina Urettek®

Muestra de suelo de arena gruesa tratado con resina Urettek®



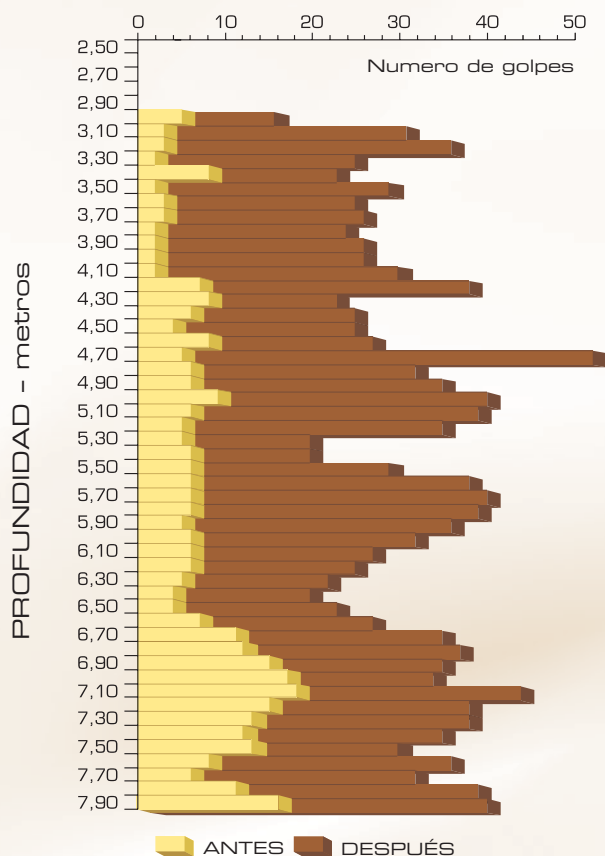
Cabe mencionar que las zonas próximas a la resina, aunque no contengan resina, sufren la acción de compactado.

La resina puede adquirir formas completamente

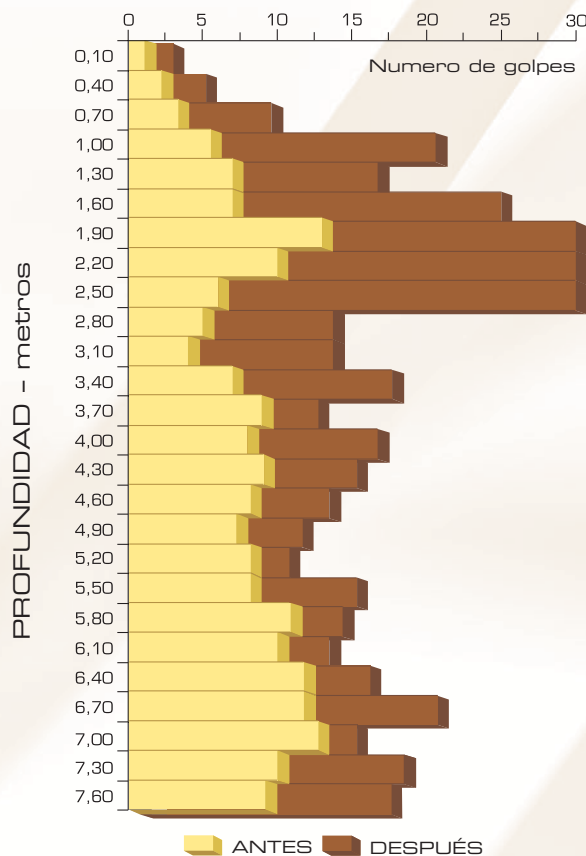
diferentes en función del suelo en el que se inyecta. En los suelos granulosos, se da prioridad a la difusión, en los limosos o arcillosos, al compactado.

## EVALUACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

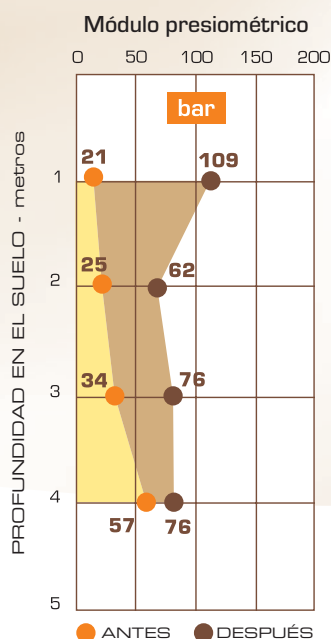
La eficacia de la intervención se comprueba, no solamente mediante el efecto del levantamiento, sino también con los medios técnicos implantados en el lugar, como por ejemplo los tests penetrométricos o presiométricos comparativos.



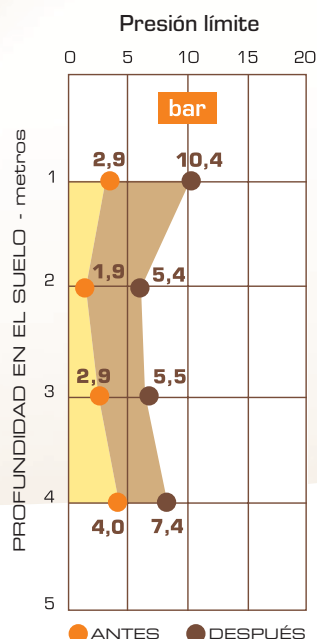
**PRUEBAS PENETROMÉTRICAS COMPARATIVAS**  
(penetrometro dinámico con maza de 30 kg)



**PRUEBAS PENETROMÉTRICAS COMPARATIVAS SCPT**  
(penetrometro dinámico con maza de 73 kg)



**Prueba presiométrica en suelo limoarcilloso**



### LÍMITES DE APLICACIÓN DEL MÉTODO URETEK DEEP INJECTIONS®

#### SUELOS COHESIVOS:

- Suelos con muy poca consistencia hasta elevadas profundidades.
- Deseccación / retención de agua hidrico:  
 $I_{AC} > 1,25$ , dove:  $I_{AC} = IP / \% < 2 \mu m$ ;
- Material organico:  $Mo > 10\%$ ;

#### SUELOS GRANULOSOS:

- Suelos con indices de vacio 'e' muy altos
- Suelos con muy poca consistencia hasta elevadas profundidades.

## EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS

Una evaluación correcta de todas las fisuras es especialmente determinante para comprender la evolución de los asentamientos y considerar las soluciones de estabilización. URETEK®, que interviene

esencialmente en casos de hundimientos, ha adquirido una experiencia muy amplia en la interpretación de las fisuras. Cada ingeniero estudia de 2 a 4 casos de asentamiento al día.

## DAÑOS, LA MANIFESTACIÓN DE ASENTAMIENTO



## LAS CAUSAS MÁS COMUNES DE HUNDIMIENTO



Diferencias en las dimensiones y profundidad de la cimentación en diversas áreas del edificio.



Exceso de agua causado por diversos factores: escorrentía, rotura de tuberías, empalmes defectuosos de aguas pluviales etc.



Diferencia de anclaje (ausencia de rediente en un terreno inclinado).



Descompresión o deslizamiento de suelo después de unos trabajos de excavación.



Sobrecarga concentrada en una porción del edificio.



Heterogeneidad de anclaje.



Vibraciones.

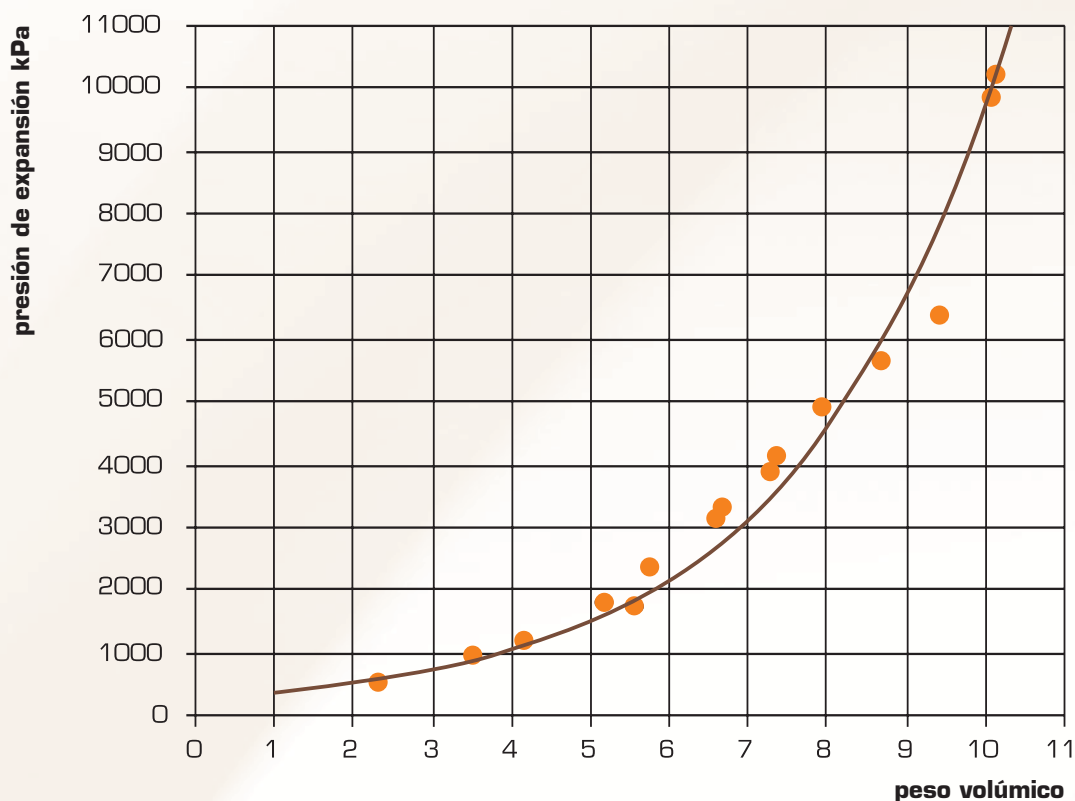


Sequedad de las capas superficiales del terreno debida a sequía o a la presencia de plantas con raíces profundas.

### LAS CAUSAS

Los hundimientos diferenciales de los suelos de cimentación pueden ser causados por múltiples factores no siempre de fácil identificación. En las ilustraciones están indicadas solo algunas de las causas posibles, las más frecuentes.

## PRESIONES DE EXPANSIÓN



## INTERPRETACIÓN TEÓRICA

La mayor fuerza de expansión de la resina URETEK en condiciones edométricas es de 10.000 kPa. Esta característica es fundamental para el éxito del tratamiento Uretek Deep Injections®. Tras la reacción química, la resina Uretek transmite al terreno una acción de pre-compresión que induce una disminución de índice de los vacíos. Esta fuerza de compactado contribuye a anticipar eventuales hundimientos futuros, compensándolos.

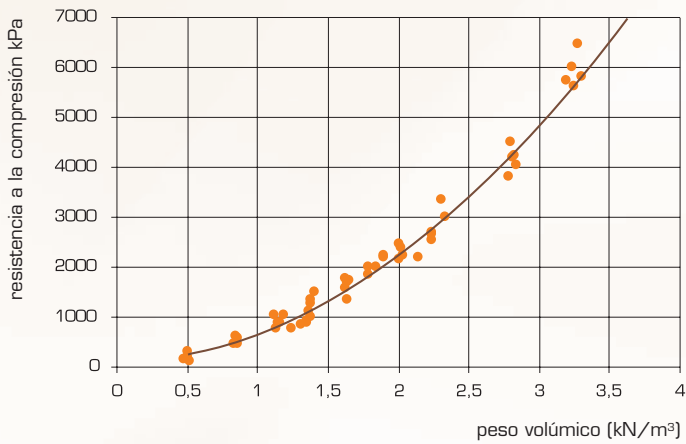
La fuerza de expansión generada por la reacción química disminuye con el aumento del grado de expansión de la resina. Esto significa que el grado de expansión se autoregula en función del confinamiento.

Para ilustrar el procedimiento con un ejemplo, se puede esquematizar el sistema « terreno/resina Uretek » como dos muelles que interactúan entre sí: el muelle « resina » y el muelle « terreno ».

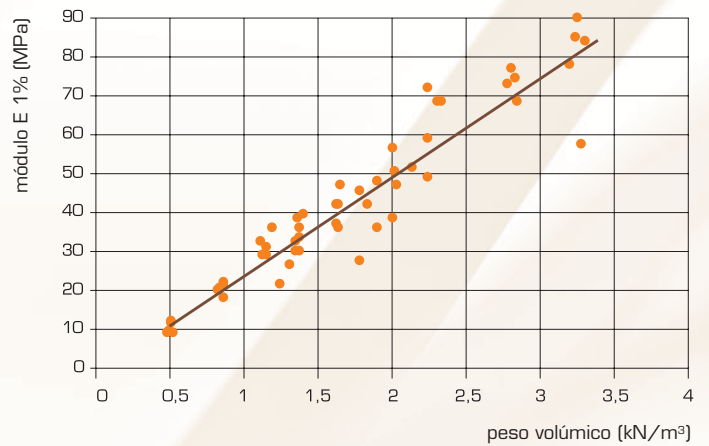
A la salida del tubo de inyección el muelle « resina » está completamente contraído. La expansión de la resina se produce en detrimento del terreno inyectado. El sistema estará en equilibrio cuando el muelle « resina » haya alcanzado un grado de expansión tal que la fuerza generada que resulte de ello sea igual a la reacción opuesta del terreno comprimido. En este punto el sistema se encuentra en equilibrio estable debido al cambio de estado de la resina que se solidifica.

La resistencia ofrecida por la resina solidificada es muy superior a la resistencia del terreno comprimido, por lo tanto el sistema permanece estable en el tiempo. La operación descrita antes se produce en cada punto de inyección, y se disipa en la masa del terreno tratado. Por consiguiente, las sobrepresiones intersticiales se disipan con mucha rapidez.

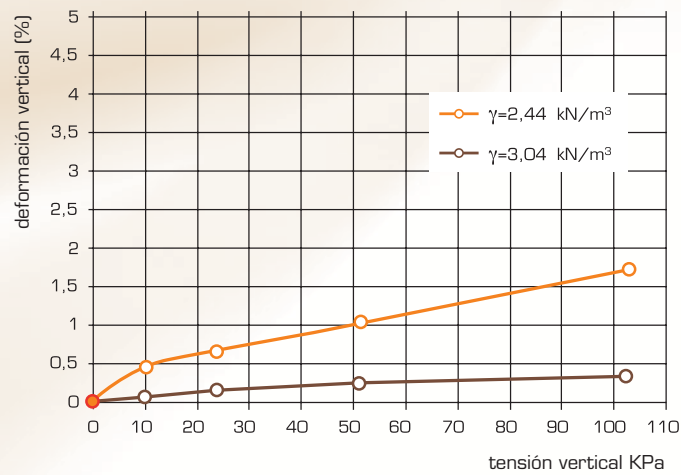
## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



## MÓDULO DE ELASTICIDAD



## DEFORMACIÓN VERTICAL AL INFINITO



### INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA:

El grupo URETEK dirige unas investigaciones, a nivel internacional, en diferentes universidades. En la empresa disponemos de geotécnicos y especialistas de estructuras para estudiar cualquier clase de asentamiento y elaborar soluciones a medida para garantizar la estabilización.

La resistencia del material expandido a los agentes químicos se ha evaluado en función de la pérdida de volumen producida tras una exposición prolongada. Se evalúa según las siguientes características:

- ■ ■ ■ ■ = Resistencia excelente (pérdida de volumen < 3%)
- ■ ■ ■ = Resistencia buena (entre 3% y 6%)
- ■ ■ = Resistencia media (entre 6% y 15%)
- ■ = Resistencia baja (entre 15% y 25%)
- = ninguna resistencia

No poner en contacto con el material expandido.

Fuerte reacción disolvente o agresión química (material destruido)

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| ■ ■ ■ ■ ■ Acetato de índigo        | ■ ■ ■ ■ ■ Hexano                        |
| ■ ■ ■ ■ ■ Acetato de butilo        | ■ ■ ■ ■ ■ Formaldehído                  |
| ■ ■ ■ ■ ■ Acetato de etilo         | ■ ■ ■ ■ ■ Gasóleo                       |
| ■ ■ ■ ■ ■ Acetato de etilo         | ■ ■ ■ ■ ■ Etilenglicol 100%             |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ácido acético al 2%      | ■ ■ ■ ■ ■ Hidróx. de Amonio con.        |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ácido butírico           | ■ ■ ■ ■ ■ Hidróx. de Amonio 10%         |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Clorhídrico con.     | ■ ■ ■ ■ ■ Hidróxido de Potasio 1%       |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Clorhídrico 25%      | ■ ■ ■ ■ ■ Hidróxido de Sodio conc.      |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Clorhídrico 10%      | ■ ■ ■ ■ ■ Isopropanol                   |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Nítrico concentrado* | ■ ■ ■ ■ ■ Metiletilcetona               |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Nítrico al 10%       | ■ ■ ■ ■ ■ Aceite de lino                |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Sulfúrico Conc.*     | ■ ■ ■ ■ ■ Aceite de lubricación         |
| ■ ■ ■ ■ ■ Ác. Sulfúrico 10%        | ■ ■ ■ ■ ■ Aceites minerales             |
| ■ ■ ■ ■ ■ Agua                     | ■ ■ ■ ■ ■ Ortoclorobenceno              |
| ■ ■ ■ ■ ■ Agua de mar              | ■ ■ ■ ■ ■ Ortodiclorobenceno            |
| ■ ■ ■ ■ ■ Alcohol Butílico         | ■ ■ ■ ■ ■ Sosa cáustica concentrada     |
| ■ ■ ■ ■ ■ Alcohol Etílico          | ■ ■ ■ ■ ■ Sosa cáustica 25%             |
| ■ ■ ■ ■ ■ Alcohol Metílico         | ■ ■ ■ ■ ■ Sulfato de amonio 2%          |
| ■ ■ ■ ■ ■ Gasolina                 | ■ ■ ■ ■ ■ Sulfuro de hidrógeno saturado |
| ■ ■ ■ ■ ■ Gasolina/Benceno 60/40   | ■ ■ ■ ■ ■ Sulfuro de hidrógeno 80%      |
| ■ ■ ■ ■ ■ Benceno                  | ■ ■ ■ ■ ■ Solución NaCl saturada        |
| ■ ■ ■ ■ ■ Queroseno                | ■ ■ ■ ■ ■ Solución NaCl 10%             |
| ■ ■ ■ ■ ■ Clorato de Potasio 5%    | ■ ■ ■ ■ ■ Disolvente para barniz        |
| ■ ■ ■ ■ ■ Cloruro de Benzol        | ■ ■ ■ ■ ■ Estireno                      |
| ■ ■ ■ ■ ■ Cloruro de Metileno      | ■ ■ ■ ■ ■ Tetracloruro de carbono       |
| ■ ■ ■ ■ ■ Combustible JD 4         | ■ ■ ■ ■ ■ Tolueno                       |
| ■ ■ ■ ■ ■ Combustible JD 5         | ■ ■ ■ ■ ■ Trementina                    |
| ■ ■ ■ ■ ■ Di-isobutileno           | ■ ■ ■ ■ ■ Tricloretileno                |
| ■ ■ ■ ■ ■ Di-isobutil-cetona       | ■ ■ ■ ■ ■ Xileno                        |



\*Sólo en 2 casos (ácido nítrico concentrado y ácido sulfúrico concentrado) no se puede hablar de resistencia, ya que el material se ha destruido completamente al contacto con estos dos ácidos concentrados. No obstante, estos componentes químicos son muy activos, y pueden destruir casi todos los materiales, incluido el metal.



# IMPACTO SOBRE EL MEDIOAMBIENTE

La resina Urettek no contamina. De hecho, si un lugar no contaminado, originalmente, es tratado con resina Urettek®, sigue sin estar contaminado conforme al Decreto Ministerial (D.M.) 471/99 (véase tabla 1).

Tabla 1. Resultados de los análisis del eluato procedente del test de cesión en el agua saturada de CO<sub>2</sub>, realizado en la muestra de resina Urettek.

Parámetro	Concentración (µg/l)	Límites (µg/l) (D.M. 471/99)	Parámetro	Concentración (µg/l)	Límites (µg/l) (D.M. 471/99)
<b>Metales</b>			<b>Nitrobencenos</b>		
Aluminio (Al)	< 10	200	Nitrobenceno	< 0.5	3.5
Antimonio (Sb)	< 0.5	5	Dinitrobenceno 1,2	< 0.5	15
Arsénico (As)	< 1	10	Dinitrobenceno 1,3	< 0.5	3.7
Plata (Ag)	< 1	10	Cloronitrobenceno 2	< 0.2	0.5
Berilio (Be)	< 0.1	4	Cloronitrobenceno 3	< 0.2	0.5
Cadmio (Cd)	< 0.1	5	Cloronitrobenceno 4	< 0.2	0.5
Cobalto (Co)	< 0.1	50	<b>Clorobencenos</b>		
Cromo VI (Cr)	< 5	5	Monoclorobenceno	< 0.1	40
Cromo total (Cr)	< 1	50	Diclorobenceno 1,2	< 0.1	270
Hierro (Fe)	< 5	200	Diclorobenceno 1,4	< 0.1	0.5
Manganeso (Mn)	1	50	Triclorobenceno 1,2, 4	< 0.1	190
Mercurio (Hg)	< 0.1	1	Tetraclorobenceno 1, 2, 4, 5	< 0.1	1.8
Níquel (Ni)	< 1	20	Pentaclorobenceno	< 0.1	5
Plomo (Pb)	1	10	Hexaclorobenceno	< 0.01	0.01
Cobre (Cu)	1	1000	<b>Fenoles y clorofenoles</b>		
Selenio (Se)	< 0.1	10	Clorofenol 2	< 1	180
Talio (Tl)	< 1	2	Diclorofenol 2,4	< 1	110
Zinc (Zn)	24	3000	Triclorofenol 2,4,6	< 0.5	5
<b>Contaminantes no-orgánicos</b>			Pentaclorofenol	< 0.5	0.5
Boro (B)	35	1000	<b>Aminas aromáticas</b>		
Cianuros libres	< 5	50	Anilina	< 0.1	10
Fluoruros	< 250	1500	Difenilamina	< 0.1	910
Nitratos	< 50	500	Toluidina-p	< 0.1	0.35
Sulfatos (mg/l)	< 1.0	250	<b>Productos fitofarmacéuticos</b>		
<b>Componentes orgánicos aromáticos</b>			Alacloro	< 0.05	0.1
Benceno	< 0.1	1	Aldrin	< 0.03	0.03
Etilbenceno	< 0.1	50	Atracina	< 0.05	0.3
Estireno	< 0.1	25	Alfa-hexaclorohexano	< 0.05	0.1
Tolueno	< 0.1	15	Beta-hexaclorohexano	< 0.05	0.1
Xilenos	< 0.1	10	Gama-hexaclorohexano (lindano)	< 0.05	0.1
<b>Compuestos Alifáticos Clorurados Cancerígenos</b>			Clordano	< 0.05	0.1
Clorometano	< 0.1	1.5	DDD, DDT, DDE	< 0.05	0.1
Triclorometano	< 0.1	0.15	Dieldrina	< 0.03	0.03
Cloruro de vinilo	< 0.1	0.5	Endrina	< 0.05	0.1
Dicloroetano 1, 2	< 0.1	3	Suma de los productos fitofarmacéuticos	< 0.5	0.5
Dicloroetileno 1,1	< 0.05	0.05	<b>Dioxinas y furanos</b>		
Dicloropropano 1, 2	< 0.1	0.15	Suma de las PCDD, PCDF (ng/l)	< 0.0022	0.004
Tricloroetano 1,1,2	< 0.1	0.2	<b>Policíclicos aromáticos</b>		
Tricloroetileno	< 0.1	1.5	1) Benzo (a) antraceno	< 0.01	0.1
Tricloro propano 1, 2, 3	< 0.001	0.001	2) Benzo (a) pireno	< 0.01	0.01
Tetracloroetano 1, 1, 2, 2	< 0.05	0.05	3) Benzo (a) fluoranteno	< 0.01	0.1
Tetracloroetileno (PCE)	< 0.1	1.1	4) Benzo (k) fluoranteno	< 0.01	0.05
Hexaclorobutadieno	< 0.1	0.15	5) Benzo (g, l, h) perileno	< 0.01	0.01
Suma de los compuestos organo-halógenos	< 10	10	6) Criseno	< 0.01	5
<b>Compuestos Alifáticos Clorados no Cancerígenos</b>			7) Dibenzo (a, h) antraceno	< 0.01	0.01
Dicloroetano 1,1	< 0.1	810	8) Indeno (1, 2, 3, cd) pireno	< 0.01	0.1
Dicloroetileno 1, 2 (Cis + Trans)	< 0.2	60	9) Pireno	< 0.01	50
<b>Compuestos Alifáticos Clorados Cancerígenos</b>			Suma de 3, 4, 5, 8	< 0.1	0.1
Tribromometano (Bromoformo)	< 0.1	0.3	<b>Otras sustancias</b>		
Dibromoetano 1,2	< 0.001	0.001	PCB	< 0.01	0.01
Dibromoclorometano	< 0.1	0.130	Archilamida	< 0.1	0.1
Bromodichlorometano	< 0.1	0.17	Hidrocarburos totales (n-hexano)	< 10	350
			Ácido paraftálico	< 1000	37000



## ¿Qué tipo de pruebas se deben realizar durante el estudio de suelo?

Generalmente, es el geotécnico el que, en función de sus conocimientos de geología local, determina las pruebas a realizar.

No obstante, generalmente se necesitan los siguientes elementos:

- Sedimentometría,
- Valor de azul de metileno y límites de ATTERBERG en los suelos arcillosos,
- Contenido de materia orgánica en los suelos turbosos,
- Edómetro en los suelos muy arcillosos y compresibles,
- Perfiles hídricos, contenidos de agua,
- Presiómetros, penetrómetros,
- Excavaciones para descubrir la geometría de la cimentación.

En la mayoría de los casos, también se debe realizar una puesta en carga de las redes para comprobar la ausencia de fugas.

## ¿Hay agua en la resina?

No. La ausencia de agua permite evitar que aumente la plasticidad del suelo durante la inyección o que conlleve expansiones en los suelos sensibles. Esto también permite evitar los fenómenos de contracción al secado. La totalidad de los 2 componentes polimeriza sin residuos de agua.

## ¿Cómo evaluar la cantidad de resina a inyectar?

Un análisis cruzado del diagnóstico geotécnico, de la estructura y del historial del hundimiento nos permite calcular con bastante precisión el consumo de resina. Puesto que la resina polimeriza en algunos segundos, permanece confinada cerca del punto de inyección, lo que limita los riesgos de sobreconsumo, en ausencia de vacíos francos.

## ¿Cómo determinar con precisión la zona a tratar?

Para cada trabajo relativo a los cimientos, URETEK encarga la realización de un estudio del suelo a un despacho geotécnico independiente. El análisis de dicho estudio, realizado por el promotor, nos permite delimitar la profundidad y el volumen a tratar.

## ¿Se puede inyectar en arcilla?

Sí. Gran parte de los tratamientos se realiza en arcilla. La permeabilidad del suelo no es un criterio determinante de la viabilidad de una obra (de inyección de resina expansiva).

## ¿Cuál es la durabilidad de la resina en el tiempo?

La resina no se presenta en forma de una « espuma » sino más bien de un plástico muy duro. No es biodegradable y sí imputrescible.



## ¿Quién controla los resultados?

Nuestros equipos realizan un control interno con penetrómetros dinámicos para comprobar las mejoras de resistencia antes y después del tratamiento. Si el promotor lo desea, puede solicitar la realización de un control externo.

## Teniendo en cuenta la potencia de levantamiento, ¿no existe el riesgo de levantar demasiado la estructura?

Esta posibilidad es prácticamente nula, ya que la reacción química comienza y termina muy rápido tras la inyección (algunos segundos). Una vez terminada la reacción, el volumen de la resina permanece estable. Deja de aplicar sobrepresiones sobre el suelo.

## ¿Se puede utilizar la técnica URETEK cuando las anomalías han aparecido debido a la sequedad?

Sí. Intervenimos con mucha frecuencia para remediar hundimientos debidos a la desecación de un suelo arcilloso.

La viabilidad se determina caso por caso, en función de las características concretas del suelo.

Los trabajos pueden ir acompañados de acondicionamientos complementarios en las inmediaciones del edificio tratado (geomembranas, aceras, pantallas antiraíces, etc.).

## ¿Cómo (se puede) saber si unas fisuras son evolutivas?

Generalmente instalamos unas varillas (tipo varillas Saugnac) que miden con precisión la evolución de las fisuras. Se pueden utilizar otros medios cuando la dinámica del hundimiento resulta más difícil de determinar.

Nota: una fisura puede permanecer activa únicamente por razones de dilatación térmica.

## ¿En qué casos se deben considerar los problemas de resistencia química?

Cuando las inyecciones se realizan en lugares contaminados por disolventes o en descargas que contienen « jugos » muy ácidos. (Véase tabla de resistencia en este folleto).

## ¿Se puede inyectar resina en la capa freática?

Sí. El producto inyectado es un bicomponente que, durante la mezcla, produce una resina cuya cadena molecular es cerrada. De este modo, la resina polimeriza en el agua, pero no se mezcla con el agua.



## URETEK® DEEP INJECTIONS



Consolidación de los suelos de cimentación con resina expansiva Geoplus®.

## URETEK® FLOOR LIFT



Levantamiento de pavimentos con inyecciones de resina expansiva.

## URETEK® WALLS RESTORING



Inyecciones para la consolidación de mampostería deteriorada.



**URETEK** s.r.l.  
37021 Bosco Chiesanuova (VR)  
Via Dosso del Duca, 16  
Tel 045 6799111 - Fax 045 6799138  
[www.uretek.it](http://www.uretek.it) - [uretek@uretek.it](mailto:uretek@uretek.it)