



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
ES08018 Barcelona  
T +34 933 09 34 04  
qualprod@itec.cat  
[itec.cat](http://itec.cat)



Miembro de



[www.eota.eu](http://www.eota.eu)

## Evaluación Técnica Europea

**ETA 17/0660**  
**de 19.02.2018**



### Parte general

#### Organismo de Evaluación Técnica que emite la ETE: ITeC

ITeC ha sido designado de acuerdo con el Artículo 29 del Reglamento (UE) No 305/2011 y es miembro de EOTA (European Organisation for Technical Assessment)

**Nombre comercial del  
producto de construcción**

**Piloedre®**

**Área de producto a la que  
pertenece**

1 – Productos prefabricados de hormigón normal, ligero y hormigón celular curado en autoclave

**Fabricante**

**2PE Pilotes SL**

Av. Maresme 9  
ES-08396 Sant Cebrià de Vallalta (Barcelona)  
España

**Planta(s) de fabricación**

Av. Maresme 9  
ES-08396 Sant Cebrià de Vallalta (Barcelona)  
España

**La presente Evaluación  
Técnica Europea contiene**

20 páginas incluyendo 3 anexos que forman parte integral de esta evaluación.

**La presente Evaluación  
Técnica Europea se emite de  
acuerdo con el Reglamento  
(UE) 305/2011, en base a**

Documento de Evaluación Europeo EAD 010028-00-0103 *Kit de cimentación superficial y reutilizable para estructuras ligeras.*

### **Comentarios generales**

Evaluación Técnica Europea emitida en castellano por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). Las traducciones a otros idiomas deben corresponder completamente con el documento original emitido.

La reproducción de la presente Evaluación Técnica Europea, incluyendo su transmisión por medios electrónicos, debe ser integral. Sin embargo, puede realizarse una reproducción parcial con el consentimiento escrito del Organismo de Evaluación Técnica emisor. Cualquier reproducción parcial debe estar designada como tal.

## Partes específicas de la Evaluación Técnica Europea

### 1 Descripción técnica del producto

Piloedre® es un kit de cimentación superficial formado por un bloque de hormigón armado prefabricado atravesado por cuatro barras de acero ancladas diagonalmente en el terreno.

El bloque de hormigón prefabricado está parcial o completamente enterrado en el terreno e incluye los mecanismos de conexión para soportar una estructura ligera.

Existen tres modelos de bloque de hormigón según el modo de fijación de la estructura. Las dimensiones de dichos bloques se muestran en la siguiente tabla.

Modelo	Modo de fijación de la estructura	Longitud x anchura (mm)	Altura (mm)
PM1	1 rosca hembra en el centro de la superficie superior.	260 x 260	280 a 320
PM5	1 rosca hembra en el centro de la superficie superior y 4 roscas hembra perimetrales.	260 x 260	280 a 320
PP4 (*)	Conexión a través de agujero central pasante.	260 x 260	280 a 320

(\*) Son posibles las combinaciones entre el modelo PP4 y el resto. Por ejemplo, modelo PP4 con 4 roscas hexagonales perimetrales.

**Tabla 1.1:** Modelos de bloque de hormigón.

Las barras de acero atraviesan el bloque y se clavan en el terreno formando un ángulo de aproximadamente 40° respecto a la vertical, hasta una profundidad aproximada de 70 cm o 90 cm en función de la longitud de la barra utilizada, formando una cimentación superficial.

El modelo de barra que se utilice se especificará caso por caso.

El kit está formado por los siguientes accesorios: tapones de plástico para los extremos superiores de las barras y material sellante para las juntas entre los tapones y el bloque de hormigón prefabricado.

El kit de cimentación y sus componentes se describen en el Anexo A.

El kit de cimentación es reutilizable.

La estructura ligera se apoya en el número de unidades de cimentación necesarios.

En la fabricación del bloque de hormigón prefabricado, se deben tener en cuenta la profundidad de empotramiento del bloque en el terreno y la calidad del terreno para asegurar la suficiente resistencia al hielo-deshielo.

Respecto al embalaje, transporte, almacenamiento, mantenimiento, sustitución y reparación del producto, es responsabilidad del fabricante tomar las medidas adecuadas y asesorar a sus clientes sobre el transporte, almacenamiento, mantenimiento, sustitución y reparación del producto como considere necesario.

El producto se instalará de acuerdo con las instrucciones del fabricante o (en ausencia de tales instrucciones) de acuerdo con la práctica habitual de los profesionales de la construcción.

## 2 Especificación del uso(s) previsto(s) de acuerdo con el Documento de Evaluación Europea (DEE en adelante) aplicable

Piloedre® se emplea como cimentación superficial de estructuras ligeras temporales o permanentes.

Las disposiciones estipuladas en esta ETE se basan en una vida útil mínima de 50 años de Piloedre®. Dichas disposiciones se basan en el estado actual de la técnica y en los conocimientos y experiencia disponibles.

Las indicaciones sobre la vida útil no se deben interpretar como una garantía dada por el fabricante, sino que deben considerarse como un medio para la elección correcta del producto en relación con la vida útil estimada de las obras.

## 3 Prestaciones del producto y referencia a los métodos de evaluación

Las prestaciones de Piloedre® relacionadas con los requisitos básicos (en adelante RB) 1 y 2 del Reglamento (UE) No 305/2011 se determinan de acuerdo con el EAD 010028-00-0103 *Kit de cimentación superficial y reutilizable para estructuras ligeras*. Las características esenciales de Piloedre® se indican en la tabla 3.1.

Requisito básico	Característica esencial	Prestación
RB 1 Resistencia mecánica y estabilidad	Resistencia a compresión del bloque de hormigón frente a cargas puntuales	200,0 kN
	Resistencia a compresión del bloque de hormigón frente a cargas superficiales	200,0 kN
	Resistencia a compresión (fallo por hundimiento de la cimentación)	Véase el anexo B
	Resistencia a tracción del bloque de hormigón	≤ 49,5 kN
	Resistencia a tracción (fallo por arrancamiento de la cimentación)	Véase el anexo B
	Resistencia a flexión	Véase el anexo B
	Resistencia a esfuerzos horizontales	Véase el anexo B
	Carga máxima de compresión para un desplazamiento definido de la cimentación	Véase el anexo B
	Carga máxima de compresión que permite la reutilización de las barras de acero	Véase el anexo B
	Carga máxima de tracción que permite la reutilización de las barras de acero	Véase el anexo B
	Protección contra la corrosión	Véase el anexo B
	Prevención de fisuración de los bloques de hormigón	Véase el anexo B
RB 2 Seguridad en caso de incendio	Reacción al fuego	A1

**Tabla 3.1:** Prestaciones de Piloedre®.

Los métodos utilizados para determinar la prestación de resistencia contra la corrosión del kit se basan en métodos estándares conocidos para productos de hormigón y acero.

#### 4 Sistema aplicado para la evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (de ahora en adelante, EVCP), con referencia a su base legal

De acuerdo con la Decisión 1999/94/EC modificada por la Decisión 2012/202/EU, como modificación de la Comisión Europea<sup>1</sup>, aplica el sistema de EVCP (véase el reglamento delegado (UE) No 568/2014 que modifica el Anexo V del Reglamento (UE) 305/2011) dado en la siguiente tabla.

Producto	Uso previsto	Sistema
Piloedre®	Kit de cimentación superficial reutilizable y para estructuras ligeras	2+

Tabla 4.1: Sistema de EVCP aplicable.

#### 5 Detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP, según lo previsto en el DEE de aplicación

Todos los detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP se establecen en el *Plan de Control* depositado en el ITeC<sup>2</sup>, con el que el control de producción en fábrica operado por el fabricante deberá estar conforme.

Cualquier cambio en el proceso de fabricación que pudiera afectar a las propiedades del producto deberá ser notificado, así como los ensayos de tipo que así lo requieran revisados de acuerdo con el *Plan de Control*.

Emitido en Barcelona a 19 de febrero de 2018

por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña.



Ferran Bermejo Nualart  
 Director Técnico, ITeC

<sup>1</sup> Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) L29/55 de 03/02/1999.  
 Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) L109/22 de 21/04/2012.

<sup>2</sup> El *Plan de Control* es una parte confidencial de la ETE y accesible solo para el organismo notificado involucrado en el proceso de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

## ANEXO A: DESCRIPCIÓN DE PILOEDRE®

### A.1. Propiedades del material y dimensiones

Las figuras del kit de cimentación superficial y su instalación en el terreno se muestran a continuación.



Figura A.1: Kit de cimentación superficial.

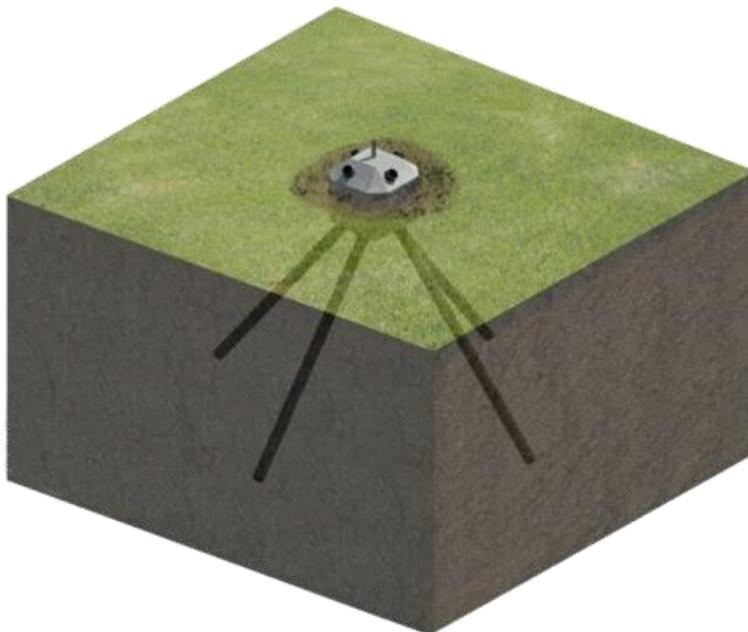


Figura A.2: Kit de cimentación superficial en el terreno.

### A.1.1 Bloque de hormigón

La resistencia a compresión del hormigón utilizado en el bloque es  $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ .

Las características principales de los componentes utilizados en la fabricación del hormigón son:

- Tipo de cemento, con marcado CE de acuerdo con EN 197-1.
- Tamaño de los áridos, con marcado CE de acuerdo con EN 12620.
- Agua.
- Tipos de aditivos usados, con marcado CE de acuerdo con EN 934-2.
- Fibras para hormigón para usos estructurales, con marcado CE de acuerdo con EN 14889-2.
- Fibras para hormigón para control de fisuración.

Se utilizan barras corrugadas como refuerzo perimetral del bloque.

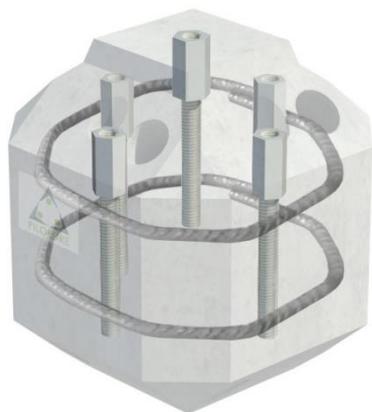
Son posibles distintos modelos de bloque de hormigón en función del número de conexiones a la estructura y de la altura del bloque.

En las conexiones entre la estructura y el bloque de hormigón se emplean roscas hexagonales empotradas en el bloque, cuyas dimensiones son típicamente M16 pero pueden ser modificadas. Estas roscas se fijan a las barras roscadas dentro del bloque de hormigón. El número de roscas en el bloque de hormigón puede ser 1, 4 o 5 según el modelo de bloque. Las roscas y las barras roscadas pueden ser galvanizadas o de acero inoxidable.

Las dimensiones nominales del bloque de hormigón son las siguientes:

- Longitud x anchura:  $(260 \text{ mm} \pm 10 \%) \times (260 \text{ mm} \pm 10 \%)$ .
- Altura: entre 280 mm y 320 mm.

El bloque de hormigón está atravesado por 4 orificios dispuestos en diagonal a fin de permitir el paso de las barras de acero.



**Figura A.3:** Distribución típica de los refuerzos de acero y las conexiones (5) en el bloque de hormigón.

### A.1.2 Barras de acero

Las barras de acero utilizadas en el anclaje del bloque de hormigón al terreno son de acero galvanizado de calidad N80 de acuerdo con API 5CT, con un límite elástico mínimo de 500 N/mm<sup>2</sup>.

Se pueden utilizar los siguientes modelos de barras de acero:

Modelo de barra de acero	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm) (*)
1			900
2			1.200
1 especial	42,9	Entre 2,9 y 7,0	900
2 especial			1.200

(\*) En función del tipo de terreno se pueden utilizar barras de acero de hasta 1.500 mm de longitud.

**Tabla A.1:** Dimensiones de las barras de acero.

## ANEXO B: PRESTACIONES MECÁNICAS DEL KIT DE CIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE SERVICIO

Este anexo contempla las siguientes prestaciones mecánicas del kit de cimentación, de acuerdo con la tabla 3.1:

1. Resistencia a compresión (fallo por hundimiento de la cimentación)
2. Resistencia a tracción (fallo por arrancamiento de la cimentación)
3. Resistencia a flexión
4. Resistencia a esfuerzos horizontales
5. Carga máxima de compresión para un desplazamiento definido de la cimentación
6. Carga máxima de compresión que permite la reutilización de las barras de acero
7. Carga máxima de tracción que permite la reutilización de las barras de acero
8. Protección contra la corrosión
9. Prevención de fisuración de los bloques de hormigón

Las prestaciones mecánicas #1 a #5 se indican en las tablas B.1 a B.5. Han sido obtenidas de la aplicación de los métodos de cálculo del Anexo C.

Las prestaciones mecánicas #6 a #9 se obtienen de la aplicación de los métodos de cálculo de los apartados C.6 a C.9 del Anexo C, respectivamente. Estas prestaciones deben ser determinadas caso por caso según las propiedades mecánicas del terreno, la profundidad de la cimentación (distancia desde el nivel de suelo hasta la cota inferior del bloque de hormigón) y las dimensiones (espesor, diámetro y longitud) de las barras de acero.

Las prestaciones mecánicas #1 a #5 dependen de las dimensiones de las barras de acero, la profundidad de la cimentación y las propiedades mecánicas del terreno en el que el sistema de cimentación se instala. Las propiedades mecánicas del terreno se definen con la combinación de las siguientes características:

- Ángulo de rozamiento interior ( $\phi$ )
- Cohesión ( $c$ )
- Módulo de Winkler ( $K$ )
- Densidad del terreno ( $\gamma$ )

Se permite la interpolación entre valores dentro de una misma tabla. No se permite la extrapolación.

Se considera el enfoque de Estados Límite Últimos. Los valores de resistencia en las tablas ( $R_k$ ) son valores característicos (no se han aplicado coeficientes de seguridad). Los coeficientes de seguridad se establecen a nivel nacional.

Los valores superiores de las prestaciones de Piloedre® en las tablas B.1 a B.4 están limitados por el titular. El diseñador del kit debería considerar los valores de prestación máximos del bloque de hormigón de la tabla 3.1 (las resistencias a compresión frente cargas puntuales, superficiales y la resistencia a tracción del bloque de hormigón) en la etapa de diseño.

No se considera la contribución del empuje pasivo del terreno circundante al bloque de hormigón en la resistencia frente a esfuerzos horizontales.

Las prestaciones del kit instalado mostradas en las tablas se han determinado considerando que únicamente se aplica el esfuerzo equivalente, p.ej.: la resistencia a compresión (fallo por hundimiento del sistema de cimentación) se determina considerando que únicamente se aplica el esfuerzo de compresión sobre el kit de cimentación.

		Prestaciones de Piloedre® (R <sub>k1</sub> , R <sub>k2</sub> , R <sub>k3</sub> , R <sub>k4</sub> )						
Cohesión (C) [kPa]	Característica esencial	Densidad del terreno (γ) [kN/m³] = 15,0		Profundidad de la cimentación [m] = 0,20				
		Ángulo de rozamiento interno (φ) [°]						
		0	15	20	25	30	35	40
0	R <sub>k1</sub>	---	6,8	11,2	18,9	33,1	60,7	118,9
	R <sub>k2</sub>	---	3,7	4,4	5,2	5,2	5,2	5,2
	R <sub>k3</sub>	---	3,3	4,0	4,8	5,8	7,2	8,9
	R <sub>k4</sub>	---	1,6	2,0	2,4	2,9	3,6	4,5
1	R <sub>k1</sub>	2,6	8,1	12,7	20,8	35,6	64,4	124,6
	R <sub>k2</sub>	2,7	4,4	5,2	6,2	7,5	7,7	7,4
	R <sub>k3</sub>	2,7	4,1	4,7	5,6	6,6	7,9	9,7
	R <sub>k4</sub>	1,4	2,0	2,4	2,8	3,3	4,0	4,9
5	R <sub>k1</sub>	6,1	13,2	18,9	28,6	46,0	79,0	147,1
	R <sub>k2</sub>	5,0	7,4	8,5	9,8	11,5	13,5	16,1
	R <sub>k3</sub>	5,8	7,2	7,8	8,7	9,7	11,1	12,8
	R <sub>k4</sub>	2,9	3,6	3,9	4,3	4,9	5,5	6,4
10	R <sub>k1</sub>	10,6	19,6	26,6	38,3	58,8	98,3	175,2
	R <sub>k2</sub>	7,9	11,2	12,6	14,4	16,4	19,0	22,3
	R <sub>k3</sub>	9,7	11,1	11,7	12,6	13,6	14,9	16,7
	R <sub>k4</sub>	4,9	5,5	5,9	6,0	6,8	7,5	8,4
25	R <sub>k1</sub>	24,0	38,9	49,8	67,4	97,5	152,2	259,7
	R <sub>k2</sub>	16,6	22,4	25,0	27,9	31,4	35,6	40,8
	R <sub>k3</sub>	21,4	22,7	23,4	24,2	25,3	26,6	28,4
	R <sub>k4</sub>	10,7	11,4	11,7	12,1	12,6	13,3	14,2
50	R <sub>k1</sub>	46,2	70,9	88,4	116,0	162,0	243,6	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	31,0	41,2	45,5	50,5	56,4	63,3	71,7
	R <sub>k3</sub>	40,8	42,2	42,8	43,7	44,7	46,0	47,8
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
75	R <sub>k1</sub>	68,4	103,0	127,0	164,5	226,4	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	45,4	60,0	66,1	73,1	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
100	R <sub>k1</sub>	90,7	135,1	165,5	213,2	290,9	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	59,9	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
200	R <sub>k1</sub>	179,6	263,3	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
400	R <sub>k1</sub>	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0

**Leyenda:**

- R<sub>k1</sub>: resistencia a compresión (fallo por hundimiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k2</sub>: resistencia a tracción (fallo por arrancamiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k3</sub>: resistencia a esfuerzos horizontales [kN]
- R<sub>k4</sub>: resistencia a flexión [kN·m]

**Notas:**

- Las dimensiones de las barras de acero consideradas en la tabla son: diámetro exterior = 42,9 mm; espesor = 2,9 mm; longitud = 1.200 mm.

**Tabla B.1:** Prestaciones de Piloedre®.

		Prestaciones de Piloedre®(R <sub>k1</sub> , R <sub>k2</sub> , R <sub>k3</sub> , R <sub>k4</sub> )						
Cohesión (C) [kPa]	Característica esencial	Densidad del terreno (γ) [kN/m <sup>3</sup> ] = 15,0				Profundidad de la cimentación [m] = 0,50		
		Ángulo de rozamiento interno (φ) [°]						
		0	15	20	25	30	35	40
0	R <sub>k1</sub>	---	12,0	20,2	34	59,1	107,7	209,6
	R <sub>k2</sub>	---	5,9	7,1	8,5	10,4	12,3	12,3
	R <sub>k3</sub>	---	5,3	6,3	7,7	9,3	11,5	14,3
	R <sub>k4</sub>	---	2,6	3,2	3,8	4,7	5,7	7,2
1	R <sub>k1</sub>	4,1	13,8	21,9	36,0	61,7	111,5	215,3
	R <sub>k2</sub>	4,0	6,6	7,9	9,4	11,3	13,9	15,8
	R <sub>k3</sub>	3,9	6,1	7,1	8,4	10,1	12,2	15,1
	R <sub>k4</sub>	1,9	3,0	3,6	4,2	5,0	6,1	7,5
5	R <sub>k1</sub>	8,1	19,3	28,5	44,2	72,5	126,6	238,3
	R <sub>k2</sub>	6,3	9,6	11,2	13,0	15,4	18,8	22,1
	R <sub>k3</sub>	7,0	9,2	10,2	11,6	13,2	15,4	18,2
	R <sub>k4</sub>	3,5	4,6	5,1	5,8	6,6	7,7	9,1
10	R <sub>k1</sub>	13,1	26,3	36,7	54,5	85,9	145,4	267,0
	R <sub>k2</sub>	9,2	13,4	15,3	17,6	20,3	23,8	28,2
	R <sub>k3</sub>	10,9	13,1	14,1	15,4	17,1	19,2	22,1
	R <sub>k4</sub>	5,4	6,5	7,1	7,7	8,6	9,6	11,0
25	R <sub>k1</sub>	28,1	47,2	61,5	85,2	126,2	201,9	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	17,9	24,6	27,6	31,1	35,3	40,4	46,8
	R <sub>k3</sub>	22,6	24,7	25,8	27,1	28,8	30,9	33,7
	R <sub>k4</sub>	11,3	12,3	12,9	13,6	14,4	15,5	16,9
50	R <sub>k1</sub>	53,0	81,9	102,8	136,4	193,4	296,1	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	32,3	43,4	48,2	53,7	60,2	68,1	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	42,0	44,2	45,2	46,5	48,2	50,3	53,2
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
75	R <sub>k1</sub>	78,0	116,7	144,1	187,7	260,5	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	46,7	62,2	68,7	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
100	R <sub>k1</sub>	102,9	151,4	185,4	238,9	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	61,2	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
200	R <sub>k1</sub>	202,7	290,5	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
400	R <sub>k1</sub>	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0

**Legenda:**

- R<sub>k1</sub>: resistencia a compresión (fallo por hundimiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k2</sub>: resistencia a tracción (fallo por arrancamiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k3</sub>: resistencia a esfuerzos horizontales [kN]
- R<sub>k4</sub>: resistencia a flexión [kN·m]

**Notas:**

- Las dimensiones de las barras de acero consideradas en la tabla son: diámetro exterior = 42,9 mm; espesor = 2,9 mm; longitud = 1.200 mm.

**Tabla B.2:** Prestaciones de Piloedre®.

		Prestaciones de Piloedre®(R <sub>k1</sub> , R <sub>k2</sub> , R <sub>k3</sub> , R <sub>k4</sub> )						
Cohesión (C) [kPa]	Característica esencial	Densidad del terreno (γ) [kN/m <sup>3</sup> ] = 17,5		Profundidad de la cimentación [m] = 0,20				
		Ángulo de rozamiento interno (φ) [°]						
		0	15	20	25	30	35	40
0	R <sub>k1</sub>	---	8,0	13,1	22,1	38,6	70,8	138,8
	R <sub>k2</sub>	---	4,3	5,1	6,1	6,1	6,1	6,1
	R <sub>k3</sub>	---	3,8	4,6	5,6	6,8	8,4	10,4
	R <sub>k4</sub>	---	1,9	2,3	2,8	3,4	4,2	5,2
1	R <sub>k1</sub>	2,9	9,2	14,6	24,0	41,2	74,5	144,0
	R <sub>k2</sub>	3,1	5,0	5,9	7,1	8,6	8,6	8,3
	R <sub>k3</sub>	3,0	4,6	5,4	6,4	7,6	9,2	11,2
	R <sub>k4</sub>	1,5	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,6
5	R <sub>k1</sub>	6,4	14,4	20,8	31,8	51,5	89,1	166,9
	R <sub>k2</sub>	5,4	8,0	9,3	10,7	12,6	14,8	17,1
	R <sub>k3</sub>	6,2	7,7	8,5	9,5	10,7	12,3	14,3
	R <sub>k4</sub>	3,1	3,9	4,2	4,7	5,3	6,1	7,2
10	R <sub>k1</sub>	10,9	20,8	28,5	41,5	64,0	107,4	195,1
	R <sub>k2</sub>	8,3	11,8	13,4	15,3	17,5	20,4	23,9
	R <sub>k3</sub>	10,1	11,6	12,4	13,4	14,6	16,1	18,2
	R <sub>k4</sub>	5,0	5,8	6,2	6,7	7,3	8,1	9,1
25	R <sub>k1</sub>	24,2	40,0	51,6	70,6	103,0	162,3	279,5
	R <sub>k2</sub>	17,0	23,0	25,7	28,8	32,5	37,0	42,5
	R <sub>k3</sub>	21,7	23,3	24,1	25,0	26,2	27,8	29,9
	R <sub>k4</sub>	10,9	11,6	12,0	12,5	13,1	13,9	14,9
50	R <sub>k1</sub>	46,5	72,1	90,2	119,1	167,5	253,8	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	31,4	41,8	46,3	51,4	57,4	64,6	73,3
	R <sub>k3</sub>	41,2	42,7	43,5	44,5	45,7	47,2	49,3
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
75	R <sub>k1</sub>	68,7	104,1	128,8	167,6	231,9	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	45,8	60,6	66,8	74,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
100	R <sub>k1</sub>	91,0	136,2	167,4	216,2	296,4	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	60,2	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
200	R <sub>k1</sub>	179,9	264,5	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
400	R <sub>k1</sub>	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0

**Leyenda:**

- R<sub>k1</sub>: resistencia a compresión (fallo por hundimiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k2</sub>: resistencia a tracción (fallo por arrancamiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k3</sub>: resistencia a esfuerzos horizontales [kN]
- R<sub>k4</sub>: resistencia a flexión [kN·m]

**Notas:**

- Las dimensiones de las barras de acero consideradas en la tabla son: diámetro exterior = 42,9 mm; espesor = 2,9 mm; longitud = 1.200 mm.

**Tabla B.3:** Prestaciones de Piloedre®.

		Prestaciones de Piloedre®(R <sub>k1</sub> , R <sub>k2</sub> , R <sub>k3</sub> , R <sub>k4</sub> )						
Cohesión (C) [kPa]	Característica esencial	Densidad del terreno (γ) [kN/m <sup>3</sup> ] = 17,50				Profundidad de la cimentación [m] = 0,50		
		Ángulo de rozamiento interno (φ) [°]						
		0	15	20	25	30	35	40
0	R <sub>k1</sub>	---	14,4	23,6	39,6	68,9	125,7	244,5
	R <sub>k2</sub>	---	6,8	8,2	9,9	12,1	14,4	14,4
	R <sub>k3</sub>	---	6,2	7,4	8,9	10,9	13,4	16,7
	R <sub>k4</sub>	---	3,1	3,7	4,5	5,4	6,7	8,3
1	R <sub>k1</sub>	4,6	15,8	25,3	41,7	71,6	129,5	250,3
	R <sub>k2</sub>	4,6	7,6	9,1	10,8	13,1	16,0	17,9
	R <sub>k3</sub>	4,4	6,9	8,2	9,7	11,7	14,2	17,4
	R <sub>k4</sub>	2,2	3,5	4,1	4,9	5,8	7,1	8,7
5	R <sub>k1</sub>	8,6	21,4	31,9	49,9	82,3	144,5	273,2
	R <sub>k2</sub>	6,9	10,6	12,3	14,4	17,7	20,4	24,7
	R <sub>k3</sub>	7,5	10,0	11,3	12,8	14,8	17,3	20,6
	R <sub>k4</sub>	3,7	5,0	5,6	6,4	7,4	8,6	10,3
10	R <sub>k1</sub>	13,6	28,4	40,1	60,1	95,8	163,4	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	9,8	14,4	16,4	18,0	22,1	25,9	30,9
	R <sub>k3</sub>	11,4	13,9	15,2	17,0	18,3	21,2	24,4
	R <sub>k4</sub>	5,7	7,0	7,6	8,3	9,3	10,6	12,0
25	R <sub>k1</sub>	28,6	49,2	64,9	90,8	136,1	219,9	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	18,5	25,6	28,8	32,5	37,0	42,5	49,4
	R <sub>k3</sub>	23,1	25,6	26,8	28,4	30,3	32,8	36,1
	R <sub>k4</sub>	11,5	12,8	13,4	14,2	15,2	16,4	18,0
50	R <sub>k1</sub>	53,5	84,0	106,2	142,1	203,2	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	32,9	44,4	49,4	55,1	62,0	70,2	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	42,5	44,0	46,3	47,8	49,8	52,3	55,5
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
75	R <sub>k1</sub>	78,5	118,7	147,5	193,3	270,4	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	47,3	63,1	69,9	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
100	R <sub>k1</sub>	103,4	153,5	188,8	244,6	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
200	R <sub>k1</sub>	203,2	292,6	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0
400	R <sub>k1</sub>	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0	> 300,0
	R <sub>k2</sub>	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0	> 75,0
	R <sub>k3</sub>	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0	> 60,0
	R <sub>k4</sub>	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0	> 18,0

**Leyenda:**

- R<sub>k1</sub>: resistencia a compresión (fallo por hundimiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k2</sub>: resistencia a tracción (fallo por arrancamiento del bloque de hormigón) [kN]
- R<sub>k3</sub>: resistencia a esfuerzos horizontales [kN]
- R<sub>k4</sub>: resistencia a flexión [kN·m]

**Notas:**

- Las dimensiones de las barras de acero consideradas en la tabla son: diámetro exterior = 42,9 mm; espesor = 2,9 mm; longitud = 1.200 mm.

**Tabla B.4:** Prestaciones de Piloedre®.

Desplazamiento de la cimentación bajo una carga de compresión ( $\delta$ ) [cm]								
Carga de compresión [kN]	Módulo de Winkler (K) [kg/cm <sup>3</sup> ]							
	0,5	1	2	3	4	5	10	20
2	0,67	0,33	0,17	0,11	0,08	0,07	0,03	0,02
5	1,67	0,83	0,42	0,28	0,21	0,17	0,08	0,04
10	3,33	1,67	0,83	0,56	0,42	0,33	0,17	0,08
15	5,00	2,50	1,25	0,83	0,63	0,50	0,25	0,13
20	6,67	3,33	1,67	1,11	0,83	0,67	0,33	0,17
25	8,33	4,17	2,08	1,39	1,04	0,83	0,42	0,21
30	10,00	5,00	2,50	1,67	1,25	1,00	0,50	0,25
40	13,33	6,67	3,33	2,22	1,67	1,33	0,67	0,33
50	16,67	8,33	4,17	2,78	2,08	1,67	0,83	0,42
75	25,00	12,50	6,25	4,17	3,13	2,50	1,25	0,63
100	33,33	16,67	8,33	5,56	4,17	3,33	1,67	0,83

**Notas:**

- Los valores superiores a 2,50 cm se resaltan en rojo en la tabla.
- La carga de compresión es un valor característico (sin factores de seguridad aplicados).

**Tabla B.5:** Carga máxima de compresión para un desplazamiento definido de la cimentación.

## ANEXO C: MÉTODOS DE CÁLCULO

### C.1 Resistencia a compresión (fallo por hundimiento de la cimentación)

La resistencia al hundimiento de la cimentación debe ser calculada como la suma de la resistencia al hundimiento del bloque de hormigón (apartado C1.1) y la resistencia a hincamiento de las barras de acero (apartado C1.2).

#### C.1.1 Resistencia al hundimiento del bloque de hormigón

La resistencia al hundimiento del bloque de hormigón debe ser calculada utilizando el método basado en la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi y considerando las propiedades del terreno.

El bloque de hormigón activa tensiones y deformaciones sólo en los primeros 2 m por debajo del kit. Por ello, el bloque de hormigón se puede considerar como una cimentación superficial, con su forma particular, y su mecanismo de resistencia se puede simular utilizando los mecanismos de fallo tradicionales basados en la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi.

Para fines de cálculo, el bloque de hormigón se puede considerar equivalente a una cimentación superficial con su plano de apoyo en la base del bloque de hormigón y cuyas dimensiones son variables en función del coeficiente de fricción del terreno.

Los factores de capacidad de carga  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son función del ángulo de rozamiento interno del terreno  $\phi$ .

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi} \quad (\text{ecuación 1})$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi \quad (\text{ecuación 2})$$

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \phi \quad (\text{ecuación 3})$$

La capacidad última de carga del terreno ( $q_u$ ) [kN/m<sup>2</sup>] se obtiene de la ecuación de capacidad de carga de Terzaghi.

$$q_u = p_0 \cdot N_q + c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{ecuación 4})$$

$$q_a = \frac{q_u}{\gamma_R} \quad (\text{ecuación 5})$$

$$R_c = q_a \cdot B^2 \quad (\text{ecuación 6})$$

Donde:

$q_a$ : capacidad de carga permitida del terreno [kN].

$R_c$ : resistencia al hundimiento del bloque de hormigón [kN].

$\gamma_R$ : coeficiente de seguridad.

Parámetros del terreno y del kit de cimentación necesarios para el diseño:

- Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ ).
- Cohesión ( $c$ ).

- Densidad del suelo ( $\gamma$ ).
- Sobrecarga sobre el terreno adyacente a la cimentación ( $p_0$ ).
- Ancho transversal del bloque de hormigón (B).

### C.1.2 Resistencia a hincamiento de las barras de acero

Se asume un mecanismo resistente similar al mecanismo de punta de una cimentación profunda. Se determina la resistencia por punta.

Las barras de anclaje se discretizan en secciones para obtener la variación de las prestaciones del terreno en función de la profundidad.

Se aplica un coeficiente reductor de 0,7 a la resistencia a hincamiento ( $R_p$ ), debido al hincamiento longitudinal y no puntual de las barras.

$$R_s = 0,7 \cdot R_p \quad (\text{ecuación 7})$$

Donde:

$R_s$ : resistencia a hinchamiento descendente de las barras de acero.

$R_p$ : resistencia asumida por la punta.

$$R_p = (q_{pf} + q_{pc}) \cdot A_p \quad (\text{ecuación 8})$$

Donde:

$q_{pf}$ : resistencia friccional por punta de una barra.

$q_{pc}$ : resistencia cohesiva por punta de una barra.

$A_p$ : área de la punta. Para barras inclinadas se considera la proyección horizontal.

$$q_{pf} = f_p \cdot \sigma'_{vp} \cdot N_q \leq 20 \text{ MPa} \quad (\text{ecuación 9})$$

Donde:

$f_p$  (factor correctivo) = 3.

$\sigma'_{vp}$ : presión vertical efectiva a nivel de punta antes de la instalación de la barra. Se utiliza el valor de la densidad del terreno ( $\gamma$ ).

$N_q$ : factor de capacidad de carga.

$$q_{pc} = N_p \cdot c_u \quad (\text{ecuación 10})$$

Donde:

$N_p$ : depende del empotramiento de la barra. Se supone un valor de 9.

$c_u$ : resistencia a cortante del terreno sin drenaje. Es equivalente a la cohesión.

Esta resistencia se calcula para una barra de anclaje y se multiplica por las cuatro barras de anclaje de cada cimentación.

## C.2 Resistencia a tracción (fallo por arrancamiento de la cimentación)

La resistencia a tracción se obtiene a partir de la tensión horizontal que admite el terreno ( $\sigma_h$ ) determinada por la ecuación 12 (apartado C2.1) y de la limitación debida al peso del terreno por encima de las barras (T) determinada por la ecuación 13 (apartado C2.2).

La resistencia a tracción es la menor entre  $\sigma_h/3$  y T.

$$R_T = \min \left\{ \frac{\sigma_h}{3}; T \right\} \quad (\text{ecuación 11})$$

Donde:

$R_T$ : resistencia a tracción (fallo por arrancamiento de la cimentación).

$\sigma_h$ : tensión horizontal que admite el terreno.

T: peso de terreno por encima de las barras.

### C.2.1 Tensión horizontal que admite el terreno ( $\sigma_h$ )

Se asume un comportamiento tensión-deformación pseudo-elástico del terreno, de modo que cada tensión de compresión (N) causa una tensión de tracción (T) en el plano perpendicular que cumple  $T = 0,3 \cdot N$ .

La aparición de una fisura vertical significa que se supera la presión lateral del terreno, lo que corresponderá con una situación pasiva dado que es necesario que el terreno se abra para dejar pasar las barras a través de él.

La relación de Bell para terrenos con cohesión y situaciones pasivas se utiliza para calcular el empuje total lateral del terreno.

$$\sigma_h = K_p \cdot \sigma_v + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \quad (\text{ecuación 12})$$

Donde:

$\sigma_h$ : tensión horizontal.

$K_p$ : coeficiente de empuje pasivo del terreno ( $K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$ );  $\phi$ : ángulo de rozamiento interno.

$\sigma_v$ : tensión vertical ( $\sigma_v = h \cdot \gamma$ ); h: profundidad;  $\gamma$ : densidad del terreno.

c: cohesión.

Cuando la carga vertical (F) excede un tercio de la tensión horizontal ( $\sigma_h/3$ ) el terreno se abre y las barras lo atraviesan.

### C.2.2 Peso del terreno por encima de las barras (T)

Adicionalmente, la carga máxima vertical que las barras pueden transmitir al terreno está limitada por el peso del terreno por encima de las barras. Este volumen de terreno corresponde con una cuña con un ángulo de inclinación de  $30^\circ$  respecto a la vertical, cuya arista está en contacto con la barra. La adhesión de esta cuña al terreno está basada en la cohesión del terreno. En consecuencia, la carga máxima vertical (T) se define según:

$$T = 2 \cdot c \cdot \frac{\cos \phi}{1 + \sin \phi} \quad (\text{ecuación 13})$$

Donde:

c: cohesión.

$\phi$ : ángulo de rozamiento interno.

La fórmula de la ecuación 13 se obtiene a partir de la aplicación de la teoría de Mohr-Coulomb para esfuerzos de tracción puros.

### C.3 Resistencia a flexión

La resistencia a flexión se basa en la resistencia a hincamiento lateral de las barras de anclaje, que se calcula empleando las fórmulas para resistencia a hincamiento lateral de pilotes.

Las barras de anclaje se discretizan en secciones para obtener la variación de las prestaciones del terreno en función de la profundidad.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$s(z) = \left( 9 \cdot c + 3 \cdot \gamma \cdot z \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \cdot D \quad (\text{ecuación 14})$$

Donde:

s(z): resistencia lateral a hincamiento en función de la profundidad (z).

c: cohesión.

$\gamma$ : densidad del terreno.

z: profundidad.

$\phi$ : ángulo de rozamiento interno.

D: proyección vertical de la sección transversal de las barras de anclaje.

### C.4 Resistencia a esfuerzos horizontales

La resistencia a esfuerzos horizontales se calcula como la suma de la resistencia al desplazamiento lateral del bloque de hormigón (apartado C.4.1) y la resistencia a hincamiento lateral de las barras de anclaje (apartado C.4.2).

#### C.4.1 Resistencia al desplazamiento lateral del bloque de hormigón

Para el cálculo de la resistencia al desplazamiento lateral del bloque de hormigón se utiliza la metodología basada en la presión lateral del terreno.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$R_1 = \left( 9 \cdot c + 3 \cdot \gamma \cdot z \cdot \left( \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \right) \cdot S \quad (\text{ecuación 15})$$

Donde:

c: cohesión.

$\gamma$ : densidad del terreno.

z: profundidad del punto medio de la cara del bloque de hormigón que ejerce presión sobre el terreno.

$\phi$ : ángulo de rozamiento interno.

S: superficie del bloque de hormigón que presiona el terreno.

#### C.4.1 Resistencia lateral a hincamiento de las barras de anclaje

La resistencia lateral a hincamiento de las barras de anclaje se calcula empleando la misma metodología utilizada en el apartado C.3.

#### C.5 Carga máxima a compresión para un desplazamiento definido de la cimentación

El módulo de Winkler mide la rigidez de un terreno (K) y proporciona una relación entre la carga vertical aplicada (F), el área de contacto entre la superficie del terreno en el que se aplica la carga (A) y el desplazamiento vertical alcanzado ( $\delta$ ).

$$K = \frac{F}{\delta \cdot A} \quad (\text{ecuación 16})$$

Se utilizarán los valores disponibles en la literatura para el módulo de Winkler para una superficie definida  $K_{30}$  ( $A = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ) en función de los distintos tipos de terreno. El terreno se define por el coeficiente de rozamiento interno ( $\phi$ ) y la cohesión (c).

El módulo de Winkler para las dimensiones equivalentes (K) se obtiene de la aplicación de las dimensiones equivalentes del módulo de Winkler ( $K_{30}$ ).

La carga máxima aplicable a compresión ( $F_{\max}$ ) se obtiene de la ecuación (16), en la que se emplea el valor de K obtenido de las propiedades del terreno, donde  $\delta$  es el desplazamiento dado de la cimentación y A es el área equivalente de la cimentación.

#### C.6 Carga máxima a compresión que permite la reutilización de las barras de anclaje

La carga máxima a compresión que permite la reutilización de las barras de anclaje se determina mediante el cálculo del momento flector máximo de las barras de acero, bajo las siguientes hipótesis:

- Se desarrolla el mismo mecanismo resistente que en la resistencia a compresión (fallo por hundimiento del bloque de hormigón).

Se aplica el siguiente procedimiento:

- El momento resistente flector máximo de las barras de anclaje se calcula con los materiales y geometría de las barras, bajo la consideración de empotramiento de las barras en el bloque de hormigón. Se aplica una reducción del 30 % del momento flector calculado.

El momento resistente flector máximo se compara con el momento flector debido a las cargas aplicadas, calculado bajo las siguientes hipótesis:

- El momento flector debido a las cargas aplicadas se encuentra distribuido a lo largo de la barra de anclaje, alcanzando su valor máximo en el punto de contacto entre el bloque de hormigón y la barra.
- Las barras de anclaje se encuentran empotradas en el bloque de hormigón.

#### C.7 Carga máxima a tracción que permite la reutilización de las barras de anclaje

La carga máxima a tracción que permite la reutilización de las barras de anclaje se determina mediante el cálculo del momento flector máximo de las barras de acero, bajo las siguientes hipótesis:

- Se desarrolla el mismo mecanismo resistente que en la resistencia a tracción (fallo por arrancamiento del bloque de hormigón).

Se aplica el mismo procedimiento que en el apartado C.6.

## **C.8 Protección contra la corrosión**

- Bloque de hormigón

De acuerdo con EN 1992-1-1, el bloque de hormigón es apto para las siguientes clases y subclases generales y específicas de exposición: X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XS1, XD1, XF1, XF3, XA1 y XA2.

- Barras de acero

El espesor de galvanizado en caliente, determinado caso por caso para cada tipo de terreno donde el kit se instala para la vida útil esperada, debe ser apropiado para la pérdida de espesor debida a la corrosión de acuerdo con la tabla 4.1 de EN 1993-5.

El valor mínimo de espesor medio y local del galvanizado en caliente de las barras de acero de acuerdo con UNE-EN ISO 1461 es 70  $\mu\text{m}$  y 55  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

## **C.9 Prevención de fisuración en los bloques de hormigón**

La fisuración de los bloques de hormigón se calcula caso por caso para cada obra de construcción en función de la carga aplicada, del tipo de esfuerzo aplicado y de las características del bloque de hormigón.