

1. Ambito de aplicación

Cimentaciones de edificios de estructura porticada, mediante grupos de pilote de hormigón armado ejecutado in situ, de sección circular, dispuestos verticalmente en el terreno bajo los soportes del edificio; enterrados en su totalidad y ejecutados mediante extracción de las tierras o desplazamiento de las mismas, con profundidades comprendidas entre los 8 diámetros y los 60 centímetros y no mayores de 40 m. Los encepados de los grupos y elementos de arriostramiento se tratan en el NTE "CPE-Cimentaciones. Pilotes. Encepados"

2. Información previa

Estructural

Planos de la estructura del edificio y tipo de estructura.
Solicitaciones a que se encuentran sometidos los grupos de pilotes.

Geotécnica

Informe geotécnico según NTE "CEG-Cimentaciones. Estudios Geotécnico Profundidad estimada para la cimentación.

Del entorno

Cargas que actúan en el terreno de las inmediaciones.

3. Criterio de diseño

Estratos

Identificación, a efectos de esta NTE, de los estratos del terreno de cimentación en función de su naturaleza según clasificación de Casagrande, obtenida del Informe Geotécnico.

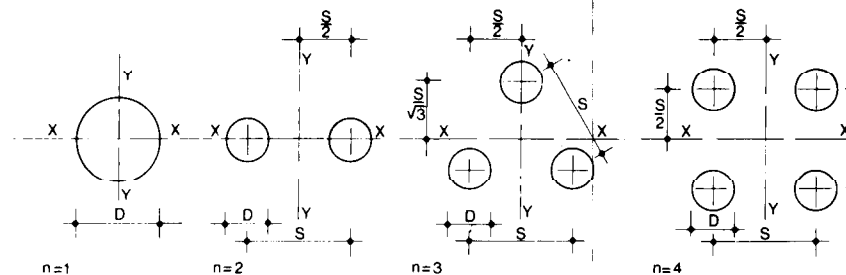
Naturaleza del estrato	Identificación del terreno
Roca sana, masiva o diaclasada	Roca
GW, GP, GS, GC o GM Roca milonitizada	Granular de gravas
SW, SP, SM o SC Roca descompuesta	Granular de arenas
ML, CL, OL, MH, CH, u OH	Coherente

Grupo de pilotes

Compuesto por n pilotes de igual diámetro D, longitud L, dispuestos en el terreno con separaciones entre ejes S, y con tipo de Hormigonado y Cemento. Los parámetros n.D.L.S. se determinan en el apartado de Cálculo.

Disposición de los n pilotes

Las disposiciones de los pilotes se ajustarán a los esquemas siguientes:



La disposición de n=1 es de aplicación únicamente cuando el diámetro D del pilote sea igual o superior a 100 cm.

Tipología de diámetros

En función del sistema de puesta en obra se consideran los siguientes diámetros.

Sistema de puesta en obra	Diámetro D, en cm							
Pilotes de extracción	—	35	45	55	65	85	100	1
Pilotes de desplazamiento	30	35	45	55	65	—	—	

Tipo de Hormigonado

En seco.

Para pilotajes en terrenos cuyo nivel freático está por debajo de la profundidad de la punta de los pilotes; o cuando se consiga dejar en seco la perforación durante la operación de hormigonado mediante una entubación.

En agua.

Para pilotajes en terrenos cuyo nivel freático está por encima de la profundidad de la punta de los pilotes y los no incluidos en el caso anterior.

El hormigonado en lodos tixotrópicos, se considerará a estos efectos como en agua.

Tipo de Cemento

Portland-P.

De aplicación cuando la agresividad del terreno o del agua freática, según el Informe Geotécnico, sea nula o débil.

Puzolánico-PUZ.

De aplicación cuando, la agresividad del terreno según el Informe Geotécnico sea moderada, o en ambientes marinos.

Portland resistente al yeso-PAS.

De aplicación cuando el terreno o el agua freática tengan alto contenido en yeso y estén exentos de sulfato magnésico.

Elección del pilotaje

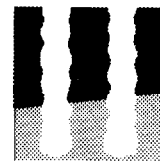
El siguiente cuadro permite hacer, con carácter orientativo, la elección del pilotaje recomendable, en función de la naturaleza de los estratos de terreno, de la relación entre la resistencia por punta P y la resistencia por fuste F, obtenidas en el apartado de Cálculo, de la carga media por pilar y del número de pilares del edificio.

El tipo de pilotaje más adecuado coincide con la puntuación más alta, suma de la puntuación básica y de los sumandos correctores.

Terreno de cimentación		Puntuación								
Relación entre P y F	$P > 3F$	Estrato de apoyo. Roca sana masiva 10-20 o diaclasada a profundidad, en m, 20-40 entre	3	1	4	3	2	3	2	Puntuación básica
			2	0	3	3	2	2	1	
		Estrato de apoyo. Coherente de consistencia dura a profundidad, en m, 20-40 entre	3	3	3	3	2	4	3	
	$P \leq 3F$	Estrato de apoyo. Granular de gravas 10-20 o arenas compactas a profundidad, 20-40 en m, entre	4	4	2	3	2	2	3	
			3	3	2	2	2	2	2	
		Estrato coherente de consistencia media prácticamente homogéneo en profundidad	2	2	2	2	2	2	2	
		Estrato coherente de consistencia firme o muy firme prácticamente homogéneo en profundidad	2	2	4	1	3	5	4	
		Estratos alternados coherentes medios y granulares sueltos en profundidad	3	4	2	3	2	2	3	
		Estrato granular de gravas finas o arenas sueltas en profundidad	3	5	1	2	1	NO	1	
		Estrato granular de gravas en profundidad	2	3	3	2	2	2	3	
Atraviesa antes de llegar a las capas portantes o en las mismas									Sumandos correctores	
	Capas de gravas sin cementar, capas finas de areniscas, etc. bolos pequeños	-1,5	-1,0	+1,0	+1,0	+0,5	+0,5	+0,5		
	Bolos grandes, cimientos antiguos, gravas cementadas	NO	NO	+1,5	+1,5	+0,5	NO	NO		
	Capas de terreno granular fino en presencia de agua	-1,5	-1,0	-1,5	+0,5	-1,5	-2,0	-1,5		
	Flujo de agua en el terreno	-2,0	-1,5	-2,0	0,0	-2,0	NO	-2,0		
	Medio agresivo para el hormigón fresco	-2,0	-1,5	-2,5	0,0	-2,0	-2,5	-2,0		
Carga media por pilar de la estructura, en t	0-200	+0,5	+0,5	+1,0	+1,0	+0,5	0,0	+0,5		
	200-500	0,0	0,0	+0,5	+0,5	0,0	+0,5	0,0		
Número de pilares del edificio	< 20	-1,0	-1,0	+2,0	+1,0	+0,5	+0,5	+1,0		
	20-100	0,0	0,0	+1,0	+0,5	0,0	+0,5	+0,5		
	> 100	+0,5	-0,5	0,0	0,0	-0,5	+1,0	0,0		
		CPI-2	CPI-3	CPI-4	CPI-5	CPI-6	CPI-7	CPI-8		
		Especificación								

La indicación NO en el cuadro, equivale a considerar que no debe emplearse el tipo de pilotaje a que se hace referencia en las circunstancias que se consideran.

Pilotes In situ



CP

Foundations. Cast-in place piles. Design

1977

Especificación

CPI- 2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-2

Usualmente como pilotaje de poca profundidad trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno, después de atravesar capas blandas.
También como pilotaje trabajando por fuste y punta en terreno granulares medios o flojos, o en terrenos de capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

CPI- 3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-3

Usualmente como pilotaje trabajando por fuste en terrenos granulares de compacidad media o en terrenos con capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

CPI- 4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-4

Usualmente como pilotaje de poca profundidad trabajando por punta, apoyado en roca.
También como pilotaje trabajando por fuste en terreno coherente de consistencia firme, prácticamente homogéneo.

CPI- 5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C-Hormigonado-Cemento

CPI-5

Usualmente como pilotaje trabajando por punta apoyado en roca o capas duras de terreno y siempre que se atraviesen capas de terreno incoherente fino en presencia de agua, o exista flujo de agua y en algunos casos con capas de terreno coherente blando; cuando existan capas agresivas al hormigón fresco.
Camisa.

Se utilizará para proteger un tramo de los pilotes a la acción de un terreno agresivo al hormigón fresco o a un flujo de agua. La longitud C del tubo que constituye la camisa, será tal que sus paredes desde la boca de la perforación profundice dos diámetros por debajo de la capa peligrosa.

CPI- 6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-6

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno.
Cuando se atraviesen capas blandas que se mantengan sin desprendimientos por efecto de los lodos.

CPI- 7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-7

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en capas de terreno coherente duro.
También como pilotaje trabajando por fuste en terreno coherente de consistencia firme prácticamente homogéneo o coherente de consistencia media en el que no se produzcan desprendimientos de las paredes.

CPI- 8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena -n-D-L-S-Hormigonado-Cemento

CPI-8

Usualmente como pilotaje trabajando por punta, apoyado en roca o capas duras de terreno.
También como pilotaje trabajando por fuste y punta en terrenos de compacidad o consistencia media, o en terrenos de capas alternadas coherentes y granulares de alguna consistencia.

4. Planos de obra

CPI-Plantas

Representación de cada grupo de pilotes numerado, en la planta de cimentación con indicación de la especificación utilizada.
Relación de la especificación correspondiente a cada grupo numerado, con expresión del valor dado a sus parámetros.

Escala

1:100

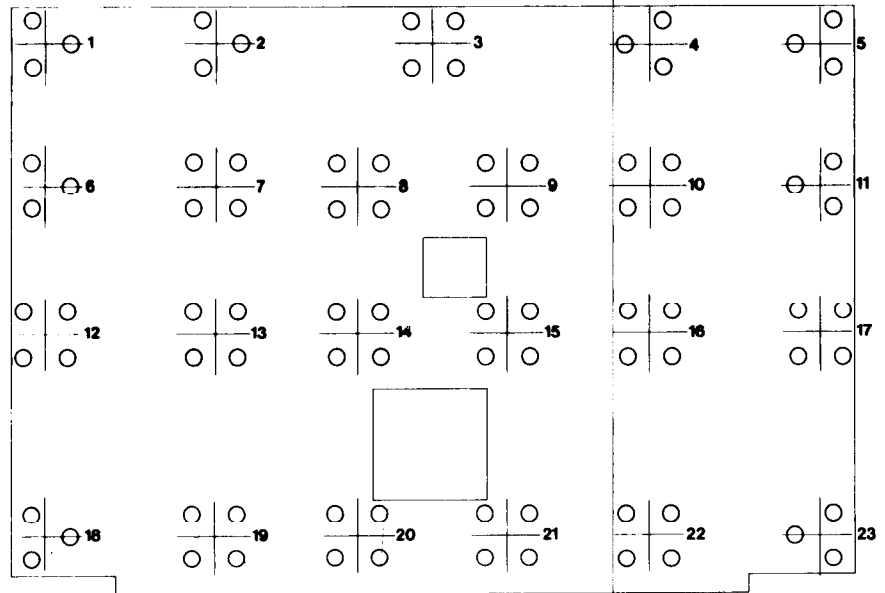
CPI-Detalles

Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:20

5. Esquema

Esquema realizado con expresión en planta de los pilotes e indicación de la especificación utilizada.



Planta

Especificación	Grupo de pilotes	n	D cm	L m	C m	S cm	Hormigonado	Cemento
CPI-4	1, 2, 4, 5, 6, 11, 18	3	45	21		90	En seco	Portland-P
	3, 8, 9, 12, 19, 20	4	45 ⁵⁶	21		90	En seco	Portland-P
	7, 10, 13, 14, 15, 16	4	65	21		130	En seco	Portland-P
CPI-5	23	3	45	21	16	90	En agua	Portland-P
	17, 21, 22	4	45	21	16	90	En agua	Portland-P

1. Bases de cálculo

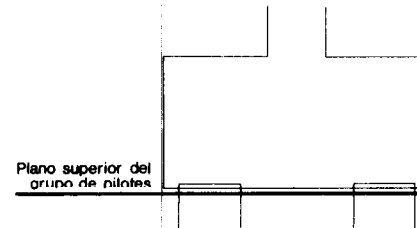
Solicitaciones en el grupo de pilotes

Conjunto de esfuerzos, sin mayorar, a que se encuentra sometido el grupo de pilotes en su plano superior, según se indica en el esquema adjunto.

Q Carga axial resultante sobre el grupo, en t.

Mx Momento resultante respecto al eje x del grupo, en mt.

My Momento resultante respecto al eje y del grupo, en mt.



Los ejes x e y a los que se hace referencia, son los indicados en el apartado de Diseño para cada grupo de n pilotes.

Si Mx y/o My son nulos, significa que dichos momentos han sido equilibrados a nivel de encepados, por elementos estructurales dispuestos al efecto.

Limitaciones en los esfuerzos horizontales.

Son los esfuerzos debidos al viento y efectos sísmicos.

Las soluciones constructivas y el cálculo del pilotaje en la presente NTE, ha posible, al prescindir de la consideración de dichos esfuerzos horizontales siempre que la máxima componente horizontal sea inferior al 5% de la componente vertical compatible con ella.

Características de los materiales

Hormigón: H-175. Resistencia característica a compresión a los 28 días, 1 kg/cm².

Acero: AE-42 en barras corrugadas. Límite elástico 4.200 kg/cm².
AE-22L en barras lisas. Límite elástico 2.200 kg/cm².

Características del terreno

Características del terreno de cimentación, por estrato:

- Naturaleza y estado natural.
- Posición de los niveles freáticos.
- Características mecánicas definidas por alguna de las siguientes determinaciones:

Ru Tensión de rotura a compresión simple, en kg/cm².

Rp Resistencia a la penetración estática, en kg/cm².

N Número de golpes en el ensayo estandar de penetración dinámica.

Esfuerzos laterales en el pilotaje

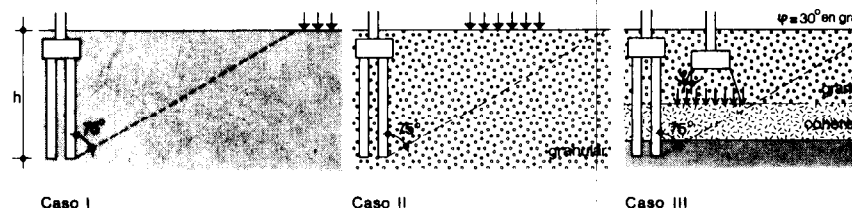
Esfuerzos laterales sobre los pilotes, producidos por cargas actuando en terreno de las inmediaciones.

El cálculo de esta NTE es de aplicación en los siguientes casos:

Caso I. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes $\geq h \cdot \text{tg } 75^\circ$, de acuerdo con el esquema adjunto.

Caso II. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes $< h \cdot \text{tg } 75^\circ$ y el terreno es granular, de acuerdo con el esquema adjunto.

Caso III. Cuando las cargas están situadas a una distancia de los pilotes $< h \cdot \text{tg } 75^\circ$, el terreno contiene alguna capa coherente, y la carga unitaria aplicada sobre ella es igual o menor de vez y media su resistencia a compresión simple, de acuerdo con el esquema adjunto.



Rozamiento negativo

El cálculo de esta NTE es de aplicación cuando el rozamiento negativo sobre los pilotes es producido por la consolidación de una capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda, debida a:

- Caso a) Colocación reciente de un relleno sobre dicha capa.
- Caso b) Asentamiento de la capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda, por tratarse de un relleno reciente.
- Caso c) Hincas de pilotes, cuando la capa de terreno coherente de consistencia blanda o muy blanda tenga susceptibilidad tixotrópica elevada, en general con contenido de humedad igual o mayor que el límite líquido.
- Caso d) Rebajamiento reciente del nivel piezométrico del agua freática.

Estrato de roca de pequeño espesor

Cuando el Informe Geotécnico indique la existencia de capas de terreno granular o coherente por debajo de un estrato de roca que tenga un espesor menor de 4D por debajo de la punta de los pilotes del grupo, se precisa un estudio especial, no contemplado en el Cálculo de esta NTE, para comprobar la resistencia al hundimiento de dicha capa y el posible punzonamiento del estrato de roca.

Capas blandas

Cuando el Informe Geotécnico indique la existencia de capas de terreno de consistencia blanda, o muy blanda, o de compacidad suelta, o muy suelta, por debajo de la profundidad estimada para la cimentación al determinar la profundidad de la campaña de reconocimiento, se precisa un estudio especial, no contemplado en el Cálculo de esta NTE, para comprobar la resistencia al hundimiento de dicha capa y los posibles asientos suplementarios.

2. Proceso de cálculo

El número de pilotes del grupo n , el diámetro D , en cm, la longitud L , en m, la separación entre ejes de pilotes del grupo S , en cm, y la resistencia estructural T , en t, se determinan de forma que se cumplan las relaciones siguientes: $E \leq c(P + F)$ y $E \leq c'T$

Siendo:

- E Carga axil equivalente determinada en la Tabla 1.
- c Coeficiente determinado en la Tabla 2.
- P Resistencia de un pilote por punta, determinada en las Tablas 3 a 6, para cada tipo de terreno.
- F Resistencia de un pilote por fuste, determinada en las Tablas 7 a 9, para cada tipo de terreno.
- c' Coeficiente determinado en la Tabla 15.
- T Resistencia estructural de un pilote determinado en la Tabla 16.

Rozamiento negativo

En los pilotes con rozamiento negativo se comprobará, además:

$$\text{Si } P > 3F; E \leq c(P + F \cdot R_1), \text{ y } E \leq c'(T - 0,4 R_1)$$

$$\text{Si } P \leq 3F; E \leq c(P + F \cdot R_2), \text{ y } E \leq c'(T - 0,4 R_2)$$

Siendo:

- R_1 Rozamiento negativo determinado en las Tablas 10 y 11, para cada caso.
- R_2 Rozamiento negativo determinado en la Tabla 12.

Comprobación de asientos

Cuando la punta de los pilotes del grupo no quede dispuesta en roca, o en terreno granular de compacidad densa o muy densa sin capas por debajo de menor compacidad, se comprobará que los asientos, determinados para cada tipo de terreno en las Tablas 13 y 14, son admisibles.

El asiento total máximo admisible se determina en el siguiente cuadro en función del tipo de estructura de la modulación media entre apoyos de la misma y del tipo de terreno de cimentación.

Tipo de estructura	Modulación media entre apoyos, en m	Terreno	
		Granular	Coherente
De hormigón armado de gran rigidez	5	25	35
	7	35	50
	10	50	75
De hormigón armado de pequeña rigidez. De acero, hiperestática	5	45	60
	7	55	85
	10	80	120
De acero, isostática	5	60	90
	7	75	125
	10	100	180

Asiento total máximo admisible A, en mm

Separación entre ejes de pilotes

La separación entre ejes de pilotes del grupo dependiendo de la forma de trabajo calculada se determina en la Tabla 17.

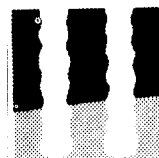


NTE

Cálculo

Pilotes In situ

Foundations. Cast in place piles. Calculation



CP

1977

3. Cálculo de n, D y L

Predimensionado

El predimensionado de n y D de un grupo de pilotes, se concreta con la aplicación de las condiciones siguientes:

a) La relación que se establece en el cuadro adjunto entre el número de pilotes n, el diámetro D en cm, de los mismos y la carga axil Q en t.

Número de pilotes n	Carga axil Q, en t															
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550
1							100	100	100	100	125	125	125	125		
2	30	35	45	55	55	55	65	65	65	85	85	85	85	100	100	100
3	30	30	35	45	45	45	55	55	55	65	65	65	85	85	85	85
4	30	30	35	45	45	45	45	55	55	55	55	65	65	65	65	65

Diámetro D, en cm

b) Las limitaciones que tiene el grupo de pilotes para absorber los momentos M_x y M_y , según varíe el número n, de los pilotes.

Si se utiliza n=1, que $M_x = M_y = 0$

Si se utiliza n=2, que $M_x = 0$

Si se utiliza n=3, que $M_x \geq 1,75 M_y$

Si se utiliza n=4, no existe limitación específica dada la doble simetría del grupo.

Se tomarán para M_x y M_y los valores de la combinación posible más desfavorable.

El predimensionado de la longitud L en m, de los pilotes del grupo, se fija a partir de la profundidad estimada para el pilotaje al determinar la profundidad de la campaña de reconocimiento en la NTE "CEG -Cimentaciones. Estudio Geotécnicos"

Carga axil equivalente E

La carga axil equivalente E, en t, del grupo de n pilotes, se determina en la Tabla 1 en función del diámetro de los pilotes D en cm, de la carga axil Q, en t, y del momento equivalente M, en mt.

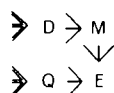
El valor del momento M, en mt, se establece a continuación, en función del número de pilotes del grupo n, y de los momentos M_x y M_y , en mt, de manera que:

Si n = 2, $M = M_y$

Si n = 3, $M = 1,75 M_x$

Si n = 4, $M = M_x + M_y$

Tabla 1



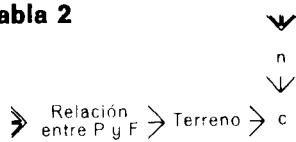
		Momento equivalente M, en mt														
Diámetro D, en cm	30	35	45	55	65	85	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
	30	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0				
35	0	1,7	3,5	5,2	7,0	8,7	10,5	12,2	14,0	15,7	17,5					
45	0	2,2	4,5	6,7	9,0	11,2	13,5	15,7	18,0	20,2	22,5					
55	0	2,7	5,5	8,2	11,0	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5					
65	0	3,2	6,5	9,7	13,0	16,2	19,5	22,7	26,0	29,2	32,5					
85	0	4,2	8,5	12,7	17,0	21,2	25,5	29,7	34,0	38,5	42,5					
100	0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0					
Carga axil Q, en t	50	50	55	60												
	75	75	80	85	90											
	100	100	105	110	115	120										
	125	125	130	135	140	145	150									
	150	150	155	160	165	170	175	180								
	175	175	180	185	190	195	200	205	210							
	200	200	205	210	215	220	225	230	235	240						
	225	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270					
	250	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300				
	275	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325				
	300	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350				
350	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400					
400	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450					
450	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500					
500	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550					
550	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595						

Carga axil equivalente E, en t

Coeficiente c

El coeficiente c, se determina en la Tabla 2, en función de la relación entre la resistencia de un pilote por punta P y la resistencia por fuste F, del terreno, y del número de pilotes del grupo n.

Tabla 2



Relación entre P y F	Terreno	Número de pilotes del grupo, n			
		1	2	3	4
$P > 3 F$	cualquiera	0,33	0,67	1,00	1,33
$P \leq 3 F$	granular	0,33	0,67	1,00	1,33
	coherente	0,29	0,57	0,86	1,14

Coeficiente c

Resistencia por punta P

La resistencia de un pilote por punta P, en t, se determina a continuación para cada tipo de terreno.

Roca

El valor de P, en t, se determina en la Tabla 3, en función del tipo de roca, de la penetración en número de diámetros y del diámetro del pilote D, en cm.

Tabla 3



Tipo de roca	Penetración en número de diámetros	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
Granito, pórfido, diabasa y granodioritas sanas, masivas o moderadamente diaclásadas	1,00 D	100,5	135,6	221,5	328,3	466,1	774,4	1.068,1	1.662,4
	0,50 D	80,0	118,7	193,8	287,3	399,0	677,6	934,6	1.454,6
Caliza compacta no margosa	1,50 D	107,4	149,9	236,7	350,9	487,4	827,6	1.141,6	1.776,7
	0,75 D	89,5	120,8	197,3	292,4	406,2	689,7	951,3	1.480,6
Arenisca compacta, aceptable como material de construcción	1,50 D	99,0	133,5	218,0	323,2	448,9	702,3	1.051,5	1.536,5
	1,00 D	88,0	118,7	193,8	287,3	399,0	677,6	934,6	1.454,6
Pizarra dura aceptable como material de construcción	2,00 D	94,3	127,1	207,6	307,8	427,6	726,0	1.001,4	1.558,5
	1,50 D	84,8	114,4	186,9	277,0	384,8	653,4	901,2	1.402,7
	1,00 D	75,4	101,7	166,1	246,2	342,0	580,8	801,1	1.246,8
Pizarra arcillosa, micacita y rocas esquistosas blandas	4,00 D	74,8	100,9	164,7	244,2	339,2	576,0	794,4	1.236,4
	3,00 D	64,0	86,5	141,2	209,3	290,7	493,7	680,9	1.059,8
	2,50 D	58,8	79,3	129,4	191,8	266,5	452,5	624,2	971,5
	2,00 D	53,4	72,0	117,7	174,4	242,3	411,4	567,5	883,2
	1,50 D	48,1	64,8	105,9	157,0	218,1	370,3	510,7	794,8

Resistencia por punta P, en t

Los valores de esta tabla incluyen, además de la resistencia por la punta propiamente dicha, la resistencia correspondiente al trozo de fuste empotrado en la roca.

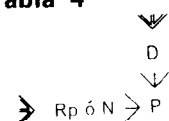
Granular de arenas

El valor de P, en t, se determina en la Tabla 4, en función de la resistencia a la penetración estática R_p , en kg/cm^2 , o del número de golpes en el ensayo estandar de penetración dinámica N, y del diámetro del pilote D, en cm.

Se consideran tres zonas de terreno: A. zona activa superior, B. zona activa inferior y C. zona de seguridad de acuerdo con el esquema adjunto. La zona C, sólo se considera cuando su resistencia es inferior a la de la zona B.

El valor de R_p o N para entrar en la Tabla 4, es la media aritmética de los R_p o N, de las zonas A y B + C. El valor de R_p o N en las zonas A y B + C, se determina con el cociente entre la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que la componen, por sus R_p o N, y la suma de dichos espesores.

Tabla 4

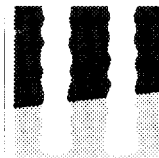


R_p en kg/cm^2	N	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
20	5	14,1	19,2	31,8	45,8	63,5	106,9	146,3	222,7
30	7	21,2	28,9	47,7	67,4	93,1	155,8	212,1	319,3
40	10	28,3	38,5	63,6	88,3	121,6	201,9	273,7	407,7
60	14	42,4	56,7	95,4	128,0	175,0	287,1	385,6	563,8
80	18	56,5	77,0	127,2	165,0	224,2	363,8	484,8	697,3
100	22	70,7	96,2	159,0	199,7	269,8	433,2	573,3	812,7
120	26	84,8	115,5	190,8	230,7	309,2	490,6	646,4	901,2
140	30	99,0	134,7	222,7	259,5	345,1	541,9	711,2	977,3
160	34	113,1	154,0	254,5	286,2	373,2	538,0	709,1	1.043,3
180	37	127,2	173,2	266,3	311,2	408,6	629,7	821,0	1.101,2
200	40	141,4	192,4	318,1	334,6	435,6	667,6	867,9	1.152,3

Resistencia por punta P, en t

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Calculation



CF

1977

Reglas complementarias

- Estrato coherente intercalado en la zona A.
 Si es de consistencia blanda o muy blanda, la zona A queda reducida a los estratos situados por debajo del estrato coherente.
 Si es de consistencia media o superior, se considera que el estrato es granular y con el valor de R_p que realmente tiene.

- Estrato coherente intercalado en la zona B o C.
 Si es de consistencia media o superior, el valor de la resistencia por punta se establece a continuación, en función del espesor del estrato e , y de la zona en que esté situado.

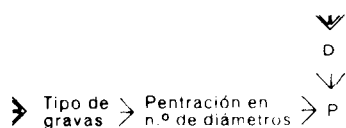
$e \leq D$, en la zona B: El menor de los valores P_1 y P_2	
$e \geq D$, en la zona C: Si $P_1 \leq P_2$, se considera	$P = P_1$
Si $P_1 > P_2$,	$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$
$e \leq D$, en la zona B: Si $P_1 \leq P_2$,	$P = P_1$
Si $P_1 > P_2$,	$P = P_1 - \frac{e}{D} (P_1 - P_2)$
$e \geq D$, en la zona C: Si $P_1 \leq P_2$,	$P = P_1$
Si $P_1 > P_2$,	$P = P_1 - \frac{e}{2D} (P_1 - P_2)$

El valor P_1 , se determina considerando que el estrato coherente es granular, que su R_p o N , es el menor entre los de los estratos que lo limitan.
 El valor P_2 , se determina de acuerdo con el apartado de terreno coherente considerando que la zona B + C es coherente y que su resistencia a la penetración estática R_p , es la del estrato coherente.

Granular de gravas

El valor de P en t , se determina en la Tabla 5, en función del tipo de grava según el Informe Geotécnico, de la penetración en número de diámetros d pilotes en dicha capa de gravas, y del diámetro del pilote D , en cm .

Tabla 5



Tipo de gravas	Penetración en número de diámetros	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
Limpias GW o GP	2 D	84,1	114,4	180,1	190,0	259,6	307,0	516,1	685,0
	4 D	100,0	136,0	224,9	236,6	308,7	472,1	613,7	814,0
	6 D	118,9	161,8	267,5	281,4	367,1	561,4	729,8	969,0
	8 D	141,4	192,4	318,1	334,6	436,6	667,6	867,9	1152,0
Arenosas GS	2 D	50,4	68,7	113,5	137,2	183,0	201,7	384,4	535,0
	4 D	60,0	81,7	134,9	163,1	218,6	346,9	457,1	637,0
	6 D	71,3	97,1	160,4	194,0	260,0	412,5	543,6	757,0
	8 D	84,8	115,5	190,8	230,7	309,2	490,6	646,4	901,0
Arcillosas o limosas GC o GM	2 D	25,2	34,3	56,7	76,1	104,1	170,7	229,3	335,0
	4 D	30,0	40,8	67,5	90,5	123,7	203,0	272,7	398,0
	6 D	35,7	48,5	80,2	107,6	147,2	241,4	324,2	474,0
	8 D	42,4	57,7	95,4	128,0	175,0	287,1	385,6	563,0

Resistencia por punta P, en t

Los valores de esta Tabla, no incluyen la resistencia correspondiente al trozo de fuste empotrado en la capa de gravas.

Coherente

El valor de P, en t, se determina en la Tabla 6, en función de la tensión de rotura a compresión simple R_u en kg/cm^2 , o de la resistencia a la penetración estática R_p , en kg/cm^2 , y del diámetro del pilote D, en cm.

Se consideran tres zonas de terreno:

A. zona activa superior, B. zona activa inferior y C. zona de seguridad, de acuerdo con el esquema adjunto. La zona C, sólo se considera cuando su resistencia es inferior a la de la zona B.

El valor de R_u o R_p , para entrar en la Tabla 6, es la media aritmética de los R_u o R_p , de las zonas A y B + C. El valor de R_u o R_p en las zonas A y B + C, se determina con el cociente entre, la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que la componen, por sus R_u o R_p , y la suma de dichos espesores.

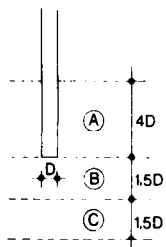
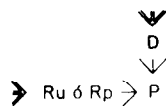


Tabla 6



Ru, en kg/cm^2	Rp, en kg/cm^2	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
2,5	19	7,9	10,8	17,8	26,7	37,3	63,8	88,3	138,0
5,0	38	15,9	21,6	35,7	53,4	74,6	127,6	176,7	276,1
7,5	57	23,8	32,4	53,6	80,1	111,9	191,5	265,0	414,1
10,0	75	31,8	43,2	71,5	106,8	149,3	255,3	353,4	552,2
12,5	94	39,7	54,1	89,4	133,5	186,6	319,1	441,7	690,2
15,0	113	47,7	64,9	107,3	160,3	223,9	383,0	530,1	828,3
17,5	132	55,6	75,7	125,2	187,0	261,3	446,8	618,4	966,4
20,0	150	63,6	86,5	143,1	213,7	298,6	510,7	706,8	1.104,0

Resistencia por punta P, en t

Regla complementaria

- Estrato granular intercalado en la zona A, B o C.

Se considera que el estrato es coherente, y que su R_u ó R_p es la menor entre las de los estratos que lo limitan.

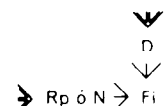
Resistencia por fuste F

La resistencia de un pilote por fuste F, en t, se determina a continuación para cada tipo de terreno.

Granular de arenas

El valor de F, en t, se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por fuste F_i , en t/m, determinada en la Tabla 7, en función de la resistencia a la penetración estática R_p , en kg/cm^2 , o del número de golpes en el ensayo estándar de penetración dinámica N, y del diámetro del pilote D, en cm.

Tabla 7



Rp en kg/cm^2	N	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	125
20	5	2,8	3,3	4,2	5,2	6,1	8,0	9,4	11,8
30	7	3,5	4,1	5,3	6,5	7,7	10,0	11,8	14,7
40	10	3,9	4,5	5,8	7,1	8,4	10,9	12,9	16,1
60	14	4,8	5,6	7,2	8,8	10,4	13,6	16,0	20,0
80	18	5,6	6,6	8,5	10,4	12,2	16,0	18,8	23,6
100	22	6,5	7,6	9,7	11,9	14,1	18,4	21,7	27,1
120	26	7,2	8,5	10,9	13,3	15,7	20,6	24,2	29,0
140	30	8,0	9,3	12,0	14,7	17,3	22,7	26,7	33,4
160	34	8,6	10,0	12,9	15,7	18,6	24,3	28,6	35,7
180	37	9,0	10,5	13,6	16,6	19,6	25,6	30,1	37,7
200	40	9,4	11,0	14,1	17,3	20,4	26,7	31,4	39,3

Resistencia unitaria por fuste F_i , en t/m

Regla complementaria.

- Estrato coherente intercalado.

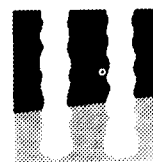
Si es de consistencia blanda o muy blanda, el valor F_i de los estratos situados por encima, se considera no mayor del triple del correspondiente al estrato coherente.

Granular de gravas

El valor de F, en t, se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por fuste F_i , en t/m, determinada en la Tabla 8, en función del tipo de gravas y del diámetro del pilote D, en cm.

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Calculation



CF

1977

Tabla 8

Tipo de gravas \rightarrow \downarrow D
 \downarrow Fi

Tipo de gravas	Diámetro D, en cm								
	30	35	45	55	65	85	100	120	
Limpias GW o GP	9,4	11,0	14,1	17,3	20,4	20,7	31,4	36,0	
Arenosas GS	7,3	8,5	10,9	13,3	15,7	20,6	24,2	30,0	
Arcillosas o limosas GC o GM	4,8	5,6	7,2	8,8	10,4	13,6	16,0	20,0	

Resistencia unitaria por fuste Fi, en t/m

Coherente

El valor de F, en t, se determina con la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos por su resistencia unitaria por el fuste Fi, en t/m determinada en la Tabla 9, en función de la tensión de rotura a compresión simple Ru, en kg/cm², o de la resistencia a la penetración estática Rp, en kg/cm², y del diámetro del pilote D, en cm.

Tabla 9

Ru ó Rp \rightarrow \downarrow D
 \downarrow Fi

Ru, en kg/cm ²	Rp, en kg/cm ²	Diámetro D, en cm								
		30	35	45	55	65	85	100	120	
0,10	0,75	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	
0,20	1,50	0,9	1,0	1,4	1,7	2,0	2,6	3,1	3,6	
0,30	2,25	1,4	1,6	2,1	2,5	3,0	4,0	4,7	5,4	
0,40	3,00	1,7	2,0	2,6	3,2	3,8	5,0	5,9	6,8	
0,50	4,00	2,1	2,5	3,2	3,9	4,6	6,1	7,2	8,4	
0,75	6,00	2,8	3,2	4,2	5,1	6,1	8,0	9,4	11,0	
1,00	7,50	3,2	3,8	4,9	6,0	7,1	9,3	10,9	13,0	
1,25	9,50	3,5	4,1	5,3	6,5	7,7	10,1	11,9	14,0	
1,50	12,00	3,8	4,4	5,7	7,0	8,3	10,9	12,8	15,0	
2,00	15,00	4,2	4,9	6,3	7,7	9,1	12,0	14,1	17,0	
2,50	18,50	4,5	5,2	6,8	8,3	9,8	12,9	15,2	18,0	
3,00	22,50	4,9	5,7	7,4	9,0	10,7	14,0	16,4	20,0	
4,00	30,00	5,6	6,5	8,4	10,3	12,2	16,0	18,8	23,0	
5,00	37,00	6,2	7,2	9,3	11,4	13,5	17,7	20,8	26,0	
7,50	56,00	7,8	9,0	11,7	14,2	16,9	22,1	26,0	32,0	
10,00	75,00	9,4	10,9	14,1	17,2	20,4	26,7	31,4	39,0	

Resistencia unitaria por fuste Fi, en t/m

Reglas complementarias

- Estrato coherente de consistencia blanda o muy blanda.

El valor Fi de los estratos situados por encima, se considera no mayor de triple del correspondiente al estrato coherente de consistencia blanda o muy blanda.

- Estrato granular intercalado.

El valor Fi, se determina de acuerdo con el apartado de terreno granular, considerando un valor no mayor del doble del correspondiente a los estratos inferiores.

- Estratos superiores de consistencia media o superior, y con límite líquido > 40. El valor Fi de los estratos comprendidos en los dos metros superiores del terreno, se considera nulo.

Rozamiento negativo

Determinación de R_1

Cuando $P > 3F$ el rozamiento negativo R_1 , en t, sobre un pilote, se determina del modo siguiente:

- En los casos a, b y c, señalados en las Bases de Cálculo de esta NTE, el valor de R_1 se obtiene como producto del espesor de la capa blanda por el rozamiento negativo unitario R_i , en t/m determinado en la Tabla 10, en función de p, u y D.

Siendo:

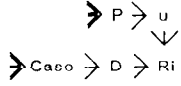
p: Sobrecarga sobre la capa, en t/m²

D: Diámetro del pilote, en cm.

u: Producto del espesor de la capa, en m, por su peso específico efectivo en t/m³.

El peso específico es, por encima del nivel piezométrico, el real del terreno húmedo; por debajo, el del terreno saturado menos el peso específico del agua.

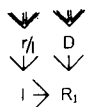
Tabla 10



Sobrecarga p, en t/m ²	Producto del espesor de la capa por su peso específico efectivo u, en t/m ³														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
0															
1		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
2			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
3				2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4					2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
5						2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
6							2	4	6	8	10	12	14	16	18
7								2	4	6	8	10	12	14	16
8									2	4	6	8	10	12	14
9										2	4	6	8	10	12
10											2	4	6	8	10
Caso a o b															
30	0,24	0,47	0,71	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88	2,12	2,36	2,59	2,83	3,06	3,30	3,53
35	0,27	0,55	0,82	1,10	1,37	1,65	1,92	2,20	2,47	2,75	3,02	3,30	3,57	3,85	4,12
45	0,35	0,71	1,06	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83	3,18	3,53	3,89	4,24	4,59	4,95	5,30
55	0,43	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,02	3,46	3,89	4,32	4,75	5,18	5,62	6,05	6,48
65	0,51	1,02	1,53	2,04	2,55	3,06	3,57	4,08	4,59	5,11	5,62	6,13	6,64	7,15	7,66
85	0,66	1,33	2,00	2,67	3,33	4,00	4,67	5,34	6,00	6,67	7,34	8,01	8,67	9,34	10,01
100	0,78	1,57	2,35	3,14	3,92	4,71	5,49	6,28	7,06	7,85	8,63	9,42	10,21	10,99	11,78
125	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	10,79	11,78	12,76	13,74	14,72
Caso c															
30	0,09	0,18	0,28	0,37	0,47	0,56	0,65	0,75	0,84	0,94	1,03	1,13	1,22	1,31	1,41
35	0,10	0,21	0,32	0,43	0,54	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64
45	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,13	1,27	1,41	1,55	1,69	1,83	1,97	2,12
55	0,17	0,34	0,51	0,69	0,86	1,03	1,20	1,38	1,55	1,72	1,90	2,07	2,24	2,41	2,59
65	0,20	0,40	0,61	0,81	1,02	1,22	1,42	1,63	1,83	2,04	2,24	2,45	2,65	2,85	3,06
85	0,26	0,53	0,80	1,06	1,33	1,60	1,86	2,13	2,40	2,67	2,93	3,20	3,47	3,73	4,00
100	0,31	0,62	0,94	1,25	1,57	1,88	2,19	2,51	2,82	3,14	3,45	3,76	4,08	4,39	4,71
125	0,39	0,78	1,17	1,57	1,96	2,35	2,74	3,14	3,53	3,92	4,31	4,71	5,10	5,49	5,89
D en cm															
Rozamiento negativo unitario R_i , en t/m															

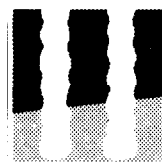
- En el caso d, el valor de R_1 , en t, se obtiene directamente en la Tabla 11, en función de la longitud l en m, de pilote hincado en las capas que puedan asentar (lo que incluye todas las blandas y las que se encuentren sobre ellas), del diámetro D en cm, y del rebajamiento relativo, definido como cociente entre el rebajamiento del nivel piezométrico r en m, y la longitud l, en m, antes definida.

Tabla 11



Longitud l, en m	Rebajamiento relativo r/l				Diámetro D, en cm							
	0,2	0,4	0,6	1,0	30	35	45	55	65	85	100	125
4,9	4,4	4,2	4	3,8	4,4	5,7	6,9					
7,3	6,6	6,3	6	8,5	9,9	12,7	15,6	18,4	24,0			
9,7	8,8	8,3	8	15,1	17,6	22,6	27,6	32,7	42,7	50,3	62,8	
12,1	11,0	10,4	10	23,6	27,5	35,3	43,2	51,1	66,8	78,5	93,2	
14,6	13,3	12,5	12	33,9	39,6	50,9	62,2	73,5	96,1	113,1	141,4	
17,0	15,5	14,6	14	46,2	53,9	69,3	84,7	100,1	130,8	153,9	192,4	
19,4	17,7	16,7	16	60,3	70,4	90,5	110,6	130,7	170,9	201,1	251,3	
21,8	19,9	18,8	18		89,1	114,5	140,0	165,4	216,3	254,5	318,1	
24,3	22,1	20,9	20				172,8	204,2	267,0	314,2	392,7	
30,3	27,6	26,1	25					319,1	417,2	490,9	613,6	
36,4	33,1	31,3	30							706,9	883,6	
42,4	38,7	36,5	35								1202,6	
Rozamiento negativo R_1 , en t												

Pilotes In situ



CP

Foundations. Cast-in place piles. Calculation

1977

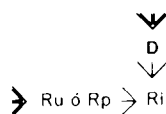
Regla complementaria.

No se adoptará para R_1 un valor superior a la resistencia por fuste del pilote en la capa coherente de consistencia blanda o muy blanda, determinada de acuerdo con el apartado correspondiente del presente Cálculo.

Determinación de R_2

Cuando $P \leq 3F$, el rozamiento negativo R_2 , en t, sobre un pilote, se determina para cualquiera de los casos a, b, c y d contemplados en el apartado anterior con el producto del espesor de la capa coherente de consistencia blanda o muy blanda, por el rozamiento negativo unitario R_i en t/m, determinado en la Tabla 12, en función de la tensión de rotura a compresión simple, R_u en kg/cm² o de la resistencia a la penetración estática, R_p en kg/cm², y del diámetro del pilote D , en cm.

Tabla 12



Ru, en kg/cm ²	Rp en kg/cm ²	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	120
0,1	0,75	0,23	0,27	0,35	0,43	0,51	0,66	0,78	0,90
0,2	1,50	0,47	0,54	0,70	0,86	1,02	1,33	1,57	1,90
0,3	2,25	0,70	0,82	1,06	1,29	1,53	2,00	2,35	2,90
0,4	3,00	0,89	1,04	1,34	1,64	1,93	2,53	2,98	3,70
0,5	4,00	1,08	1,26	1,62	1,98	2,34	3,07	3,61	4,50

Rozamiento negativo unitario R_i , en t/m

Asiento A

El asiento de un grupo de pilotes A, en mm, se determina a continuación para cada tipo de terreno.

Granular

El valor de A, en mm, se determina en la Tabla 13, en función de n , $\frac{Q_t}{Q_r}$ y D

Siendo:

n Número de pilotes del grupo

Q_t Carga media de trabajo de un pilote, en t, determinada para cada caso con las expresiones siguientes:

- Sin rozamiento negativo $Q_t = \frac{Q}{n}$

- Con rozamiento negativo, si $P > 3F$ $Q_t = \frac{Q}{n} + R_1$

si $P \leq 3F$ $Q_t = \frac{Q}{n} + R_2$

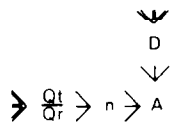
Q , R_1 y R_2 determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

Q_r Resistencia de un pilote, en t, determinada con la expresión $Q_r = P + F$

P y F Determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

D Diámetro del pilote, en cm.

Tabla 13



$\frac{Q_t}{Q_r}$	n	Diámetro D, en cm							
		30	35	45	55	65	85	100	120
0,35	1	—	—	—	—	—	—	13	16
	2	10	12	15	19	22	29	33	—
	3	15	17	22	27	32	41	—	—
	4	18	21	27	33	39	50	—	—
0,40	1	—	—	—	—	—	—	18	23
	2	14	17	21	26	31	40	46	—
	3	20	24	30	37	44	57	—	—
	4	25	29	37	46	54	70	—	—
0,45	1	—	—	—	—	—	—	23	29
	2	18	21	27	33	39	51	59	—
	3	26	30	39	47	56	73	—	—
	4	32	37	48	58	69	90	—	—
0,50	1	—	—	—	—	—	—	28	35
	2	22	26	33	40	48	62	72	—
	3	32	37	47	58	68	89	—	—
	4	39	45	58	71	84	110	—	—

Asiento A, en mm

Coherente

El valor de A, en mm, se determina en la Tabla 14, en función Q_t , R_p , L y n
Siendo:

Q_t Carga media de trabajo de un pilote, en t, determinada para cada caso con las expresiones siguientes:

- Sin rozamiento negativo

$$Q_t = \frac{Q}{3}$$

- Con rozamiento negativo, si $P > 3 F$

$$Q_t = \frac{Q}{3} + R_1$$

si $P < 3 F$

$$Q_t = \frac{Q}{3} + R_2$$

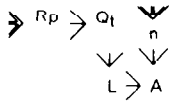
Q , R_1 y R_2 determinados de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

R_p Resistencia a la penetración estática del terreno, en kg/cm^2 , determinada con el cociente entre, la suma de los productos de los espesores de los diferentes estratos que lo componen por sus R_p , y la suma de dichos espesores.

L Longitud del pilote, en m.

n Número de pilotes del grupo.

Tabla 14



Carga media de trabajo de un pilote Q_t , en t

R_p en kg/cm^2	5	25	33	41	50	58	66	75	83	91	100	108	116	125	133	141	150	158	166	175	183	191	
	6	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	
	7	35	46	58	70	81	93	105	116	128	140	151	163	175	186	198	210	221	233	245	256	268	
	8	26	40	53	65	80	93	106	120	133	146	160	173	186	200	213	226	240	253	266	280	293	306
	9	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345
	10	33	50	66	83	100	116	133	150	166	183	200	216	233	250	266	283	300	316	333	350	366	383
	11	36	55	73	91	110	128	146	165	183	201	220	238	256	275	293	311	330	348	366	385	403	
	12	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400			
	13	43	65	86	108	130	151	173	195	216	238	260	281	303	325	346	368	390					
	14	46	70	93	116	140	163	186	210	233	256	280	303	326	350	373							
	15	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375								

Número de pilotes del grupo n

	1	2	3	4
180				
170				
160				
150				
140				
130				
120	192			
110	176			
100	160			
90	144	198		
80	128	176		
70	112	154	189	
60	96	132	162	
50	80	110	135	
40	64	88	108	
30	48	66	81	
20	32	44	54	
10	16	22	27	

Asiento A, en mm

Longitud del pilote L, en m

				4,5	5,0	5,6	6,2	6,7	7,3	7,8	8,4	8,9	9,5	10,0	10,6	11,2	11,7	12,3	12,8				
				4,2	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3	8,9	9,5	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13,1	13,6			
				4,4	5,0	5,7	6,3	6,9	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,7	11,3	11,9	12,5	13,2	13,8	14,4			
			4,0	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7	13,4	14,0	14,7	15,4			
			4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,8	11,5	12,2	12,9	13,6	14,3	15,0	15,7	16,5			
				4,6	5,4	6,2	6,7	7,7	8,5	9,3	10,0	10,8	11,6	12,3	13,1	13,9	14,6	15,4	16,2	16,9	17,7		
				4,2	5,0	5,9	6,7	7,5	8,4	9,2	10,0	10,9	11,7	12,5	13,4	14,2	15,0	15,9	16,7	17,5	18,4	19,2	
			4,0	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,9	12,9	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,9		
				4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
				4,5	5,6	6,7	7,8	8,9	10,0	11,2	12,3	13,4	14,5	15,6	16,7	17,8	18,9	20,0	21,2	22,3	23,4	24,5	25,6
				5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3	12,5	13,8	15,0	16,3	17,5	18,8	20,0	21,9	22,5	23,8	25,0	26,3	27,5	28,8
		4,3	5,7	7,2	8,6	10,0	11,5	12,9	14,3	15,7	17,2	18,6	20,0	21,5	22,9	24,3	25,7	27,2	28,6	30,0	31,5	32,9	
			5,0	6,7	8,4	10,0	11,7	13,4	15,0	16,7	18,4	20,0	21,7	23,4	25,0	26,7	28,4	30,0	31,7	33,4	35,0	36,7	38,4
		4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	44,0	46,0
			5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5			
				6,7	10,0	13,4	16,6	20,0	23,4	26,7	30,0	33,4	36,7	40,0	43,4	46,7							
				10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0										
				20,0	30,0	40,0																	

4. Cálculo de la resistencia estructural del grupo de pilotes

La resistencia estructural del grupo de pilotes se obtiene con la expresión $c' T$.

Coefficiente c'

El coeficiente c' se determina en la Tabla 15 en función del número de pilotes n, del grupo.

Tabla 15



Número de pilotes del grupo n	1	2	3	4
Coefficiente c'	0,75	1,75	3,00	4,00

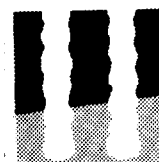


NTE

Cálculo

Cimentaciones

Pilotes In situ



CF

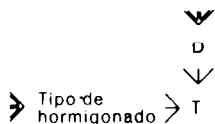
Foundations. Cast-in place piles. Calculation

1977

Determinación de T

La resistencia estructural T en t, de cada pilote del grupo se determina en Tabla 16, en función del tipo de hormigonado y del diámetro D , en cm.

Tabla 16



Tipo de hormigonado	Diámetro D , en cm							
	30	35	45	55	65	85	100	120
En seco	28,3	38,5	63,6	95,0	132,7	227,0	314,2	400,0
En agua	24,7	33,7	55,7	83,2	116,1	198,6	274,9	429,0

Resistencia estructural del pilote T , en t

5. Cálculo de S

La separación entre ejes de los pilotes del grupo S , en cm, se determina en Tabla 17, en función de la relación entre P y F , del diámetro del pilote D , en cm, y de su longitud L , en m.

Siendo:

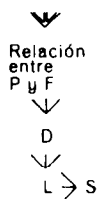
P Resistencia por punta de un pilote, determinada de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

F Resistencia por fuste de un pilote, determinada de acuerdo con los apartados correspondientes del presente Cálculo.

D Diámetro del pilote, en cm.

L Longitud del pilote, en m.

Tabla 17

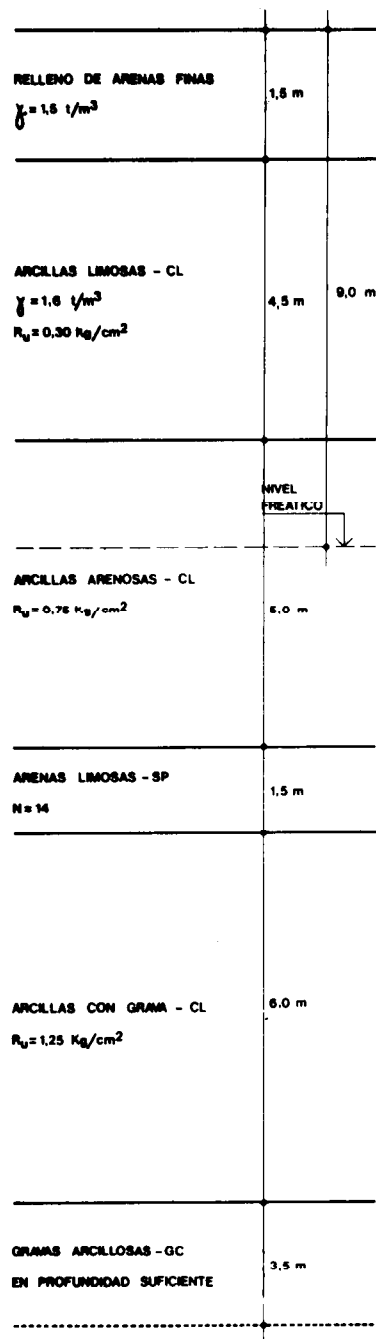


Relación entre P y F

Diámetro D en cm	$P \geq 3F$							$P < 3F$						
	30	35	45	55	65	85	100	30	35	45	55	65	85	100
	6,0	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	13,5	9,5	↓	↓	↓	↓	↓	6,0	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	21,0	17,0	9,0	↓	↓	↓	↓	13,5	8,2	↓	↓	↓	↓	↓
		27,0	19,0	11,0	↓	↓	↓	23,5	18,2	7,7	↓	↓	↓	↓
			31,5	23,5	15,5	↓	↓		30,7	20,2	9,7	↓	↓	↓
				41,0	33,0	17,0	↓			37,7	27,2	16,7	↓	↓
					53,0	37,0	25,0				47,2	36,7	15,7	↓
						57,0	45,0					56,7	35,7	20,0
													60,7	45,0
														300

Longitud de los pilotes L , en m

6. Ejemplo



Datos

Esfuerzos en el plano superior del grupo de pilotes.
Características del terreno:

Hormigonado de los pilotes:

Cálculo

Predimensionado

Carga axial equivalente E:

Resistencia por punta, P:

Resistencia por fuste, F:

Coefficiente, c:

Rozamiento negativo, R_1 :

Comprobación $E < c(P + F - R_1)$:

Coefficiente, c' :

Resistencia estructural, T:

Comprobación $E < c'(T - 0,4 R_1)$:

Corrección de los parámetros del predimensionado:

Carga axial equivalente E:

Resistencia por punta P:

Resistencia por fuste, F:

Coefficiente c:

Rozamiento negativo, R_1 :

Comprobación $E < c(P + F - R_1)$:

Coefficiente, c' :

Resistencia estructural, T:

Comprobación $E < c'(T - 0,4 R_1)$:

Asientos

Separación, S:

Resultados:

$Q = 200 \text{ t}$; $M_x = 10 \text{ mt}$; $M_y = 3,5 \text{ mt}$

Las especificadas en el esquema adjunto.
Existe rozamiento negativo por consolidación de la capa blanda de ARCILLAS LIMOSAS-CL al disponer un relleno de ARENAS de 1,5 m de espesor.

Utilización de CPI-5, y hormigonado con agua en la entubación.
Hormigonado en agua

$n = 4$; $D = 45 \text{ cm}$; $l = 19,5 \text{ m}$ -apoyo en gravas

$M = 10 + 3,5 = 13,5 \text{ mt}$
En la Tabla 1, $E = 230 \text{ t}$

Para $L = 19,5 \text{ m}$, se tiene una penetración en las gravas de $1 \text{ m} \approx 2 D$
En la Tabla 5, $P = 56,7 \text{ t}$

Estrato granular entre estratos coherentes (aplicación de la regla complementaria).
En las Tablas 8, 9 y 7
 $F = 1 \times 7,2 + 6 \times 5,8 + 1,5 \times 7,2 + 5 \times 4,2 + 4,5 \times 2,1 = 80,25 \text{ t}$

En la Tabla 2, $P < 3 F$, $c = 1,14$

En la Tabla 10, $R_1 = 4,5 \times 2,12 = 9,54 \text{ t}$

$230 > 1,14 (56,7 + 80,25 - 9,54)$
 $230 \text{ t} > 145,2 \text{ t}$. No se cumple

En la Tabla 15, $c' = 4$

En la Tabla 16, $T = 55,7$

$230 > 4 (55,7 - 0,4 \times 9,54)$
 $230 \text{ t} > 184,6 \text{ t}$. No se cumple

$n = 4$; $D = 55 \text{ cm}$; $L = 22 \text{ m}$

$M = 13,5 \text{ mt}$
En la Tabla 1, $E = 225 \text{ t}$

Para $L = 22 \text{ m}$, se tiene una penetración en las gravas de $3,50 \text{ m} \approx 6 D$
En la Tabla 5, $P = 107,6 \text{ t}$

Estrato granular entre estratos coherentes (aplicación de la regla complementaria).
En las Tablas 8, 9 y 7
 $F = 3,5 \times 8,8 + 6 \times 6,5 + 1,5 \times 8,8 + 5 \times 5,1 + 4,5 \times 2,5 = 119,75 \text{ t}$

En la Tabla 2, $P < 3 F$, $c = 1,14$

En la Tabla 10, $R_1 = 4,5 \times 2,59 = 11,65 \text{ t}$

$225 < 1,14 (107,6 + 119,75 - 11,65)$
 $225 \text{ t} < 248 \text{ t}$. Se cumple

En la Tabla 15, $c' = 4$

En la Tabla 16, $T = 83,2 \text{ t}$

$225 < 4 (83,2 - 0,4 \times 11,65)$
 $225 \text{ t} < 314 \text{ t}$. Se cumple

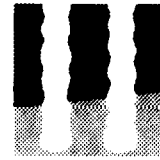
No es necesaria la comprobación de asientos por estar empotrada la punta de los pilotes en gravas con profundidad suficiente.

En la Tabla 17, $S = 160 \text{ cm}$

n = 4; D = 55 cm; L = 22 m; S = 160 cm

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction



CF

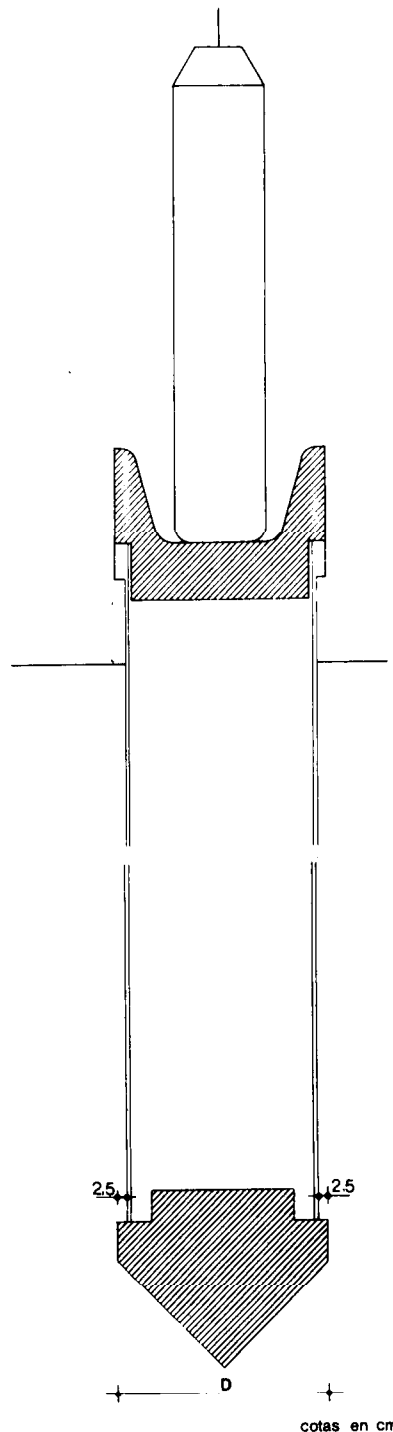
1977



1. Especificaciones

CPI-1 Camisa perdida-C

CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento



Tubo metálico de sección circular 2 mm de espesor como mínimo u ot material, y longitud C, en m con misión de garantizar la continuidad del fuste y fraguado del hormigón presencia de corrientes de agu oquedades o zonas blandas de terreno y agentes agresivos.

EFH-7 Hormigón. De resistencia característica 175 kg/cm². Consistencia medida en co de Abrams: 10 a 15 cm. Se hincará en el terreno la entubación de diámetro exterior D, en cm, hasta una profundidad L, en m, para los n pilotes del grupo a separación S, cm, según Documentación Técnica y en el tiempo y orden previsto. La entubación pa su hincá estará provista en extremo inferior de un azuche de punta cónica o plana, metálica o de hormigón prefabricado de diámetro exterior mayor que el del pilote en 5 cm con su parte superior cilíndrica preparada para encajar en el extremo inferior de la entubación.

La hincá se hará mediante golpeo con maza o martillo en parte superior de la entubación, introduciéndola hasta profundidad prevista para pilotaje, tal profundidad se retendrá por el rechazo obtenido como se indica en las Condiciones Generales de Ejecución del apartado Construcción de la presente NTE.

El hormigonado se realizará en seco de forma continua y discontinua.

La entubación se extraerá de manera que siempre quede un mínimo de 2 D de hormigón dentro de ella, que impida la entrada de agua por la parte interior de la entubación.

La extracción de la entubación se simultaneará con un golpeo en cabeza, para conseguir el efecto de vibrado del hormigón.

EFH-5 Armadura. De acero AE-42 ó AE-22 L formando una jaula para pilote de diámetro D, en cm, compuesta por:

- Armadura longitudinal. Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote será el siguiente:

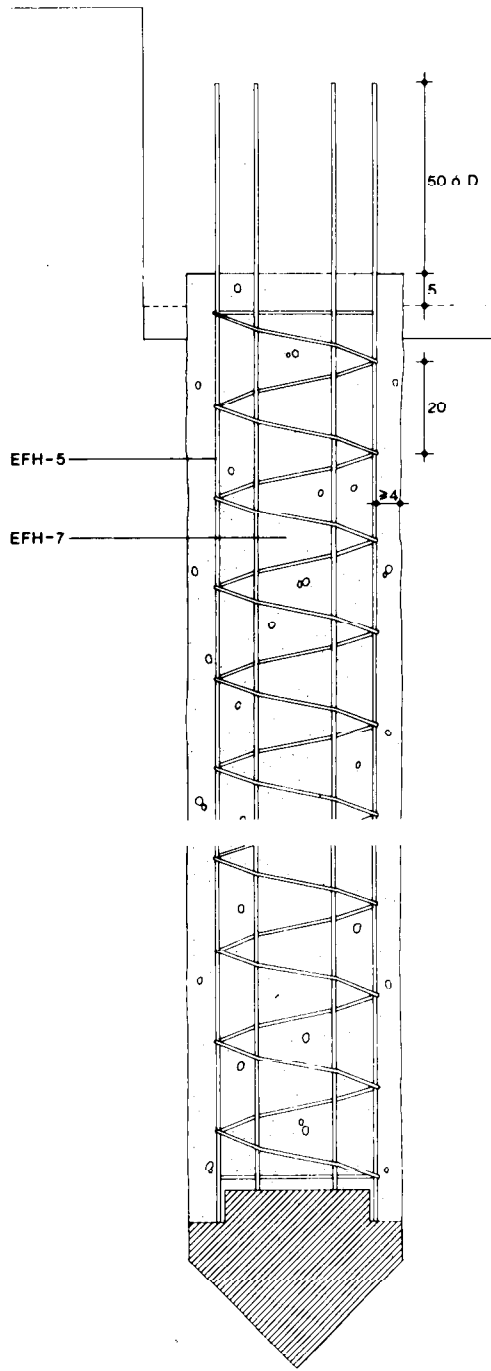
D, en cm	30	35	45	55	65
N.º de barras	5	5	6	7	6
Diámetro ϕ_b , en mm	12	12	12	12	14

La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:
D o 50 cm.

La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:
6 m o 9 D.

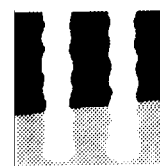
- Armadura transversal.
Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.

El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

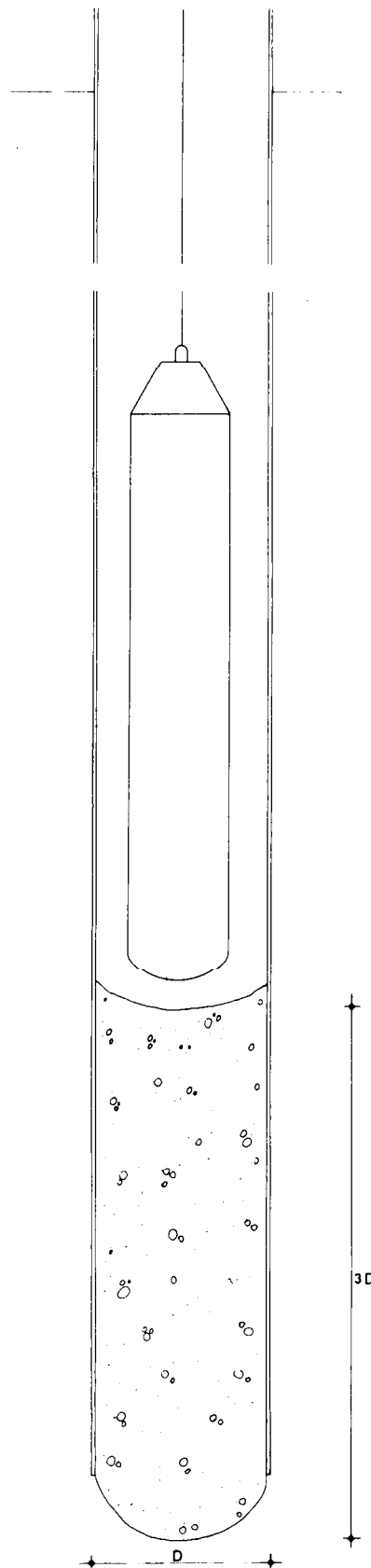


El pilote representado no presupone tipo

cotas en cm



CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas n-D. L-S · Hormigonado · Cemento



EFH-7 Hormigón.
De resistencia característica
175 kg/cm².

Consistencia medida en con
de Abrams: 1 a 5 cm.

Se hincará en el terreno la en
tubación de diámetro exterior
D, en cm, hasta una profun
dad L, en m; para los n pilote
del grupo de separación S
en cm, según Documentació
Técnica y en el tiempo y orde
previsto.

La hincada de la entubación s
hará por golpeo sobre un ta
pón de gravas, arena u horm
gón introducido previamen
en la entubación, dispuest
en tongadas pequeñas y con
compactado fuertemente hasta ob
tener un tapón de espesor d
3D mínimo. El hormigón de
tapón de gravas tendrá un
consistencia cero en el con
de Abrams (consistencia d
tierra húmeda).

El golpeo sobre el tapón co
la maza arrastrará a la entu
bación hasta la profundidad
prevista para el pilotaje. La
profundidad será refrendada
por el rechazo r obtenido co
mo se indica en las Condicio
nes Generales de Ejecució
del apartado de Construcció
de la presente NTE.

En todos los casos al final d
la hincada, el golpeo de la maz
desalojará el tapón de la en
tubación quedando como pur
ta de los pilotes un ensancha
miento.

El hormigonado se realizar
en seco, por tongadas y somet
ido a un apisonado o vibrado
para garantizar la continuidad
del fuste.

La entubación se extraerá d
manera que siempre quede u
mínimo de 2D de hormigón
dentro de ella, que impida l
entrada de agua por la part
inferior de la entubación.

EFH-5 Armadura.
De acero AE-42 ó AE-22 L, for
mando una jaula para cada pi
lote de diámetro D, en cm, con
puesta por:

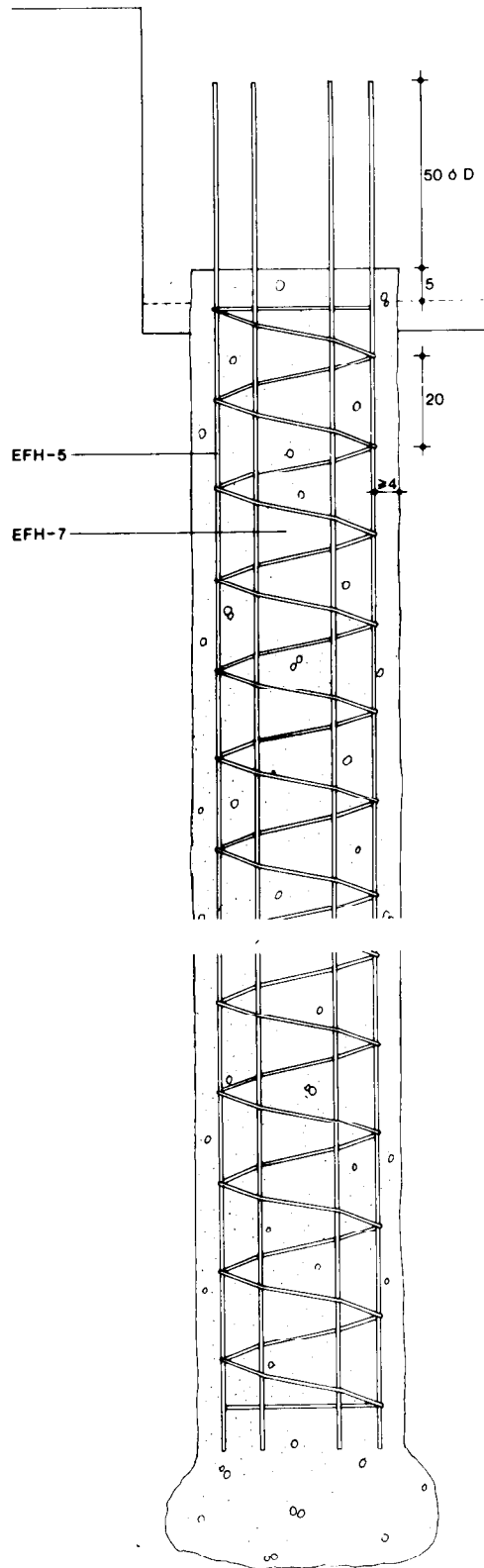
- Armadura longitudinal.
Constituida por barras dis
puestas uniformemente en e
perímetro de la sección. El nú
mero de barras y el diámetro
de las mismas, en función de
diámetro D del pilote será e
siguiente:

D en cm	30	35	45	55	65
N.º de barras	5	5	6	7	6
Diámetro	12	12	12	12	14
ϕ_b en mm					

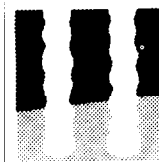
La longitud de la armadura será tal que después del descazado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:
D ó 50 cm.

La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:
6 m ó 9 D.

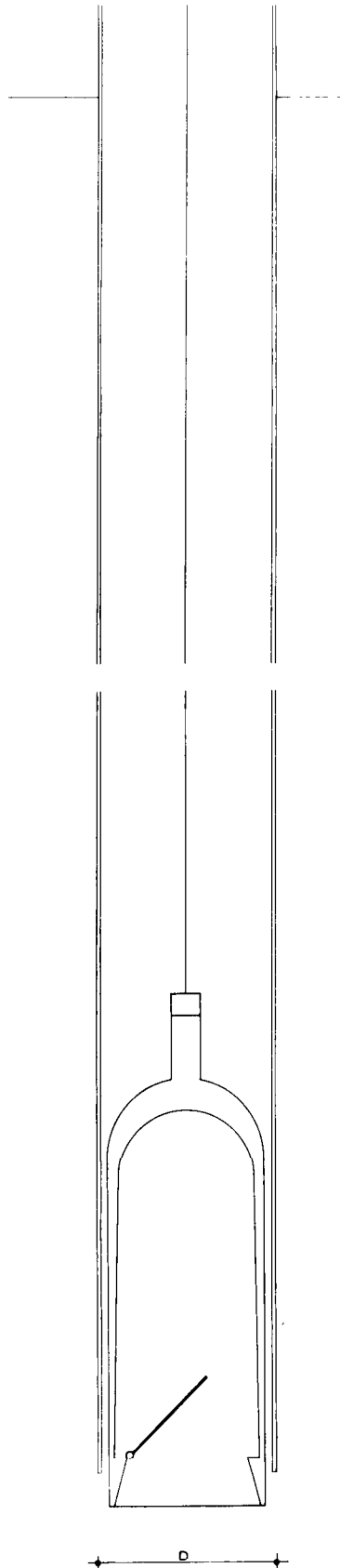
- Armadura transversal.
Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.
El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.



El pilote representado no presupone tipo cotas en cm



CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable -n.D.L.S.-Hormigonado-Cemento

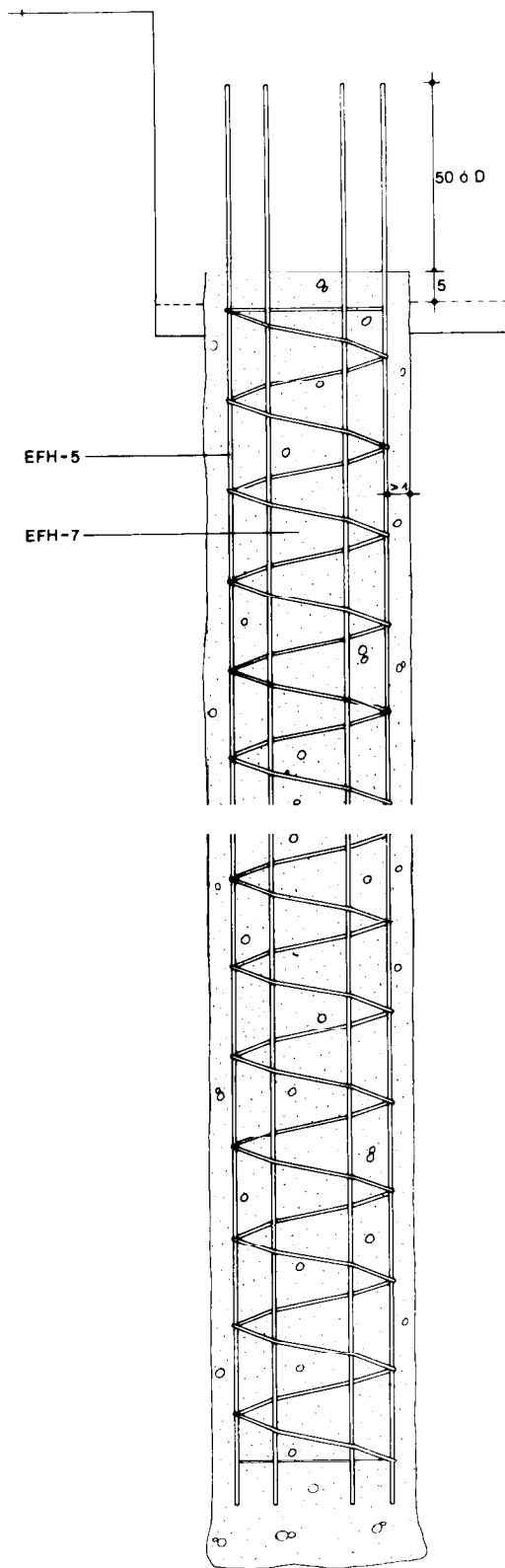


EFH-7 Hormigón.
De resistencia característica de 175 kg/cm².
Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.
Se introducirá, mediante excavación de las tierras, la entubación de diámetro exterior D , en cm, hasta una profundidad L , en m, para los n pilotes de grupo a separación s , en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.
La entubación se introducirá en el terreno acompañando a la excavación y siempre por delante de la misma, salvo en caso de que haya que atravesar capas intermedias que obliguen al uso de trépano.
En terrenos coherentes con gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empalmado de la punta.
Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta e inmediatamente antes del vertido del hormigón.
En terrenos muy blandos susceptibles de sifonamiento durante la excavación se mantendrá el nivel del agua en el interior de la entubación, un metro por encima del nivel freático.
Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre, como mínimo 2D dentro del hormigón anteriormente vertido.

EFH-5 Armadura.
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:
Armadura longitudinal.
Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	1
N.º de barras	6	7	6	7	9	
Diámetro ϕ_b en mm	12	12	14	16	16	

La longitud de la armadura será tal que después del desbetado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:
 D ó 50 cm.
La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:
6 m ó 9 D.



- Armadura transversal.
Constituida por zuncho en espiral o cercos.
El paso de la espiral y/o separación entre cercos, y el diámetro de los redondos, en función del diámetro D del pilote será el siguiente:

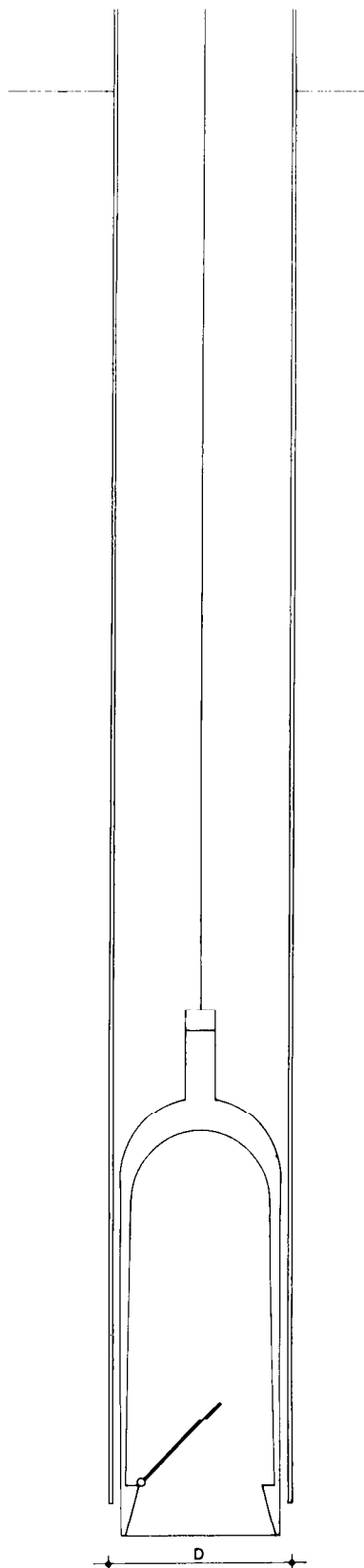
D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro ϕ en mm	6	6	6	8	8	8

El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm



CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C- Hormigonado · Cemento

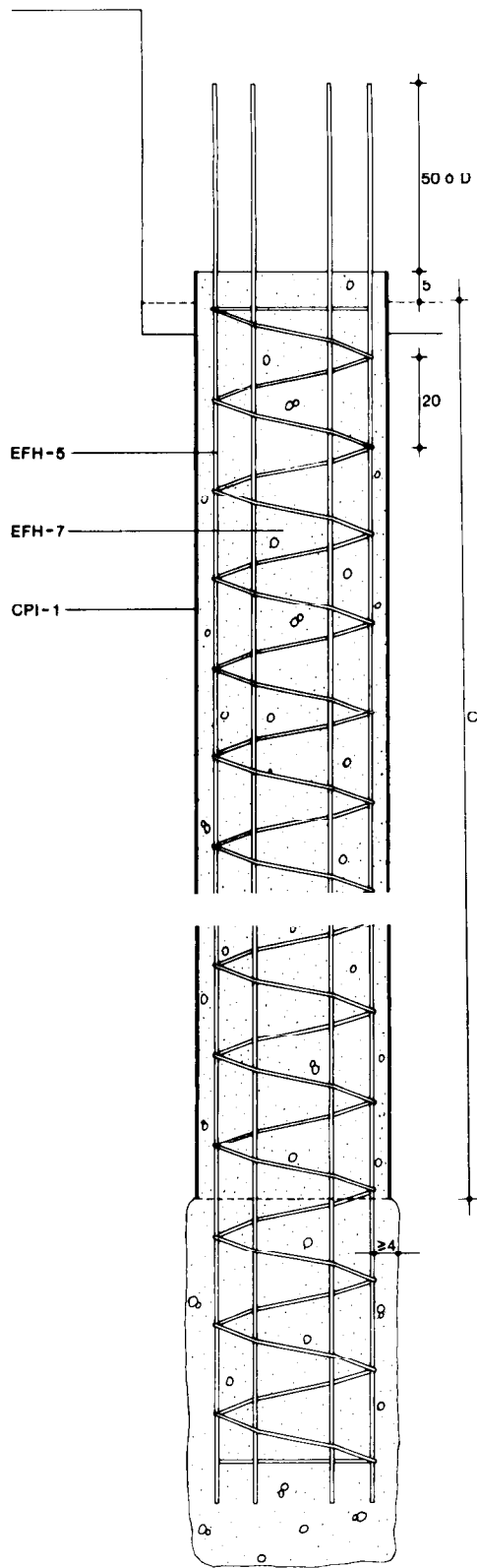


CPI-1 Camisa perdida.
De longitud C, según Documentación Técnica.
Realizada la excavación y antes del hormigonado, se introducirá en la entubación situándola en la posición prevista en la Documentación Técnica. Se mantendrá suspendida desde la boca de perforación, hasta la terminación de las operaciones de hormigonado.

EFH-7 Hormigón.
De resistencia característica 175 kg/cm^2 .
Consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm.
Se introducirá, mediante excavación, la entubación de diámetro exterior D, en cm, hasta una profundidad L, en m, para los n pilotes del grupo a separación S, en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.
La entubación se introducirá en el terreno acompañando a la excavación y siempre por delante de la misma, salvo en caso de que haya que atravesar capas intermedias que obliguen al uso de trépano.
En terrenos coherentes y de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empalmamiento de la punta.
Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada ésta, e inmediatamente antes del vertido del hormigón.
En terrenos muy blandos susceptibles de sifonamiento durante la excavación se mantendrá el nivel del agua en el interior de la entubación, un metro por encima del nivel freático.
Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre, como mínimo 2D dentro del hormigón anteriormente vertido.

EFH-5 Armadura.
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:
- Armadura longitudinal.
Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote será siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100
N.º de barras	6	7	6	7	9
Diámetro ϕ_b en mm	12	12	14	16	16



La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:

D ó 60 cm.

La longitud mínima de las armaduras será el mayor de los siguientes valores:

6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.

Constituida por zuncho en espiral o cercos.

El paso de la espiral y/o separación entre cercos, y el diámetro de los redondos, en función del diámetro D del pilote, será el siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro ϕ en mm	6	6	6	8	8	8

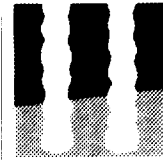
El diámetro exterior del zuncho c de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo

cotas en cm

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction



CF

1977



CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

EFH-7 Hormigón.
De resistencia característica 175 kg/cm².

Consistencia medida en cono de Abrams: 16 a 20 cm.

Se realizará la perforación de diámetro D, en cm, hasta una profundidad L, en m, para los n pilotes del grupo a separación S, en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.

En la perforación se utilizarán los lodos como contención de las paredes.

Los lodos tendrán las características siguientes:

- Suspensión homogénea estable
- Densificación no mayor de 10 %
- Densidad de 1,02 a 1,10 g/cm³
- Viscosidad normal, medida en cono de Marsh igual superior a 32 s.
- El sistema de recuperación de los lodos permitirá que se mantengan durante la inyección las características de los mismos, dentro de los límites indicados.

El hormigonado se realiza de modo continuo bajo los lodos, de modo que al inyectar el hormigón en el fondo, éste se desplacen hacia arriba. La tubería que coloca el hormigón irá introducida siempre 4 m, como mínimo, dentro del hormigón anteriormente vertido.

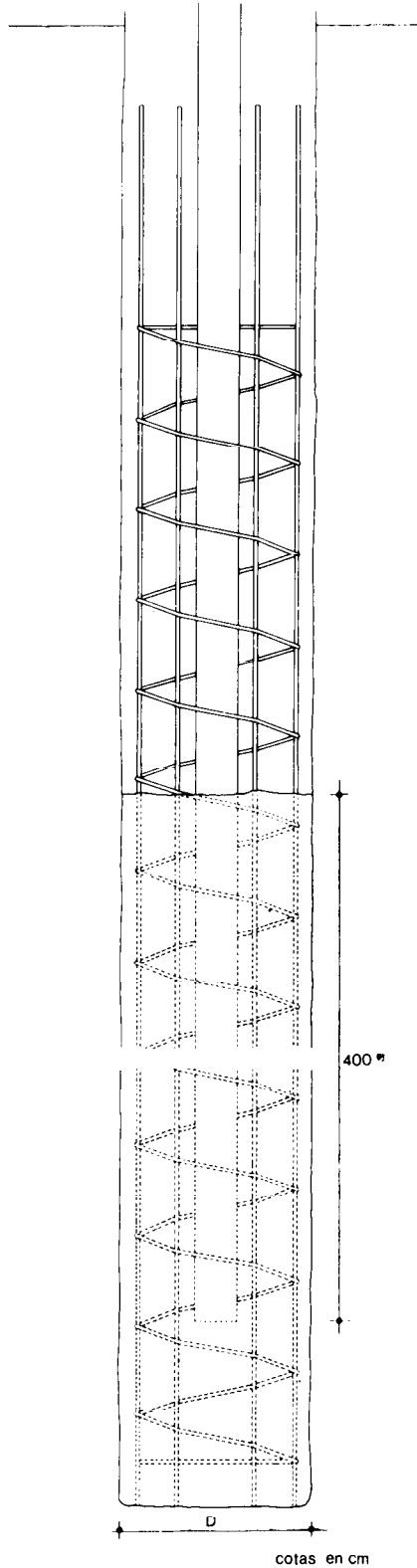
Previamente a la colocación de las armaduras se efectúa una limpieza del fondo de perforación, extrayendo los elementos sueltos que hay podido desprenderse. Asimismo, se regenerarán los lodos cuando el contenido de arena (material retenido por el tambo 0,080 UNE) sea superior al 3 % o cuando la viscosidad medida en cono Marsh sea superior a 45 s.

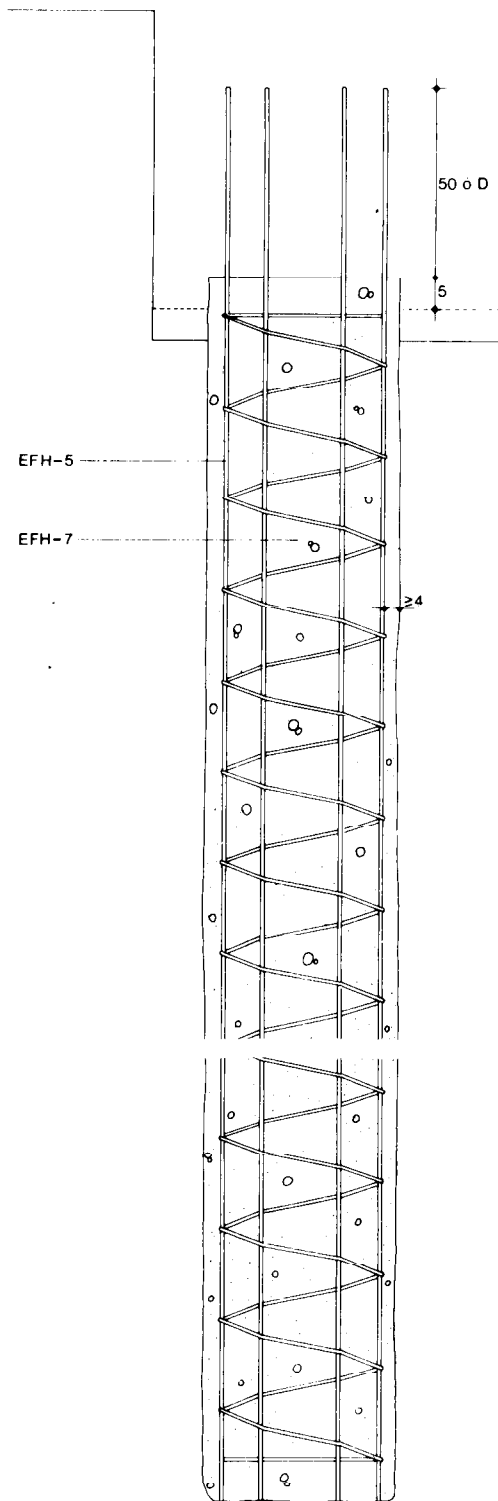
EFH-5 Armadura.

De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, conformada por:

- Armadura longitudinal.
- Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será siguiente:

D en cm	45	55	65	85	100	110
N.º de barras	6	7	6	7	9	10
Diámetro Øb. en mm	12	12	14	16	16	18





La longitud de la armadura será tal que después del descazado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:

D ó 50 cm.

La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:

6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.

Constituida por zuncho en espiral o cercos.

El paso de la espiral y/o separación entre cercos, y el diámetro de los redondos, en función del diámetro D del pilote será el siguiente:

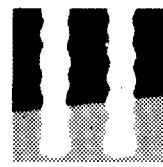
D en cm	45	55	65	85	100	125
Paso o separación en cm	20	20	20	20	25	25
Diámetro ϕ en mm	6	6	6	8	8	8

El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo cotas en cm

Pilotes In situ

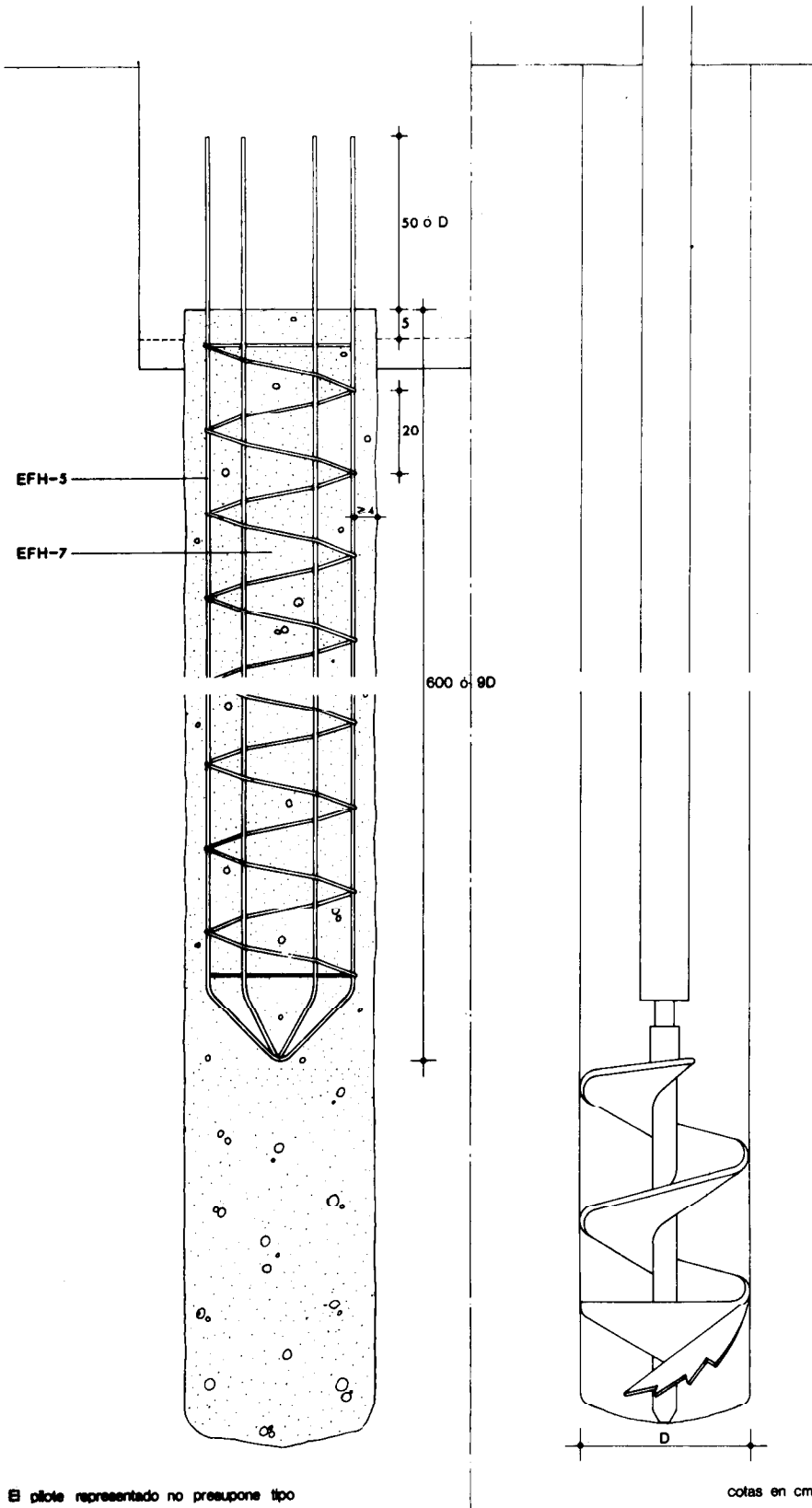
Foundations. Cast-in place piles. Construction



CF

1977

CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento



El pilote representado no presupone tipo

EFH-7 Hormigón.
De resistencia característica 175 kg/cm².
Consistencia medida en co de Abrams: 10 a 15 cm.
Se realizará la perforación extracción de las tierras mediante barrenado.
La perforación de diámetro en cm, y profundidad L, en se realizará para los n pilotes del grupo a separación en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.
Se cuidará especialmente limpieza del fondo y las paredes de la excavación antes de la colocación de las armaduras y vertido del hormigón, efecto de garantizar el que se produzcan desprendimientos de las paredes durante estos trabajos.
El hormigonado se realiza en seco y de forma continua. La construcción de este tipo de pilotes se podrá realizar siempre que las condiciones del terreno sean tales que no haya entrada de agua en la perforación.

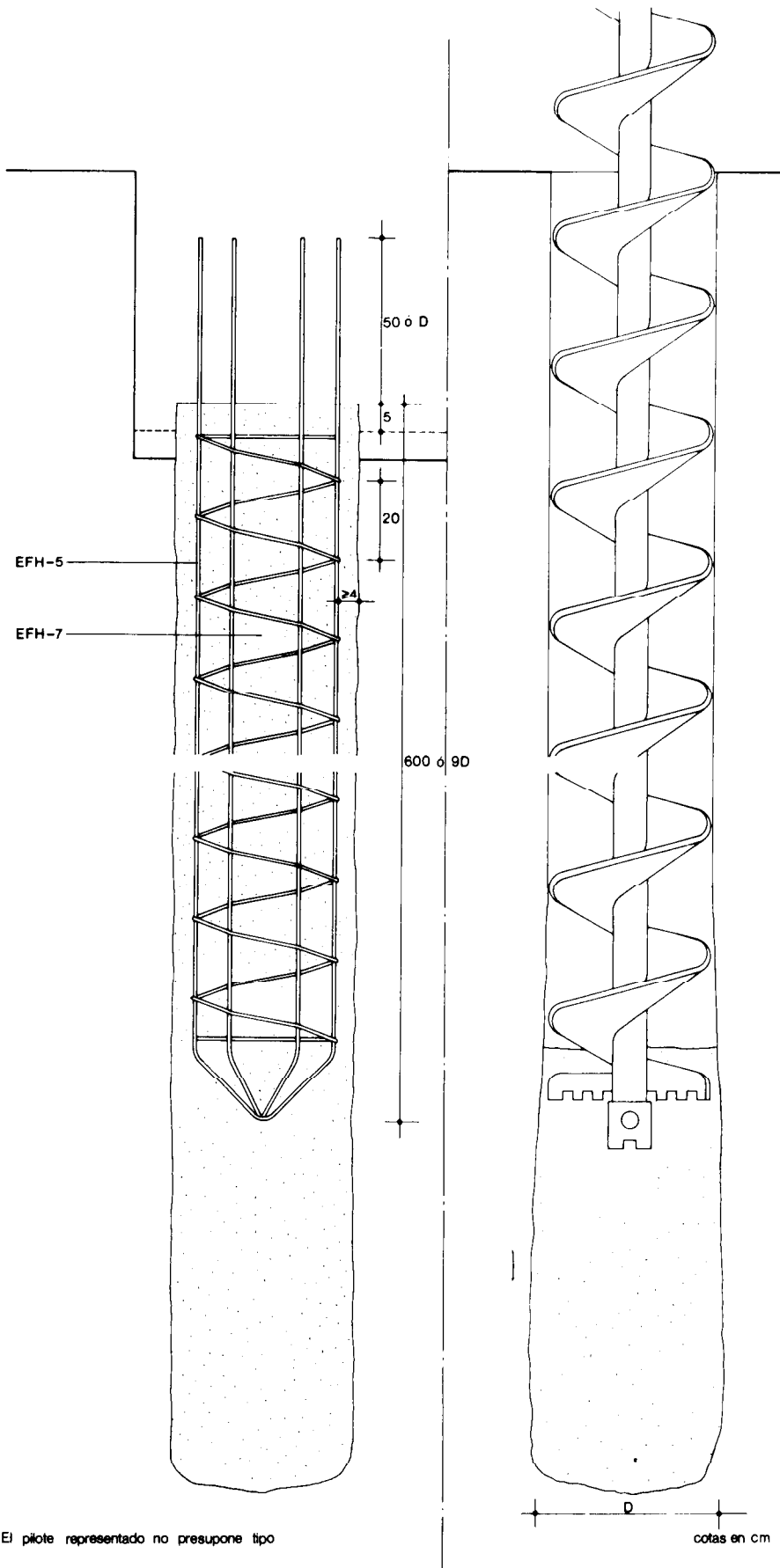
EFH-5 Armadura.
De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:
- Armadura longitudinal. Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será siguiente:

D en cm	35	45	55
N.º de barras	5	6	7
Diámetro ϕ_b en mm	12	12	12

La longitud de la armadura será tal que después del desahogado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:
D ó 30 cm.
La longitud mínima de la armadura será el mayor de los siguientes valores:
6 m ó 9 D.

- Armadura transversal. Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm. El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento



EFH-7 Hormigón.

De resistencia característica 175 kg/cm² y consistencia medida en cono de Abrams: 10 a 15 cm; o Mortero grueso estabilizado de resistencia característica 175 kg/cm² y consistencia medida en cono de fluidez: 22 a 28 s.

La perforación de diámetro D, en cm, y profundidad L, en m, se realizará para los n pilotes del grupo a separación S, en cm, según Documentación Técnica y en el orden y tiempo previsto.

Alcanzada la profundidad L se procederá simultáneamente a la extracción de la barrena con las tierras alojadas en ella y al hormigonado por bombeo a través del tubo central de la misma. Durante el proceso de extracción de la barrena, el hormigón bombeado se mantendrá en contacto con el extremo inferior de la barrena.

El hormigonado se realizará en seco o bajo agua de forma continuada, terminado éste se introducirá en el hormigón fresco la armadura.

EFH-5 Armadura.

De acero AE-42 ó AE-22 L, formando una jaula, para cada pilote de diámetro D en cm, compuesta por:

- Armadura longitudinal.

Constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. El número de barras y el diámetro ϕ_b de las mismas, en función del diámetro D del pilote, será el siguiente:

D en cm	35	45	55	65
N.º de barras	5	6	7	6
Diámetro ϕ_b en mm	12	12	12	14

La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:

D ó 50 cm.

La longitud mínima de las armaduras será el mayor de los valores:

6 m ó 9 D.

- Armadura transversal.

Constituida por zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm de diámetro, con paso o separación de 20 cm.

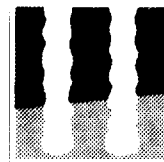
El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos 8 cm, para lograr un recubrimiento mínimo de 4 cm.

El pilote representado no presupone tipo

cotas en cm

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Construction



CP

1977

2. Condiciones de seguridad en el trabajo

Las zonas de trabajo se señalizarán y protegerán adecuadamente, así como las áreas de paso de cargas suspendidas, que quedarán acotadas.

El estado de los aparatos de elevación y de los dispositivos de manejo, hinc o perforación será revisado diariamente antes de comenzar los trabajos.

El transporte suspendido de armaduras debe realizarse por colgado mediante eslingas bien enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad, debiendo realizarse la sustentación de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores y encargados del manejo y montaje de armaduras irán provistos de guantes, casco y calzado de seguridad.

En los casos en que sea necesario realizar trabajos en el fondo del pilote excavado, debe estar asegurada la eficacia de la entubación para evitar colapso de la excavación, así como la imposibilidad de que caigan objetos o materiales en la misma, frente a lo que estará protegida la boca del pilote. En esos casos, se dispondrá de una jaula para la extracción rápida, y de máscaras de protección para las vías respiratorias cuando exista la posibilidad de que emanen gases tóxicos en la excavación.

En las instalaciones eléctricas para elementos auxiliares, como hormigonera y vibradores, se dispondrá a la llegada de los conductores de acometida un interruptor diferencial según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, para su puesta a tierra se consultará la NTE "IEP-Instalaciones de Electricidad Puesta a Tierra". Los conductores de estas instalaciones y elementos, serán de tipo antihumedad e irán protegidos por cubierta aislante de suficiente resistencia mecánica.

Todo trabajador ocupado en la fabricación o manejo de hormigón irá provisto de guantes y calzado de seguridad que proteja su piel del contacto con el citado material.

Cuando el hormigonado se efectúe mediante cubas, su cierre será perfecto se comprobará siempre, antes de su traslado al punto de aplicación.

Cuando el vertido del hormigón se realice mediante bombeo hidráulico o neumático, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial atención en su limpieza interior una vez terminado el hormigonado, durante el cual la bomba debe ser parada a la menor señal de obstrucción de la tubería.

Cuando se empleen lodos tixotrópicos, se usarán equipos de recuperación de los mismos, y cuando ello no sea posible se concederá especial atención a su eliminación y evacuación de forma, que se evite en todo caso la suciedad mal estado del terreno de trabajo.

Los trabajadores próximos a trabajos con lodos tixotrópicos deben utilizar gafas de protección contra salpicaduras.

Los trabajos se suspenderán cuando llueva intensamente, nieve o exista viento de velocidad superior a 60 km/h.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene del Trabajo y del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3. Condiciones generales de ejecución

De cada pilote se realizará un parte, en el que constará la fecha de ejecución, diámetro, longitud alcanzada, volumen de hormigón y armaduras empleado, altura del descabezado y cualquier variación con respecto al proyecto con todos los incidentes apreciados en el curso de la ejecución.

En los pilotes de extracción se indicarán las capas de terreno atravesadas, resaltando sus diferencias con respecto al proyecto, y en su caso la altura de empotramiento logrado en la punta.

En los pilotes de desplazamiento las incidencias de la hinc y el rechazo obtenido en tres andanadas consecutivas de 10 golpes.

El valor del rechazo r , se deduce de la siguiente tabla en la que r/H es el rechazo relativo necesario en andanada de 10 golpes, para alcanzar una resistencia al hundimiento igual a la estructural del pilote, de diámetro D , y con caída de maza de peso M , desde una altura H .

Siendo:

r : rechazo en mm

H: altura de caída de la maza en m

m: peso de la maza en kg

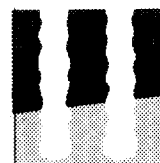
D: diámetro del pilote en cm

P: peso de la entubación, punta, sombrerete y otras piezas auxiliares fijas a la entubación, en kg

Diámetro del pilote D, en cm					Peso de la maza M, en kg.					
					500	1000	1500	2000	3000	4000
30	35	45	55	65						
0,50					13,0	26,0	38,0	51,0	77,0	102,0
					19,5	39,0	57,0	76,5	115,5	153,0
0,69					11,0	23,0	34,0	45,0	68,0	91,0
					16,5	34,5	51,0	67,5	102,0	136,5
0,90					10,0	20,0	30,0	40,0	60,0	81,0
					15,0	30,0	45,0	60,0	90,0	121,5
1,14	0,57				9,0	18,0	27,0	36,0	54,0	72,0
					13,5	27,0	40,5	54,0	81,0	108,0
1,41	0,77				8,0	16,0	24,0	32,0	48,0	64,0
					12,0	24,0	36,0	48,0	72,0	96,0
1,71	0,99				7,0	14,0	21,0	28,0	42,0	57,0
					10,5	21,0	31,5	42,0	63,0	85,5
2,05	1,24				6,0	13,0	19,0	25,0	38,0	50,0
					9,0	19,5	28,5	37,5	57,0	75,0
	1,52	0,52			6,0	11,0	17,0	22,0	34,0	45,0
					9,0	10,5	25,5	33,0	51,0	67,5
	1,83	0,71			5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0
					7,5	15,0	22,5	30,0	45,0	60,0
	2,19	0,93			4,0	9,0	13,0	18,0	27,0	35,0
					6,0	13,5	19,5	27,0	40,5	52,5
		1,17	0,45		4,0	8,0	12,0	16,0	24,0	31,0
					6,0	12,0	18,0	24,0	36,0	46,5
		1,44	0,63		3,0	7,0	10,0	14,0	21,0	28,0
					4,5	10,5	15,0	21,0	31,5	42,0
		1,75	0,84		3,0	6,0	9,0	12,0	19,0	25,0
					4,5	9,0	13,5	18,0	28,5	37,5
	2,09	1,07	0,48		3,0	6,0	8,0	11,0	17,0	22,0
					4,5	9,0	12,0	16,5	25,5	33,0
		1,33	0,67		2,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0
					3,0	7,5	10,5	15,0	22,5	30,0
		1,62	0,88		2,0	4,0	7,0	9,0	13,0	17,0
					3,0	6,0	10,5	13,5	19,5	25,5
	1,95	1,11			2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0
					3,0	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0
		2,32	1,37		2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	14,0
					3,0	4,5	7,5	10,5	15,0	21,0
		1,67			2,0	3,0	5,0	6,0	9,0	12,0
					3,0	4,5	7,5	9,0	13,5	18,0
	2,00				1,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0
					1,5	4,5	6,0	7,5	12,0	16,5
$\frac{P}{m}$					$\frac{r}{H}$					

- Del par de valores de r/H que aparecen en la Tabla el superior corresponde a pilotes de desplazamiento con azúche, y el inferior a pilotes de desplazamiento con tapón de gravas.
- Los resultados de la hinca son una mera indicación, y se tomarán por sí solos como una prueba de la capacidad resistente del pilote. En particular, la profundidad deberá coincidir aproximadamente con la prevista en Cálculo en el caso de que ésta resulte ser inalcanzable, será objeto de un estudio especial no contemplado en la presente NTE.
- Se recomienda, para efectuar las medidas de rechazo r, ajustar la altura de caída de la maza de modo que el número que expresa el rechazo, en mm, esté incluido entre las líneas escalonadas de la Tabla.

Pilotes In situ



CP

Foundations. Cast-in place piles. Construction

1977

La armadura longitudinal del pilote se empalmará mediante solapo de 40 cm como mínimo, soldándose y/o atándose con alambre en toda la longitud de mismo.

En el caso de utilizar cercos como armadura transversal, los cierres se hará mediante solapo de 8 cm, como mínimo, y se soldarán y/o atarán con alambre en toda su longitud, la posición del solapo se dispondrá alternada para cerco sucesivos. Ambas armaduras se atarán fuertemente entre sí formando un jaula capaz de soportar las operaciones del hormigonado; se colocará ésta sobre el fondo de la perforación o se introducirá en el hormigón vertido según los casos, limpia, exenta de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

El hormigonado podrá ejecutarse de modo continuo o discontinuo tanto si se realiza en seco como en agua; salvo en el caso de hormigonado en lodo lixotrópicos que será continuo.

Si el hormigonado se efectúa en seco, y en un momento dado penetra el agua en el interior de la entubación, el pilote será considerado defectuoso. Si esto se repitiera, o bien, desde el principio si el terreno es permeable y acuífero se preferirá llenar la entubación de agua al mismo nivel que la capa freática efectuando el hormigonado sumergido (hormigonado en agua).

Se vigilará la posición de las armaduras durante el hormigonado.

Todo pilote en el que las armaduras suban apreciablemente durante el hormigonado deberá ser considerado defectuoso. Igualmente todo pilote en el que las armaduras descendan hasta perderse dentro del hormigón ya vaciado.

Todo pilote en el que exista una diferencia apreciable en menos o una gran diferencia en más entre el volumen teórico del hormigonado y el realmente empleado se considerará defectuoso.

En el hormigonado discontinuo la altura máxima de vertido será de 100 cm. En el hormigonado de cada pilote, se realizará sin interrupción hasta su terminación no admitiéndose juntas de hormigonado.

El pilote, una vez terminado, deberá quedar hormigonado a una altura superior a la definitiva, exceso que será demolido una vez endurecido el hormigón, la altura de este exceso a sanear será como mínimo la mitad del diámetro cuando la cabeza quede por encima del nivel freático, o de vez y media al diámetro cuando la cabeza quede debajo del nivel freático.

No se permitirá la hincada con desplazamiento de pilotes o entubaciones en un radio de 3 m alrededor de un pilote hormigonado, con entubación recuperada hasta que el hormigón haya adquirido una resistencia mínima de 30 kg/cm² según ensayos previos.

Tampoco se permitirá la perforación con extracción durante ese mismo plazo en un radio igual a tres diámetros y medio, a partir del centro al pilote, salvo en el caso de pilotes barrenados.

No se iniciará la operación de saneo de la cabeza, ni la colocación de los encofrados para el encapado, en ese mismo tiempo. Después del descabezado los pilotes sobresaldrán del terreno una longitud tal que permita un empotramiento del hormigón de 5 cm, como mínimo, en el encapado.

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control



1977

CPI

1. Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE que se indican.

Especificación

EFH-1 Cemento
EFH-2 Aridos
EFH-3 Agua
EFH-5 Acero de Armadura

Normas UNE

7144; 7201; 7202; 7208; 7205; 7207
7082; 7133; 7134; 7135; 7136; 7137; 7238; 7244; 7245;
7-205-75
7190; 7131; 7132; 7178; 7234; 7235; 7236
36088 h₁ h₂ h₃ (III) Anexo

Instrucción EH-73

Ensayos mínimos en la Instrucción:

EFH-1 Cemento.

Ensayos físicos, químicos y mecánicos. Una vez antes de comenzar la obra, o si varían las condiciones de suministro, o si lo indica el Director de obra.

Ensayos físicos, mecánicos, pérdida de fuego y residuo insoluble.

Una vez cada tres meses de obra y como mínimo tres veces durante la obra, o si lo indica el Director de la obra.

Puede ser sustituido a juicio del Director por un Certificado de Origen Industrial conteniendo los resultados de los análisis y ensayos correspondientes a cada partida servida.

EFH-2 Aridos.

Si no se tienen antecedentes de su uso, un análisis de las sustancias contenidas en la arena y grava antes de comenzar la obra y si varían las condiciones de suministro o si lo indica el Director de Obra.

EFH-3 Agua.

Si no se tienen antecedentes de la misma un análisis de las sustancias disueltas antes de comenzar la obra o si varían las condiciones de suministro, o si lo indica el Director de Obra.

EFH-5 Acero de armadura.

Para cada diámetro y partida de veinte toneladas o fracción de controles de sección, dos de características geométricas de corrugado y dos ensayos de doblado y desdoblado.

En dos ocasiones a lo largo de la obra, ensayo de tracción completo de una probeta de cada diámetro.

Certificado de Origen Industrial con cada partida.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2. Control de la ejecución

Hormigón

Para el control de hormigón en pilotes, se considera como lote 200 m de pilotes. La mitad de las probetas de cada toma se curarán en cámara y a partir de ellas se determinará la resistencia característica a los 7 días, actuando en consecuencia si se prevé que no se va a alcanzar la resistencia especificada a los 28 días. La otra mitad de las probetas de cada toma se empleará para determinar la resistencia a los 28 días.

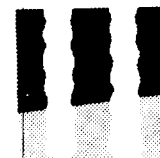
Armadura

Se realizará una inspección visual de las jaulas antes de su colocación para destacar los posibles errores de armado que sean apreciados a simple vista.

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
	Diámetro del azuche	Uno en general	Menor del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la capa prevista e la Documentación Técnica, o bien no cumple el rechazo necesario
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superior a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto al especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior 15 cm
	Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
	Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
	Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
	Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
	Longitud de solapo de armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 40 cm
	Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm	
CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto al especificado
	Espesor del tapón de gravas	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la capa prevista e la Documentación Técnica, o bien no cumple el rechazo necesario
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada	

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control



1977

CPI

Especificación

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 1 cm o superior a 5 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm
CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n-D-L-S-Hormigonado-Cemento		
Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n.D.L.S.C · Hormigonado · Cemento	Diámetro de la entubación	Uno en general	Distinto del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
	Longitud de la camisa perdida	Uno por cada pilote	Inferior a la especificada
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Asiento inferior a 10 cm o superior a 15 cm
	Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
	Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
	Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
	Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada	
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm	
CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n.D.L.S. Hormigonado · Cemento	Diámetro del útil de perforación	Uno en general	Distinto del especificado
	Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
	Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores a 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superior al 4%
	Características de los lodos	Uno cada 3 grupos de pilotes	Fuera de los límites especificados
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 16 cm o superior a 20 cm
	Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada	

Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Control

1977

CPI

Especificación

CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm
Diámetro de la barra	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno por cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%
Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 10 cm o superior a 15 cm
Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada y no acumulativa
Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barra-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento

Diámetro de la barra	Uno en general	Distinto del especificado
Profundidad de la perforación	Uno por cada pilote	No se alcanza la profundidad que especifica la Documentación Técnica
Disposición de los pilotes	Uno cada grupo de pilotes	Desviaciones en planta superiores al 20% del diámetro del pilote. Desviaciones en dirección superiores al 4%

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
	Tipo de cemento	Uno por cada lote de control	Distinto del especificado
	Resistencia característica del hormigón	Dos tomas de cuatro probetas por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de Abrams	Uno por cada lote de control	Inferior a 10 cm o superior a 15 cm
	Resistencia característica del mortero grueso estabilizado	Uno por cada lote de control	Inferior al 90% de la especificada
	Consistencia medida en cono de fluidez	Uno por cada lote de control	Inferior a 22 s o superior a 28 s
	Disposición, número y diámetro de las armaduras	Uno cada 3 grupos de pilotes	Distintos a los especificados
	Longitud de las armaduras longitudinales	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
	Separación entre cercos o paso de la espiral del zuncho	Uno cada 3 grupos de pilotes	Mayor del 10% de la especificada no acumulativa
	Recubrimiento	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 4 cm
	Longitud de anclaje de armaduras al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior al 90% de la especificada
	Entrega de los pilotes al encepado	Uno cada 3 grupos de pilotes	Inferior a 5 cm

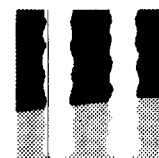
3. Criterio de medición

Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n-D-L-S-C · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.
CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m	Longitud L, realmente ejecutada cremetada en la altura de descizado.



Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Cost



1977

1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros por sus valores numéricos.

Siendo:

- D el diámetro de los pilotes, en cm
- L la longitud de los pilotes, en m
- b el número de barras de la armadura longitudinal
- l la longitud de las armaduras longitudinales, en m
- ϕ_b el diámetro de las armaduras longitudinales, en mm
- ϕ_e el diámetro de los estribos o zuncho de espiral, en mm

En los precios unitarios irán incluidos, además los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coeficiente de medición
CPI-2 Grupo de pilotes de desplazamiento con azuche -n·D·L·S·Hormigonado·Cemento Incluso entubación, azuche metálico y/o hormigón armado: compactado del hormigón, cortes de armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero	m		$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	m ³	EFH-7	
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
CPI-3 Grupo de pilotes de desplazamiento con tapón de gravas-n·D·L·S·Hormigonado·Cemento Incluso tapón de grava y compactado de la misma, compactado del hormigón, cortes de armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero	m		$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	m ³	EFH-7	
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable-n·D·L·S·Hormigonado·Cemento Incluso limpieza del fondo del pilote; cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero	m		$\frac{90D^2n}{1.000.000}$
	m ³	EFH-7	
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
CPI-5 Grupo de pilotes de extracción con camisa perdida-n·D·L·S·C·Hormigonado·Cemento Incluso camisa; limpieza del fondo del pilote, cortes de las armaduras, soldados y/o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero	m		1
	m	EFH-1	
	m ³	EFH-7	$\frac{90D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición
CPI-6 Grupo de pilotes perforados sin entubación con lodos tixotrópicos-n-D-L-S Hormigonado · Cemento	m		
	m ³	EFH-7	$\frac{80D^2n}{1.000.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso lodos tixotrópicos, recuperación de lodos y transporte de los mismos a vertederos autorizados, cortes de las armaduras, soldados y o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
CPI-7 Grupo de pilotes barrenados sin entubación-n-D-L-S · Hormigonado · Cemento	m		
	m ³	EFH-7	$\frac{D^2n}{10.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso limpieza del fondo del pilote; cortes de las armaduras, soldados y o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			
CPI-8 Grupo de pilotes barrenados. Hormigonado por tubo central de barrena-n-D · L · S · Hormigonado · Cemento	m		
	m ³	EFH-7	$\frac{D^2n}{10.000}$
	kg	EFH-5	$\frac{(800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e)(l + 0,5) n}{10.000 (L + 1)}$
Incluso cortes de las armaduras, soldados y o empalmes, descabezado del pilote y doblado del acero			

2. Ejemplo

CPI-4 Grupo de pilotes de extracción con entubación recuperable - 4 · 55 · 22 · 160 · Hormigonado en agua · Cemento P-350

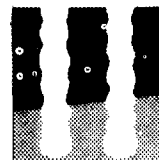
Datos: n = 4
D = 55 cm
L = 22 m
S = 160 cm
i = 6 m
b = 7
φ_b = 12 mm
φ_e = 6 mm

Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición	Precio unitario	Coficiente de medición	
m ³	EFH-7	$\times \frac{80D^2n}{1.000.000}$	= 10.433,40	$\times \frac{80 \cdot 3025 \cdot 4}{1.000.000}$	= 11.361,9'
kg	EFH-5	$\times \frac{800 b \phi_b + 12,5 D \phi_e}{10.000} \cdot \frac{(l + 0,5) n}{(L + 1)}$	= 40,00	$\times \frac{(800 \cdot 7 \cdot 12 + 12,5 \cdot 55 \cdot 6) (6 + 0,5) 4}{10.000 (22 + 1)}$	= 322,5
					Total Pta / m = 11.684,4'



Pilotes In situ

Foundations. Cast-in place piles. Maintenance



CPI

1977

1. Criterio de mantenimiento

La propiedad conservará en su poder la Documentación Técnica en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos los grupos de pilotes. Cuando fuera apreciada alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio, será estudiado por Técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en el caso de ser imputable a la cimentación, los refuerzos o recalces que deban realizarse. Cuando se prevea una modificación que pueda alterar las solicitudes previstas en los grupos de pilotes, será necesario el dictamen de un Técnico competente.