

A N E J O NÚM. 1

CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DESCRIPCIÓN DEL MICROPILOTE	2
3. COMPROBACIONES A REALIZAR	3
3.1. Cargas Transmitidas a la Cimentación	3
3.2 Resistencia estructural del micropilote a compresión	6
3.3 Resistencia estructural del micropilote a cortante	7
3.4. Cálculo geotécnico de micropilotes inyectados	8
4. CONEXIÓN CON LA ESTRUCTURA EXISTENTE	27
5. CONCLUSIONES	29

1. INTRODUCCIÓN

Para evitar que se siga asentando la estructura, se propone la solución de recalce de la cimentación mediante micropilotes. Para el análisis de estos micropilotes se tendrán en cuenta los datos expuestos en el *Anejo Nº1 Estudio Geológico y Geotécnico* y del *Anejo Nº2 Estudio de la estabilidad* del Trabajo Final de Grado de Jonatan Rodríguez, escogiendo siempre los datos geotécnicos expuestos más desfavorables, mayorando las acciones y disminuyendo las resistencias de los materiales para quedarnos del lado de la seguridad.

Se ha tenido en cuenta que, a la hora de diseñar los micropilotes bajo carga axial, se hacen, habitualmente, las siguientes hipótesis (Ministerio de Fomento, 2005):

- Se supone que el fuste tiene forma cilíndrica de diámetro constante e igual al nominal de perforación, aunque se hayan inyectado volúmenes mayores.
- La carga exterior es resistida por un rozamiento-adherencia a través del contacto terreno-lechada-mortero.
- El rozamiento a través del mortero-lechada carga a la armadura, que es la que absorbe, en definitiva, la carga exterior.
- La resistencia por fuste, QF, es predominante sobre la de la punta, QP. Suponiendo $Q_{TOTAL} = 0.85QF + 0.15 QP$.

2. DESCRIPCIÓN DEL MICROPILETE

Según la norma EN-14199 se ha elegido un micropilote con las siguientes características:

- Método de perforación: Perforación por rotación.
- Tipo de armadura: Perfil tubular
- Método de inyección: Inyección Repetitiva y Selectiva a través de tubo manguito dentro de la armadura tubular.
- Material de inyección o relleno: Lechada

De tal modo que la cimentación quedaría establecida del siguiente modo:

- Tipo: Micropilotes con armadura tubular de acero de límite elástico ($f_{yk} = 460$ Mpa).

- Mortero con resistencia a compresión simple de $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$.
- Dimensiones:
- Diámetro micropilote: 150 mm.
- Diámetro exterior armadura: 101,6 mm.
- Espesor de pared armadura: 9 mm.
- Peso micropilote aproximado: 210 N/m.

La unión entre los diversos tramos de armadura de micropilote, hasta alcanzar la longitud total, se efectuará sin casquillos de acero, sino que la unión de un tramo con otro es roscada (macho-hembra) a tope.

3. COMPROBACIONES A REALIZAR

Para el diseño del recalce de las cimentaciones se propone introducir una fila de micropilotes en la puntera del muro ménsula y otra fila en el talón.

Se consideró en un principio realizar los micropilotes con inclinación para que parte del empuje horizontal se resistiera por compresión, pero tras hacer los cálculos a cortante de los micropilotes propuestos, se verifica que por cortante pueden transmitir los esfuerzos horizontales, dejando de ser necesaria la inclinación de estos.

En la fila de micropilotes de puntera, situada a 1m del borde de la cimentación, se propone colocar los micropilotes con una separación de 1 metro entre ellos.

En la fila de talón la separación entre micropilotes será de 2 metros, y esta se sitúa a 2 metros del borde de la cimentación

3.1. Cargas Transmitidas a la Cimentación

Dado que no se tiene el proyecto constructivo del depósito, se ha estimado las cargas que son transmitidas a la cimentación. Esta estimación se ha realizado de acuerdo con las dimensiones del depósito y obteniendo los pesos específicos de cada material en el Código Técnico de la Edificación.

Las cargas consideradas por metro lineal de cimentación son las siguientes:

1. Acciones Permanentes

Cubierta	Total	16 KN
Peso del agua	Total	166.5 KN
Alzado	Total	78.65 KN
Cimentación	Total	99.75 KN
Relleno en puntera	Total	80 KN

Q_p	440.9 kN
----------------------	-----------------

Esta resultante vertical se mayor a con un coeficiente de 1.5 y se reparte entre las dos filas de micropilotes como se detalla a continuación.

Se realiza el cálculo de las tensiones sobre el terreno, para dimensionar cada fila de micropilotes de acuerdo a las tensiones que van a tener que soportar, ya que aparecerá un reparto trapecial de tensiones bajo el cimiento.

El momento en el punto medio de la base de la zapata (MR) será:

$$MR = ME_w + \sum MR = 453,13 - 54,71 = 398,42 \text{ KN/m}$$

Siendo

ME_w el momento en R debido al empuje horizontal del agua.

$\sum MR$ el sumatorio de momentos debidos a las cargas verticales en R.

Por tanto se obtiene una excentricidad de la resultante de fuerzas respecto al centro de gravedad de la cimentación de:

$$e_G = MR / \sum N = 0.9 \text{ m} \leq B/6 (0,95)$$

Los valores mínimos y máximos de tensión en el terreno que se obtienen son:

$$\delta_{\max} = N/B * (1 + 6eG/B) = 150,63 \text{ KN/ m}^2$$

$$\delta_{\min} = N/B * (1 - 6eG/B) = 4,07 \text{ KN/ m}^2$$

Queda el reparto trapecial ilustrado en la siguiente figura.

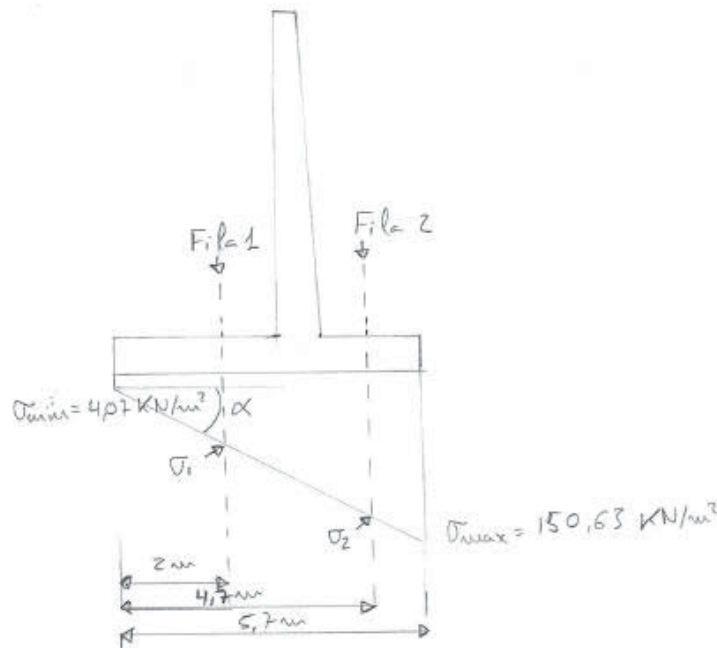


Figura 1: Tensiones sobre el terreno y posición de los micropilotes.

Se ha corregido un error en el cálculo de las tensiones que aparece en el Anejo Nº2 Estudio de la estabilidad del Trabajo Final de Grado de Jonajan Rodriguez Herrera.

Colocando los micropilotes en filas separadas 2,7 m como se indica en la figura anterior, la diferencia de tensiones entre una fila y otra es de 69,42 KN/ m², luego las cargas de la cimentación quedarán repartidas entre los micropilotes de la siguiente manera:

Las tensiones en la posición de la fila interior de micropilotes será:

$$\delta_1 = (\tan^{-1}(\alpha) \times 2) + 4,07 = 55,49 \text{ KN/ m}^2$$

$$\delta_2 = \tan^{-1}(\alpha) \times 4,7 = 124,9 \text{ KN/ m}^2$$

$$\text{Donde } \tan(\alpha) = (\delta_{\max} - \delta_{\min}) / B = 25,71, \text{ luego } \alpha = 87,77^\circ$$

La relación entre tensiones en las filas es: $\delta_2 = 2.35 \times \delta_1$ entonces

$$Q_2 = 2.35 Q_1$$

Si la carga total vertical a resistir por las dos filas es: $440.9 \times 1,5 = \mathbf{661.35 \text{ KN}}$

La Ffila 1(talón) estará sometida a **197,42 KN/m**.

La Fila 2 (puntera) estará sometida a **463,94 KN/m**.

2. Acciones Variables

Empuje hidrostático Total 211.25 KN/M

Q_{SC}	211.25	kN
----------	---------------	-----------

Esta resultante horizontal se mayor con un coeficiente de 1.5 y se reparte entre las dos filas de micropílotes a cortante.

$$Q_{H1} = Q_{H2} = 211.25 \times 1,5 / 2 = \mathbf{158.43 \text{ KN}}$$

El cortante transmitido por la cimentación a cada fila de micropilotes es de **158,43 KN/ m**.

3.2 Resistencia estructural del micropilote a compresión

Para el cálculo del tope estructural (NC) a compresión se utiliza, la fórmula que viene dada en la Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera:

$$N_{c,Rd} = (0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} + A_a f_{yd}) \cdot \frac{R}{1,20 F_e}$$

Así, y según los datos facilitados de las características de los materiales y dimensiones de los micropilotes siguientes:

- Diámetro de la perforación: $\phi = 150 \text{ mm}$
- Diámetro exterior de la armadura tubular: $\phi = 101,6 \text{ mm}$
- Espesor de la pared de la armadura tubular: $e = 9 \text{ mm}$
- Sección: $S = 26,18 \text{ cm}^2$
- Tipo de acero: $f_{yk} = 460 \text{ N/mm}^2$

- Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Así, y considerando unos coeficientes parciales de seguridad de los materiales para estados límites últimos de 1,5 para el hormigón y de 1,15 para el acero, se obtiene un tope estructural para carga a compresión:

Resistencia estructural del micropilote a compresión	$N_{c,Rd}$	558,78 kN
---	------------------------------	------------------

Si en la Fila 1 colocamos los micropilotes distanciados 2 metros, no se alcanzaría el tope estructural: $197,42 \times 2 = 394,84 \leq 558,78 \text{ kN}$

Al igual que si en la Fila 2 colocamos 1 micropilote por metro lineal, tampoco se alcanza el tope estructural: $463,94 \leq 558,78 \text{ kN}$

3.3 Resistencia estructural del micropilote a cortante

Para el cálculo del tope estructural (VC) a compresión se utiliza, la fórmula que viene dada en la Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera:

$$V_{pl,Rd} = \frac{2 A_{pr}}{\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_a}$$

Así, y según los datos facilitados de las características de los materiales y dimensiones de los micropilotes siguientes:

- Diámetro de la perforación: $\phi = 150 \text{ mm}$
- Diámetro exterior de la armadura tubular: $\phi = 101,6 \text{ mm}$
- Espesor de la pared de la armadura tubular: $e = 9 \text{ mm}$
- Sección: $S = 26,18 \text{ cm}^2$
- Tipo de acero: $f_{yk} = 460 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Así, y considerando unos coeficientes parciales de seguridad de los materiales para estados límites últimos de 1,5 para el hormigón y de 1,15 para el acero. Además se tiene en cuenta la

reducción de la sección de acero a 50 años en 1,5m de espesor. Se obtiene un tope estructural a cortante:

Cortante resistente (igual que Cortante Plástico)	$V_{c,Rd}=V_{pl,Rd}$	=	329,92	kN
--	--	----------	---------------	-----------

Con la disposición mencionada, tendremos un total de 1,5 micropilotes trabajando a cortante cada metro lineal, luego la comprobación frente a esfuerzos cortantes reconoce que no se sobrepasa el límite estructural.

El cortante actuante en cada micropilote será: $316,87 / 1,5 = 211,25 \text{ kN} \leq 329,92 \text{ kN}$

3.4. Cálculo geotécnico de micropilotes inyectados

Para el cálculo de los micropilotes inyectados se sigue el método de Bustamante (1980, 1986), tal y como propone Romana (2002)

Así, la carga límite de un micropilote a compresión (tabla 1) viene dada por la expresión siguiente (sin contar los materiales del nivel 1 que pueden dar lugar a rozamientos negativos):

$$Q_L = Q_P + Q_S$$

Donde:

- Q_L = carga límite en cabeza.
- Q_P = resistencia límite por la punta.
- Q_S = resistencia límite por el fuste.

Por su parte, la resistencia límite por el fuste viene dada por la expresión:

$$Q = \sum \pi \cdot D \cdot l \cdot q_{si}$$

Donde para cada capa i :

D_i = diámetro medio, en nuestro caso $D_i = 0'15 \text{ m}$.

l_i = longitud de la capa

Q_{si} = resistencia unitaria por el fuste

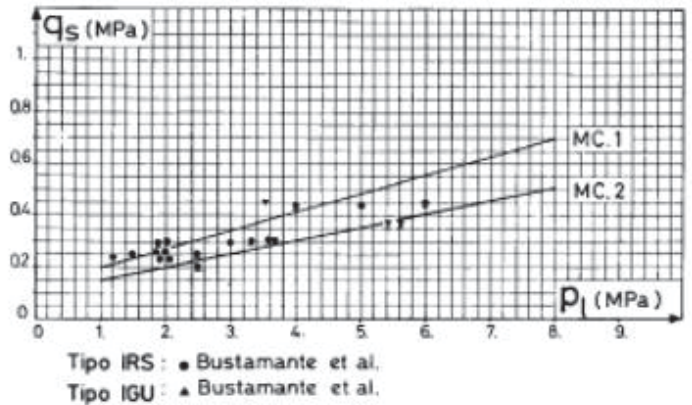
En nuestro caso tenemos un total de hasta 8 estratos diferentes por los que tienen que pasar los micropilotes. De estos estratos se ha ensayado o bien el SPT o el Presiómetro, por lo que obtenemos las resistencias unitarias por el fuste de cada estrato mediante los ábacos de BUSTAMANTE, que relaciona la resistencia por fuste con el ensayo de Presiómetro y los ábacos que relacionan el ensayo SPT con la resistencia por fuste en arenas, gravas, arcillas y limos.

Puesto que nuestra inyección es con IRS seguiremos la línea marcada para este tipo de inyección en las correlaciones de Bustamante

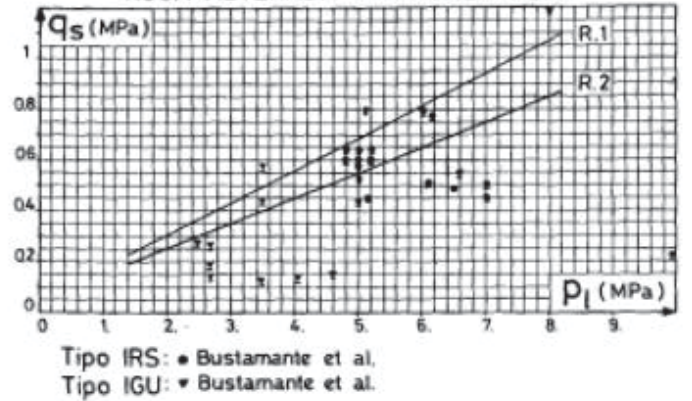
SUELOS	Método de inyección	
	IRS *	IGU **
Grava Grava arenosa Arena con grava Arena gruesa Arena mediana Arena fina Arena limosa	SG.1	SG.2
Limo Arcilla	AL.1	AL.2
Marga Marga-calcareas Creta alterada o fragmentada	MC.1	MC.21
Roca alterada o fragmentada	≥R.1	≥R.21

Figura 2: Clase de resistencia según el tipo de suelo y el método de ejecución por Bustamante.

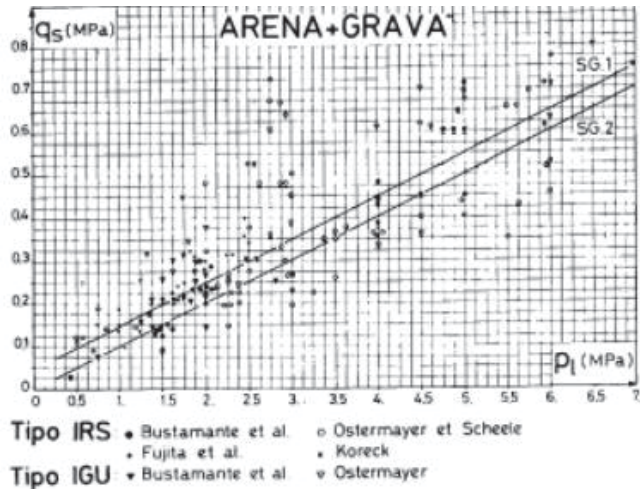
CRETA ALTERADA Y FRAGMENTADA MARGAS Y MARGO-CALCAREA



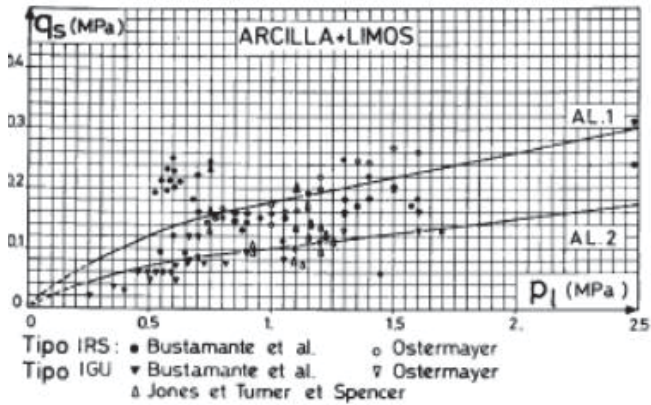
ROCA ALTERADA Y FRAGMENTADA



ARENA+GRAVA



ARCILLA+LIMOS



Figuras 3 y 4: Abacos de BUSTAMANTE

Se ha comprobado que los resultados de las resistencias por fuste con el método de Bustamante se aproximen a los que nos ofrecen las tablas de la *Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de Carretera*.

La resistencia por fuste de las calizas se ha obtenido de la GUIA FHWA (1997), que incluye una tabla con las resistencias por fuste según el método de ejecución .

TABLA 3. RESISTENCIAS ULTIMAS q_u POR FUSTE EN KPa (FHWA, 1997)

Descripción del terreno	Resistencia última por fuste q_u (Kpa)			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Limo y arcilla (con algo de arena) (blando, plasticidad media)	35-70	35-95	50-120	50-145
Limo y arcilla (con algo de arena) (rígido, denso a muy denso)	50-120	70-190	95-190	95-190
Arena (con algo de limo) (fina, suelta a medio densa)	70-145	70-190	95-190	95-240
Arena (con algo de limo y grava) (fina a gruesa, medio densa a muy densa)	95-215	120-360	145-360	145-385
Grava (con algo de arena) (medio densa a muy densa)	95-265	120-360	145-360	145-385
"Till" glacial (limo, arena y grava) (medio denso a denso, cementado)	95-190	95-310	120-310	120-335
Esquistos blandos (moderadamente fracturados, casi sin meteorización)	205-550	-	-	-
Pizarras y esquistos duros (moderadamente fracturados, casi sin meteorización)	515-1380	-	-	-
Calizas (moderadamente fracturados, casi sin meteorización)	1035-2070	-	-	-
Areniscas (moderadamente fracturados, casi sin meteorización)	520-1725	-	-	-
Granito y basalto (moderadamente fracturados, casi sin meteorización)	1380-4200	-	-	-

Tipo A: Inyección por gravedad solamente

Tipo B: Inyección a presión, en retirada

Tipo C: Inyección primaria por gravedad y una fase de inyección secundaria "global" a presión

Tipo D: Inyección primaria por gravedad y una o más fases de inyección secundaria "global" a presión

Figura 5: Tabla para obtener la resistencia por fuste de las rocas.

En cuanto a la resistencia límite por la punta (tabla 1) puede calcularse por métodos convencionales o por la regla simplificada (Romana, 2002):

$$Q_p = 0'15 \cdot Q_s$$

Por su parte, la carga límite a tracción de un micropilote (tabla 1), QLT, vale (Bustamante, 1986):

$$Q_{LT} = Q_s$$

Teniendo en cuenta un factor de seguridad de FS = 1.5 la carga máxima admisible a compresión, o a tracción, de un micropilote vendrá dada por:

$$Q = Q / FS_{ADM L}$$

En las tablas siguientes se muestran distintos valores de carga en función de la profundidad de

perforación del micropilote.

Se ha dividido la zona a recalzar en subzonas, que por el Estudio Geotécnico y Geológico, se entiende que tendrán estratos de espesores constantes en toda su longitud.

Puesto que el espaciamiento entre micropilotes no es el mismo en la puntera que en el talón y que tampoco se le transmitirá la misma carga a estas dos filas de micropilotes, se ha distinguido el cálculo para los micropilotes interiores y exteriores del depósito.

En las figuras siguientes se muestra la tabla de trabajo para el cálculo de la profundidad a la que se debe micropilotar para transmitir las cargas procedentes de la estructura al terreno. Aparece la resistencia por fuste cada estrato en KPa, los datos del micropilote, la densificación de micropilotes en Micropilote/ metro lineal, las fórmulas utilizadas y la profundidad a la que se tiene que quedar el micropilote.

Las diferentes subzonas de actuación están indicadas en el Documento Nº 2 Planos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64	Tipo de Suelo													
65														
66														
67	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO CUMPLE
68	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	58.90	8.84	67.74	45.16	45.16	45.16	NO CUMPLE
69	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	1	250	58.90	117.81	16.67	135.48	90.32	90.32	90.32	NO CUMPLE
70	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	176.71	26.51	203.22	135.48	135.48	135.48	NO CUMPLE
71	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	2	250	58.90	235.62	35.34	270.96	180.64	180.64	180.64	NO CUMPLE
72	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	250	58.90	294.52	44.18	338.70	225.80	225.80	225.80	NO CUMPLE
73	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	3	250	58.90	353.43	53.01	406.44	270.96	270.96	270.96	NO CUMPLE
74	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	250	58.90	412.33	61.85	474.18	316.12	316.12	316.12	NO CUMPLE
75	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	4	250	58.90	471.24	70.69	541.92	361.28	361.28	361.28	NO CUMPLE
76	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	4.5	250	58.90	530.14	79.52	609.67	406.44	406.44	406.44	NO CUMPLE
77	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	5	250	58.90	589.05	88.36	677.41	451.60	451.60	451.60	NO CUMPLE
78	Relleno Arcilla	0.15	1	0.15	5.5	250	58.90	647.95	97.19	745.15	496.76	496.76	496.76	NO CUMPLE
79	Arcilla Margosa	0.15	1	0.15	6	300	70.69	718.64	107.80	826.44	550.96	550.96	550.96	NO CUMPLE
80	Arcilla Margosa	0.15	1	0.15	6.5	300	70.69	789.33	118.40	907.72	605.15	605.15	605.15	NO CUMPLE
81	Arcilla Margosa	0.15	1	0.15	7	300	70.69	860.01	129.00	989.01	659.34	659.34	659.34	NO CUMPLE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A													
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65	Tipo de Suelo													
66														
67	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NO CUMPLE
68	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	58.90	8.84	67.74	45.16	22.58	NO CUMPLE	
69	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	1	250	58.90	117.81	17.67	135.48	90.32	45.16	NO CUMPLE	
70	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	176.71	26.51	203.22	135.48	67.74	NO CUMPLE	
71	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	2	250	58.90	235.62	35.34	270.96	180.64	90.32	NO CUMPLE	
72	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	250	58.90	294.52	44.18	338.70	225.80	112.90	NO CUMPLE	
73	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	3	250	58.90	353.43	53.01	406.44	270.96	135.48	CUMPLE	
74	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	250	58.90	412.33	61.85	474.18	315.12	158.06	CUMPLE	
75	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	4	250	58.90	471.24	70.69	541.92	361.28	180.64	CUMPLE	
76	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	4.5	250	58.90	530.14	79.52	609.67	406.44	203.22	CUMPLE	
77	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	5	250	58.90	589.05	88.36	677.41	451.60	225.80	CUMPLE	
78	Relieno Arcilla	0.15	1	0.15	5.5	250	58.90	647.95	97.19	745.15	495.76	248.38	CUMPLE	
79	Arçilla Margosa	0.15	1	0.15	6	300	70.69	718.64	107.80	826.44	550.96	275.48	CUMPLE	
80	Arçilla Margosa	0.15	1	0.15	6.5	300	70.69	789.33	118.40	907.72	605.15	302.57	CUMPLE	
81	Arçilla Margosa	0.15	1	0.15	7	300	70.69	860.01	128.00	989.01	659.34	329.67	CUMPLE	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A				Carga total a resistir :	Q_{res}							
55						131.60 kN							
56													
57					Dato de entrada (bien de los ábacos o tablas "qst", o del diámetro a perforar"								
58					Dato de salida								
59					Dato de Cálculo intermedio								
60													
61					Factor de seguridad	1.5							
62													
63	Carga resistente de un Micropilote dependiente del tipo de suelo y diámetro de la perforación												
64	Tipo de Suelo			Diam. Perfor.	Profund. Estrat.	Res. Unit.	Fusel/Resist.	Fusle					
65				$Q_r = \sum \pi D_i L_i q_{ri}$					Q _p =0.15Q _r	Rest. Punta	Rest. Total	Carga Admis.	
66		D _n (m)	α	D _n (m)	L _n (m)	q _{ri} (kPa)	Q _{ri} (kN)	Q _{ri} (kN) (Acumulado)	Q _p (kN)	Q _r (kN)-Q _p	Q _{res} =Q _r -Q _p	Nº Micropilotes	Carga resistente por encepado
67	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 NO CUMPLE
68	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	58.90	8.84	67.74	45.16	22.58	22.58 NO CUMPLE
69	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	1	250	58.90	117.81	17.67	135.48	90.32	45.16	45.16 NO CUMPLE
70	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	176.71	26.51	203.22	135.48	67.74	67.74 NO CUMPLE
71	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	2	250	58.90	235.62	35.34	270.96	180.64	90.32	90.32 NO CUMPLE
72	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	250	58.90	294.52	44.18	338.70	225.80	112.90	112.90 NO CUMPLE
73	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	3	250	58.90	353.43	53.01	406.44	270.96	135.48	135.48 NO CUMPLE
74	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	250	58.90	412.33	61.65	474.18	316.12	158.06	158.06 NO CUMPLE
75	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	4	250	58.90	471.24	70.69	541.92	367.28	180.64	180.64 NO CUMPLE
76	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	4.5	250	58.90	530.14	79.52	609.67	406.44	203.22	203.22 NO CUMPLE
77	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	5	250	58.90	589.05	88.36	677.41	451.60	225.80	225.80 NO CUMPLE
78	Calizas	0.15	1	0.15	5.5	1000	235.62	824.67	123.70	948.37	632.25	316.12	316.12 NO CUMPLE
79	Calizas	0.15	1	0.15	6	1000	235.62	1060.29	159.04	1219.33	812.89	406.44	406.44 NO CUMPLE
80	Calizas	0.15	1	0.15	6.5	1000	235.62	1295.91	194.39	1490.29	993.53	496.78	496.78 NO CUMPLE
81	Calizas	0.15	1	0.15	7	1000	235.62	1531.53	229.73	1761.26	1174.17	587.09	587.09 NO CUMPLE

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A				Carga total a resistir :	Q_{res}							
55						309.29 kN							
56													
57					Dato de entrada (bien de los ábacos o tablas "qst", o del diámetro a perforar"								
58					Dato de salida								
59					Dato de Cálculo intermedio								
60													
61					Factor de seguridad	1.5							
62													
63	Carga resistente de un Micropilote dependiente del tipo de suelo y diámetro de la perforación												
64	Tipo de Suelo			Diam. Perfor.	Profund. Estrat.	Res. Unit.	Fusel/Resist.	Fusle					
65				$Q_r = \sum \pi D_i L_i q_{ri}$					Q _p =0.15Q _r	Rest. Punta	Rest. Total	Carga Admis.	
66		D _n (m)	α	D _n (m)	L _n (m)	q _{ri} (kPa)	Q _{ri} (kN)	Q _{ri} (kN) (Acumulado)	Q _p (kN)	Q _r (kN)-Q _p	Q _{res} =Q _r -Q _p	Nº Micropilotes	Carga resistente por encepado
67	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 NO CUMPLE
68	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	58.90	8.84	67.74	45.16	22.58	22.58 NO CUMPLE
69	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	1	250	58.90	117.81	17.67	135.48	90.32	45.16	45.16 NO CUMPLE
70	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	176.71	26.51	203.22	135.48	67.74	67.74 NO CUMPLE
71	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	2	250	58.90	235.62	35.34	270.96	180.64	90.32	90.32 NO CUMPLE
72	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	250	58.90	294.52	44.18	338.70	225.80	112.90	112.90 NO CUMPLE
73	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	3	250	58.90	353.43	53.01	406.44	270.96	135.48	135.48 NO CUMPLE
74	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	250	58.90	412.33	61.65	474.18	316.12	158.06	158.06 NO CUMPLE
75	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	4	250	58.90	471.24	70.69	541.92	367.28	180.64	180.64 NO CUMPLE
76	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	4.5	250	58.90	530.14	79.52	609.67	406.44	203.22	203.22 NO CUMPLE
77	Releno Arcilla	0.15	1	0.15	5	250	58.90	589.05	88.36	677.41	451.60	225.80	225.80 NO CUMPLE
78	Calizas	0.15	1	0.15	5.5	1000	235.62	824.67	123.70	948.37	632.25	316.12	316.12 NO CUMPLE
79	Calizas	0.15	1	0.15	6	1000	235.62	1060.29	159.04	1219.33	812.89	406.44	406.44 NO CUMPLE
80	Calizas	0.15	1	0.15	6.5	1000	235.62	1295.91	194.39	1490.29	993.53	496.78	496.78 NO CUMPLE
81	Calizas	0.15	1	0.15	7	1000	235.62	1531.53	229.73	1761.26	1174.17	587.09	587.09 NO CUMPLE

Zona 2.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A													
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														
81														

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54	A													
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														
81														

Zona 2.2

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54			Carga total a resistir :		Q _{tot}	131.61 kN							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
81													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
81													

Zona 3.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

Zona 4.1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

Zona 4.2

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54			Carga total a resistir :		Q _{tot}	131,61 kN							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63			Carga resistente de un Micropilote dependiendo del tipo de suelo y diámetro de la perforación										
64	Tipo de Suelo		Diam. Perfor.	Profund. Estrat.	Res. Unit.	Fuste/Resist.	Fuste	Resist. Punta	Rest. Total	Carga Admis.	Carga resistente por encepado		
65													
66													
67	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	0	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NO CUMPLE
68	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	0,5	150	35,34	35,34	5,30	40,64	27,10	13,55	NO CUMPLE
69	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	1	150	35,34	70,69	10,60	81,29	54,19	27,10	NO CUMPLE
70	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	1,5	150	35,34	106,03	15,90	121,93	81,29	40,64	NO CUMPLE
71	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	2	150	35,34	141,37	21,21	162,58	108,38	54,19	NO CUMPLE
72	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	2,5	150	35,34	176,71	26,51	203,22	135,48	67,74	NO CUMPLE
73	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	3	150	35,34	212,06	31,81	243,87	162,58	81,29	NO CUMPLE
74	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	3,5	150	35,34	247,40	37,11	284,51	189,67	94,84	NO CUMPLE
75	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	4	150	35,34	282,74	42,41	325,15	216,77	108,38	NO CUMPLE
76	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	4,5	150	35,34	318,09	47,71	365,80	243,87	121,93	NO CUMPLE
77	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	5	150	35,34	353,43	53,01	406,44	270,96	135,48	NO CUMPLE
78	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	5,5	150	35,34	388,77	58,32	447,09	298,06	149,03	CUMPLE
79	Arcilla Margosa	0,15	1	0,15	6	300	70,69	459,46	68,92	528,38	352,25	176,13	CUMPLE
80	Arcilla Margosa	0,15	1	0,15	6,5	300	70,69	530,14	79,52	609,67	406,44	203,22	CUMPLE
81	Arcilla Maronesa	0,15	1	0,15	7	300	70,69	600,83	90,12	690,95	460,64	230,32	CUMPLE

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54			Carga total a resistir :		Q _{tot}	309,29 kN							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63			Carga resistente de un Micropilote dependiendo del tipo de suelo y diámetro de la perforación										
64	Tipo de Suelo		Diam. Perfor.	Profund. Estrat.	Res. Unit.	Fuste/Resist.	Fuste	Resist. Punta	Rest. Total	Carga Admis.	Carga resistente por encepado		
65													
66													
67	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	0	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	NO CUMPLE
68	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	0,5	150	35,34	35,34	5,30	40,64	27,10	13,55	NO CUMPLE
69	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	1	150	35,34	70,69	10,60	81,29	54,19	27,10	NO CUMPLE
70	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	1,5	150	35,34	106,03	15,90	121,93	81,29	40,64	NO CUMPLE
71	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	2	150	35,34	141,37	21,21	162,58	108,38	54,19	NO CUMPLE
72	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	2,5	150	35,34	176,71	26,51	203,22	135,48	67,74	NO CUMPLE
73	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	3	150	35,34	212,06	31,81	243,87	162,58	81,29	NO CUMPLE
74	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	3,5	150	35,34	247,40	37,11	284,51	189,67	94,84	NO CUMPLE
75	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	4	150	35,34	282,74	42,41	325,15	216,77	108,38	NO CUMPLE
76	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	4,5	150	35,34	318,09	47,71	365,80	243,87	121,93	NO CUMPLE
77	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	5	150	35,34	353,43	53,01	406,44	270,96	135,48	NO CUMPLE
78	Relleno Arcilla	0,15	1	0,15	5,5	150	35,34	388,77	58,32	447,09	298,06	149,03	CUMPLE
79	Arcilla Margosa	0,15	1	0,15	6	300	70,69	459,46	68,92	528,38	352,25	176,13	CUMPLE
80	Arcilla Margosa	0,15	1	0,15	6,5	300	70,69	530,14	79,52	609,67	406,44	203,22	CUMPLE
81	Arcilla Maronesa	0,15	1	0,15	7	300	70,69	600,83	90,12	690,95	460,64	230,32	CUMPLE

Zona 5.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54			Carga total a resistir :		Q _{tot}	131.61 kN							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63			Carga resistente de un Micropilote dependiendo del tipo de suelo y diámetro de la perforación										
64	Tipo de Suelo		Diam. Perf.	Profund. Estrat	Res. Unit	Fuste/Resist.	Fuste	Resist. Punta	Rest. Total	Carga Admis.	Carga resistente por encepado		
65								Q _p =0.15Q _a	Q _a -Q _p +Q _a	Q _{adm} =Q _a /FS	Nº Micropilotes	Q _{adm} (kN)/Compresión	Verificación
66								Q _p =0.15Q _a	Q _a (kN)	Q _{adm} (kN)/Compresión			
67	Limos con gravas	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5	0.00	NO CUMPLE
68	Limos con gravas	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	8.84	67.74	45.16	0.5	22.58	NO CUMPLE
69	Limos con gravas	0.15	1	0.15	1	250	58.90	17.67	135.48	90.32	0.5	45.16	NO CUMPLE
70	Limos con gravas	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	26.51	203.22	135.48	0.5	67.74	NO CUMPLE
71	Limos con gravas	0.15	1	0.15	2	250	58.90	35.34	270.96	180.64	0.5	90.32	NO CUMPLE
72	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	150	35.34	40.64	311.61	207.74	0.5	103.87	NO CUMPLE
73	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	3	150	35.34	45.95	352.25	234.83	0.5	117.42	NO CUMPLE
74	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	150	35.34	51.25	392.90	261.93	0.5	130.97	NO CUMPLE
75	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	4	150	35.34	56.55	433.54	289.03	0.5	144.51	NO CUMPLE
76	Calizas	0.15	1	0.15	4.5	1000	235.62	612.61	704.50	469.67	0.5	234.83	CUMPLE
77	Calizas	0.15	1	0.15	5	1000	235.62	848.23	127.23	975.46	0.5	325.15	CUMPLE
78	Calizas	0.15	1	0.15	5.5	1000	235.62	1083.85	1246.43	830.95	0.5	415.48	CUMPLE
79	Calizas	0.15	1	0.15	6	1000	235.62	1319.47	1517.39	1011.59	0.5	505.80	CUMPLE
80	Calizas	0.15	1	0.15	6.5	1000	235.62	1555.09	1788.35	1192.23	0.5	596.12	CUMPLE
81	Calizas	0.15	1	0.15	7	1000	235.62	1790.71	2059.31	1372.88	0.5	686.44	CUMPLE

54	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64	Tipo de Suelo													
65														
66														
67	Limos con gravas	0.15	1	0.15	0	250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0.00	NO CUMPLE
68	Limos con gravas	0.15	1	0.15	0.5	250	58.90	58.90	8.84	67.74	45.16	1	45.16	NO CUMPLE
69	Limos con gravas	0.15	1	0.15	1	250	58.90	117.81	17.67	135.48	90.32	1	90.32	NO CUMPLE
70	Limos con gravas	0.15	1	0.15	1.5	250	58.90	176.71	26.51	203.22	135.48	1	135.48	NO CUMPLE
71	Limos con gravas	0.15	1	0.15	2	250	58.90	235.62	35.34	270.96	180.64	1	180.64	NO CUMPLE
72	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	2.5	150	35.34	270.96	40.64	311.61	207.74	1	207.74	NO CUMPLE
73	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	3	150	35.34	306.31	45.95	352.25	234.83	1	234.83	NO CUMPLE
74	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	3.5	150	35.34	341.65	51.25	392.90	261.93	1	261.93	NO CUMPLE
75	Relleño Arcilla	0.15	1	0.15	4	150	35.34	376.99	56.55	433.54	289.03	1	289.03	NO CUMPLE
76	Calizas	0.15	1	0.15	4.5	1000	235.62	612.61	61.29	704.50	469.67	1	469.67	CUMPLE
77	Calizas	0.15	1	0.15	5	1000	235.62	848.23	127.23	975.46	650.31	1	650.31	CUMPLE
78	Calizas	0.15	1	0.15	5.5	1000	235.62	1083.85	162.58	1246.43	830.95	1	830.95	CUMPLE
79	Calizas	0.15	1	0.15	6	1000	235.62	1319.47	197.32	1517.39	1011.59	1	1011.59	CUMPLE
80	Calizas	0.15	1	0.15	6.5	1000	235.62	1555.09	233.26	1788.35	1192.23	1	1192.23	CUMPLE
81	Calizas	0.15	1	0.15	7	1000	235.62	1790.71	268.61	2059.31	1372.88	1	1372.88	CUMPLE

Zona 6.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54			Carga total a resistir :		Q _{tot}	309,29 kN							
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
81													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
81													

Zona 7.

53	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														

53	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														

Zona 8.

53	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														

53	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														
78														
79														
80														

Zona 9.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

Zona 10.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

Zona 11.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													

Zona 12.

Las tablas siguientes muestran la profundidad que debe alcanzar cada grupo de micropilotes, distinguiendo las zonas con diferentes terrenos subyacentes a la cimentación y las filas de micropilotes (exterior o interior) en la planta del cimiento.

ZONA	Parte	Profundidad (m)
1	EXT	4
1	INT	2,5
2,1	EXT	4
2,1	INT	2,5
2,2	EXT	4
2,2	INT	2,5
3	EXT	3
3	INT	2,5
4,1	EXT	3,5
4,1	INT	3,5
4,2	EXT	5
4,2	INT	4
5	EXT	6
5	INT	4

ZONA	Parte	Profundidad (m)
6	EXT	4,5
6	INT	2,5
7	EXT	4
7	INT	2,5
8	EXT	5
8	INT	5
9	EXT	3,5
9	INT	3
10	EXT	5,5
10	INT	3,5
11	EXT	5,5
11	INT	3,5
12	EXT	2
12	INT	1,5

4. CONEXIÓN CON LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Se ejecutará una unión directa entre el micropilote y la cimentación que transmitirá las cargas por adherencia entre micropilote, lechada y cimientto.

Para micropilotes inyectados es necesario comprobar la unión micropilote y mortero de inyección y la unión micropilote y encepado.

- Se comprueba la adherencia Micropilote –Mortero:

Según la EHE, para barras lisas la adherencia será dada por:

Según la Instrucción EHE, para barras lisas la adherencia será dada por:

$$\tau_{bd} = 1,2/\gamma_c(f_{ck})^{1/2} = 1,2/1,5 \cdot 175^{1/2} = 10,58 \text{ kp/cm}^2$$

Para una entrega del micropilote dada , la superficie de contacto micropilote-viga es:

$$S = P \times \text{Diámetro interior} \times \text{Longitud de entrega} = P \times 10 \times 70 = 2199,11 \text{ cm}^2$$

Por tanto la resistencia de cálculo por adherencia micropilote-mortero es :

$$2199,11 \times 10,58 = 23266,6 \text{ Kp} = 228,012 \text{ KN}$$

- Adherencia barras corrugadas- mortero:

Según la EHE, la tensión de adherencia para barras corrugadas de mm de diámetro es:

$$T_{bu} = 130 - 1,9 \times \varphi$$

Si soldamos barras corrugadas de $\varphi = 12$, $t_{bu} = 107.2$

La resistencia de cálculo para adherencia en barras corrugadas es:

$$T_{bd} = t_{bu} / 1,6 \times (f_{ck}/225) \times 2/3 \text{ (kg/ cm}^2\text{)} = 90,45 \text{ Kp / cm}^2$$

La superficie de barra corrugada recibida es:

$$S = P \times \text{Diámetro} \times \text{Longitud de entrega} \times n^{\circ} \text{ de barras} = 753.98 \text{ cm}^2$$

La adherencia total de las barras corrugadas con el mortero será:

$$90.45 \times 753.98 = 68.197,5 \text{ Kp} = 668,33 \text{ KN}$$

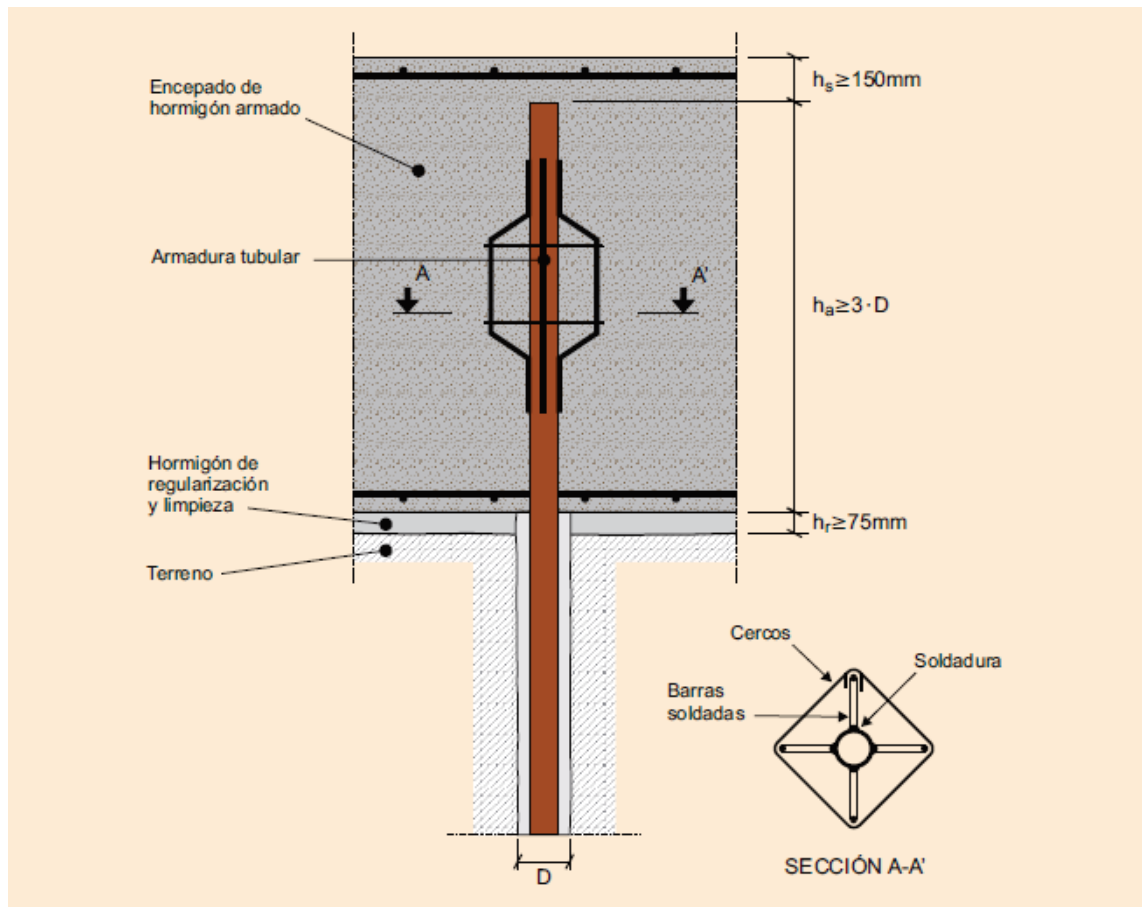
La ADHERENCIA TOTAL del micropilote con la cimentación será la suma de la adherencia de las barras corrugadas más la adherencia del tubo liso:

$$228,01 + 668,33 = 896,34 \text{ KN}$$

La conexión directa del micropilote a la cimentación es capaz de transmitir los esfuerzos entre los dos elementos. El esfuerzo máximo que se le transmite a los micropilotes es menor que el que es capaz de transmitir por adherencia la conexión.

La conexión se ejecutará como se ilustra en las recomendaciones de la Guía de Micropilotes para Obras de Carretera.

Se soldarán 4 barras corrugadas de diámetro 12 mm y 50 cm de longitud.



5. CONCLUSIONES

Este estudio justifica el cálculo del recalce del depósito de agua de la conducción Turia-Sagunto en el T.M. de Sagunto(Valencia).

La solución se compone de dos filas de micropilotes verticales, una en la puntera del muro ménsula a una distancia de 1 metro del borde de la cimentación y la otra en el talón a una distancia de 2 metros del borde.

En la primera de ellas los micropilotes se ejecutarán cada metro y en la segunda cada 2 metros.

La unión zapata-micropilotes se efectuará de manera directa por medio de redondos corrugados soldados a la armadura tubular y lechada sin retracción.

1.- DATOS DE OBRA.....	2
1.1.- Normas consideradas.....	2
1.2.- Estados límite.....	2
1.2.1.- Situaciones de proyecto.....	2
2.- ESTRUCTURA.....	3
2.1.- Geometría.....	3
2.1.1.- Nudos.....	3
2.1.2.- Barras.....	3
2.2.- Uniones.....	5
2.2.1.- Especificaciones.....	5
2.2.2.- Referencias y simbología.....	6
2.2.3.- Comprobaciones en placas de anclaje.....	7
2.2.4.- Memoria de cálculo.....	9
2.2.5.- Medición.....	18



1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000

Desplazamientos



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x , θ_y , θ_z : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	8.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	0.000	0.000	6.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	8.000	0.000	6.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_1 (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
<i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_1: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

2.1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N3	N1/N3	HE 260 B (HEB)	6.100	0.50	0.50	-	-
		N3/N4	N3/N4	HE 200 B (HEB)	8.000	0.50	0.50	-	-
		N2/N4	N2/N4	HE 260 B (HEB)	6.100	0.50	0.50	-	-
Notación: <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb^{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb^{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i>									

2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N3 y N2/N4
2	N3/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 260 B, (HEB)	118.40	68.25	20.25	14920.00	5135.00	123.80
		2	HE 200 B, (HEB)	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.28
<i>Notación:</i> <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i>									

2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N3	HE 260 B (HEB)	6.100	0.072	566.96
		N3/N4	HE 200 B (HEB)	8.000	0.062	490.47
		N2/N4	HE 260 B (HEB)	6.100	0.072	566.96
<i>Notación:</i> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

2.1.2.5.- Resumen de medición



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 260 B	12.200	20.200	20.200	0.144	0.207	0.207	1133.92	1624.38	1624.38
			HE 200 B	8.000			0.062			490.47		

2.1.2.6.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 260 B	1.540	12.200	18.788
	HE 200 B	1.182	8.000	9.456
Total				28.244

2.2.- Uniones

2.2.1.- Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

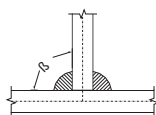
- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



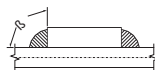
Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

- b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

- c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

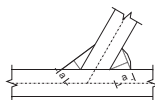
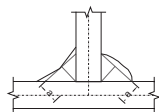
$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

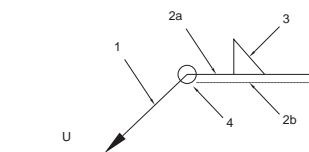
2.2.2.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras



Referencias 1, 2a y 2b

Referencias:

1: línea de la flecha

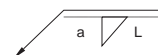
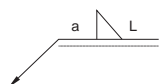
2a: línea de referencia (línea continua)

2b: línea de identificación (línea a trazos)

3: símbolo de soldadura

4: indicaciones complementarias

U: Unión





Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha. El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

2.2.3.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.



2. Pernos de anclaje

Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.

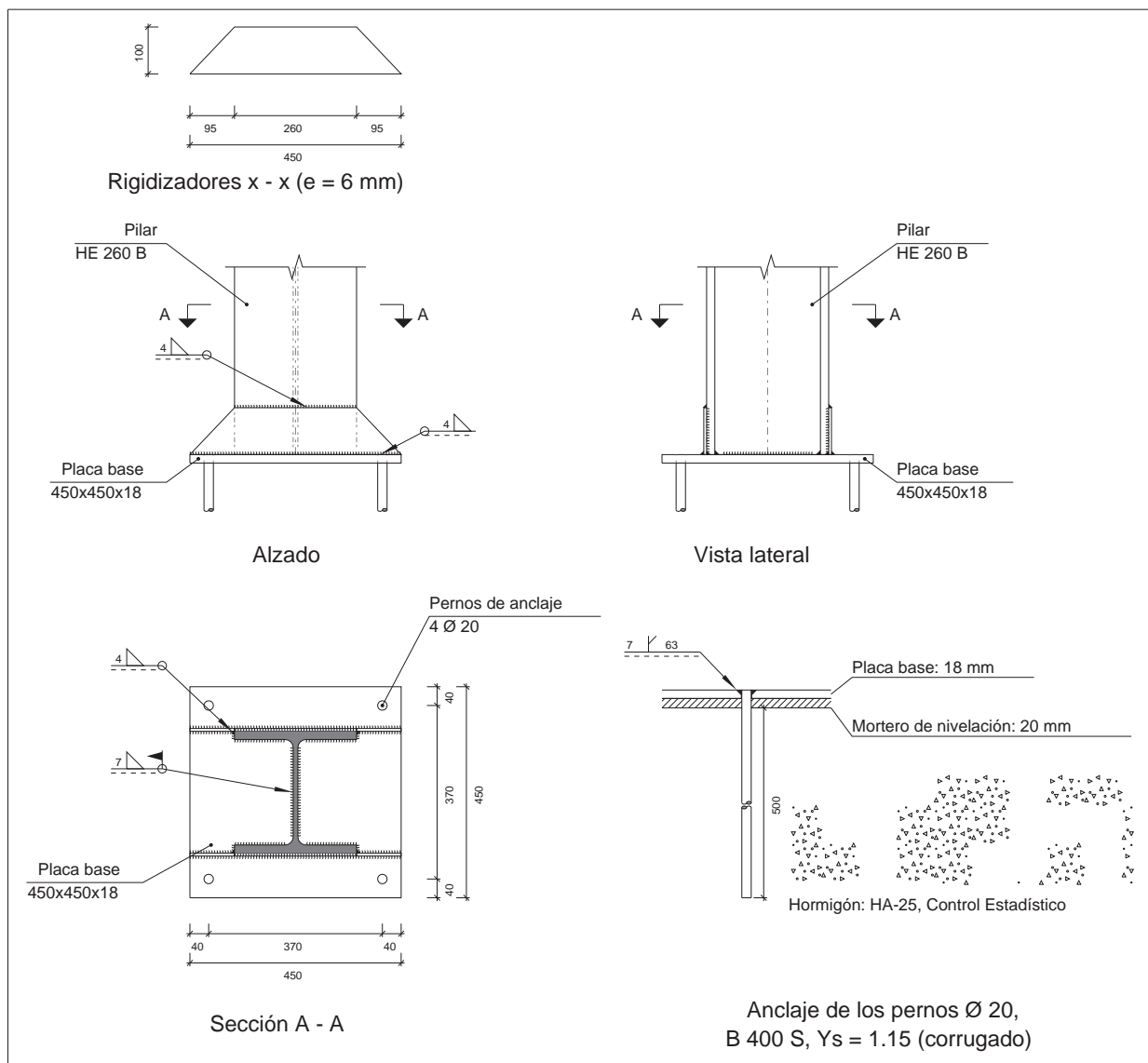
Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.



2.2.4.- Memoria de cálculo

2.2.4.1.- Tipo 1

a) Detalle



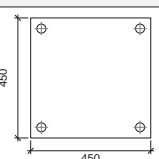
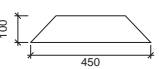


Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		450	450	18	4	34	22	7	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	6	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	880	10.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 39.8	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 8.713 t Calculado: 6.619 t Máximo: 6.099 t Calculado: 0.941 t Máximo: 8.713 t Calculado: 7.964 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 5.714 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1885.61 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.815 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1324.35 kp/cm ² Calculado: 2395.68 kp/cm ² Calculado: 493.908 kp/cm ² Calculado: 493.908 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 7718.17 Calculado: 4280.72 Calculado: 48102.7 Calculado: 48102.7	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	260	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	260	6.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	63	18.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	178.4	309.0	80.08	0.0	0.00	410.0	0.85



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

d) Medición

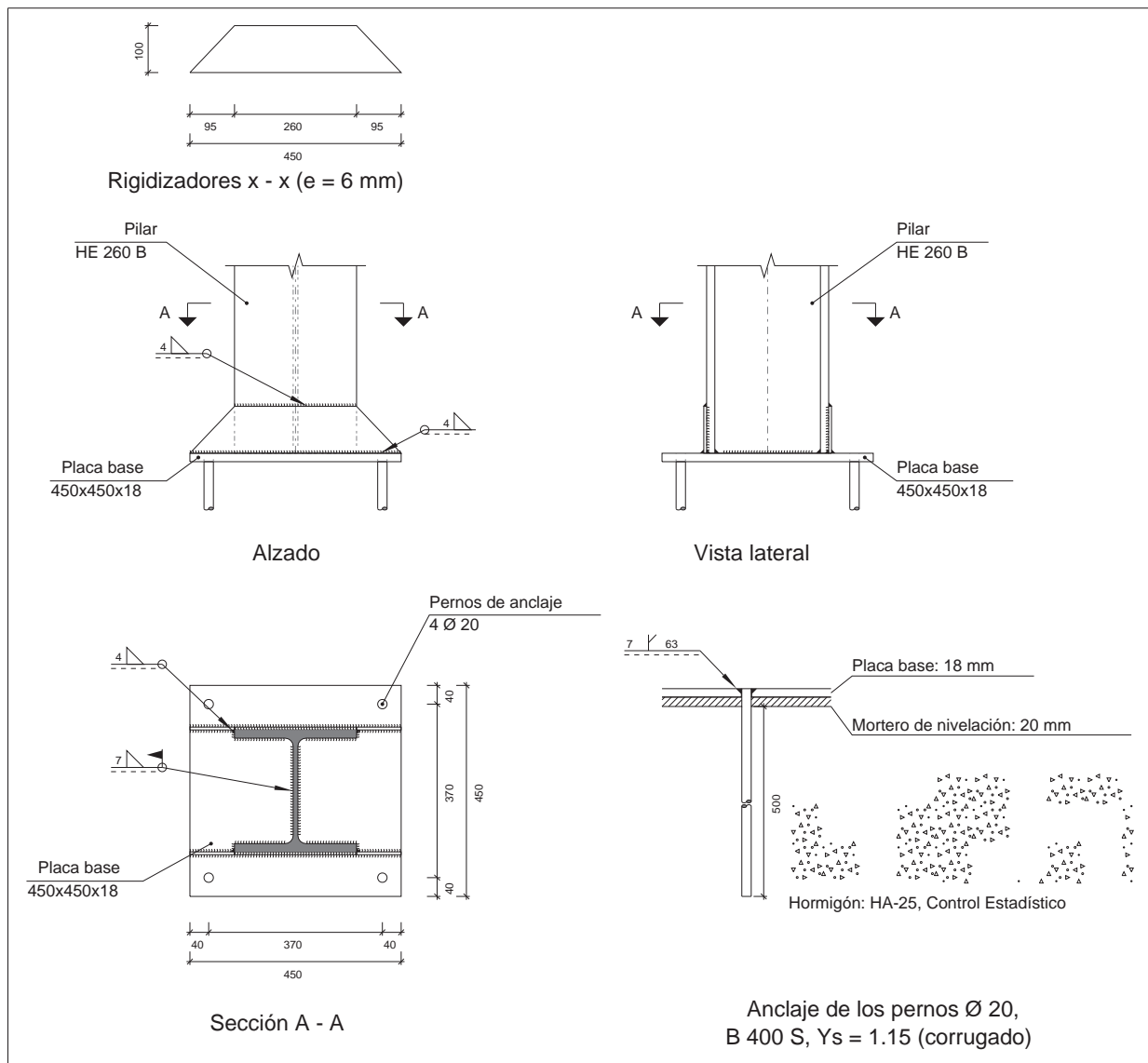
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2200
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	251
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	880

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/260x100/0x6	3.34
	Total			31.96
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 558	5.50
	Total			5.50



2.2.4.2.- Tipo 2

a) Detalle



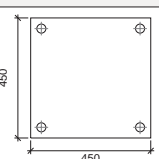


Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		450	450	18	4	34	22	7	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	6	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	880	10.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 39.8	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 8.713 t Calculado: 6.619 t Máximo: 6.099 t Calculado: 0.941 t Máximo: 8.713 t Calculado: 7.964 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 10.243 t Calculado: 5.714 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1885.61 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.815 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2395.68 kp/cm ² Calculado: 1324.35 kp/cm ² Calculado: 493.908 kp/cm ² Calculado: 493.908 kp/cm ²	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 4280.72 Calculado: 7718.17 Calculado: 48102.7 Calculado: 48102.7	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	260	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	450	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	6.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	260	6.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	63	18.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -133): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 133): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	178.4	309.0	80.08	0.0	0.00	410.0	0.85



Listados

portico provisional en muro demolido

Fecha: 14/08/15

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2200
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	251
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	880

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Rigidizadores pasantes	2	450/260x100/0x6	3.34
	Total			31.96
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 20 - L = 558	5.50
	Total			5.50

2.2.5.- Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	4400
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1760

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	2	450x450x18	57.23
	Rigidizadores pasantes	4	450/260x100/0x6	6.69
	Total			63.91
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 20 - L = 558	11.01
	Total			11.01