

2. ANEXOS

ANEXO 1: Características de los Layout

1.1 Geometría de los distintos layout

En este anexo se adjunta la geometría de los distintos casos mencionados en la memoria con sus lados, ángulos y numeración de sus nudos para la longitud de 1000m.

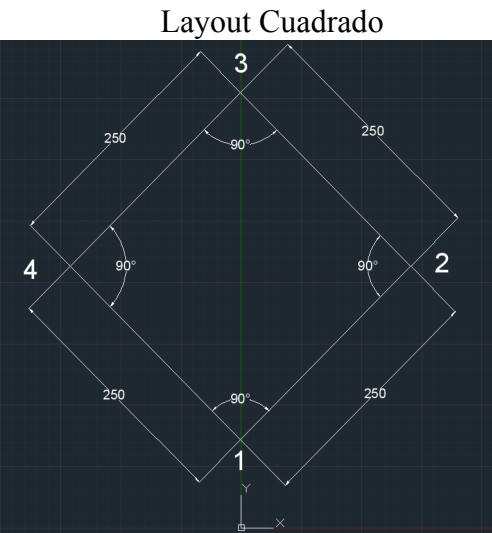


Figura A1-1. Dimensiones cuadrado

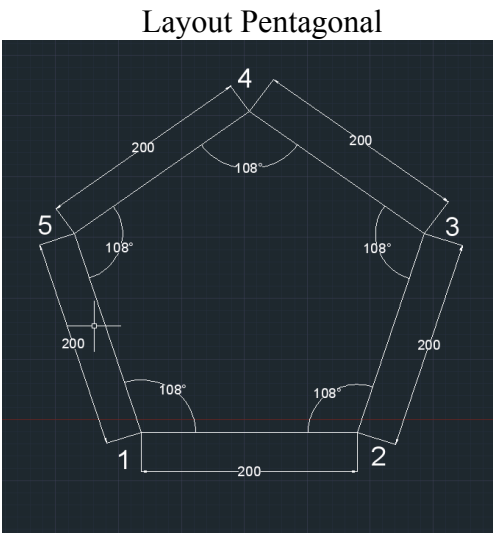


Figura A1-2. Dimensiones pentágono

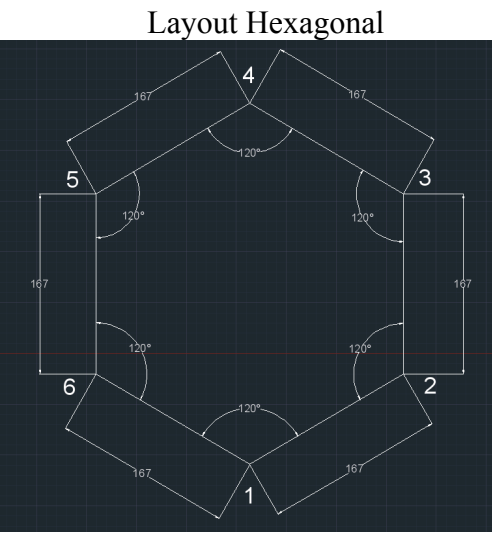


Figura A1-3. Dimensiones hexágono

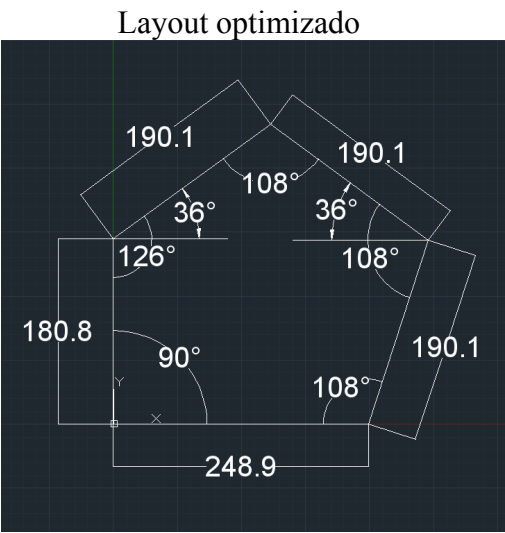


Figura A1-4. Dimensiones optimizado

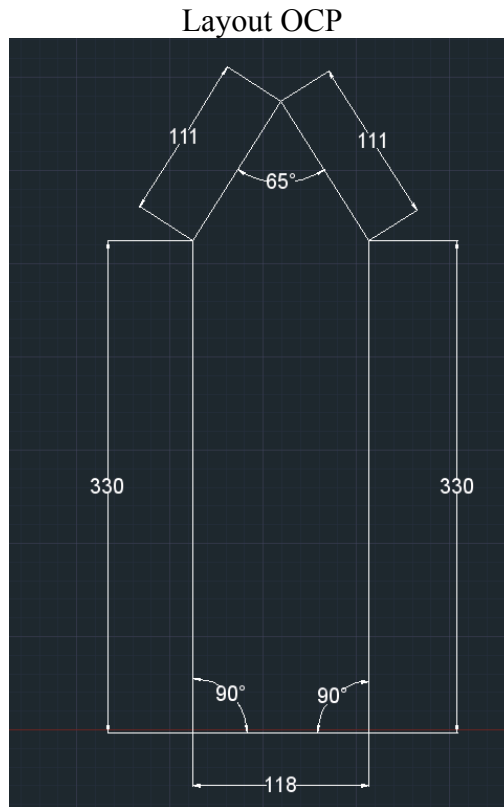


Figura A1-5. Dimensiones OCP

1.2 Reacciones de los distintos layout

(En el prediseño se supuso que todos los cables estaban sometidos a 14,735 kN) (debido a los resultados de la simulación en robot de un cable de 1000m y sección 0,4 cm²)

LAYOUT CUADRADO

NUDO 1

$$\begin{aligned} T_{12x} &= 10,42 \text{ kN} \\ T_{12y} &= 10,42 \text{ kN} \\ T_{13x} &= -10,42 \text{ kN} \\ T_{13y} &= 10,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$\begin{aligned} T_{1x} &= 0 \text{ kN} \\ T_{1y} &= 20,84 \text{ kN} \end{aligned}$$

NUDO 2

$$\begin{aligned} T_{21x} &= -10,42 \text{ kN} \\ T_{21y} &= -10,42 \text{ kN} \\ T_{24x} &= -10,42 \text{ kN} \\ T_{24y} &= 10,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -20,84 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 0 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{31x} = 10,42 \text{ kN}$$

$$T_{31y} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{34x} = 10,42 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 10,42 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = 20,84 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = 0 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{43x} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = -10,42 \text{ kN}$$

$$T_{42x} = 10,42 \text{ kN}$$

$$T_{42y} = -10,42 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -20,84 \text{ kN}$$

LAYOUT PENTAGONO REGULAR

NUDO 1

$$T_{12x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{12y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15x} = -14,735 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN}$$

$$T_{15y} = 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$T_{1x} = 10,19 \text{ kN}$$

$$T_{1y} = 14,01 \text{ kN}$$

NUDO 2

$$T_{21x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{21y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23x} = 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN}$$

$$T_{23y} = 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -10,19 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 14,01 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = -14,735 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN}$$

$$T_{34x} = -14,735 \times \cos(36) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 14,735 \times \sin(36) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -16,47 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -5,35 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{43x} = 14,735 \times \cos(36) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = -14,735 \times \sin(36) = -8,66 \text{ kN}$$

$$T_{45x} = -14,735 \times \cos(36) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{45y} = -14,735 \times \sin(36) = -8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -17,32 \text{ kN}$$

NUDO 5

$$T_{51x} = 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN}$$

$$T_{51y} = -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = -14,735 \times \cos(36) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = -14,735 \times \sin(36) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 16,47 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -5,35 \text{ kN}$$

LAYOUT OPTIMIZADO

NUDO 1

$$T_{12x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{12y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15y} = 14,735 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$T_{1x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{1y} = 14,735 \text{ kN}$$

NUDO 2

$$T_{21x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{21y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23x} = 14,735 \times \cos(72) = 4,55 \text{ kN}$$

$$T_{23y} = 14,735 \times \sin(72) = 14,01 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -10,19 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 14,01 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = -14,73 \times \cos(72) = -4,55 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,735 \times \sin(72) = -14,01 \text{ kN}$$

$$T_{34x} = -14,735 \times \sin(54) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 14,735 \times \cos(54) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -16,47 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -5,35 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{43x} = 14,735 \times \sin(54) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = -14,735 \times \cos(54) = -8,66 \text{ kN}$$

$$T_{45x} = -14,735 \times \sin(54) = -11,92 \text{ kN}$$

$$T_{45y} = -14,735 \times \cos(54) = -8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -17,32 \text{ kN}$$

NUDO 5

$$T_{51x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{51y} = -14,735 \times \cos(0) = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = 14,735 \times \sin(54) = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = 14,7 \times \cos(54) = 8,66 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 11,92 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -6,08 \text{ kN}$$

LAYOUT OCP

NUDO 1

$$T_{12x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{12y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{15y} = 14,735 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$T_{1x} = 14,735 \text{ kN}$$

$$T_{1y} = 14,735 \text{ kN}$$

NUDO 2

$$T_{21x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{21y} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{23y} = 14,735 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 14,735 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,735$$

$$T_{34x} = -14,735 \times \sin(32,34) = -7,88 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 14,735 \times \cos(32,34) = 12,45 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -7,88 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -2,29 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$\begin{aligned}
T_{43x} &= 14,735 \times \sin(32,34) = 7,88 \text{ kN} \\
T_{43y} &= -14,735 \times \cos(32,34) = -12,45 \text{ kN} \\
T_{45x} &= -14,735 \times \sin(32,34) = -7,88 \text{ kN} \\
T_{45y} &= -14,735 \times \cos(32,34) = -12,45 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
T_{4x} &= 0 \text{ kN} \\
T_{4y} &= -24,9 \text{ kN}
\end{aligned}$$

NUDO 5

$$\begin{aligned}
T_{51x} &= 0 \text{ kN} \\
T_{51y} &= -14,735 \text{ kN} \\
T_{54x} &= 14,735 \times \sin(32,34) = 7,88 \text{ kN} \\
T_{54y} &= 14,735 \times \cos(32,34) = 12,45 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
T_{5x} &= 7,88 \text{ kN} \\
T_{5y} &= -2,29 \text{ kN}
\end{aligned}$$

LAYOUT HEXAGONAL

NUDO 1

$$\begin{aligned}
T_{12x} &= 14,735 \times \cos(30) = 12,76 \text{ kN} \\
T_{12y} &= 14,735 \times \sin(30) = 7,37 \text{ kN} \\
\text{Por simetría:} \\
T_{16x} &= -12,76 \text{ kN} \\
T_{16y} &= 7,37 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 1 en el plano xy es:

$$\begin{aligned}
T_{1x} &= 0 \text{ kN} \\
T_{1y} &= 14,74 \text{ kN}
\end{aligned}$$

NUDO 2

$$\begin{aligned}
T_{21x} &= -14,735 \times \cos(30) = -12,76 \text{ kN} \\
T_{21y} &= -14,735 \times \sin(30) = -7,37 \text{ kN} \\
T_{23x} &= 0 \text{ kN} \\
T_{23y} &= 14,74 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 2 en el plano xy es:

$$T_{2x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{2y} = 7,37 \text{ kN}$$

NUDO 3

$$T_{32x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{32y} = -14,74$$

Por simetría con lado 1-6:

$$T_{34x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{34y} = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 3 en el plano xy es:

$$T_{3x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{3y} = -7,37 \text{ kN}$$

NUDO 4

$$T_{45x} = -14,735 \times \cos(30) = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{45y} = -14,735 \times \sin(30) = -7,37 \text{ kN}$$

Por simetría con lado 1-6:

$$T_{43x} = -12,76 \text{ kN}$$

$$T_{43y} = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 4 en el plano xy es:

$$T_{4x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{4y} = -14,74 \text{ kN}$$

NUDO 5

$$T_{56x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{56y} = -14,735 \text{ kN}$$

$$T_{54x} = 14,735 \times \cos(30) = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{54y} = 14,735 \times \sin(30) = 7,37 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 5 en el plano xy es:

$$T_{5x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{5y} = -7,37 \text{ kN}$$

NUDO 6

Por simetría:

$$T_{61x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{61y} = -7,37 \text{ kN}$$

$$T_{65x} = 0 \text{ kN}$$

$$T_{6y} = -14,74 \text{ kN}$$

Por lo tanto, tenemos que la resultante del nudo 6 en el plano xy es:

$$T_{6x} = 12,76 \text{ kN}$$

$$T_{6y} = 7,37 \text{ kN}$$

A continuación, se presentan las tablas con los resultados de cada Layout:

LAYOUT CUADRADO

NUDO	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	resultante
1	0	20,84	-1,52	20,90
2	20,84	0	-1,52	20,90
3	-20,84	0	-1,52	20,90
4	0	-20,84	-1,52	20,90

Tabla A1-1. Reacciones layout cuadrado

LAYOUT PENTAGONAL

NUDO	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	resultante
1	10,185	14,01	-1,22	17,36
2	-10,185	14,01	-1,22	17,36
3	-16,47	-5,35	-1,22	17,36
4	0	-17,32	-1,22	17,36
5	16,47	-5,35	-1,22	17,36

Tabla A1-2. Reacciones layout pentagonal

LAYOUT OCP

NUDO	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	resultante
1	14,74	14,74	-1,36	20,88
2	-14,74	14,74	-1,36	20,88
3	-7,88	-2,29	-1,34	8,31
4	0,00	-24,90	-1,34	24,94
5	7,88	-2,29	-0,67	8,23

Tabla A1-3. Reacciones layout OCP

LAYOUT HEXAGONAL

NUDO	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	resultante
1	0,00	14,74	-1,01	14,77
2	-12,76	7,37	-1,01	14,77
3	-12,76	-7,37	-1,01	14,77
4	0,00	-14,74	-1,01	14,77
5	12,76	-7,37	-1,01	14,77
6	12,76	7,37	-1,01	14,77

Tabla A1-4. Reacciones layout hexagonal

LAYOUT OPTIMIZADO

NUDO	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	resultante
1	14,74	14,74	-1,31	20,88
2	-10,19	14,01	-1,34	17,38
3	-16,47	-5,35	-1,16	17,36
4	0,00	-17,32	-1,16	17,36
5	11,92	-6,08	-1,13	13,43

Tabla A1-5. Reacciones layout optimizado

En el caso de los cables de 4 pilonas (Layout cuadrado), como era de esperar, las reacciones son iguales en X e Y ya que es totalmente regular y simétrica.

(Ventaja de 4 pilonas: tramos esquiabiles muy largos; Desventaja: Tensiones se reparten solo entre 4 pilonas, cada una sufre mayores fuerzas que si aumentáramos el numero de pilonas para una misma longitud.)

Si a continuación comparamos las diferentes opciones para el caso del Cableski de 5 pilonas observamos que la reacción en z disminuye en el pentágono regular respecto a la distribución cuadrada ya que ahora todo el peso del cable se distribuye entre 5 apoyos y no 4. Lo mismo pasa con la distribución hexagonal, en este caso la reacción en z es aún menor. Con esto podemos deducir que al aumentar el número de pilonas las reacciones disminuyen si el Layout es regular. El problema de aumentar los lados recae en el hecho de que los tramos continuos esquiabiles también serán menores para un mismo perimetro de recorrido, en este caso 1000m. Por ello, decidimos elegir una distribución de 5 pilonas ya que creemos que alcanza un buen equilibrio entre tensiones y tramo continuo esquiabile.

Por lo tanto, finalmente compararemos tensiones solamente entre los layouts pentagonales con ángulo de 90° y el Layout cuadrado. Cuanto más parecidas sean las

reacciones entre los distintos nudos del Layout, más homogénea será la distribución de las tensiones (Mayor parecido a una distribución geométrica).

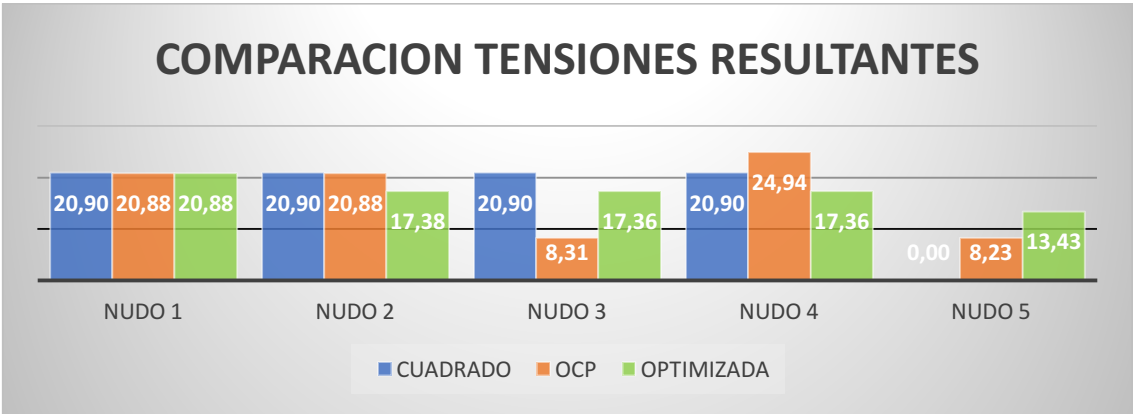


Figura A1-6. Gráfico comparación de tensiones resultantes de los Layouts

ANEXO 2: Simulación, calculo analítico y elección del cable portante y tractor

2.1 Cálculo de la sección a introducir en Robot Structural Analysis

El cable de 10mm de diámetro tiene una sección de $0,79 \text{ cm}^2$.

$$A = \pi r^2$$

En el software utilizado (ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS), un cable de sección $0,79 \text{ cm}^2$ tiene un peso unitario de $6,083 \text{ N/m}$, muy distinto al peso unitario elegido en el catálogo de $3,63 \text{ N/m}$.

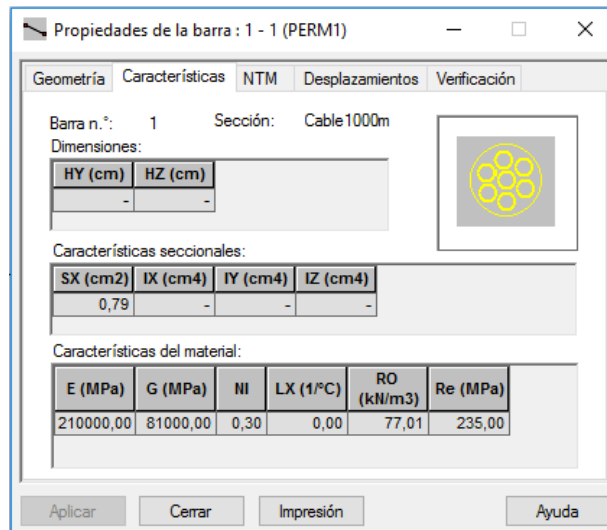


Figura A2-1. Propiedades cable en Robot

$$\frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}} = \text{densidad} * \text{área} = 77,01 * 10^3 * 0,79 * 10^{-4} = 6,083 \text{ N/m}$$

Debemos hallar la sección a introducir en robot para que el peso sea de $3,63 \text{ N/m}$ a la hora de calcular. Para ello, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{m}{L} = Ro * S = 3,63 * 10^{-3}$$

Obtenemos que el valor de la sección debe ser de

$$S = 0,471 \text{ cm}^2$$

El peso en los 1000 metros de cable será de

$$1000\text{m} * 3,63\text{N/m} = 3,63\text{kN}.$$

2.2 Tensión necesaria resultante de la simulación y del cálculo analítico

Simulando el cable en ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS:

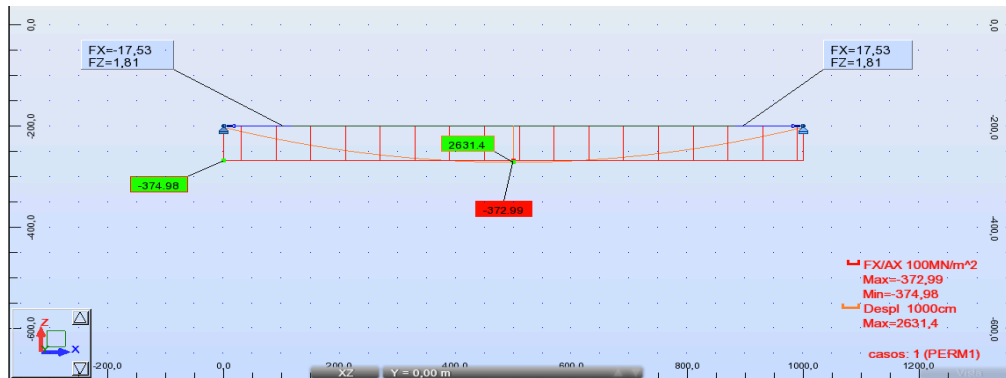


Figura A2-2. Resultados de la simulación del cable

El valor de la reacción vertical a cada lado es de 1,81kN. Por lo tanto, vemos que la sección calculada es adecuada para la simulación del cable.

El valor de la tensión horizontal en los apoyos resulta ser 17,53 kN. A continuación, realizaremos la confirmación a mano para la flecha natural del cable (26,314m). [16]

Al ser la longitud del cable mayor de 500 metros no podremos aproximar la curva formada por el cable como una parábola, sino que habrá que usar la ecuación de la catenaria.

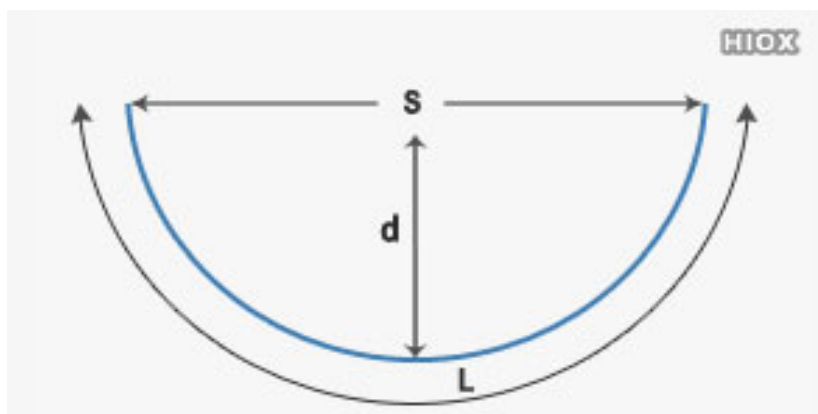


Figura A2-3. Magnitudes para el cálculo de la flecha de un cable [45]

Mediante el programa Wolfram Alpha, obtendremos la solución con la ecuación exacta, posteriormente se resolverá a mano con la ecuación aproximada para comparar resultados.

D: flecha

S: longitud entre apoyos

H: tensión horizontal

W: peso unitario del cable

L longitud de cable

T: tensión en los apoyos

Tenemos las siguientes ecuaciones:

$$D = \frac{H(\cosh\left(\frac{wS}{2H}\right) - 1)}{w}$$

$$L = \frac{2H\sinh\left(\frac{wS}{2H}\right)}{w}$$

$$T = H + wD$$

Introduciendo los datos ($w=3,63 \text{ N/m}$; $S=1000\text{m}$; $D=26,31\text{m}$) en las ecuaciones e iterando obtendremos la tensión horizontal y en cada extremo que resultan ser:

$$H=17262,2 \text{ N}; T=H+ wD= 17357,71 \text{ N (17,36kN)}$$

similar a los 17,53 obtenidos en Robot Structural.

Con las fórmulas aproximadas, por otra parte, se tienen las siguientes fórmulas:

$$flecha = \frac{\text{peso unitario} * \text{distancia}^2}{8 * \text{Tensión horizontal}}$$

$$\text{Tension en apoyos} = \sqrt{Thorizontal^2 + \frac{P^2 * \text{distancia}^2}{4}}$$

$$\text{Tensión horizontal}=17246,3\text{N}; \text{Tensión en apoyos}=17341,54\text{N}$$

El resultado es prácticamente el mismo que utilizando las ecuaciones exactas. Por lo tanto, daremos por valido el resultado del programa: Tensión horizontal=17,53kN.

Para trasladar las fuerzas al centro de la polea, se hará uso de la siguiente fórmula:

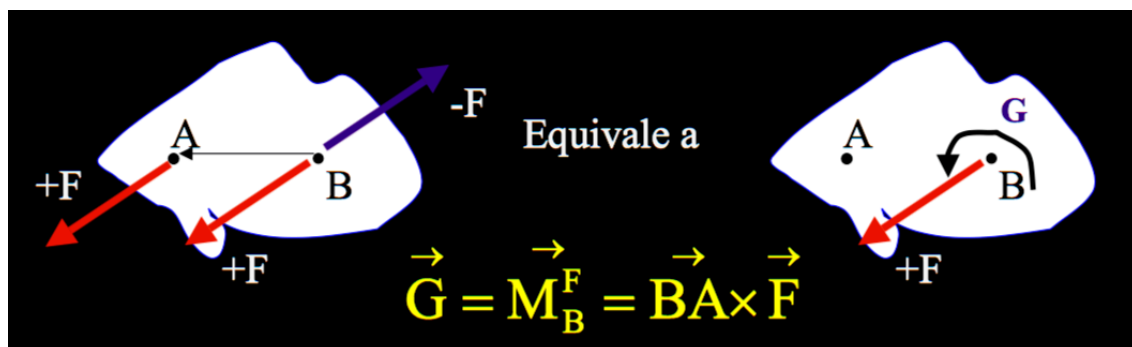


Figura A2-4. Método traslación de fuerzas [23]

.3 Características del cable elegido para la instalación

Finamente, se muestra el cable seleccionado con los valores de peso y carga de rotura mínima.

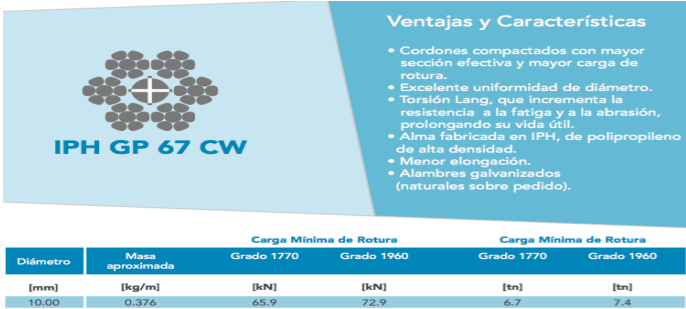


Figura A2-5. Características del cable elegido [46]

ANEXO 3: Lista de barras

En este anexo se detallan las barras de todas las pilonas. En el redimensionado, se sustituyeron las 3 barras principales de las pilonas 48x2.9 por barras TRON 48X4 en todas las pilonas, y las 3 barras principales del mástil horizontal de la pila motora cambiaron a ser TRON 26X3.2. Vienen marcadas las barras modificadas en cada tabla y señaladas con un asterisco. Esto supone un cambio de peso de (60,51 kg) en la pila motora, (48,72 kg) en la pila del contrapeso y un cambio de peso de (44,72 kg) en las pilonas típicas.

PILONA MOTORA (1)

Barra	Sección	Material	Longitud (m)	Peso unitario (kg/m)	Peso (kg)
1	TRON 26x2.3	ACERO	0,29	1,88	0,55
2	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
3	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
4	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
5	TRON 26x2.3	ACERO	1,28	1,4	1,79
6	TRON 21x2.3	ACERO	0,32	1,08	0,35
7	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
8	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
9	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
10	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
11	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
12	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
13	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
14	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
15	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
16	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
17	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
18	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
19	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
20	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
21	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
22	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
23	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
24	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
25	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
26	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
27	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
28	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
29	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
30	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05

31	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
32	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
33	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
34	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
35	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
36	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
37	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
38	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
39	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
40	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
41	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
42	TRON 26x2.3	ACERO	1,02	1,4	1,43
43	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
44	TRON 48x2.9	ACERO	0,63	3,25	2,05
45	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
46	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
47	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
48	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
49	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
50	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
51	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
52	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
53	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
54	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
55	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
56	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
57	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
58	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
59	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
60	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
61	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
62	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
63	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
64	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
65	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
66	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
67	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
68	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
69	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
70	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
71	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
72	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11

73	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
74	TRON 26x2.3	ACERO	0,9	1,4	1,26
75	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
76	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
77	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
78	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
79	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
80	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
81	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
82	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
83	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
84	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
85	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
86	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
87	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
88	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
89	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
90	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
91	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
92	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
93	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
94	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
95	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
96	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
97	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
98	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
99	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
100	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
101	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
102	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
103	TRON 21x2.3	ACERO	0,64	1,08	0,69
104	TRON 26x2.3	ACERO	0,4	1,4	0,56
105	TRON 26x2.3	ACERO	0,4	1,4	0,56
106	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
107	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
108	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
109	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
110	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
111	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
112	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
113	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
114	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55

115	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
116	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
117	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
118	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
119	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
120	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
121	TRON 21x2.3	ACERO	0,4	1,08	0,43
122	TRON 26x2.3	ACERO	0,55	1,4	0,77
123	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
124	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
125	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
126	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
127	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
128	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
129	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
130	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
131	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
132	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
133	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
134	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
135	TRON 26x2.3*	ACERO	8,04	1,4**(1,87)	15,04
136	TRON 26x2.3*	ACERO	9,32	1,4**(1,87)	17,43
137	TRON 26x2.3	ACERO	0,71	1,4	0,99
138	TRON 26x2.3	ACERO	0,59	1,4	0,83
139	TRON 48x2.9*	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
140	TRON 48x2.9*	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
141	TRON 48x2.9*	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
142	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
143	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
144	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
145	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
146	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
147	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
148	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
149	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
150	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
151	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
152	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
153	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
154	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
155	TRON 21x2.3	ACERO	0,88	1,08	0,95
156	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59

157	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
158	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
159	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
160	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
161	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
162	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
163	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
164	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
165	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
166	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
167	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
168	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
169	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
170	TRON 21x2.3	ACERO	0,54	1,08	0,58
171	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
172	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
173	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
174	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
175	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
176	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
177	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
178	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
179	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
180	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
181	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
182	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
183	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
184	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
185	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
186	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
187	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
188	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
189	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
190	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
191	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
192	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
193	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
194	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
195	TRON 21x2.3	ACERO	0,54	1,08	0,58
196	TRON 21x2.3	ACERO	0,1	1,08	0,11
197	TRON 21x2.3	ACERO	0,39	1,08	0,42
198	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55

199	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
200	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
201	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
202	TRON 26x2.3	ACERO	1,28	1,4	1,79
203	TRON 26x2.3*	ACERO	7,72	1,4**(1,87)	14,44
204	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
				Peso Total=354,95 kg	

Tabla A3-1. Características barras pilona motora

Tras el redimensionado, el peso final de la pilona motora es: 415,46 kg.

PILONA TÍPICA (3)

Barra	Sección	Material	Longitud (m)	Peso unitario (kg/m)	Peso (kg)
1	TRON 48x2.9	ACERO	0,36	3,25	1,17
2	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
3	TRON 48x2.9	ACERO	0,38	3,25	1,24
4	TRON 21x2.3	ACERO	0,5	1,08	0,54
5	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
6	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
7	TRON 48x2.9	ACERO	13,31	3,25*(4,37)	43,26
8	TRON 48x2.9	ACERO	13,31	3,25*(4,37)	43,26
9	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
10	TRON 26x2.3	ACERO	0,9	1,40	1,26
11	TRON 26x2.3	ACERO	0,98	1,40	1,37
12	TRON 48x2.9	ACERO	13,31	3,25*(4,37)	43,26
13	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
14	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
15	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
16	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
17	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
18	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
19	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
20	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
21	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
22	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
23	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
24	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
25	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
26	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
27	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05

28	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
29	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
30	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
31	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
32	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
33	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
34	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
35	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
36	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
37	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,40	1,05
38	TRON 21x2.3	ACERO	0,09	1,08	0,10
39	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
40	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
41	TRON 48x2.9	ACERO	0,63	3,25	2,05
42	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
43	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
44	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
45	TRON 21x2.3	ACERO	0,4	1,08	0,43
46	TRON 26x2.3	ACERO	0,55	1,88	1,03
47	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
48	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
49	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
50	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
51	TRON 26x2.3	ACERO	0,9	1,40	1,26
52	TRON 26x2.3	ACERO	11,88	1,40	16,63
53	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
54	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
55	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
56	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
57	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
58	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
59	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
60	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
61	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
62	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
63	TRON 26x2.3	ACERO	1,02	1,40	1,43
64	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
65	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
66	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
67	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
68	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
69	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12

70	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
71	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
72	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
73	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
74	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
75	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
76	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
77	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
78	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
79	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
80	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
81	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
82	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
83	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
84	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
85	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
86	TRON 26x2.3	ACERO	11,56	1,40	16,18
87	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
88	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
89	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
90	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
91	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
92	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
93	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
94	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
95	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
96	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
97	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
98	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
99	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,40	1,11
100	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
101	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
102	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
103	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
104	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
105	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,40	1,12
106	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
107	TRON 26x2.3	ACERO	11,56	1,40	16,18
108	TRON 26x2.3	ACERO	0,4	1,40	0,56
109	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
110	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
111	TRON 21x2.3	ACERO	0,64	1,08	0,69

112	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
113	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
114	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
115	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
116	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
117	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
118	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
119	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
120	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
121	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
122	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
123	TRON 21x2.3	ACERO	0,84	1,08	0,91
124	TRON 21x2.3	ACERO	0,66	1,08	0,71
125	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
126	TRON 26x2.3	ACERO	0,4	1,40	0,56
127	TRON 26x2.3	ACERO	0,51	1,40	0,71
128	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
129	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
130	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
131	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
132	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
133	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
134	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
135	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
136	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
137	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
138	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
139	TRON 26x2.3	ACERO	0,29	1,88	0,55
140	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
141	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
142	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
143	TRON 26x2.3	ACERO	0,64	1,40	0,90
144	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
145	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
146	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
147	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
148	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
149	TRON 26x2.3	ACERO	0,29	3,33	0,97
150	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
151	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
152	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
153	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55

154	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
155	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
156	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
157	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
158	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
159	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
160	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
161	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
162	TRON 21x2.3	ACERO	0,54	1,08	0,58
163	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
164	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
165	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
166	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
167	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
168	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
169	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
170	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
171	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
172	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
173	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
174	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
175	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
176	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
177	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
178	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
179	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
180	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
181	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
182	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
183	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
184	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
185	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
186	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
187	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
188	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
189	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
190	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
191	TRON 21x2.3	ACERO	0,54	1,08	0,58
192	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
193	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
194	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
195	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59

196	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
197	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
198	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
199	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
200	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
201	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
202	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
203	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
204	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
205	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
206	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
207	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
208	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
209	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
210	TRON 21x2.3	ACERO	0,55	1,08	0,59
211	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
212	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
213	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
214	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
215	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
216	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
217	TRON 21x2.3	ACERO	0,51	1,08	0,55
218	TRON 26x2.3	ACERO	0,51	1,40	0,71
				Peso Total=361,15 kg	

Tabla A3-2. Características barras pilona típica

Tras el redimensionamiento, el peso final de la pilona típica es: 405,87 kg.

PILONA DEL CONTRAPESO (1)

Barra	Sección	Material	Longitud (m)	Peso unitario (kg/m)	Peso (kg)
1	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
2	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
3	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
4	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
5	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
6	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
7	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
8	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
9	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
10	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05

11	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
12	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
13	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
14	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
15	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
16	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
17	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
18	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
19	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
20	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
21	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
22	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
23	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
24	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
25	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
26	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
27	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
28	TRON 26x2.3	ACERO	0,75	1,4	1,05
29	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
30	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
31	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
32	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
33	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
34	TRON 26x2.3	ACERO	1,02	1,4	1,43
35	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
36	TRON 48x2.9	ACERO	0,63	3,25	2,05
37	TRON 48x2.9	ACERO	0,64	3,25	2,08
38	TRON 48x2.9	ACERO	0,47	3,25	1,53
39	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
40	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
41	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
42	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
43	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
44	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
45	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
46	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
47	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
48	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
49	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
50	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
51	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
52	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12

53	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
54	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
55	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
56	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
57	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
58	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
59	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
60	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
61	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
62	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
63	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
64	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
65	TRON 26x2.3	ACERO	0,79	1,4	1,11
66	TRON 26x2.3	ACERO	0,9	1,4	1,26
67	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
68	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
69	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
70	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
71	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
72	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
73	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
74	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
75	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
76	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
77	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
78	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
79	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
80	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
81	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
82	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
83	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
84	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
85	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
86	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
87	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
88	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
89	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
90	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
91	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
92	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
93	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12
94	TRON 26x2.3	ACERO	0,8	1,4	1,12

95	TRON 26x2.3	ACERO	0,71	1,4	0,99
96	TRON 26x2.3	ACERO	0,59	1,4	0,83
97	TRON 48x2.9	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
98	TRON 48x2.9	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
99	TRON 48x2.9	ACERO	14,5	3,25**(4,37)	47,13
100	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
101	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
102	TRON 48x2.9	ACERO	0,37	3,25	1,20
				Peso Total=257,34 kg	

Tabla A3-3. Características barras piona del contrapeso

Tras el redimensionamiento, el peso final de la piona del contrapeso es: 306,06 kg.

A continuación, se detallan las características principales de las secciones junto con el resto de características que pueden encontrarse en la base de datos europea.

Nombre de la sección	SX (cm2)	SY (cm2)	SZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
TREC 35x20x2.5	2,39	1	1,75	3,23	2,85	0,99
TRON 21x2.3	1,37	0,69	0,69	1,26	0,63	0,63
TRON 26x2.3	1,78	0,89	0,89	2,71	1,36	1,36
TRON 26x3.2*	2,38	1,19	1,19	3,4	1,70	1,70
TRON 48x2.9*	4,14	2,07	2,07	21,4	10,7	10,7
TRON 48x4	5,57	2,78	2,78	27,54	13,77	13,77

Tabla A3-4. Características de las secciones elegidas

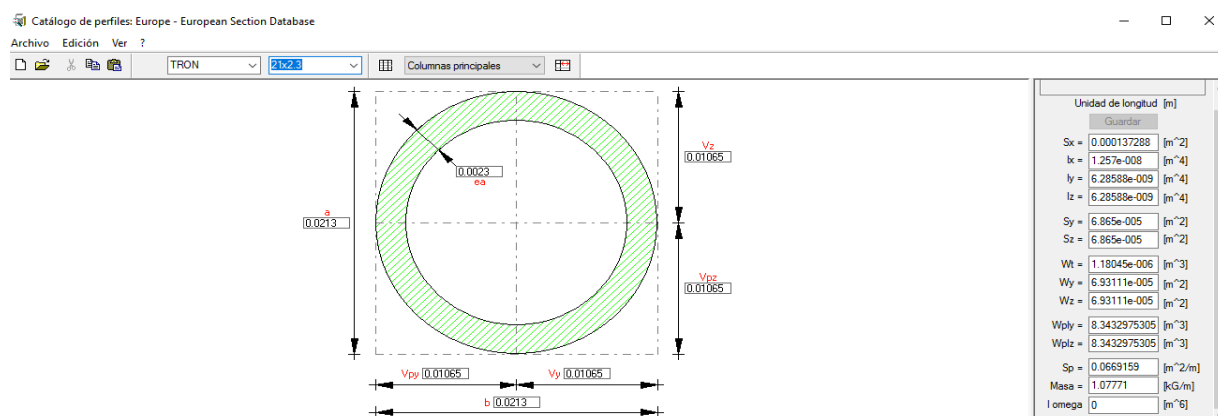


Figura A3-1. Perfil 21x2.3 [European Section Database Robot Structural Analysis]

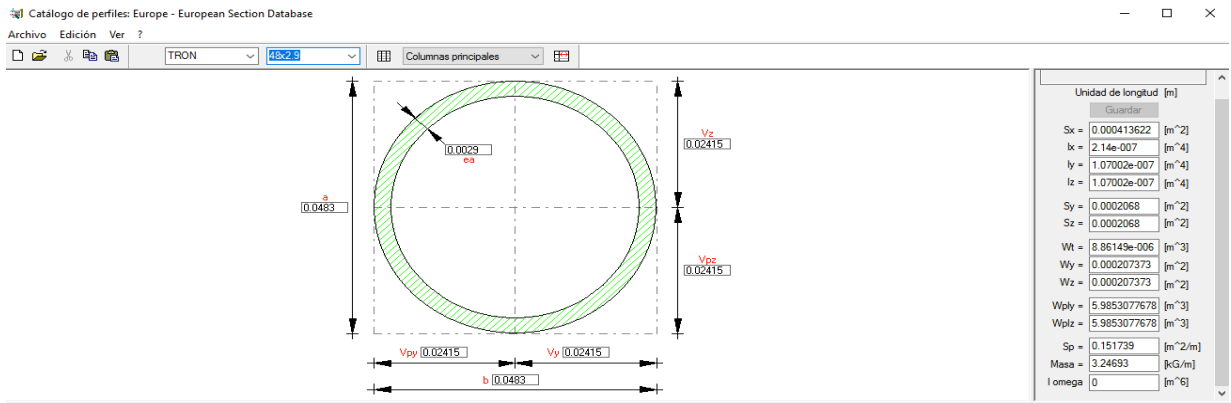


Figura A3-2. Perfil 48x2.9 [European Section Database Robot Structural Analysis]

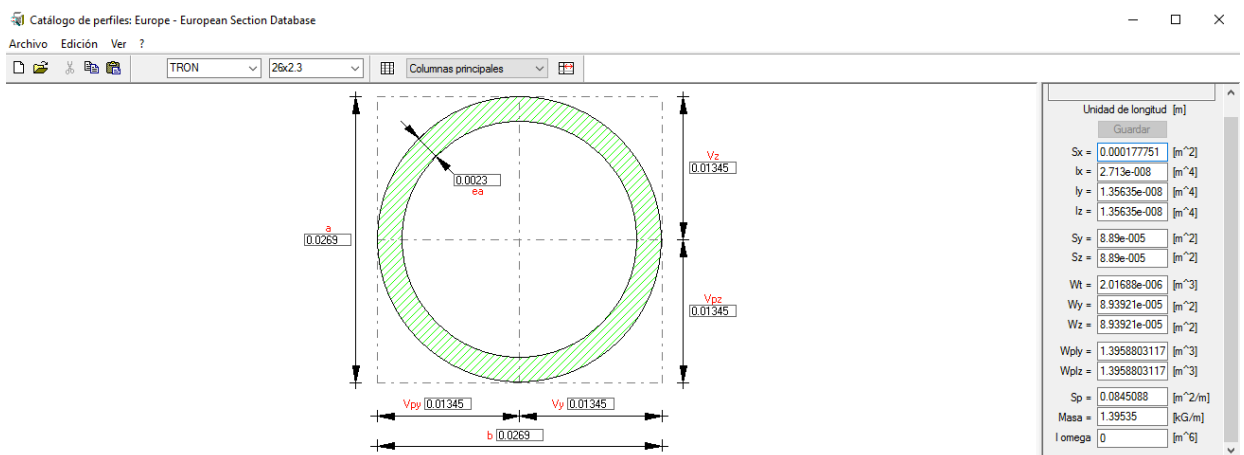


Figura A3-3. Perfil 26x2.3 [European Section Database Robot Structural Analysis]

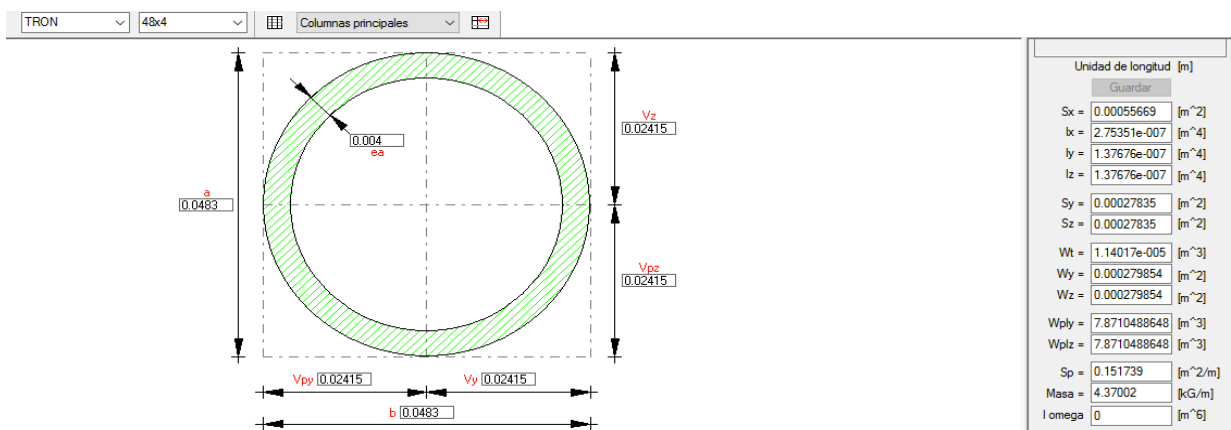


Figura A3-4. Perfil 48x4 [European Section Database Robot Structural Analysis]

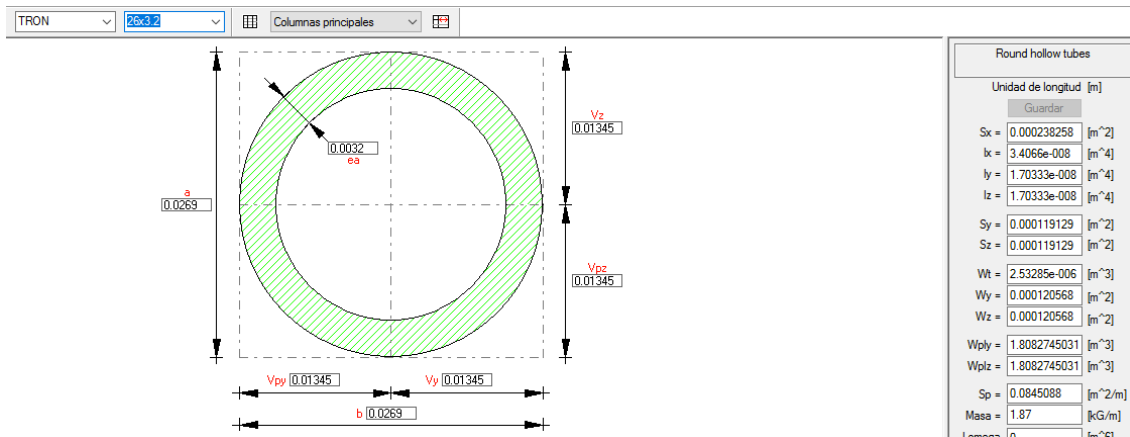


Figura A3-5. Perfil 26x3.2 [European Section Database Robot Structural Analysis]

Son perfiles huecos conformados en frío, de sección cerrada, de espesor pequeño con relación a las dimensiones características de la sección, destinados a servir de elementos resistentes. Suelen emplearse como correas de cubierta, como vigas de atado y como perfiles de cerchas. El material de las barras es acero S355 cuyas propiedades son las recogidas en la siguiente tabla:

ACERO	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 < t \leq 100$
S235	235	225	215	360
S275	275	265	255	410
S355	355	345	355	470
S450	450	430	410	550

Tabla A3-5. Características del acero elegido [32]

ANEXO 4: Análisis de cargas en la estructura

Clasificación de acciones

Como acción podemos definir a todo aquello que provoca una respuesta resistente en una estructura. La clasificación empleada por el CTE es:

– **Acciones permanentes:** Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones reológicas o el pretensado), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite.

- **Peso Propio (PP):** Para consultar el peso de cada barra de las y el peso total de cada una de las pilonas ver (anexo 3: Lista de barras)
- **Peso del motor:** Solamente se aplicará a la pila motora. El peso del motor es de aproximadamente 300 kg.
- **Peso de la polea y el portapoleas:** El valor es el mismo para todas las pilonas típicas (49,6 kg la polea y 20 kg el portapoleas que suman un total de 682N) mientras que para la pila motora el peso de la polea es de 30 kg y no hay portapoleas por lo tanto la carga será de 294N).
- **Peso del contrapeso y carga del cable tirante:** Solamente se aplicará a la pila del contrapeso. Para obtener información más detallada acerca de esta carga consultar el apartado 6.2: Cálculo del contrapeso
- **Fuerzas producidas por los cables:** Son las tensiones producidas por los cables portantes y transportadores en la estructura. La información detallada sobre el valor de estas fuerzas puede encontrarse en los apartados 7.3.1 y 7.3.2 de la memoria de este proyecto.

– **Acciones variables:** Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.

- **Sobrecarga de Uso (SU) (Esquiadores)**
- **Viento**
- Acciones térmicas
- Nieve

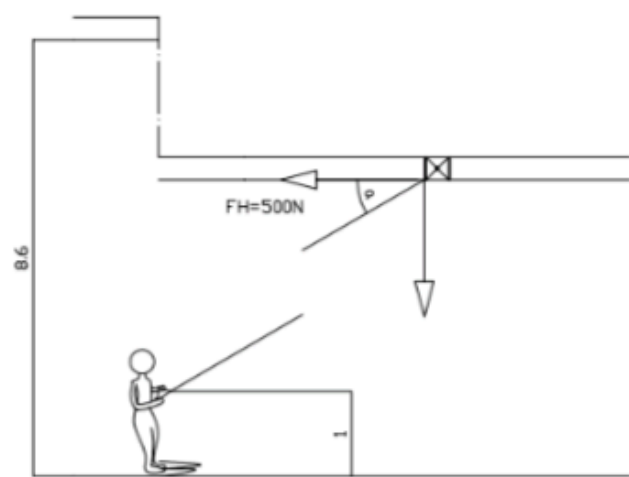
– **Acciones accidentales:** no se tendrá en cuenta ninguna en este proyecto.

- Impacto
- Sismo
- Otras

La determinación de las acciones a realizar en este proyecto será exclusivamente para las indicadas en **negrita**.

Sobrecarga de uso: Carga provocada por los esquiadores

De acuerdo con la información proporcionada por la empresa RIXEN CABLEWAYS, para un cable de unos 310m de largo la fuerza horizontal de los esquiadores será de 500 N, por lo tanto, usaremos este valor como carga producida por los esquiadores. En cuanto a la fuerza vertical, hay una variación a lo largo del recorrido, depende en gran medida de la distancia a la pilona, el valor máximo es de 388,5 N mientras que el valor mínimo es de 351,1 N. Para tomar el peor de los casos se supondrá una fuerza de 388,5 N.



Peso específico del cable= 3.8 N/m

Siendo Q1 Q2 y Q3 las cargas verticales, f1 f2 y f3 las flechas que producen los esquiadores en los 3 puntos determinados.

	Esquiador 1	Esquiador 2	Esquiador 3
Flecha (m)	3,01	4,72	3,34
Fuerza vertical (N)	351.1	388.5	365.9
Angulo que forma el cable con la horizontal	11,54	9,31	12,38

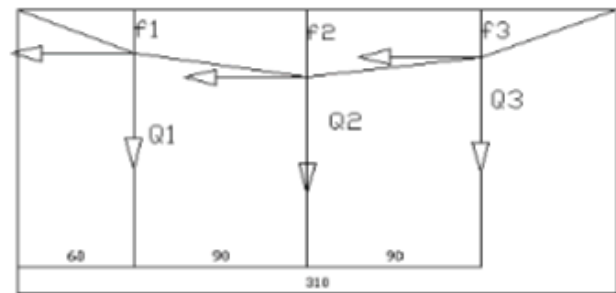


Figura A4-1. Información proporcionada por Rixen sobre fuerzas de esquiadores

Para aplicar esta carga a cada una de las pilonas, se ha supuesto que solo actúan los esquiadores sobre uno de los cables adyacentes a cada pila, esto creará una fuerza más alejada de la línea de acción sobre la cual está orientada la pila por lo que el efecto será mayor. Para esto, se ha dividido el recorrido en 5 tramos. La longitud total del recorrido es de 1000 metros, por normativa la separación mínima entre esquiadores será de 80 metros. A continuación, se muestran los cálculos para cada una de las pilonas:

Tramo 1: (3 esquiadores)

$$F_x = 3 \times 500 N = 1500 N$$

$$F_z = 3 \times -388,5 N = -1165,5 N$$

Tramo 2: (2 esquiadores)

$$F_x = -2 \times 500 \times \cos(72) = -309 N$$

$$F_y = -2 \times 500 \times \sin(72) = -951 N$$

$$F_z = 2 \times -388,5 N = -777 N$$

Tramo 3: (2 esquiadores)

$$F_x = 2 \times 500 \times \cos(36) = 809 N$$

$$F_y = -2 \times 500 \times \sin(36) = -587,8 N$$

$$F_z = 2 \times -388,5 N = -777 N$$

Tramo 4: (3 esquiadores)

$$F_x = 3 \times 500 \times \cos(36) = 1213,5 N$$

$$F_y = 3 \times 1500 \times \sin(36) = 881,7 N$$

$$F_z = 3 \times -388,5 N = -1165,5 N$$

Tramo 5: (2 esquiadores)

$$F_y = 2 \times 500 = 1000 N$$

$$F_z = 2 \times -388,5 N = -777 N$$

Cada tramo corresponde a la pila que lleva su número. En la siguiente imagen se muestra la distribución de esquiadores por tramo:

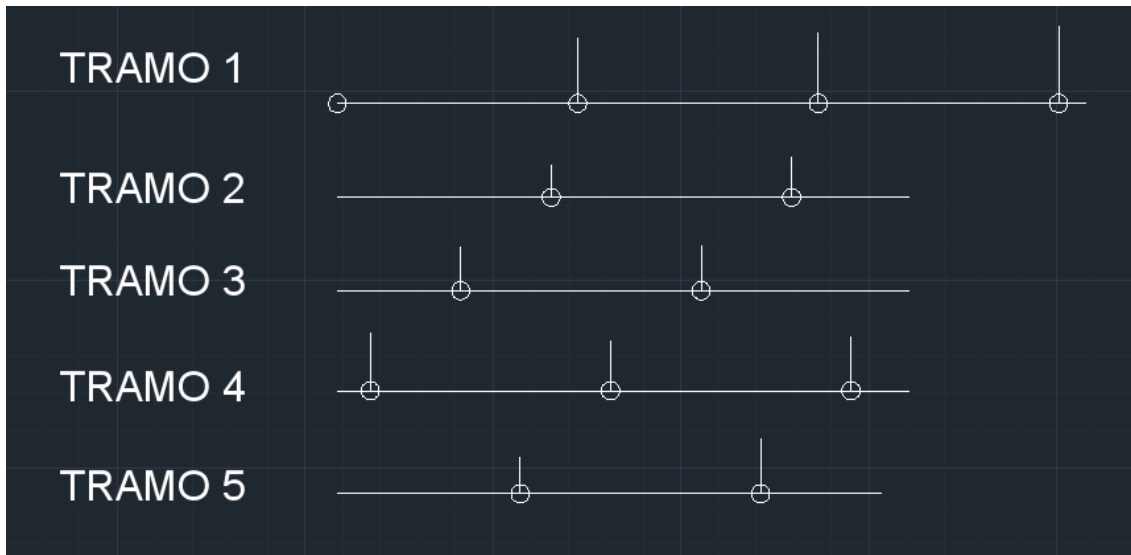


Figura A4-2. Distribución esquiadores por tramos

Cargas climáticas: Viento

Si se eligiera la comunidad de Zaragoza para la instalación del Cablesqui, según el mapa habría que situarlo en la zona B.

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Figura A4-3. Mapa con zonas para calcular velocidad de viento [Eurocódigo 1. Acción del viento]

Por lo tanto, según el mapa, a la zona B le corresponde una velocidad básica del viento de 27 m/s . Además, a la zona B le corresponde una presión dinámica de $0,45 \text{ kN/m}^2$

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

q_b : presión dinámica del viento

c_e : coeficiente de exposición

c_p : coeficiente eólico o de presión

Para determinar el coeficiente de exposición usaremos la siguiente tabla,

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla A4-1. Tabla para la determinación del coeficiente de exposición [Eurocódigo1. Acción del viento]

Consideraremos una altura de unos 12m con un grado de aspereza de tipo 3. Por lo tanto, el coeficiente de exposición será de 2,5.

Para obtener el coeficiente de presión exterior, consultando el EUROCODIGO 1 ACCIONES EN ESTRUCTURAS. ACCIONES DEL VIENTO encontramos los siguientes diagramas, que nos permitirán obtener un coeficiente de presión externa para una celosía, que es nuestro caso.

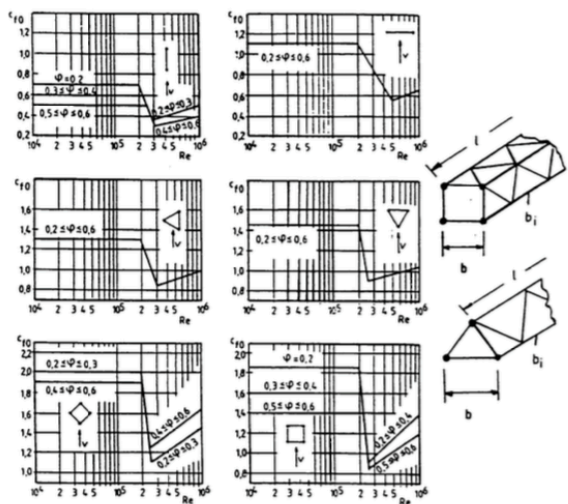


Fig. 10.10.4 – Coeficiente de fuerza $c_{f,s}$ para celosías planas o espaciales con barras de sección circular

Figura A4-4. Coeficiente de fuerza para celosías con barras circulares [Eurocódigo 1. Acción del viento]

Supondremos que la solidez de nuestra estructura se halla entre 0,3 y 0,6 para poder usar estos diagramas. Nuestra celosía posee una anchura de 0,6m y una longitud en altura de unos 12m aproximadamente.

En cuanto al número de Reynolds, $Re = d * \frac{v_m}{\nu}$ obtenemos un resultado de $5,4 \times 10^4$. El coeficiente de presión externa es de 1,3.

Con estos datos, y mediante la siguiente fórmula, obtendremos la carga de viento a aplicar en cada cara.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,5 \cdot 1,3 = 1,46 \text{ kN/m}^2$$

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes.

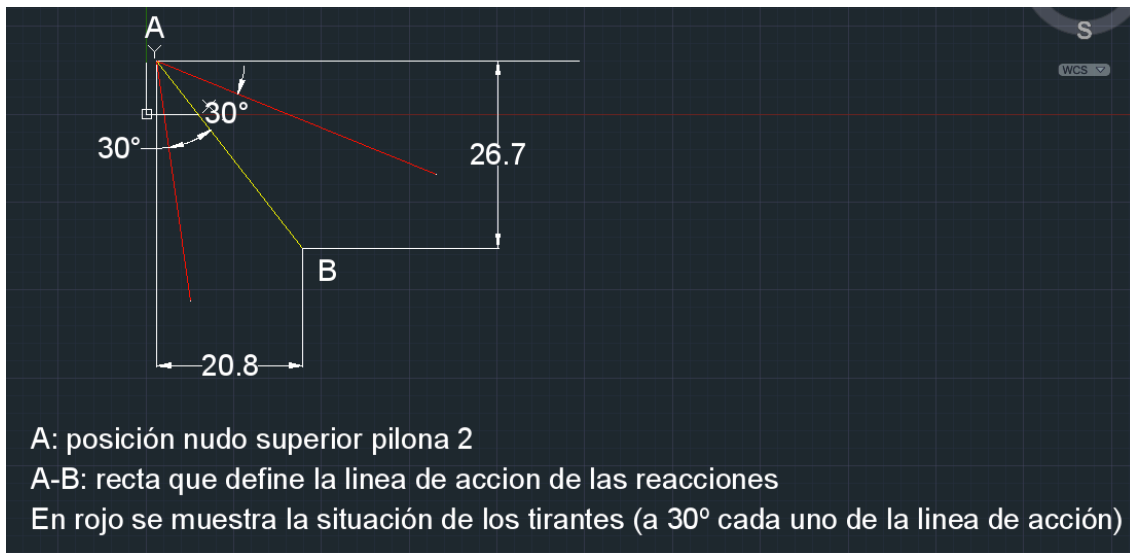


Figura A5-2. Vista superior del atirantado de la pila 2. Método

Una vez obtenida la vista en z de los tirantes, se debe definir la longitud que deseamos que tengan estos tirantes. Se elige una longitud de entre 30 y 40m.

Ya que la base de la pila se halla sumergida en agua, la altura de los anclajes de los tirantes respecto al nudo superior de la pila al cual se unen es menor a los 11,93 metros señalados antes. Para los cálculos se decide una altura que nos permita un ángulo de inclinación del tirante de unos 15° aproximadamente respecto a la horizontal.

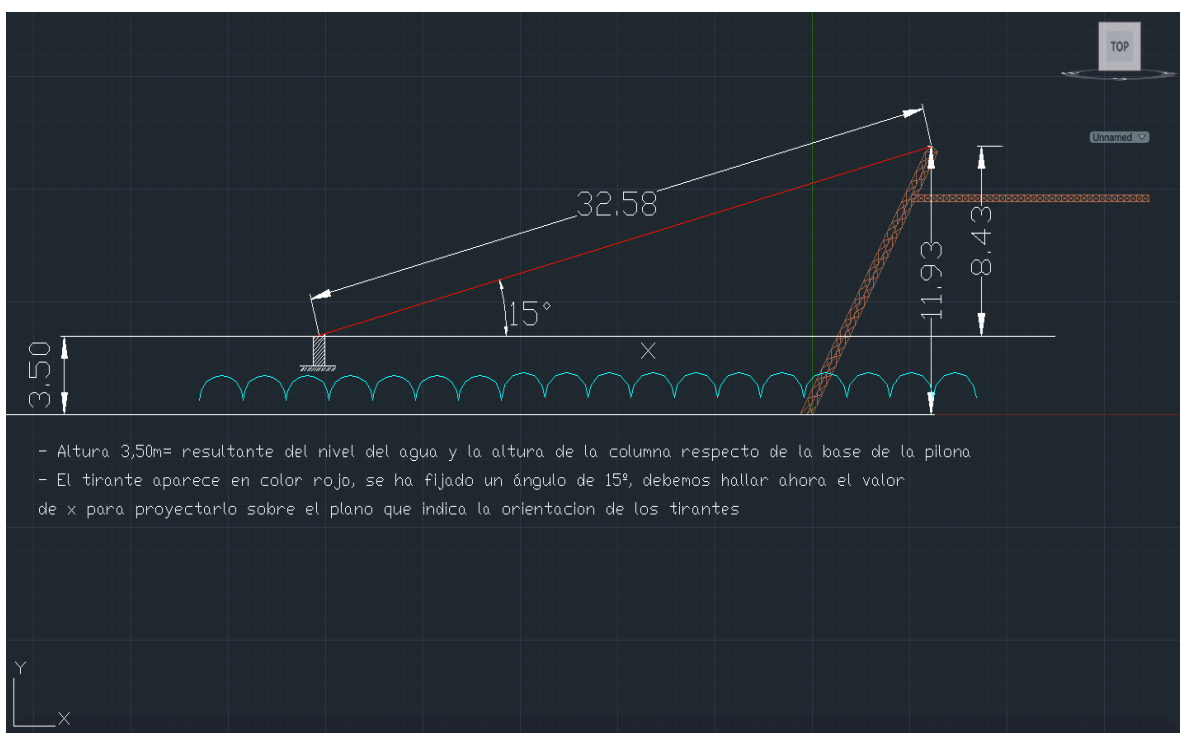


Figura A5-3. Explicación sobre el ángulo vertical de los tirantes

Mediante Autocad, fijando previamente un ángulo de tirante sobre la horizontal de 15° y una altura entre el anclaje y la base de la pila de 3,5m y aplicando la siguiente fórmula trigonométrica

$$\tan 15 = \frac{8,43}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 31,46m. La longitud del cable será de 32,58 metros.

El siguiente paso es aplicar esta longitud de la proyección horizontal sobre la figura 5234. Realizando esto, se podrán obtener las coordenadas en x e y de los nudos de los tirantes. La coordenada z será la ya mencionada (3,5m).

COORDENADAS C: 5,92; -23,52;3,50

COORDENADAS D: 30,69; -4,21;3,50

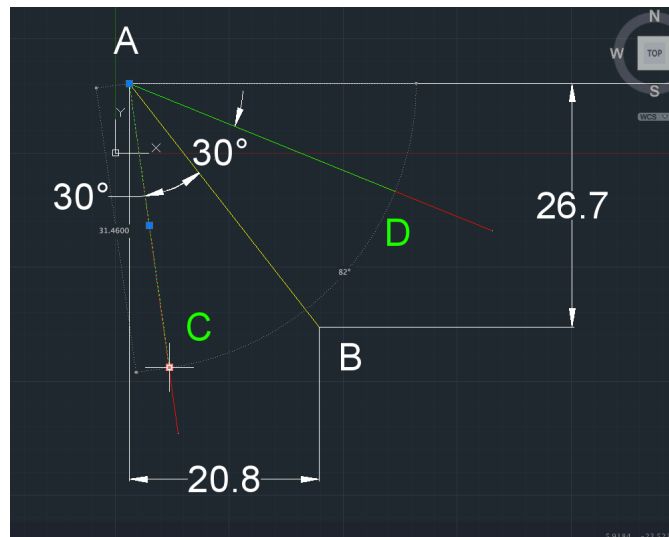


Figura A5-4. Coordenadas punto C

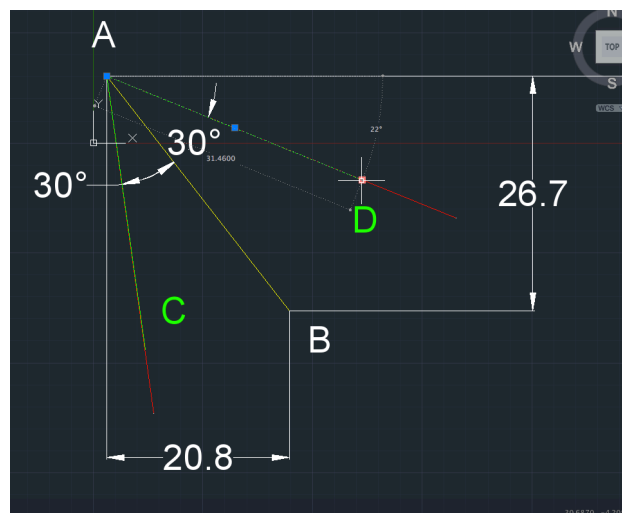


Figura A5-5. Coordenadas punto D

El siguiente paso es situar los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS.

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pila para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

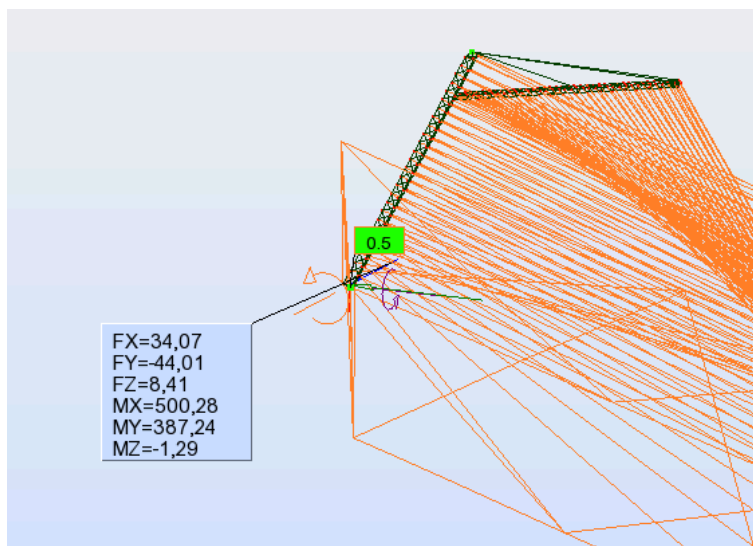


Figura A5-6. Pilona 2 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

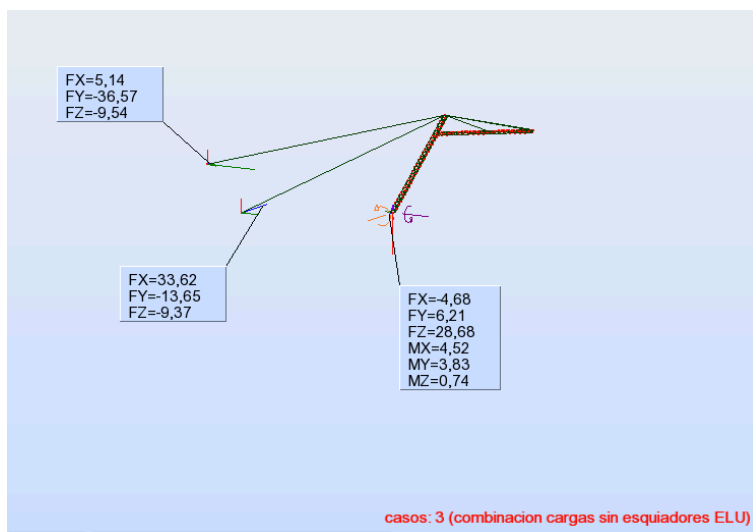


Figura A5-7. Reacciones de la pila 2 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

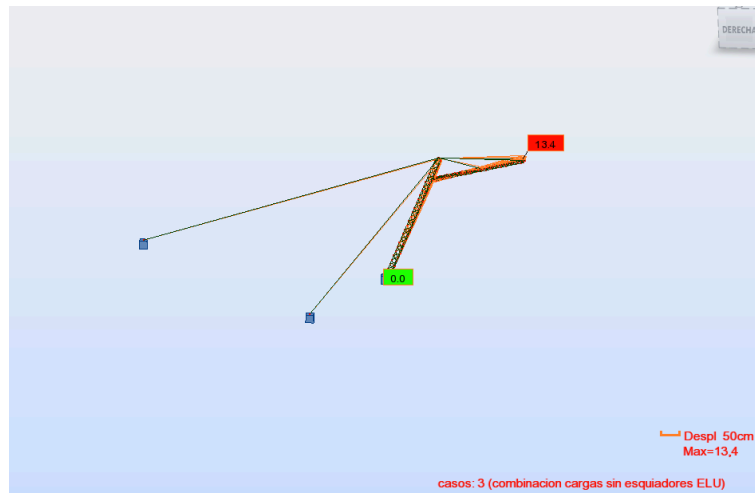


Figura A5-8. Deformación de la pila 2 con tirantes

El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener el mástil horizontal de la pila en el plano xy.

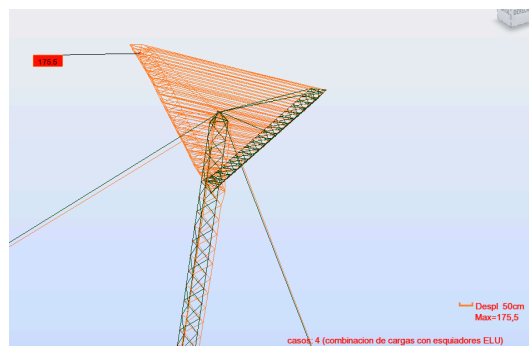


Figura A5-9. Juego de la pila 2 tras implementar esquiadores

Como vemos, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar un dispositivo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en z, y que impida el desplazamiento de los nudos de unión.

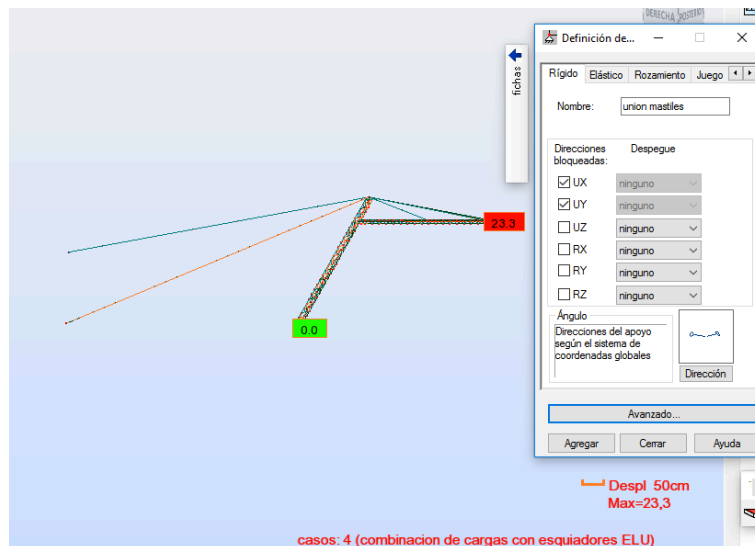


Figura A5-10. Apoyo elegido para permitir el juego del mástil horizontal

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.

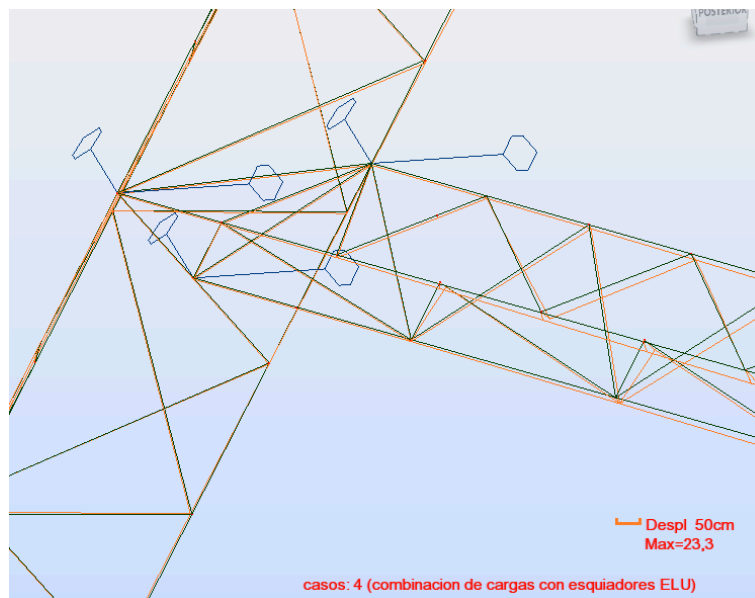


Figura A5-11. Representación gráfica del apoyo

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

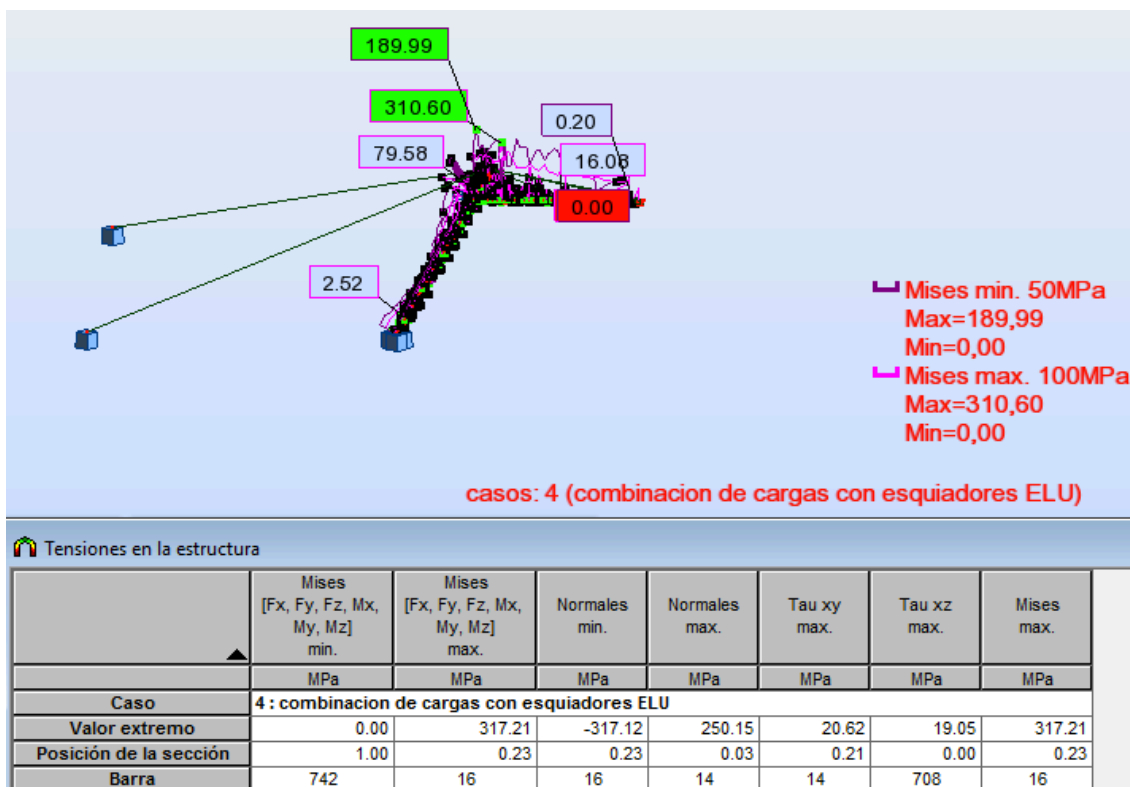


Figura A5-12. Tensiones máximas de las barras de la pila 2

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 317,21 MPa, este valor es menor al límite elástico, por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pila.

El material de las barras de todas las pilonas es acero S355 cuyas propiedades son las recogidas en la siguiente tabla:

ACERO	f _y (N/mm ²)			f _u (N/mm ²)
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 < t ≤ 100
S235	235	225	215	360
S275	275	265	255	410
S355	355	345	355	470
S450	450	430	410	550

Tabla A5-1 Propiedades del acero utilizado. [32]

A este acero se le aplicara un tratamiento de galvanizado para protegerlo de la corrosión lo máximo posible. Al ser los espesores de los perfiles mayores de 16mm, ya que el menor de todos es 23mm mientras que el mayor de todos es 29mm, usaremos la segunda columna de espesores para determinar el límite elástico. La última columna de la tabla refleja el límite de rotura, por lo tanto, según la tabla:

Límite elástico=345 MPa.

Carga de rotura=470 MPa.

PILONA 3

Para el resto de pilonas se seguirá el mismo procedimiento:

- 1º Aplicamos casos de carga.
- 2º Orientamos la pila de acuerdo a los cálculos establecidos.
- 3º Obtener reacciones del nudo superior suponiéndolo empotrado antes de diseñar los tirantes para ELU sin esquiadores.

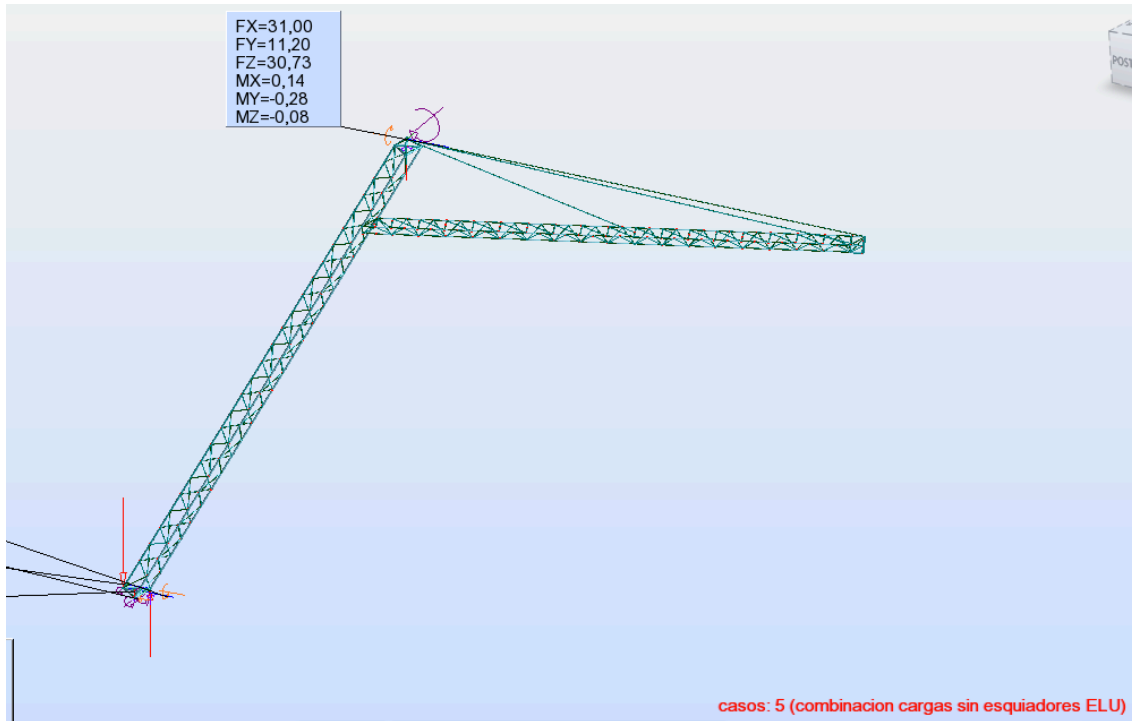


Figura A5-13. Reacciones superiores pila 3 para calcular tirantes

En este caso $F_x=31,00$ y $F_y=11,20$, las coordenadas del nudo superior son:

$$x=-28,49; y=14,16; z=11,92$$

-4º En AutoCAD se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes.

-5º Como se hizo anteriormente para la pila 2 y como se hará para el resto de pilonas típicas, mediante AutoCAD, fijando previamente un ángulo de tirante sobre la horizontal de 15º y una altura entre el anclaje y la base de la pila de 3,5m y aplicando la siguiente fórmula trigonométrica

$$\tan 15 = \frac{8,43}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 31,46m. La longitud del cable será de 32,58 metros.

-6° El siguiente paso es aplicar esta longitud de la proyección horizontal sobre los dos tirantes. (líneas en verde del dibujo) Realizando esto, se podrán obtener las coordenadas en x e y de los nodos de los anclajes. La coordenada z será la ya mencionada (3,5m).

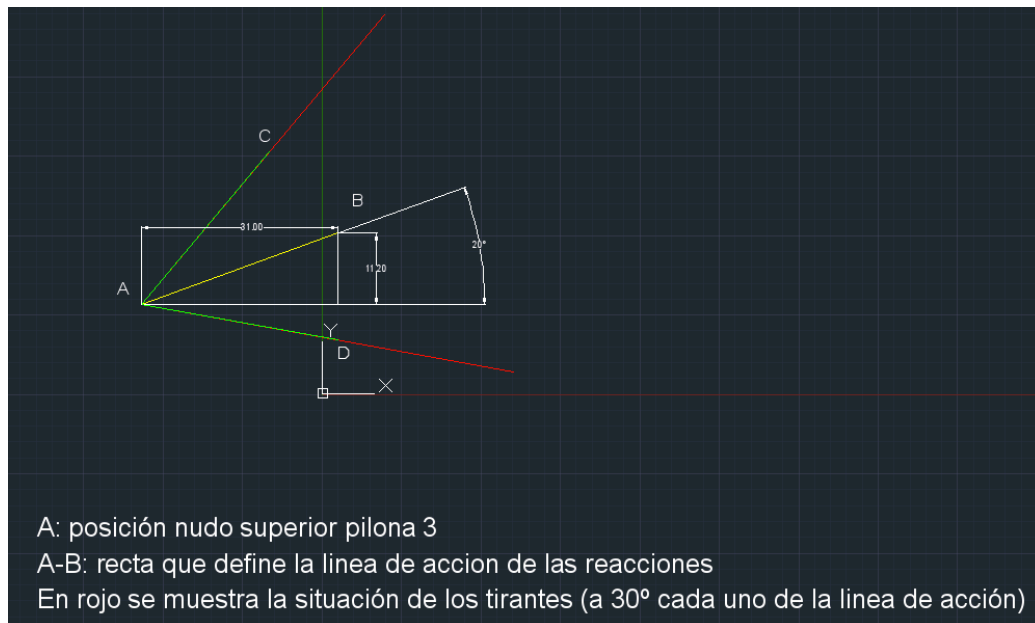


Figura A5-14. Vista superior del atirantado de la pila 3. Método

COORDENADAS C: -8,27;38,26;3,50

COORDENADAS D: 2,47;8,55;3,50

A continuación, se sitúan los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

-7° Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pila para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

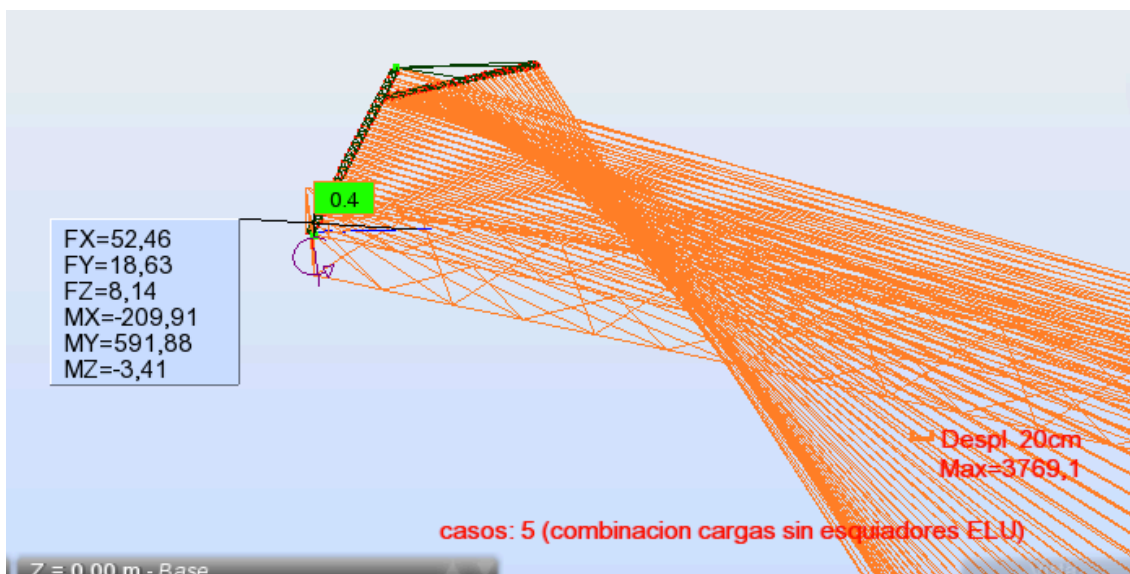


Figura A5-15. Pila 3 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

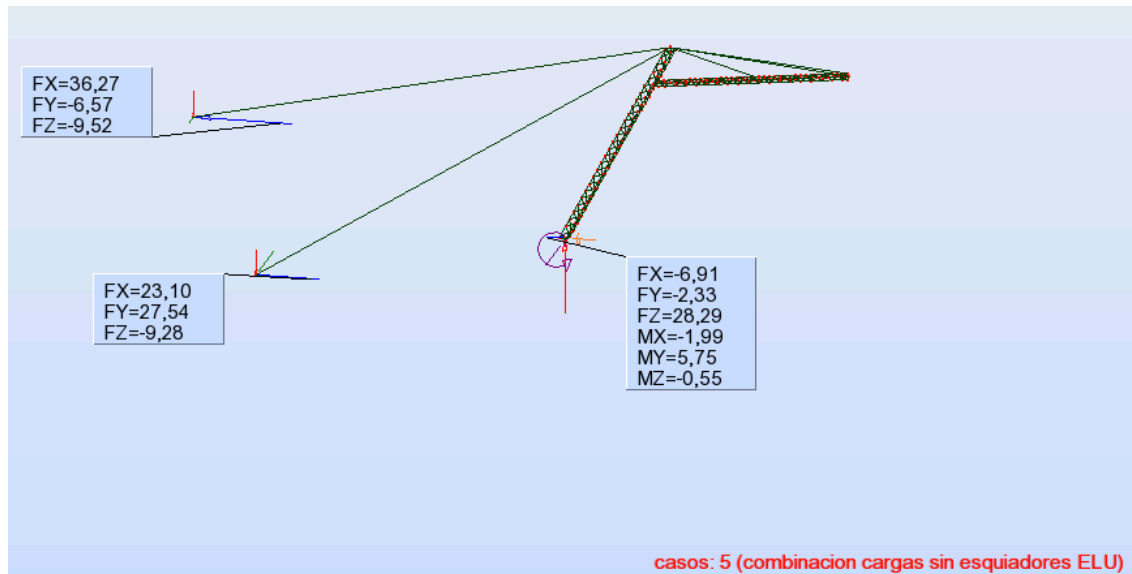


Figura A5-16. Reacciones de la pila 3 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

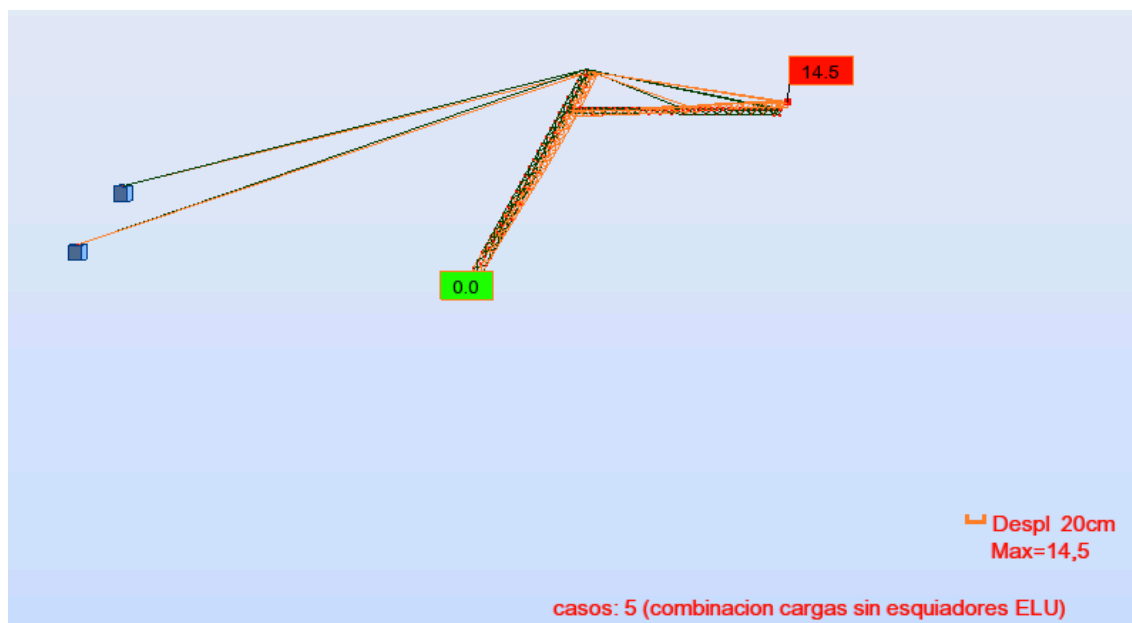


Figura A5-17. Deformación de la pila 3 con tirantes

-8° El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener la pila.

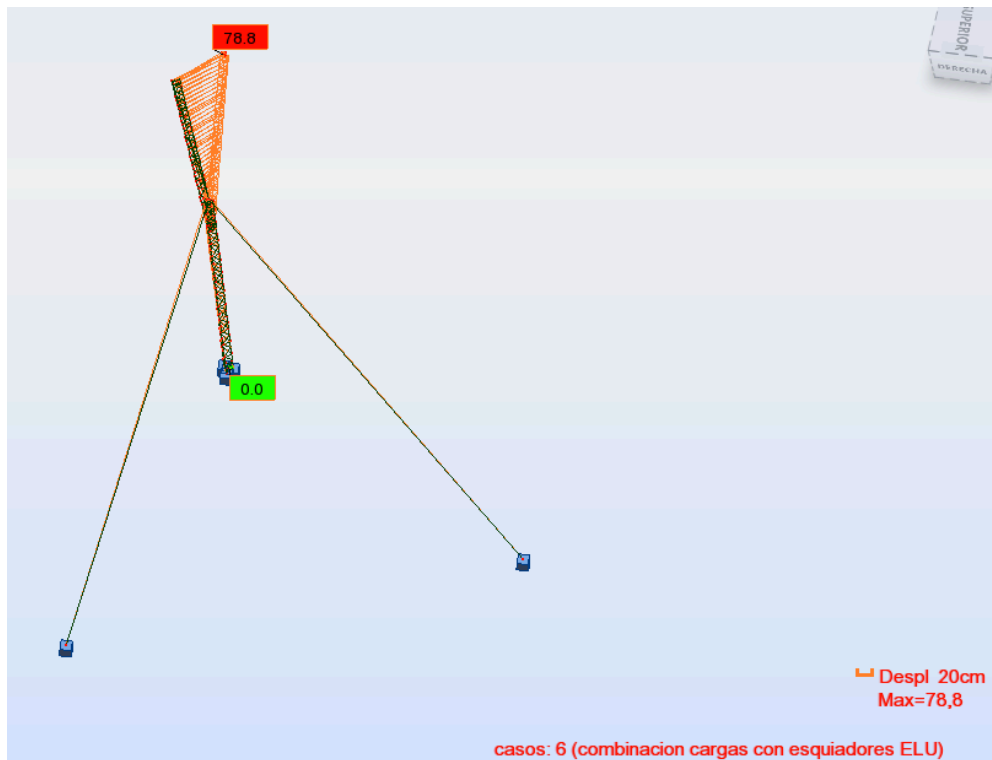


Figura A5-18. Juego de la pila 3 tras implementar esquiadores

Como vemos, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar un mecanismo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

-9º Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en el eje z, y que simplemente impida el desplazamiento de los nudos de unión.

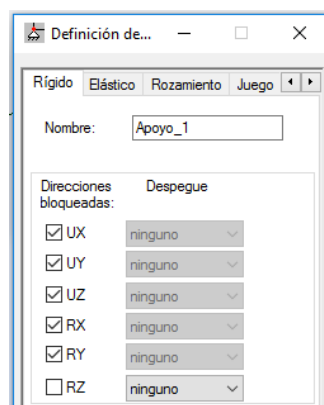


Figura A5-19. Definición de apoyo

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas

a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.

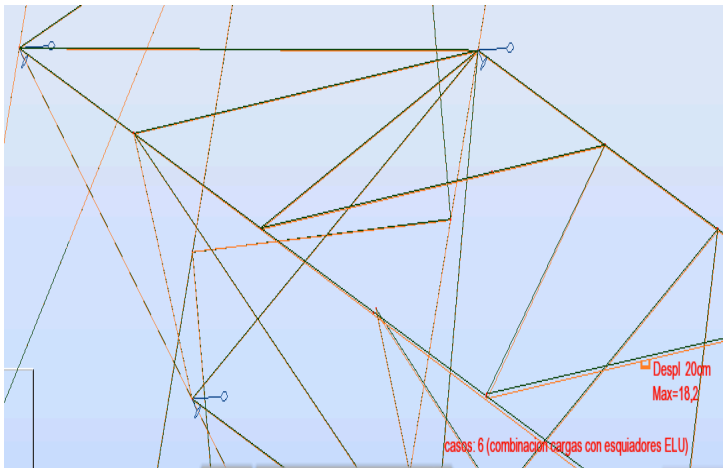


Figura A5-20. Representación gráfica del apoyo pilona 3

-10º Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura.

Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

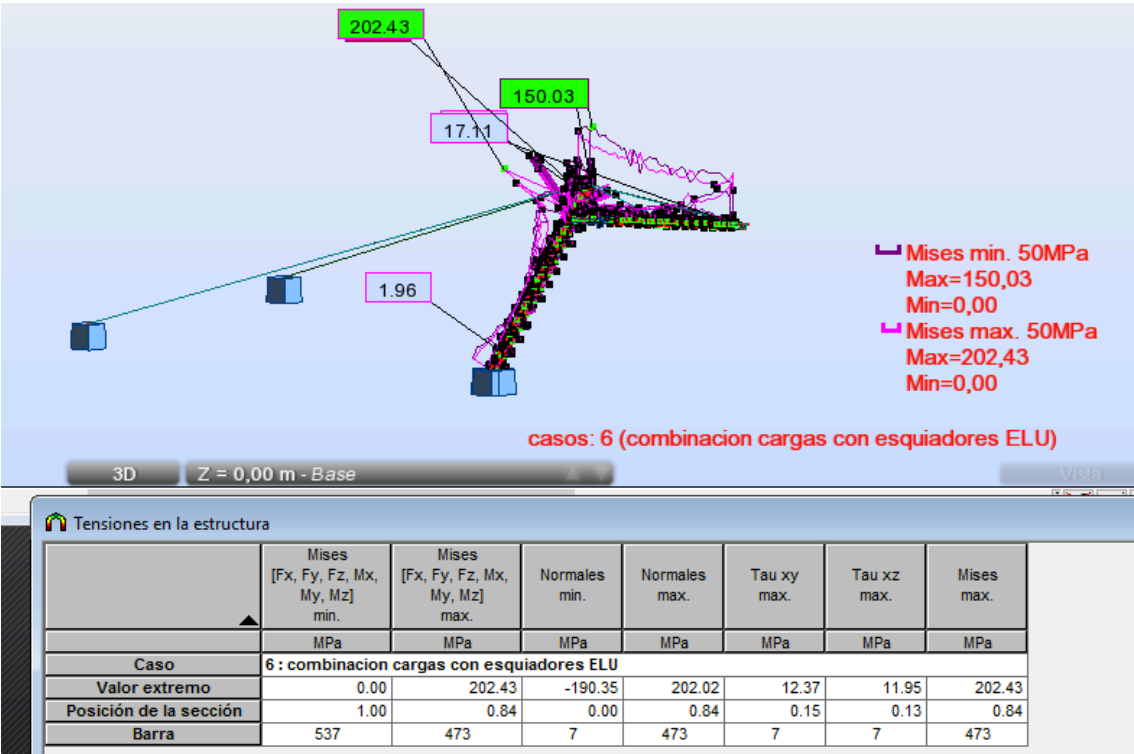


Figura A5-21. Tensiones máximas de las barras de la pilona 3. Extremos globales

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 202,43 MPa, este valor es menor al límite elástico, por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pila.

PILONA 5

Una vez aplicadas las cargas en la pila y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado límite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

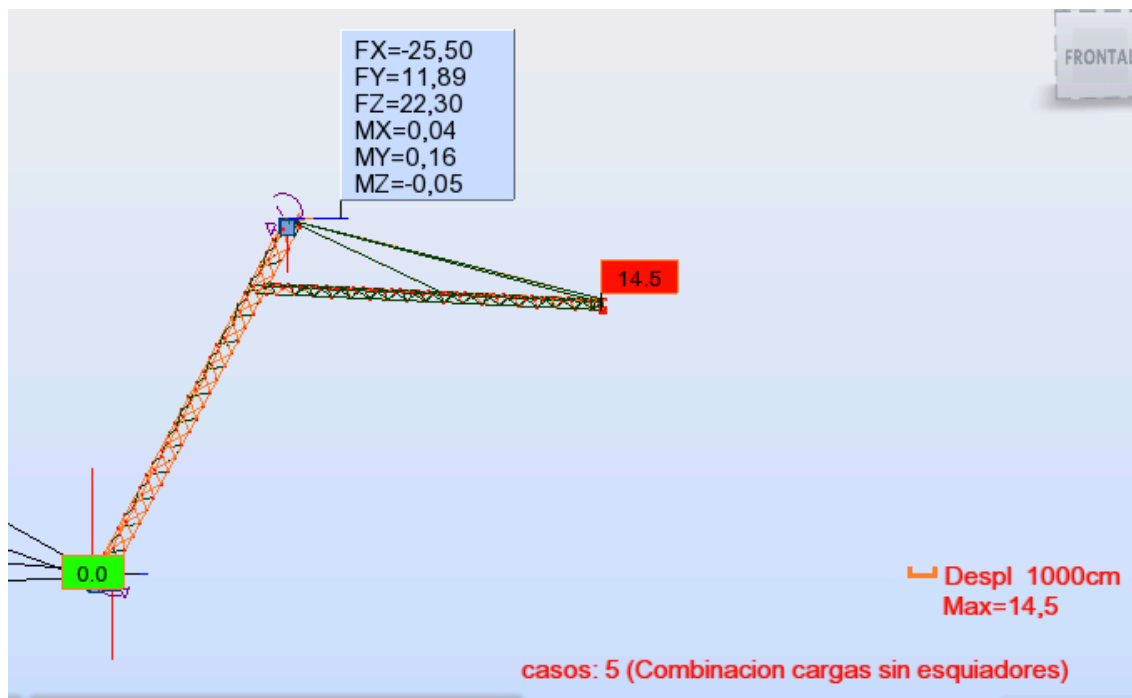


Figura A5-22. Reacciones superiores pila 5 para calcular tirantes

En este caso $F_x=-25,5$, $F_y=11,89$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x=-16,62; y=13,47; z=11,92$$

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para las pilas 2 y 3, se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -34,65;38,78;3,50

COORDENADAS D: -47,96;10,24;3,50

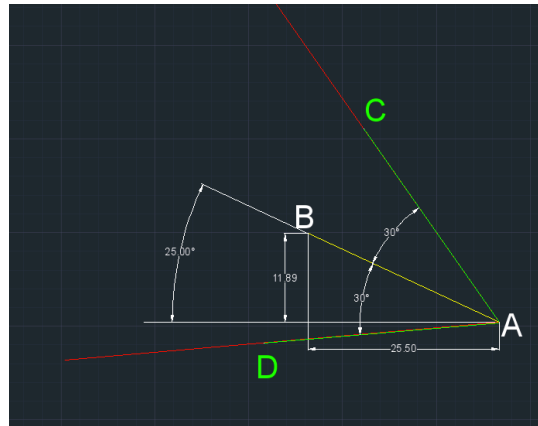


Figura A5-23. Coordenadas puntos C y D

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pila para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

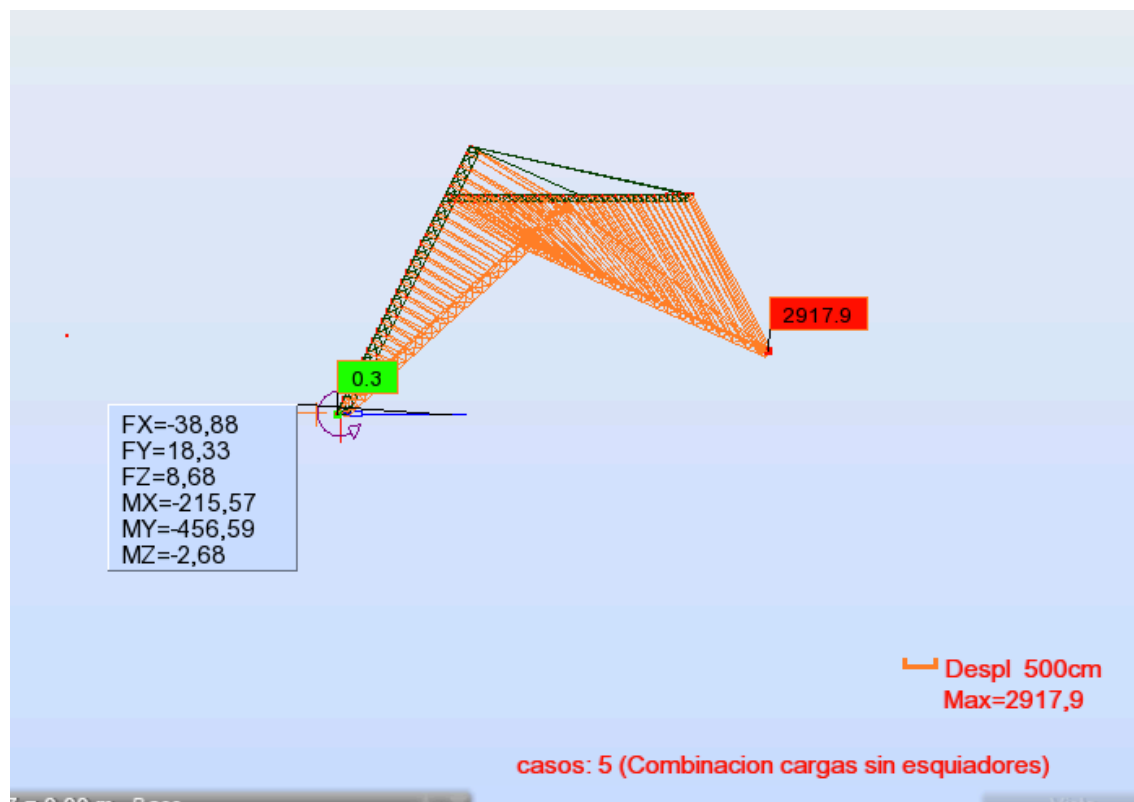


Figura A5-24. Pila 5 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa.

En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilas son mucho menores con los tirantes.

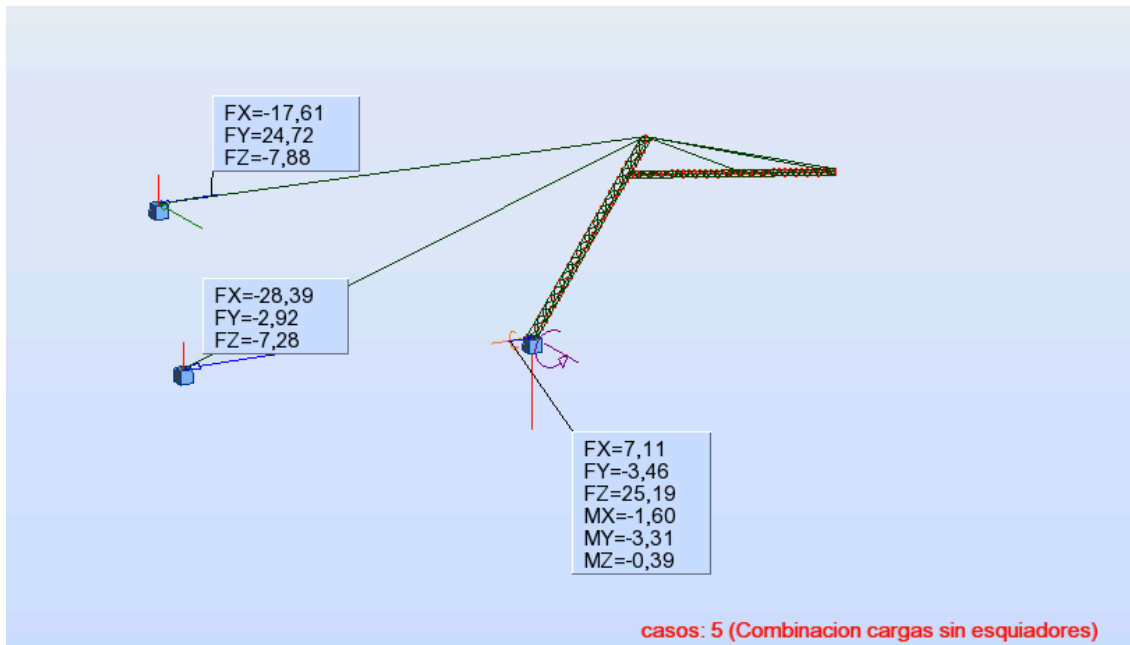


Figura A5-25. Reacciones de la pila 5 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

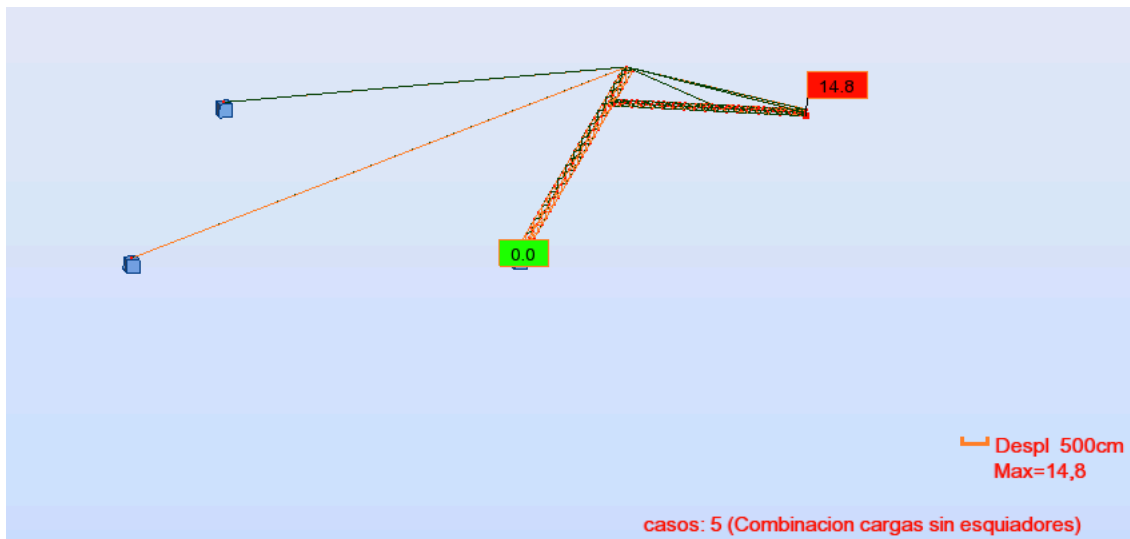


Figura A5-26. Deformación de la pila 5 con tirantes

El siguiente paso será incorporar la carga de los esquiadores, esta carga nos permitirá obtener el juego que deberá tener la pila.

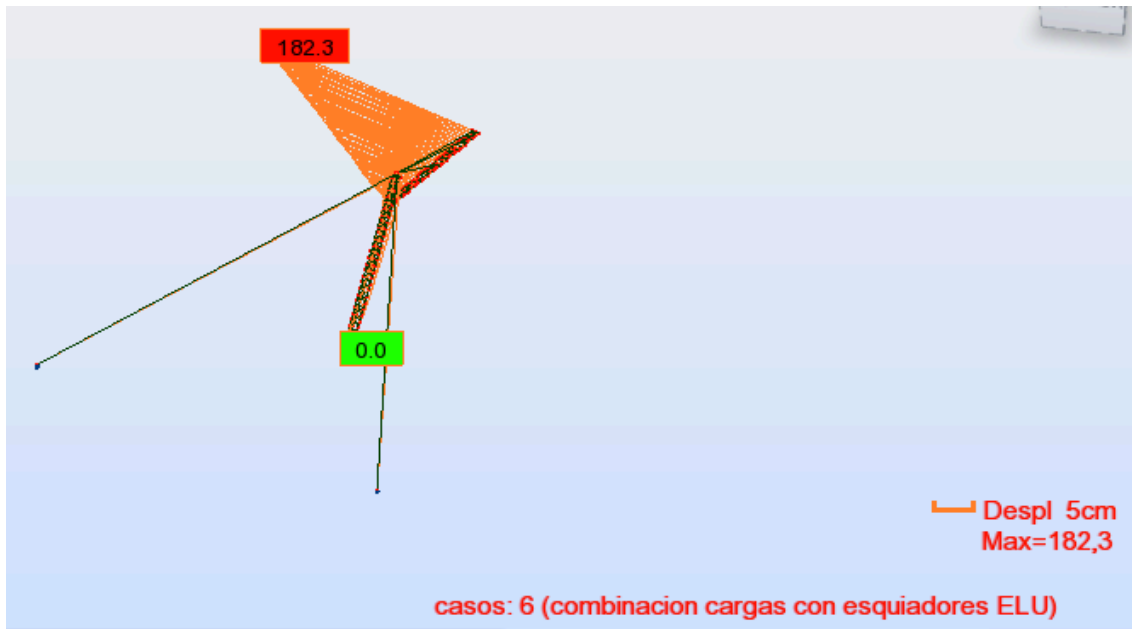


Figura A5-27. Juego de la piona 5 tras implementar esquiadores

Como se mencionó en las anteriores pilonas, la carga de esquiadores, provocaría un desplazamiento muy grande de los distintos nudos del voladizo, por lo tanto, en la unión del mástil vertical con el horizontal se deberá instalar el mismo mecanismo que permita el giro del mástil horizontal en el eje z de manera que las tensiones sobre la estructura se reduzcan.

Esto se consigue introduciendo en los 3 nudos de unión un tipo de apoyo que permita el giro libre del mástil horizontal en z, y que impida el desplazamiento de los nudos de unión.

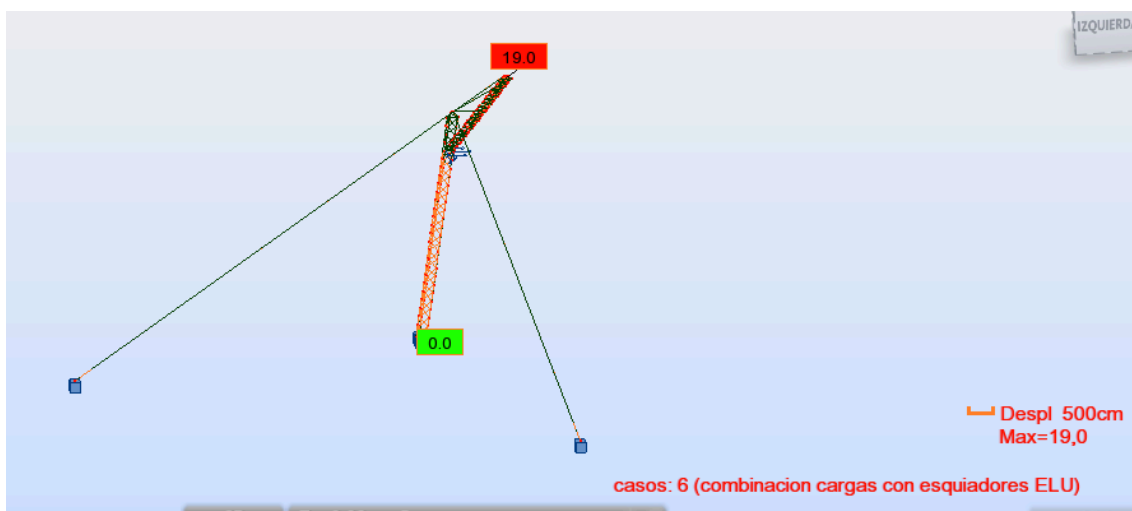


Figura A5-28. Apoyo elegido para permitir el juego del mástil horizontal

Como se puede comprobar, al realizar esta modificación, el juego que deberá realizar el mástil horizontal se reduce notablemente, además, las distintas barras estarán sometidas a una tensión inferior. En la siguiente imagen se muestra la representación en ROBOT de estos apoyos definidos previamente.

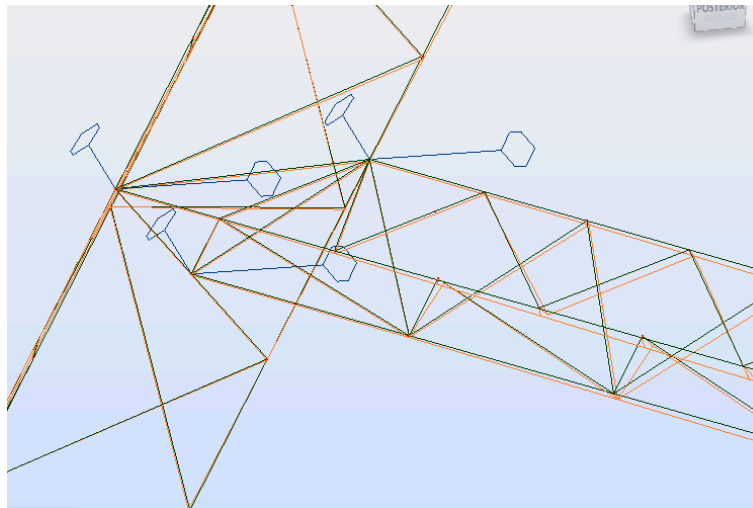


Figura A5-29. Representación gráfica del apoyo Pilon 5

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

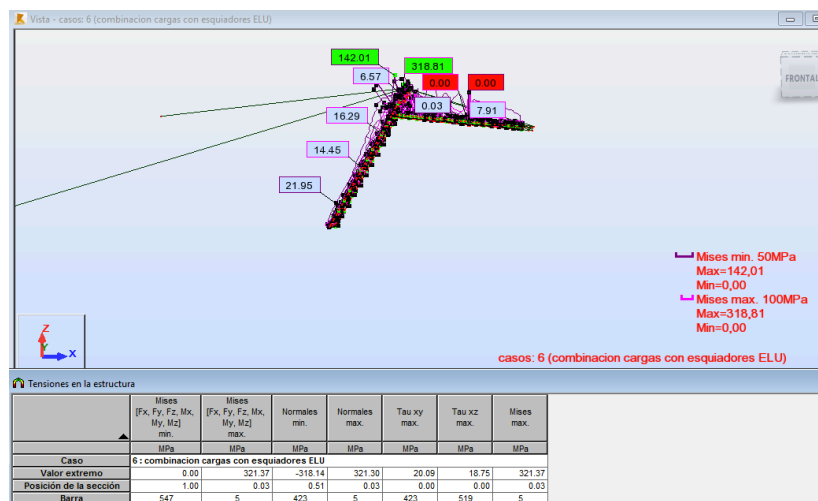


Figura A5-30. Tensiones máximas de las barras de la pila 5. Extremos globales

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 321,37 MPa, este valor es menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la pila. Si se deseara un mayor coeficiente de seguridad se habría de cambiar la sección de las barras con las que no se estuviese conforme.

PILONA 4

Una vez aplicadas las cargas en la pila y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables, carga del contrapeso y carga del cable tirante y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado limite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

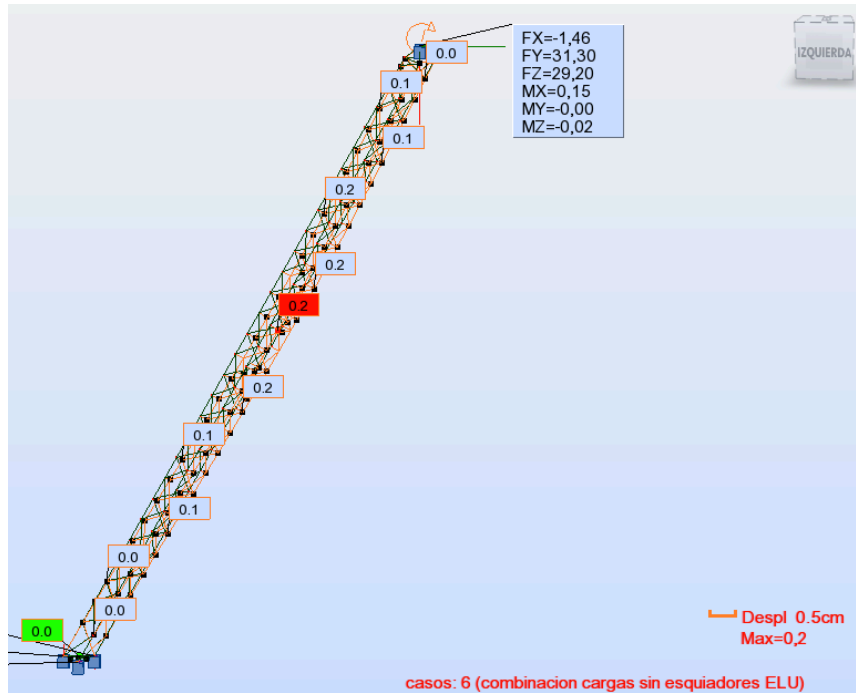


Figura A5-31. Reacciones superiores pila 4 para calcular tirantes

En este caso $F_x = -1,46$, $F_y = 31,3$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x=6,71; y=-0,18; z=12,97$$

En esta ocasión, la altura del nudo superior es de 12,97. Por lo tanto si mantenemos los 15° y los 3,5 metros de altura respecto a la base de la pila de los anclajes de los tirantes, aplicando la siguiente fórmula:

$$\tan 15 = \frac{12,97 - 3,5}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 35,34m. La longitud del cable será de 36,59 metros.

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para las pilas 2 y 3, se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -12,54;29,46;3,50

COORDENADAS D: 23,11;31,12;3,50

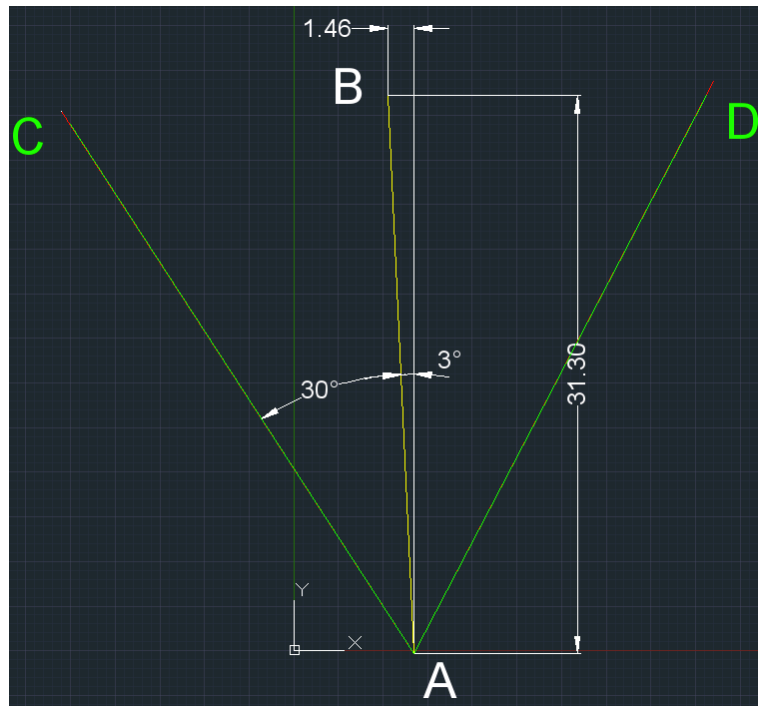


Figura A5-32. Vista superior del atirantado de la pila 4.

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pila para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

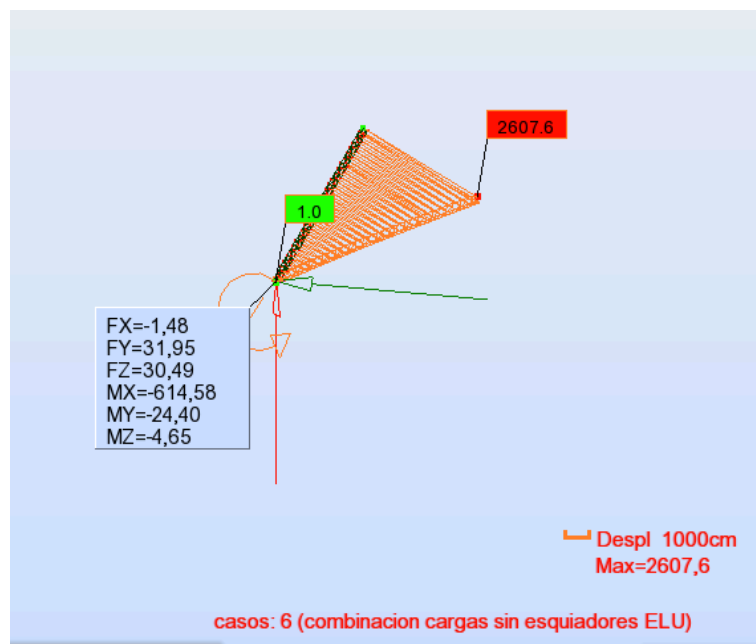


Figura A5-33. Pila 4 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente

imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

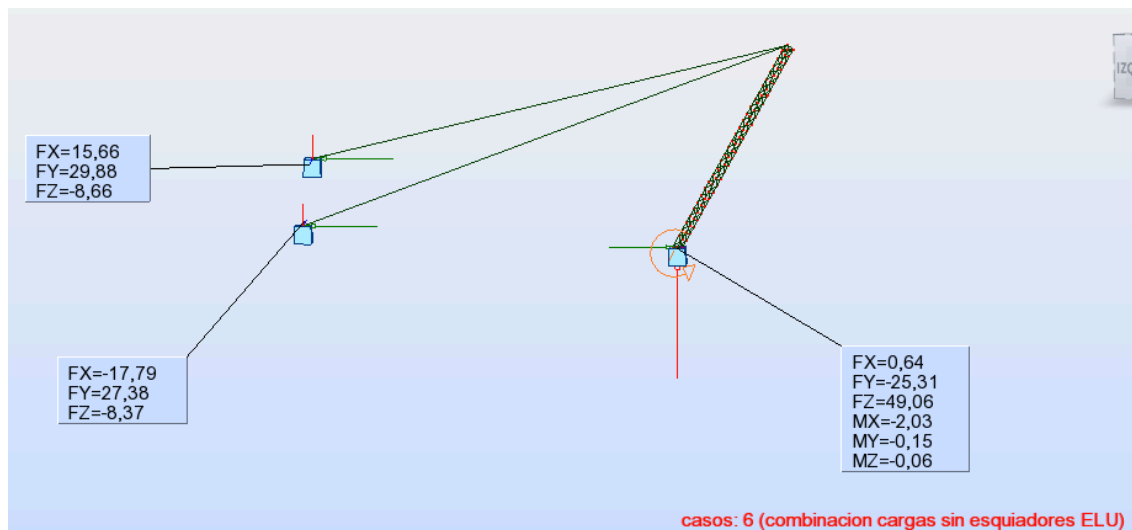


Figura A5-34. Reacciones de la pila 4 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

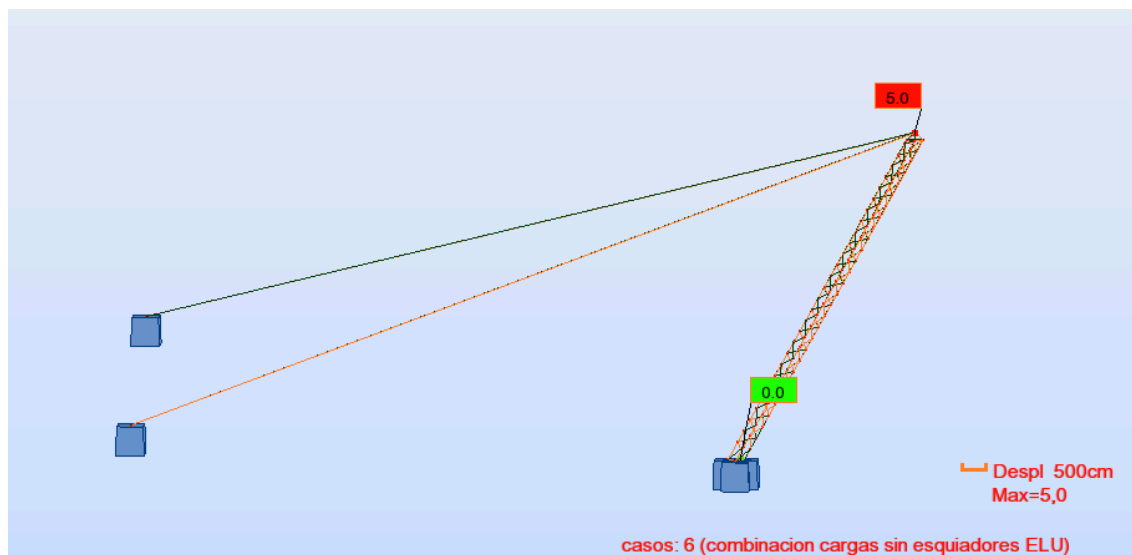


Figura A5-35. Deformación de la pila 4 con tirantes

En este caso, al incorporar la carga de los esquiadores, no obtendremos ningún juego ya que esta pila no tiene ningún mástil horizontal, por lo tanto, no existe unión entre el mástil vertical y el horizontal, aun así, se simulará la carga para que quede demostrado que no causa ninguna deformación excesiva.

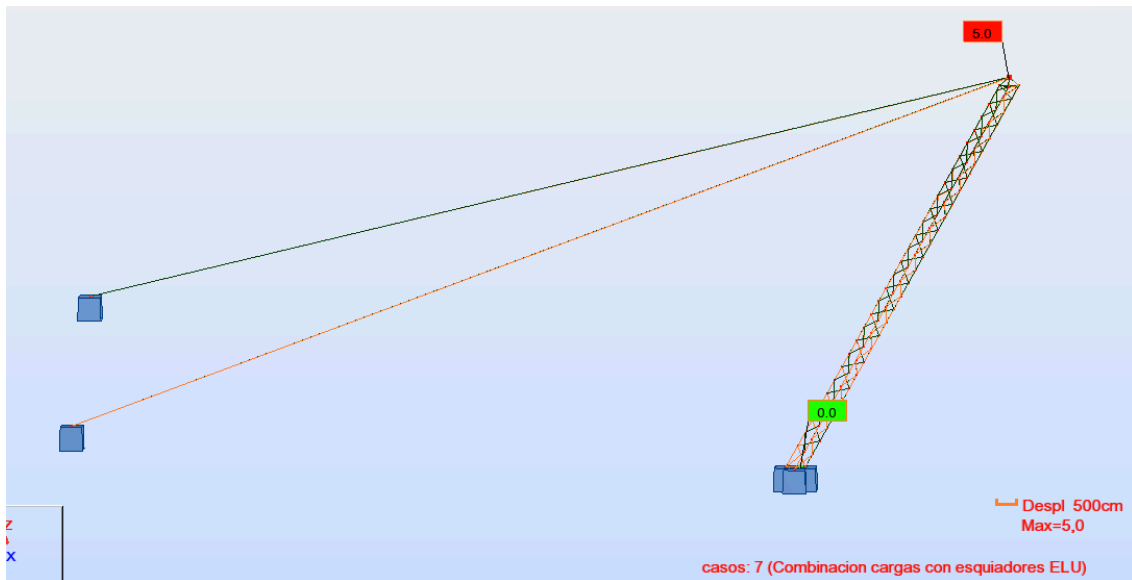


Figura A5-36. Juego de la piona 4 tras implementar esquiadores

Por último, se realizará un análisis detallado de tensiones de todas las barras.

Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

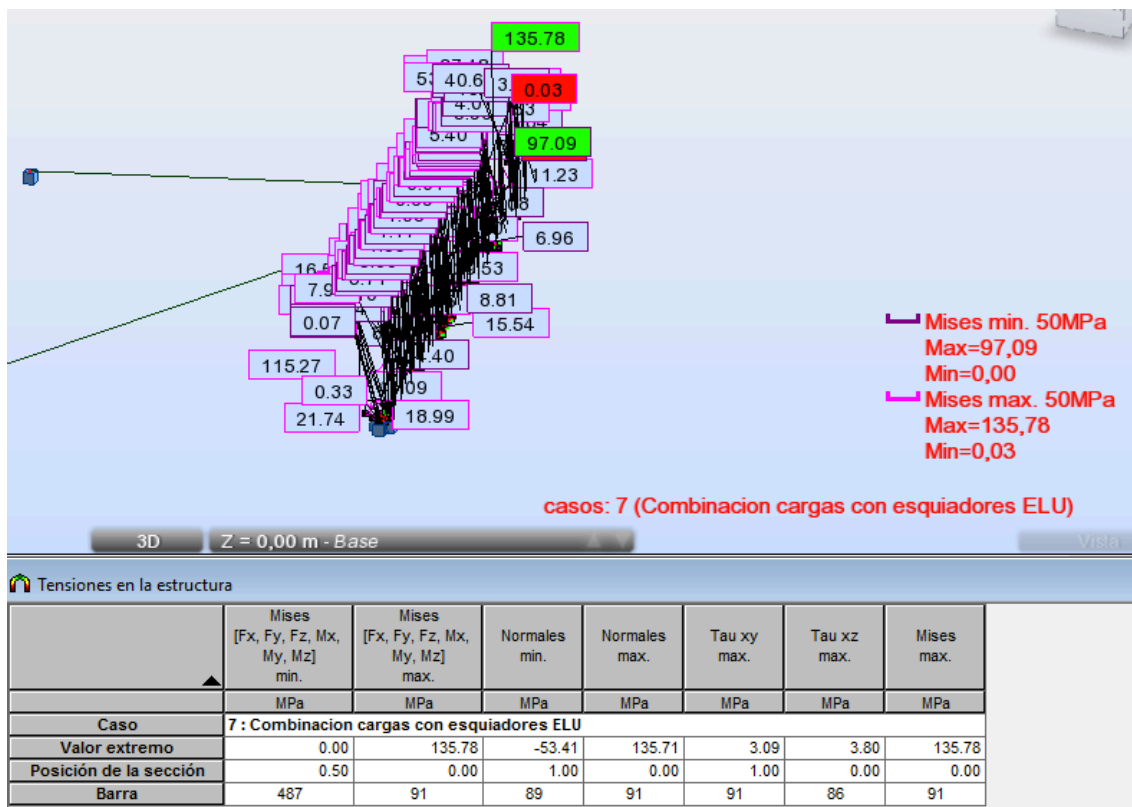


Figura A5-37. Tensiones máximas de las barras de la piona 4

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 135,78 MPa, este valor es bastante menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la piona.

PILONA 1

Una vez aplicadas las cargas en la piona y realizada la combinación de las cargas permanentes (peso propio, tensión de cables y peso de polea y portapolea) se procede a situar los tirantes. En el estado limite ÚLTIMO (ELU), se calculan las reacciones del nudo superior, esto nos permitirá conocer la posición que deben adoptar los tirantes.

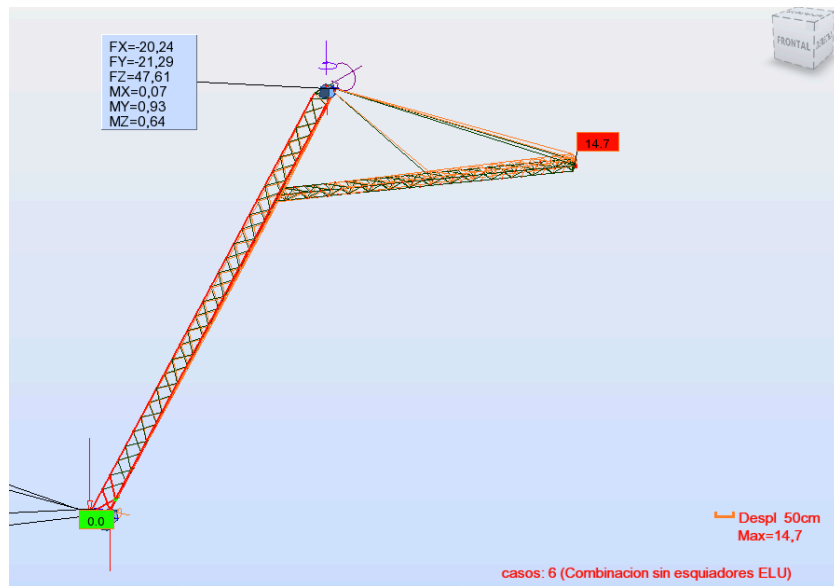


Figura A5-38. Reacciones superiores piona 1 para calcular tirantes

En este caso $F_x=-20,24$; $F_y=-21,29$ y las coordenadas del nudo superior son:

$$x=9,08; y=-5,84; z=12,97$$

Al igual que pasa con la piona 4, la altura del nudo superior es de 12,97. Por lo tanto si mantenemos los 15° y los 3,5 metros de altura respecto a la base de la piona de los anclajes de los tirantes, aplicando la siguiente fórmula:

$$\tan 15 = \frac{12,97 - 3,5}{x}$$

siendo x la proyección horizontal del tirante, se ha obtenido que el valor de x será de 35,34m. La longitud del cable será de 36,59 metros.

En AutoCAD, se obtendrá la dirección que define la línea de acción de la fuerza, la cual será la bisectriz de las proyecciones horizontales de los tirantes. Siguiendo el mismo proceso que para se calculan las coordenadas de los puntos C y D que serán los nodos que representan los anclajes inferiores de los tirantes.

COORDENADAS C: -24,73; -16,11;3,50
COORDENADAS D: 0,53; -40,13;3,50

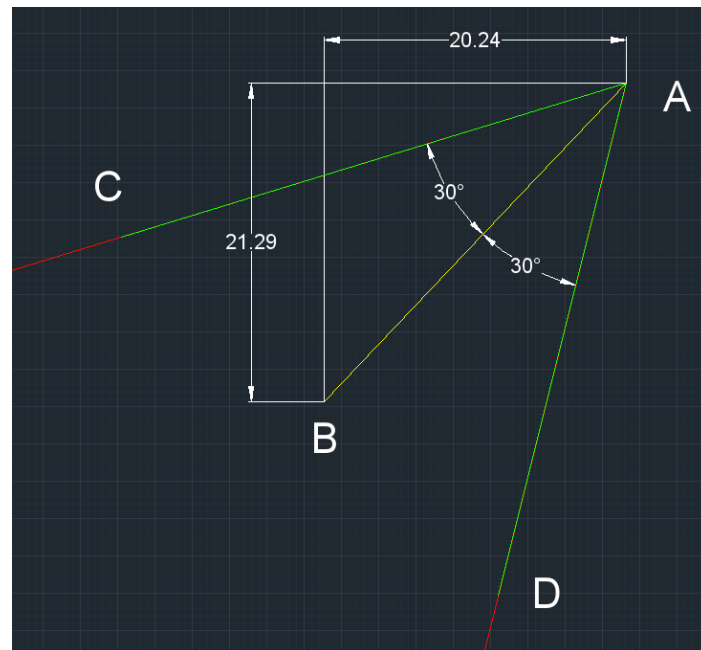


Figura A5-39. Vista superior del atirantado de la pila 2. Método

A continuación, situamos los nudos en el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS. Antes de acoplar los tirantes, simulamos la combinación de cargas sobre la pila para obtener las reacciones en la base y de esta manera poder compararlas posteriormente, una vez aplicados los tirantes, de esta manera se podrá comprobar si los tirantes han surtido el efecto deseado. Los valores de estas reacciones son los que aparecen en la siguiente imagen:

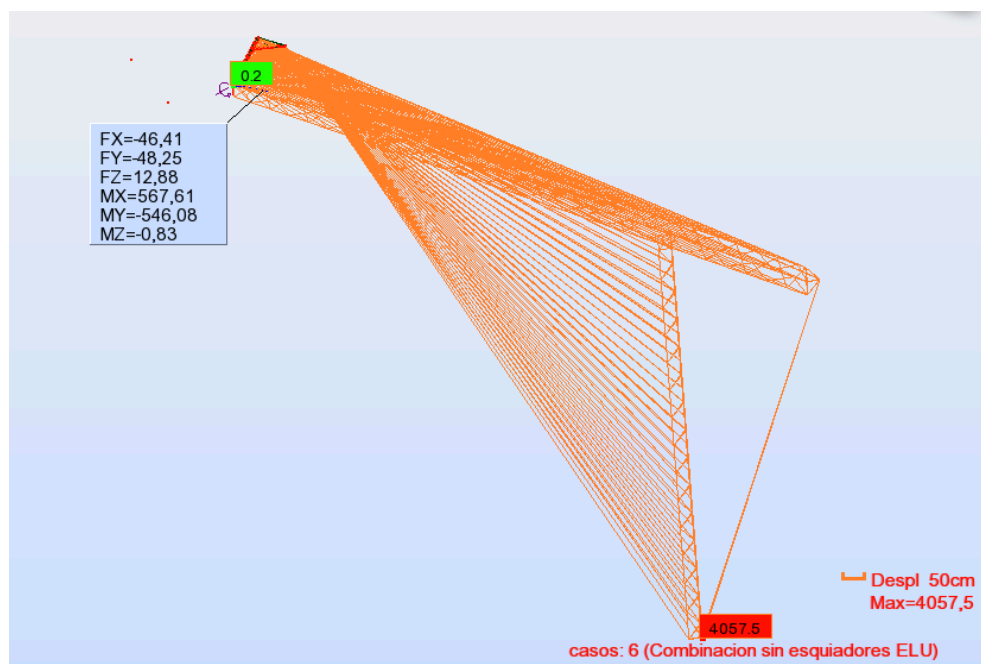


Figura A5-40. Pila 1 sin tirantes

Como se puede observar, la deformación de la estructura es muy grande, esto es debido a que ya no hay ningún apoyo superior por lo tanto la estructura colapsa. En la siguiente imagen se muestran las reacciones una vez acoplados los tirantes, y se puede ver que las reacciones de las pilonas son mucho menores con los tirantes.

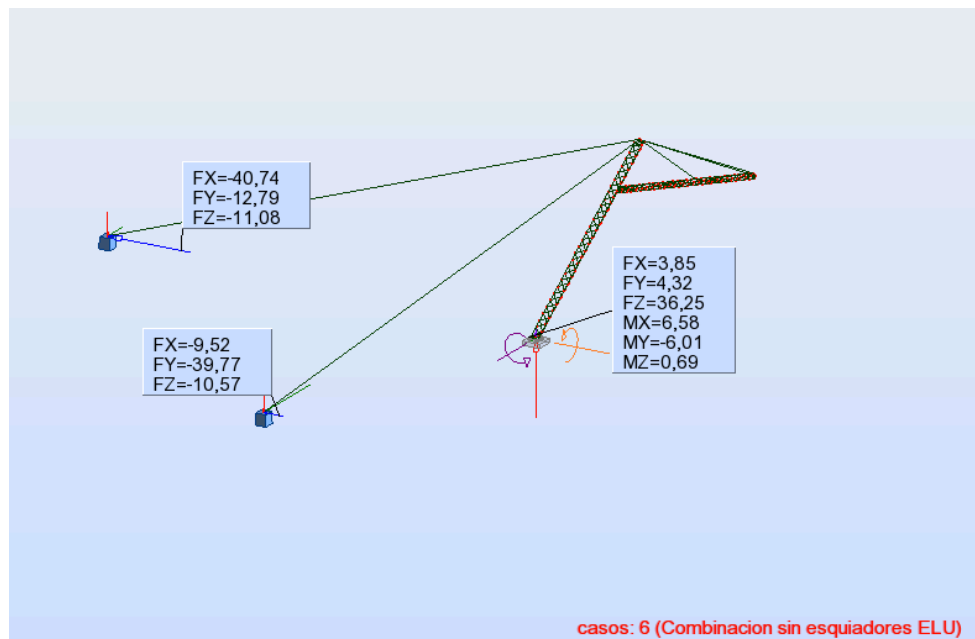


Figura A5-41. Reacciones de la pila 1 con tirantes

Además, se puede ver que la deformación de la estructura es mínima una vez instalados los tirantes.

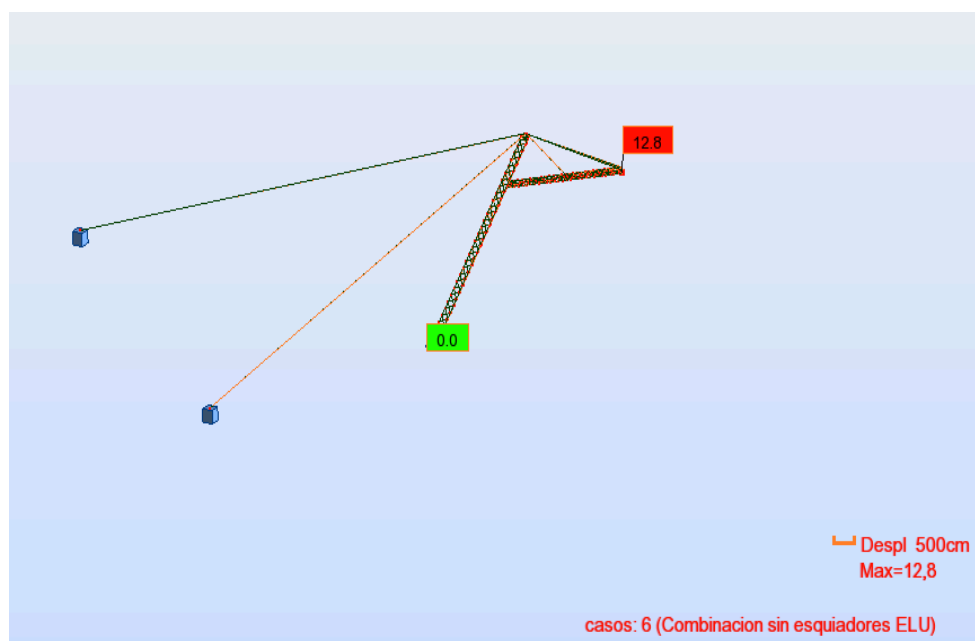


Figura A5-42. Deformación de la pila 5 con tirantes

En este caso, la pila motora por condiciones técnicas tiene la característica de ser la única pila cuyo mástil horizontal no debe girar, por lo tanto, se deberá imponer en la conexión de los mástiles una conexión que minimice al máximo este giro.

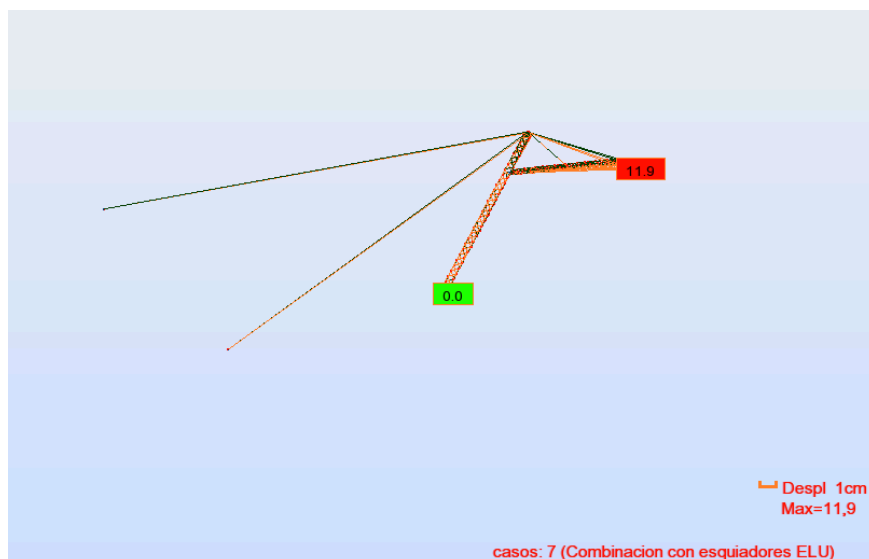


Figura A5-43. Juego de la piona motora tras implementar esquiadores

Por último, se realiza un análisis detallado de tensiones de todas las barras de la estructura. Estas tensiones se van a estudiar solamente para el ESTADO LIMITE ÚLTIMO con esquiadores (el más desfavorable).

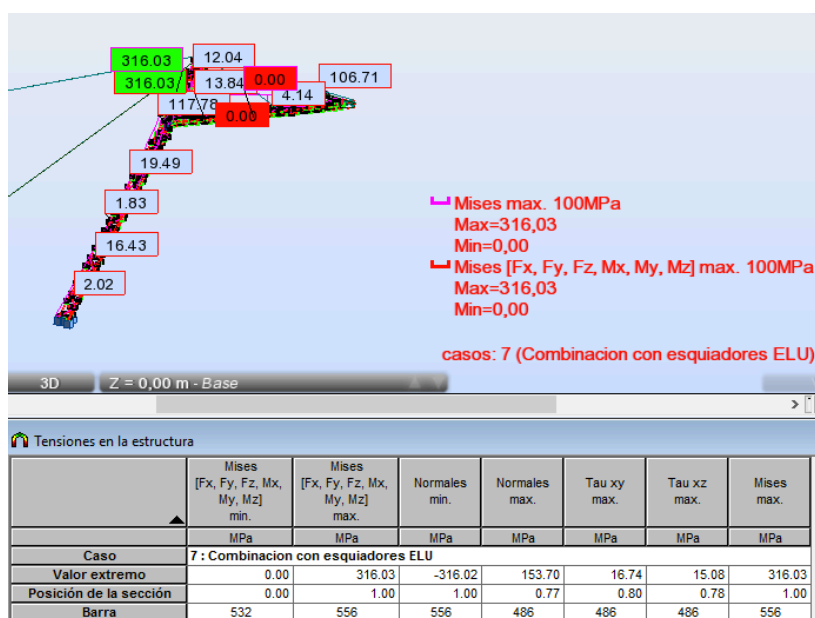


Figura A5-44. Tensiones máximas de las barras de la piona 2

La tensión máxima obtenida en los cálculos es de 316,03 MPa, este valor es menor al límite elástico (345MPa), por lo tanto, el perfil y el material elegidos serán correctos para la construcción de la piona. Si se desease un mayor coeficiente de seguridad se habría de cambiar la sección de las barras con las que no se estuviese conforme.

EFFECTO DEL CAMBIO DE SECCIÓN

Una vez finalizado el análisis frente a cargas de las distintas pilonas se va a estudiar el efecto que tiene el cambio de sección cuando una pila está sometida a un estado tensional cualquiera.

Como se ve, para las secciones del prediseño, la tensión de 421,5 y 360 de las barras 472 y 473 supera el valor del límite elástico, por lo tanto, deberemos cambiar la sección de las barras 472, 473 y 474 ya que son las 3 barras de mayor longitud de la estructura. (Barras principales del mástil vertical) La sección del prediseño era: TRON 48X2,9. Esta sección será sustituida por una: TRON 48X4

- Resultados con TRON 48X2,9
(NO ADMISIBLES → Tensión máxima=421,25>345)

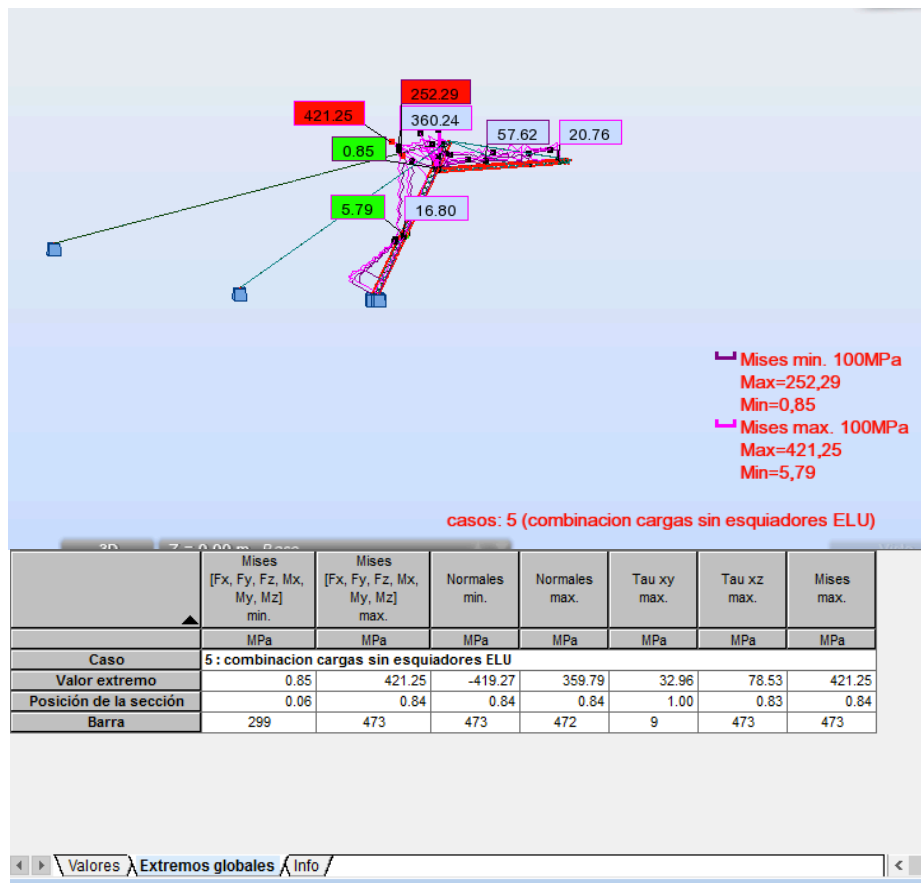


Figura A5-45 Resultados con TRON 48X2,9

- Resultados con TRON 48X4 (ADMISIBLES → Tension máxima= 330,82<345)

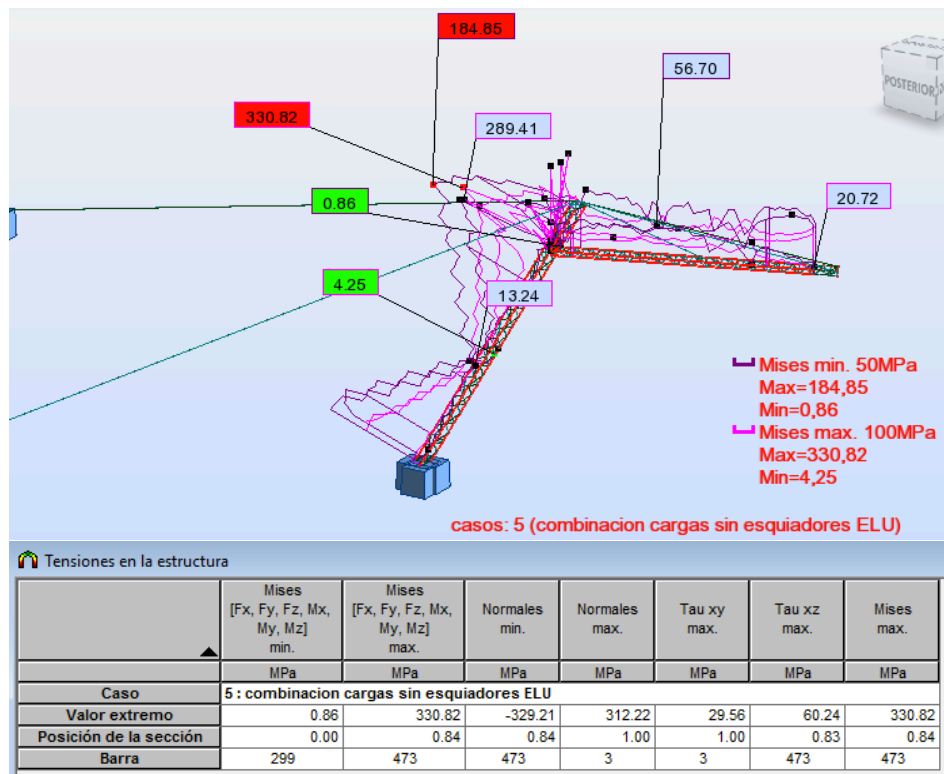


Figura A5-46 Resultados con TRON 48X4

Como se puede observar, el valor de la tensión se ha reducido notablemente, ahora está por debajo del valor del límite elástico, por lo tanto, la solución de modificar la sección ha sido acertada.

ANEXO 6: Tensiones de las barras de las pilonas: Tablas

TENSIONES BARRAS PILONA 1

Barra / Caso	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min.	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max.	Normales min.	Normales max.	Tau xy min.	Tau xy max.	Tau xz min.	Tau xz max.	Tangentes T min.	Tangentes T max.	Mises min.	Mises max.	Tresca min.	Tresca max.	Nombre del caso
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
12N/A17	0.14	45.18	-43.32	45.03	-6.48	6.25	-6.24	6.65	0.00	6.78	0.14	45.18	0.16	45.22	Combinacion con esquadroses ELLU
35N/A17	8.09	18.02	-18.02	18.02	-0.16	0.14	-0.14	0.19	0.00	0.19	8.09	18.02	8.09	18.02	Combinacion con esquadroses ELLU
36N/A17	9.89	18.08	-18.07	18.07	-0.15	0.16	-0.12	0.35	0.00	0.35	9.89	18.08	9.90	18.08	Combinacion con esquadroses ELLU
37N/A17	13.35	16.09	-16.09	13.34	-0.03	0.02	-0.07	0.03	0.00	0.07	13.35	16.09	13.35	16.09	Combinacion con esquadroses ELLU
38N/A17	11.41	18.72	-18.72	11.41	-0.03	0.03	-0.03	0.44	0.00	0.44	11.41	18.72	11.41	18.72	Combinacion con esquadroses ELLU
39N/A17	14.03	16.60	-16.60	14.03	-0.00	0.02	-0.03	0.03	0.00	0.03	14.03	16.60	14.03	16.60	Combinacion con esquadroses ELLU
40N/A17	11.83	19.43	-19.43	11.83	-0.03	0.06	-0.03	0.21	0.00	0.21	11.83	19.43	11.83	19.43	Combinacion con esquadroses ELLU
41N/A17	14.65	17.27	-17.27	14.65	-0.03	0.05	-0.07	0.05	0.00	0.07	14.65	17.27	14.65	17.27	Combinacion con esquadroses ELLU
42N/A17	12.28	20.29	-20.29	12.28	-0.03	0.03	-0.03	0.19	0.00	0.19	12.28	20.29	12.28	20.29	Combinacion con esquadroses ELLU
43N/A17	15.40	17.79	-17.79	15.40	-0.05	0.06	-0.09	0.07	0.01	0.09	15.40	17.79	15.40	17.79	Combinacion con esquadroses ELLU
44N/A17	12.71	21.13	-21.13	12.71	-0.00	0.02	-0.00	0.18	0.00	0.18	12.71	21.13	12.71	21.13	Combinacion con esquadroses ELLU
45N/A17	16.05	18.33	-18.33	16.05	-0.06	0.07	-0.11	0.08	0.01	0.11	16.05	18.33	16.05	18.33	Combinacion con esquadroses ELLU
46N/A17	13.09	22.00	-22.00	13.09	-0.00	0.01	-0.00	0.17	0.00	0.17	13.09	22.00	13.09	22.00	Combinacion con esquadroses ELLU
47N/A17	16.35	19.24	-19.24	16.35	-0.08	0.08	-0.12	0.08	0.02	0.12	16.35	19.24	16.35	19.24	Combinacion con esquadroses ELLU
48N/A17	13.54	22.83	-22.83	13.54	-0.03	0.01	-0.01	0.18	0.00	0.18	13.54	22.83	13.54	22.83	Combinacion con esquadroses ELLU
49N/A17	16.55	20.33	-20.33	16.55	-0.08	0.08	-0.14	0.08	0.01	0.14	16.55	20.33	16.55	20.33	Combinacion con esquadroses ELLU
50N/A17	13.85	23.76	-23.76	13.85	-0.00	0.00	-0.00	0.17	0.00	0.17	13.85	23.76	13.85	23.76	Combinacion con esquadroses ELLU
51N/A17	17.05	21.24	-21.24	17.05	-0.01	0.02	-0.06	0.02	0.00	0.06	17.05	21.24	17.05	21.24	Combinacion con esquadroses ELLU
52N/A17	13.85	25.28	-25.28	13.85	-0.19	0.12	-0.12	0.34	0.00	0.34	13.85	25.28	13.85	25.28	Combinacion con esquadroses ELLU
53N/A17	14.71	23.78	-23.78	14.71	-0.05	0.01	-0.13	0.01	0.00	0.13	14.71	23.78	14.71	23.78	Combinacion con esquadroses ELLU
54N/A17	9.96	29.69	-29.69	9.96	-0.38	0.27	-0.50	0.27	0.06	0.50	9.98	29.70	9.98	29.70	Combinacion con esquadroses ELLU
55N/A17	17.90	32.14	-32.14	17.85	-0.76	0.74	-0.61	0.94	0.42	0.94	17.90	32.14	17.92	32.15	Combinacion con esquadroses ELLU
56N/A17	2.63	63.26	-12.03	63.13	-2.37	1.94	-1.35	3.14	0.80	3.14	2.63	63.26	3.04	63.30	Combinacion con esquadroses ELLU
57N/A17	0.71	53.36	-34.58	53.30	-1.79	1.16	-2.32	0.78	0.38	2.32	0.71	53.36	0.82	53.38	Combinacion con esquadroses ELLU
58N/A17	0.22	26.80	-8.77	26.77	-0.82	0.86	-0.87	0.32	0.06	0.87	0.22	26.80	0.25	26.80	Combinacion con esquadroses ELLU
59N/A17	1.50	29.22	-2.30	29.16	-1.15	0.95	-0.74	1.41	0.50	1.41	1.50	29.22	1.73	29.24	Combinacion con esquadroses ELLU
60N/A17	5.04	20.26	-2.82	20.26	-1.01	0.88	-0.76	1.18	0.08	1.18	5.04	20.26	5.04	20.26	Combinacion con esquadroses ELLU
61N/A17	3.92	18.88	-0.11	18.88	-0.11	0.16	-0.16	0.18	0.08	0.18	3.92	18.88	3.92	18.88	Combinacion con esquadroses ELLU
62N/A17	6.32	16.67	-6.23	16.64	-0.63	0.55	-0.69	0.64	0.38	0.69	6.32	16.67	6.35	16.67	Combinacion con esquadroses ELLU
63N/A17	0.88	19.25	-2.89	19.25	-2.89	1.70	-2.12	0.88	0.11	2.12	0.88	19.25	0.88	19.25	Combinacion con esquadroses ELLU
64N/A17	0.83	5.05	-0.68	5.03	-0.23	0.29	-0.34	0.36	0.11	0.37	0.83	5.05	0.88	5.06	Combinacion con esquadroses ELLU
65N/A17	2.36	19.56	-19.07	19.56	-3.51	2.87	-3.85	2.66	1.24	3.90	2.36	19.56	2.72	19.73	Combinacion con esquadroses ELLU
66N/A17	0.16	21.45	-2.61	21.45	-2.61	1.70	-2.12	0.88	0.11	2.12	0.16	21.45	0.16	21.45	Combinacion con esquadroses ELLU
67N/A17	0.22	6.68	-0.33	6.67	-0.33	0.17	-0.25	0.36	0.09	0.36	0.22	6.68	0.25	6.68	Combinacion con esquadroses ELLU
68N/A17	0.06	4.73	-1.43	4.73	-0.05	0.04	-0.18	0.06	0.00	0.18	0.06	4.73	0.07	4.73	Combinacion con esquadroses ELLU
69N/A17	0.16	4.28	-0.12	4.28	-0.12	0.13	-0.13	0.13	0.00	0.13	0.16	4.28	0.16	4.28	Combinacion con esquadroses ELLU
70N/A17	0.03	4.81	-0.70	4.80	-0.02	0.06	-0.07	0.17	0.00	0.17	0.03	4.80	0.04	4.90	Combinacion con esquadroses ELLU
71N/A17	0.44	4.27	-0.47	4.27	-0.40	0.08	0.03	-0.09	0.14	0.00	0.44	4.27	0.45	4.27	Combinacion con esquadroses ELLU
72N/A17	0.16	5.10	-0.26	5.10	-0.26	0.11	-0.10	0.22	0.00	0.22	0.16	5.10	0.16	5.10	Combinacion con esquadroses ELLU
73N/A17	4.20	1.14	-4.20	1.14	-0.03	0.00	-0.09	0.05	0.00	0.09	4.20	1.14	4.20	1.14	Combinacion con esquadroses ELLU
74N/A17	0.31	5.31	-0.15	5.34	-0.16	0.18	-0.21	0.28	0.03	0.28	0.31	5.35	0.34	5.35	Combinacion con esquadroses ELLU
75N/A17	1.85	4.24	-4.24	1.85	-0.09	0.27	-0.13	0.15	0.00	0.15	1.85	4.24	1.85	4.24	Combinacion con esquadroses ELLU
76N/A17	0.71	5.59	-0.55	5.59	-0.55	0.34	-0.28	0.14	0.09	0.28	0.71	5.59	0.75	5.59	Combinacion con esquadroses ELLU
77N/A17	2.18	4.59	-4.58	2.17	-0.16	0.16	-0.21	0.22	0.07	0.22	2.18	4.59	2.19	4.59	Combinacion con esquadroses ELLU
78N/A17	1.21	5.74	-1.08	5.72	-0.32	0.33	-0.38	0.42	0.17	0.42	1.21	5.75	1.25	5.76	Combinacion con esquadroses ELLU
79N/A17	1.10	5.05	-5.02	5.05	-5.02	3.31	-3.31	0.30	0.31	2.95	5.02	2.95	5.03	Combinacion con esquadroses ELLU	
80N/A17	1.42	6.36	-1.22	6.32	-0.42	0.43	-0.47	0.53	0.25	0.53	1.42	6.36	1.48	6.38	Combinacion con esquadroses ELLU
81N/A17	2.45	5.55	-5.51	2.37	-0.35	0.37	-0.43	0.40	0.23	0.43	2.45	5.55	2.48	5.56	Combinacion con esquadroses ELLU
82N/A17	6.10	1.97	-6.02	1.97	-6.02	0.64	-0.63	0.19	0.37	0.63	6.10	1.97	6.10	1.97	Combinacion con esquadroses ELLU
83N/A17	1.84	7.31	-7.22	1.83	-0.63	0.77	-0.75	0.77	0.50	0.78	1.84	7.31	1.98	7.34	Combinacion con esquadroses ELLU
84N/A17	1.79	11.33	-3.25	11.05	-1.53	1.21	-1.46	1.44	0.96	1.54	1.79	11.33	2.07	11.42	Combinacion con esquadroses ELLU
85N/A17	0.16	20.05	-20.05	0.16	-20.05	0.16	-20.05	0.16	0.16	20.05	0.16	20.05	0.16	20.05	Combinacion con esquadroses ELLU
86N/A17	0.36	51.55	-37.38	51.55	-0.27	0.55	-0.12	1.39	0.20	1.39	0.36	51.55	0.41	51.55	Combinacion con esquadroses ELLU
87N/A17	4.91	66.08	-33.28	65.63	-3.63	5.49	-4.11	5.13	2.83	5.50	4.91	66.08	5.67	66.23	Combinacion con esquadroses ELLU
88N/A17	0.16	77.70	-77.70	0.16	-77.70	0.16	-77.70	0.16	0.16	77.70	0.16	77.70	0.16	77.70	Combinacion con esquadroses ELLU
89N/A17	0.72	93.82	-47.14	93.81	-0.76	0.00	-0.82	0.00	0.32	0.82	0.72	93.82	0.83	93.82	Combinacion con esquadroses ELLU
90N/A17	32.34	57.33	-32.29	57.33	-1.20	0.70	-0.96	1.09	0.53	1.21	32.34	57.33	32.36	57.34	Combinacion con esquadroses ELLU
91N/A17	31.42	53.93	-31.42	53.93	-1.06	1.06	-1.34	0.94	0.59	1.34	31.42	53.96	31.43	53.97	Combinacion con esquadroses ELLU
92N/A17	29.89	52.28	-29.89	52.28	-0.15	0.02	-0.33	0.01	0.02	0.33	29.89	52.28	29.89	52.28	Combinacion con esquadroses ELLU
93N/A17	0.12	5.37	-0.39	5.37	-0.39	0.13	-0.10	0.22	0.00	0.22	0.12	5.37	0.12	5.37	Combinacion con esquadroses ELLU
94N/A17	0.14	5.92	-0.74	5.91	-0.10	0.11	-0.10	0.22	0.00	0.22	0.14	5.92	0.17	5.92	Combinacion con esquadroses ELLU
95N/A17	0.49	4.60	-0.49	4.60	-0.49	0.13	-0.26	0.21	0.03	0.26	0.49	4.60	0.53	4.60	Combinacion con esquadroses ELLU
96N/A17	0.17	4.97	-0.17	4.97	-0.17	0.13	-0.13	0.13	0.00	0.13	0.17	4.97	0.17	4.97	Combinacion con esquadroses ELLU
97N/A17	0.39	3.89	-3.88	0.39	-0.11	0.08	-0.15	0.19	0.00	0.19	0.39	3.89	0.41	3.89	Combinacion con esquadroses ELLU
98N/A17	0.07	4.43	-0.15	4.43	-0.05	0.08	-0.09	0.16	0.00	0.16	0.07	4.43	0.08	4.43	Combinacion con esquadroses ELLU
99N/A17	0.16	3.63	-1.61	3.63	-1.61	0.13	-0.13	0.13	0.00	0.13	0.16	3.63	0.16	3.63	Combinacion con esquadroses ELLU
100N/A17	0.16	4.37	-0.69	4.36	-0.12	0.17	-0.24	0.16	0.02	0.24	0.16	4.37	0.18	4.37	Combinacion con esquadroses ELLU
101N/A17	0.04	3.70	-0.85	3.70	-0.85	0.04	-0.10	0.17	0.00	0.17	0.04	3.70	0.05	3.70	Combinacion con esquadroses ELLU
102N/A17	0.25	4.24	-2.24	4.24	-2.24	0.15	-0.15	0.15	0.00	0.15	0.25	4.24	0.25	4.24	Combinacion con esquadroses ELLU
103N/A17	0.03	3.77	-3.76	1.59	-0.17	0.12	-0.18	0.26	0.01	0.26	0.03	3.77	0.03	3.78	Combinacion con esquadroses ELLU
104N/A17	0.35	4.16	-1.76	4.12	-0.28	0.35	-0.32	0.43	0.15	0.43	0.35	4.16	0.40	4.18	Combinacion con esquadroses ELLU
105N/A17	0.16	3.86	-2.34	3.86	-2.34	0.21	-0.26	0.37	0.00	0.37	0.16	3.86	0.18	3.87	Combinacion con esquadroses ELLU
106N/A17	0.46	4.27	-2.50	4.19	-0.39	0.47	-0.42	0.55	0.23	0.55	0.46	4.27	0.53	4.29	Combinacion con esquadroses ELLU
107N/A17	0.31	3.94	-3.90	3.23	-0.37	0.28	-0.34	0.46	0.13	0.46	0.31	3.94	0.36	3.96	Combinacion con esquadroses ELLU
108N/A17	0.53	3.52	-3.52	3.48	-0.47	0.51	-0.49	0.60	0.30	0.61					

475\l\t/7	0.04	115.36	-67.84	115.28	-7.10	8.40	-8.75	6.86	0.01	8.83	0.04	115.36	0.04	115.38	Combinacion con esquiadores ELU
481\l\t/7	23.73	40.35	-40.32	-23.69	-0.97	0.74	-1.05	0.80	0.50	1.05	23.73	40.35	23.75	40.36	Combinacion con esquiadores ELU
482\l\t/7	1.39	18.73	-2.33	18.58	-1.37	1.08	-1.44	1.10	0.79	1.44	1.39	18.73	1.60	18.78	Combinacion con esquiadores ELU
484\l\t/7	0.84	153.65	-6.42	152.80	-9.42	6.37	-18.66	10.49	0.00	18.66	0.84	153.65	0.97	153.93	Combinacion con esquiadores ELU
485\l\t/7	0.65	68.90	-68.90	42.82	-3.83	6.22	-3.85	5.05	0.02	6.23	0.65	68.90	0.75	68.90	Combinacion con esquiadores ELU
486\l\t/7	1.06	153.74	-130.97	153.70	-12.72	16.74	-10.46	15.08	0.04	16.76	1.06	153.74	1.22	153.75	Combinacion con esquiadores ELU
488\l\t/7	1.78	78.49	-78.44	31.06	-1.75	1.83	-5.43	5.28	0.02	5.43	1.78	78.49	2.03	78.51	Combinacion con esquiadores ELU
489\l\t/7	12.63	34.51	-34.41	-12.37	-1.57	1.33	-1.66	1.42	0.91	1.69	12.63	34.51	12.71	34.54	Combinacion con esquiadores ELU
490\l\t/7	18.35	27.34	-27.33	-18.33	-0.55	0.42	-0.56	0.57	0.28	0.58	18.35	27.34	18.36	27.34	Combinacion con esquiadores ELU
491\l\t/7	18.98	28.57	-28.53	-18.92	-0.96	0.92	-0.94	1.12	0.56	1.12	18.98	28.57	19.00	28.58	Combinacion con esquiadores ELU
492\l\t/7	16.09	32.29	-32.28	-16.07	-0.45	0.28	-0.47	0.44	0.18	0.47	16.09	32.29	16.09	32.29	Combinacion con esquiadores ELU
493\l\t/7	12.82	33.69	-33.69	-12.81	-0.19	0.11	-0.38	0.09	0.00	0.38	12.82	33.69	12.82	33.69	Combinacion con esquiadores ELU
494\l\t/7	11.09	33.12	-33.11	-11.09	-0.11	0.03	-0.30	0.03	0.00	0.30	11.09	33.12	11.09	33.12	Combinacion con esquiadores ELU
495\l\t/7	7.94	34.36	-34.36	-7.94	-0.08	0.02	-0.25	0.02	0.00	0.25	7.94	34.36	7.94	34.36	Combinacion con esquiadores ELU
496\l\t/7	9.50	32.41	-32.40	-9.48	-0.53	0.39	-0.58	0.50	0.23	0.58	9.50	32.41	9.51	32.42	Combinacion con esquiadores ELU
497\l\t/7	8.70	37.13	-37.09	-8.52	-1.02	0.99	-0.97	1.22	0.57	1.22	8.70	37.13	8.76	37.15	Combinacion con esquiadores ELU
498\l\t/7	5.14	37.81	-37.78	-4.73	-1.23	0.96	-1.42	0.94	0.53	1.42	5.14	37.81	5.27	37.82	Combinacion con esquiadores ELU
499\l\t/7	1.21	38.60	-38.58	3.18	-0.89	0.83	-1.02	0.88	0.52	1.02	1.21	38.60	1.40	38.61	Combinacion con esquiadores ELU
500\l\t/7	3.19	61.06	-60.90	15.79	-2.38	3.08	-2.34	3.30	1.55	3.32	3.19	61.06	3.67	61.12	Combinacion con esquiadores ELU
501\l\t/7	6.08	22.69	-22.69	6.01	-0.61	0.37	-0.75	0.34	0.12	0.75	6.08	22.69	6.10	22.70	Combinacion con esquiadores ELU
503\l\t/7	0.31	28.11	-28.11	26.63	-0.37	0.00	-0.85	0.00	0.17	0.85	0.31	28.11	0.35	28.11	Combinacion con esquiadores ELU
504\l\t/7	1.03	10.25	-4.41	10.11	-1.03	0.87	-1.12	0.86	0.56	1.13	1.03	10.25	1.19	10.30	Combinacion con esquiadores ELU
505\l\t/7	0.10	13.11	-7.24	13.11	-0.03	0.25	-0.36	0.03	0.00	0.36	0.10	13.11	0.11	13.11	Combinacion con esquiadores ELU
506\l\t/7	0.24	13.47	-7.32	13.46	-0.22	0.62	-0.58	0.31	0.10	0.62	0.24	13.47	0.28	13.47	Combinacion con esquiadores ELU
507\l\t/7	0.11	14.95	-6.98	14.94	-0.11	0.57	-0.37	0.22	0.04	0.57	0.11	14.95	0.13	14.96	Combinacion con esquiadores ELU
508\l\t/7	0.14	17.68	-7.10	17.67	-0.13	0.59	-0.42	0.24	0.01	0.59	0.14	17.68	0.16	17.69	Combinacion con esquiadores ELU
509\l\t/7	0.07	21.59	-8.44	21.59	-0.00	0.34	-0.22	0.01	0.03	0.34	0.07	21.59	0.08	21.59	Combinacion con esquiadores ELU
510\l\t/7	0.55	22.68	-7.67	22.67	-0.22	0.60	-0.71	0.22	0.01	0.71	0.55	22.68	0.63	22.68	Combinacion con esquiadores ELU
511\l\t/7	0.19	28.99	-13.62	28.97	-0.72	0.70	-1.38	0.35	0.01	1.38	0.19	28.99	0.22	29.00	Combinacion con esquiadores ELU
512\l\t/7	0.12	23.68	-7.91	23.68	-0.13	0.66	-0.56	0.16	0.00	0.66	0.12	23.68	0.14	23.68	Combinacion con esquiadores ELU
513\l\t/7	1.70	33.18	-12.96	33.11	-0.95	1.76	-1.44	1.33	0.64	1.76	1.70	33.18	1.96	33.20	Combinacion con esquiadores ELU
514\l\t/7	1.77	33.05	-10.64	33.02	-0.98	1.60	-1.64	1.03	0.65	1.65	1.77	33.05	2.04	33.06	Combinacion con esquiadores ELU
515\l\t/7	0.95	40.73	-20.67	40.63	-2.06	0.97	-2.19	0.95	0.48	2.19	0.95	40.73	1.10	40.76	Combinacion con esquiadores ELU
518\l\t/7	0.06	38.97	-10.58	38.96	-0.52	0.17	-0.11	1.03	0.03	1.03	0.06	38.97	0.07	38.97	Combinacion con esquiadores ELU
519\l\t/7	0.24	25.11	-25.07	14.75	-0.42	1.28	-1.28	0.44	0.13	1.28	0.24	25.11	0.27	25.12	Combinacion con esquiadores ELU
520\l\t/7	0.10	16.45	-8.63	16.42	-0.29	0.56	-0.21	0.85	0.00	0.85	0.10	16.45	0.11	16.46	Combinacion con esquiadores ELU
521\l\t/7	0.99	7.27	-7.13	2.49	-0.76	0.96	-0.97	0.83	0.54	0.99	0.99	7.27	1.14	7.32	Combinacion con esquiadores ELU
522\l\t/7	0.34	6.91	-2.69	6.88	-0.31	0.48	-0.35	0.53	0.18	0.53	0.34	6.91	0.39	6.91	Combinacion con esquiadores ELU
523\l\t/7	0.41	8.45	-8.41	3.86	-0.64	0.35	-0.64	0.43	0.23	0.64	0.41	8.45	0.47	8.46	Combinacion con esquiadores ELU
524\l\t/7	0.84	12.34	-8.93	12.21	-1.01	0.71	-1.07	0.74	0.46	1.07	0.84	12.34	0.97	12.38	Combinacion con esquiadores ELU
525\l\t/7	1.20	6.79	-6.50	6.36	-0.94	1.15	-1.06	1.12	0.70	1.18	1.20	6.79	1.39	6.89	Combinacion con esquiadores ELU
526\l\t/7	0.54	8.67	-8.59	8.62	-0.42	0.60	-0.62	0.48	0.28	0.62	0.54	8.67	0.63	8.69	Combinacion con esquiadores ELU
527\l\t/7	0.08	7.30	-7.29	7.07	-0.38	0.13	-0.40	0.16	0.02	0.40	0.08	7.30	0.09	7.30	Combinacion con esquiadores ELU
528\l\t/7	0.04	8.74	-8.74	8.51	-0.02	0.27	-0.10	0.14	0.01	0.27	0.04	8.74	0.04	8.74	Combinacion con esquiadores ELU
529\l\t/7	3.76	18.24	-17.40	17.22	-3.12	3.12	-2.95	3.38	2.15	3.45	3.76	18.24	4.34	18.50	Combinacion con esquiadores ELU
530\l\t/7	1.17	8.54	-8.22	8.34	-1.04	1.04	-0.96	1.21	0.64	1.21	1.17	8.54	1.35	8.60	Combinacion con esquiadores ELU
531\l\t/7	0.00	2.61	-2.61	2.55	-0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	2.61	0.00	2.61	Combinacion con esquiadores ELU
532\l\t/7	0.00	2.61	-2.61	2.55	-0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	2.61	0.00	2.61	Combinacion con esquiadores ELU
533\l\t/7	0.20	9.46	-9.45	9.34	-0.36	0.17	-0.22	0.39	0.07	0.39	0.20	9.46	0.23	9.46	Combinacion con esquiadores ELU
534\l\t/7	0.93	3.95	-3.71	3.60	-0.83	0.82	-0.81	0.93	0.54	0.94	0.93	3.95	1.07	4.03	Combinacion con esquiadores ELU
535\l\t/7	0.00	2.61	-2.61	2.55	-0.00	0.00	-0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	2.61	0.00	2.61	Combinacion con esquiadores ELU
539\l\t/7	1.32	31.96	-31.84	31.57	-2.38	1.17	-1.91	1.69	0.75	2.38	1.32	31.96	1.52	32.00	Combinacion con esquiadores ELU
540\l\t/7	0.03	18.56	-18.56	17.95	-0.06	0.29	-0.05	0.50	0.00	0.50	0.03	18.56	0.03	18.56	Combinacion con esquiadores ELU
541\l\t/7	3.78	19.79	-18.31	18.90	-3.11	3.29	-2.96	3.52	2.14	3.59	3.78	19.79	4.36	20.07	Combinacion con esquiadores ELU
542\l\t/7	4.61	31.79	-30.81	30.82	-4.87	3.60	-4.57	3.98	2.63	4.93	4.61	31.79	5.33	32.11	Combinacion con esquiadores ELU
543\l\t/7	0.12	55.39	-42.79	55.37	-0.32	1.72	-0.35	1.60	0.00	1.72	0.12	55.39	0.13	55.39	Combinacion con esquiadores ELU
548\l\t/7	3.59	37.97	-37.54	18.25	-2.81	3.86	-2.87	3.89	2.00	3.97	3.59	37.97	4.15	38.12	Combinacion con esquiadores ELU
549\l\t/7	0.15	42.44	-42.39	35.73	-1.11	1.61	-0.70	2.40	0.04	2.40	0.15	42.44	0.17	42.46	Combinacion con esquiadores ELU
551\l\t/7	0.11	16.10	-16.05	12.59	-0.29	0.74	-0.27	0.88	0.01	0.89	0.11	16.10	0.12	16.11	Combinacion con esquiadores ELU
552\l\t/7	0.59	17.17	-9.33	17.10	-0.53	1.22	-0.88	0.93	0.32	1.22	0.59	17.17	0.68	17.19	Combinacion con esquiadores ELU
556\l\t/7	75.04	316.03	-316.02	-74.74	-7.68	8.26	-7.87	8.01	0.05	8.42	75.04	316.03	75.14	316.03	Combinacion con esquiadores ELU

	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min.	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max.	Normales min.	Normales max.	Tau xy min.	Tau xy max.	Tau xz min.	Tau xz max.	Tangentes T min.	Tangentes T max.	Mises min.	Mises max.	Tresca min.	Tresca max.
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
Caso	7 : Combinacion con esquiadores ELU													
Valor extremo	0.00	316.03	-316.02	153.70	-12.72	16.74	-18.66	15.08	0.00	18.66	0.00	316.03	0.00	316.03
Posición de la sección	0.00	1.00	1.00	0.77	0.74	0.80	0.76	0.78	0.00	0.76	0.00	1.00	0.00	1.00
Barra	532	556	556	486	486	486	484	486	532	484	532	556	532	556

Tabla A6-1. Tensiones barras pilona 1

Borra / Caso	Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) min.				Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) max.				Normales min.		Normales max.		Tau xy min.		Tau xy max.		Tau xz min.		Tau xz max.		Tangentes T min.		Tangentes T max.		Mises Mpa.		Mises max.		Tresca min.		Tresca max.		Nombre del caso
	MPa				MPa				MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa		MPa				
10Vt/4	2.37				150.60			-150.52	3.89	-0.92	4.95	-1.46	3.01	0.60	4.95	2.37	150.60	2.74	150.62														combinación de cargas con esquadros ELU
12Vt/4	1.50				37.27			-35.84	37.19	-2.18	1.21	-1.33	2.11	0.79	2.19	1.50	37.27	1.73	37.29														combinación de cargas con esquadros ELU
14Vt/4	0.47				250.31			-122.95	250.15	-19.32	20.62	-19.18	16.39	0.08	20.66	0.47	250.31	0.50	250.52														combinación de cargas con esquadros ELU
16Vt/4	36.80				317.21			-10.06	35.99	-8.48	10.48	-8.48	8.48	0.04	10.48	36.80	317.21	0.50	317.25														combinación de cargas con esquadros ELU
575Vt/4	0.16				14.74			-14.72	11.15	-0.34	0.49	-0.12	1.02	0.09	1.02	0.16	14.74	0.19	14.75														combinación de cargas con esquadros ELU
576Vt/4	0.58				152.64			-150.50	152.42	-9.49	11.68	-7.61	10.05	0.00	11.69	0.58	152.64	0.66	152.72														combinación de cargas con esquadros ELU
577Vt/4	0.92				220.39			-44.96	219.82	-9.34	4.60	-35.29	12.47	0.00	35.29	0.92	220.39	1.02	220.58														combinación de cargas con esquadros ELU
579Vt/4	52.88				60.41			52.87	60.40	-0.67	0.62	-0.77	0.63	0.41	0.78	52.88	60.41	52.88	60.42														combinación de cargas con esquadros ELU
580Vt/4	58.96				58.96			-58.96	58.82	-0.05	0.08	-0.12	0.20	0.00	0.20	58.96	58.96	58.96	58.96														combinación de cargas con esquadros ELU
581Vt/4	0.67				84.95			-84.95	44.15	-3.01	2.86	-3.02	2.88	0.00	3.32	0.67	84.95	0.75	84.95														combinación de cargas con esquadros ELU
582Vt/4	10.47				19.74			-19.73	10.46	-0.14	0.21	-0.12	0.28	0.04	0.28	10.47	19.74	10.47	19.74														combinación de cargas con esquadros ELU
583Vt/4	11.61				19.55			11.61	19.54	-0.13	0.17	-0.12	0.33	0.00	0.33	11.61	19.55	11.62	19.55														combinación de cargas con esquadros ELU
584Vt/4	14.34				18.23			-18.23	14.34	-0.01	0.02	-0.07	0.01	0.00	0.07	14.34	18.23	14.34	18.23														combinación de cargas con esquadros ELU
585Vt/4	13.29				19.96			-19.96	13.29	-0.03	0.07	-0.19	0.20	0.00	0.19	13.29	19.96	13.29	19.98														combinación de cargas con esquadros ELU
586Vt/4	15.42				18.36			-18.36	15.42	-0.00	0.02	-0.04	0.01	0.00	0.04	15.42	18.36	15.42	18.36														combinación de cargas con esquadros ELU
587Vt/4	13.63				20.72			13.63	20.78	-0.02	0.05	-0.02	0.20	0.00	0.20	13.63	20.78	13.63	20.78														combinación de cargas con esquadros ELU
588Vt/4	16.08				18.97			-18.97	16.08	-0.02	0.04	-0.08	0.03	0.00	0.08	16.08	18.97	16.08	18.97														combinación de cargas con esquadros ELU
589Vt/4	14.02				21.63			14.02	21.67	-0.01	0.02	-0.01	0.18	0.00	0.18	14.02	21.67	14.02	21.67														combinación de cargas con esquadros ELU
590Vt/4	16.85				19.43			-19.43	16.84	-0.05	0.04	-0.10	0.09	0.00	0.10	16.85	19.43	16.85	19.43														combinación de cargas con esquadros ELU
591Vt/4	14.40				22.52			14.40	22.54	-0.00	0.01	-0.00	0.16	0.00	0.16	14.40	22.54	14.40	22.54														combinación de cargas con esquadros ELU
592Vt/4	17.26				20.17			-20.17	17.26	-0.06	0.07	-0.12	0.06	0.00	0.12	17.26	20.17	17.26	20.17														combinación de cargas con esquadros ELU
593Vt/4	14.75				23.45			14.75	23.45	-0.01	0.02	-0.01	0.18	0.00	0.18	14.75	23.45	14.75	23.45														combinación de cargas con esquadros ELU
594Vt/4	17.38				21.30			-21.30	17.38	-0.08	0.07	-0.14	0.06	0.00	0.14	17.38	21.30	17.38	21.30														combinación de cargas con esquadros ELU
595Vt/4	15.14				24.32			15.14	24.32	-0.18	0.03	-0.01	0.18	0.00	0.18	15.14	24.32	15.14	24.32														combinación de cargas con esquadros ELU
596Vt/4	17.48				22.53			-22.53	17.48	-0.09	0.07	-0.15	0.06	0.00	0.15	17.48	22.53	17.48	22.53														combinación de cargas con esquadros ELU
597Vt/4	15.34				25.35			15.34	25.35	-0.01	0.00	-0.00	0.16	0.00	0.16	15.34	25.35	15.34	25.35														combinación de cargas con esquadros ELU
598Vt/4	17.99				23.40			-23.40	17.99	-0.01	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.07	17.99	23.40	17.99	23.40														combinación de cargas con esquadros ELU
599Vt/4	14.97				27.38			14.96	27.38	-0.30	0.15	-0.19	0.41	0.00	0.41	14.97	27.38	14.97	27.38														combinación de cargas con esquadros ELU
600Vt/4	13.31				27.90			-27.90	13.31	-0.01	0.14	-0.01	0.18	0.00	0.18	13.31	27.90	13.31	27.90														combinación de cargas con esquadros ELU
601Vt/4	5.20				36.67			5.16	36.67	-0.45	0.18	-0.59	0.18	0.00	0.59	5.20	36.67	5.22	36.67														combinación de cargas con esquadros ELU
602Vt/4	16.41				39.73			-39.69	16.30	-1.13	1.08	-0.83	1.44	0.57	1.44	16.41	39.73	16.45	39.75														combinación de cargas con esquadros ELU
603Vt/4	2.57				94.75			-94.62	2.90	2.24	-1.31	4.16	0.54	4.17	2.57	94.75	2.96	94.79															combinación de cargas con esquadros ELU
604Vt/4	1.05				122.80			-34.79	122.80	-1.49	0.37	-2.42	0.27	0.00	2.42	1.05	122.80	1.21	122.80														combinación de cargas con esquadros ELU
605Vt/4	5.72				84.36			-84.36	5.62	-0.86	0.10	-0.98	0.09	0.00	0.98	5.72	84.36	5.76	84.36														combinación de cargas con esquadros ELU
606Vt/4	18.08				88.22			-88.15	17.92	-1.51	1.92	-0.77	2.51	0.31	1.92	18.08	88.22	18.14	88.22														combinación de cargas con esquadros ELU
610Vt/4	8.10				21.34			-21.21	7.84	-1.83	1.32	-1.99	1.29	0.52	2.02	8.10	21.34	8.19	21.39														combinación de cargas con esquadros ELU
616Vt/4	3.05				15.49			2.53	15.37	-1.14	0.96	-1.14	1.13	0.70	1.18	3.05	15.49	3.21	15.53														combinación de cargas con esquadros ELU
617Vt/4	0.00				3.66			-3.66	3.66	-0.00	0.00	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	3.66	0.00	3.66														combinación de cargas con esquadros ELU
618Vt/4	1.23				7.08			1.22	7.08	-0.09	0.09	-0.23	0.10	0.00	0.23	1.23	7.08	1.24	7.08														combinación de cargas con esquadros ELU
619Vt/4	0.12				1.81			-1.79	1.81	-0.28	0.15	-0.28	0.23	0.05	0.28	0.12	1.81	0.23	1.82														combinación de cargas con esquadros ELU
620Vt/4	0.28				2.86			-2.80	2.30	-0.28	0.34	-0.36	0.41	0.15	0.41	0.28	2.86	0.32	2.89														combinación de cargas con esquadros ELU
622Vt/4	0.16				2.16			-1.51	2.14	-0.17	0.14	-0.19	0.23	0.05	0.23	0.16	2.16	0.18	2.17														combinación de cargas con esquadros ELU
623Vt/4	0.03				2.09			-1.60	2.08	-0.07	0.06	-0.10	0.15	0.00	0.15	0.03	2.09	0.04	2.09														combinación de cargas con esquadros ELU
624Vt/4	0.08				1.78			-1.38	1.76	-0.11	0.08	-0.16	0.19	0.00	0.19	0.08	1.78	0.10	1.78														combinación de cargas con esquadros ELU
625Vt/4	0.25				1.87			-1.87	1.87	-0.03	0.05	-0.07	0.12	0.00	0.07	0.25	1.87	0.02	1.87														combinación de cargas con esquadros ELU
626Vt/4	0.00				2.30			-1.21	2.30	-0.03	0.00	-0.06	0.11	0.00	0.11	0.00	2.30	0.00	2.30														combinación de cargas con esquadros ELU
627Vt/4	0.07				2.46			-2.46	1.50	-0.12	0.15	-0.22	0.16	0.02	0.22	0.07	2.46	0.08	2.47														combinación de cargas con esquadros ELU
628Vt/4	0.22				3.15			-1.38	3.15	-0.11	0.07	-0.13	0.20	0.00	0.20	0.09	3.15	0.10	3.15														combinación de cargas con esquadros ELU
629Vt/4	0.09				3.04			-3.01	1.89	-0.21	0.26	-0.33	0.26	0.00	0.33	0.22	3.04	0.25	3.04														combinación de cargas con esquadros ELU
630Vt/4	0.22				2.35			-2.00	2.35	-0.17	0.04	-0.22	0.31	0.04	0.22	0.22	2.35	0.23	2.35														combinación de cargas con esquadros ELU
631Vt/4	0.54				4.48			-4.42	1.46	-0.42	0.49	-0.46	0.57	0.26	0.57	0.54	4.48	0.62	4.50														combinación de cargas con esquadros ELU
632Vt/4																																	

683V/t4	3.03	15.34	2.56	15.24	-0.93	1.02	-1.08	1.05	0.65	1.10	3.03	15.34	3.18	15.38	combinación de cargas con esquiadores ELU
684V/t4	0.09	43.99	-24.87	43.99	-0.74	0.15	-0.74	0.18	0.00	0.74	0.09	43.99	0.10	43.99	combinación de cargas con esquiadores ELU
685V/t4	0.03	52.06	-33.34	52.05	-0.27	0.93	-0.26	1.15	0.00	1.16	0.03	52.06	0.04	52.07	combinación de cargas con esquiadores ELU
686V/t4	0.61	18.95	-0.37	18.95	-0.49	0.18	-0.48	0.34	0.08	0.49	0.61	18.95	0.71	18.95	combinación de cargas con esquiadores ELU
687V/t4	2.00	81.11	-55.50	80.95	-1.85	3.97	-2.74	3.19	1.15	3.98	2.00	81.11	2.31	81.16	combinación de cargas con esquiadores ELU
688V/t4	0.68	47.83	-1.66	47.78	-1.66	0.68	-1.24	1.24	0.39	1.66	0.68	47.83	0.79	47.84	combinación de cargas con esquiadores ELU
689V/t4	3.89	41.67	-12.17	41.32	-3.06	3.26	-3.54	2.95	2.06	3.59	3.89	41.67	4.49	41.78	combinación de cargas con esquiadores ELU
690V/t4	0.17	49.79	-18.59	49.78	-0.57	0.08	-0.47	0.13	0.00	0.57	0.17	49.79	0.20	49.79	combinación de cargas con esquiadores ELU
691V/t4	5.02	111.43	-82.48	110.92	-4.09	7.84	-5.87	6.14	2.71	7.85	5.02	111.43	5.80	111.60	combinación de cargas con esquiadores ELU
692V/t4	2.87	231.74	-215.90	231.43	-4.12	12.10	-7.43	8.13	1.64	12.11	2.87	231.74	3.31	231.85	combinación de cargas con esquiadores ELU
693V/t4	7.31	100.07	-98.83	99.28	-8.27	5.76	-7.26	6.94	4.21	8.29	7.31	100.07	8.44	100.34	combinación de cargas con esquiadores ELU
694V/t4	9.91	33.93	-2.22	31.24	-7.42	7.72	-7.67	7.61	5.59	8.07	9.91	33.93	11.38	34.79	combinación de cargas con esquiadores ELU
695V/t4	0.59	14.76	-10.76	14.76	-0.51	0.99	-0.12	0.99	0.12	14.76	0.59	14.76	0.05	14.76	combinación de cargas con esquiadores ELU
698V/t4	0.04	7.97	-7.97	4.19	-0.01	0.09	-0.17	0.01	0.00	0.17	0.04	7.97	0.04	7.97	combinación de cargas con esquiadores ELU
699V/t4	0.41	33.67	-33.63	30.19	-0.76	0.95	-0.46	1.43	0.10	1.43	0.41	33.67	0.47	33.68	combinación de cargas con esquiadores ELU
700V/t4	0.60	33.01	-32.96	23.37	-0.43	1.36	-0.72	1.02	0.12	1.36	0.60	33.01	0.69	33.02	combinación de cargas con esquiadores ELU
710V/t4	0.70	21.29	-21.14	17.14	-0.70	1.68	-0.95	1.48	0.40	1.69	0.70	21.29	0.81	21.30	combinación de cargas con esquiadores ELU
702V/t4	9.46	79.99	-78.52	71.65	-7.44	10.62	-8.83	9.32	5.45	10.65	9.46	79.99	10.93	80.48	combinación de cargas con esquiadores ELU
703V/t4	1.33	42.27	-38.77	42.18	-2.30	1.71	-1.16	3.01	0.56	3.01	1.33	42.27	1.54	42.30	combinación de cargas con esquiadores ELU
704V/t4	7.05	58.27	-56.83	48.15	-8.13	5.59	-7.46	6.35	4.05	8.16	7.05	58.27	8.14	58.74	combinación de cargas con esquiadores ELU
705V/t4	1.15	47.33	-41.00	47.29	-0.69	1.83	-1.02	1.53	0.36	1.83	1.15	47.33	1.33	47.34	combinación de cargas con esquiadores ELU
706V/t4	14.84	97.00	-90.54	11.34	-14.29	11.34	-13.66	12.05	8.34	14.60	14.84	97.00	17.14	97.86	combinación de cargas con esquiadores ELU
707V/t4	0.50	54.26	-54.26	46.98	-0.45	0.00	-1.45	0.00	0.27	1.45	0.50	54.26	0.57	54.26	combinación de cargas con esquiadores ELU
708V/t4	24.87	66.02	-55.63	55.93	-19.04	20.47	-20.54	19.05	14.18	21.41	24.87	66.02	28.72	69.13	combinación de cargas con esquiadores ELU
712V/t4	0.07	9.99	-9.41	9.98	-0.14	0.40	-0.18	0.43	0.03	0.43	0.07	9.99	0.08	9.99	combinación de cargas con esquiadores ELU
710V/t4	0.41	20.02	-7.49	19.61	-0.62	0.39	-0.73	0.17	0.17	0.41	0.41	20.02	0.07	20.02	combinación de cargas con esquiadores ELU
715V/t4	0.12	11.35	-11.34	11.18	-0.04	0.31	-0.05	0.34	0.00	0.34	0.12	11.35	0.14	11.35	combinación de cargas con esquiadores ELU
716V/t4	0.10	8.99	-8.99	8.78	-0.18	0.00	-0.19	0.00	0.04	0.19	0.10	8.99	0.12	9.00	combinación de cargas con esquiadores ELU
717V/t4	0.18	13.78	-10.53	13.92	-0.35	0.67	-0.30	0.82	0.08	0.82	0.18	13.97	0.21	13.98	combinación de cargas con esquiadores ELU
718V/t4	0.01	4.35	-4.35	3.29	-0.02	0.01	-0.04	0.07	0.00	0.07	0.01	4.35	0.01	4.35	combinación de cargas con esquiadores ELU
721V/t4	0.01	13.45	-13.45	13.36	-0.10	0.37	-0.09	0.51	0.00	0.51	0.01	13.45	0.01	13.45	combinación de cargas con esquiadores ELU
722V/t4	0.11	8.65	-8.61	8.45	-0.57	0.19	-0.48	0.32	0.06	0.57	0.11	8.65	0.12	8.66	combinación de cargas con esquiadores ELU
723V/t4	0.19	2.83	-2.57	2.80	-0.26	0.22	-0.24	0.33	0.11	0.33	0.19	2.83	0.22	2.84	combinación de cargas con esquiadores ELU
724V/t4	0.02	8.06	-8.02	8.06	-0.07	0.27	-0.12	0.24	0.00	0.27	0.02	8.06	0.02	8.06	combinación de cargas con esquiadores ELU
725V/t4	0.12	25.58	-19.97	20.02	-0.92	0.46	-0.52	0.93	0.21	20.02	0.12	25.58	0.03	25.59	combinación de cargas con esquiadores ELU
727V/t4	0.12	25.58	-25.32	25.57	-0.88	0.18	-0.49	0.41	0.06	0.88	0.12	25.58	0.14	25.58	combinación de cargas con esquiadores ELU
727V/t4	0.06	45.91	-45.89	45.19	-0.12	1.42	-0.19	0.94	0.01	1.42	0.06	45.91	0.07	45.92	combinación de cargas con esquiadores ELU
728V/t4	0.36	39.97	-39.93	39.08	-1.90	0.65	-1.99	0.65	0.16	1.99	0.36	39.97	0.41	39.98	combinación de cargas con esquiadores ELU
729V/t4	0.01	29.16	-28.34	29.15	-0.04	0.17	-0.86	0.21	0.05	0.01	0.01	29.16	0.01	29.16	combinación de cargas con esquiadores ELU
730V/t4	0.13	36.65	-36.00	36.65	-0.04	0.95	-0.08	0.69	0.05	0.96	0.13	36.65	0.15	36.65	combinación de cargas con esquiadores ELU
731V/t4	0.73	7.96	-7.89	7.24	-0.66	0.59	-0.69	0.64	0.41	0.71	0.73	7.96	0.84	7.98	combinación de cargas con esquiadores ELU
732V/t4	0.19	7.70	-4.95	7.68	-0.23	0.39	-0.45	0.27	0.11	0.45	0.19	7.70	0.22	7.71	combinación de cargas con esquiadores ELU
733V/t4	4.25	178.53	-178.09	159.07	-4.77	9.75	-4.52	10.39	2.38	10.41	4.25	178.53	4.89	178.67	combinación de cargas con esquiadores ELU
734V/t4	2.65	26.86	-26.86	26.57	-2.57	2.61	-2.57	2.11	1.46	2.65	2.65	26.86	3.07	26.96	combinación de cargas con esquiadores ELU
735V/t4	0.12	14.12	-14.10	10.75	-0.25	0.80	-0.34	0.71	0.05	0.80	0.12	14.12	0.14	14.13	combinación de cargas con esquiadores ELU
736V/t4	1.01	18.08	-15.31	17.98	-1.51	0.93	-1.64	0.89	0.52	1.64	1.01	18.08	1.17	18.11	combinación de cargas con esquiadores ELU
737V/t4	0.48	12.48	-6.56	12.44	-0.42	0.86	-0.77	0.59	0.27	0.86	0.48	12.48	0.55	12.49	combinación de cargas con esquiadores ELU
738V/t4	0.64	20.03	-19.97	19.90	-0.68	1.43	-0.69	1.20	0.64	1.50	0.64	20.03	0.71	20.05	combinación de cargas con esquiadores ELU
739V/t4	2.03	13.57	-10.06	13.24	-2.02	1.31	-2.12	1.60	1.09	2.15	2.03	13.57	2.34	13.68	combinación de cargas con esquiadores ELU
740V/t4	1.44	23.11	-22.91	18.91	-1.20	2.48	-1.81	1.91	0.76	2.48	1.44	23.11	1.66	23.17	combinación de cargas con esquiadores ELU
741V/t4	0.23	7.95	-4.70	7.94	-0.35	0.18	-0.21	0.40	0.06	0.40	0.23	7.95	0.27	7.95	combinación de cargas con esquiadores ELU
742V/t4	0.06	2.60	-2.60	2.60	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	2.60	0.00	2.60	combinación de cargas con esquiadores ELU
743V/t4	0.01	27.43	-27.16	27.42	-0.10	0.52	-0.54	0.11	0.00	0.55	0.01	27.43	0.01	27.43	combinación de cargas con esquiadores ELU
744V/t4	1.42	30.60	-30.48	30.44	-1.15	1.93	-1.87	1.29	0.80	1.94	1.42	30.60	1.63	30.64	combinación de cargas con esquiadores ELU
745V/t4	0.50	15.68	-12.75	15.63	-0.88	0.63	-0.50	1.11	0.23	1.11	0.50	15.68	0.57	15.69	combinación de cargas con esquiadores ELU
746V/t4	0.24	68.22	-66.61	68.22	-1.82	0.37	-2.15	0.33	0.01	2.15	0.24	68.22	0.26	68.23	combinación de cargas con esquiadores ELU
747V/t4	0.28	84.00	-82.72	84.00	-0.36	2.83	-0.58	1.59	0.10	2.83	0.28	84.00	0.30	84.00	combinación de cargas con esquiadores ELU
748V/t4	0.01	11.08	-7.28	11.08	-0.29	0.05	-0.27	0.06	0.00	0.29	0.01	11.08	0.01	11.08	combinación de cargas con esquiadores ELU
749V/t4	0.84	70.28	-1.33	70.27	-1.33	0.00	-0.90	0.00	0.45	1.33	0.84	70.28	0.96	70.28	combinación de cargas con esquiadores ELU
750V/t4	0.03	24.62	-23.08	24.59	-0.42	1.48	-0.50	1.27	0.01	1.48	0.03	24.62	0.03	24.63	combinación de cargas con esquiadores ELU
751V/t4	0.16	16.62	-13.41	16.28	-1.82	1.12	-2.30	1.75	1.21	2.30	0.16	16.62	2.49	16.73	combinación de cargas con esquiadores ELU
752V/t4	0.09	86.66	-86.64	83.29	-0.34	2.84	-0.38	2.68	0.01	2.85	0.09	86.66	0.10	86.67	combinación de cargas con esquiadores ELU
753V/t4	0.17	167.10	-167.05	165.43	-4.57	0.33	-3.22	0.49	0.01	4.57	0.17	167.10	0.18	167.12	combinación de cargas con esquiadores ELU
754V/t4	0.66	14.66	-5.44	14.61	-0.76	0.71	-1.05	0.51	0.26	1.05	0.66	14.66	0.77	14.68	combinación de cargas con esquiadores ELU
755V/t4	0.14	33.59	-30.79	33.54	-1.42	0.50	-0.49	1.59	0.05	1.59	0.14	33.59	0.16	33.61	combinación de cargas con esquiadores ELU
756V/t4	7.52	73.57	-63.17	73.57	-6.61	6.61	-7.35	7.20	2.66	8.63	7.52	73.57	8.68	73.94	combinación de cargas con esquiadores ELU
757V/t4	9.25	67.59	-60.31	65.59	-10.12	7.34	-9.56	7.98	5.33	10.25	9.25	67.59	10.68	68.24	combinación de cargas con esquiadores ELU
758V/t4	4.16	30.39	-29.88	27.15	-3.40	3.89	-4.10	3.28	2.34	4.18	4.16	30.39	4.81	30.55	combinación de cargas con esquiadores ELU
759V/t4	0.09	42.41	-42.34	34.72	-1.44	0.43	-0.43	1.50	0.00	1.51	0.09	42.41	0.10	42.43	combinación de cargas con esquiadores ELU
760V/t4	12.57	75.34	-72.62	68.78	-9.97	12.85	-10.16	12.75	7.25	13.20	12.57	75.34	14.51	76.22	combinación de cargas con esquiadores ELU
761V/t4	0.38	52.00	-44.89	52.00	-0.23	1.75	-0.91	0.48	0.15	1.75	0.38	52.00	0.43	52.00	combinación de cargas con esquiadores ELU
762V/t4	19.15	64.34	-58.12	56.36	-15.00	16.86	-14.93	17.02	11.01	17.63	19.15	64.34	22.12	66.28	combinación de cargas con esquiadores ELU
763V/t4	142.75	172.94	-142.70	172.92	-2.13	1.68	-2.16	1.73	1.20	2.22	142.75	172.94	142.77	172.95	combinación de cargas con esquiadores ELU
764V/t4	1.46	15.30	-15.05	13.45	-1.56	1.39	-1.88	1.18	0.75	1.88	1.46	15.30	1.67	15.38	combinación de cargas con esquiadores ELU
766V/t4	1.57	19.45	-19.28	7.12	-1.19	3.95	-1.62	1.66	0.85	1.57	1.57	19.45	1.81	19.51	combinación de cargas con esquiadores ELU
767V/t4	2.70	27.38	-27.03	12.44	-2.10	2.92	-2.63	2.51	1.54	2.93	2.70				

Caso	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min.	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max.	Normales min.	Normales max.	Tau xy min.	Tau xy max.	Tau xz min.	Tau xz max.	Tangentes T min.	Tangentes T max.	Mises min.	Mises max.	Tresca min.	Tresca max.	Nombre del caso	
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		
3Vt/vt6	10.28	165.27	-165.11	-9.41	-1.33	6.49	-2.03	4.48	0.13	6.50	10.28	165.27	10.55	165.33	combinación cargas con esquadros ELLU	
4Vt/vt6	1.36	37.62	-37.62	-37.53	-1.09	2.27	-1.15	2.26	0.77	2.27	1.36	37.62	1.57	37.65	combinación cargas con esquadros ELLU	
5Vt/vt6	1.32	96.99	-107.68	-107.68	-1.35	11.35	-11.45	11.74	0.10	11.30	1.32	96.99	1.52	108.00	combinación cargas con esquadros ELLU	
7Vt/vt6	56.10	191.12	-190.35	-12.39	-12.38	16.10	-16.10	13.95	0.01	12.54	56.10	191.12	56.27	191.38	combinación cargas con esquadros ELLU	
9Vt/vt6	9.53	60.47	-60.23	-57.24	-10.48	9.65	-9.89	10.34	0.00	10.52	9.53	60.47	10.66	60.54	combinación cargas con esquadros ELLU	
35Vt/vt6	9.53	18.12	-18.12	-9.52	-0.13	0.19	-0.11	0.26	0.03	0.26	9.53	18.12	9.53	18.12	combinación cargas con esquadros ELLU	
36Vt/vt6	10.68	17.92	-17.92	-10.67	-0.12	0.16	-0.11	0.31	0.00	0.31	10.68	17.92	10.68	17.92	combinación cargas con esquadros ELLU	
37Vt/vt6	13.17	16.79	-16.79	-13.17	-0.02	0.17	-0.02	0.17	0.00	0.17	13.17	16.79	13.17	16.79	combinación cargas con esquadros ELLU	
38Vt/vt6	12.15	18.49	-18.49	-12.15	-0.03	0.05	-0.03	0.19	0.00	0.19	12.15	18.50	12.15	18.50	combinación cargas con esquadros ELLU	
39Vt/vt6	14.20	16.98	-16.98	-14.20	-0.00	0.02	-0.04	0.02	0.00	0.04	14.20	16.98	14.20	16.98	combinación cargas con esquadros ELLU	
40Vt/vt6	12.51	19.24	-19.24	-12.51	-0.02	0.05	-0.03	0.19	0.00	0.19	12.51	19.30	12.51	19.30	combinación cargas con esquadros ELLU	
41Vt/vt6	14.84	17.60	-17.60	-14.84	-0.04	0.07	-0.04	0.07	0.00	0.07	14.84	17.60	14.84	17.60	combinación cargas con esquadros ELLU	
42Vt/vt6	12.91	20.13	-20.13	-12.91	-0.01	0.03	-0.01	0.17	0.00	0.17	12.91	20.17	12.91	20.17	combinación cargas con esquadros ELLU	
43Vt/vt6	15.64	18.08	-18.07	-15.64	-0.04	0.05	-0.09	0.05	0.00	0.09	15.64	18.08	15.64	18.08	combinación cargas con esquadros ELLU	
44Vt/vt6	13.31	21.01	-21.01	-13.31	-0.00	0.01	-0.00	0.16	0.00	0.16	13.31	21.03	13.31	21.03	combinación cargas con esquadros ELLU	
45Vt/vt6	16.11	18.72	-18.72	-16.11	-0.06	0.06	-0.11	0.06	0.00	0.11	16.11	18.72	16.11	18.72	combinación cargas con esquadros ELLU	
46Vt/vt6	13.67	21.67	-21.67	-13.67	-0.01	0.03	-0.01	0.17	0.00	0.17	13.67	21.92	13.67	21.92	combinación cargas con esquadros ELLU	
47Vt/vt6	16.28	19.80	-19.80	-16.28	-0.07	0.07	-0.13	0.06	0.00	0.13	16.28	19.80	16.28	19.80	combinación cargas con esquadros ELLU	
48Vt/vt6	14.08	22.78	-22.78	-14.08	-0.02	0.02	-0.02	0.18	0.00	0.18	14.08	22.78	14.08	22.78	combinación cargas con esquadros ELLU	
49Vt/vt6	16.42	20.97	-20.97	-16.42	-0.09	0.08	-0.15	0.07	0.01	0.15	16.42	20.97	16.42	20.97	combinación cargas con esquadros ELLU	
50Vt/vt6	14.32	23.77	-23.77	-14.32	-0.02	0.02	-0.02	0.18	0.00	0.18	14.32	23.77	14.32	23.77	combinación cargas con esquadros ELLU	
51Vt/vt6	16.97	21.79	-21.79	-16.97	-0.03	0.03	-0.09	0.03	0.00	0.09	16.97	21.79	16.97	21.79	combinación cargas con esquadros ELLU	
52Vt/vt6	14.14	25.53	-25.53	-14.14	-0.16	0.07	-0.09	0.30	0.00	0.30	14.14	25.53	14.15	25.54	combinación cargas con esquadros ELLU	
53Vt/vt6	13.35	25.37	-25.37	-13.35	-0.20	0.07	-0.26	0.07	0.00	0.26	13.35	25.37	13.35	25.37	combinación cargas con esquadros ELLU	
54Vt/vt6	7.40	32.01	-32.01	-7.40	-0.02	0.02	-0.02	0.02	0.00	0.02	7.40	32.01	7.40	32.01	combinación cargas con esquadros ELLU	
55Vt/vt6	16.16	34.85	-34.84	-16.12	-0.62	0.61	-0.39	0.90	0.22	0.90	16.16	34.85	16.17	34.86	combinación cargas con esquadros ELLU	
56Vt/vt6	1.60	84.89	-84.82	-1.98	1.57	-0.79	3.23	0.03	3.23	1.60	84.89	1.85	84.91	combinación cargas con esquadros ELLU		
57Vt/vt6	0.93	109.01	-29.35	-109.01	-0.82	0.13	-1.79	0.06	0.01	1.79	0.93	109.01	1.07	109.01	combinación cargas con esquadros ELLU	
58Vt/vt6	5.82	75.85	-75.84	-5.68	-0.96	0.20	-1.21	0.19	0.90	1.21	5.82	75.85	5.87	75.85	combinación cargas con esquadros ELLU	
59Vt/vt6	16.45	79.94	-79.93	-16.33	-1.14	1.14	-1.14	0.11	0.14	1.14	16.45	79.94	16.45	79.95	combinación cargas con esquadros ELLU	
73Vt/vt6	0.12	13.27	-13.26	-0.06	-0.32	0.46	-0.12	0.94	0.06	0.95	0.12	13.27	0.14	13.28	combinación cargas con esquadros ELLU	
74Vt/vt6	0.04	6.28	-6.26	-5.81	-0.52	0.14	-0.11	0.70	0.01	0.70	0.04	6.28	0.04	6.29	combinación cargas con esquadros ELLU	
75Vt/vt6	0.59	6.09	-5.15	-5.85	-1.78	0.83	-1.45	1.23	0.33	1.80	0.59	6.09	0.69	6.17	combinación cargas con esquadros ELLU	
76Vt/vt6	7.24	19.45	-19.43	-7.19	-1.19	1.19	-1.27	0.43	0.46	1.85	7.24	19.45	7.32	19.50	combinación cargas con esquadros ELLU	
77Vt/vt6	10.62	19.99	-19.91	-10.47	-1.22	1.23	-1.50	1.08	0.48	1.52	10.62	19.99	10.67	20.02	combinación cargas con esquadros ELLU	
78Vt/vt6	0.90	11.99	-11.69	-11.67	-1.18	2.36	-1.40	2.21	0.48	2.40	0.90	11.99	1.04	12.09	combinación cargas con esquadros ELLU	
87Vt/vt6	2.89	6.67	-2.86	-6.65	-0.24	0.28	-0.33	0.36	0.11	0.36	2.89	6.67	2.91	6.67	combinación cargas con esquadros ELLU	
92Vt/vt6	0.35	7.43	-7.43	-0.68	-0.30	0.34	-0.25	0.30	0.10	0.34	0.35	7.43	0.40	7.43	combinación cargas con esquadros ELLU	
93Vt/vt6	0.63	6.19	-6.63	-0.08	-0.03	0.03	-0.19	0.03	0.00	0.19	0.63	6.19	0.69	6.19	combinación cargas con esquadros ELLU	
95Vt/vt6	1.97	5.49	-5.49	-1.95	-0.12	0.07	-0.14	0.16	0.01	0.16	1.97	5.49	1.98	5.49	combinación cargas con esquadros ELLU	
96Vt/vt6	1.27	6.30	-6.30	-1.27	-0.00	0.02	-0.04	0.13	0.00	0.13	1.27	6.38	1.27	6.38	combinación cargas con esquadros ELLU	
98Vt/vt6	2.67	5.46	-5.46	-2.67	-0.06	0.03	-0.09	0.12	0.00	0.12	2.67	5.46	2.68	5.46	combinación cargas con esquadros ELLU	
99Vt/vt6	1.71	7.71	-7.71	-1.71	-0.05	0.12	-0.05	0.12	0.00	0.12	1.71	7.71	1.71	7.71	combinación cargas con esquadros ELLU	
101Vt/vt6	3.44	5.42	-5.42	-3.44	-0.04	0.02	-0.09	0.08	0.00	0.09	3.44	5.42	3.44	5.42	combinación cargas con esquadros ELLU	
102Vt/vt6	2.16	6.75	-6.75	-2.16	-0.15	0.17	-0.20	0.26	0.02	0.26	2.16	6.80	2.17	6.80	combinación cargas con esquadros ELLU	
104Vt/vt6	3.79	5.76	-5.76	-3.78	-0.11	0.11	-0.17	0.17	0.03	0.17	3.79	5.76	3.79	5.76	combinación cargas con esquadros ELLU	
105Vt/vt6	2.63	7.02	-7.02	-2.63	-0.07	0.14	-0.07	0.14	0.00	0.14	2.63	7.02	2.63	7.02	combinación cargas con esquadros ELLU	
107Vt/vt6	4.09	6.13	-6.12	-4.07	-0.19	0.20	-0.26	0.25	0.10	0.26	4.09	6.13	4.09	6.14	combinación cargas con esquadros ELLU	
108Vt/vt6	3.15	7.13	-7.13	-3.11	-0.32	0.33	-0.39	0.42	0.18	0.42	3.15	7.16	3.17	7.16	combinación cargas con esquadros ELLU	
110Vt/vt6	4.40	6.59	-6.58	-4.37	-0.27	0.30	-0.33	0.35	0.16	0.35	4.40	6.59	4.41	6.60	combinación cargas con esquadros ELLU	
111Vt/vt6	3.41	7.68	-7.68	-3.43	-0.42	0.42	-0.48	0.51	0.26	0.52	3.41	7.68	3.43	7.69	combinación cargas con esquadros ELLU	
113Vt/vt6	4.05	7.35	-7.35	-4.05	-0.38	0.41	-0.43	0.47	0.23	0.47	4.05	7.35	4.07	7.39	combinación cargas con esquadros ELLU	
114Vt/vt6	3.30	8.26	-8.26	-3.18	-0.51	0.53	-0.62	0.58	0.33	0.62	3.30	8.26	3.34	8.28	combinación cargas con esquadros ELLU	
116Vt/vt6	3.42	8.84	-8.78	-3.21	-0.57	0.72	-0.70	0.70	0.45	0.72	3.42	8.84	3.49	8.86	combinación cargas con esquadros ELLU	
117Vt/vt6	1.70	11.98	-11.98	-1.70	-1.25	1.00	-1.23	1.17	0.79	1.25	1.70	11.98	1.94	12.04	combinación cargas con esquadros ELLU	
119Vt/vt6	0.07	18.99	-18.99	-0.07	-0.09	0.07	-0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	18.99	0.09	18.99	combinación cargas con esquadros ELLU	
120Vt/vt6	0.02	43.93	-27.07	-43.93	-0.08	0.37	-0.04	0.99	0.00	0.99	0.02	43.93	0.02	43.93	combinación cargas con esquadros ELLU	
122Vt/vt6	3.60	57.33	-32.57	-57.33	-0.00	-2.70	4.49	-3.27	4.05	2.08	4.50	3.60	57.33	4.15	57.44	combinación cargas con esquadros ELLU
123Vt/vt6	3.67	66.81	-66.49	-66.81	-3.83	4.07	-5.17	2.88	1.99	5.18	3.67	66.81	4.24	66.92	combinación cargas con esquadros ELLU	
125Vt/vt6	0.38	75.04	-75.04	-0.38	-1.19	0.18	-0.38	0.18	0.00	0.38	0.38	75.04	0.43	75.04	combinación cargas con esquadros ELLU	
126Vt/vt6	21.49	50.88	-50.87	-21.45	-0.97	0.35	-0.56	0.87	0.20	0.97	21.49	50.88	21.50	50.88	combinación cargas con esquadros ELLU	
128Vt/vt6	26.66	39.56	-26.66	-39.56	-0.25	0.05	-0.06	0.32	0.00	0.32	26.66	39.56	26.66	39.56	combinación cargas con esquadros ELLU	
134Vt/vt6	0.25	2.89	-2.89	-1.97	-0.24	0.30	-0.33	0.38	0.12	0.38	0.25	2.89	0.29	2.91	combinación cargas con esquadros ELLU	
136Vt/vt6	0.14	2.43	-2.43	-1.41	-0.15	0.13	-0.17	0.22	0.03	0.22	0.14	2.43	0.16	2.43	combinación cargas con esquadros ELLU	
137Vt/vt6	0.13	2.94	-2.94	-1.39	-0.22	0.19	-0.22	0.26	0.03	0.26	0.13	2.94	0.14	2.95	combinación cargas con esquadros ELLU	
139Vt/vt6	0.04	2.24	-2.24	-1.40	-0.06	0.05	-0.09	0.14	0.00	0.14	0.04	2.24	0.05	2.24	combinación cargas con esquadros ELLU	
140Vt/vt6	0.07	1.56	-1.51	-1.54	-0.10	0.08	-0.15	0.18	0.00	0.18	0.07	1.56	0.08	1.56	combinación cargas con esquadros ELLU	
142Vt/vt6	0.02	1.66	-1.66	-1.08	-0.03	0.05	-0.08	0.12	0.00	0.12	0.02	1.68	0.02	1.68	combinación cargas con esquadros ELLU	
143Vt/vt6	0.00	1.33	-1.33	-1.00	-0.05	0.10	-0.05	0.10	0.00	0.10	0.00	1.33	0.05	1.33	combinación cargas con esquadros ELLU	
145Vt/vt6	0.05	2.23	-2.22	-1.62	-0.12	0.14	-0.21	0.16	0.02	0.21	0.05	2.23	0.05	2.23	combinación cargas con esquadros ELLU	
146Vt/vt6	0.08	2.86	-2.86	-1.46	-0.08	0.25	-0.13	0.25	0.00	0.25	0.08	2.86	0.09	2.86	combinación cargas con esquadros ELLU	
148Vt/vt6	0.18	2.77	-2.77	-1.48	-0.10	0.06	-0.31	0.25	0.09	0.31	0.18	2.77	0.20	2.77	combinación cargas con esquadros ELLU	
149Vt/vt6	0.18	3.68	-3.68	-1.58	-0.20	0.20	-0.21	0.20	0.20	0.20	0.18	3.68	0.23	3.68	combinación cargas con esquadros ELLU	
151Vt/vt6	0.30	3.34	-3.34	-1.30	-0.16	0.34	-0.30	0.43	0.16	0.43	0.30	3.34	0.33	3.35	combinación cargas con esquadros ELLU	
152Vt/vt6	0.33	4.49	-4.49	-1.70	-0.46	0.30	-0.25	0.40	0.10	0.40	0.33	4.49	0.39	4.50	combinación cargas con esquadros ELLU	

299V/t6	121.46	154.69	121.43	154.66	-1.43	1.65	-1.89	1.27	0.84	1.89	121.46	154.69	121.47	154.69	combinación cargas con esquiadores ELU
353V/t6	1.42	36.36	-1.58	29.36	-1.58	2.75	-3.11	1.35	0.81	3.11	1.42	36.36	1.64	36.44	combinación cargas con esquiadores ELU
380V/t6	0.27	24.85	-0.01	24.85	-0.01	0.38	-0.01	0.42	0.09	0.42	0.27	24.85	0.31	24.85	combinación cargas con esquiadores ELU
388V/t6	1.07	9.91	-0.01	9.91	-0.01	1.12	-0.98	0.98	0.53	1.13	1.07	9.91	1.23	9.96	combinación cargas con esquiadores ELU
391V/t6	1.18	12.50	-0.85	13.33	-0.85	1.38	-1.15	1.19	0.61	1.38	1.18	12.50	1.36	12.56	combinación cargas con esquiadores ELU
400V/t6	2.27	17.87	-1.76	23.51	-1.76	2.35	-2.18	2.04	1.29	2.37	2.27	17.87	2.63	17.99	combinación cargas con esquiadores ELU
415V/t6	1.09	11.05	-0.73	10.91	-0.76	1.18	-1.03	1.02	0.55	1.18	1.09	11.05	1.24	11.10	combinación cargas con esquiadores ELU
417V/t6	1.12	11.72	-0.41	11.58	-0.87	1.27	-1.13	1.12	0.64	1.27	1.12	11.72	1.29	11.77	combinación cargas con esquiadores ELU
419V/t6	1.04	10.04	-5.11	9.90	-0.82	1.14	-1.05	1.03	0.60	1.15	1.04	10.04	1.20	10.09	combinación cargas con esquiadores ELU
421V/t6	0.64	16.62	-9.36	16.51	-0.59	1.29	-1.15	0.82	0.36	1.29	0.64	16.62	0.74	16.66	combinación cargas con esquiadores ELU
423V/t6	5.71	16.35	-6.46	13.83	-5.02	4.99	-5.38	5.20	3.21	5.47	5.71	16.35	6.60	17.11	combinación cargas con esquiadores ELU
425V/t6	1.27	14.78	-2.51	14.78	-2.51	3.06	-2.72	2.96	1.47	3.06	1.27	14.78	1.47	14.78	combinación cargas con esquiadores ELU
427V/t6	1.77	13.20	-1.62	12.85	-1.55	1.77	-1.49	1.95	1.00	1.95	1.77	13.20	2.05	13.32	combinación cargas con esquiadores ELU
429V/t6	0.02	21.47	-21.04	21.47	-0.19	0.79	-0.42	0.50	0.01	0.79	0.02	21.47	0.02	21.48	combinación cargas con esquiadores ELU
431V/t6	4.58	22.28	-17.77	21.21	-4.40	3.52	-3.87	4.16	2.60	4.49	4.58	22.28	5.29	22.64	combinación cargas con esquiadores ELU
433V/t6	4.43	16.01	-13.13	14.76	-3.38	3.90	-3.55	3.84	2.51	4.03	4.43	16.01	5.12	16.41	combinación cargas con esquiadores ELU
435V/t6	2.96	20.90	-20.90	20.90	-4.59	6.17	-5.60	6.18	4.15	6.43	2.96	20.90	8.44	21.32	combinación cargas con esquiadores ELU
437V/t6	2.96	17.36	-16.69	16.68	-2.30	2.73	-2.81	2.33	1.62	2.96	2.96	17.36	3.42	17.58	combinación cargas con esquiadores ELU
439V/t6	6.37	36.28	-34.83	32.59	-5.30	5.85	-6.30	4.97	3.58	6.38	6.37	36.28	7.36	36.75	combinación cargas con esquiadores ELU
440V/t6	0.12	7.25	-5.23	7.24	-0.33	0.14	-0.43	0.13	0.00	0.43	0.12	7.25	0.13	7.25	combinación cargas con esquiadores ELU
441V/t6	0.07	10.38	-10.38	7.56	-0.03	0.26	-0.04	0.29	0.00	0.29	0.07	10.38	0.09	10.39	combinación cargas con esquiadores ELU
442V/t6	0.00	5.96	-3.28	5.95	-0.16	0.03	-0.16	0.08	0.00	0.16	0.00	5.96	0.00	5.96	combinación cargas con esquiadores ELU
443V/t6	0.55	12.76	-12.72	9.61	-0.65	0.62	-0.81	0.54	0.32	0.81	0.55	12.76	0.64	12.77	combinación cargas con esquiadores ELU
444V/t6	0.69	17.09	-10.10	17.04	-1.09	0.50	-1.02	0.64	0.31	1.09	0.69	17.09	0.79	17.11	combinación cargas con esquiadores ELU
470V/t6	47.58	55.21	-47.57	55.20	-0.53	0.49	-0.64	0.49	0.29	0.64	47.58	55.21	47.58	55.21	combinación cargas con esquiadores ELU
471V/t6	53.44	60.64	-60.64	53.44	-0.06	0.08	-0.12	0.20	0.00	0.20	53.44	60.64	53.44	60.64	combinación cargas con esquiadores ELU
472V/t6	0.36	144.66	-141.81	144.45	-8.97	10.96	-7.26	9.47	0.00	10.97	0.36	144.66	0.38	144.73	combinación cargas con esquiadores ELU
473V/t6	0.71	202.43	-43.66	202.02	-7.54	3.59	-31.48	10.22	0.00	31.48	0.71	202.43	0.79	202.56	combinación cargas con esquiadores ELU
474V/t6	0.77	77.89	-44.66	77.89	-2.63	2.56	-2.52	2.57	0.66	2.57	0.77	77.89	0.66	77.89	combinación cargas con esquiadores ELU
479V/t6	0.00	3.66	-3.66	0.00	0.00	0.00	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	3.66	0.00	3.66	combinación cargas con esquiadores ELU
485V/t6	1.22	13.02	-12.93	3.33	-1.09	0.87	-1.07	1.06	0.64	1.12	1.22	13.02	1.41	13.05	combinación cargas con esquiadores ELU
486V/t6	2.47	6.71	-6.70	-2.40	-0.36	0.28	-0.40	0.41	0.16	0.41	2.47	6.71	2.50	6.72	combinación cargas con esquiadores ELU
487V/t6	2.17	7.07	-7.06	-2.12	-0.25	0.25	-0.33	0.34	0.10	0.34	2.17	7.07	2.18	7.08	combinación cargas con esquiadores ELU
488V/t6	0.74	9.32	-9.30	9.30	-0.48	0.30	-0.50	0.49	0.33	0.50	0.74	9.32	0.85	9.33	combinación cargas con esquiadores ELU
489V/t6	3.58	13.31	-12.35	3.29	-2.75	2.88	-2.91	2.90	2.05	3.03	3.58	13.31	4.13	13.62	combinación cargas con esquiadores ELU
490V/t6	0.85	9.53	-9.49	0.77	-0.57	0.50	-0.54	0.70	0.26	0.70	0.85	9.53	0.98	9.54	combinación cargas con esquiadores ELU
491V/t6	0.62	26.76	-26.73	14.99	-0.67	0.57	-0.50	0.91	0.19	0.91	0.62	26.76	0.71	26.76	combinación cargas con esquiadores ELU
492V/t6	0.23	21.49	-21.49	0.23	-0.26	0.26	-0.43	0.23	0.01	0.43	0.23	21.49	0.26	21.49	combinación cargas con esquiadores ELU
493V/t6	0.49	13.90	-13.88	3.90	-0.40	0.41	-0.56	0.42	0.16	0.56	0.49	13.90	0.57	13.90	combinación cargas con esquiadores ELU
494V/t6	1.06	26.87	-26.80	17.41	-1.54	0.88	-1.50	1.10	0.60	1.55	1.06	26.87	1.22	26.89	combinación cargas con esquiadores ELU
495V/t6	1.14	15.54	-15.46	14.88	-0.90	1.03	-1.16	0.95	0.57	1.16	1.14	15.54	1.31	15.57	combinación cargas con esquiadores ELU
496V/t6	0.14	11.49	-11.49	0.14	-0.14	0.14	-0.23	0.23	0.03	0.23	0.14	11.49	0.16	11.49	combinación cargas con esquiadores ELU
497V/t6	0.47	17.20	-17.17	15.03	-0.62	0.56	-0.78	0.57	0.27	0.78	0.47	17.20	0.54	17.21	combinación cargas con esquiadores ELU
498V/t6	1.18	19.18	-19.09	18.89	-1.02	1.09	-1.23	1.05	0.65	1.23	1.18	19.18	1.36	19.21	combinación cargas con esquiadores ELU
499V/t6	2.47	24.43	-23.62	24.11	-1.93	2.23	-2.25	2.08	1.41	2.33	2.47	24.43	2.85	24.53	combinación cargas con esquiadores ELU
500V/t6	1.29	35.14	-35.06	34.90	-1.62	1.33	-1.95	1.18	0.68	1.95	1.29	35.14	1.49	35.17	combinación cargas con esquiadores ELU
501V/t6	6.69	51.39	-51.39	51.39	-5.72	5.79	-5.28	5.79	3.83	6.00	6.69	51.39	7.79	51.94	combinación cargas con esquiadores ELU
506V/t6	0.11	9.32	-9.32	7.71	-0.00	0.13	-0.21	0.00	0.05	0.21	0.11	9.32	0.13	9.32	combinación cargas con esquiadores ELU
507V/t6	0.62	13.83	-13.75	11.87	-0.52	0.94	-0.94	0.60	0.34	0.95	0.62	13.83	0.71	13.86	combinación cargas con esquiadores ELU
508V/t6	2.31	18.48	-15.65	18.15	-2.22	1.70	-1.87	2.13	1.24	2.26	2.31	18.48	2.67	18.59	combinación cargas con esquiadores ELU
509V/t6	0.01	15.32	-15.32	0.01	-0.17	0.17	-0.20	0.17	0.01	0.20	0.01	15.32	0.01	15.32	combinación cargas con esquiadores ELU
510V/t6	2.24	35.61	-35.38	34.75	-1.91	3.57	-3.07	2.46	1.28	3.57	2.24	35.61	2.58	35.68	combinación cargas con esquiadores ELU
511V/t6	0.24	15.92	-12.66	15.91	-0.18	0.61	-0.35	0.45	0.03	0.61	0.24	15.92	0.28	15.93	combinación cargas con esquiadores ELU
512V/t6	0.31	9.28	-4.59	9.27	-0.17	0.49	-0.36	0.35	0.07	0.49	0.31	9.28	0.36	9.29	combinación cargas con esquiadores ELU
513V/t6	3.05	25.26	-24.06	24.06	-2.64	2.32	-2.63	2.42	1.72	2.74	3.05	25.26	3.52	25.38	combinación cargas con esquiadores ELU
514V/t6	0.78	26.95	-15.65	26.93	-0.35	1.12	-0.79	0.65	0.09	1.12	0.78	26.95	0.90	26.96	combinación cargas con esquiadores ELU
515V/t6	1.72	25.18	-14.26	24.87	-1.46	2.69	-1.93	2.28	0.98	2.69	1.72	25.18	1.99	25.29	combinación cargas con esquiadores ELU
516V/t6	0.58	28.85	-14.13	28.84	-0.33	0.72	-0.50	0.62	0.20	0.72	0.58	28.85	0.67	28.85	combinación cargas con esquiadores ELU
517V/t6	1.65	28.84	-12.64	28.76	-1.26	1.39	-1.27	1.39	0.75	1.39	1.65	28.84	1.91	28.85	combinación cargas con esquiadores ELU
518V/t6	1.65	31.43	-14.21	31.35	-1.25	1.32	-1.54	1.12	0.75	1.54	1.65	31.43	1.91	31.45	combinación cargas con esquiadores ELU
519V/t6	1.16	27.85	-9.44	27.83	-0.47	0.96	-0.90	0.60	0.30	0.96	1.16	27.85	1.34	27.85	combinación cargas con esquiadores ELU
522V/t6	0.56	10.44	-0.33	10.43	-0.33	0.48	-0.38	0.52	0.20	0.52	0.56	10.44	0.65	10.45	combinación cargas con esquiadores ELU
523V/t6	0.04	9.92	-9.91	1.52	-0.16	0.03	-0.26	0.03	0.00	0.26	0.04	9.92	0.05	9.92	combinación cargas con esquiadores ELU
524V/t6	0.36	11.26	-11.26	0.36	-0.40	0.40	-0.24	0.36	0.01	0.40	0.36	11.26	0.42	11.27	combinación cargas con esquiadores ELU
525V/t6	0.02	7.87	-0.10	0.03	-0.10	0.03	-0.22	0.03	0.00	0.22	0.02	7.87	0.02	7.87	combinación cargas con esquiadores ELU
526V/t6	0.23	15.25	-4.07	15.22	-0.30	0.52	-0.24	0.68	0.04	0.69	0.23	15.25	0.27	15.26	combinación cargas con esquiadores ELU
527V/t6	0.62	8.39	-8.38	-0.43	-0.27	0.31	-0.28	0.38	0.14	0.38	0.62	8.39	0.67	8.40	combinación cargas con esquiadores ELU
530V/t6	0.08	10.66	-10.50	10.65	-0.34	0.09	-0.16	0.30	0.00	0.34	0.08	10.66	0.10	10.66	combinación cargas con esquiadores ELU
531V/t6	0.52	6.76	-6.55	6.70	-0.50	0.57	-0.47	0.69	0.27	0.69	0.52	6.76	0.60	6.78	combinación cargas con esquiadores ELU
532V/t6	0.04	7.76	-7.72	7.76	-0.06	0.00	-0.00	0.16	0.02	0.16	0.04	7.76	0.05	7.76	combinación cargas con esquiadores ELU
533V/t6	0.45	3.07	-2.92	2.99	-0.44	0.33	-0.41	0.44	0.23	0.45	0.45	3.07	0.51	3.09	combinación cargas con esquiadores ELU
534V/t6	0.54	7.97	-7.72	7.90	-0.51	0.66	-0.74	0.52	0.30	0.74	0.54	7.97	0.62	8.00	combinación cargas con esquiadores ELU
535V/t6	0.10	14.49	-14.43	14.48	-0.11	0.42	-0.39	0.16	0.00	0.42	0.10	14.49	0.11	14.49	combinación cargas con esquiadores ELU
536V/t6	1.17	8.54	-8.23	8.35	-1.04	1.04	-0.95	1.21	0.64	1.21	1.17	8.54	1.35	8.60	combinación cargas con esquiadores ELU
537V/t6	0.00	2.61	-2.61	2.54	-0.00	0.00	-0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	2.61	0.00	2.61	combinación cargas con esquiadores ELU
538V/t6	0.07	7.14	-7.11	7.00	-0.13	0.37	-0.15	0.42	0.01	0.43	0.07	7.14	0.08	7.14	combinación cargas con esquiadores ELU
539V/t6	0.07	8.81	-8.81	8.74	-0.38	0.10	-0.40	0.11	0.00	0.40	0.01	8.82	0.01	8.83</	

TENSIONES BARRAS PILONA 4

Barra / Caso	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] min.	Mises [Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz] max.	Normales min.	Normales max.	Tau xy min.	Tau xy max.	Tau xz min.	Tau xz max.	Tangentes T min.	Tangentes T max.	Mises min.	Mises max.	Tresca min.	Tresca max.	Nombre del caso
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
35\t/\t7	10.49	18.99	10.49	18.99	-0.10	0.16	-0.11	0.21	0.03	0.21	10.49	18.99	10.49	18.99	Combinacion cargas con esquiadores ELU
36\t/\t7	5.69	21.74	-21.74	-5.68	-0.19	0.01	-0.02	0.23	0.00	0.23	5.69	21.74	5.69	21.74	Combinacion cargas con esquiadores ELU
37\t/\t7	6.71	19.74	6.70	19.74	-0.26	0.09	-0.08	0.33	0.00	0.33	6.71	19.74	6.72	19.75	Combinacion cargas con esquiadores ELU
38\t/\t7	8.71	17.02	-17.02	-8.71	-0.05	0.02	-0.06	0.16	0.00	0.16	8.71	17.02	8.71	17.02	Combinacion cargas con esquiadores ELU
39\t/\t7	6.79	18.63	6.79	18.63	-0.07	0.05	-0.02	0.23	0.04	0.23	6.79	18.63	6.79	18.63	Combinacion cargas con esquiadores ELU
40\t/\t7	8.12	16.52	-16.51	-8.12	-0.06	0.04	-0.06	0.19	0.00	0.19	8.12	16.52	8.12	16.52	Combinacion cargas con esquiadores ELU
41\t/\t7	6.66	17.38	6.66	17.38	-0.06	0.04	-0.02	0.21	0.03	0.21	6.66	17.38	6.66	17.38	Combinacion cargas con esquiadores ELU
42\t/\t7	7.70	15.57	-15.57	-7.70	-0.05	0.04	-0.06	0.18	0.00	0.18	7.70	15.57	7.70	15.57	Combinacion cargas con esquiadores ELU
43\t/\t7	6.29	16.50	6.28	16.50	-0.05	0.04	-0.01	0.21	0.03	0.21	6.29	16.50	6.29	16.50	Combinacion cargas con esquiadores ELU
44\t/\t7	7.26	14.76	-14.76	-7.26	-0.04	0.05	-0.06	0.19	0.00	0.19	7.26	14.76	7.26	14.76	Combinacion cargas con esquiadores ELU
45\t/\t7	5.98	15.54	5.98	15.54	-0.04	0.04	-0.01	0.20	0.03	0.20	5.98	15.54	5.98	15.54	Combinacion cargas con esquiadores ELU
46\t/\t7	6.80	13.95	-13.95	-6.80	-0.04	0.05	-0.05	0.18	0.00	0.18	6.80	13.95	6.80	13.95	Combinacion cargas con esquiadores ELU
47\t/\t7	5.64	14.61	5.64	14.61	-0.04	0.04	-0.01	0.19	0.03	0.19	5.64	14.61	5.64	14.61	Combinacion cargas con esquiadores ELU
48\t/\t7	6.34	13.15	-13.15	-6.34	-0.03	0.05	-0.05	0.18	0.00	0.18	6.34	13.15	6.34	13.15	Combinacion cargas con esquiadores ELU
49\t/\t7	5.29	13.68	5.29	13.76	-0.03	0.04	-0.01	0.19	0.03	0.19	5.29	13.76	5.30	13.76	Combinacion cargas con esquiadores ELU
50\t/\t7	5.85	12.37	-12.37	-5.85	-0.03	0.05	-0.04	0.18	0.00	0.18	5.85	12.37	5.85	12.37	Combinacion cargas con esquiadores ELU
51\t/\t7	4.64	13.12	4.64	13.22	-0.03	0.05	-0.01	0.18	0.02	0.18	4.64	13.22	4.64	13.22	Combinacion cargas con esquiadores ELU
52\t/\t7	5.35	11.61	-11.61	-5.34	-0.02	0.05	-0.04	0.18	0.00	0.18	5.35	11.61	5.35	11.61	Combinacion cargas con esquiadores ELU
53\t/\t7	3.92	12.58	3.92	12.67	-0.02	0.05	-0.01	0.18	0.02	0.18	3.92	12.67	3.92	12.67	Combinacion cargas con esquiadores ELU
54\t/\t7	4.82	10.87	-10.87	-4.82	-0.02	0.05	-0.04	0.18	0.00	0.18	4.82	10.87	4.82	10.87	Combinacion cargas con esquiadores ELU
55\t/\t7	3.23	12.00	3.23	12.09	-0.02	0.04	-0.01	0.17	0.01	0.17	3.23	12.09	3.23	12.09	Combinacion cargas con esquiadores ELU
56\t/\t7	4.24	10.20	-10.20	-4.24	-0.02	0.05	-0.03	0.18	0.00	0.18	4.24	10.20	4.24	10.20	Combinacion cargas con esquiadores ELU
57\t/\t7	2.52	11.50	2.51	11.58	-0.02	0.04	-0.01	0.17	0.01	0.17	2.52	11.58	2.52	11.58	Combinacion cargas con esquiadores ELU
58\t/\t7	3.87	9.21	-9.21	-3.87	-0.01	0.04	-0.03	0.16	0.00	0.16	3.87	9.21	3.87	9.21	Combinacion cargas con esquiadores ELU
59\t/\t7	1.95	10.69	1.95	10.69	-0.01	0.04	-0.00	0.15	0.00	0.15	1.95	10.69	1.95	10.69	Combinacion cargas con esquiadores ELU
60\t/\t7	2.39	9.73	-9.73	-2.39	-0.00	0.04	-0.01	0.19	0.00	0.19	2.39	9.73	2.39	9.73	Combinacion cargas con esquiadores ELU
61\t/\t7	1.06	11.03	1.05	11.03	-0.07	0.02	-0.01	0.19	0.00	0.19	1.06	11.03	1.06	11.03	Combinacion cargas con esquiadores ELU
62\t/\t7	2.43	7.72	-7.72	-2.42	-0.16	0.04	-0.16	0.17	0.00	0.17	2.43	7.72	2.44	7.72	Combinacion cargas con esquiadores ELU
64\t/\t7	0.00	0.33	-0.33	0.33	-0.00	0.00	-0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.33	0.00	0.33	Combinacion cargas con esquiadores ELU
65\t/\t7	0.00	0.33	-0.33	0.33	-0.00	0.00	-0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.33	0.00	0.33	Combinacion cargas con esquiadores ELU
66\t/\t7	0.00	0.33	-0.33	0.33	-0.00	0.00	-0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.33	0.00	0.33	Combinacion cargas con esquiadores ELU
85\t/\t7	6.66	18.13	-18.10	-6.50	-0.65	1.08	-1.07	0.79	0.30	1.10	6.66	18.13	6.72	18.14	Combinacion cargas con esquiadores ELU
86\t/\t7	26.06	88.55	25.99	88.48	-2.96	0.59	-0.45	3.80	0.03	3.82	26.06	88.55	26.08	88.58	Combinacion cargas con esquiadores ELU
87\t/\t7	2.88	11.80	-11.78	-2.80	-0.35	0.39	-0.48	0.44	0.20	0.48	2.88	11.80	2.91	11.80	Combinacion cargas con esquiadores ELU
88\t/\t7	0.22	37.48	-5.72	37.48	-0.06	0.61	-2.08	0.01	0.12	2.08	0.22	37.48	0.25	37.48	Combinacion cargas con esquiadores ELU
89\t/\t7	28.41	53.42	-53.41	-28.37	-0.66	1.16	-0.38	1.61	0.01	1.62	28.41	53.42	28.43	53.42	Combinacion cargas con esquiadores ELU
90\t/\t7	1.52	10.35	-10.33	-1.41	-0.53	0.38	-0.48	0.57	0.16	0.58	1.52	10.35	1.56	10.36	Combinacion cargas con esquiadores ELU
91\t/\t7	69.22	135.78	69.21	135.71	-0.61	3.09	-4.24	0.43	0.01	4.27	69.22	135.78	69.23	135.80	Combinacion cargas con esquiadores ELU
92\t/\t7	3.25	9.03	3.10	8.99	-0.60	0.45	-0.56	0.61	0.35	0.61	3.25	9.03	3.29	9.05	Combinacion cargas con esquiadores ELU
93\t/\t7	4.00	8.96	-8.92	-3.88	-0.57	0.48	-0.60	0.60	0.35	0.60	4.00	8.96	4.04	8.98	Combinacion cargas con esquiadores ELU
95\t/\t7	4.47	7.82	4.35	7.76	-0.59	0.52	-0.59	0.63	0.37	0.63	4.47	7.82	4.51	7.83	Combinacion cargas con esquiadores ELU
96\t/\t7	4.22	7.96	-7.91	-4.13	-0.50	0.51	-0.57	0.59	0.33	0.59	4.22	7.96	4.25	7.97	Combinacion cargas con esquiadores ELU
98\t/\t7	4.04	7.52	3.95	7.47	-0.50	0.43	-0.49	0.56	0.29	0.56	4.04	7.52	4.07	7.54	Combinacion cargas con esquiadores ELU
99\t/\t7	3.89	7.60	-7.56	-3.82	-0.43	0.44	-0.50	0.53	0.27	0.53	3.89	7.60	3.92	7.61	Combinacion cargas con esquiadores ELU
101\t/\t7	3.38	7.57	3.31	7.54	-0.42	0.35	-0.48	0.40	0.22	0.49	3.38	7.57	3.40	7.58	Combinacion cargas con esquiadores ELU
102\t/\t7	3.32	7.49	-7.46	-3.25	-0.35	0.37	-0.41	0.46	0.20	0.46	3.32	7.49	3.34	7.49	Combinacion cargas con esquiadores ELU
104\t/\t7	2.73	7.54	2.67	7.52	-0.36	0.27	-0.33	0.42	0.15	0.42	2.73	7.54	2.74	7.55	Combinacion cargas con esquiadores ELU
105\t/\t7	2.77	7.34	-7.32	-2.72	-0.28	0.30	-0.33	0.40	0.13	0.40	2.77	7.34	2.78	7.34	Combinacion cargas con esquiadores ELU
107\t/\t7	2.07	7.52	2.03	7.51	-0.29	0.20	-0.25	0.35	0.09	0.35	2.07	7.52	2.08	7.53	Combinacion cargas con esquiadores ELU
108\t/\t7	2.21	7.20	-7.19	-2.17	-0.21	0.23	-0.26	0.34	0.07	0.34	2.21	7.20	2.22	7.20	Combinacion cargas con esquiadores ELU
110\t/\t7	1.45	7.48	1.41	7.47	-0.23	0.13	-0.29	0.18	0.04	0.29	1.45	7.48	1.46	7.48	Combinacion cargas con esquiadores ELU
111\t/\t7	1.67	7.04	-7.04	-1.65	-0.14	0.17	-0.18	0.28	0.01	0.28	1.67	7.04	1.68	7.04	Combinacion cargas con esquiadores ELU
113\t/\t7	0.83	7.43	0.80	7.42	-0.17	0.06	-0.12	0.23	0.00	0.23	0.83	7.43	0.84	7.43	Combinacion cargas con esquiadores ELU

114/t/7	1.15	6.88	-6.88	-1.13	-0.07	0.11	-0.11	0.22	0.00	0.22	1.15	6.88	1.15	6.88	Combinacion cargas con esquiadores ELU
116/t/7	0.25	7.35	0.22	7.35	-0.12	0.02	-0.05	0.18	0.00	0.18	0.25	7.35	0.26	7.35	Combinacion cargas con esquiadores ELU
117/t/7	0.63	6.72	-6.72	-0.62	-0.02	0.06	-0.05	0.18	0.00	0.18	0.63	6.72	0.63	6.72	Combinacion cargas con esquiadores ELU
119/t/7	0.08	7.26	-0.35	7.26	-0.07	0.00	-0.00	0.13	0.00	0.13	0.08	7.26	0.09	7.26	Combinacion cargas con esquiadores ELU
120/t/7	0.14	6.52	-6.52	-0.14	-0.01	0.04	-0.02	0.16	0.00	0.16	0.14	6.52	0.14	6.52	Combinacion cargas con esquiadores ELU
122/t/7	0.08	7.14	-0.89	7.14	-0.12	0.02	-0.17	0.04	0.00	0.17	0.08	7.14	0.09	7.14	Combinacion cargas con esquiadores ELU
123/t/7	0.06	6.40	-6.39	0.40	-0.04	0.09	-0.06	0.21	0.00	0.21	0.06	6.40	0.07	6.40	Combinacion cargas con esquiadores ELU
125/t/7	0.06	6.97	-1.36	6.96	-0.15	0.04	-0.21	0.07	0.00	0.21	0.06	6.97	0.07	6.97	Combinacion cargas con esquiadores ELU
126/t/7	0.13	6.24	-6.23	0.83	-0.09	0.16	-0.13	0.28	0.00	0.28	0.13	6.24	0.15	6.24	Combinacion cargas con esquiadores ELU
127/t/7	0.02	7.62	-2.44	7.60	-0.28	0.10	-0.33	0.15	0.01	0.33	0.02	7.62	0.03	7.62	Combinacion cargas con esquiadores ELU
128/t/7	0.08	4.73	-4.73	0.81	-0.07	0.03	-0.06	0.19	0.00	0.19	0.08	4.73	0.09	4.73	Combinacion cargas con esquiadores ELU
129/t/7	0.04	5.02	-2.22	5.02	-0.12	0.04	-0.10	0.17	0.00	0.17	0.04	5.02	0.04	5.02	Combinacion cargas con esquiadores ELU
134/t/7	1.20	9.86	-9.80	-0.45	-0.65	0.64	-0.69	0.76	0.41	0.77	1.20	9.86	1.36	9.88	Combinacion cargas con esquiadores ELU
136/t/7	0.59	18.86	-4.12	18.82	-0.45	0.70	-0.38	0.90	0.16	0.90	0.59	18.86	0.68	18.87	Combinacion cargas con esquiadores ELU
137/t/7	2.20	12.40	-12.37	-1.93	-0.65	0.48	-0.56	0.73	0.30	0.73	2.20	12.40	2.28	12.41	Combinacion cargas con esquiadores ELU
139/t/7	2.14	11.81	1.99	11.79	-0.37	0.51	-0.40	0.60	0.20	0.60	2.14	11.81	2.18	11.82	Combinacion cargas con esquiadores ELU
140/t/7	1.53	11.56	-11.54	-1.28	-0.49	0.41	-0.43	0.62	0.20	0.62	1.53	11.56	1.61	11.57	Combinacion cargas con esquiadores ELU
142/t/7	1.60	11.79	1.40	11.77	-0.34	0.53	-0.39	0.60	0.20	0.60	1.60	11.79	1.66	11.80	Combinacion cargas con esquiadores ELU
143/t/7	1.66	10.87	-10.85	-1.49	-0.43	0.34	-0.37	0.54	0.15	0.54	1.66	10.87	1.71	10.87	Combinacion cargas con esquiadores ELU
145/t/7	1.76	10.88	1.64	10.86	-0.27	0.44	-0.51	0.32	0.13	0.51	1.76	10.88	1.80	10.89	Combinacion cargas con esquiadores ELU
146/t/7	1.64	10.17	-10.15	-1.53	-0.35	0.27	-0.31	0.46	0.10	0.46	1.64	10.17	1.68	10.17	Combinacion cargas con esquiadores ELU
148/t/7	1.71	10.32	1.65	10.30	-0.21	0.36	-0.43	0.25	0.09	0.43	1.71	10.32	1.73	10.32	Combinacion cargas con esquiadores ELU
149/t/7	1.63	9.48	-9.47	-1.56	-0.28	0.20	-0.24	0.39	0.05	0.39	1.63	9.48	1.65	9.48	Combinacion cargas con esquiadores ELU
151/t/7	1.56	9.76	1.52	9.75	-0.15	0.29	-0.19	0.36	0.04	0.36	1.56	9.76	1.57	9.77	Combinacion cargas con esquiadores ELU
152/t/7	1.61	8.81	-8.81	-1.57	-0.21	0.14	-0.18	0.31	0.01	0.31	1.61	8.81	1.62	8.81	Combinacion cargas con esquiadores ELU
154/t/7	1.42	9.21	1.40	9.21	-0.09	0.22	-0.13	0.29	0.00	0.29	1.42	9.21	1.42	9.21	Combinacion cargas con esquiadores ELU
155/t/7	1.57	8.17	-8.17	-1.55	-0.14	0.08	-0.13	0.25	0.00	0.25	1.57	8.17	1.58	8.17	Combinacion cargas con esquiadores ELU
157/t/7	1.26	8.68	1.25	8.68	-0.04	0.15	-0.07	0.22	0.00	0.22	1.26	8.68	1.26	8.68	Combinacion cargas con esquiadores ELU
158/t/7	1.53	7.54	-7.54	-1.52	-0.08	0.03	-0.08	0.18	0.00	0.18	1.53	7.54	1.53	7.54	Combinacion cargas con esquiadores ELU
160/t/7	1.10	8.16	1.10	8.16	-0.01	0.09	-0.02	0.16	0.00	0.16	1.10	8.16	1.10	8.16	Combinacion cargas con esquiadores ELU
161/t/7	1.46	6.95	-6.95	-1.46	-0.03	0.00	-0.03	0.12	0.00	0.12	1.46	6.95	1.46	6.95	Combinacion cargas con esquiadores ELU
163/t/7	0.95	7.64	0.95	7.64	-0.00	0.07	-0.14	0.01	0.00	0.14	0.95	7.64	0.95	7.64	Combinacion cargas con esquiadores ELU
164/t/7	1.37	6.39	-6.39	-1.36	-0.08	0.02	-0.08	0.17	0.00	0.17	1.37	6.39	1.37	6.39	Combinacion cargas con esquiadores ELU
166/t/7	0.77	7.16	0.75	7.16	-0.03	0.11	-0.18	0.06	0.00	0.18	0.77	7.16	0.77	7.16	Combinacion cargas con esquiadores ELU
167/t/7	1.25	5.85	-5.85	-1.24	-0.12	0.07	-0.13	0.21	0.00	0.21	1.25	5.85	1.26	5.85	Combinacion cargas con esquiadores ELU
169/t/7	0.66	6.63	0.62	6.63	-0.07	0.15	-0.11	0.22	0.00	0.22	0.66	6.63	0.67	6.63	Combinacion cargas con esquiadores ELU
170/t/7	1.12	5.40	-5.39	-1.10	-0.15	0.10	-0.16	0.24	0.00	0.24	1.12	5.40	1.12	5.40	Combinacion cargas con esquiadores ELU
171/t/7	0.41	6.32	0.30	6.31	-0.12	0.20	-0.16	0.27	0.02	0.27	0.41	6.32	0.44	6.32	Combinacion cargas con esquiadores ELU
172/t/7	1.26	4.54	-4.53	-1.21	-0.22	0.17	-0.25	0.29	0.06	0.29	1.26	4.54	1.28	4.55	Combinacion cargas con esquiadores ELU
173/t/7	0.16	6.54	-0.84	6.62	-0.15	0.12	-0.10	0.28	0.00	0.28	0.16	6.63	0.18	6.63	Combinacion cargas con esquiadores ELU
174/t/7	0.37	7.40	-7.38	1.13	-0.37	0.21	-0.29	0.45	0.08	0.45	0.37	7.40	0.42	7.41	Combinacion cargas con esquiadores ELU
481/t/7	0.46	22.42	-22.40	1.25	-0.29	0.58	-0.22	0.82	0.00	0.82	0.46	22.42	0.53	22.43	Combinacion cargas con esquiadores ELU
482/t/7	0.03	10.54	-4.60	10.54	-0.01	0.10	-0.34	0.00	0.01	0.34	0.03	10.54	0.03	10.54	Combinacion cargas con esquiadores ELU
483/t/7	20.28	41.05	20.26	41.08	-0.49	0.54	-0.50	0.67	0.00	0.67	20.28	41.09	20.29	41.09	Combinacion cargas con esquiadores ELU
484/t/7	0.29	115.27	-1.47	115.26	-1.83	0.91	-0.86	1.44	0.00	1.83	0.29	115.27	0.33	115.28	Combinacion cargas con esquiadores ELU
485/t/7	0.05	86.43	-32.37	86.36	-4.65	0.75	-2.32	0.68	0.00	4.65	0.05	86.43	0.06	86.45	Combinacion cargas con esquiadores ELU
486/t/7	0.00	0.11	-0.11	0.11	-0.00	0.00	-0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.11	0.00	0.11	Combinacion cargas con esquiadores ELU
487/t/7	0.00	0.11	-0.11	0.11	-0.00	0.00	-0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.11	0.00	0.11	Combinacion cargas con esquiadores ELU
488/t/7	0.00	0.11	-0.11	0.11	-0.00	0.00	-0.04	0.04	0.00	0.04	0.00	0.11	0.00	0.11	Combinacion cargas con esquiadores ELU

Tabla A6-4. Tensiones barras pila 4

TENSIONES BARRAS PILONA 5

Barra / Caso	Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) min.				Mises (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz) max.				Normales max.		Tau xy min.		Tau xy max.		Tau xz min.		Tau xz max.		Tangentes T min.		Tangentes T max.		Mises min.		Mises max.		Tresca min.		Tresca max.		Nombre del caso			
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa				
11t/t6	3.94	186.01			-185.71	9.44	-1.85	8.96	-2.56	6.56	0.12	8.97	3.94	186.01	4.55	186.11															combinación cargas con esquiadores ELU			
21t/t6	3.29	30.32			-25.28	3.24	-3.25	3.26	-3.25	3.26	0.00	3.25	3.24	30.32	3.25	30.47															combinación cargas con esquiadores ELU			
31t/t6	9.73	290.32			-290.09	16.25	-11.75	11.29	-9.52	8.93	0.03	11.75	9.73	290.32	11.22	290.39															combinación cargas con esquiadores ELU			
51t/t6	0.12	321.37			-159.83	321.30	-18.36	18.66	-17.06	16.54	0.00	18.81	0.12	321.37	0.14	321.39															combinación cargas con esquiadores ELU			
71t/t6	0.02	85.61			-84.91	73.85	-9.87	10.64	-10.86	9.83	0.00	11.03	0.02	85.61	0.02	85.85															combinación cargas con esquiadores ELU			
111t/t6	11.54	24.85			-11.53	24.85	-0.24	0.19	-0.47	0.11	0.00	0.47	11.54	24.85	11.54	24.85															combinación cargas con esquiadores ELU			
351t/t6	0.35	38.58			-38.58	0.35	-0.35	0.36	-0.36	0.37	0.00	0.35	0.35	38.58	0.36	38.58																combinación cargas con esquiadores ELU		
361t/t6	1.89	15.24			-1.88	15.24	-0.02	0.10	-0.02	0.24	0.00	0.24	1.89	15.24	1.89	15.24																combinación cargas con esquiadores ELU		
371t/t6	4.23	18.46			-18.44	-4.16	-0.45	0.40	-0.62	0.28	0.15	0.62	4.23	18.46	4.26	18.46																combinación cargas con esquiadores ELU		
381t/t6	8.04	15.92			-8.02	15.92	-0.30	0.20	-0.28	0.37	0.08	0.37	8.04	15.92	8.04	15.92																combinación cargas con esquiadores ELU		
391t/t6	11.01	12.49			-12.48	-11.00	-0.13	0.13	-0.15	0.16	0.07	0.16	11.01	12.49	11.01	12.49																combinación cargas con esquiadores ELU		
401t/t6	9.08	15.05			-9.08	15.05	-0.09	0.10	-0.15	0.23	0.03	0.23	9.08	15.05	9.08	15.05																combinación cargas con esquiadores ELU		
411t/t6	11.16	13.64			-13.64	-11.16	-0.15	0.16	-0.20	0.15	0.07	0.20	11.16	13.64	11.16	13.64																combinación cargas con esquiadores ELU		
421t/t6	9.43	16.13			-9.43	16.13	-0.09	0.09	-0.10	0.22	0.00	0.22	9.43	16.13	9.43	16.13																combinación cargas con esquiadores ELU		
431t/t6	11.60	14.47			-14.47	-11.59	-0.13	0.13	-0.18	0.13	0.06	0.18	11.60	14.47	11.60	14.47																combinación cargas con esquiadores ELU		
441t/t6	9.87	16.93			-9.87	16.93	-0.08	0.08	-0.09	0.21	0.00	0.21	9.87	16.93	9.87	16.93																combinación cargas con esquiadores ELU		
451t/t6	11.98	15.34			-15.34	-11.97	-0.13	0.13	-0.18	0.13	0.05	0.18	11.98	15.34	11.98	15.34																	combinación cargas con esquiadores ELU	
461t/t6	10.22	17.83			-10.22	17.83	-0.08	0.07	-0.09	0.21	0.00	0.21	10.22	17.83	10.22	17.83																	combinación cargas con esquiadores ELU	
471t/t6	12.30	16.26			-16.26	-12.30	-0.13	0.12	-0.18	0.12	0.05	0.18	12.30	16.26	12.30	16.26																	combinación cargas con esquiadores ELU	
481t/t6	10.63	18.69			-10.63	18.69	-0.08	0.07	-0.09	0.21	0.00	0.21	10.63	18.69	10.63	18.69																	combinación cargas con esquiadores ELU	
491t/t6	12.60	17.27			-12.60	-12.60	-0.14	0.12	-0.19	0.12	0.05	0.19	12.60	17.27	12.60	17.27																	combinación cargas con esquiadores ELU	
501t/t6	10.91	19.63			-10.91	19.63	-0.07	0.06	-0.08	0.21	0.00	0.21	10.91	19.63	10.91	19.63																	combinación cargas con esquiadores ELU	
511t/t6	13.34	17.89			-17.89	-13.34	-0.08	0.07	-0.12	0.07	0.01	0.12	13.34	17.89	13.34	17.89																	combinación cargas con esquiadores ELU	
521t/t6	10.75	21.39			-10.75	21.39	-0.09	0.02	-0.04	0.22	0.00	0.22	10.75	21.39	10.75	21.39																	combinación cargas con esquiadores ELU	
531t/t6	9.98	21.21			-21.21	-9.97	-0.25	0.13	-0.31	0.13	0.04	0.31	9.98	21.21	9.98	21.21																	combinación cargas con esquiadores ELU	
541t/t6	3.94	37.87			-3.94	37.87	-0.16	0.06	-0.36	0.05	0.00	0.36	3.94	37.87	3.94	37.87																	combinación cargas con esquiadores ELU	
551t/t6	12.01	30.96			-30.95	-11.99	-0.45	0.51	-0.26	0.76	0.10	0.76	12.01	30.96	12.02	30.96																	combinación cargas con esquiadores ELU	
561t/t6	1.43	76.24			-1.43	76.18	-1.86	1.45	-0.75	2.99	0.07	3.00	1.43	76.24	1.65	76.27																	combinación cargas con esquiadores ELU	
571t/t6	0.88	104.11			-23.19	104.10	-0.91	0.21	-1.80	0.12	0.02	1.80	0.88	104.11	1.02	104.11																	combinación cargas con esquiadores ELU	
581t/t6	9.71	72.87			-72.87	-9.66	-0.76	0.12	-0.97	0.11	0.00	0.97	9.71	72.87	9.73	72.87																	combinación cargas con esquiadores ELU	
591t/t6	18.63	18.63			-18.63	18.63	-1.07	0.36	-1.99	0.16	0.00	1.99	18.63	18.63	18.63	18.63																	combinación cargas con esquiadores ELU	
731t/t6	0.14	13.50			-13.49	10.30	-0.20	0.33	-0.06	0.85	0.07	0.85	0.14	13.50	0.16	13.50																	combinación cargas con esquiadores ELU	
741t/t6	0.06	6.12			-6.09	5.63	-0.69	0.25	-0.21	0.82	0.01	0.83	0.06	6.12	0.06	6.13																	combinación cargas con esquiadores ELU	
751t/t6	0.50	5.81			-4.89	5.63	-1.61	0.73	-1.32	1.09	0.28	1.65	0.50	5.81	0.58	5.88																	combinación cargas con esquiadores ELU	
761t/t6	8.54	20.00			-19.96	-8.57	-1.15	-1.73	0.86	1.73	0.45	1.73	8.54	20.00	8.60	20.04																	combinación cargas con esquiadores ELU	
771t/t6	10.69	19.69			-19.61	-10.57	-1.13	1.15	-1.43	0.98	0.40	1.45	10.69	19.69	10.73	19.69																	combinación cargas con esquiadores ELU	
781t/t6	0.90	12.03			-11.75	11.70	-1.19	2.40	-1.44	2.23	0.48	2.43	0.90	12.03	1.04	12.14																	combinación cargas con esquiadores ELU	
871t/t6	0.09	22.16			-22.15	13.92	-0.38	0.34	-0.18	0.74	0.00	0.74	0.09	22.16	0.11	22.16																	combinación cargas con esquiadores ELU	
921t/t6	0.36	2.00			-1.96	1.86	-0.33	0.28	-0.36	0.36	0.18	0.36	0.36	2.00	0.41	2.01																combinación cargas con esquiadores ELU		
931t/t6	0.01	2.47			-2.47	2.03	-0.03	0.02	-0.03	0.10	0.00	0.10	0.01	2.47	0.03	2.47																	combinación cargas con esquiadores ELU	
951t/t6	0.01	1.17			-0.94	1.17	-0.05	0.03	-0.08	0.11	0.00	0.11	0.01	1.17	0.01	1.18																	combinación cargas con esquiadores ELU	
961t/t6	0.04	2.60			-2.60	2.53	-0.09	0.08	-0.14	0.19	0.00	0.19	0.04	2.60	0.04	2.61																	combinación cargas con esquiadores ELU	
981t/t6	0.01	1.32			-1.31	0.90	-0.07	0.04	-0.09	0.13	0.00	0.13	0.01	1.32	0.01	1.32																	combinación cargas con esquiadores ELU	
991t/t6	0.12	2.39			-1.91	2.37	-0.19	0.20	-0.25	0.28	0.07	0.28	0.12	2.39	0.14	2.40																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1011t/t6	0.16	1.72			-1.72	1.59	-0.18	0.13	-0.20	0.18	0.05	0.20	0.16	1.72	0.19	1.74																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1021t/t6	0.24	2.54			-1.35	2.50	-0.26	0.27	-0.33	0.35	0.13	0.35	0.24	2.55	0.28	2.56																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1041t/t6	0.28	2.08			-2.05	2.08	-0.20	0.20	-0.25	0.26	0.10	0.26	0.28	2.08	0.32	2.09																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1051t/t6	0.38	2.79			-0.92	2.73	-0.33	0.33	-0.40	0.41	0.19	0.41	0.38	2.79	0.44	2.81																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1071t/t6	0.45	2.45			-2.40	-0.02	-0.26	0.28	-0.33	0.32	0.16	0.33	0.45	2.45	0.51	2.46																	combinación cargas con esquiadores ELU	
1081t/t6	0.70	3.27			-0.40	3.19	-0.40	0.40	-0.47	0.47	0.25	0.47</																						

294V/t6	3.66	67.60	-57.11	66.92	-3.58	5.44	-5.99	3.17	2.03	6.00	3.66	67.60	4.22	67.82	combinación cargas con esquiadores ELU
298V/t6	16.34	106.82	-104.09	96.91	-14.68	12.70	-14.77	12.70	9.32	15.29	16.34	106.82	18.84	107.71	combinación cargas con esquiadores ELU
299V/t6	128.95	150.35	128.94	150.35	-1.01	0.48	-0.76	0.79	0.30	1.01	128.95	150.35	128.95	150.35	combinación cargas con esquiadores ELU
353V/t6	2.08	22.96	-22.71	12.05	-1.88	1.94	-2.43	1.51	0.98	2.43	2.08	22.96	2.39	23.04	combinación cargas con esquiadores ELU
380V/t6	0.08	41.51	-19.62	41.48	-0.42	1.41	-0.41	1.54	0.00	1.54	0.08	41.51	0.09	41.52	combinación cargas con esquiadores ELU
388V/t6	2.05	16.12	-16.03	-0.95	-0.77	1.22	-1.04	1.06	0.55	1.22	2.05	16.12	2.28	16.15	combinación cargas con esquiadores ELU
391V/t6	1.86	18.11	-18.02	0.72	-0.84	1.37	-1.13	1.19	0.59	1.37	1.86	18.11	2.12	18.14	combinación cargas con esquiadores ELU
400V/t6	2.39	23.94	-23.70	4.48	-2.23	2.23	-2.05	1.93	1.19	2.25	2.39	23.94	2.76	24.02	combinación cargas con esquiadores ELU
415V/t6	1.89	18.92	-18.83	0.55	-0.89	1.39	-1.17	1.22	0.64	1.39	1.89	18.92	2.17	18.95	combinación cargas con esquiadores ELU
417V/t6	1.01	20.31	-20.26	3.93	-0.62	1.07	-0.89	0.92	0.43	1.08	1.01	20.31	1.16	20.32	combinación cargas con esquiadores ELU
419V/t6	0.89	20.50	-20.43	5.53	-0.64	1.21	-0.98	0.97	0.43	1.21	0.89	20.50	1.02	20.52	combinación cargas con esquiadores ELU
421V/t6	1.37	21.47	-21.25	4.04	-0.84	1.04	-0.78	0.93	0.58	1.04	1.37	21.47	1.38	21.51	combinación cargas con esquiadores ELU
423V/t6	1.79	318.20	-318.14	300.87	-19.15	20.09	-9.82	8.58	0.99	20.10	1.79	318.20	2.06	318.22	combinación cargas con esquiadores ELU
425V/t6	5.22	33.37	-32.42	4.27	-4.90	4.27	-5.16	4.12	2.94	5.25	5.22	33.37	6.03	33.68	combinación cargas con esquiadores ELU
427V/t6	0.02	41.18	-41.18	18.06	-0.00	0.70	-0.18	0.02	0.00	0.70	0.02	41.18	0.02	41.18	combinación cargas con esquiadores ELU
429V/t6	0.31	62.04	-62.04	62.04	-0.27	0.54	-0.89	0.17	0.17	0.54	0.31	62.04	0.36	62.06	combinación cargas con esquiadores ELU
431V/t6	0.05	129.59	-129.50	106.19	-1.61	6.40	-2.80	4.00	0.03	6.40	0.05	129.59	0.06	129.62	combinación cargas con esquiadores ELU
433V/t6	7.18	44.08	-44.08	21.55	-6.39	5.45	-5.49	6.47	3.96	6.67	7.18	44.08	8.29	45.59	combinación cargas con esquiadores ELU
435V/t6	10.47	122.69	-121.53	86.26	-8.17	12.56	-10.32	10.51	5.90	12.58	10.47	122.69	12.09	123.08	combinación cargas con esquiadores ELU
437V/t6	5.07	34.46	-33.68	32.04	-3.89	4.60	-4.50	4.10	2.88	4.72	5.07	34.46	5.85	34.71	combinación cargas con esquiadores ELU
439V/t6	0.32	180.63	-180.63	139.21	-0.01	4.21	-0.63	0.16	0.01	4.21	0.32	180.63	0.34	180.63	combinación cargas con esquiadores ELU
440V/t6	0.05	4.33	-1.30	4.33	-0.04	0.06	-0.14	0.05	0.00	0.14	0.05	4.33	0.06	4.33	combinación cargas con esquiadores ELU
441V/t6	0.23	7.08	-7.05	3.51	-0.26	0.33	-0.26	0.41	0.11	0.41	0.23	7.08	0.26	7.08	combinación cargas con esquiadores ELU
442V/t6	0.18	3.76	-0.18	3.76	-0.09	0.16	-0.18	0.15	0.04	0.15	0.18	3.76	0.20	3.76	combinación cargas con esquiadores ELU
443V/t6	0.59	12.38	-12.34	8.33	-0.74	0.59	-0.84	0.57	0.33	0.84	0.59	12.38	0.68	12.40	combinación cargas con esquiadores ELU
444V/t6	0.70	12.89	-5.24	12.85	-0.78	0.46	-0.79	0.54	0.31	0.79	0.70	12.89	0.81	12.90	combinación cargas con esquiadores ELU
470V/t6	47.96	53.83	47.95	53.83	-0.52	0.49	-0.61	0.51	0.31	0.62	47.96	53.83	47.96	53.84	combinación cargas con esquiadores ELU
471V/t6	52.88	59.76	-52.88	52.88	-0.21	0.83	-0.21	0.83	0.00	0.83	52.88	59.76	0.00	52.88	combinación cargas con esquiadores ELU
472V/t6	0.62	126.33	-124.29	126.13	-0.82	9.71	-6.37	8.57	0.00	9.71	0.62	126.33	0.72	126.40	combinación cargas con esquiadores ELU
473V/t6	0.59	190.29	-32.83	189.85	-7.65	3.48	-31.42	9.75	0.00	31.43	0.59	190.29	0.68	190.44	combinación cargas con esquiadores ELU
474V/t6	0.08	74.40	-74.40	28.84	-2.30	2.24	-2.35	2.22	0.00	2.57	0.08	74.40	0.09	74.40	combinación cargas con esquiadores ELU
475V/t6	0.11	3.66	-3.66	3.66	-0.00	0.11	-0.00	0.00	0.11	0.00	0.11	3.66	0.00	3.66	combinación cargas con esquiadores ELU
485V/t6	9.67	16.31	9.60	16.25	-0.76	0.67	-0.81	0.79	0.46	0.82	9.67	16.31	9.70	16.32	combinación cargas con esquiadores ELU
486V/t6	10.32	15.83	10.31	15.82	-0.18	0.19	-0.26	0.27	0.05	0.28	10.32	15.83	10.32	15.83	combinación cargas con esquiadores ELU
487V/t6	10.26	15.77	10.25	15.76	-0.33	0.28	-0.41	0.37	0.13	0.41	10.26	15.77	10.26	15.78	combinación cargas con esquiadores ELU
488V/t6	6.48	19.59	6.48	19.59	-0.01	0.46	-0.10	0.16	0.16	0.46	6.48	19.59	0.00	6.48	combinación cargas con esquiadores ELU
489V/t6	5.86	17.81	-1.60	17.81	-4.32	4.09	-4.31	3.07	0.00	4.31	5.86	17.81	6.31	18.44	combinación cargas con esquiadores ELU
490V/t6	2.89	22.51	2.03	22.41	-1.13	1.26	-1.38	1.19	0.74	1.39	2.89	22.51	3.12	22.55	combinación cargas con esquiadores ELU
491V/t6	3.14	66.20	-36.80	66.02	-3.39	2.67	-3.58	2.65	1.78	3.61	3.14	66.20	3.62	66.27	combinación cargas con esquiadores ELU
492V/t6	0.40	76.90	-48.85	76.90	-0.00	0.47	-0.00	0.01	0.23	1.01	0.40	76.90	0.46	76.90	combinación cargas con esquiadores ELU
493V/t6	1.85	1.59	1.59	1.59	-0.64	0.54	-0.60	0.54	0.00	0.65	1.85	1.59	0.00	1.59	combinación cargas con esquiadores ELU
494V/t6	2.12	99.18	-65.28	99.02	-2.03	4.53	-3.01	3.63	1.22	4.54	2.12	99.18	2.45	99.23	combinación cargas con esquiadores ELU
495V/t6	1.05	50.82	-49.12	50.76	-1.96	0.95	-1.49	1.56	0.60	1.96	1.05	50.82	1.21	50.84	combinación cargas con esquiadores ELU
496V/t6	4.55	48.84	-10.31	48.41	-3.59	3.92	-4.22	3.47	2.43	4.28	4.55	48.84	5.25	48.98	combinación cargas con esquiadores ELU
497V/t6	0.09	55.96	-15.82	55.96	-0.07	0.50	-0.07	0.50	0.00	0.65	0.09	55.96	0.10	55.96	combinación cargas con esquiadores ELU
498V/t6	2.94	134.86	-97.99	134.55	-2.86	7.26	-4.74	5.35	1.58	7.27	2.94	134.86	3.39	134.97	combinación cargas con esquiadores ELU
499V/t6	0.21	291.39	-271.71	291.24	-2.78	11.27	-5.14	6.69	0.09	11.28	0.21	291.39	0.23	291.43	combinación cargas con esquiadores ELU
500V/t6	7.00	119.89	-118.40	119.19	-8.49	5.58	-7.46	6.77	4.03	8.50	7.00	119.89	8.09	120.12	combinación cargas con esquiadores ELU
501V/t6	16.56	4.27	16.56	4.27	-10.41	10.93	-10.77	10.70	7.83	11.40	16.56	4.27	18.38	16.56	combinación cargas con esquiadores ELU
506V/t6	0.55	7.05	-6.98	7.05	-4.48	0.59	-0.64	0.51	0.31	0.64	0.55	7.05	0.63	7.07	combinación cargas con esquiadores ELU
507V/t6	0.87	10.83	-9.09	10.70	-0.96	0.71	-1.04	0.72	0.45	1.04	0.87	10.83	1.01	10.87	combinación cargas con esquiadores ELU
508V/t6	2.87	42.58	-42.24	38.92	-2.38	3.90	-3.84	2.52	1.65	3.94	2.87	42.58	3.31	42.70	combinación cargas con esquiadores ELU
509V/t6	0.00	14.24	-14.20	14.20	-0.56	1.11	-0.24	0.13	0.00	1.11	0.00	14.24	0.00	14.24	combinación cargas con esquiadores ELU
510V/t6	0.04	75.29	-71.04	75.17	-2.56	1.15	-0.89	3.49	0.00	3.49	0.04	75.29	0.05	75.34	combinación cargas con esquiadores ELU
511V/t6	2.09	38.25	-38.04	29.09	-1.50	2.81	-2.05	2.32	1.01	2.81	2.09	38.25	2.42	38.32	combinación cargas con esquiadores ELU
512V/t6	1.87	26.19	-25.86	23.40	-1.55	2.65	-1.78	2.50	1.08	2.65	1.87	26.19	2.16	26.29	combinación cargas con esquiadores ELU
513V/t6	9.45	93.36	-92.02	84.69	-7.51	11.24	-9.07	9.76	5.44	11.26	9.45	93.36	10.91	93.80	combinación cargas con esquiadores ELU
514V/t6	2.36	43.66	-37.68	43.46	-3.46	2.59	-2.02	4.17	1.21	4.18	2.36	43.66	2.70	43.73	combinación cargas con esquiadores ELU
515V/t6	8.36	68.75	-67.03	57.85	-9.84	6.65	-8.92	7.65	4.82	9.86	8.36	68.75	9.65	69.32	combinación cargas con esquiadores ELU
516V/t6	1.49	50.67	-41.24	50.61	-0.92	2.31	-1.29	1.96	0.51	2.31	1.49	50.67	1.72	50.69	combinación cargas con esquiadores ELU
517V/t6	17.41	109.38	-99.83	106.13	-17.02	17.41	-16.24	14.25	8.85	17.37	17.42	109.38	20.06	110.42	combinación cargas con esquiadores ELU
518V/t6	0.13	63.94	-63.92	54.27	-1.09	0.31	-1.92	0.20	0.06	1.92	0.13	63.94	0.15	63.94	combinación cargas con esquiadores ELU
519V/t6	18.67	141.32	-131.78	137.63	-14.76	19.65	-15.74	18.75	10.77	19.98	18.67	141.32	21.56	142.53	combinación cargas con esquiadores ELU
522V/t6	0.01	6.46	-6.45	6.03	-0.07	0.21	-0.10	0.25	0.00	0.25	0.01	6.46	0.02	6.46	combinación cargas con esquiadores ELU
523V/t6	0.41	4.83	-4.25	4.80	-0.48	0.36	-0.58	0.18	0.00	0.58	0.41	4.83	0.40	4.84	combinación cargas con esquiadores ELU
524V/t6	0.06	7.44	-7.43	6.22	-0.01	0.15	-0.02	0.18	0.00	0.18	0.06	7.44	0.07	7.44	combinación cargas con esquiadores ELU
525V/t6	0.06	6.53	-4.90	6.52	-0.29	0.10	-0.31	0.14	0.02	0.31	0.06	6.53	0.06	6.53	combinación cargas con esquiadores ELU
526V/t6	0.25	9.58	-7.38	9.67	-0.38	0.57	-0.33	0.71	0.13	0.71	0.25	9.72	0.29	9.73	combinación cargas con esquiadores ELU
527V/t6	0.05	3.58	-3.58	3.58	-0.05	0.09	-0.08	0.14	0.00	0.14	0.05	3.58	0.05	3.58	combinación cargas con esquiadores ELU
530V/t6	0.02	22.92	-22.90	22.68	-0.23	0.83	-0.24	0.89	0.00	0.89	0.02	22.92	0.02	22.92	combinación cargas con esquiadores ELU
531V/t6	0.04	15.12	-15.08	14.71	-0.80	0.23	-0.69	0.31	0.00	0.81	0.04	15.12	0.04	15.13	combinación cargas con esquiadores ELU
532V/t6	0.27	2.68	-2.40	2.64	-0.31	0.22	-0.30	0.32	0.15	0.32	0.27	2.68	0.31	2.70	combinación cargas con esquiadores ELU
533V/t6	0.01	10.83	-10.76	10.83	-0.05	0.34	-0.09	0.27	0.00	0.34	0.01	10.83	0.01	10.83	combinación cargas con esquiadores ELU
534V/t6	0.35	27.86	-27.84	27.69	-1.19	0.38	-0.64	0.90	0.11	1.19	0.35	27.86	0.39	27.86	combinación cargas con esquiadores ELU
535V/t6	0.22	22.03	-21.60	22.03	-0.39	0.02	-0.05	0.30	0.00	0.39	0.22	22.03	0.25	22.03	combinación cargas con esquiadores ELU
536V/t6	1.17	8.54	-8.23	8.35	-1.04	1.04	-0.95	1.21	0.64	1.21	1.17	8.54	1.35	8.60	combinación cargas con esquiadores ELU
53															

ANEXO 7: Axiles máximos en los tirantes

Para comprobar si las secciones de cable elegidas para el atirantado son las correctas debemos calcular la fuerza a la que están sometidos. En el predimensionado se había elegido un cable de 16mm de diámetro. La carga de rotura de este cable es de 210,92 kN. El coeficiente de seguridad para los tirantes es de 3, por lo tanto:

$$Q_{\max adm} = \frac{Q_{rotura}}{CS}$$

Al realizar el cociente se obtiene que la carga máxima para el tirante de diámetro 16mm será de 70,31 kN.

Para cada pila se van a obtener las fuerzas a las que están sometidos tanto los tirantes internos como externos, de esta manera se podrá verificar el cumplimiento de los coeficientes de seguridad. CS=3

Aislamos los tirantes para que el software nos proporcione información solamente de los tirantes, y en la combinación de cargas más desfavorable (ELU con esquiadores) se realizan los cálculos para todas las pilas. Los resultados obtenidos aparecen en las siguientes tablas:

PILONA 1

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
9/26/7	-38,64	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
9/331/7	-38,84	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
11/331/7	-43,49	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
11/25/7	-43,29	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
546/372/7	-12,18	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
546/117/7	-12,11	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
547/116/7	-12,93	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
547/372/7	-13	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
559/374/7	-1,07	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
559/372/7	-1,14	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	-1,07	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	559	9	9	9	9	9
Nudo	374	26	26	26	26	26
Caso	7	7	7	7	7	7
MIN	-43,49	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	11	9	9	9	9	9
Nudo	331	26	26	26	26	26
Caso	7	7	7	7	7	7

Tabla A7-1. Axiles máximos tirantes pilona 1

PILONA 2

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
4/419/4	-12,62	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
4/416/4	-12,67	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
5/416/4	-13,66	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
5/469/4	-13,62	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
8/3/04	-39,78	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
8/416/4	-39,96	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
9/416/4	-37,9	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
9/2/04	-37,73	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
790/582/4	-2,08	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
790/416/4	-2,13	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	-2,08	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

Barra	790	4	4	4	4	4
Nudo	582	419	419	419	419	419
Caso	4	4	4	4	4	4
MIN	-39,96	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	8	4	4	4	4	4
Nudo	416	419	419	419	419	419
Caso	4	4	4	4	4	4

Tabla A7-2. Axiles máximos tirantes pila 2

PILONA 3

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/25/6	-36,56	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
1/369/6	-36,73	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
2/369/6	-34,41	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
2/12/06	-34,24	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
579/384/6	-0,85	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
579/369/6	-0,89	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
582/376/6	-13,14	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
582/369/6	-13,19	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
583/369/6	-12,7	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
583/378/6	-12,66	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	-0,85	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	579	1	1	1	1	1
Nudo	384	25	25	25	25	25
Caso	6	6	6	6	6	6
MIN	-36,73	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	1	1	1	1	1	1
Nudo	369	25	25	25	25	25
Caso	6	6	6	6	6	6

Tabla A7-3. Axiles máximos tirantes pila 3

PILONA 4

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/1/07	-34,43	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
1/331/7	-34,63	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
2/331/7	-32,05	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
2/2/07	-31,85	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	-31,85	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	2	1	1	1	1	1
Nudo	2	1	1	1	1	1
Caso	7	7	7	7	7	7
MIN	-34,63	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	1	1	1	1	1	1
Nudo	331	1	1	1	1	1
Caso	7	7	7	7	7	7

Tabla A7-4. Axiles máximos tirantes pilon 4

PILONA 5

Barra/Nudo/Caso	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
9/376/6	-11,55	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
9/369/6	-11,6	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
10/369/6	-12,22	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
10/378/6	-12,18	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
13/25/6	-30,1	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

13/369/6	-30,27	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
14/369/6	-31,34	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
14/12/06	-31,17	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
578/368/6	-2,75	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
578/369/6	-2,8	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	-2,75	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	578	9	9	9	9	9
Nudo	368	376	376	376	376	376
Caso	6	6	6	6	6	6
MIN	-31,34	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Barra	14	9	9	9	9	9
Nudo	369	376	376	376	376	376
Caso	6	6	6	6	6	6

Tabla A7-5. Axiles máximos tirantes pila 5

Si comparamos los valores de las tablas, el valor más alto de las fuerzas (kN) en los tirantes de todas las pilonas es:

MAX	-43,49
Barra	11
Nudo	331
Caso	7

Tabla A7-6. Valores máximos en tirantes

El nudo 331 de la barra 11 que corresponde a la pila 1 (PILONA MOTORA). El valor es de 43,49 kN. El signo negativo se debe a que el programa te calcula las reacciones, por lo tanto, la fuerza axil de tracción en el cable llevará el signo positivo.

El valor obtenido es menor a la fuerza admisible, por lo tanto, el dimensionado es correcto.

$$43,49 < 70,31$$

Se adjunta la tabla del catálogo del fabricante en el que aparece el cable escogido para todos los tirantes del proyecto.

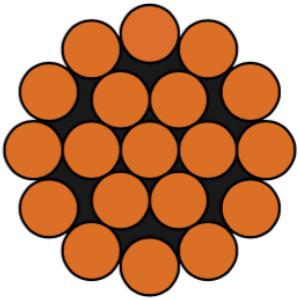

cordón rígido				
<div> <div>1x19 - ACERO INOXIDABLE AISI316</div> <ul style="list-style-type: none"> Resistencia 1570 N/mm² Módulo Elástico (E) 130000 N/mm² Acabado Pólido <div>  <div> <ul style="list-style-type: none"> Estructurales Péndolas Jarcias Fijas Barandillas <ul style="list-style-type: none"> Tomas a tierra/red de tierra Línea de Vida Tirantes Marquesinas </div> <div>  </div> </div> </div>	Ø NOMINAL	Peso	Sección	Carga de Rotura
	mm	kg/m	mm ²	kN kg
	1,00	0,005	0,60	0,82 84
	1,50	0,011	1,34	1,85 189
	2,00	0,020	2,40	2,94 300
	2,50	0,031	3,70	5,15 525
	3,00	0,045	5,30	7,42 756
	3,50	0,061	7,30	10,10 1030
	4,00	0,079	10,00	13,15 1340
	5,00	0,124	14,00	20,60 2100
	6,00	0,178	21,00	29,72 3030
	7,00	0,243	29,00	40,42 4120
	8,00	0,317	38,00	52,78 5380
	10,00	0,495	59,00	82,40 8400
	12,00	0,713	83,00	118,70 12100
	14,00	0,971	123,00	161,87 16500
	16,00	1,270	153,00	210,92 21500
	19,00	1,790	216,00	286,45 29200
	22,00	2,360	283,00	391,42 39900
	26,00	3,300	399,00	533,66 54400

Tabla A7-7. Fabricante tirantes cables estructurales [37]

Por último, se incluyen las reacciones de los tirantes de cada pila. Para diseñar las zapatas de los tirantes nos fijaremos en el caso más desfavorable, es decir, el que posea una resultante mayor en la Tabla A7-8.

	P1		P2		P3		P4		P5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Fx	-40,74	-9,52	5,14	33,62	36,27	23,1	15,66	-17,79	-17,61	-28,39
Fy	-12,79	-39,77	-36,57	-13,65	-6,57	27,54	29,88	27,38	25,72	-2,92
Fz	-11,08	-10,57	-9,54	-9,37	-9,52	-9,28	-8,66	-8,37	-7,88	-7,28
Resultante	44,11	42,24	38,14	37,48	38,07	37,12	34,83	33,71	32,15	29,45

Tabla A7-8. Reacciones en los nudos de los tirantes

ANEXO 8: Desplazamiento de los nudos de las pilonas para la combinación de cargas en estado ELS

En este anexo se adjuntan las tablas obtenidas mediante el software ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS al aplicar la combinación de todas las cargas en estado límite de servicio, de esta manera obtenemos los desplazamientos en las direcciones xyz de las 5 pilonas.

PILONA 1

Nudo/Caso	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
3/8	0	0	0	0	0	0
4/8	0,4	0,1	-0,3	-0,005	0,003	-0,008
5/8	1	0,3	-0,7	-0,009	0,001	-0,015
6/8	1,7	0,7	-1,2	-0,013	0	-0,022
7/8	2,5	1,1	-1,7	-0,016	-0,002	-0,028
8/8	3,4	1,6	-2,2	-0,019	-0,004	-0,035
9/8	4,3	2,1	-2,8	-0,021	-0,007	-0,041
10/8	5,2	2,6	-3,3	-0,023	-0,01	-0,048
11/8	34,3	-24,5	0,2	-0,022	-0,036	-0,087
12/8	53,4	-45,6	3,5	-0,023	-0,034	-0,09
13/8	3,4	5,1	-3,1	-0,026	-0,014	-0,049
14/8	6	3	-3,7	-0,024	-0,013	-0,054
15/8	3,9	5,7	-3,6	-0,027	-0,018	-0,056
16/8	6,7	3,2	-4	-0,025	-0,017	-0,06
17/8	4,2	6,1	-4	-0,028	-0,022	-0,062
18/8	7,3	3,3	-4,2	-0,024	-0,022	-0,065
19/8	7,7	3,2	-4,2	-0,032	-0,019	-0,073
20/8	4,3	6,3	-4,2	-0,026	-0,027	-0,068
21/8	4,2	6,2	-4,2	-0,024	-0,031	-0,072
22/8	7,6	2,9	-3,9	-0,021	-0,038	-0,072
23/8	3,9	5,7	-4	-0,021	-0,033	-0,071
31/8	0	0,2	0	-0,006	-0,001	-0,003
32/8	0,2	0,7	-0,2	-0,01	-0,001	-0,01
33/8	0,6	1,4	-0,5	-0,014	-0,002	-0,017
34/8	1,1	2,1	-1	-0,017	-0,003	-0,023
35/8	1,7	2,9	-1,5	-0,02	-0,005	-0,03
36/8	2,9	4,4	-2,6	-0,025	-0,011	-0,043
37/8	2,3	3,7	-2,1	-0,023	-0,008	-0,036
39/8	0	0	0	0	0	0
44/8	-0,1	0	0	-0,001	-0,003	-0,004
45/8	0	0	0	-0,006	-0,002	-0,011

46/8	0,3	0,2	-0,2	-0,01	-0,003	-0,018
47/8	0,7	0,5	-0,5	-0,013	-0,005	-0,024
48/8	1,2	0,9	-0,9	-0,016	-0,007	-0,031
49/8	1,7	1,3	-1,2	-0,019	-0,009	-0,037
50/8	2,2	1,6	-1,6	-0,021	-0,012	-0,044
51/8	2,6	1,9	-1,9	-0,022	-0,016	-0,05
52/8	3	2,1	-2,1	-0,023	-0,02	-0,057
53/8	3,2	2,2	-2,2	-0,024	-0,023	-0,064
54/8	3,2	2	-2,1	-0,024	-0,035	-0,073
55/8	3,1	1,7	-2	-0,027	-0,028	-0,078
56/8	2,9	1,4	-1,8	-0,021	-0,034	-0,072
58/8	0,1	0,5	-0,1	-0,008	0	-0,007
60/8	0,4	1	-0,4	-0,012	-0,001	-0,013
61/8	0,9	1,7	-0,8	-0,016	-0,002	-0,02
63/8	1,4	2,5	-1,2	-0,019	-0,004	-0,026
64/8	2	3,3	-1,8	-0,022	-0,006	-0,033
66/8	2,6	4	-2,3	-0,024	-0,009	-0,04
67/8	3,2	4,8	-2,9	-0,025	-0,012	-0,046
69/8	3,7	5,4	-3,4	-0,027	-0,016	-0,053
70/8	4	5,9	-3,8	-0,028	-0,02	-0,059
71/8	4,2	6,3	-4,1	-0,028	-0,024	-0,065
73/8	4,3	6,3	-4,3	-0,025	-0,029	-0,07
74/8	4,1	6	-4,2	-0,022	-0,032	-0,071
78/8	0,1	0	-0,1	-0,003	0,003	-0,005
80/8	-0,1	-0,1	0	-0,003	-0,002	-0,008
81/8	0,7	0,2	-0,5	-0,007	0,002	-0,012
82/8	0,1	0,1	-0,1	-0,008	-0,003	-0,015
83/8	1,3	0,5	-0,9	-0,011	0,001	-0,018
84/8	0,5	0,3	-0,4	-0,012	-0,004	-0,021
85/8	2,1	0,9	-1,4	-0,015	-0,001	-0,025
86/8	0,9	0,7	-0,7	-0,015	-0,006	-0,028
88/8	2,9	1,4	-2	-0,018	-0,003	-0,032
89/8	1,4	1,1	-1	-0,017	-0,008	-0,034
90/8	3,8	1,9	-2,5	-0,02	-0,005	-0,038
91/8	1,9	1,5	-1,4	-0,02	-0,011	-0,04
93/8	4,8	2,4	-3	-0,022	-0,008	-0,045
94/8	2,4	1,8	-1,7	-0,021	-0,014	-0,047
95/8	5,6	2,8	-3,5	-0,024	-0,011	-0,051
96/8	2,8	2	-2	-0,023	-0,018	-0,054
97/8	6,4	3,1	-3,9	-0,025	-0,015	-0,057
98/8	3,1	2,2	-2,2	-0,024	-0,022	-0,06
99/8	7	3,3	-4,1	-0,025	-0,019	-0,063

100/8	3,3	2,1	-2,2	-0,023	-0,027	-0,069
101/8	7,5	3,3	-4,2	-0,022	-0,023	-0,066
102/8	2,9	1,8	-2	-0,026	-0,035	-0,08
104/8	7,9	3,2	-4,2	-0,021	-0,035	-0,074
105/8	3,1	1,6	-1,9	-0,025	-0,033	-0,073
107/8	7,3	2,7	-3,7	-0,022	-0,034	-0,071
115/8	7,9	3,3	-4,3	-0,031	-0,021	-0,074
119/8	60,9	-45,9	1,8	-0,02	-0,033	-0,09
122/8	56,7	-42	1,4	-0,021	-0,032	-0,089
123/8	51,3	-43,7	3,3	-0,022	-0,034	-0,089
124/8	52,5	-38,1	0,9	-0,022	-0,034	-0,089
125/8	47,1	-39,7	2,9	-0,022	-0,034	-0,089
126/8	48,4	-34,2	0,5	-0,022	-0,034	-0,089
127/8	42,9	-35,9	2,4	-0,023	-0,034	-0,089
128/8	44,2	-30,4	0	-0,022	-0,035	-0,088
129/8	38,8	-32	2,1	-0,024	-0,033	-0,089
130/8	40,1	-26,5	-0,5	-0,024	-0,037	-0,089
131/8	34,7	-28,1	1,6	-0,021	-0,036	-0,088
132/8	35,9	-22,7	-1	-0,023	-0,036	-0,088
134/8	30,6	-24,3	0,9	-0,019	-0,038	-0,088
135/8	31,8	-18,9	-1,5	-0,022	-0,035	-0,087
136/8	26,6	-20,5	0,4	-0,022	-0,035	-0,087
137/8	27,8	-15,1	-2	-0,022	-0,034	-0,086
139/8	23,8	-11,4	-2,5	-0,022	-0,034	-0,085
141/8	19,8	-7,7	-2,9	-0,022	-0,035	-0,084
143/8	15,8	-4,1	-3,4	-0,023	-0,035	-0,083
145/8	11,9	-0,5	-3,9	-0,024	-0,037	-0,084
152/8	5,5	2,7	-3,2	-0,026	-0,032	-0,075
156/8	57,5	-49,5	4	-0,022	-0,035	-0,089
157/8	58,8	-44	1,6	-0,021	-0,033	-0,09
159/8	54,6	-40,1	1,2	-0,022	-0,033	-0,089
160/8	49,2	-41,7	3,1	-0,022	-0,034	-0,089
161/8	50,5	-36,2	0,7	-0,022	-0,034	-0,089
162/8	45	-37,8	2,6	-0,022	-0,034	-0,089
163/8	46,3	-32,3	0,2	-0,022	-0,034	-0,089
164/8	40,9	-33,9	2,2	-0,024	-0,033	-0,089
165/8	42,1	-28,4	-0,3	-0,023	-0,035	-0,088
166/8	36,7	-30	1,8	-0,022	-0,034	-0,087
167/8	38	-24,6	-0,7	-0,023	-0,036	-0,088
168/8	32,6	-26,2	1,3	-0,021	-0,036	-0,088
169/8	33,9	-20,8	-1,2	-0,022	-0,035	-0,087
170/8	28,6	-22,4	0,7	-0,021	-0,035	-0,087

171/8	29,8	-17	-1,7	-0,022	-0,034	-0,087
172/8	24,5	-18,6	0,2	-0,022	-0,034	-0,086
173/8	25,8	-13,2	-2,2	-0,022	-0,034	-0,086
174/8	20,5	-14,8	-0,3	-0,023	-0,034	-0,085
175/8	21,8	-9,5	-2,7	-0,022	-0,034	-0,085
176/8	16,6	-11,1	-0,7	-0,023	-0,035	-0,085
177/8	17,8	-5,9	-3,2	-0,023	-0,035	-0,084
178/8	12,7	-7,4	-1,1	-0,025	-0,034	-0,083
179/8	13,9	-2,3	-3,6	-0,024	-0,036	-0,082
180/8	8,8	-3,8	-1,4	-0,028	-0,037	-0,081
181/8	9,9	1,4	-4,1	-0,024	-0,038	-0,083
184/8	58,1	-46,4	2,7	-0,022	-0,033	-0,09
186/8	53,9	-42,5	2,3	-0,022	-0,034	-0,089
187/8	51,8	-40,6	2	-0,022	-0,034	-0,089
188/8	49,7	-38,6	1,8	-0,022	-0,034	-0,089
189/8	47,6	-36,7	1,6	-0,022	-0,034	-0,089
190/8	45,6	-34,7	1,3	-0,022	-0,034	-0,088
191/8	43,5	-32,8	1,1	-0,022	-0,034	-0,088
192/8	41,5	-30,9	0,9	-0,022	-0,034	-0,088
193/8	39,4	-28,9	0,6	-0,022	-0,035	-0,088
194/8	37,3	-27	0,4	-0,022	-0,035	-0,088
195/8	35,3	-25,1	0,1	-0,022	-0,035	-0,088
196/8	33,2	-23,2	-0,1	-0,022	-0,035	-0,088
197/8	31,2	-21,3	-0,4	-0,022	-0,035	-0,087
198/8	29,2	-19,4	-0,6	-0,022	-0,034	-0,087
199/8	27,1	-17,5	-0,9	-0,022	-0,034	-0,086
200/8	25,1	-15,6	-1,1	-0,022	-0,034	-0,086
201/8	23,1	-13,7	-1,3	-0,022	-0,034	-0,085
202/8	21,1	-11,9	-1,6	-0,022	-0,034	-0,085
203/8	19,2	-10	-1,8	-0,022	-0,034	-0,084
204/8	17,2	-8,2	-2	-0,023	-0,035	-0,083
205/8	15,3	-6,4	-2,2	-0,024	-0,035	-0,082
206/8	13,4	-4,6	-2,4	-0,025	-0,036	-0,082
207/8	11,4	-2,8	-2,6	-0,026	-0,037	-0,081
208/8	9,6	-1,1	-2,8	-0,027	-0,037	-0,08
241/8	4,8	0	-1,8	-0,025	-0,037	-0,082
242/8	7,4	0,9	-3	-0,027	-0,039	-0,082
250/8	22,5	-16,7	0	-0,022	-0,034	-0,086
252/8	14,6	-9,2	-0,9	-0,024	-0,035	-0,084
254/8	10,8	-5,6	-1,3	-0,027	-0,035	-0,083
256/8	7	-2	-1,6	-0,027	-0,036	-0,081
290/8	3,7	5,4	-3,9	-0,019	-0,033	-0,071

306/8	2,5	0,8	-1,4	-0,02	-0,034	-0,071
310/8	3,2	4,7	-3,5	-0,019	-0,034	-0,07
312/8	2,7	1,1	-1,6	-0,02	-0,034	-0,071
313/8	6,9	2,1	-3,3	-0,019	-0,034	-0,071
318/8	7,1	2,4	-3,5	-0,02	-0,033	-0,071
319/8	3,5	5	-3,7	-0,019	-0,034	-0,071
326/8	2,2	0,4	-1,2	-0,019	-0,034	-0,07
327/8	6,4	1,5	-2,8	-0,019	-0,034	-0,07
330/8	2,1	0,2	-1	-0,019	-0,034	-0,07
332/8	6,6	1,8	-3	-0,019	-0,035	-0,07
333/8	55,5	-47,6	3,8	-0,022	-0,033	-0,089
334/8	60,2	-48,4	3	-0,021	-0,034	-0,09
335/8	56	-44,5	2,5	-0,022	-0,034	-0,089
344/8	43,5	-32,9	1,1	-0,024	-0,033	-0,088
347/8	39,4	-29	0,7	-0,022	-0,035	-0,088
350/8	35,3	-25,1	0,1	-0,019	-0,037	-0,088
353/8	31,2	-21,2	-0,6	-0,019	-0,038	-0,088
355/8	31,2	-21,3	-0,4	-0,022	-0,035	-0,087
356/8	27,1	-17,5	-0,9	-0,022	-0,034	-0,086
359/8	23,1	-13,8	-1,3	-0,022	-0,034	-0,086
365/8	15,2	-6,5	-2,3	-0,025	-0,035	-0,083
368/8	11,4	-3	-2,6	-0,027	-0,036	-0,081
373/8	18,6	-12,9	-0,5	-0,022	-0,034	-0,085
374/8	38,3	-28,3	0,8	-0,024	-0,036	-0,088

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
PILONA 1						
MAX	60,9	6,3	4	0	0,003	0
Nudo	119	20	156	3	78	3
Caso	8	8	8	8	8	8
MIN	-0,1	-49,5	-4,3	-0,032	-0,039	-0,09
Nudo	44	156	115	19	242	12
Caso	8	8	8	8	8	8

Tabla A8-1. Desplazamientos nudos pila 1

PILONA 2

Nudo/Caso	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/6	0	0	0	0	0	0

2/6	0	0	0	0	0	0
3/6	0	0	0	0	0	0
383/6	0	0	0	0	0	0
384/6	-4	3,3	-2,8	-0,019	0,029	0,066
385/6	0	0	0	0	0	0
386/6	-3,4	-0,9	-0,8	-0,019	0,03	0,066
387/6	-3,6	-0,6	-1	-0,019	0,031	0,067
388/6	-0,2	1,9	-1,1	-0,018	0,03	0,066
389/6	-0,1	1,7	-1	-0,019	0,03	0,066
390/6	0	0	0	0	0	0
391/6	0,1	0,1	0	-0,003	0,003	0,003
392/6	-0,2	-0,2	-0,1	-0,002	0,001	0,008
393/6	0,2	0,3	0	-0,006	0,005	0,01
394/6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,005	0,003	0,014
395/6	0,2	0,6	-0,1	-0,009	0,007	0,016
396/6	-0,7	-0,1	-0,3	-0,008	0,005	0,021
397/6	0,2	0,9	-0,2	-0,011	0,009	0,022
398/6	-1,1	-0,1	-0,5	-0,01	0,007	0,027
399/6	0,1	1,2	-0,4	-0,013	0,011	0,028
400/6	-1,5	0	-0,7	-0,012	0,009	0,033
401/6	-0,1	1,5	-0,6	-0,015	0,013	0,034
402/6	-1,9	0,1	-0,9	-0,014	0,012	0,039
403/6	-0,2	1,9	-0,8	-0,017	0,016	0,04
404/6	-2,4	0,2	-1,1	-0,016	0,015	0,045
405/6	-0,3	2,1	-1	-0,019	0,019	0,046
406/6	-2,8	0,2	-1,2	-0,017	0,018	0,051
407/6	-0,4	2,3	-1,1	-0,02	0,022	0,052
408/6	-3,1	0,2	-1,3	-0,018	0,022	0,058
409/6	-0,4	2,4	-1,2	-0,02	0,025	0,057
410/6	-3,4	0	-1,3	-0,022	0,026	0,067
411/6	-0,3	2,4	-1,3	-0,021	0,028	0,063
412/6	-3,6	-0,2	-1,2	-0,018	0,033	0,075
413/6	-0,3	2,2	-1,2	-0,02	0,029	0,066
414/6	-3,6	-0,5	-1,1	-0,022	0,031	0,069
415/6	-1,6	1,9	-1,6	-0,018	0,031	0,066
416/6	-1,9	2,4	-1,9	-0,018	0,031	0,066
417/6	-1,6	1,9	-1,5	-0,019	0,03	0,066
418/6	-4,3	4,7	-3,5	-0,022	0,031	0,072
419/6	-86,3	-58,5	2,5	-0,016	0,013	0,038
420/6	-4	2,5	-2,5	-0,024	0,034	0,08
421/6	-83,4	-59,2	3,3	-0,02	0,026	0,089
422/6	-84,1	-56,8	2,4	-0,015	0,028	0,094

423/6	-0,4	0,5	-0,4	-0,008	0,001	0,01
424/6	0,2	0,2	0	-0,005	0,004	0,007
425/6	-0,3	0,4	-0,2	-0,006	0	0,007
426/6	-0,3	-0,2	-0,1	-0,004	0,002	0,011
427/6	-0,1	-0,1	0	0	-0,001	0,005
428/6	-0,6	0,7	-0,5	-0,009	0,002	0,013
429/6	-0,6	-0,2	-0,3	-0,007	0,004	0,018
430/6	-0,9	1,2	-0,8	-0,012	0,004	0,02
431/6	-0,9	-0,1	-0,4	-0,009	0,006	0,024
432/6	-1,4	1,6	-1,2	-0,014	0,006	0,026
433/6	-1,3	0	-0,6	-0,011	0,008	0,03
434/6	-1,8	2,1	-1,5	-0,016	0,008	0,032
435/6	-1,7	0,1	-0,8	-0,013	0,011	0,036
436/6	-2,1	0,2	-1	-0,015	0,013	0,042
437/6	-2,8	3	-2,3	-0,02	0,014	0,044
438/6	-0,1	0,2	-0,1	-0,006	-0,001	0,004
439/6	-2,3	2,6	-1,9	-0,018	0,011	0,038
440/6	0,2	0,4	0	-0,007	0,006	0,013
441/6	-0,7	0,9	-0,7	-0,01	0,003	0,017
442/6	0,2	0,7	-0,1	-0,01	0,008	0,019
443/6	-1,1	1,4	-1	-0,013	0,005	0,023
444/6	-2,6	0,2	-1,2	-0,017	0,016	0,048
445/6	0,1	1	-0,3	-0,012	0,01	0,025
446/6	-1,6	1,9	-1,4	-0,015	0,007	0,029
447/6	-2,9	0,2	-1,3	-0,018	0,02	0,055
448/6	-3,6	3,7	-2,9	-0,022	0,021	0,055
449/6	0	1,4	-0,5	-0,014	0,012	0,031
450/6	-2,1	2,3	-1,7	-0,017	0,01	0,035
451/6	-3,2	3,4	-2,6	-0,021	0,017	0,05
452/6	-0,1	1,7	-0,7	-0,016	0,015	0,037
453/6	-2,5	2,8	-2,1	-0,019	0,012	0,041
454/6	-0,2	2	-0,9	-0,018	0,017	0,043
455/6	-3	3,2	-2,4	-0,021	0,015	0,047
456/6	-3,3	0,1	-1,3	-0,019	0,024	0,062
457/6	-0,3	2,2	-1,1	-0,019	0,02	0,049
458/6	-3,5	3,6	-2,8	-0,022	0,018	0,053
459/6	-81,1	-60,7	4,2	-0,016	0,032	0,08
460/6	-0,4	2,4	-1,2	-0,02	0,024	0,054
461/6	-3,7	3,8	-2,9	-0,021	0,023	0,059
462/6	-4	3,8	-3	-0,023	0,02	0,064
463/6	-0,3	2,4	-1,3	-0,02	0,026	0,06
464/6	-4,3	4,1	-3,3	-0,037	0,024	0,064

465/6	-3,6	0	-1,3	-0,023	0,029	0,074
466/6	-0,3	2,4	-1,3	-0,02	0,029	0,066
467/6	-4,4	4	-3,2	-0,008	0,033	0,074
468/6	-3,6	-0,3	-1,2	-0,019	0,033	0,075
469/6	-83,3	-62,4	4,3	-0,03	0,032	0,128
470/6	-0,2	2,1	-1,2	-0,019	0,029	0,066
471/6	-4	3,5	-2,9	-0,02	0,03	0,066
472/6	-3,6	-0,4	-1,1	-0,023	0,032	0,073
473/6	-76,6	-57,2	4	-0,019	0,027	0,09
474/6	-4,1	3,6	-3	-0,019	0,034	0,066
475/6	-65,3	-48,4	3,4	-0,018	0,031	0,089
476/6	-65,5	-45,3	2,2	-0,018	0,032	0,088
477/6	-60,9	-45	3,1	-0,018	0,032	0,088
478/6	-61,1	-41,8	1,8	-0,017	0,034	0,088
479/6	-79,6	-53,3	2,1	-0,018	0,029	0,089
480/6	-72,1	-53,7	3,8	-0,018	0,03	0,089
481/6	-75,1	-49,8	1,9	-0,018	0,03	0,089
482/6	-67,6	-50,2	3,5	-0,018	0,03	0,089
483/6	-70,6	-46,4	1,6	-0,018	0,031	0,089
484/6	-63,1	-46,7	3,3	-0,018	0,031	0,088
485/6	-66,1	-42,9	1,3	-0,018	0,032	0,089
486/6	-58,6	-43,2	2,9	-0,017	0,033	0,088
487/6	-61,6	-39,4	0,9	-0,017	0,034	0,088
488/6	-54,2	-39,8	2,4	-0,017	0,034	0,088
489/6	-57,1	-36	0,3	-0,017	0,034	0,088
490/6	-49,8	-36,3	2	-0,019	0,034	0,088
491/6	-52,7	-32,6	-0,1	-0,019	0,034	0,087
492/6	-45,4	-32,9	1,6	-0,018	0,033	0,085
493/6	-48,3	-29,1	-0,5	-0,02	0,036	0,089
494/6	-41	-29,5	1,2	-0,019	0,035	0,086
495/6	-43,9	-25,8	-1	-0,018	0,037	0,086
496/6	-36,6	-26,1	0,8	-0,02	0,037	0,086
497/6	-39,5	-22,4	-1,5	-0,02	0,037	0,087
498/6	-32,3	-22,7	0,4	-0,023	0,036	0,089
499/6	-35,4	-18,8	-2	-0,024	0,037	0,092
500/6	-27,7	-19,2	0,2	-0,024	0,038	0,088
501/6	-30,6	-15,5	-2,3	-0,023	0,037	0,085
502/6	-23,5	-15,8	-0,2	-0,021	0,039	0,084
503/6	-26,3	-12,2	-2,6	-0,022	0,036	0,083
504/6	-19,2	-12,5	-0,7	-0,018	0,036	0,083
505/6	-22,1	-8,9	-2,8	-0,021	0,033	0,086
506/6	-15,1	-9,3	-1,1	-0,019	0,029	0,086

507/6	-17,4	-5,4	-3	-0,022	0,029	0,09
508/6	-10,5	-5,7	-1	-0,023	0,025	0,091
509/6	-13,6	-1,7	-2,9	-0,022	0,027	0,093
510/6	-5,9	-2,1	-1	-0,02	0,031	0,086
511/6	-8,6	1,4	-3	-0,02	0,032	0,081
512/6	-56,4	-41,5	2,6	-0,017	0,034	0,088
513/6	-56,7	-38,4	1,4	-0,017	0,034	0,088
514/6	-52	-38,1	2,2	-0,018	0,034	0,088
515/6	-52,3	-34,9	0,9	-0,019	0,034	0,087
516/6	-47,5	-34,6	1,8	-0,019	0,034	0,088
517/6	-47,9	-31,6	0,5	-0,019	0,036	0,086
518/6	-43,2	-31,2	1,4	-0,019	0,035	0,087
519/6	-43,5	-28,2	0,1	-0,02	0,037	0,086
520/6	-38,8	-27,8	1	-0,02	0,037	0,086
521/6	-39,2	-24,8	-0,4	-0,02	0,037	0,086
522/6	-30	-20,9	0,3	-0,025	0,036	0,091
523/6	-30,4	-18	-1,1	-0,023	0,038	0,087
524/6	-25,6	-17,5	0	-0,023	0,039	0,084
525/6	-26	-14,6	-1,4	-0,022	0,037	0,085
526/6	-34,5	-24,4	0,6	-0,021	0,036	0,085
527/6	-34,8	-21,4	-0,8	-0,022	0,036	0,087
528/6	-21,4	-14,2	-0,4	-0,02	0,038	0,084
529/6	-21,7	-11,3	-1,8	-0,02	0,034	0,085
530/6	-86,3	-58,6	3,2	-0,024	0,024	0,087
531/6	-86,8	-59,1	3,2	-0,024	0,024	0,087
532/6	-17,2	-10,9	-0,9	-0,018	0,032	0,083
533/6	-17,3	-7,9	-2	-0,02	0,028	0,089
534/6	-12,8	-7,5	-1,1	-0,021	0,025	0,092
535/6	-12,8	-4,3	-1,9	-0,022	0,026	0,091
536/6	-8,2	-3,9	-0,9	-0,022	0,027	0,092
537/6	-8,3	-0,8	-1,9	-0,018	0,031	0,085
538/6	-81,8	-55	2,3	-0,018	0,029	0,088
539/6	-79	-55,7	3,1	-0,018	0,029	0,089
540/6	-74,5	-52,2	2,8	-0,018	0,03	0,089
541/6	-72,8	-48,1	1,7	-0,018	0,031	0,089
542/6	-70	-48,8	2,5	-0,018	0,031	0,089
543/6	-68,3	-44,6	1,4	-0,018	0,031	0,089
544/6	-77,3	-51,6	2	-0,018	0,029	0,089
545/6	-46	-27,5	-0,8	-0,019	0,037	0,086
546/6	-41,7	-24,1	-1,3	-0,02	0,037	0,086
547/6	-33	-17,2	-2,1	-0,023	0,037	0,088
548/6	-28,5	-13,8	-2,4	-0,023	0,037	0,086

550/6	-37,4	-20,7	-1,7	-0,021	0,037	0,087
552/6	-6,3	3,2	-3,3	-0,016	0,036	0,081
553/6	-63,8	-41,1	1,1	-0,017	0,033	0,088
554/6	-59,4	-37,7	0,6	-0,017	0,034	0,088
555/6	-54,9	-34,3	0,1	-0,018	0,035	0,088
556/6	-50,5	-30,9	-0,3	-0,02	0,034	0,087
557/6	-47,9	-31,6	0,6	-0,02	0,034	0,087
558/6	-24,2	-10,5	-2,7	-0,021	0,035	0,084
559/6	-20,1	-7,1	-2,9	-0,021	0,031	0,086
560/6	-15,8	-3,5	-2,9	-0,022	0,026	0,091
561/6	-11,2	-0,1	-2,9	-0,022	0,027	0,09
562/6	-84,8	-57,6	3,3	-0,024	0,024	0,087
563/6	-69,8	-51,9	3,7	-0,018	0,03	0,089
564/6	-74,3	-55,4	3,9	-0,018	0,029	0,089
565/6	-78,9	-59	4,1	-0,017	0,027	0,091
566/6	-55,6	-37,9	1,4	-0,017	0,034	0,087
567/6	-18	-5,5	-3	-0,019	0,03	0,086
568/6	-24,9	-14	-1,4	-0,022	0,038	0,084
569/6	-6,8	-0,9	-1,7	-0,02	0,032	0,08
570/6	-51,2	-34,4	1	-0,019	0,034	0,087
573/6	-16,5	-7,4	-2	-0,019	0,03	0,086
574/6	-29,2	-17,3	-1	-0,024	0,038	0,083
575/6	-51,2	-34,5	1	-0,019	0,034	0,087
576/6	-64,6	-44,8	2,3	-0,018	0,032	0,088
578/6	-15,1	-3,6	-3	-0,023	0,029	0,089
579/6	-10,7	-0,2	-3	-0,022	0,03	0,085
580/6	-6	0,9	-2,2	-0,016	0,037	0,079
581/6	-12,9	-1,9	-3	-0,023	0,029	0,087
582/6	-46,8	-31,1	0,6	-0,018	0,034	0,087

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
PILONA 2						
MAX	0,2	4,7	4,3	0	0,039	0,128
Nudo	440	418	469	427	524	469

Caso	6	6	6	6	6	6
MIN	-86,8	-62,4	-3,5	-0,037	-0,001	0
Nudo	531	469	418	464	438	1
Caso	6	6	6	6	6	6

Tabla A8-2. Desplazamientos nudos pila 2

PILONA 3

Nudo/Caso	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/7 (C)	-11,2	20,5	1,5	0,011	0,007	-0,035
2/7 (C)	-4,6	1,1	-2,1	0,015	0,012	-0,032
3/7 (C)	0	0	0	0	0	0
4/7 (C)	-0,2	0	-0,1	0,002	-0,003	-0,003
5/7 (C)	-0,5	0	-0,4	0,004	-0,003	-0,006
6/7 (C)	-0,9	0	-0,6	0,005	-0,004	-0,009
7/7 (C)	-1,4	-0,1	-0,9	0,007	-0,004	-0,012
8/7 (C)	-2	-0,1	-1,2	0,008	-0,004	-0,014
9/7 (C)	-2,5	-0,2	-1,6	0,01	-0,003	-0,017
10/7 (C)	-3,1	-0,3	-1,9	0,011	-0,002	-0,02
11/7 (C)	-5,9	5,7	-1,1	0,001	0,008	-0,035
13/7 (C)	-3	-1,6	-1,8	0,013	-0,001	-0,021
14/7 (C)	-3,6	-0,3	-2,1	0,012	-0,001	-0,023
15/7 (C)	-3,4	-1,8	-2	0,014	0	-0,023
16/7 (C)	-4,1	-0,3	-2,3	0,013	0	-0,025
17/7 (C)	-3,7	-1,9	-2,3	0,015	0,002	-0,026
18/7 (C)	-4,4	-0,3	-2,4	0,013	0,003	-0,026
19/7 (C)	-4,6	-0,1	-2,5	0,015	-0,001	-0,03
20/7 (C)	-3,9	-2	-2,4	0,015	0,004	-0,029
21/7 (C)	-3,9	-1,9	-2,5	0,015	0,007	-0,031
22/7 (C)	-4,6	0	-2,4	0,015	0,01	-0,031
23/7 (C)	-3,8	-1,8	-2,4	0,015	0,009	-0,032
24/7 (C)	-3,1	-1	-2	0,015	0,01	-0,033
30/7 (C)	0	0	0	0	0	0
31/7 (C)	-0,1	-0,1	0	0,002	-0,001	-0,001
32/7 (C)	-0,3	-0,3	-0,1	0,004	-0,002	-0,004
33/7 (C)	-0,6	-0,4	-0,3	0,006	-0,003	-0,007
34/7 (C)	-1,1	-0,7	-0,5	0,008	-0,003	-0,01
35/7 (C)	-1,6	-0,9	-0,8	0,009	-0,003	-0,012
36/7 (C)	-2,6	-1,4	-1,4	0,012	-0,002	-0,018
37/7 (C)	-2,1	-1,1	-1,1	0,01	-0,003	-0,015

39/7 (C)	0	0	0	0	0	0
44/7 (C)	0	0	0	0,001	0	-0,002
45/7 (C)	-0,1	0	0	0,003	-0,001	-0,005
46/7 (C)	-0,3	-0,1	-0,2	0,005	-0,002	-0,007
47/7 (C)	-0,6	-0,2	-0,4	0,006	-0,002	-0,01
48/7 (C)	-1	-0,3	-0,6	0,008	-0,002	-0,013
49/7 (C)	-1,4	-0,4	-0,8	0,009	-0,002	-0,015
50/7 (C)	-1,8	-0,5	-1,1	0,01	-0,001	-0,018
51/7 (C)	-2,1	-0,5	-1,3	0,012	0	-0,021
52/7 (C)	-2,4	-0,6	-1,4	0,013	0,001	-0,024
53/7 (C)	-2,6	-0,6	-1,6	0,014	0,003	-0,027
54/7 (C)	-2,7	-0,6	-1,6	0,015	0,004	-0,03
55/7 (C)	-2,7	-0,5	-1,6	0,015	0,008	-0,032
56/7 (C)	-2,4	-0,3	-1,4	0,015	0,009	-0,033
58/7 (C)	-0,2	-0,2	0	0,003	-0,002	-0,003
60/7 (C)	-0,5	-0,3	-0,2	0,005	-0,003	-0,005
61/7 (C)	-0,9	-0,6	-0,4	0,007	-0,003	-0,008
63/7 (C)	-1,3	-0,8	-0,7	0,008	-0,003	-0,011
64/7 (C)	-1,8	-1	-1	0,01	-0,003	-0,014
66/7 (C)	-2,3	-1,3	-1,3	0,011	-0,003	-0,016
67/7 (C)	-2,8	-1,5	-1,6	0,012	-0,002	-0,019
69/7 (C)	-3,2	-1,7	-1,9	0,013	-0,001	-0,022
70/7 (C)	-3,6	-1,8	-2,1	0,014	0,001	-0,025
71/7 (C)	-3,9	-1,9	-2,4	0,015	0,003	-0,027
73/7 (C)	-3,9	-2	-2,5	0,015	0,005	-0,03
74/7 (C)	-3,9	-1,9	-2,5	0,015	0,008	-0,032
78/7 (C)	-0,1	0	-0,1	0,001	-0,002	-0,002
80/7 (C)	0	0	0	0,002	-0,001	-0,003
81/7 (C)	-0,3	0	-0,2	0,003	-0,003	-0,005
82/7 (C)	-0,2	0	-0,1	0,004	-0,002	-0,006
83/7 (C)	-0,7	0	-0,5	0,004	-0,004	-0,008
84/7 (C)	-0,4	-0,1	-0,3	0,006	-0,002	-0,009
85/7 (C)	-1,2	0	-0,8	0,006	-0,004	-0,01
86/7 (C)	-0,8	-0,2	-0,5	0,007	-0,002	-0,011
88/7 (C)	-1,7	-0,1	-1,1	0,008	-0,004	-0,013
89/7 (C)	-1,2	-0,3	-0,7	0,009	-0,002	-0,014
90/7 (C)	-2,3	-0,2	-1,4	0,009	-0,004	-0,016
91/7 (C)	-1,6	-0,4	-0,9	0,01	-0,001	-0,017
93/7 (C)	-2,8	-0,2	-1,7	0,01	-0,003	-0,019
94/7 (C)	-1,9	-0,5	-1,2	0,011	0	-0,02
95/7 (C)	-3,4	-0,3	-2	0,011	-0,002	-0,021
96/7 (C)	-2,3	-0,6	-1,4	0,012	0,001	-0,022

97/7 (C)	-3,8	-0,3	-2,2	0,012	0	-0,024
98/7 (C)	-2,5	-0,6	-1,5	0,013	0,002	-0,025
99/7 (C)	-4,2	-0,3	-2,4	0,013	0,001	-0,026
100/7 (C)	-2,7	-0,6	-1,6	0,015	0,004	-0,028
101/7 (C)	-4,5	-0,2	-2,4	0,012	0,003	-0,027
102/7 (C)	-2,8	-0,5	-1,6	0,015	0,007	-0,032
104/7 (C)	-4,8	-0,1	-2,5	0,014	0,008	-0,031
105/7 (C)	-2,6	-0,4	-1,5	0,015	0,009	-0,032
107/7 (C)	-4,5	0,1	-2,3	0,015	0,008	-0,032
114/7 (C)	-13,6	29,3	2	0,013	0,006	-0,036
115/7 (C)	-4,7	-0,1	-2,5	0,015	0,001	-0,031
116/7 (C)	-15,8	29,7	1,3	0,013	0,006	-0,036
117/7 (C)	-14	30,4	2,1	0,013	0,006	-0,036
119/7 (C)	-15	27,6	1,2	0,013	0,006	-0,036
121/7 (C)	-12,8	27,2	1,9	0,012	0,006	-0,036
122/7 (C)	-14,2	25,4	1,1	0,013	0,006	-0,036
123/7 (C)	-12	25	1,8	0,012	0,005	-0,035
124/7 (C)	-13,4	23,3	1,1	0,012	0,004	-0,035
125/7 (C)	-11,2	22,9	1,8	0,012	0,004	-0,036
126/7 (C)	-12,7	21,2	1,1	0,011	0,005	-0,035
127/7 (C)	-10,4	20,8	1,8	0,009	0,007	-0,033
128/7 (C)	-11,9	19,1	0,9	0,01	0,008	-0,035
129/7 (C)	-9,7	18,7	1,4	0,007	0,01	-0,035
130/7 (C)	-11,1	17	0,7	0,007	0,006	-0,035
131/7 (C)	-8,9	16,6	1	0,004	0,009	-0,035
132/7 (C)	-10,3	14,9	0,5	0,002	0,006	-0,034
134/7 (C)	-7,8	14,7	0,5	0,001	0,009	-0,044
135/7 (C)	-9,5	12,6	0	0,001	0,01	-0,043
136/7 (C)	-7,3	12	0	0,002	0,008	-0,035
137/7 (C)	-8,6	10,3	-0,5	0,003	0,007	-0,033
139/7 (C)	-7,9	8,4	-0,8	0,003	0,005	-0,033
142/7 (C)	-5	6	-1	0,001	0,008	-0,035
143/7 (C)	-6,4	4,3	-1,4	0,002	0,01	-0,038
144/7 (C)	-4	3,8	-1,2	0,007	0,011	-0,038
145/7 (C)	-5,5	2	-2,1	0,007	0,014	-0,037
152/7 (C)	-3,9	-0,3	-2,1	0,014	0,006	-0,027
155/7 (C)	-15,4	28,6	1,3	0,013	0,006	-0,036
156/7 (C)	-13,2	28,2	2	0,012	0,006	-0,036
157/7 (C)	-14,6	26,5	1,2	0,012	0,006	-0,036
158/7 (C)	-12,4	26,1	1,9	0,012	0,006	-0,036
159/7 (C)	-13,8	24,4	1,1	0,013	0,005	-0,036
160/7 (C)	-11,6	24	1,8	0,012	0,005	-0,035

162/7 (C)	-10,8	21,8	1,8	0,011	0,004	-0,036
163/7 (C)	-12,3	20,1	1,1	0,013	0,008	-0,037
165/7 (C)	-11,5	18	0,8	0,009	0,007	-0,035
167/7 (C)	-10,7	15,9	0,6	0,005	0,005	-0,034
171/7 (C)	-9	11,4	-0,3	0,002	0,009	-0,038
173/7 (C)	-8,3	9,4	-0,6	0,003	0,005	-0,033
175/7 (C)	-7,5	7,4	-0,9	0,002	0,005	-0,033
177/7 (C)	-6,8	5,4	-1,2	0,002	0,008	-0,035
178/7 (C)	-4,6	4,6	-1	0,01	0,008	-0,036
179/7 (C)	-6	3,1	-1,8	0,005	0,012	-0,037
180/7 (C)	-3,8	2,5	-1,3	0,015	0,009	-0,033
181/7 (C)	-5,1	0,9	-2,4	0,011	0,013	-0,033
208/7 (C)	-4,6	1,6	-2	0,011	0,01	-0,032
241/7 (C)	-3,1	0,5	-1,5	0,017	0,01	-0,032
242/7 (C)	-4,2	0,5	-2,1	0,013	0,007	-0,029
250/7 (C)	-6,5	10	-0,4	0,003	0,006	-0,033
254/7 (C)	-4,2	3,5	-1,2	0,012	0,009	-0,035
262/7 (C)	-16,2	30,8	1,3	0,014	0,006	-0,036
263/7 (C)	-14,4	31,5	2,1	0,013	0,006	-0,036
265/7 (C)	-17	32,9	1,3	0,014	0,005	-0,036
266/7 (C)	-15,1	33,6	2,2	0,014	0,006	-0,036
268/7 (C)	-16,6	31,9	1,3	0,014	0,005	-0,036
271/7 (C)	-17,4	34	1,3	0,015	0,005	-0,036
274/7 (C)	-17,8	35,1	1,3	0,016	0,004	-0,035
275/7 (C)	-15,9	35,8	2,2	0,015	0,005	-0,037
277/7 (C)	-18,2	36,1	1,3	0,016	0,006	-0,034
280/7 (C)	-18,6	37,3	1,3	0,012	0,007	-0,045
281/7 (C)	-16,7	37,9	2,2	0,016	0,007	-0,031
290/7 (C)	-3,6	-1,8	-2,4	0,015	0,008	-0,033
292/7 (C)	-2,3	-0,2	-1,3	0,015	0,009	-0,033
293/7 (C)	-3,2	-1	-2	0,015	0,008	-0,033
294/7 (C)	-4,3	0,2	-2,2	0,015	0,008	-0,033
297/7 (C)	-7,2	6,4	-1	0,002	0,006	-0,033
300/7 (C)	-13,1	22,2	1,1	0,012	0,004	-0,035
301/7 (C)	-9,9	13,9	0,3	0,001	0,009	-0,038
302/7 (C)	-5,8	8	-0,6	0,004	0,006	-0,035
303/7 (C)	-5	5,7	-0,9	0,007	0,007	-0,037
304/7 (C)	-3,5	1,5	-1,4	0,018	0,009	-0,032
308/7 (C)	-17,8	38	1,7	0,017	0,002	-0,036
309/7 (C)	-16,3	36,9	2,2	0,014	0,005	-0,037
311/7 (C)	-16,2	33,7	1,8	0,014	0,005	-0,036
312/7 (C)	-14,7	32,5	2,1	0,014	0,006	-0,036

313/7 (C)	-15,4	31,5	1,7	0,013	0,006	-0,036
317/7 (C)	-17	35,9	1,8	0,015	0,005	-0,036
318/7 (C)	-15,5	34,7	2,2	0,014	0,005	-0,036
323/7 (C)	-11,5	20,7	1,3	0,008	0,006	-0,036
324/7 (C)	-10	19,8	1,4	0,007	0,007	-0,036
325/7 (C)	-10,8	18,6	1,1	0,007	0,007	-0,036
326/7 (C)	-9,2	17,7	1,1	0,005	0,007	-0,035
328/7 (C)	-9,2	14,2	0,4	0,001	0,008	-0,038
329/7 (C)	-7,5	13,3	0,2	0,002	0,009	-0,039
330/7 (C)	-8,3	11,9	-0,1	0,002	0,009	-0,038
331/7 (C)	-6,7	11	-0,3	0,002	0,01	-0,038
332/7 (C)	-7,5	9,6	-0,7	0,002	0,01	-0,038
334/7 (C)	-10	16,4	0,8	0,004	0,007	-0,036
335/7 (C)	-8,4	15,6	0,7	0,002	0,008	-0,036
338/7 (C)	-14,6	29,4	1,7	0,013	0,006	-0,036
341/7 (C)	-13,9	27,2	1,6	0,012	0,006	-0,036
344/7 (C)	-13	25,1	1,5	0,012	0,005	-0,036
347/7 (C)	-12,3	22,9	1,5	0,012	0,004	-0,036
349/7 (C)	-11,5	20,7	1,5	0,011	0,004	-0,036
350/7 (C)	-7,5	9,7	-0,5	0,003	0,006	-0,034
351/7 (C)	-6,2	9	-0,5	0,003	0,005	-0,033
353/7 (C)	-6,8	7,7	-0,8	0,002	0,005	-0,033
354/7 (C)	-5,4	7	-0,8	0,003	0,006	-0,034
356/7 (C)	-6,1	5,7	-1,1	0,002	0,007	-0,034
357/7 (C)	-4,6	4,9	-1,1	0,004	0,008	-0,036
359/7 (C)	-5,3	3,6	-1,5	0,006	0,01	-0,035
360/7 (C)	-3,8	2,7	-1,4	0,01	0,008	-0,033
361/7 (C)	-4,5	1,7	-1,9	0,014	0,007	-0,033
366/7 (C)	-7,4	9,7	-0,5	0,003	0,005	-0,034
369/7 (C)	-2,9	-0,9	-1,8	0,015	0,01	-0,033
371/7 (C)	-8,1	11,7	-0,2	0,002	0,009	-0,033
373/7 (C)	-14,5	29	1,6	0,013	0,006	-0,036
374/7 (C)	-12,9	24,7	1,5	0,012	0,005	-0,036
376/7 (C)	-17,1	39	2,1	0,029	0,001	-0,087
377/7 (C)	-20,2	37,9	1,5	0,017	-0,002	-0,038
378/7 (C)	-19	38,4	1,3	0,008	-0,005	0,003
379/7 (C)	-20,1	38,3	1,5	0,017	-0,002	-0,038
381/7 (C)	0	0	0	0	0	0
382/7 (C)	-19,7	37,3	1,8	0,017	-0,002	-0,038
383/7 (C)	0	0	0	0	0	0
384/7 (C)	-11,2	20,5	1,5	0,012	0,008	-0,036

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
PILONA 3						
MAX	0	39	2,2	0,029	0,014	0,003
Nudo	44	376	318	376	145	378
Caso	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)
MIN	-20,2	-2	-2,5	0	-0,005	-0,087
Nudo	377	73	115	3	378	376
Caso	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)

Tabla A8-3. Desplazamientos nudos pilon 3

PILONA 4

Nudo/Caso	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/8	0	0	0	0	0	0
2/8	0	0	0	0	0	0
3/8	0	0	0	0	0	0
4/8	0	0	-0,1	0,001	0	0
5/8	0	-0,1	-0,1	0,001	0	0
6/8	0	-0,3	-0,2	0,002	0	0
7/8	0	-0,4	-0,4	0,002	0	0
8/8	0	-0,7	-0,5	0,003	0	0
9/8	0,1	-0,9	-0,7	0,003	0	0
10/8	0,1	-1,2	-0,8	0,003	0	0
13/8	0,1	-1,4	-0,8	0,003	0	0
14/8	0,1	-1,4	-1	0,003	0	0
15/8	0,1	-1,7	-0,9	0,003	0	0,001
16/8	0,1	-1,7	-1,2	0,003	0	0
17/8	0,1	-1,9	-1,1	0,003	0	0,001
18/8	0,2	-2	-1,3	0,003	0	0,001
19/8	0,2	-2,3	-1,5	0,003	0	0,001
20/8	0,2	-2,2	-1,3	0,003	0	0,001
21/8	0,2	-2,5	-1,4	0,003	0	0,001
22/8	0,2	-2,5	-1,6	0,003	0	0,001
23/8	0,2	-2,7	-1,6	0,003	0	0,001
30/8	0	0	0	0	0	0
31/8	0	0	0	0	0	0

32/8	0	-0,1	0	0,001	0	0
33/8	0	-0,2	-0,1	0,002	0	0
34/8	0	-0,4	-0,2	0,002	0	0
35/8	0	-0,6	-0,3	0,003	0	0
36/8	0,1	-1,1	-0,6	0,003	0	0
37/8	0	-0,8	-0,5	0,003	0	0
39/8	0	0	0	0	0	0
44/8	0	0	0	0,001	0	0
45/8	0	-0,1	-0,1	0,001	0	0
46/8	0	-0,2	-0,2	0,002	0	0
47/8	0	-0,4	-0,3	0,002	0	0
48/8	0	-0,6	-0,4	0,003	0	0
49/8	0	-0,8	-0,5	0,003	0	0
50/8	0,1	-1,1	-0,7	0,003	0	0
51/8	0,1	-1,4	-0,8	0,003	0	0
52/8	0,1	-1,6	-1	0,003	0	0
53/8	0,1	-1,9	-1,2	0,003	0	0
54/8	0,2	-2,2	-1,3	0,003	0	0,001
55/8	0,2	-2,5	-1,5	0,003	0	0,001
56/8	0,2	-2,7	-1,7	0,003	0	0,001
58/8	0	0	0	0,001	0	0
60/8	0	-0,2	-0,1	0,001	0	0
61/8	0	-0,3	-0,1	0,002	0	0
63/8	0	-0,5	-0,3	0,002	0	0
64/8	0	-0,7	-0,4	0,003	0	0
66/8	0	-1	-0,5	0,003	0	0
67/8	0,1	-1,2	-0,7	0,003	0	0
69/8	0,1	-1,5	-0,8	0,003	0	0
70/8	0,1	-1,8	-1	0,003	0	0,001
71/8	0,1	-2,1	-1,2	0,003	0	0,001
73/8	0,2	-2,3	-1,3	0,003	0	0,001
74/8	0,2	-2,6	-1,5	0,003	0	0,001
78/8	0	0	0	0,001	0	0
80/8	0	-0,1	0	0,001	0	0
81/8	0	-0,1	-0,1	0,001	0	0
82/8	0	-0,2	-0,1	0,001	0	0
83/8	0	-0,2	-0,2	0,002	0	0
84/8	0	-0,3	-0,2	0,002	0	0
85/8	0	-0,3	-0,3	0,002	0	0
86/8	0	-0,5	-0,3	0,002	0	0
88/8	0	-0,5	-0,4	0,003	0	0
89/8	0	-0,7	-0,5	0,003	0	0

90/8	0,1	-0,8	-0,6	0,003	0	0
91/8	0,1	-1	-0,6	0,003	0	0
93/8	0,1	-1	-0,8	0,003	0	0
94/8	0,1	-1,2	-0,8	0,003	0	0
95/8	0,1	-1,3	-0,9	0,003	0	0
96/8	0,1	-1,5	-0,9	0,003	0	0
97/8	0,1	-1,6	-1,1	0,003	0	0
98/8	0,1	-1,8	-1,1	0,003	0	0
99/8	0,2	-1,8	-1,3	0,003	0	0,001
100/8	0,2	-2,1	-1,3	0,003	0	0
101/8	0,2	-2,1	-1,4	0,003	0	0,001
102/8	0,2	-2,3	-1,4	0,003	0	0,001
104/8	0,2	-2,4	-1,6	0,003	0	0,001
105/8	0,2	-2,6	-1,6	0,003	0	0,001
107/8	0,2	-2,6	-1,7	0,003	0	0,001
115/8	0,2	-2,3	-1,5	0,003	0	0,001
290/8	0,2	-2,8	-1,7	0,003	0	0,001
306/8	0,3	-2,9	-1,8	0,003	0	0,001
310/8	0,3	-3	-1,8	0,002	0	0,001
312/8	0,2	-2,8	-1,7	0,003	0	0,001
313/8	0,3	-2,9	-1,9	0,003	0	0,001
318/8	0,3	-2,8	-1,8	0,003	0	0,001
319/8	0,2	-2,9	-1,7	0,003	0	0,001
326/8	0,3	-3	-1,9	0,002	0	0,001
327/8	0,3	-3,1	-2	0,002	0	0
329/8	0,3	-3,1	-1,8	0,003	0	0
330/8	0,3	-3,1	-1,9	0,002	0	0,001
331/8	0,3	-3,1	-1,9	0,002	0	0
332/8	0,3	-3	-1,9	0,003	0	0,001
333/8	0	0	0	0	0	0

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
PILONA 4						
MAX	0,3	0	0	0,003	0	0,001
Nudo	327	1	31	98	310	310
Caso	8	8	8	8	8	8
MIN	0	-3,1	-2	0	0	0
Nudo	58	331	327	1	81	1
Caso	8	8	8	8	8	8

Tabla A8-4. Desplazamientos nudos pila 4

PILONA 5

Nudo/Caso	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/7	30,5	57,1	-0,1	0,04	-0,024	0,099
2/7	5,2	5,2	-1,2	0,041	-0,019	0,093
3/7	0	0	0	0	0	0
4/7	0,1	0,3	0	0,002	-0,001	0,009
5/7	0,2	0,5	-0,1	0,006	-0,002	0,017
6/7	0,4	0,7	-0,2	0,01	-0,003	0,024
7/7	0,7	0,9	-0,3	0,014	-0,004	0,031
8/7	0,9	1,1	-0,4	0,017	-0,006	0,039
9/7	1,2	1,3	-0,5	0,02	-0,007	0,046
10/7	1,5	1,5	-0,6	0,024	-0,009	0,053
11/7	11,9	17,1	-2,2	0,041	-0,02	0,1
12/7	0	0	0	0	0	0
13/7	0,2	-1,5	-0,5	0,029	-0,012	0,054
14/7	1,8	1,8	-0,6	0,027	-0,011	0,06
15/7	0,3	-1,6	-0,5	0,032	-0,014	0,061
16/7	2	2,1	-0,6	0,03	-0,014	0,068
17/7	0,2	-1,7	-0,6	0,035	-0,016	0,068
18/7	2,2	2,4	-0,6	0,035	-0,016	0,076
19/7	2,3	2,9	-0,6	0,036	-0,024	0,086
20/7	0,2	-1,7	-0,6	0,037	-0,018	0,075
21/7	0,1	-1,6	-0,6	0,037	-0,019	0,079
22/7	2,2	3,1	-0,5	0,041	-0,019	0,082
23/7	0	-1,4	-0,5	0,037	-0,02	0,079
24/7	1,7	-0,7	-1,2	0,037	-0,021	0,079
25/7	0	0	0	0	0	0
30/7	0	0	0	0	0	0
31/7	-0,1	-0,1	0	0,005	-0,003	0,004
32/7	-0,2	-0,4	0	0,008	-0,003	0,012
33/7	-0,2	-0,6	0	0,012	-0,004	0,019
34/7	-0,1	-0,8	-0,1	0,015	-0,005	0,026
35/7	-0,1	-1	-0,2	0,019	-0,007	0,033
36/7	0,1	-1,4	-0,4	0,025	-0,01	0,047
37/7	0	-1,2	-0,3	0,022	-0,008	0,04
39/7	0	0	0	0	0	0
44/7	0,2	-0,1	-0,1	0,005	0,004	0,005
45/7	0,6	-0,3	-0,4	0,008	0,002	0,012
46/7	1	-0,5	-0,6	0,012	0,001	0,02
47/7	1,5	-0,6	-0,9	0,015	0	0,027

48/7	2,1	-0,8	-1,2	0,019	-0,002	0,034
49/7	2,6	-1	-1,5	0,022	-0,003	0,041
50/7	3,2	-1,1	-1,8	0,026	-0,005	0,048
51/7	3,7	-1,2	-2,1	0,029	-0,007	0,055
52/7	4,2	-1,3	-2,4	0,032	-0,009	0,063
53/7	4,6	-1,4	-2,6	0,034	-0,013	0,07
54/7	5,2	-1,4	-2,9	0,05	-0,007	0,077
55/7	5,3	-1,2	-3	0,029	-0,028	0,087
56/7	4,9	-1	-2,7	0,039	-0,019	0,079
58/7	-0,2	-0,3	0	0,006	-0,003	0,008
60/7	-0,2	-0,5	0	0,01	-0,004	0,015
61/7	-0,2	-0,7	0	0,013	-0,005	0,022
63/7	-0,1	-0,9	-0,1	0,017	-0,006	0,029
64/7	0	-1,1	-0,2	0,02	-0,007	0,036
66/7	0,1	-1,3	-0,3	0,024	-0,009	0,044
67/7	0,2	-1,4	-0,4	0,027	-0,011	0,051
69/7	0,3	-1,6	-0,5	0,03	-0,013	0,058
70/7	0,3	-1,7	-0,6	0,033	-0,015	0,064
71/7	0,2	-1,7	-0,6	0,036	-0,017	0,071
73/7	0,1	-1,7	-0,6	0,038	-0,019	0,078
74/7	0	-1,5	-0,5	0,037	-0,019	0,079
78/7	0	0,1	0	-0,001	0	0,006
80/7	0,4	-0,2	-0,3	0,006	0,003	0,009
81/7	0,1	0,4	0	0,005	-0,001	0,013
82/7	0,8	-0,4	-0,5	0,01	0,001	0,016
83/7	0,3	0,6	-0,1	0,008	-0,002	0,021
84/7	1,3	-0,6	-0,8	0,014	0	0,023
85/7	0,5	0,8	-0,2	0,012	-0,004	0,028
86/7	1,8	-0,7	-1,1	0,017	-0,001	0,03
88/7	0,8	1	-0,3	0,015	-0,005	0,035
89/7	2,3	-0,9	-1,4	0,021	-0,002	0,037
90/7	1,1	1,2	-0,4	0,019	-0,006	0,042
91/7	2,9	-1,1	-1,7	0,024	-0,004	0,045
93/7	1,4	1,4	-0,5	0,022	-0,008	0,049
94/7	3,4	-1,2	-2	0,027	-0,006	0,052
95/7	1,7	1,7	-0,6	0,025	-0,01	0,056
96/7	4	-1,3	-2,3	0,031	-0,008	0,059
97/7	1,9	2	-0,6	0,028	-0,012	0,064
98/7	4,4	-1,4	-2,5	0,034	-0,012	0,066
99/7	2,1	2,3	-0,6	0,032	-0,015	0,071
100/7	4,8	-1,3	-2,7	0,035	-0,009	0,076
101/7	2,3	2,6	-0,6	0,037	-0,017	0,082

102/7	5,5	-1,9	-3,2	0,041	-0,02	0,086
104/7	2,2	3,1	-0,4	0,041	-0,019	0,085
105/7	5	-1	-2,8	0,04	-0,023	0,079
107/7	2,2	3,1	-0,4	0,038	-0,021	0,08
114/7	44	79	-0,8	0,04	-0,024	0,101
115/7	2,2	3	-0,5	0,037	-0,024	0,087
116/7	40,3	84,2	1,8	0,039	-0,023	0,101
117/7	45,3	81,9	-0,7	0,039	-0,023	0,101
119/7	37,6	78,4	1,6	0,04	-0,024	0,1
121/7	41,2	73,2	-1,1	0,04	-0,024	0,1
122/7	34,9	72,6	1,3	0,041	-0,022	0,1
123/7	38,5	67,4	-1,3	0,042	-0,021	0,1
124/7	32,1	66,8	1,2	0,042	-0,02	0,1
125/7	35,7	61,6	-1,4	0,043	-0,02	0,099
126/7	29,4	61,1	1,2	0,042	-0,022	0,1
127/7	33	55,9	-1,4	0,042	-0,024	0,102
128/7	26,7	55,3	0,9	0,04	-0,026	0,099
129/7	30,3	50,1	-1,9	0,04	-0,028	0,098
130/7	24	49,6	0,5	0,042	-0,026	0,099
131/7	27,6	44,4	-2,4	0,042	-0,027	0,099
132/7	21,4	43,9	0,2	0,043	-0,025	0,097
134/7	25,2	38,6	-2,8	0,046	-0,024	0,106
135/7	18,6	38	0,1	0,047	-0,023	0,105
136/7	22	32,8	-2,9	0,047	-0,025	0,098
137/7	15,9	32,2	-0,1	0,047	-0,027	0,096
139/7	13,3	26,6	-0,5	0,044	-0,028	0,096
142/7	14,4	16	-3,4	0,041	-0,02	0,1
143/7	8	15,3	-0,9	0,041	-0,015	0,106
144/7	11,9	9,7	-3,2	0,043	-0,014	0,109
145/7	5,1	9,1	-0,5	0,045	-0,015	0,109
152/7	4	0,3	-2	0,042	-0,023	0,093
155/7	39	81,3	1,7	0,04	-0,023	0,1
156/7	42,6	76,1	-1	0,04	-0,024	0,101
157/7	36,2	75,5	1,4	0,04	-0,024	0,101
158/7	39,8	70,3	-1,3	0,041	-0,023	0,1
159/7	33,5	69,7	1,2	0,042	-0,021	0,1
160/7	37,1	64,5	-1,4	0,043	-0,021	0,1
162/7	34,4	58,8	-1,4	0,043	-0,021	0,099
163/7	28,1	58,2	1,1	0,039	-0,024	0,098
165/7	25,4	52,5	0,7	0,04	-0,025	0,098
167/7	22,7	46,8	0,3	0,042	-0,026	0,098
171/7	17,2	35	0	0,048	-0,025	0,101

173/7	14,6	29,4	-0,3	0,046	-0,028	0,096
175/7	12	23,9	-0,7	0,042	-0,027	0,095
177/7	9,4	18,3	-1	0,04	-0,02	0,1
178/7	12,4	12,5	-3,2	0,043	-0,015	0,104
179/7	6,5	12,2	-0,7	0,043	-0,013	0,106
180/7	9,6	6,6	-2,9	0,042	-0,016	0,098
181/7	3,6	6	-0,4	0,041	-0,019	0,101
208/7	6,8	6,2	-1,8	0,045	-0,021	0,101
241/7	6,8	0,8	-3	0,038	-0,026	0,094
242/7	5,3	3	-1,8	0,042	-0,024	0,096
250/7	19,4	27,2	-3,2	0,045	-0,025	0,096
254/7	11	9,5	-3,1	0,043	-0,015	0,102
262/7	41,7	87,2	1,9	0,039	-0,023	0,101
263/7	46,7	84,8	-0,5	0,039	-0,023	0,101
265/7	44,5	93	2,2	0,039	-0,022	0,101
266/7	49,5	90,6	-0,3	0,039	-0,023	0,101
268/7	43,1	90,1	2,1	0,039	-0,023	0,101
271/7	45,8	95,9	2,3	0,039	-0,022	0,101
274/7	47,2	98,8	2,4	0,039	-0,021	0,101
275/7	52,2	96,5	0	0,039	-0,022	0,101
277/7	48,6	101,8	2,5	0,037	-0,021	0,102
280/7	50	104,7	2,6	0,038	-0,025	0,094
281/7	55	102,3	0,2	0,036	-0,022	0,105
290/7	-0,1	-1,3	-0,4	0,037	-0,02	0,079
292/7	4,9	-0,9	-2,7	0,037	-0,019	0,08
293/7	1,7	-0,7	-1,1	0,037	-0,02	0,079
294/7	2,1	3,3	-0,3	0,037	-0,02	0,079
297/7	10,7	21,1	-0,9	0,04	-0,024	0,095
300/7	30,8	63,9	1,2	0,043	-0,02	0,1
301/7	20	41,1	0,1	0,045	-0,023	0,102
302/7	16,7	21,6	-3,4	0,043	-0,022	0,1
303/7	13,8	15,5	-3,3	0,042	-0,017	0,105
304/7	8,3	3,8	-2,9	0,041	-0,02	0,094
308/7	53,2	104,6	1,4	0,039	-0,019	0,101
309/7	53,6	99,4	0,1	0,038	-0,023	0,1
311/7	47,7	92,9	0,9	0,039	-0,023	0,101
312/7	48,1	87,7	-0,4	0,039	-0,023	0,101
313/7	44,9	87,1	0,7	0,039	-0,023	0,101
317/7	50,4	98,8	1,2	0,038	-0,022	0,101
318/7	50,9	93,6	-0,1	0,039	-0,022	0,101
323/7	31,3	58,2	-0,3	0,043	-0,025	0,099
324/7	31,6	53	-1,8	0,043	-0,026	0,099

325/7	28,6	52,5	-0,7	0,043	-0,027	0,098
326/7	28,9	47,3	-2,2	0,043	-0,027	0,098
328/7	23,3	41,1	-1,3	0,045	-0,025	0,1
329/7	23,6	35,7	-2,8	0,046	-0,025	0,101
330/7	20,5	35,3	-1,5	0,047	-0,025	0,1
331/7	20,8	29,9	-3	0,047	-0,026	0,1
332/7	17,8	29,5	-1,7	0,047	-0,026	0,1
334/7	26	46,8	-1	0,043	-0,026	0,098
335/7	26,3	41,6	-2,5	0,044	-0,026	0,099
338/7	42,2	81,3	0,4	0,04	-0,023	0,1
341/7	39,5	75,5	0,1	0,04	-0,024	0,1
344/7	36,6	69,7	-0,1	0,042	-0,021	0,1
347/7	33,9	64	-0,1	0,043	-0,02	0,099
349/7	31,2	58,3	-0,1	0,043	-0,021	0,099
350/7	17,8	29,6	-1,7	0,045	-0,027	0,097
351/7	18,1	24,4	-3,3	0,044	-0,025	0,096
353/7	15,2	24	-2	0,043	-0,024	0,098
354/7	15,6	18,7	-3,4	0,042	-0,021	0,098
356/7	12,4	18,2	-2,2	0,041	-0,019	0,102
357/7	13,1	12,8	-3,3	0,043	-0,017	0,105
359/7	9,6	12,2	-2	0,044	-0,016	0,105
360/7	10,2	6,7	-3,1	0,044	-0,014	0,106
361/7	6,6	6,2	-1,6	0,043	-0,017	0,102
366/7	17	28,3	-1,8	0,046	-0,027	0,096
368/7	30,4	57,1	-0,1	0,04	-0,024	0,099
369/7	2,3	-1	-1,5	0,037	-0,021	0,079
370/7	33,3	62,8	-0,1	0,043	-0,02	0,099
371/7	19,6	33,9	-1,5	0,048	-0,025	0,096
372/7	33,2	62,8	0	0,043	-0,02	0,099
373/7	41,4	80,2	0,5	0,04	-0,023	0,1
374/7	35,9	68,6	0	0,042	-0,021	0,1
376/7	56,4	105,2	0,3	0,031	-0,012	0,062
377/7	55,5	105,6	1,3	0,041	-0,016	0,1
378/7	51,4	107,6	2,7	0,049	-0,02	0,131
379/7	55,9	106,6	1,3	0,041	-0,017	0,1
381/7	0	0	0	0	0	0
382/7	54,7	103,9	1,4	0,041	-0,017	0,1

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	56,4	107,6	2,7	0,05	0,004	0,131

Nudo	376	378	378	54	44	378
Caso	7	7	7	7	7	7
MIN	-0,2	-1,9	-3,4	-0,001	-0,028	0
Nudo	60	102	142	78	173	3
Caso	7	7	7	7	7	7

Tabla A8-5. Desplazamientos nudos pila 5

ANEXO 9: NOTAS DE CÁLCULO DE LA CIMENTACION

ZAPATA PILONA 1

1 Cimentación aislada: Cimentación2

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 1,30 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 1,30 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 0,30 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h2	= 0,10 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		
a'	= 75,0 (cm)		
b'	= 75,0 (cm)		
c1	= 5,0 (cm)		
c2	= 5,0 (cm)		

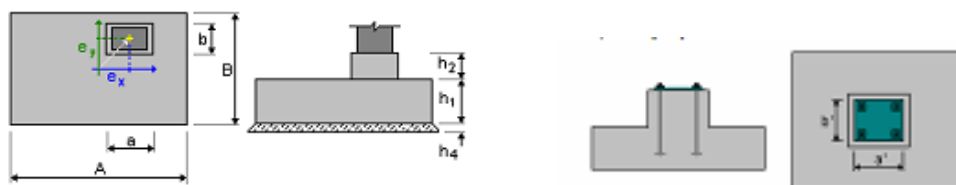


Figura A9-1. Dimensiones de la zapata

1.1.3 Materiales

Hormigón:	: HA - 50; resistencia característica
= 50,00 MPa	
	Densidad = 2501,36 (kG/m3)
Armaduras longitudinales	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	
Armaduras transversales	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	
Armadura adicional:	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo N	Fx	Fy	Mx	My
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	
	(kN*m)					
ELU(sin)		de cálculo(Peso propio)			----	
36,25	-3,85	-4,32	-6,58	6,01		
ELU(con)		de cálculo(Peso propio)			----	
39,18	-5,32	-6,04	-8,94	3,07		

Cargas sobre el talud:

Caso	Natura	Q1
		(kN/m2)

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58
My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32
- 2/ ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=39,18 Mx=-8,94
My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04
- 3/* ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58
My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32
- 4/* ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=39,18 Mx=-8,94
My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coefficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: 1 A1 + M1 + R1 $\sigma'_1 = 1,00$ $\sigma'_1 = 1,00$ $\sigma_{qu} = 1,00$ $\sigma_{qu} = 1,00$ $\sigma_{R,v} = 1,00$ $\sigma_{R,h} = 1,00$
A2 + M2 + R1 $\sigma'_1 = 1,25$ $\sigma'_1 = 1,25$ $\sigma_{qu} = 1,40$ $\sigma_{qu} = 1,40$ $\sigma_{R,v} = 1,00$ $\sigma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo:	N ₁	= 0,00 (m)	
Nivel max. de la cimentación:	N _a	= 0,00 (m)	
Nivel del fondo del excavado:	N _f	= -0,50 (m)	
Nivel de agua:	N máx.	= 0,80 (m)	N mín.
		= -1,00 (m)	

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m3)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m3)

- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**

N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquímedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 15,26

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 51,51 (kN) Mx = -4,85 (kN*m) My = 4,47

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

eB = 0,09 (m) eL = 0,09 (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

B' = B - 2|eB| = 1,13 (m)

L' = L - 2|eL| = 1,30 (m)

Profundidad del asiento: Dmin = 0,40 (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

qu = 0.50 (MPa)

ple* = 0,56 (MPa)

De = Dmin - d = 0,40 (m)

kp = 0,87

q'0 = 0,01 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'0 = 0,49 (MPa)

Tensión en el suelo: qref = 0.06 (MPa)

Coeficiente de seguridad: qlim / qref = **8.808 > 1**

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**

N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32

Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes
 Superficie de contacto: $s = 0,16$
 $s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**
 $N=39,18$ $M_x=-8,94$ $M_y=3,07$ $F_x=-5,32$ $F_y=-6,04$
 Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7,94$
 (kN)
 Carga de diseño:
 $N_r = 47,12$ (kN) $M_x = -6,52$ (kN*m) $M_y = 0,94$
 (kN*m)
 Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_ = 1,30$ (m)
 $B_ = 1,30$ (m)
 Superficie de deslizamiento: $1,69$ (m²)
 Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_{red}) = 0,30$
 Cohesión: $c_u = 0.06$ (MPa)
 Presión del suelo considerada:
 $H_x = -5,32$ (kN) $H_y = -6,04$ (kN)
 $P_{px} = 1,68$ (kN) $P_{py} = 1,68$ (kN)
 $P_{ax} = -0,28$ (kN) $P_{ay} = -0,28$ (kN)
 Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 6,07$ (kN)
 Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la
 cimentación:
 - en el nivel del asiento: $R_d = 14,11$ (kN)
 Estabilidad a deslizamiento: $2.324 > 1$

Vuelco

Alrededor del eje OX
 Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**
 $N=39,18$ $M_x=-8,94$ $M_y=3,07$ $F_x=-5,32$ $F_y=-6,04$
 Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7,94$
 (kN)
 Carga de diseño:
 $N_r = 47,12$ (kN) $M_x = -6,52$ (kN*m) $M_y = 0,94$
 (kN*m)
 Momento estabilizador: $M_{stab} = 33,04$ (kN*m)
 Moment de vuelco: $M_{renv} = 8,94$ (kN*m)
 Estabilidad al vuelco: $3.697 > 1$

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU**
N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01 Fx=-3,85 Fy=-4,32

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 7,94

(kN)

Carga de diseño:
 Nr = 44,19 (kN) Mx = -4,85 (kN*m) My = 4,47

(kN*m)

Momento estabilizador: Mstab = 30,26 (kN*m)
 Momento de vuelco: Mrenv = 6,01 (kN*m)
 Estabilidad al vuelco: **5.036 > 1**

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Cizalladura

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion ELU N=39,18**
Mx=-8,94 My=3,07 Fx=-5,32 Fy=-6,04

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes

Carga de diseño:
 Nr = 47,12 (kN) Mx = -6,52 (kN*m) My = 0,94 (kN*m)

Longitud del perímetro crítico: 1,30 (m)
 Esfuerzo cortante: 1,82 (kN)
 altura útil de la sección heff = 0,24 (m)
 Superficie de cizalladura: A = 0,31 (m2)
 Cuantía de armadura: **★** = 0.13 %
 Tensión cortante: 0,01 (MPa)
 Tensión cortante admisible: 0,81 (MPa)
 Coeficiente de seguridad: **138.3 > 1.5**

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=36,25 Mx=-6,58 My=6,01

$$F_x = -3,85 \quad F_y = -4,32$$

$$M_y = 3,10 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=39,18 $M_x = -8,94$ $M_y = 3,07$

$$F_x = -5,32 \quad F_y = -6,04$$

$$M_x = 3,71 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fuste:

$$\begin{aligned} \text{Armaduras longitudinales} \quad A &= 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{\text{mín.}} = \\ 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \quad l = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \quad l = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \quad l = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \quad l = 1,45 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,44 + 3 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \quad l = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \quad l = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1*0,12 + 2*0,09$$

2 Cuantitativo:

Volumen del hormigón = 0,56 (m3)
Superficie de encofrado = 1,86 (m2)

Acero B 500 S

Peso total = 67,87 (kG)
Densidad = 120,49 (kG/m3)
Diámetro medio = 14,4 (mm)

Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
12	1,84	7
12	1,89	4
16	1,45	16
16	2,75	3

ZAPATA PILONA 2

1 Cimentación aislada: Cimentación1

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 0,90 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 0,90 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 0,30 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 0,10 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		
a'	= 75,0 (cm)		
b'	= 75,0 (cm)		
c1	= 5,0 (cm)		
c2	= 5,0 (cm)		

1.1.3 Materiales

Hormigón:	: HA - 50; resistencia característica
= 50,00 MPa	
Armaduras longitudinales	Densidad = 2501,36 (kg/m ³)
característica = 500,00 MPa	: tipo B 500 S resistencia
Armaduras transversales	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	
Armadura adicional:	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo N	Fx	Fy	Mx	My
			(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)
						(kN*m)
combinacion cargas sin esquiadores ELU de cálculo(Peso						
proprio) ----		29,37	4,87	-6,45	-3,76	-3,23
combinacion de cargas con esquiadores ELU de cálculo(Peso						
proprio) ----		30,94	6,23	-8,08	-5,37	0,13
Combinacion ELS de cálculo(Peso propio) ----						
22,80	4,51	-5,86	-3,86	-0,15		

Cargas sobre el talud:

Caso	Natura	Q1
		(kN/m ²)

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=29,37 Mx=-3,76 My=-3,23 Fx=4,87 Fy=-6,45
- 2/ ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08
- 3/ ELS : Combinacion ELS N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86
- 4/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=29,37 Mx=-3,76 My=-3,23 Fx=4,87 Fy=-6,45
- 5/* ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08
- 6/* ELS : Combinacion ELS N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coefficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: $1 \cdot A1 + M1 + R1 \cdot \gamma' = 1,00 \cdot \gamma' = 1,00$
 $1,00 \cdot \gamma_{cu} = 1,00 \cdot \gamma_{qu} = 1,00 \cdot \gamma_{\gamma} = 1,00 \cdot \gamma_{R,v} = 1,00 \cdot \gamma_{R,h}$
 $= 1,00 \cdot A2 + M2 + R1 \cdot \gamma' = 1,25 \cdot \gamma' = 1,25 \cdot \gamma_{cu} = 1,40$
 $1,40 \cdot \gamma_{qu} = 1,40 \cdot \gamma_{\gamma} = 1,00 \cdot \gamma_{R,v} = 1,00 \cdot \gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: $N_1 = 0,00$ (m)
Nivel max. de la cimentación: $N_a = 0,00$ (m)
Nivel del fondo del excavado: $N_f = -0,50$ (m)
Nivel de agua: $N_{\text{máx.}} = 0,80$ (m) $N_{\text{mín.}} = -1,00$ (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU** $N=30,94$ $M_x=-5,37$ $M_y=0,13$ $F_x=6,23$ $F_y=-8,08$

Coefficientes de carga: $1.35 \cdot$ peso de la cimentación
 $1.35 \cdot$ peso del suelo
 $1.00 \cdot$ presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 7,44$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 38,39$ (kN) $M_x = -2,14$ (kN*m) $M_y = 2,62$

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

$e_B = 0,06$ (m) $e_L = 0,07$ (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$B' = B - 2|e_B| = 0,90$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 0,79$ (m)

Profundidad del asiento: $D_{\text{min}} = 0,40$ (m)

**Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico -
límite de tensiones**

$$q_u = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,56 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0,40 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0,90$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,51 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensión en el suelo: } q_{ref} = 0.09 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } q_{lim} / q_{ref} = 5.882 > 1$$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas**
con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: $s = 0,15$

$s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas**
con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 34,67 \text{ (kN)}$ $M_x = -2,14 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 2,62$
(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_{\perp} = 0,90 \text{ (m)}$

$B_{\perp} = 0,90 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $0,81 \text{ (m}^2\text{)}$

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_{cd}) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0.06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$H_x = 6,23 \text{ (kN)}$ $H_y = -8,08 \text{ (kN)}$

$P_{px} = -1,16 \text{ (kN)}$ $P_{py} = 1,16 \text{ (kN)}$

$P_{ax} = 0,19 \text{ (kN)}$ $P_{ay} = -0,19 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,84 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 10,38$ (kN)
Estabilidad a deslizamiento: $1.174 > 1$

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**
N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86
Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquimedes
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7,89$
(kN)
Tensión media debida a la carga de dimensionado: $q = 0,04$
(MPa)
Espesor del suelo con hundimiento activo: $z = 1,35$ (m)
Tensión en el nivel z:
- adicional: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)
- debida al peso del suelo: $\sigma_{zs} = 0,03$ (MPa)
Hundimientos:
- primario $s' = 0,0$ (cm)
- secundario $s'' = 0,0$ (cm)
- TOTAL $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$
(cm)
Coeficiente de seguridad: $227.3 > 1$

Diferencia de hundimientos

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**
N=22,80 Mx=-3,86 My=-0,15 Fx=4,51 Fy=-5,86
Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquimedes
Diferencia de hundimientos: $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$
(cm)
Coeficiente de seguridad: $204 > 1$

Vuelco

Alrededor del eje OX
Combinación dimensionante: **ELU : combinacion de cargas**
con esquiadores ELU N=30,94 Mx=-5,37 My=0,13 Fx=6,23 Fy=-8,08
Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
(kN)
Carga de diseño:

$N_r = 34,67 \text{ (kN)}$ $M_x = -2,14 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 2,62$
 (kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 18,83 \text{ (kN*m)}$
 Moment de vuelco: $M_{renv} = 5,37 \text{ (kN*m)}$
 Estabilidad al vuelco: **$3.507 > 1$**

Alrededor del eje OY
 Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=29,37 $M_x=-3,76$ $M_y=-3,23$ $F_x=4,87$ $F_y=-6,45$**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 3,73$
 (kN)

Carga de diseño:
 $N_r = 33,10 \text{ (kN)}$ $M_x = -1,18 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -1,28$
 (kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 16,84 \text{ (kN*m)}$
 Moment de vuelco: $M_{renv} = 3,23 \text{ (kN*m)}$
 Estabilidad al vuelco: **$5.214 > 1$**

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 $M_x=-5,37$
 $M_y=0,13$ $F_x=6,23$ $F_y=-8,08$

$$M_y = 0,93 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

ELU : combinacion de cargas con esquiadores ELU N=30,94 $M_x=-5,37$
 $M_y=0,13$ $F_x=6,23$ $F_y=-8,08$

$$M_x = 0,87 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fuste:

$$\text{Armaduras longitudinales} \quad A = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{\text{mín.}} = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\text{Volumen del hormigón} = 0,30 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Superficie de encofrado} = 1,38 \text{ (m}^2\text{)}$$

Acero B 500 S

$$\text{Peso total} = 51,11 \text{ (kG)}$$

Densidad = 170,81 (kG/m³)
 Diámetro medio = 14,0 (mm)
 Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
12	1,84	7
12	1,89	4
16	1,05	12
16	2,75	3

ZAPATA PILONA 3

1 Cimentación aislada: Cimentación 383

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 0,90 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 0,90 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 0,30 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h2	= 0,10 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		
a'	= 75,0 (cm)		
b'	= 75,0 (cm)		
c1	= 5,0 (cm)		
c2	= 5,0 (cm)		

1.1.3 Materiales

Hormigón: : HA - 50; resistencia característica
 = 50,00 MPa
 Densidad = 2501,36 (kG/m³)
 Armaduras longitudinales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa
 Armaduras transversales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa

Armadura adicional: : tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo N	F _x (kN)	F _y (kN)	M _x (kN*m)	M _y (kN*m)
combinacion cargas sin esquiadores ELU de cálculo(Peso propio)	----	28,98	7,18	2,44	2,22	-4,65
combinacion cargas con esquiadores ELU de cálculo(Peso propio)	----	30,36	9,18	3,12	3,25	-3,71
Combinacion ELS de cálculo(Peso propio)	----	22,39	6,65	2,26	2,33	-2,82

Cargas sobre el talud:

Caso	Natura	Q1 (kN/m ²)
------	--------	----------------------------

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98
M_x=2,22 M_y=-4,65 F_x=7,18 F_y=2,44
- 2/ ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36
M_x=3,25 M_y=-3,71 F_x=9,18 F_y=3,12
- 3/ ELS : Combinacion ELS N=22,39 M_x=2,33 M_y=-2,82 F_x=6,65
F_y=2,26
- 4/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98
M_x=2,22 M_y=-4,65 F_x=7,18 F_y=2,44
- 5/* ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36
M_x=3,25 M_y=-3,71 F_x=9,18 F_y=3,12
- 6/* ELS : Combinacion ELS N=22,39 M_x=2,33 M_y=-2,82 F_x=6,65
F_y=2,26

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coefficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: 1 A1 + M1 + R1 $\gamma_{d1}' = 1,00$ $\gamma_{d1}' = 1,00$ $\gamma_{cu} = 1,00$ $\gamma_{qu} = 1,00$ $\gamma_{R,v} = 1,00$ $\gamma_{R,h} = 1,00$ A2 + M2 + R1 $\gamma_{d1}' = 1,25$ $\gamma_{d1}' = 1,25$ $\gamma_{cu} = 1,40$ $\gamma_{qu} = 1,40$ $\gamma_{R,v} = 1,00$ $\gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo:	N_1	= 0,00 (m)	
Nivel max. de la cimentación:	N_a	= 0,00 (m)	
Nivel del fondo del excavado:	N_f	= -0,50 (m)	
Nivel de agua:	$N_{\text{máx.}}$	= 0,80 (m)	$N_{\text{mín.}}$
		= -1,00 (m)	

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
 Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU** $N=28,98$ $M_x=2,22$ $M_y=-4,65$ $F_x=7,18$ $F_y=2,44$

Coeficientes de carga: 1.35 * peso de la cimentación
 1.35 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 7,44$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 36,42$ (kN) $M_x = 1,24$ (kN*m) $M_y = -1,78$

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

$e_B = -0,03$ (m) $e_L = -0,05$ (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$B' = B - 2|e_B| = 0,90$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 0,83$ (m)

Profundidad del asiento: $D_{\text{min}} = 0,40$ (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$q_u = 0.50$ (MPa)

$p_{le}^* = 0,56$ (MPa)

$D_e = D_{\text{min}} - d = 0,40$ (m)

$k_p = 0,89$

$q'_0 = 0,01$ (MPa)

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,51 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: $q_{ref} = 0.07 \text{ (MPa)}$

Coefficiente de seguridad: $q_{lim} / q_{ref} = 7.265 > 1$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98 Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44**

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: $s = 0,10$

$s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36 Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12**

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 34,08 \text{ (kN)}$ $M_x = 2,00 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -0,04$
(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_{\perp} = 0,90 \text{ (m)}$

$B_{\perp} = 0,90 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $0,81 \text{ (m}^2\text{)}$

Coefficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_{old}) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0.06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$H_x = 9,18 \text{ (kN)}$ $H_y = 3,12 \text{ (kN)}$

$P_{px} = -1,16 \text{ (kN)}$ $P_{py} = -1,16 \text{ (kN)}$

$P_{ax} = 0,19 \text{ (kN)}$ $P_{ay} = 0,19 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,48 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la
cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 10,20 \text{ (kN)}$

Estabilidad a deslizamiento: **1.203 > 1**

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65 Fy=2,26**

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquímedes
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7,89$
 (kN)
 Tensión media debida a la carga de dimensionado: $q = 0,04$
 (MPa)
 Espesor del suelo con hundimiento activo: $z = 1,35$ (m)
 Tensión en el nivel z:
 - adicional: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)
 - debida al peso del suelo: $\sigma_{zs} = 0,03$ (MPa)
 Hundimientos:
 - primario $s' = 0,0$ (cm)
 - secundario $s'' = 0,0$ (cm)
 - TOTAL $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$
 (cm)
 Coeficiente de seguridad: **231.4 > 1**

Diferencia de hundimientos

Combinación dimensionante: **ELS : Combinacion ELS**
N=22,39 Mx=2,33 My=-2,82 Fx=6,65 Fy=2,26
 Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquímedes
 Diferencia de hundimientos: $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$
 (cm)
 Coeficiente de seguridad: $1317 > 1$

Vuelco

Alrededor del eje OX
 Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU**
N=30,36 Mx=3,25 My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12
 Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquímedes
 Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 3,73$
 (kN)
 Carga de diseño:
 (kN*m) $N_r = 34,08$ (kN) $M_x = 2,00$ (kN*m) $M_y = -0,04$
 Momento estabilizador: $M_{stab} = 16,59$ (kN*m)
 Momento de vuelco: $M_{renv} = 3,25$ (kN*m)
 Estabilidad al vuelco: **5.104 > 1**

Alrededor del eje OY
 Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU**
N=28,98 Mx=2,22 My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44
 Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo

			1.35 * presión de Arquimedes
	Peso de la cimentación y del suelo superpuesto:	Gr = 3,73	
(kN)			
	Carga de diseño:		
	Nr = 32,71 (kN)	Mx = 1,24 (kN*m)	My = -1,78
(kN*m)			
	Momento estabilizador:	Mstab = 17,59 (kN*m)	
	Moment de vuelco:	Mrenv = 4,65 (kN*m)	
	Estabilidad al vuelco:	3.782 > 1	

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=28,98 Mx=2,22
My=-4,65 Fx=7,18 Fy=2,44
My = 0,80 (kN*m) $A_{sx} = 3,00$ (cm²/m)

ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=30,36 Mx=3,25
My=-3,71 Fx=9,18 Fy=3,12
Mx = 0,85 (kN*m) $A_{sy} = 3,00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3,00$ (cm²/m)

Armaduras superiores:

My = 0,00 (kN*m) $A'_{sx} = 3,00$ (cm²/m)

Mx = 0,00 (kN*m) $A'_{sy} = 3,00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3,00$ (cm²/m)

Fuste:

$$\begin{aligned}
 \text{Armaduras longitudinales } A &= 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} A_{\text{mín.}} = \\
 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} & \\
 A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\
 A_{sx} &= 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,05 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\text{Volumen del hormigón} = 0,30 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Superficie de encofrado} = 1,38 \text{ (m}^2\text{)}$$

Acero B 500 S

$$\text{Peso total} = 51,11 \text{ (kG)}$$

$$\text{Densidad} = 170,81 \text{ (kG/m}^3\text{)}$$

$$\text{Diámetro medio} = 14,0 \text{ (mm)}$$

Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
12	1,84	7
12	1,89	4
16	1,05	12
16	2,75	3

ZAPATA PILONA 4

1 Cimentación aislada: Cimentación333

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 2,50 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 2,50 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 0,30 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h2	= 0,10 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		
a'	= 75,0 (cm)		
b'	= 75,0 (cm)		
c1	= 5,0 (cm)		
c2	= 5,0 (cm)		

1.1.3 Materiales

Hormigón:		: HA - 50; resistencia característica
= 50,00 MPa		
	Densidad = 2501,36 (kG/m ³)	
Armaduras longitudinales	: tipo B 500 S	resistencia
característica = 500,00 MPa		
Armaduras transversales	: tipo B 500 S	resistencia
característica = 500,00 MPa		
Armadura adicional:	: tipo B 500 S	resistencia
característica = 500,00 MPa		

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo	N	F _x	F _y	M _x	M _y
			(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	
(kN*m)							
combinacion cargas sin esquiadores ELU de cálculo(Peso							
proprio)	----		49,06	-0,64	25,31	2,03	0,15
Combinacion cargas con esquiadores ELU de cálculo(Peso							
proprio)	----		50,74	-0,66	26,22	2,04	0,23

Caso	Natura	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1/ ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=49,06
Mx=2,03 My=0,15 Fx=-0,64 Fy=25,31

2/ ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74
Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22

3/* ELU : combinacion cargas sin esquiadores ELU N=49,06
Mx=2,03 My=0,15 Fx=-0,64 Fy=25,31

4/* ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74
Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22

Coeficiente de reducción de la cohesión: 0,00
 Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)
 Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y
 Enfoque de cálculo: 1 A1 + M1 + R1 $\phi' = 1,00$ $c' = 1,00$ $c_u = 1,00$ $q_u = 1,00$ $\phi = 1,00$ $R_v = 1,00$ $R_h = 1,00$
 = 1,00 A2 + M2 + R1 $\phi' = 1,25$ $c' = 1,25$ $c_u = 1,40$ $q_u = 1,40$ $\phi = 1,00$ $R_v = 1,00$ $R_h = 1,00$

Nivel del suelo:	N ₁	= 0,00 (m)	
Nivel max. de la cimentación:	N _a	= 0,00 (m)	
Nivel del fondo del excavado:	N _f	= -0,50 (m)	
Nivel de agua:	N máx.	= 0,80 (m)	N mín.
= -1,00 (m)			

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 55,77

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 106,51 (kN) Mx = -8,45 (kN*m) My = -0,04

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

eB = -0,00 (m) eL = 0,08 (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

B' = B - 2|eB| = 2,50 (m)

L' = L - 2|eL| = 2,50 (m)

Profundidad del asiento: Dmin = 0,40 (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

qu = 0.50 (MPa)

ple* = 0,56 (MPa)

De = Dmin - d = 0,40 (m)

kp = 0,83

q'0 = 0,01 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'0 = 0,47 (MPa)

Tensión en el suelo: qref = 0.02 (MPa)

Coeficiente de seguridad: qlim / qref = **23.3 > 1**

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: s = 0,04

slim = 0,17

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 29,77

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 80,51 (kN) Mx = -8,45 (kN*m) My = -0,04

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: A_ = 2,50 (m)

B_ = 2,50 (m)

Superficie de deslizamiento: 6,25 (m²)

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: tan(φ) = 0,30

Cohesión: cu = 0.06 (MPa)

Presión del suelo considerada:

Hx = -0,66 (kN) Hy = 26,22 (kN)

Ppx = 3,24 (kN) Ppy = -3,24 (kN)

Pax = -0,53 (kN) Pay = 0,53 (kN)

Valor de la fuerza de deslizamiento Hd = 23,52 (kN)

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la

cimentación:

- en el nivel del asiento: Rd = 24,10 (kN)

Estabilidad a deslizamiento: **1.025 > 1**

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 29,77

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 80,51 (kN) Mx = -8,45 (kN*m) My = -0,04

(kN*m)

Momento estabilizador: Mstab = 102,68 (kN*m)

Moment de vuelco: Mrenv = 10,49 (kN*m)

Estabilidad al vuelco: **9.789 > 1**

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 29,77

(kN)

(kN*m)	Carga de diseño:	
	$N_r = 80,51 \text{ (kN)}$	$M_x = -8,45 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -0,04$
	Momento estabilizador:	$M_{stab} = 100,87 \text{ (kN*m)}$
	Momento de vuelco:	$M_{renv} = 0,26 \text{ (kN*m)}$
	Estabilidad al vuelco:	381.9 > 1

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Punzonamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Carga de diseño:
 $N_r = 80,51 \text{ (kN)}$ $M_x = -8,45 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -0,04 \text{ (kN*m)}$
Longitud del perímetro crítico: 6,02 (m)
Fuerza de punzonamiento: 28,67 (kN)
altura útil de la sección: $h_{eff} = 0,24 \text{ (m)}$
Cuantía de armadura: $\rho = 0.13 \%$
Tensión cortante: 0,02 (MPa)
Tensión cortante admisible: 0,42 (MPa)
Coeficiente de seguridad: **18.51 > 1.5**

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22

$M_y = 10,05 \text{ (kN*m)}$ $A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

ELU : Combinacion cargas con esquiadores ELU N=50,74 Mx=2,04 My=0,23 Fx=-0,66 Fy=26,22

$M_x = 12,95 \text{ (kN*m)}$ $A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{s \text{ min}} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Armaduras superiores:

$$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fuste:

$$\text{Armaduras longitudinales } A = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{\text{mín.}} = 22,50 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$8 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,04 + 7 * 0,30$$

Dirección Y:

$$8 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,04 + 7 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$8 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,04 + 7 * 0,30$$

Dirección Y:

$$8 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,65 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,04 + 7 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

$$\text{Volumen del hormigón} = 1,93 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Superficie de encofrado} = 3,30 \text{ (m}^2\text{)}$$

Acero B 500 S

Peso total = 165,19 (kG)
 Densidad = 85,53 (kG/m³)
 Diámetro medio = 15,3 (mm)
 Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
12	1,84	7
12	1,89	4
16	2,65	32
16	2,75	3

ZAPATA PILONA 5

1 Cimentación aislada: Cimentación 383

Número: 1

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 1,10 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 1,10 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 0,30 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h2	= 0,10 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		
a'	= 75,0 (cm)		
b'	= 75,0 (cm)		
c1	= 5,0 (cm)		
c2	= 5,0 (cm)		

1.1.3 Materiales

Hormigón: : HA - 50; resistencia característica
 = 50,00 MPa
 Densidad = 2501,36 (kG/m³)
 Armaduras longitudinales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa
 Armaduras transversales : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa
 Armadura adicional: : tipo B 500 S resistencia
 característica = 500,00 MPa

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo N	Fx	Fy	Mx	My
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	
	(kN*m)					
Combinacion cargas sin esquiadores					de cálculo(Peso	
proprio)	----	25,47	-7,32	3,56	1,58	3,29
combinacion cargas con esquiadores ELU					de cálculo(Peso	
proprio)	----	27,10	-9,28	4,40	4,83	0,82
ELS para desplazamientos					de cálculo(Peso propio)	----
19,96	-6,73	3,19	3,34	0,79		

Cargas sobre el talud:

Caso	Natura	Q1
		(kN/m2)

1.1.5 Lista de combinaciones

- 1/ ELU : Combinacion cargas sin esquiadores N=25,47 Mx=1,58 My=3,29 Fx=-7,32 Fy=3,56
- 2/ ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40
- 3/ ELS : ELS para desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79 Fx=-6,73 Fy=3,19
- 4/* ELU : Combinacion cargas sin esquiadores N=25,47 Mx=1,58 My=3,29 Fx=-7,32 Fy=3,56
- 5/* ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40
- 6/* ELS : ELS para desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79 Fx=-6,73 Fy=3,19

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coefficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: $1 \quad A1 + M1 + R1 \quad \gamma' = 1,00 \quad \gamma' = 1,00 \quad \gamma_{cu} = 1,00 \quad \gamma_{qu} = 1,00 \quad \gamma_{\gamma} = 1,00 \quad \gamma_{R,v} = 1,00 \quad \gamma_{R,h} = 1,00$
 $= 1,00 \quad A2 + M2 + R1 \quad \gamma' = 1,25 \quad \gamma' = 1,25 \quad \gamma_{cu} = 1,40 \quad \gamma_{qu} = 1,40 \quad \gamma_{\gamma} = 1,00 \quad \gamma_{R,v} = 1,00 \quad \gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo: $N_1 = 0,00 \text{ (m)}$

Nivel max. de la cimentación: $N_a = 0,00$ (m)
 Nivel del fondo del excavado: $N_f = -0,50$ (m)
 Nivel de agua: $N_{\text{máx.}} = 0,80$ (m) $N_{\text{mín.}} = -1,00$ (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU** $N=27,10$ $M_x=4,83$ $M_y=0,82$ $F_x=-9,28$ $F_y=4,40$

Coeficientes de carga: 1.35 * peso de la cimentación
 1.35 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquimedes

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 11,00$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 38,10$ (kN) $M_x = 3,07$ (kN*m) $M_y = -2,90$

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

$e_B = -0,08$ (m) $e_L = -0,08$ (m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$B' = B - 2|e_B| = 0,95$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 1,10$ (m)

Profundidad del asiento: $D_{\text{min}} = 0,40$ (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$q_u = 0.50$ (MPa)

$p_{le}^* = 0,56$ (MPa)

$D_e = D_{\text{min}} - d = 0,40$ (m)

$k_p = 0,88$

$q'0 = 0,01$ (MPa)

$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'0 = 0,50$ (MPa)

Tensión en el suelo: $q_{ref} = 0.06$ (MPa)
Coeficiente de seguridad: $q_{lim} / q_{ref} = 8.562 > 1$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU** $N=27,10$ $M_x=4,83$ $M_y=0,82$ $F_x=-9,28$ $F_y=4,40$

Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes

Superficie de contacto: $s = 0,17$
 $s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con esquiadores** **ELU** $N=27,10$ $M_x=4,83$ $M_y=0,82$ $F_x=-9,28$ $F_y=4,40$

Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 5,64$ (kN)

Carga de diseño:
 $N_r = 32,74$ (kN) $M_x = 3,07$ (kN*m) $M_y = -2,90$ (kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_{\perp} = 1,10$ (m)
 $B_{\perp} = 1,10$ (m)

Superficie de deslizamiento: $1,21$ (m²)

Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_{cd}) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0.06$ (MPa)

Presión del suelo considerada:

$H_x = -9,28$ (kN) $H_y = 4,40$ (kN)

$P_{px} = 1,42$ (kN) $P_{py} = -1,42$ (kN)

$P_{ax} = -0,23$ (kN) $P_{ay} = 0,23$ (kN)

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 8,70$ (kN)

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 9,80$ (kN)

Estabilidad a deslizamiento: $1.127 > 1$

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELS : ELS para desplazamientos** **ELS** $N=19,96$ $M_x=3,34$ $M_y=0,79$ $F_x=-6,73$ $F_y=3,19$

Coeficientes de carga: 1.00 * peso de la cimentación
 1.00 * peso del suelo
 1.00 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 11,71$ (kN)

Tensión media debida a la carga de dimensionado: $q = 0,03$ (MPa)

Espesor del suelo con hundimiento activo: $z = 1,10$ (m)

Tensión en el nivel z :

- adicional: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)
- debida al peso del suelo: $\sigma_{zs} = 0,03$ (MPa)

Hundimientos:

- primario $s' = 0,0$ (cm)
- secundario $s'' = 0,0$ (cm)
- TOTAL $S = 0,0$ (cm) $< S_{adm} = 5,0$ (cm)

Coeficiente de seguridad: $368.9 > 1$

Diferencia de hundimientos

Combinación dimensionante: **ELS : ELS para**
desplazamientos N=19,96 Mx=3,34 My=0,79 Fx=-6,73 Fy=3,19
 Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.00 * presión de Arquímedes
 Diferencia de hundimientos: **S = 0,0 (cm) < S_{adm} = 5,0**
 (cm)
 Coeficiente de seguridad: **384.3 > 1**

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : combinacion cargas con**

esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 5,64

(kN)

Carga de diseño:

Nr = 32,74 (kN) Mx = 3,07 (kN*m) My = -2,90

(kN*m)

Momento estabilizador: Mstab = 19,77 (kN*m)

Moment de vuelco: Mrenv = 4,83 (kN*m)

Estabilidad al vuelco: **4,095 > 1**

Alrededor del eje OY
Combinación dimensionante: **ELU : combinación cargas con esquiadores ELU N=27,10 Mx=4,83 My=0,82 Fx=-9,28 Fy=4,40**
Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación
1.00 * peso del suelo
1.35 * presión de Arquimedes
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 5,64

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 32,74 \text{ (kN)}$

$M_x = 3,07 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -2,90$

(kN*m)

Momento estabilizador:

$M_{stab} = 18,82 \text{ (kN*m)}$

Momento de vuelco:

$M_{renv} = 3,71 \text{ (kN*m)}$

Estabilidad al vuelco:

5.073 > 1

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU $N=27,10$ $M_x=4,83$
 $M_y=0,82$ $F_x=-9,28$ $F_y=4,40$

$M_y = 1,55 \text{ (kN*m)}$ $A_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

ELU : combinacion cargas con esquiadores ELU $N=27,10$ $M_x=4,83$
 $M_y=0,82$ $F_x=-9,28$ $F_y=4,40$

$M_x = 1,58 \text{ (kN*m)}$ $A_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{s \text{ min}} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Armaduras superiores:

$M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$ $A'_{sx} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$M_x = 0,00 \text{ (kN*m)}$ $A'_{sy} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{s \text{ min}} = 3,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Fuste:

Armaduras longitudinales $A = 22,50 \text{ (cm}^2)$ $A_{\text{mín.}} = 22,50 \text{ (cm}^2)$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 4,22 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 7,03 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Superiores:

Dirección X:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

Dirección Y:

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 1,25 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,29 + 2 * 0,30$$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

Dirección X:

$$7 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,84 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 6 * 0,09$$

Dirección Y:

$$4 \text{ B } 500 \text{ S } 12 \text{ l} = 1,89 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,26 + 3 * 0,18$$

Armaduras transversales

$$3 \text{ B } 500 \text{ S } 16 \text{ l} = 2,75 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,12 + 2 * 0,09$$

2 Cuantitativo:

Volumen del hormigón = 0,42 (m³)

Superficie de encofrado = 1,62 (m²)

Acero B 500 S

Peso total = 54,90 (kG)

Densidad = 130,96 (kG/m³)

Diámetro medio = 14,1 (mm)

Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
12	1,84	7
12	1,89	4
16	1,25	12
16	2,75	3

1.1 Datos básicos

1.1.1 Hipótesis

Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
 Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
 Forma de la cimentación : cuadrada

1.1.2 Geometría:

A	= 2,50 (m)	a	= 0,75 (m)
B	= 2,50 (m)	b	= 0,75 (m)
h1	= 1,00 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h2	= 0,20 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		

a' = 75,0 (cm)
b' = 75,0 (cm)
c1 = 5,0 (cm)
c2 = 5,0 (cm)

1.1.3 Materiales

Hormigón:	: HA - 50; resistencia característica
= 50,00 MPa	
	Densidad = 2501,36 (kG/m3)
Armaduras longitudinales	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	
Armaduras transversales	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500,00 MPa	
Armadura adicional:	: tipo B 500 S resistencia
característica = 500.00 MPa	

1.1.4 Cargas:

Cargas sobre la cimentación:

Caso	Natura	Grupo N	Fx	Fy	Mx	My
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	
(kN*m)						
Combinacion sin esquiadores ELU de cálculo(Peso propio)						----
-11,08	40,74	12,79	-0,00	-0,00		
Combinacion con esquiadores ELU de cálculo(Peso propio)						----
-12,09	44,32	13,92	-0,00	-0,00		

Cargas sobre el talud:

Caso	Natura	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1.1.5 Lista de combinaciones

1/ Fy=12,79	ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=-11,08 Fx=40,74
2/ Fy=13,92	ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
3/* Fy=12,79	ELU : Combinacion sin esquiadores ELU N=-11,08 Fx=40,74
4/* Fy=13,92	ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32

1.2 Diseño geotécnico

1.2.1 Hipótesis

Coefficiente de reducción de la cohesión: 0,00

Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)

Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y

Enfoque de cálculo: 1 A1 + M1 + R1 $\gamma\phi' = 1,00$ $\gamma c' = 1,00$ $\gamma_{cu} = 1,00$ $\gamma_{qu} = 1,00$ $\gamma\gamma = 1,00$ $\gamma_{R,v} = 1,00$ $\gamma_{R,h} = 1,00$
1,00 A2 + M2 + R1 $\gamma\phi' = 1,25$ $\gamma c' = 1,25$ $\gamma_{cu} = 1,40$ $\gamma_{qu} = 1,40$ $\gamma\gamma = 1,00$ $\gamma_{R,v} = 1,00$ $\gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Suelo:

Nivel del suelo:	N ₁	= 0,00 (m)
Nivel max. de la cimentación:	N _a	= 0,00 (m)
Nivel del fondo del excavado:	N _f	= -0,50 (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

1.2.3 Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92**

Coefficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 244,48$

(kN)

Carga de diseño:

$$N_r = 232,39 \text{ (kN)} \quad M_x = -16,70 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 53,18$$

(kN*m)

Excentricidad de la carga:

$$e_B = 0,07 \text{ (m)} \quad e_L = 0,23 \text{ (m)}$$

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$$B' = B - 2|e_B| = 2,50 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 2,36 \text{ (m)}$$

Profundidad del asiento: $D_{min} = 1,20 \text{ (m)}$

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0.50 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,46 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,20 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0,90$$

$$q'_0 = 0,03 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,44 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensión en el suelo: } q_{ref} = 0.06 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } q_{lim} / q_{ref} = 6.811 > 1$$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con
esquiadores ELU $N=-12,09$ $F_x=44,32$ $F_y=13,92$**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**

1.00 * peso del suelo

Superficie de contacto: $s = 0,17$

$s_{lim} = 0,17$

Deslizamiento

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con
esquiadores ELU $N=-12,09$ $F_x=44,32$ $F_y=13,92$**

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 181,10$

(kN)

Carga de diseño:

$$N_r = 169,01 \text{ (kN)} \quad M_x = -16,70 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 53,18$$

(kN*m)

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A_{\perp} = 2,50$ (m)

$B_{\perp} = 2,50$ (m)

Superficie de deslizamiento: 6,25 (m²)

Coefficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\delta_d) = 0,30$

Cohesión: $c_u = 0.06$ (MPa)

Presión del suelo considerada:

$H_x = 44,32$ (kN) $H_y = 13,92$ (kN)

$P_{px} = -47,43$ (kN) $P_{py} = -47,43$ (kN)

$P_{ax} = 7,81$ (kN) $P_{ay} = 7,81$ (kN)

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 0,00$ (kN)

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la

cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 50,60$ (kN)

Estabilidad a deslizamiento: ∞

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con**

esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 181,10$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 169,01$ (kN) $M_x = -16,70$ (kN*m) $M_y = 53,18$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 226,37$ (kN*m)

Moment de vuelco: $M_{renv} = 31,81$ (kN*m)

Estabilidad al vuelco: **7.116 > 1**

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante: **ELU : Combinacion con**

esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32 Fy=13,92

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $G_r = 181,10$

(kN)

Carga de diseño:

$N_r = 169,01$ (kN) $M_x = -16,70$ (kN*m) $M_y = 53,18$

(kN*m)

Momento estabilizador: $M_{stab} = 226,37$ (kN*m)

Moment de vuelco: $M_{renv} = 68,30$ (kN*m)

Estabilidad al vuelco: **3.315 > 1**

1.3 Diseño de hormigón armado

1.3.1 Hipótesis

Ambiente : I

1.3.2 Análisis de punzonamiento y de cortante

Sin punzonamiento

1.3.3 Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
My = 16,17 (kN*m) $A_{sx} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
Mx = 3,59 (kN*m) $A_{sy} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$
 $A_{s \text{ min}} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Armaduras superiores:

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
My = -20,50 (kN*m) $A'_{sx} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Fy=13,92
ELU : Combinacion con esquiadores ELU N=-12,09 Fx=44,32
Mx = -7,92 (kN*m) $A'_{sy} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$
 $A_{s \text{ min}} = 10,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

Fuste:

86,25 (cm2)
Armaduras longitudinales $A = 86,25 \text{ (cm}^2)$ $A_{\text{mín.}} =$
 $A = 2 * (Asx + Asy)$
 $Asx = 26,42 \text{ (cm}^2)$ $Asy = 16,70 \text{ (cm}^2)$

1.3.4 Armadura real

2.3.1 Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X:

13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -1,13 + 12 \cdot 0,19$
 Dirección Y:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -1,13 + 12 \cdot 0,19$
Superiores:
 Dirección X:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -1,13 + 12 \cdot 0,19$
 Dirección Y:
 13 B 500 S 16 $l = 2,65 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -1,13 + 12 \cdot 0,19$

2.3.2 Fuste

Armaduras longitudinales

2 Cuantitativo:

Volumen del hormigón $= 6,36 \text{ (m}^3\text{)}$
 Superficie de encofrado $= 10,60 \text{ (m}^2\text{)}$

Acero B 500 S

Peso total $= 217,77 \text{ (kG)}$
 Densidad $= 34,23 \text{ (kG/m}^3\text{)}$
 Diámetro medio $= 16,0 \text{ (mm)}$
 Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número:
16	2,65	52

ANEXO 10: Notas de cálculo de los anclajes



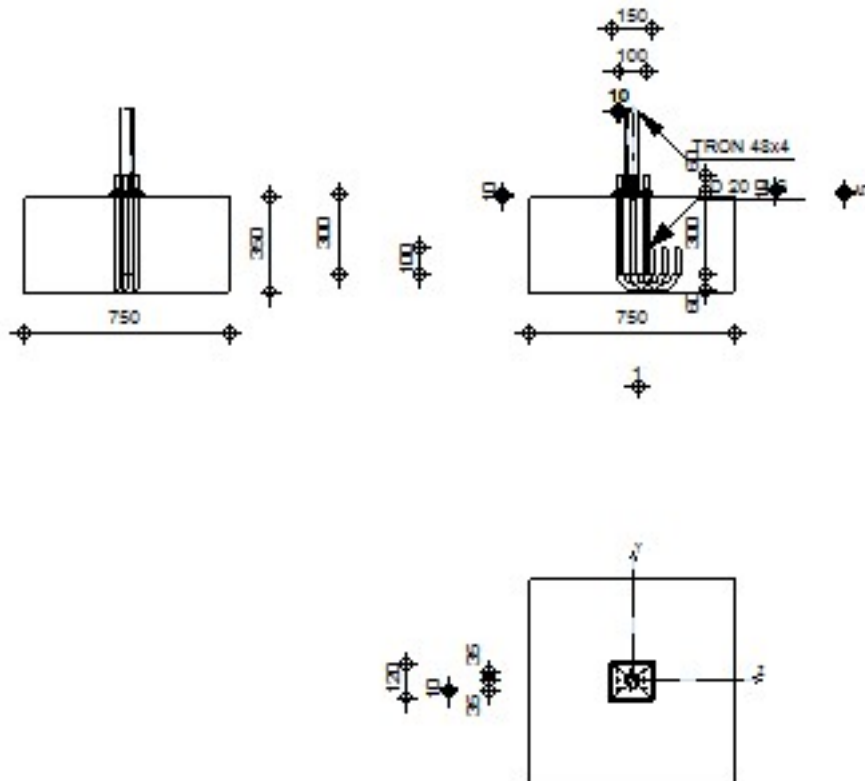
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB
Design Guide: Design of fastenings in concrete



Relación
0,37



General

Unión N.º: 1
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 30
Barras de la estructura: 485

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 485

$L_c =$	14,50 [m]	Longitud del pilar
$\alpha =$	61,0 [Deg]	Ángulo de inclinación
$h_c =$	48 [mm]	Altura de la sección del pilar
$b_{fc} =$	48 [mm]	Anchura de la sección del pilar
$t_{wc} =$	4 [mm]	Espesor del alma de la sección del pilar
$t_{fc} =$	4 [mm]	Espesor del ala del de la sección del pilar
$r_c =$	0 [mm]	Radio del arredondeado de la sección del pilar
$A_c =$	5,57 [cm ²]	Area de la sección del pilar
$I_{yc} =$	13,77 [cm ⁴]	Momento de inercia de la sección del pilar
Material: ACERO		
$f_{yc} =$	235,00 [MPa]	Resistencia
$f_{uc} =$	360,00 [MPa]	Límite de resistencia del material

$f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud

$b_{pd} = 120$ [mm] Anchura

$t_{pd} = 5$ [mm] Espesor

Material: S 355

$f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia

$f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase =

$f_{yb} =$

$f_{ub} =$

$d =$

$A_s =$

$A_v =$

$n_H =$

$n_V =$

Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm]

Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm]

4.6 Clase de anclajes

240,0 [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo

400,0 [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción

20 [mm] Diámetro del tornillo

2,45 [cm²] Area de la sección eficaz del tornillo

3,14 [cm²] Area de la sección del tornillo

3 Número de columnas de tornillos

3 Número de líneas de tornillos

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]

$L_2 = 300$ [mm]

$L_3 = 120$ [mm]

$L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud

$b_{wd} = 10$ [mm] Anchura

$t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100

$l_w = 300$ [mm] Longitud

Material: S 355

$f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_C = 1,50$ Coeficiente de seguridad parcial

Cimentación

L =	750	[mm]	Longitud de la cimentación
B =	750	[mm]	Anchura de la cimentación
H =	350	[mm]	Altura de la cimentación

Hormigón

Clase	HA - 50		
$f_{ck} =$	50,00	[MPa]	Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

$t_g =$	10	[mm]	Espesor de la capa de arena
$f_{ck,g} =$	12,00	[MPa]	Resistencia característica a la compresión
$C_{f,d} =$	0,30		Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

Soldaduras

$a_p =$	3	[mm]	Pletina principal del pie del pilar
$a_w =$	5	[mm]	Chaveta

Cargas

Caso: 7: Combinacion con esquiadores ELU $(1+2+3+4)*1.35+5*1.50$

$N_{j,Ed} =$	-21,98	[kN]	Esfuerzo axial
$V_{j,Ed,y} =$	0,26	[kN]	Esfuerzo cortante
$V_{j,Ed,z} =$	0,13	[kN]	Esfuerzo cortante
$M_{j,Ed,y} =$	-0,02	[kN*m]	Momento flector
$M_{j,Ed,z} =$	-0,01	[kN*m]	Momento flector

Resultados

Zona comprimida

COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$f_{cd} =$	$\frac{33,3}{3}$	[MPa]	Resistencia de cálculo a la compresión	EN 1992-1: [3.1.6.(1)]
$f_j =$	$\frac{66,6}{7}$	[MPa]	Resistencia de cálculo a la presión debajo de la pletina de base	[6.2.5.(7)]
$c = t_p$				
$\sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$				
$c =$	7	[m]	Anchura adicional de la zona de presión	[6.2.5.(4)]
$b_{eff} =$	17	[m]	Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	62	[m]	Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$A_{c0} =$	$\frac{10,6}{7}$	[cm ²]	Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$A_{c1} =$	$\frac{96,0}{7}$	[cm ²]	Área de cálculo máxima de la distribución de la carga	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$F_{rd} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3 * A_{c0} * f_{cd}$				
$F_{rd} =$	106,75	[kN]	Resistencia del hormigón a la presión	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$\beta_j =$	0,67		Coeficiente de reducción para la compresión	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rd} / (b_{eff} * l_{eff})$				
$f_{jd} =$	66,67	[MPa]	Resistencia de cálculo a la presión	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n} =$	24,11	[cm ²]	Área de presión en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} =$	12,05	[cm ²]	Área de presión en flexión My	[6.2.8.3.(1)]

$A_{c,n} =$	24,11	[cm ²]	Área de presión en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,z} =$	12,05	[cm ²]	Área de presión en flexión Mz	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} \cdot f_{jd}$				
$F_{c,Rd,n} =$	160,72	[kN]	Resistencia del hormigón a la presión en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} =$	80,36	[kN]	Resistencia del hormigón a la presión en flexión My	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z} =$	80,36	[kN]	Resistencia del hormigón a la presión en flexión Mz	[6.2.8.3.(1)]

ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

$CL =$	1,00		Clase de sección	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{pl,y} =$	7,87	[cm ³]	Coefficiente plástico de la sección	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y} =$	1,85	[kN*m]	Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,y} =$	30	[mm]	Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$				
$F_{c,fc,Rd,y} =$	62,41	[kN]	Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]
$W_{pl,z} =$	7,87	[cm ³]	Coefficiente plástico de la sección	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z} =$	1,85	[kN*m]	Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,z} =$	30	[mm]	Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$				
$F_{c,fc,Rd,z} =$	62,41	[kN]	Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$				
$N_{j,Rd} =$	160,72	[kN]	Resistencia del pie del pilar a la compresión axial	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$				
$F_{c,Rd,y} =$	62,41	[kN]	Resistencia del pie del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]
$F_{c,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$				
$F_{c,Rd,z} =$	62,41	[kN]	Resistencia del pie del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]

Control de la resistencia de la unión

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)	0,14 < 1,00	verificado	(0,14)
---------------------------------------	-------------	------------	--------

$e_y =$	1	[mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	15	[mm]	Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	50	[mm]	Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	0,10	[kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]

$M_{i,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)	0,19 < 1,00	verificado	(0,19)
---	-------------	------------	--------

$e_z =$	0	[mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	15	[mm]	Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	35	[mm]	Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	0,06	[kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]

$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)	0,18 < 1,00	verificado	(0,18)
---	-------------	------------	--------

$M_{i,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{i,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,37 < 1,00	verificado	(0,37)
--	-------------	------------	--------

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} = 0,28$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,y} = 0,28$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,y} = 1,48$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p /$$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,y} = 15,6$ [kN Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base] [6.2.2.(7)]

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,z} = 0,5$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p /$$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,z} = 10,06$ [kN] Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base [6.2.2.(7)]

CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$\alpha_b = 0,37$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 3,14$ [cm²] Area de la sección del tornillo [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial [6.2.2.(7)]

$$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$$

$F_{2,vb,Rd} = 37,00$ [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]

$\alpha_M = 2,00$ Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s} = 0,28$ [kN*m] Resistencia característica del anclaje a la flexión CEB [9.3.2.2]

$l_{sm} = 23$ [mm] Longitud del brazo de palanca CEB [9.3.2.2]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]

$$F_{v,Rd,sm} =$$

$$\alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$$

$F_{v,Rd,sm} = 20,9$ [kN Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo] CEB [9.3.1]

RUPTURA DEL HOTRMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$N_{Rk,c} = 171,71$ [kN] Resistencia de cálculo para el arrancamiento CEB [9.2.4]

$k_3 = 2,00$ Coef. dependiente de la longitud de anclaje CEB [9.3.3]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,cp} = 159,00$ [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 = 647$ [k Resistencia característica del anclaje] CEB [9.3.4.(a)]

$\psi_{A,V,y} = 0,4$ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde CEB [9.3.4]

$\psi_{h,V,y} = 1,1$ Coef. dependiente del espesor de la cimentación CEB [9.3.4.(c)]

$\psi_{s,V,y} = 0,8$ Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante CEB [9.3.4.(d)]

$\psi_{ec,V,y} = 1,0$ Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje CEB [9.3.4.(e)]

$V_{Rk,c,y}^0 =$	647 [kN]	Resistencia característica del anclaje	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{\alpha,V,y} =$	1,0	Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,y} =$	1,0	Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,1 6	Coeficiente de seguridad parcial	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,y} = \frac{V_{Rk,c,y}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}}{132,38} \text{ [kN]}$$

Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	604,7 [kN]	Resistencia característica del anclaje	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} =$	0,50	Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde	CEB [9.3.4.]
$\psi_{h,V,z} =$	1,12	Coef. dependiente del espesor de la cimentación	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,z} =$	0,91	Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z} =$	1,00	Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z} =$	1,00	Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z} =$	1,00	Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Coeficiente de seguridad parcial	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,z} = \frac{V_{Rk,c,z}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}}{142,36} \text{ [kN]}$		Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde	CEB [9.3.1]

DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

$C_{f,d} =$	0,30	Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	21,98 [kN]	Fuerza de compresión	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$			
$F_{f,Rd} =$	6,59 [kN]	Resistencia al deslizamiento	[6.2.2.(6)]

CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 * l_w * b_{wy} * f_{ck} / \gamma_c$$

$F_{v,Rd,wg,y} = 1400,00$ [kN] Resistencia al contacto cuña - hormigón

$$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$$

$F_{v,Rd,wg,z} = 770,00$ [kN] Resistencia al contacto cuña - hormigón

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,y} = 1531,53$ [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{i,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$ $0,00 < 1,00$ **verificado** (0,00)

$$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,z} = 857,10$ [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{i,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ $0,00 < 1,00$ **verificado** (0,00)

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,00 < 1,00$	verificado	(0,00)
--	---------------	------------	--------

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

$\sigma_{\perp} =$	27,03	[MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	27,03	[MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	0,84	[MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	0,42	[MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80		Coefficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)			$0,10 < 1,00$	verificado (0,10)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			$0,15 < 1,00$	verificado (0,15)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)			$0,15 < 1,00$	verificado (0,15)

Rigidez de la unión

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	17	[mm]	Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	62	[mm]	Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff})} / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,y} =$	4	[mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]
$l_{eff} =$	60	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	22	[mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	1	[mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]
$L_b =$	195	[mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	2	[mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	9,82		Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	352,43	[kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[Tabla 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	59,82	[kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} \geq S_{j,rig,y}$			RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt{(A_{c,z})} / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,z} =$	4	[mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]
$l_{eff} =$	61	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	10	[mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	6	[mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]
$L_b =$	195	[mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	2	[mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	9,82		Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	374,51	[kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	59,82	[kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} \geq S_{j,rig,z}$			RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]

Componente más débil:

ALA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

Unión conforme con la Norma Relación 0,37



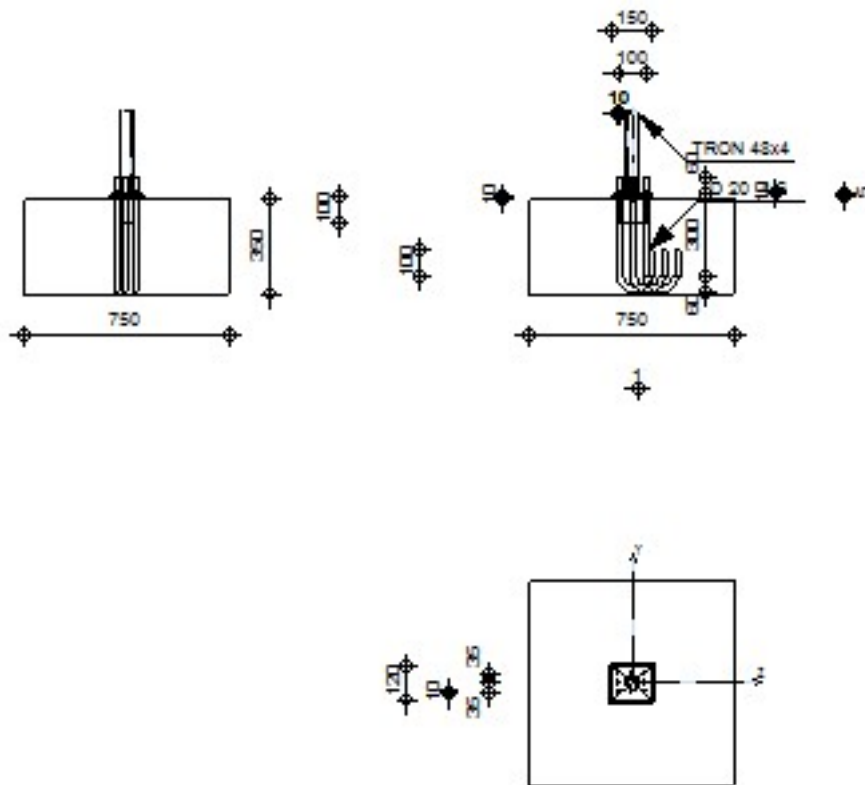
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB
Design Guide: Design of fastenings in concrete



Relación
0,11



General

Unión N.º: 2
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 39
Barras de la estructura: 486

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 486

$L_c =$	14,50 [m]	Longitud del pilar
$\alpha =$	61,0 [Deg]	Ángulo de inclinación
$h_c =$	48 [mm]	Altura de la sección del pilar
$b_{fc} =$	48 [mm]	Anchura de la sección del pilar
$t_{wc} =$	4 [mm]	Espesor del alma de la sección del pilar
$t_{fc} =$	4 [mm]	Espesor del ala del de la sección del pilar
$r_c =$	0 [mm]	Radio del arredondeado de la sección del pilar
$A_c =$	5,57 [cm ²]	Area de la sección del pilar

$L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $I_{yc} = 13,77$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar
 Material: ACERO
 $f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud
 $b_{pd} = 120$ [mm] Anchura
 $t_{pd} = 5$ [mm] Espesor
 Material: S 355
 $f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase =	4.6	Clase de anclajes
$f_{yb} =$	240,0 [MPa]	Límite de plasticidad del material del tornillo
$f_{ub} =$	400,0 [MPa]	Resistencia del material del tornillo a la tracción
$d =$	20 [mm]	Diámetro del tornillo
$A_s =$	2,45 [cm ²]	Area de la sección eficaz del tornillo
$A_v =$	3,14 [cm ²]	Area de la sección del tornillo
$n_H =$	3	Número de columnas de tornillos
$n_V =$	3	Número de líneas de tornillos
Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm]		
Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm]		

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 300$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]
 $L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud
 $b_{wd} = 10$ [mm] Anchura
 $t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100
 $l_w = 100$ [mm] Longitud
 Material: S 355
 $f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

γ_{M0} =	1,00	Coeficiente de seguridad parcial
γ_{M2} =	1,25	Coeficiente de seguridad parcial
γ_C =	1,50	Coeficiente de seguridad parcial

Cimentación

L =	750	[mm]	Longitud de la cimentación
B =	750	[mm]	Anchura de la cimentación
H =	350	[mm]	Altura de la cimentación

Hormigón

Clase	HA - 50	
f_{ck} =	50,00 [MPa]	Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

t_g =	10	[mm]	Espesor de la capa de arena
$f_{ck,g}$ =	12,00	[MPa]	Resistencia característica a la compresión
$C_{f,d}$ =	0,30		Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

Soldaduras

a_p =	3	[mm]	Pletina principal del pie del pilar
a_w =	5	[mm]	Chaveta

Cargas

Caso: 7: Combinacion con esquiadores ELU (1+2+3+4)*1.35+5*1.50

$N_{j,Ed}$ =	-6,34	[kN]	Esfuerzo axial
$V_{j,Ed,y}$ =	0,22	[kN]	Esfuerzo cortante
$V_{j,Ed,z}$ =	-0,22	[kN]	Esfuerzo cortante
$M_{j,Ed,y}$ =	0,01	[kN*m]	Momento flector
$M_{j,Ed,z}$ =	-0,01	[kN*m]	Momento flector

Resultados

Zona comprimida

COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

f_{cd} =	$\frac{33,3}{3}$ [MPa]	Resistencia de cálculo a la compresión	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
f_j =	$\frac{66,6}{7}$ [MPa]	Resistencia de cálculo a la presión debajo de la pletina de base	[6.2.5.(7)]
$c = t_p$ $\sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$			
c =	7	[m]	Anchura adicional de la zona de presión [6.2.5.(4)]
b_{eff} =	17	[m]	Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla [6.2.5.(3)]
l_{eff} =	62	[m]	Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala [6.2.5.(3)]
A_{c0} =	$\frac{10,6}{7}$ [cm ²]	Superficie de contacto entre la pletina de base y la cimentación	EN 1992-1:[6.7.(3)]
A_{c1} =	$\frac{96,0}{7}$ [cm ²]	Área de cálculo máxima de la distribución de la carga	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rd} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3 * A_{c0} * f_{cd}$			

$F_{rd,u} =$	106,75 [kN]	Resistencia del hormigón a la presión	EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j =$	0,67	Coefficiente de reducción para la compresión	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$			
$f_{jd} =$	66,67 [MPa]	Resistencia de cálculo a la presión	[6.2.5.(7)]
$A_{c,n} =$	24,11 [cm ²]	Área de presión en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$A_{c,y} =$	12,05 [cm ²]	Área de presión en flexión My	[6.2.8.3.(1)]
$A_{c,z} =$	12,05 [cm ²]	Área de presión en flexión Mz	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$			
$F_{c,Rd,n} =$	160,72 [kN]	Resistencia del hormigón a la presión en compresión	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} =$	80,36 [kN]	Resistencia del hormigón a la presión en flexión My	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z} =$	80,36 [kN]	Resistencia del hormigón a la presión en flexión Mz	[6.2.8.3.(1)]

ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

$CL =$	1,00	Clase de sección	EN 1993-1-1:[5.5.2]
$W_{pl,y} =$	7,87 [cm ³]	Coefficiente plástico de la sección	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,y} =$	1,85 [kN*m]	Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,y} =$	30 [mm]	Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$			
$F_{c,fc,Rd,y} =$	62,41 [kN]	Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]
$W_{pl,z} =$	7,87 [cm ³]	Coefficiente plástico de la sección	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{c,Rd,z} =$	1,85 [kN*m]	Resistencia de cálculo de la sección en flexión	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_{f,z} =$	30 [mm]	Distancia entre los centros de gravedad de las alas	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$			
$F_{c,fc,Rd,z} =$	62,41 [kN]	Resistencia del ala comprimida y del alma	[6.2.6.7.(1)]

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$			
$N_{j,Rd} =$	160,72 [kN]	Resistencia del pie del pilar a la compresión axial	[6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$			
$F_{c,Rd,y} =$	62,41 [kN]	Resistencia del pie del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]
$F_{c,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$			
$F_{c,Rd,z} =$	62,41 [kN]	Resistencia del pie del pilar en la zona comprimida	[6.2.8.3]

Control de la resistencia de la unión

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)			
	0,04 < 1,00	verificado	(0,04)
$e_y =$	2 [mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	15 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	50 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{t,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	0,24 [kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
$M_{i,Ed,y} / M_{i,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)			
	0,06 < 1,00	verificado	(0,06)
$e_z =$	1 [mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	15 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{c,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	35 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{t,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	0,15 [kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
$M_{i,Ed,z} / M_{i,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)			
	0,06 < 1,00	verificado	(0,06)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$			
	0,11 < 1,00	verificado	(0,11)

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} = 0,28$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,y} = 0,28$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,y} = 1,48$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p /$$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,y} = 15,6$ [kN Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base] [6.2.2.(7)]

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$\alpha_{b,z} = 0,5$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$ [Tabla 3.4]

$k_{1,z} = 0,5$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p /$$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,z} = 10,06$ [kN] Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base [6.2.2.(7)]

CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$\alpha_b = 0,37$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 3,14$ [cm²] Area de la sección del tornillo [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial [6.2.2.(7)]

$$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$$

$F_{2,vb,Rd} = 37,00$ [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]

$\alpha_M = 2,00$ Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s} = 0,28$ [kN*m] Resistencia característica del anclaje a la flexión CEB [9.3.2.2]

$l_{sm} = 23$ [mm] Longitud del brazo de palanca CEB [9.3.2.2]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]

$$F_{v,Rd,sm} =$$

$$\alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$$

$F_{v,Rd,sm} = 20,9$ [kN Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo] CEB [9.3.1]

RUPTURA DEL HOTRMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$N_{Rk,c} = 171,71$ [kN] Resistencia de cálculo para el arrancamiento CEB [9.2.4]

$k_3 = 2,00$ Coef. dependiente de la longitud de anclaje CEB [9.3.3]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,cp} = 159,00$ [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 = 647$ [k Resistencia característica del anclaje] CEB [9.3.4.(a)]

$\psi_{A,v,y} = 0,4$ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde CEB [9.3.4]

$V_{Rk,c,y}^0 =$	647 [kN]	Resistencia característica del anclaje	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{h,V,y} =$	1,13	Coef. dependiente del espesor de la cimentación	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,y} =$	0,89	Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,y} =$	1,00	Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,y} =$	1,00	Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,y} =$	1,00	Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Coeficiente de seguridad parcial	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,c,y} = 132,38$	[kN]	Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde	CEB [9.3.1]

Esfuerzo cortante $V_{i,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	604,7 [kN]	Resistencia característica del anclaje	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z} =$	0,50	Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,z} =$	1,12	Coef. dependiente del espesor de la cimentación	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,z} =$	0,91	Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z} =$	1,00	Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z} =$	1,00	Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z} =$	1,00	Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación	CEB [9.3.4.(g)]
$\gamma_{Mc} =$	2,16	Coeficiente de seguridad parcial	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$			
$F_{v,Rd,c,z} =$	142,36 [kN]	Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde	CEB [9.3.1]

DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

$C_{f,d} =$	0,30	Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	6,34 [kN]	Fuerza de compresión	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$			
$F_{f,Rd} =$	1,90 [kN]	Resistencia al deslizamiento	[6.2.2.(6)]

CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 * l_w * b_{wy} * f_{ck} / \gamma_c$			
$F_{v,Rd,wg,y} =$	466,67 [kN]	Resistencia al contacto cuña - hormigón	

$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$			
$F_{v,Rd,wg,z} =$	256,67 [kN]	Resistencia al contacto cuña - hormigón	

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,y} = 593,51$ [kN]	Resistencia de la unión al cortante	CEB [9.3.1]	
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	$0,00 < 1,00$	verificado	(0,00)

$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,z} = 339,07$ [kN]	Resistencia de la unión al cortante	CEB [9.3.1]	
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,00 < 1,00$	verificado	(0,00)

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,00 < 1,00$	verificado	(0,00)
--	---------------	------------	--------

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

$\sigma_{\perp} = 9,13$ [MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]	
$\tau_{\perp} = 9,13$ [MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]	
$\tau_{yII} = 0,70$ [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]	
$\tau_{zII} = -0,70$ [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]	
$\beta_W = 0,80$	Coeficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]	
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	$0,04 < 1,00$	verificado	(0,04)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)	$0,05 < 1,00$	verificado	(0,05)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)	$0,05 < 1,00$	verificado	(0,05)

Rigidez de la unión

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} = 17$ [mm]	Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]	
$l_{eff} = 62$ [mm]	Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala	[6.2.5.(3)]	
$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)}$			
$k_{13,y} = 4$ [mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]	
$l_{eff} = 60$ [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]	
$m = 22$ [mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]	
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,y} = 1$ [mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]	
$L_b = 195$ [mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]	
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$			
$k_{16,y} = 2$ [mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]	
$\lambda_{0,y} = 9,82$	Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]	
$S_{j,ini,y} = 352,43$ [kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[Tabla 6.12]	
$S_{j,rig,y} = 59,82$ [kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]	
$S_{j,ini,y} \geq S_{j,rig,y}$	RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]	

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$			
$k_{13,z} = 4$ [mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]	
$l_{eff} = 61$ [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]	
$m = 10$ [mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]	
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,z} = 6$ [mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]	
$L_b = 195$ [mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]	
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$			
$k_{16,z} = 2$ [mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]	
$\lambda_{0,z} = 9,82$	Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]	
$S_{j,ini,z} = 374,51$ [kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[6.3.1.(4)]	
$S_{j,rig,z} = 59,82$ [kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]	
$S_{j,ini,z} \geq S_{j,rig,z}$	RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]	

Componente más débil:
ALA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

Unión conforme con la Norma Relación 0,11



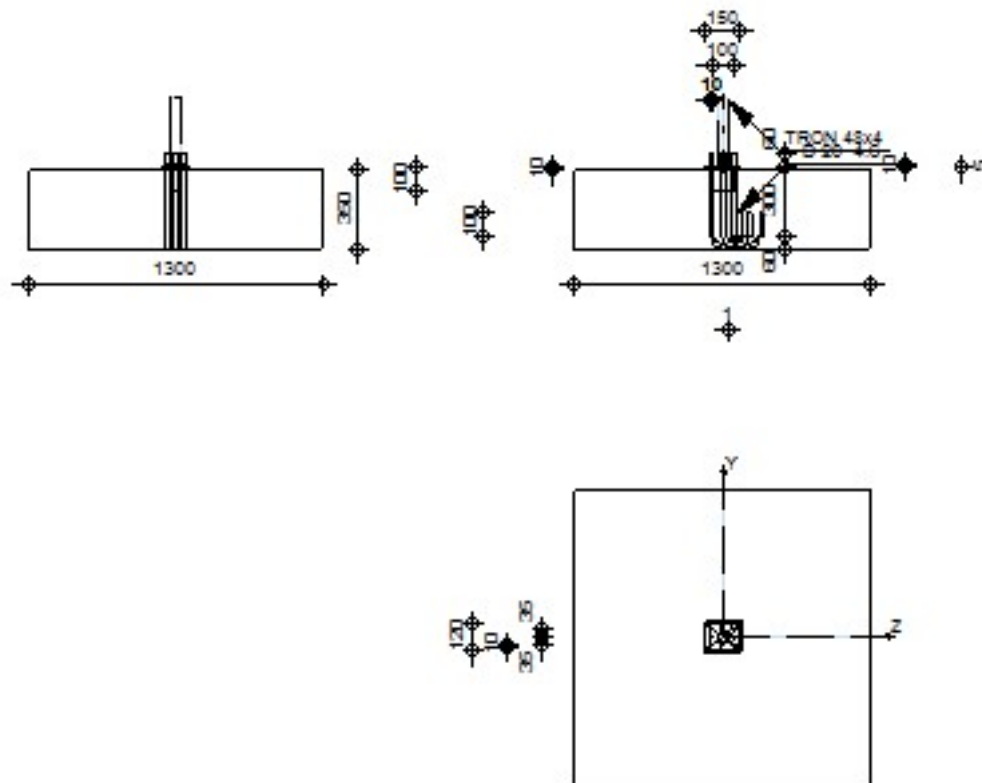
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015

Cálculo de la base de columna empotrada

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB
Design Guide: Design of fastenings in concrete



Relación
0,06



General

Unión N.º: 3
Nombre de la unión: Pié de pilar engastado
Nudo de la estructura: 3
Barras de la estructura: 484

Geometría

Pilar

Perfil: TRON 48x4
Barra N.º: 484
 $L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $\alpha = 61,0$ [Deg] Ángulo de inclinación
 $h_c = 48$ [mm] Altura de la sección del pilar

$L_c = 14,50$ [m] Longitud del pilar
 $b_{fc} = 48$ [mm] Anchura de la sección del pilar
 $t_{wc} = 4$ [mm] Espesor del alma de la sección del pilar
 $t_{fc} = 4$ [mm] Espesor del ala del de la sección del pilar
 $r_c = 0$ [mm] Radio del arrendondeado de la sección del pilar
 $A_c = 5,57$ [cm²] Area de la sección del pilar
 $I_{yc} = 13,77$ [cm⁴] Momento de inercia de la sección del pilar
 Material: ACERO
 $f_{yc} = 235,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Chapa debajo de la base del pilar

$l_{pd} = 150$ [mm] Longitud
 $b_{pd} = 120$ [mm] Anchura
 $t_{pd} = 5$ [mm] Espesor
 Material: S 355
 $f_{ypd} = 355,00$ [MPa] Resistencia
 $f_{upd} = 470,00$ [MPa] Límite de resistencia del material

Anclaje

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase =	4 . 6	Clase de anclajes
$f_{yb} =$	240,0 [MPa]	Límite de plasticidad del material del tornillo
$f_{ub} =$	400,0 [MPa]	Resistencia del material del tornillo a la tracción
$d =$	20 [mm]	Diámetro del tornillo
$A_s =$	2,45 [cm ²]	Area de la sección eficaz del tornillo
$A_v =$	3,14 [cm ²]	Area de la sección del tornillo
$n_H =$	3	Número de columnas de tornillos
$n_V =$	3	Número de líneas de tornillos
Separación horizontal $e_{Hi} = 50$ [mm]		
Separación vertical $e_{Vi} = 35$ [mm]		

Dimensiones de los anclajes

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 300$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]
 $L_4 = 100$ [mm]

Plaqueta

$l_{wd} = 10$ [mm] Longitud
 $b_{wd} = 10$ [mm] Anchura
 $t_{wd} = 10$ [mm] Espesor

Chaveta

Perfil: IPE 100

$l_w = 100$ [mm] Longitud

Material: S 355

$f_{yw} = 355,00$ [MPa] Resistencia

Coeficientes de material

$\gamma_{M0} = 1,00$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_C = 1,50$ Coeficiente de seguridad parcial

Cimentación

$L = 1300$ [mm] Longitud de la cimentación

$B = 1300$ [mm] Anchura de la cimentación

$H = 350$ [mm] Altura de la cimentación

Hormigón

Clase HA - 50

$f_{ck} = 50,00$ [MPa] Resistencia característica a la compresión

Capa de arena

$t_g = 10$ [mm] Espesor de la capa de arena

$f_{ck,g} = 12,00$ [MPa] Resistencia característica a la compresión

$C_{f,d} = 0,30$ Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

Soldaduras

$a_p = 3$ [mm] Pletina principal del pié del pilar

$a_w = 5$ [mm] Chaveta

Cargas

Caso: 7: Combinacion con esquiadores ELU $(1+2+3+4)*1.35+5*1.50$

$N_{j,Ed} = 1,29$ [kN] Esfuerzo axial

$V_{j,Ed,y} = 0,07$ [kN] Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,z} = 1,77$ [kN] Esfuerzo cortante

$M_{j,Ed,y} = -0,04$ [kN*m] Momento flector

$M_{j,Ed,z} = 0,03$ [kN*m] Momento flector

Resultados

Zona traccionada

RUPTURA DE TORNILLO DE ANCLAJE

$A_b = 2,45$ [cm²] 'Area efectivo del tornillo [Tabla 3.4]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [Tabla 3.4]

Beta = 0,85 coeficiente de reducción de la resistencia del tornillo [3.6.1.(3)]

$F_{t,Rd,s1} = \text{beta} * 0.9 * f_{ub} * A_b / \gamma_{M2}$

$F_{t,Rd,s1} = 59,98$ [kN] Resistencia del tornillo a la ruptura [Tabla 3.4]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]

$f_{yb} = 240,00$ [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo CEB [9.2.2]

$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} * A_b / \gamma_{Ms}$

$F_{t,Rd,s2} = 49,00$ [kN] Resistencia del tornillo a la ruptura CEB [9.2.2]

$$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$$

$$F_{t,Rd,s} = 49,00 \text{ [kN]} \text{ Resistencia del tornillo a la ruptura}$$

ARRANCAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE DEL HORMIGÓN

$$f_{ck} = 50,0 \text{ [MPa Resistencia característica del hormigón a la compresión]} \quad \text{EN 1992-1:[3.1.2]}$$

$$f_{ctd} = 0.7 * 0.3 * f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$$

$$f_{ctd} = 1,9 \text{ [MPa]} \text{ Resistencia de cálculo a la tracción} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

$$\eta_1 = 1,0 \text{ Coef. dependiente de las condiciones del hormigonado y de la adherencia} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

$$\eta_2 = 1,0 \text{ Coef. dependiente del diámetro del anclaje} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

$$f_{bd} = 2.25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd}$$

$$f_{bd} = 4,28 \text{ [MPa]} \text{ Adherencia admisible de cálculo} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

$$h_{ef} = 300 \text{ [mm]} \text{ Longitud eficaz del tornillo de anclaje} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

$$F_{t,Rd,p} = \pi * d * h_{ef} * f_{bd}$$

$$F_{t,Rd,p} = 80,59 \text{ [kN]} \text{ Resistencia de cálculo para el arrancamiento} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

RUPTURA DEL CONO DE HORMIGÓN

$$h_{ef} = 300 \text{ [mm]} \text{ Longitud eficaz del tornillo de anclaje} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$N_{Rk,c}^u = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck} * h_{ef}^{1.5}$$

$$N_{Rk,c}^u = 275,57 \text{ [kN]} \text{ Resistencia característica del anclaje} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$s_{cr,N} = 900 \text{ [mm]} \text{ Anchura crítica del cono de hormigón} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$c_{cr,N} = 450 \text{ [mm]} \text{ Distancia crítica al borde de la cimentación} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$A_{c,N0} = 9700,00 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ Área máxima del cono} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$A_{c,N} = 9700,00 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ Área real del cono} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\psi_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$$

$$\psi_{A,N} = 1,0 \text{ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$c = 450 \text{ [mm]} \text{ Distancia mínima entre el anclaje y el borde} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N} \leq 1.0$$

$$\psi_{s,N} = 1,0 \text{ Coef. dependiente de la distancia entre el anclaje y el borde de la cimentación} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\psi_{ec,N} = 1,0 \text{ Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef} [\text{mm}] / 200 \leq 1.0$$

$$\psi_{re,N} = 1,0 \text{ Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\psi_{ucr,N} = 1,0 \text{ Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$\gamma_{Mc} = 2,1/6 \text{ Coeficiente de seguridad parcial} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{t,Rd,c} =$$

$$N_{Rk,c}^u * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{t,Rd,c} = 127,58 \text{ [kN]} \text{ Resistencia de cálculo del anclaje a la ruptura del cono de hormigón} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

ROTURA DEL BETÓN

$$h_{ef} = 300 \text{ [mm]} \text{ Longitud eficaz del tornillo de anclaje} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

$$N_{Rk,c}^u = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck} * h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0 =$	275,57	[kN]	Resistencia de cálculo para el arrancamiento	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	600	[mm]	Anchura crítica del cono de hormigón	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	300	[mm]	Distancia crítica al borde de la cimentación	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	4690,00	[cm ²]	Área máxima del cono	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	4690,00	[cm ²]	Área real del cono	CEB [9.2.5]
$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$				
$\psi_{A,N} =$	1,0		Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde	CEB [9.2.5]
$c =$	300	[m]	Distancia mínima entre el anclaje y el borde	CEB [9.2.5]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\psi_{s,N} =$	1,0		Coef. dependiente de la distancia entre el enclaje y el borde de la cimentación	CEB [9.2.5]
$\psi_{ec,N} =$	1,0		Coef. dependiente de la distribución de los esfuerzos de tracción en los anclajes	CEB [9.2.5]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$\psi_{re,N} =$	1,00		Coef. dependiente de la densidad del armado de la cimentación	CEB [9.2.5]
$\psi_{ucr,N} =$	1,00		Coef. dependiente del grado de fisuración del hormigón	CEB [9.2.5]
$\psi_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$				
$\psi_{h,N} =$	0,7		Coef. dependiente de la altura de la cimentación	CEB [9.2.5]
$\gamma_{M,sp} =$	2,1		Coeficiente de seguridad parcial	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$				
$F_{t,Rd,sp} =$	89,07	[kN]	Resistencia de cálculo del anclaje a la rotura del hormigón	CEB [9.2.5]

RESISTENCIA DEL ANCLAJE A LA TRACCIÓN

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 49,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del anclaje a la tracción}$$

FLEXIÓN DE LA PLETINA DE BASE

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$l_{eff,1} =$	60	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	60	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	22	[mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	0,13	[kN*m]	Resistencia plástica de la pletina para el modo 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	0,13	[kN*m]	Resistencia plástica de la pletina para el modo 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	23,71	[kN]	Resistencia de la pletina para el modo 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	83,05	[kN]	Resistencia de la pletina para el modo 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	147,0	[kN]	Resistencia de la pletina para el modo 3	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,y} =$	23,71	[kN]	Resistencia de la pletina en tracción	[6.2.4]

Flexión debida al momento

$M_{j,Ed,z}$

$l_{eff,1} =$	61	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	61	[mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	10	[mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	0,13	[kN*m]	Resistencia plástica de la pletina para el modo 1	[6.2.4]

Flexión debida al momento

$M_{j,Ed,z}$				
$l_{eff,1} =$	61 [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 1		[6.2.6.5]
$M_{pl,2,Rd} =$	0,13 [kN*m]	Resistencia plástica de la pletina para el modo 2		[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	53,80 [kN]	Resistencia de la pletina para el modo 1		[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	93,62 [kN]	Resistencia de la pletina para el modo 2		[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	147,00 [kN]	Resistencia de la pletina para el modo 3		[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$				
$F_{t,pl,Rd,z} =$	53,80 [kN]	Resistencia de la pletina en tracción		[6.2.4]

RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA TRACCIONADA

$N_{j,Rd} =$	83,30 [kN]	Resistencia de la cimentación en tracción axial		[6.2.8.3]
$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$				
$F_{T,Rd,y} =$	23,71 [kN]	Resistencia de la cimentación en la zona traccionada		[6.2.8.3]
$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$				
$F_{T,Rd,z} =$	53,80 [kN]	Resistencia de la cimentación en la zona traccionada		[6.2.8.3]

Control de la resistencia de la unión

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)	0,02 < 1,00	verificado	(0,02)
$e_y =$	27 [mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	15 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	50 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	0,84 [kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
$M_{i,Ed,y} / M_{i,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)	0,04 < 1,00	verificado	(0,04)
$e_z =$	21 [mm]	Ecentricidad de la fuerza axial	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	15 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	35 [mm]	Brazo de la fuerza $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	1,40 [kN*m]	Resistencia de la unión a la flexión	[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)	0,02 < 1,00	verificado	(0,02)
$M_{i,Ed,y} / M_{i,Rd,y} + M_{i,Ed,z} / M_{i,Rd,z} \leq 1,0$	0,06 < 1,00	verificado	(0,06)

Cizallamiento

PRESIÓN DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} =$	0,28	Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento	[Tabla 3.4]
$\alpha_{b,y} =$	0,28	Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$	[Tabla 3.4]
$k_{1,y} =$	1,48	Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento	[Tabla 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p$			
$/ \gamma_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} =$	15,62 [kN]	Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base	[6.2.2.(7)]

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,z}$			
$\alpha_{d,z} =$	0,51	Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento	[Tabla 3.4]
$\alpha_{b,z} =$	0,51	Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{1,vb,Rd}$	[Tabla 3.4]

Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 0,51$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección del cizallamiento [Tabla 3.4]

$k_{1,z} = 0,53$ Coef. de posición de los tornillos en la dirección perpendicular al cizallamiento [Tabla 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p /$$

γ_{M2}

$F_{1,vb,Rd,z} = 10,0$ [kN Resistencia del tornillo de anclaje a la presión en la pletina de base] [6.2.2.(7)]

CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$\alpha_b = 0,37$ Coef. para el cálculo de la resistencia $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 3,14$ [cm²] Area de la sección del tornillo [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 400,00$ [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Coeficiente de seguridad parcial [6.2.2.(7)]

$$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$$

$F_{2,vb,Rd} = 37,00$ [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]

$\alpha_M = 2,0$ Coef. dependiente de la fijación del anclaje en la cimentación CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s} = 0,2$ [kN*m] Resistencia característica del anclaje a la flexión CEB [9.3.2.2]

$l_{sm} = 23$ [mm] Longitud del brazo de palanca CEB [9.3.2.2]

$\gamma_{Ms} = 1,2$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.2]

$$F_{v,Rd,sm} =$$

$$\alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$$

$F_{v,Rd,sm} = 20,72$ [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo CEB [9.3.1]

RUPTURA DEL HORMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$N_{Rk,c} = 275,57$ [kN] Resistencia de cálculo para el arrancamiento CEB [9.2.4]

$k_3 = 2,00$ Coef. dependiente de la longitud de anclaje CEB [9.3.3]

$\gamma_{Mc} = 2,16$ Coeficiente de seguridad parcial CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$F_{v,Rd,cp} = 255,16$ [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

Esfuerzo

o

cortante

e $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y} = 1574,3$ [kN] Resistencia característica del anclaje CEB [9.3.4.(a)]

$\psi_{A,V,y} = 0,25$ Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde CEB [9.3.4]

$\psi_{h,V,y} = 1,38$ Coef. dependiente del espesor de la cimentación CEB [9.3.4.(c)]

$\psi_{s,V,y} = 0,90$ Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante CEB [9.3.4.(d)]

$\psi_{ec,V,y} = 1,00$ Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje CEB [9.3.4.(e)]

$\psi_{\alpha,V,y} = 1,00$ Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante CEB [9.3.4.(f)]

$\psi_{ucr,V,y} = 1,00$ Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación CEB [9.3.4.(g)]

**Esfuerzo
o
cortante
de $V_{j,Ed,y}$**

$$V_{Rk,c,y}^0 = \frac{1574,3}{1} \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia característica del anclaje} \quad \text{CEB [9.3.4.(a)]}$$

$$\gamma_{Mc} = \frac{2,16}{1} \quad \text{Coeficiente de seguridad parcial} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,c,y} = \frac{V_{Rk,c,y}^0}{\gamma_{Mc}} = \frac{1574,3}{2,16} = 728,84 \text{ [kN]}$$

$$F_{v,Rd,c,y} = \frac{222}{38} \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

Esfuerzo cortante $V_{j,Ed,z}$

$$V_{Rk,c,z}^0 = \frac{1517}{0,06} \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia característica del anclaje} \quad \text{CEB [9.3.4.(a)]}$$

$$\psi_{A,V,z} = \frac{0,27}{1} \quad \text{Coef. dependiente de la separación de los anclajes y de la distancia al borde} \quad \text{CEB [9.3.4.]}$$

$$\psi_{h,V,z} = \frac{1,37}{1} \quad \text{Coef. dependiente del espesor de la cimentación} \quad \text{CEB [9.3.4.(c)]}$$

$$\psi_{s,V,z} = \frac{0,90}{1} \quad \text{Coef. de influencia de bordes paralelos al esfuerzo cortante} \quad \text{CEB [9.3.4.(d)]}$$

$$\psi_{ec,V,z} = \frac{1,00}{1} \quad \text{Coef. de irregularidad de la distribución del esfuerzo cortante en el anclaje} \quad \text{CEB [9.3.4.(e)]}$$

$$\psi_{\alpha,V,z} = \frac{1,00}{1} \quad \text{Coef. dependiente del ángulo de la acción del cortante} \quad \text{CEB [9.3.4.(f)]}$$

$$\psi_{ucr,V,z} = \frac{1,00}{1} \quad \text{Coef. dependiente del modo de armar el borde de la cimentación} \quad \text{CEB [9.3.4.(g)]}$$

$$\gamma_{Mc} = \frac{2,16}{1} \quad \text{Coeficiente de seguridad parcial} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = \frac{V_{Rk,c,z}^0}{\gamma_{Mc}} = \frac{1517}{2,16} = 702,31 \text{ [kN]}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = \frac{231}{41} \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

**DESPLAZAMIENTO
DE LA
CIMENTACIÓN**

$$C_{f,d} = \frac{0,30}{1} \quad \text{Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón} \quad \text{[6.2.2.(6)]}$$

$$N_{c,Ed} = \frac{0,00}{1} \text{ [kN]} \quad \text{Fuerza de compresión} \quad \text{[6.2.2.(6)]}$$

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed} = 0,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia al deslizamiento} \quad \text{[6.2.2.(6)]}$$

CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

$$F_{v,Rd,wg,y} = 1,4 \cdot l_w \cdot b_{wy} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 466,67 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia al contacto cuña - hormigón}$$

$$F_{v,Rd,wg,z} = 1,4 \cdot l_w \cdot b_{wz} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 256,67 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia al contacto cuña - hormigón}$$

CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd,y}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$$

$$V_{j,Rd,y} = \frac{591}{61} \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la unión al cortante} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

$V_{i,Ed,y} / V_{i,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 < 1,00	verificado	(0,00)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,z} =$	337, [k	Resistencia de la unión al	CEB
	17 N]	cortante	[9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,01 < 1,00	verificado	(0,01)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,01 < 1,00	verificado	(0,01)

Soldaduras entre el pilar y la pletina de base

$\sigma_{\perp} =$	8,14 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	8,14 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	0,21 [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	5,75 [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80	Coefficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	0,03 < 1,00	verificado	(0,03)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,05 < 1,00	verificado	(0,05)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,05 < 1,00	verificado	(0,05)

Rigidez de la unión

Flexión debida al momento

$M_{j,Ed,y}$			
$b_{eff} =$	17 [mm]	Anchura eficaz de la zona de presión debajo de la tabla	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	62 [mm]	Longitud eficaz de la zona de presión debajo del ala	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff})} / (1.275 \cdot E)$			
$k_{13,y} =$	4 [mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]
$l_{eff} =$	60 [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	22 [mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,y} =$	1 [mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]
$L_b =$	195 [mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$			
$k_{16,y} =$	2 [mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,y} =$	9,82	Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	461,80 [kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[Tabla 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	59,82 [kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} \geq S_{j,rig,y}$		RÍGIDA	[5.2.2.5.(2)]

Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \sqrt{(A_{c,z})} / (1.275 \cdot E)$			
$k_{13,z} =$	4 [mm]	Coef. de rigidez del hormigón comprimido	[Tabla 6.11]
$l_{eff} =$	61 [mm]	Longitud eficaz para un tornillo para el modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	10 [mm]	Distancia entre el tornillo y el borde rigidizado	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$			
$k_{15,z} =$	6 [mm]	Coef. de rigidez de la pletina de base en tracción	[Tabla 6.11]

$L_b =$	195	[mm]	Longitud eficaz del tornillo de anclaje	[Tabla 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	2	[mm]	Coef. de rigidez del anclaje en tracción	[Tabla 6.11]
$\lambda_{0,z} =$	9,82		Esbeltez del pilar	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	788,27	[kN*m]	Rigidez inicial en rotación	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	59,82	[kN*m]	Rigidez de la unión rígida	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} \leq S_{j,rig,z}$	RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]			

Componente más débil:
PLETINA DE BASE EN FLEXIÓN

Unión conforme con la Norma

Relación 0,06

ANEXO 11: Actas de reunión

REUNIÓN PARA LA ACEPTACIÓN DEL PROYECTO (20/02/17- 9/03/17)

- Contacto con profesores para la elección del proyecto

TAREAS PARA EL PLANTEAMIENTO INICIAL (9/03/17- 23/03/17)

- Leer pliego de condiciones y familiarizarse con el producto. Tras ello se podrán abordar los siguientes puntos:
 - Esbozar posibles Layout en los lugares propuestos y balsa artificial a medida. Planteamiento de fuerzas (genérico).

PUNTOS A ABORDAR (23/03/17- 30/03/17)

- Teoría calculo pilonas.
- Acotar geoméricamente un primer planteamiento:
 - Hexágono irregular, pero que este dentro de las dimensiones del lago. 2 lados largos.
 - Pentágono. Forma óptima de aprovechar espacio respetando distancia seguridad 25m.
- Verificar ángulos abrazados y tensión del cable tensiones en el diseño. Vacío y con 10 esquiadores. El dato del peso/resistencia del esquiador lo proporciona Alejandro.

PUNTOS A ABORDAR (30/03/17- 6/04/17)

Presentados dos modelos en pentágono y hexágono. Subirá el resumen con:

- Ángulos abrazados.
- Tensiones cable:
 - Vacío.
 - 10 esquiadores

REUNIÓN JUEVES (06/04/17-13/04/17)

Añadirá una estructura ideal en pentágono, posible ubicación en lago artificial.

Subirá el resumen con:

- Ángulos abrazados.
- Tensiones cable:
 - Vacío
 - 10 esquiadores

Selección software a usar Robot Structural Analysis.

Visita OCP (29/04/17)

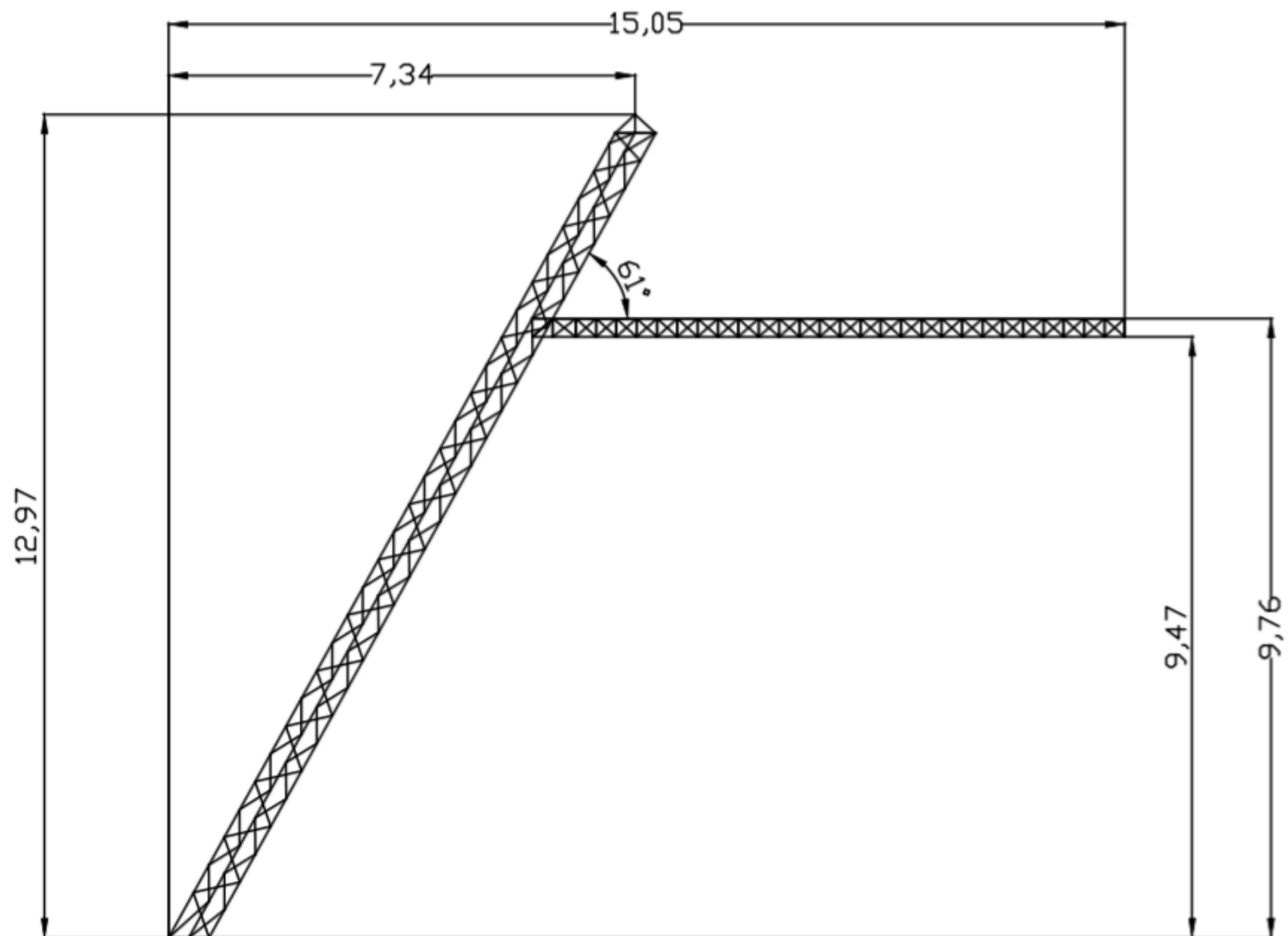
Se realiza la visita al Olympic Cable Park. Se preguntan al técnico las dudas generales del equipo.


REUNIÓN (18/05/17)

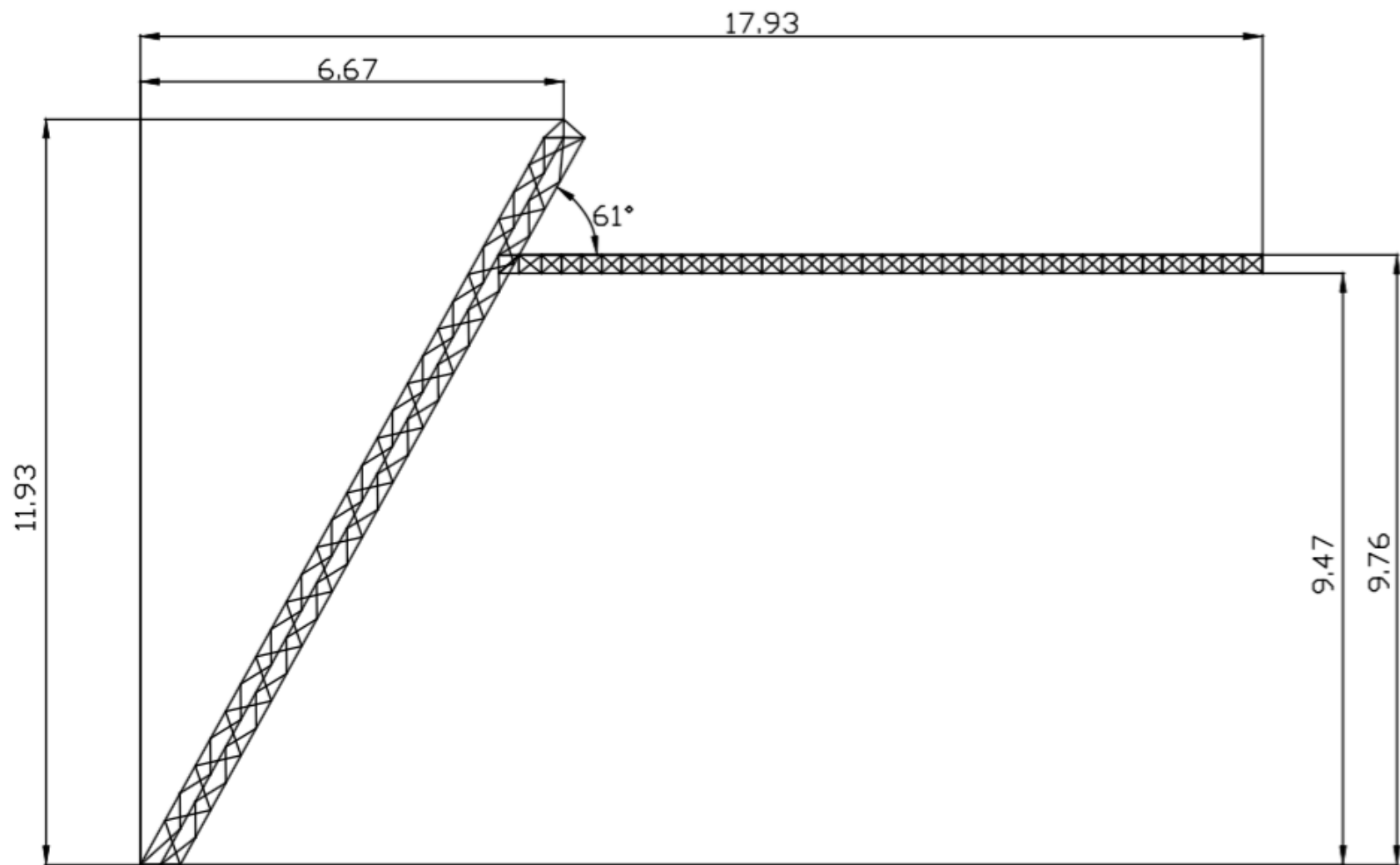
Realizar con la colaboración de Iciar el Cálculo de las cargas del cable, mediante el software Dlubal.

A partir del mes de mayo ha habido reuniones periódicas sin levantar actas de las mismas.

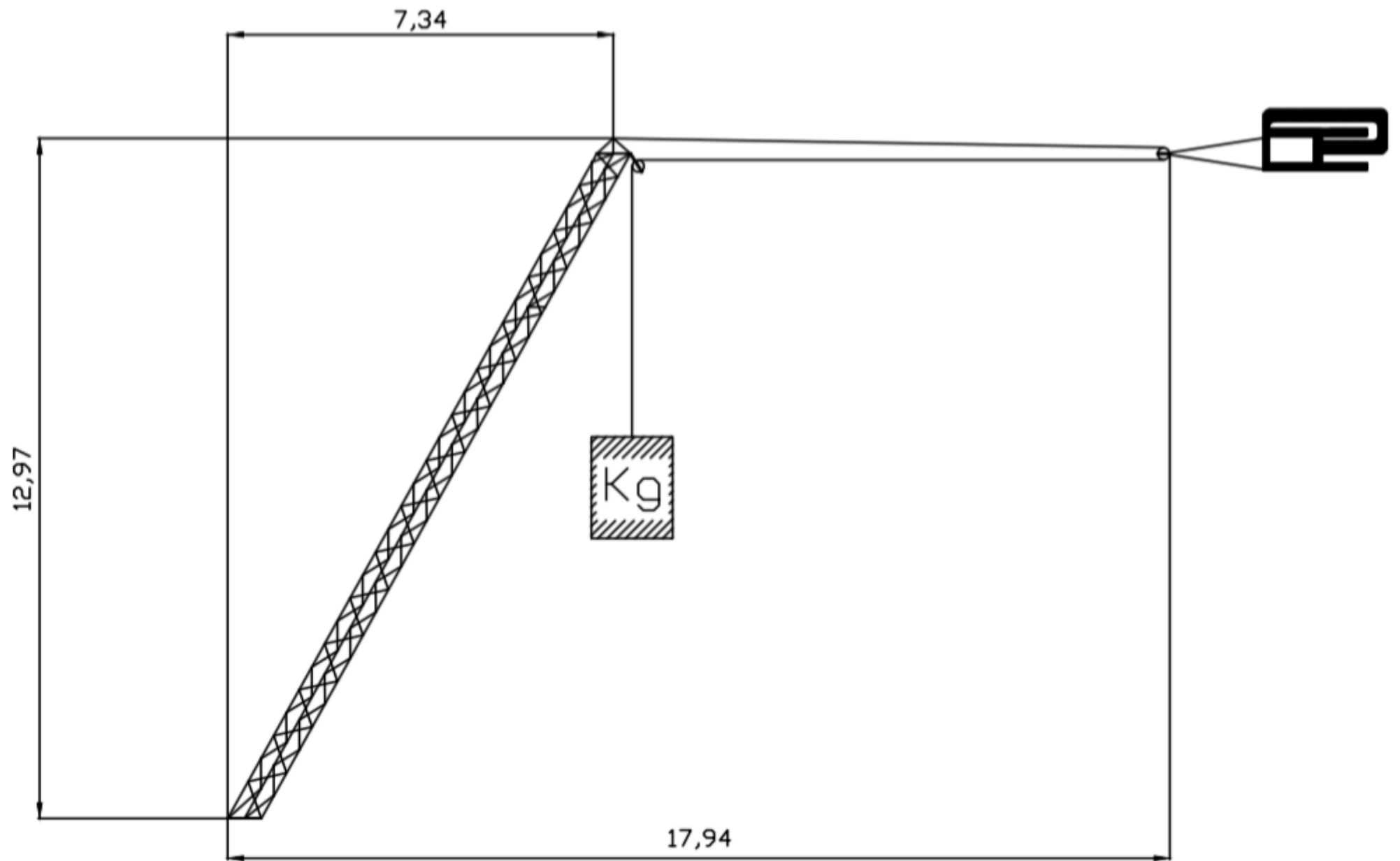
3. PLANOS




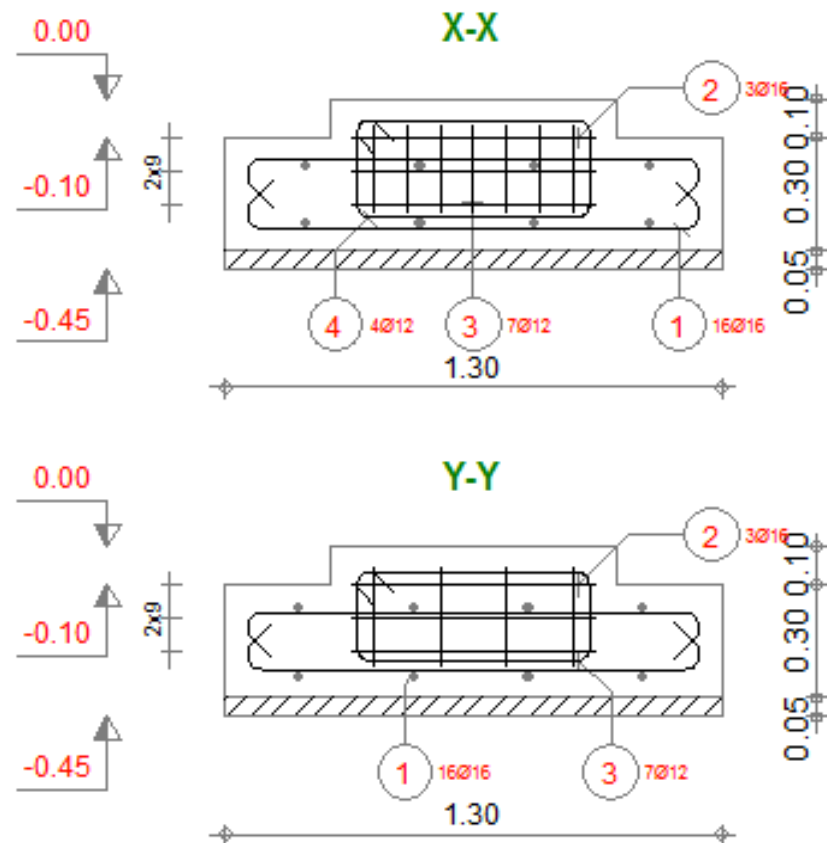
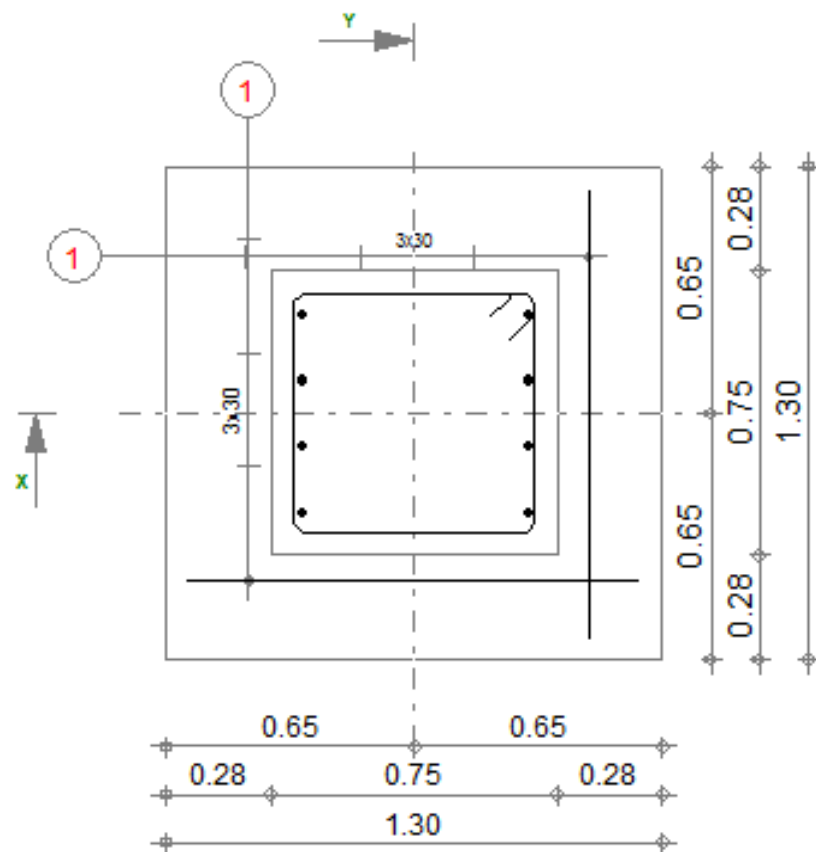
	Fecha	AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
Dibujado	18-07-2017			
Comprobado				
Material	Acero S355			
Escala: 1:100	PILONA MOTORA		PLANO N°: 1	



	Fecha	AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
Dibujado	18-07-2017			
Comprobado				
Material	Acero S355			
Escala: 1:100	PILONA TÍPICA		PLANO N°: 2	

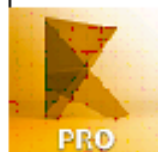


	Fecha	AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
Dibujado	18-07-2017			
Comprobado				
Materia	Acero S355			
Escala: 1:100	PILONA DEL CONTRAPESO		PLANO N°: 3	



Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
1	16Ø16	II.45	B 500 S	4	4Ø12	II.88	B 500 S
2	3Ø16	II.75	B 500 S				
3	7Ø12	II.84	B 500 S				

Tel.		Fax		Acero B 500 S = 36.7 kg	
Resistencia a las fisuraciones categoría 3		Hormigón : HA - 50 = 0.563 m3		Acero B 500 S = 31.2 kg	
Superficie del encofrado = 1.86 m2		Densidad = 120.4 kg/ m3		Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm	
Escala para la vista 1/20		Escala para la sección 1/20		Página 1/1	

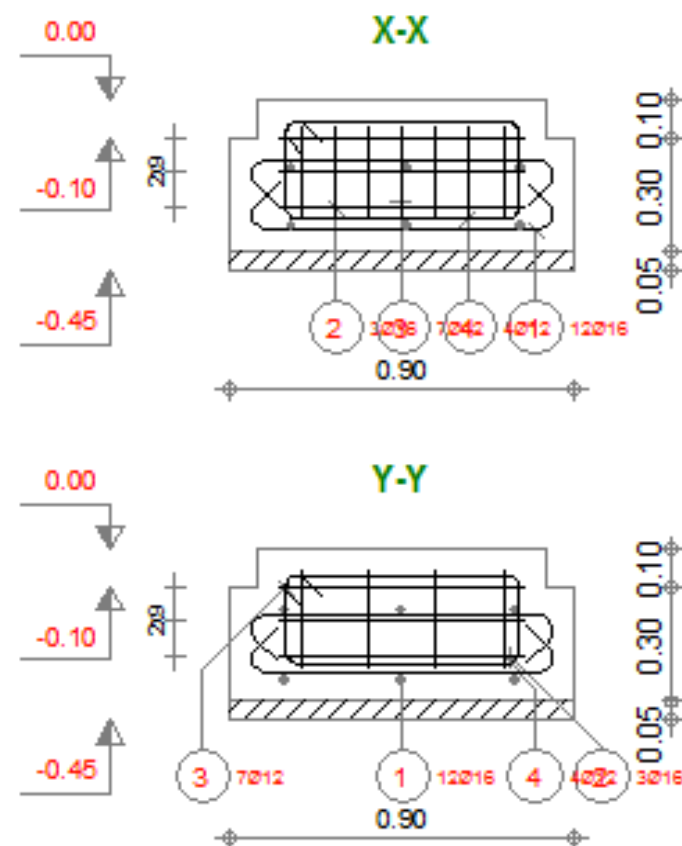
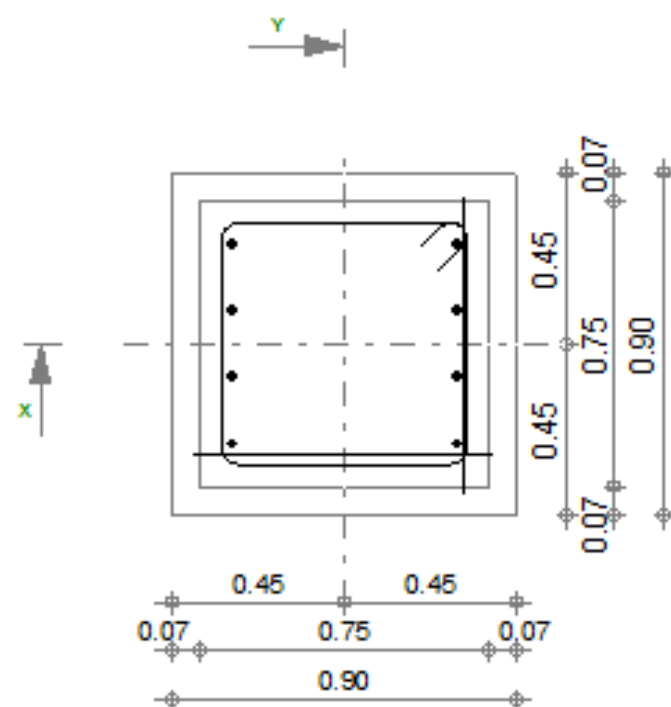


Nivel ±0,00


MOTORA rotada 46,32 grados

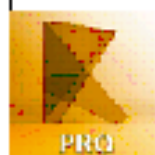
Cimentación2

Número 1



Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
1	12Ø16	Π.05	B 500 S	4	4Ø12	Π.89	B 500 S
2	3Ø16	Π.75	B 500 S				
3	7Ø12	Π.84	B 500 S				

		Tel.		Fax				Acero B 500 S = 19.9 kg			
						Resistencia a las fisuraciones categoría 3		Hormigón : HA - 50 = 0.299 m3		Acero B 500 S = 31.2 kg	
	Nivel -0,02 pilona 2 128º		Cimentación1		Número 1		Superficie del encofrado = 1.38 m2		Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm		
							Densidad = 170.9 kg/ m3				
									Escala para la vista 1/20		
								Escala para la sección 1/20		Página 1/1	

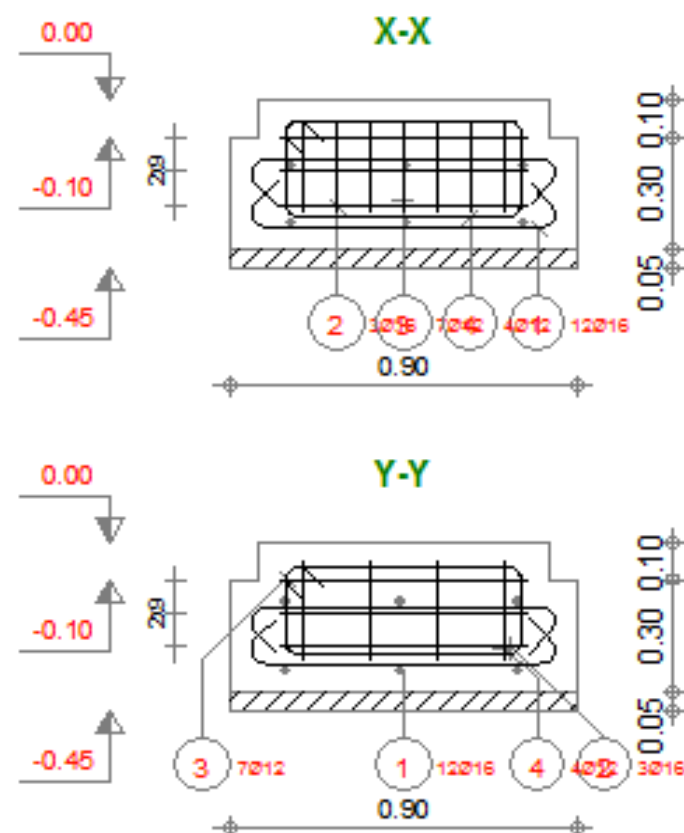
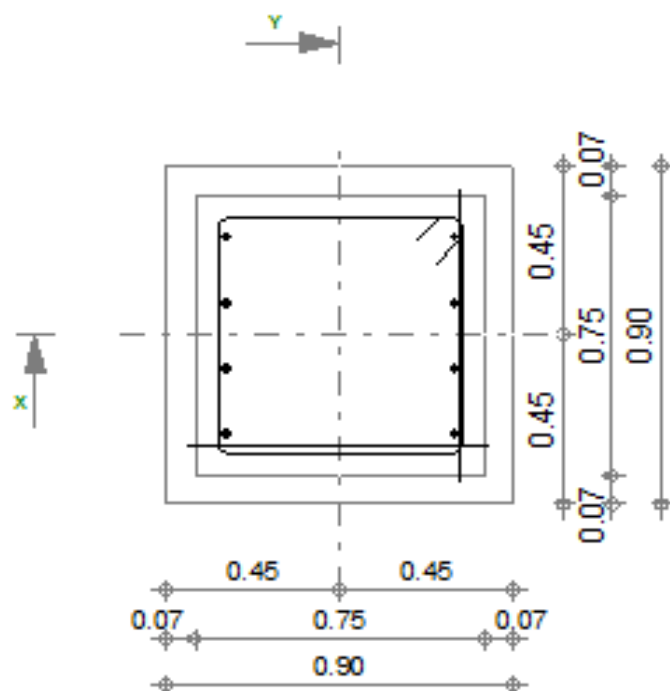


Nivel -0,02
pilona 2 128°


Cimentación1

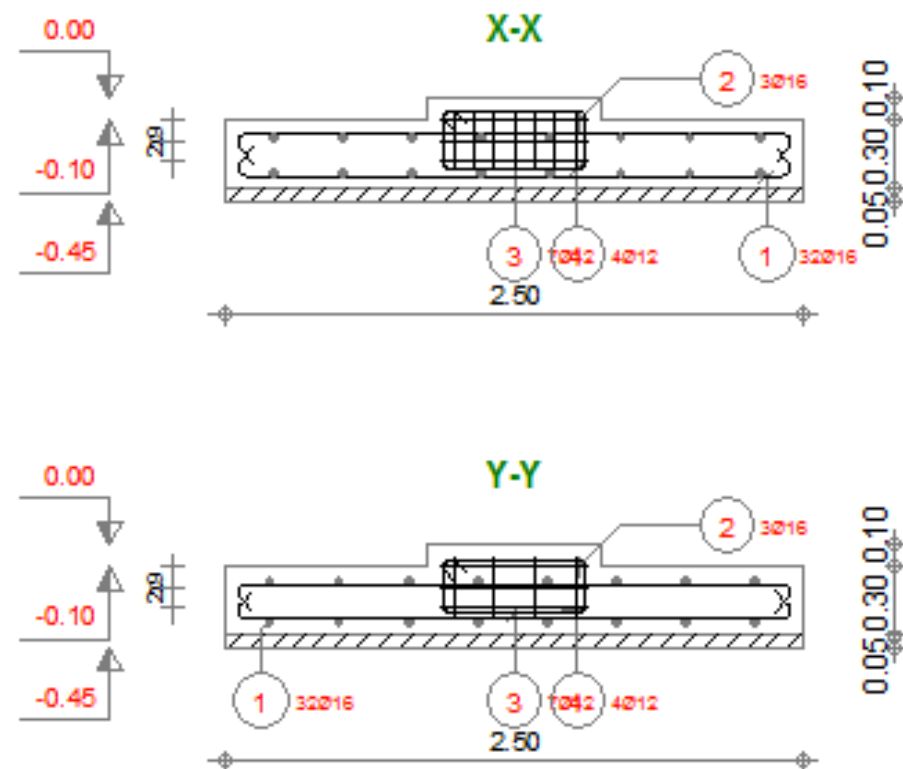
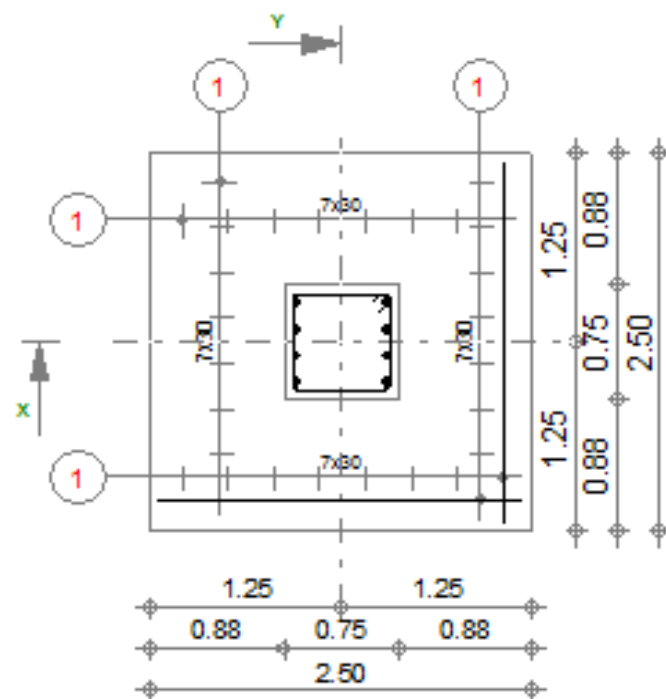
Número 1

Página 1/1




Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
1	12016	II.05	B 500 S	4	4012	II.89	B 500 S
2	3016	II.75	B 500 S				
3	7012	II.84	B 500 S				

Tel.		Fax		Acero B 500 S = 19.9 kg	
Resistencia a las fisuraciones categoría 3		Hormigón : HA - 50 = 0.299 m3		Acero B 500 S = 31.2 kg	
 Nivel -0,02 pilona 3 DEL PROYECTO LISTA		Superficie del encofrado = 1.38 m2		Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm	
		Densidad = 170.9 kg/ m3		Escala para la vista 1/20	
Cimentación383 Número 1				Escala para la sección 1/20	
				Página 1/1	



Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
1	32Ø16	$\pi_{2.65}$	B 500 S	4	4Ø12	$\pi_{1.88}$	B 500 S
2	30Ø16	$\pi_{2.75}$	B 500 S				
3	7Ø12	$\pi_{1.84}$	B 500 S				

Tel.		Fax		Acero B 500 S = 134 kg	
Resistencia a las fisuraciones categoría 3				Acero B 500 S = 31.2 kg	
 PRO	Nivel ±0,00 pilona contrapeso rotada 271,45º	Cimentación333	Número 1	Hormigón : HA - 50 = 1.93 m3	Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm
				Superficie del encofrado = 3.3 m2	
				Densidad = 85.49 kg/ m3	
				Escala para la vista 1/50	Página 1/1
				Escala para la sección 1/33	



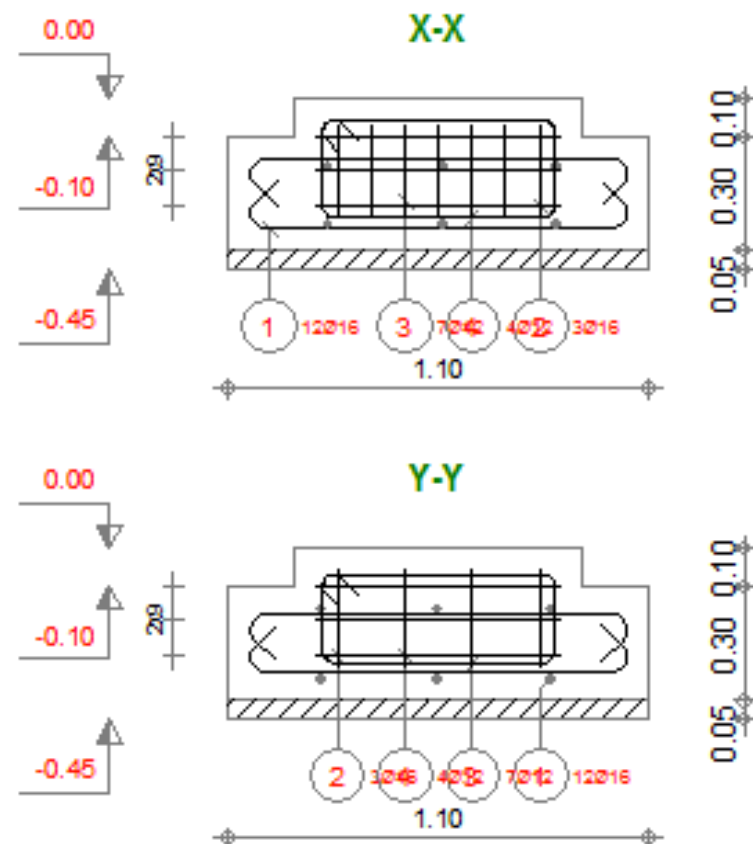
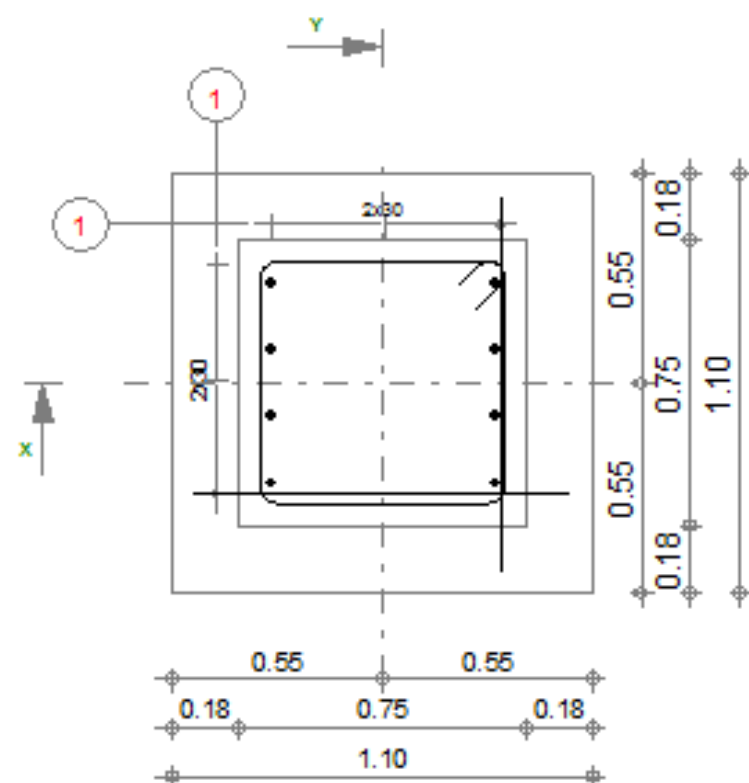
Nivel ±0,00

pilona contrapeso rotada 271,45°

Cimentación333

Número 1

Página 1/1



Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
1	12Ø16	$\pi 1.25$	B 500 S	4	4Ø12	$\pi 1.89$	B 500 S
2	3Ø16	$\pi 2.75$	B 500 S				
3	7Ø12	$\pi 1.84$	B 500 S				

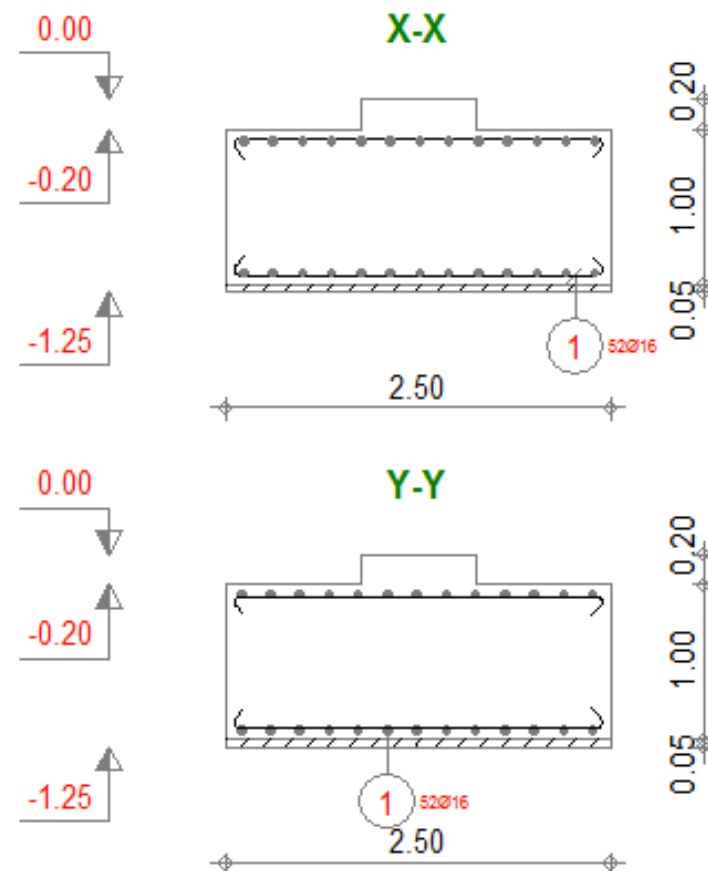
Tel.		Fax		Acero B 500 S = 23.7 kg	
Resistencia a las fisuraciones categoría 3		Hormigón : HA - 50 = 0.419 m3		Acero B 500 S = 31.2 kg	
Superficie del encofrado = 1.62 m2		Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm		Escala para la vista 1/20	
Densidad = 131 kg/ m3		Escala para la sección 1/20		Página 1/1	




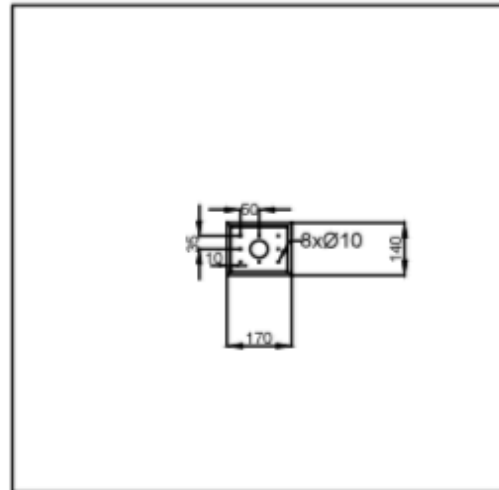
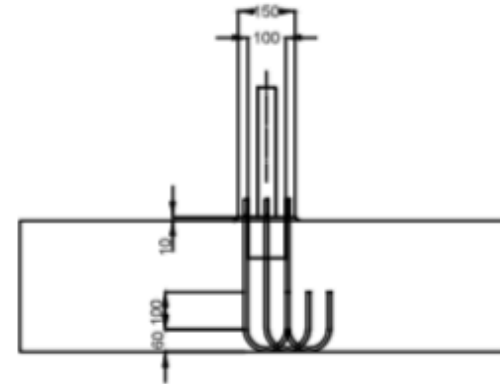
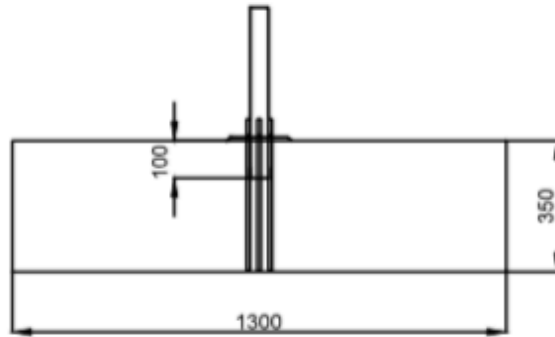
Nivel -0,02
Pilona 5

Cimentación 383

Número 1



		Tel.	Fax			Acero B 500 S = 218 kg	
Resistencia a las fisuraciones categoría 3				Hormigón : HA - 50 = 6.36 m3			
	Nivel +3,50 Zapata tirantes	Cimentación25	Número 1	Superficie del encofrado = 10.6 m2	Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm		
				Densidad = 34.28 kg/ m3			
				Escala para la vista 1/50		Página 1/1	
Escala para la sección 1/50							



	Fecha	AUTOR: Aranda Rodríguez, Jorge Miguel	ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
Dibujado	18-07-2017			
Comprobado				
Materia	Acero S355			
Escala: 1:20	ANCLAJES		PLANO N°: 4	