

ANEJO N°7

Estructuras

Índice

1	Introducción	1
2	Muros	2
2.1	Muro 1	2
2.2	Muro 2	3

APÉNDICE Nº7.1: CÁLCULO MURO 1

APÉNDICE Nº7.2: CÁLCULO MURO 2

1 Introducción

El objeto del presente anejo es la descripción de las estructuras y obras de fábrica asociadas al **P.C. de senda ciclable entre el polígono Agirre y Martiartu (Arrigorriaga)**.

En concreto, el proyecto contempla el diseño de un muro de escollera y una pantalla de micropilotes anclados, cuyas características más significativas se describen en los siguientes apartados de este documento. Al final del mismo se incluyen las correspondientes notas de cálculo en sendos apéndices.

La descripción gráfica relativa a estas estructuras se recoge en el apartado 6 del Documento nº2: Planos.

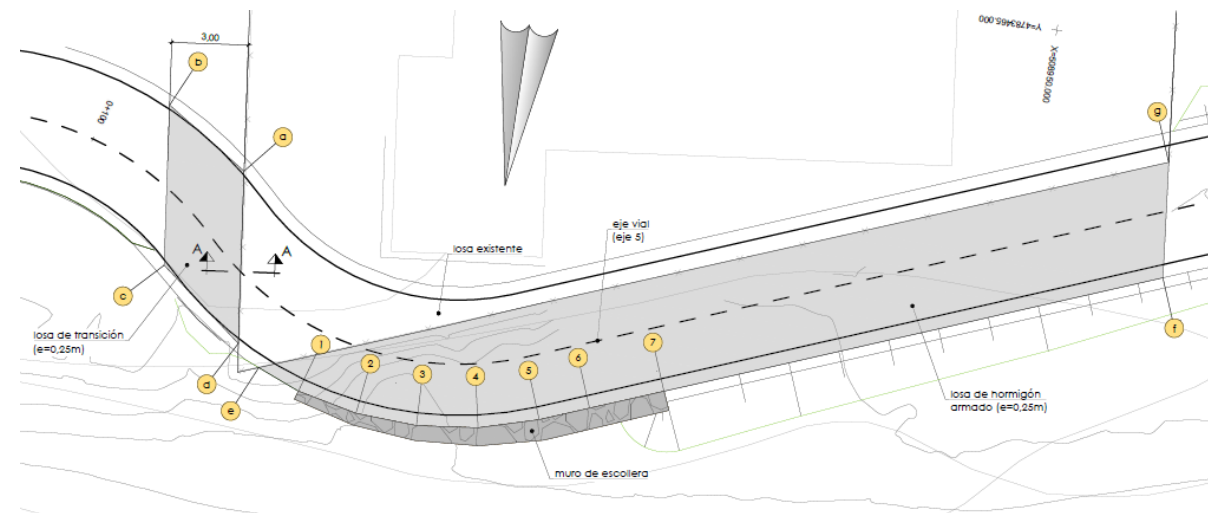
2 Muros

2.1 Muro 1

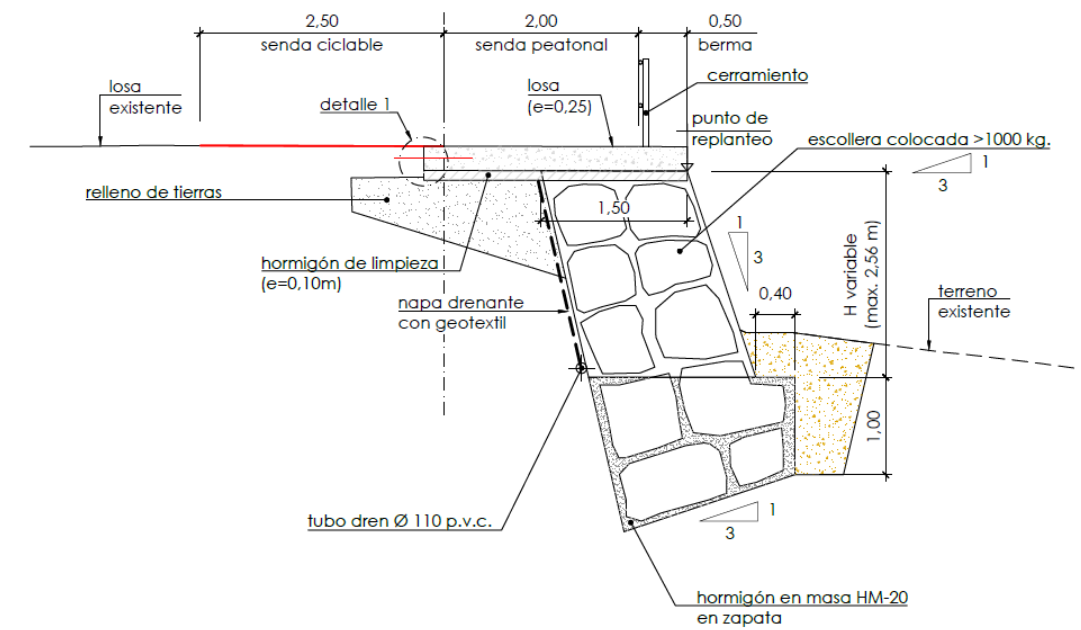
Se trata de un muro de escollera cuya misión es evitar que el terraplén del vial invada el río entre el p.k.0+112 y p.k.0+125. Posee una longitud de 13 m y una altura máxima en alzado de 2,56 m. La cimentación será directa sobre el terraplén actual.

En esta zona, el vial discurre en parte sobre una losa de hormigón existente, por lo que se ha optado por disponer una nueva losa cubriendo toda la anchura del vial, y conectada a la existente, con el fin de dar continuidad y que no se produzca "tecleo" por diferencia de asentos. Por esta misma razón, justo antes del punto donde la senda entra en la losa existente, se colocará una losa de transición de 3 m de longitud.

El trasdós del muro se rellenará de tierras o incluso puede que sea necesario un hormigón pobre en el hueco existente bajo la actual losa de hormigón en voladizo.



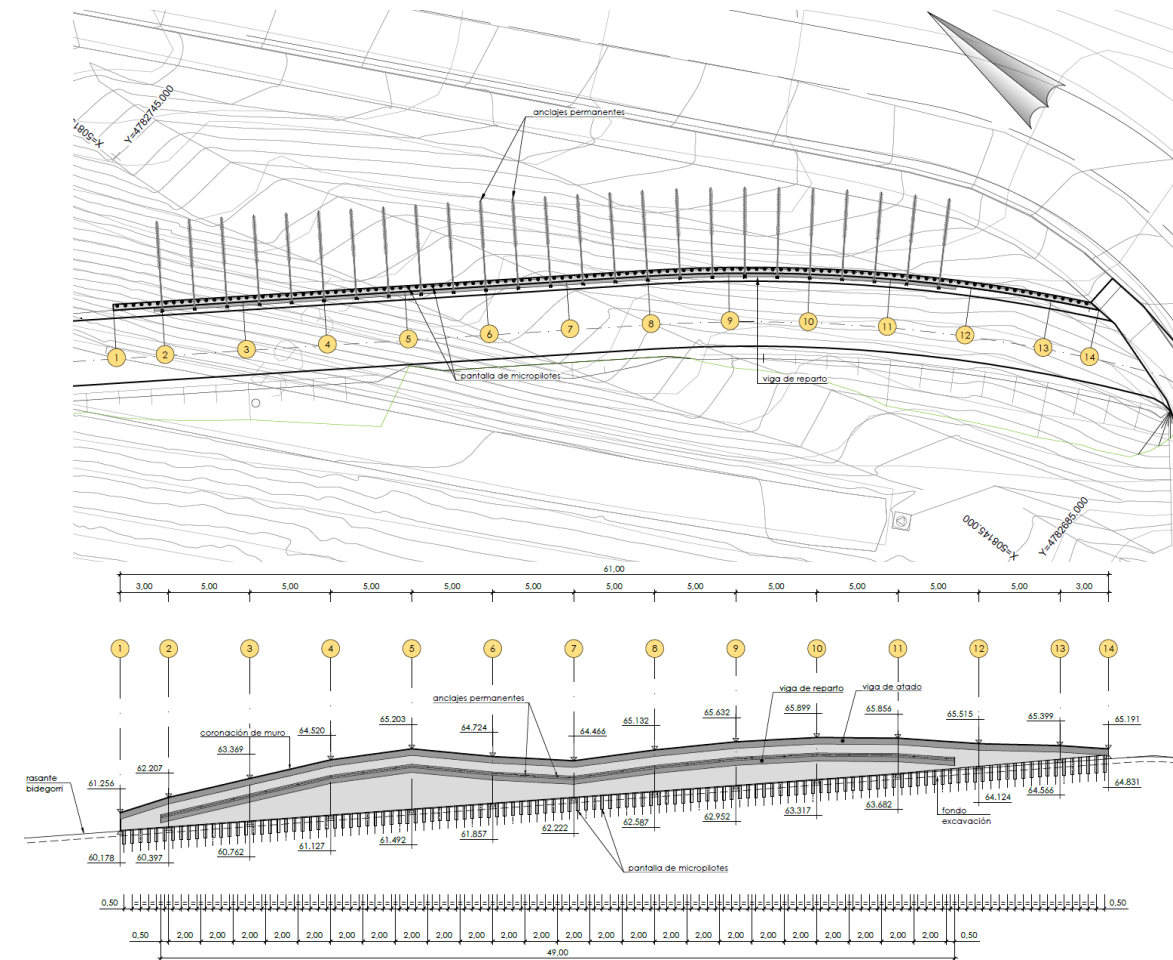
Planta del muro 1



Sección tipo del muro 1

2.2 Muro 2

Entre el p.k. 1+392 y 1+453 se proyecta un muro pantalla de micropilotes anclados al objeto de minimizar las excavaciones necesarias para la ejecución del nuevo vial.



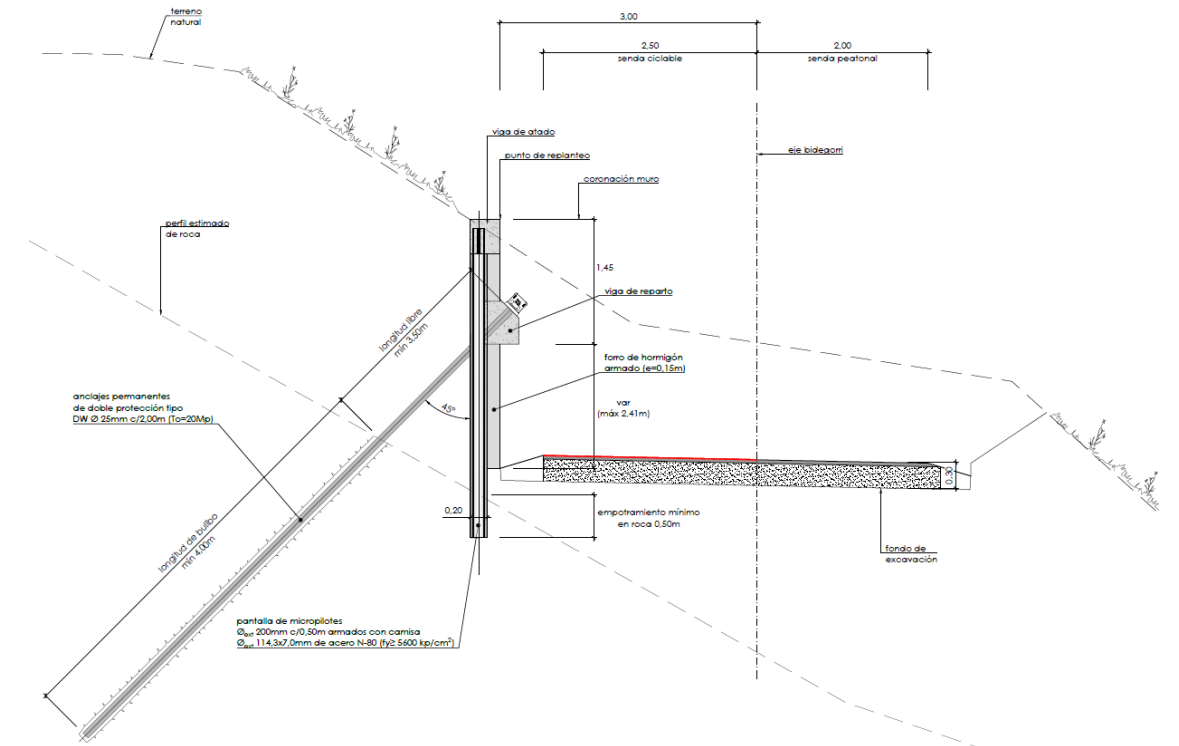
Planta y alzado del muro 2

El muro posee una longitud total de 61 m y su paramento visto, el cual discurre paralelo al eje del vial a una distancia constante de 3,00 m, alcanza una altura máxima entorno a los 3,90 m.

La sección tipo está resuelta con una cortina de micropilotes ϕ_{ext} 200 mm, dispuestos cada 0,50 m, armados con camisa ϕ_{ext} 114,3 x 7,0 mm de acero N-80 ($f_y \geq 5.600$ kp/cm²). Los micropilotes deberán empotrarse un mínimo de 0,5 m en roca y bajo el fondo de excavación.

En la coronación de la pantalla se dispondrá una viga de atado de 0,35 x 0,40 m y por delante de los micropilotes se ejecutará un forro de hormigón, encofrado a una cara, de 0,15 m de espesor.

Para garantizar la estabilidad de la pantalla se dispone una fila de anclajes permanentes de doble protección tipo DW o similar (850/1050 N/mm²) ϕ 25 mm cada 2,0 m. Los anclajes tendrán una inclinación de 45° y deberán empotrarse un mínimo de 4,0 m en la roca sana. La cara inferior de la viga de reparto de anclajes discurre paralela a la coronación del muro y a una distancia de 1,45 m.



Sección tipo del muro 2

APÉNDICE Nº7.1

Cálculo Muro 1

CÁLCULO DE MURO 1

Entrada de datos

Características de la escollera	
Altura del alzado del muro h	2.60 m
Anchura del muro en coronación a	1.50 m
Espesor mínimo de la zapata en la puntera e _{mín}	1.00 m
Talud del paramento del trasdós (nH:10V)	2.3 (13.12°)
Talud del paramento del intradós ((n+1)H:10V)	3.3 (18.42°)
Talud del plano del cimiento (n*H;1V)	3.0 (18.43°)
Longitud de la puntera del muro x ₀	0.40 m
Densidad aparente del alzado de la escollera γ _{escollera}	1.9 t/m ³
Densidad aparente del cimiento de la escollera γ _{cimiento}	2.1 t/m ³
Características del terreno	
Densidad aparente del terreno del trasdós γ _{trasdós}	2.0 t/m ³
Ángulo de rozamiento interno del trasdós φ (°)	30.0 °
Cohesión del relleno c	0.0 t/m ²
Ángulo de rozamiento trasdós-escollera δ (°)	0.0 °
Inclinación del terreno del trasdós respecto de la horizontal β (°)	0.0 °
Ángulo de rozamiento cimiento-escollera φ _{cimiento} (°)	30.0 °
Coeficiente de rozamiento cimiento-escollera μ=tan(φ _{cimiento})	0.577
Cargas actuantes	
Valor de la carga permanente sobre el trasdós q _{cp trasdós}	0.6 t/m ²
Valor de la sobrecarga sobre el trasdós q _{sc trasdós}	1.0 t/m ²
Carga permanente uniforme sobre la coronación del muro q _{cp}	0.6 t/m ²
Sobrecarga uniforme sobre la coronación del muro q _{sc}	0.0 t/m ²

Resultados

Coeficientes de seguridad	
Vuelco	2.33 > 2
Deslizamiento	5.35 > 1.5
Tensiones en el terreno de cimentación	
Puntera (Kp/cm²)	1.02 < σ _{adm}
Talón (Kp/cm²)	0.50

APÉNDICE N°7.2

Cálculo Muro 2

ÍNDICE	
1.- NORMA, MATERIALES Y PROGRAMAS DE CÁLCULO	2
2.- ACCIONES	2
3.- DATOS GENERALES	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	3
6.- GEOMETRÍA	3
7.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA	3
8.- ESQUEMA DE LAS FASES	4
9.- CARGAS	5
10.- ELEMENTOS DE APOYO	6
11.- RESULTADOS DE LAS FASES	6
12.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	8
13.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	9
14.- VIGAS DE REPARTO DE ANCLAJES	10

1.- NORMAS, MATERIALES Y PROGRAMAS DE CÁLCULO

Normas:

- Código técnico de la edificación CTE
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08
- Instrucción de acero estructural EAE

Materiales:

- Acero micropilotes: N-80 ($f_y \geq 5600 \text{ Kp/cm}^2$)
- Acero en anclajes: Dywidag (850/1050 N/mm²)
- Acero pasivo: B500S, $Y_c=1.15$
- Hormigón: HA-25/B/20/IIa, $Y_c=1.50$

Programas de cálculo:

- Módulo de muros pantalla (v 2018.k) de CYPE Ingenieros S.A.
- Prontuario informático del hormigón estructural PIHE (v 3.1.5 - EHE-08)

2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.50

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Cortina de micropilotes

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Ángulo talud: 35 grados

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 33.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 33.0 %

No se ha detectado presencia de nivel freático

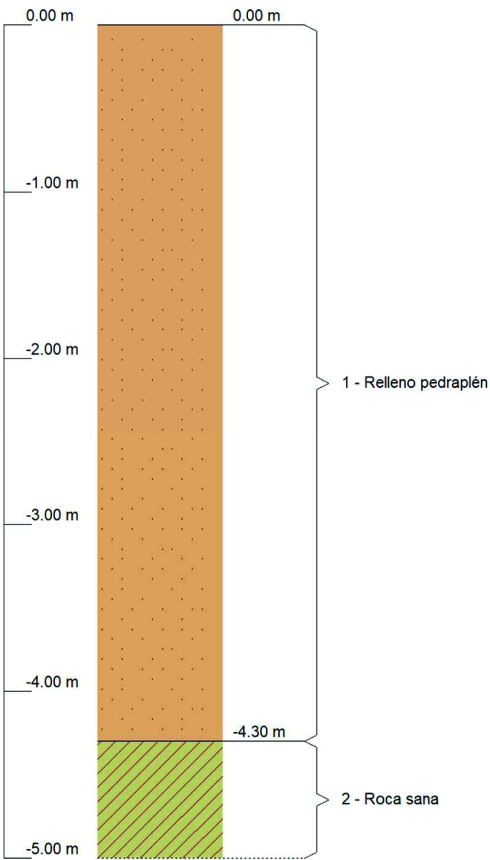
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Relleno pedraplén	0.00 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 35 grados Cohesión: 0.50 t/m ² Módulo de deformación E: 3000 t/m2 Módulo de balasto $K_H=0.75x(E/D)$: 11250 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.25 Reposo trasdós: 0.43 Pasivo trasdós: 5.54 Activo intradós: 0.25 Reposo intradós: 0.43 Pasivo intradós: 5.54
2 - Roca sana	-4.30 m	Densidad aparente: 2.4 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 45 grados Cohesión: 50.00 t/m ² Módulo de balasto K_H : 50000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.16 Reposo trasdós: 0.29 Pasivo trasdós: 11.94 Activo intradós: 0.16 Reposo intradós: 0.29 Pasivo intradós: 11.94

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Paquete de firmes	Densidad aparente: 2.0 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto K_H : 5000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m4	Activo trasdós: 0.30 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 4.07 Activo intradós: 0.30 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 4.07

5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



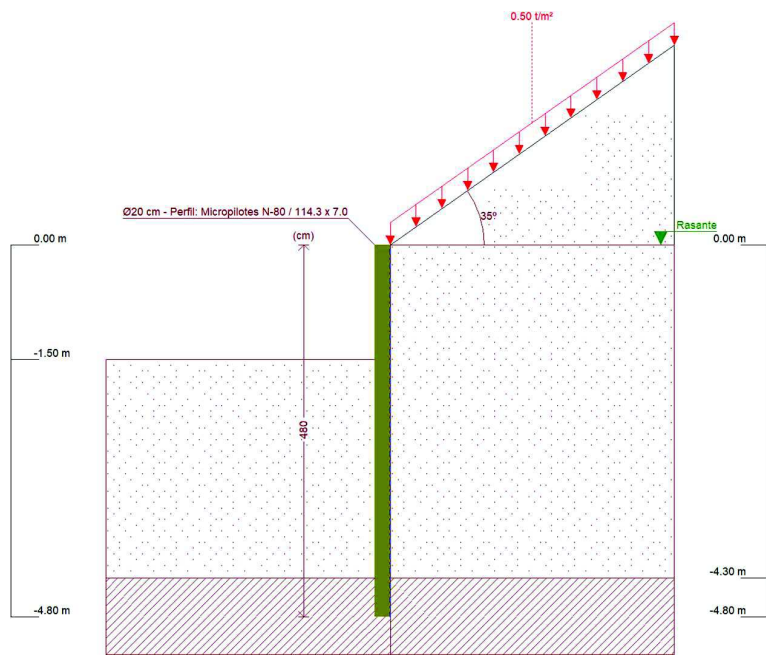
6.- GEOMETRÍA

Altura total H: 4.80 m
 Diámetro D: 20.00 cm
 Separación: 50.00 cm
 Serie de micropilotes: Micropilotes N-80
 Perfil: 114.3 x 7.0 mm

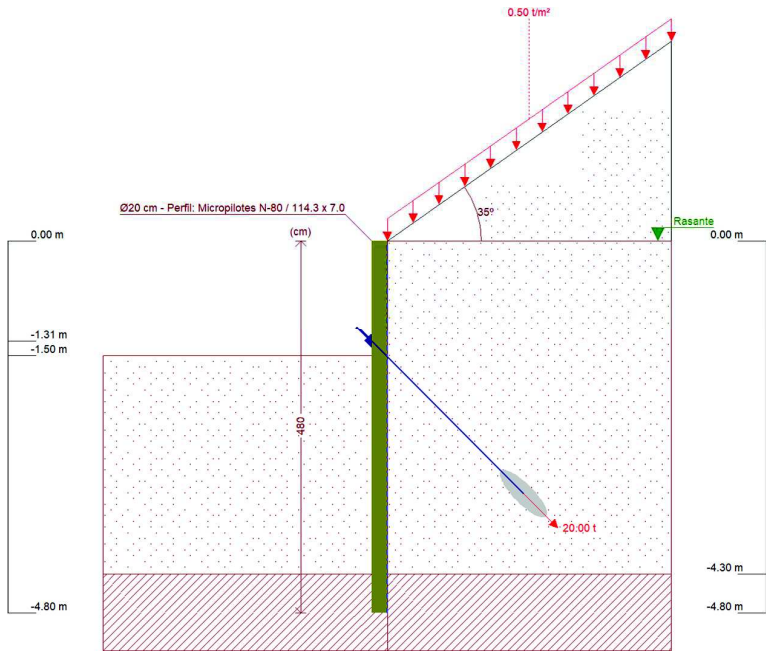
7.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Referencia: Pantalla de micropilotes Muro 2		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 60	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 5.6 t/cm ² Calculado: 3.612 t/cm ²	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 0.122 t/cm ² Calculado: 0.122 t/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 6.84 t; Momento: -2.40 t·m; Cortante: 0.00 t		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 6.84 t; Momento: -2.40 t·m; Cortante: 0.00 t		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 20.00 cm)		

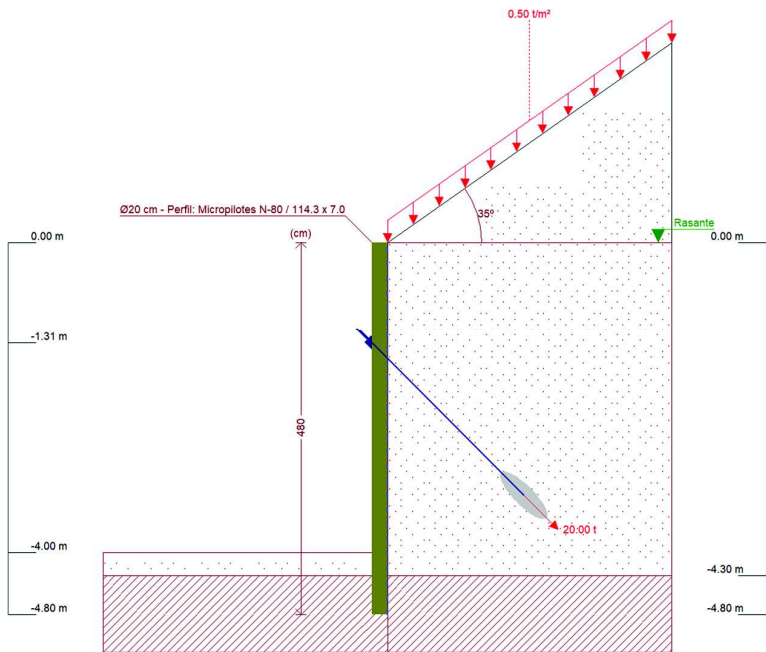
8.- ESQUEMA DE LAS FASES



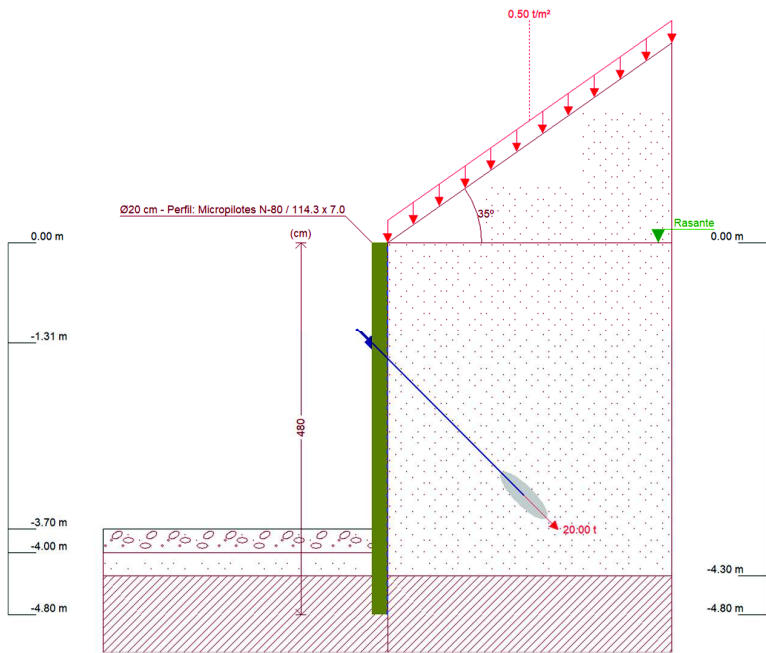
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Excavación hasta 1er nivel de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.50 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Ejecución 1er nivel de anclajes	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.50 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Excavación hasta apoyo vial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Ejecución del vial	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -4.00 m

9.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 0.5 t/m²	Excavación hasta 1er nivel de anclajes	Ejecución del vial

10.- ELEMENTOS DE APOYO

ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -1.31 m Rigidez axil: 2945 t/m Carga: 20.00 t Ángulo: 45 grados Separación: 2.00 m	Ejecución 1er nivel de anclajes	Ejecución del vial

11.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: EXCAVACIÓN HASTA 1ER NIVEL DE ANCLAJES

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m²)
0.00	-4.72	-0.00	-0.00	0.00	0.00
-0.51	-3.54	0.09	0.06	0.02	0.59
-1.01	-2.37	0.18	0.45	0.18	1.27
-1.52	-1.29	0.28	1.18	0.67	-0.58
-2.02	-0.52	0.37	0.26	1.00	-3.65
-2.53	-0.21	0.46	-0.97	0.59	0.09
-3.03	-0.17	0.55	-0.79	0.15	0.75
-3.54	-0.20	0.64	-0.42	-0.11	0.64
-4.04	-0.19	0.74	-0.07	-0.19	1.09
-4.55	-0.08	0.83	0.75	0.05	-3.73
Máximos	-0.02	0.88	1.18	1.00	2.16
	Cota: -4.80 m	Cota: -4.80 m	Cota: -1.52 m	Cota: -2.02 m	Cota: -4.29 m
Mínimos	-4.72	-0.00	-0.97	-0.19	-3.73
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -2.53 m	Cota: -4.04 m	Cota: -4.55 m

FASE 2: EJECUCIÓN 1ER NIVEL DE ANCLAJES

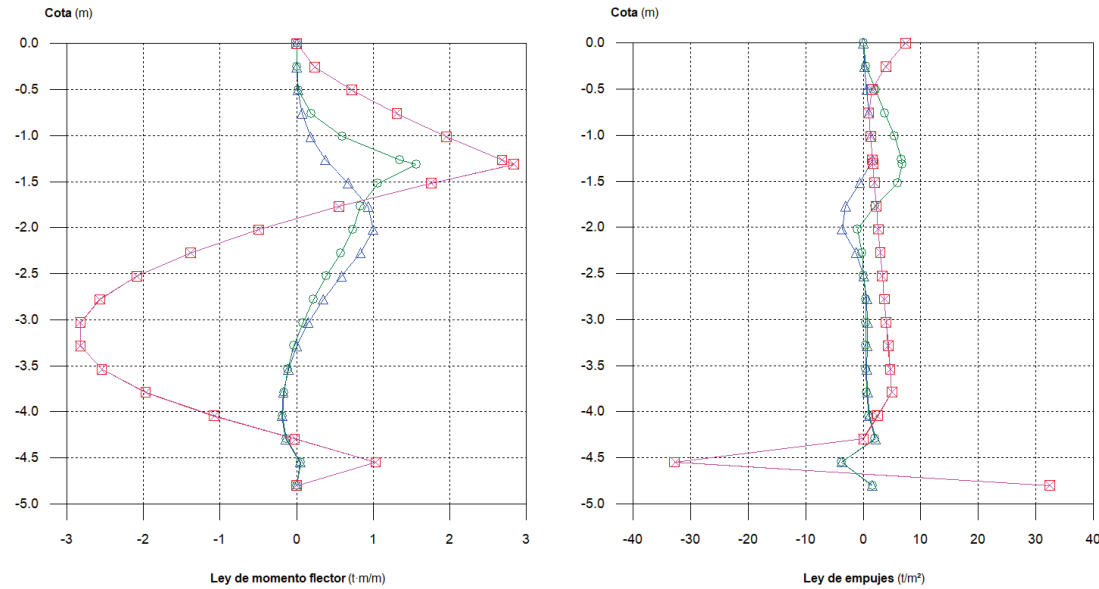
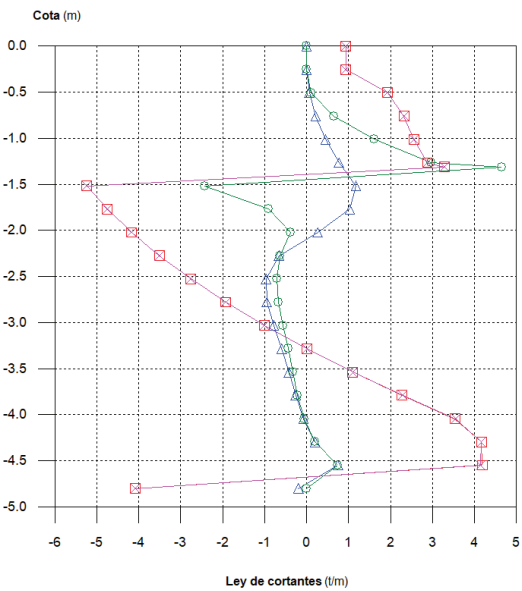
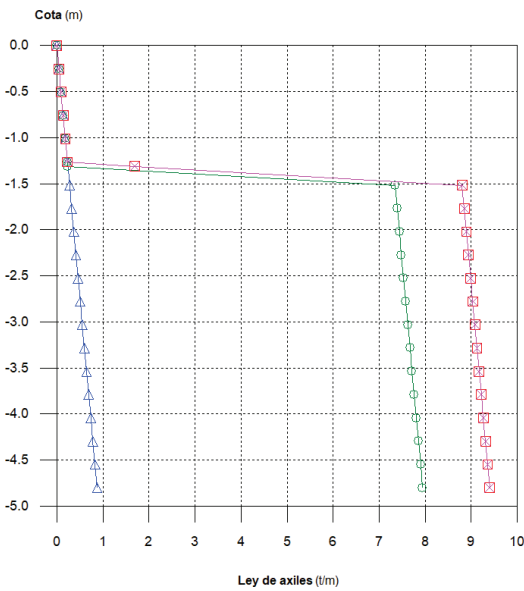
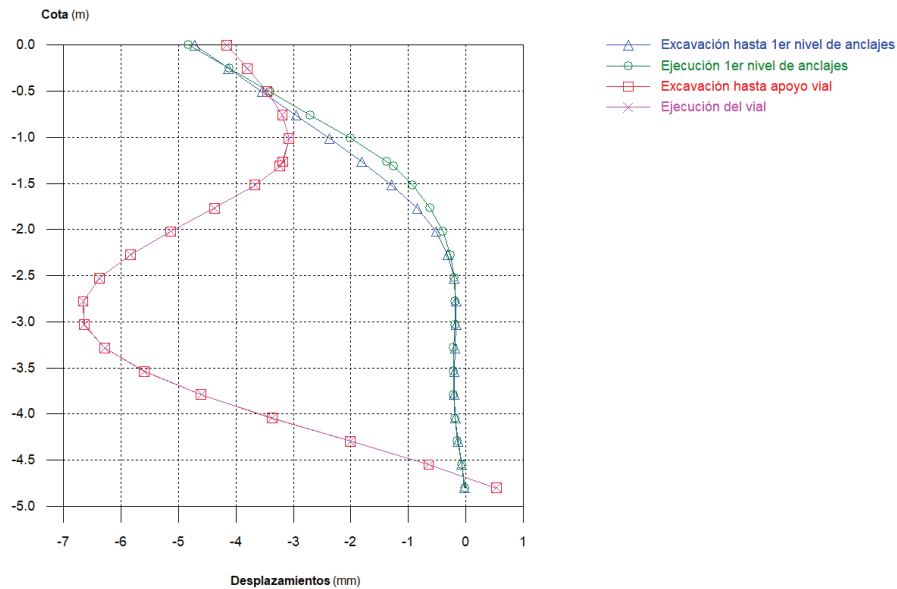
Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m²)
0.00	-4.82	-0.00	0.00	-0.00	0.00
-0.51	-3.41	0.09	0.11	0.03	2.11
-1.01	-2.00	0.18	1.60	0.59	5.43
-1.31	-1.26	0.24	4.64	1.56	6.81
-1.77	-0.62	7.39	-0.91	0.83	2.08
-2.27	-0.27	7.49	-0.64	0.57	-0.25
-2.78	-0.19	7.58	-0.68	0.22	0.44
-3.28	-0.21	7.67	-0.44	-0.03	0.45
-3.79	-0.22	7.76	-0.21	-0.17	0.62
-4.29	-0.14	7.85	0.20	-0.13	2.10
-4.80	-0.02	7.95	0.00	0.00	1.70
Máximos	-0.02	7.95	4.64	1.56	6.81
	Cota: -4.80 m	Cota: -4.80 m	Cota: -1.31 m	Cota: -1.31 m	Cota: -1.31 m
Mínimos	-4.82	-0.00	-2.43	-0.18	-3.75
	Cota: 0.00 m	Cota: 0.00 m	Cota: -1.52 m	Cota: -4.04 m	Cota: -4.55 m

FASE 3: EXCAVACIÓN HASTA APOYO VIAL

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t-m/m)	Ley de empujes (t/m²)
0.00	-4.16	-0.00	0.93	0.00	7.37
-0.51	-3.46	0.09	1.93	0.72	1.56
-1.01	-3.08	0.18	2.56	1.95	1.27
-1.31	-3.23	1.69	3.28	2.83	1.67
-1.77	-4.37	8.85	-4.75	0.56	2.29
-2.27	-5.83	8.94	-3.51	-1.38	2.97
-2.78	-6.65	9.03	-1.92	-2.57	3.64
-3.28	-6.28	9.12	0.00	-2.82	4.32
-3.79	-4.60	9.22	2.27	-1.97	5.00
-4.29	-2.01	9.31	4.17	-0.02	0.06
-4.80	0.53	9.40	-4.09	0.00	32.36
Máximos	0.53	9.40	4.18	2.83	32.36
	Cota: -4.80 m	Cota: -4.80 m	Cota: -4.55 m	Cota: -1.31 m	Cota: -4.80 m
Mínimos	-6.65	-0.00	-5.24	-2.82	-32.75
	Cota: -2.78 m	Cota: 0.00 m	Cota: -1.52 m	Cota: -3.03 m	Cota: -4.55 m

FASE 4: EJECUCIÓN DEL VIAL

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m²)
0.00	-4.16	-0.00	0.93	0.00	7.37
-0.51	-3.46	0.09	1.93	0.72	1.55
-1.01	-3.08	0.18	2.56	1.95	1.27
-1.31	-3.24	1.69	3.28	2.83	1.67
-1.77	-4.37	8.85	-4.75	0.56	2.29
-2.27	-5.83	8.94	-3.51	-1.39	2.97
-2.78	-6.65	9.03	-1.93	-2.57	3.65
-3.28	-6.28	9.12	0.00	-2.82	4.35
-3.79	-4.60	9.22	2.29	-1.96	5.00
-4.29	-2.01	9.31	4.16	-0.01	-0.07
-4.80	0.53	9.40	-4.09	0.00	32.35
Máximos	0.53	9.40	4.16	2.83	32.35
	Cota: -4.80 m	Cota: -4.80 m	Cota: -4.29 m	Cota: -1.31 m	Cota: -4.80 m
Mínimos	-6.65	-0.00	-5.24	-2.82	-32.58
	Cota: -2.78 m	Cota: 0.00 m	Cota: -1.52 m	Cota: -3.03 m	Cota: -4.55 m



12.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

ANCLAJES ACTIVOS

Cota: -1.31 m	
Fase	Resultado
Ejecución 1er nivel de anclajes	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 20.00 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 10.00 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 14.14 t Carga lineal (En proyección horizontal): 7.07 t/m
Excavación hasta apoyo vial	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 24.11 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 12.06 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 17.05 t Carga lineal (En proyección horizontal): 8.53 t/m
Ejecución del vial	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 24.11 t Carga lineal (En la dirección del anclaje): 12.06 t/m Carga puntual (En proyección horizontal): 17.05 t Carga lineal (En proyección horizontal): 8.53 t/m

MURO 2 - P.C. de senda ciclable entre el polígono Agirre y Martiartu (T.M. de Arrigorriaga)

(Según la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al terreno en Obras de Carreteras del MF)

Características de los Anclajes	
Duración de los Anclajes	Permanente
Coefficiente mayoración de acciones F_1	1,50
Tipo de Barra	DW
Límite elástico del acero f_{yk} (Kp/cm²)	8.500
Coefficiente de seguridad para f_{yk}	1,15
Límite de rotura del acero f_{pk} (Kp/cm²)	10.500
Coefficiente de seguridad para f_{pk}	1,30
Módulo Elasticidad del acero (Kp/cm²)	2.100.000
Adherencia Límite bulbo-terreno (Kp/cm²)	10,00
Coef seguridad arrancamiento bulbo F_3	1,65

Comprobación de Anclajes

$$P_{adm} \leq \begin{cases} \frac{A_T \times f_{yk}}{1,15} \\ \frac{A_T \times f_{pk}}{1,30} \end{cases}$$

$$P_{Nd} = P_N \times F_1$$

$$P_{Nd} \leq P_{adm}$$

Longitud del Bulbo

$$\alpha_{adm} = \frac{\alpha_{lim}}{F_3}$$

$$L_{bulbo} \geq \frac{P_{Nd}}{\pi \times \phi_N \times \alpha_{adm}}$$

Legenda:

P_{adm} : Carga admisible del anclaje.

P_{tesado} : Carga de tesado inicial.

P_{Nd} : Carga nominal mayorada.

Resultados de los anclajes															
Fila	Cota (m)	ϕ (mm)	Área A _T (cm ²)	P _{adm} (Mp)	Separación Anclajes (m)	Inclinación α (°)	ϕ _N bulbo (mm)	Longitud (m)			Rigidez (Mp/m)	P _{tesado} (Mp)	P _{máx} (Mp)	P _{N d} (Mp)	Situación Anclaje
								L libre	L bulbo min	L bulbo					
1	-1,31	25	4,91	36,3	2,00	45	85	3,5	2,2	4,0	2945	20,0	24,1	36,2	Correcto

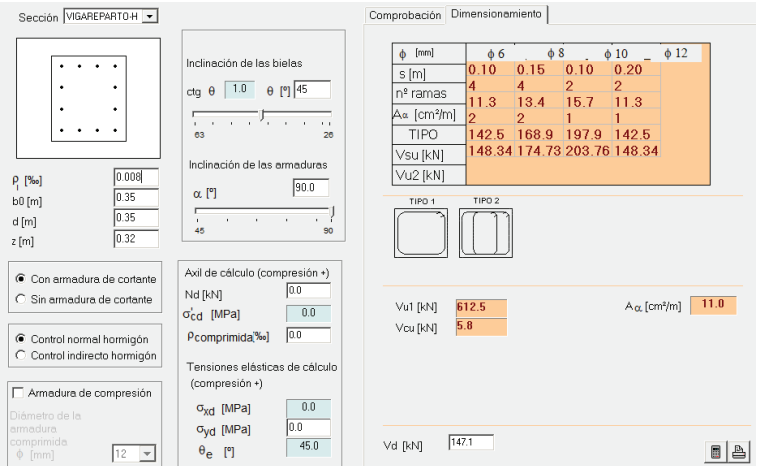
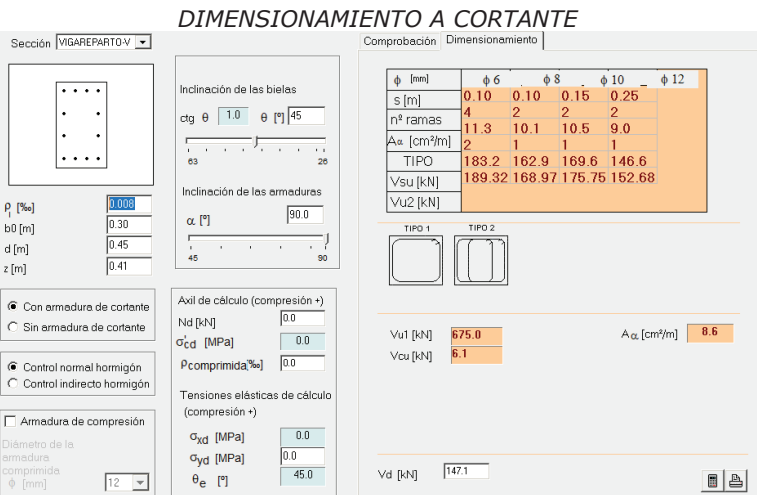
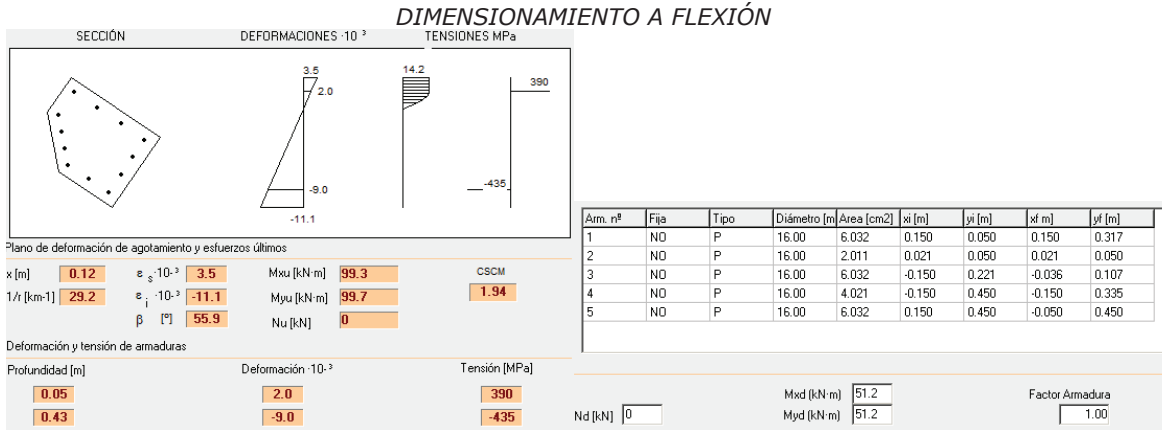
13.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla de micropilotes Muro 2		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 2	
Hipótesis básica: -Excavación hasta 1er nivel de anclajes:	Calculado: 4.656	Cumple
-Ejecución 1er nivel de anclajes:	Calculado: 30.275	Cumple
-Excavación hasta apoyo vial:	Calculado: 21.72	Cumple
-Ejecución del vial:	Calculado: 22.393	Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.5	
Hipótesis básica: -Excavación hasta 1er nivel de anclajes:	Calculado: 15.378	Cumple
-Ejecución 1er nivel de anclajes:	Calculado: 17.192	Cumple
-Excavación hasta apoyo vial:	Calculado: 13.395	Cumple
-Ejecución del vial:	Calculado: 13.687	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Empotramiento de Micropilotes en Roca		
Cálculo Empotramiento de Micropilotes		
$N_d \leq \left[\sum_i (2 \cdot \pi \cdot R_m) \cdot L_i \cdot \tau_i + \sigma_R \cdot \pi \cdot R_t^2 \right]$		
Características de los micropilotes		
Diámetro exterior ϕ_{ext} (cm)		
Micropilote		20.00
Armadura de tubo		11.47
Perímetro micro ($2\pi R_m$)		62.8
Área total tubo (πR_t^2)		103.3
Carga en micro N_s (Mp/m) - CYPE		9.4
Nº de micros pml		2.0
Carga en micro N_d (Mp)		7.1
Parámetros resistentes estimados del terreno (Kp/cm²)		
Punta en roca σ_R		0.0
Deslizamiento en roca τ_R		3.0
Deslizamiento en suelos τ_S		0.0
Empotramiento en el terreno L (m)		
En suelos		0.0
En roca		0.5
Contribución a la resistencia (Mp)		
Por punta en roca		0.0
Por fuste en roca		9.4
Por fuste en suelos		0.0
TOTAL		9.4 Cumple

14.- VIGA DE REPARTO DE ANCLAJES

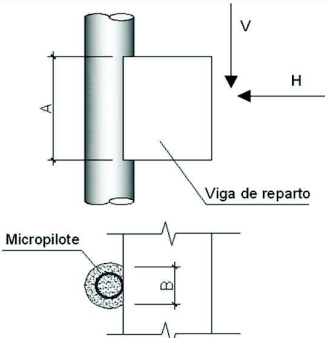
DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN CRÍTICA-ELU					
Carga repartida	$q =$	8,53	Mp/m		
Separación de anclajes	$L =$	2	m		
Esfuerzos	$M = qL^2/10 =$	3,41	Mp·m	$M_d =$	5,12 Mp·m
	$V = 1.15 qL/2 =$	9,81	Mp	$V_d =$	14,71 Mp



Comprobación del E.L.U a esfuerzo rasante	
$\tau_{r,d} \leq \tau_{r,u}$	
• Secciones con $\tau_{r,d} \leq 2,5\beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd}$	
$\tau_{r,u} = \beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd} + \left(\frac{A_{st}}{sp}f_{y\alpha,d}(\mu \text{ sen } \alpha + \cos \alpha) + \mu\sigma_{cd}\right) \leq 0,25f_{cd}$	
• Secciones con $\tau_{r,d} > 2,5\beta\left(1,30 - 0,30\frac{f_{ck}}{25}\right)f_{ctd}$	
$\tau_{r,u} = \left(\frac{A_{st}}{sp}f_{y\alpha,d}(\mu \text{ sen } \alpha + \cos \alpha) + \mu\sigma_{cd}\right) \leq 0,25f_{cd}$	

Materiales	
Hormigón	HA-25
$f_{ck} = 25$	N/mm ²
$f_{cd} = 16,67$	N/mm ²
$f_{ct,k} = 1,80$	N/mm ²
$f_{ct,d} = 1,20$	N/mm ²
Acero	B 500 S
$f_{yk} = 500$	N/mm ²
$f_{yd} = 434,78$	N/mm ²
$f_{y\alpha,d} = 400,00$	N/mm ²

Entrada de datos	
Carga en anclaje	24,11 Mp
Inclinación anclajes (α)	45 °
Carga proy. Horizontal (H)	17,05 Mp
Carga proy. Vertical (V)	17,05 Mp
nº de micros por anclaje	4
Dimensiones	A 0,50 m
	B 0,16 m
Superficie de contacto (sp)	0,32 m ²
Rugosidad	Baja
	$\beta = 0,2$
	$\mu = 0,6$



Viga de reparto

Micropilote

α

Resultados	
$\tau_{rd} =$	7,99 kp/cm ²
$\sigma_{cd} =$	5,33 kp/cm ²
$A_{st,min} =$	6,39 cm ²
Horquilla ϕ 12	
en	4 micros
$A_{st} =$	9,05 > $A_{st,min}$
$\tau_{ru} =$	9,98 kp/cm ²
$\tau_{ru} \leq$	0,25* f_{cd}
Se cumple	