

ANEJO Nº 10:

**ESTACIÓN DE
GALTZARABORDA**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. BASES DE DISEÑO	2
2.1 NORMATIVA	2
2.1.1 NORMAS DE ACCIONES	2
2.1.2 NORMAS DE CONSTRUCCIÓN	2
2.2 BASES DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	3
2.2.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD	3
2.2.2 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S.)	3
2.2.3 ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (E.L.U.)	3
2.2.4 NIVELES DE CONTROL	4
2.2.5 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LA RESISTENCIA	4
2.2.6 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO	5
2.3 ACCIONES A CONSIDERAR	6
2.4 VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES	6
2.5 VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES	8
2.6 COMBINACIÓN DE ACCIONES	9
2.7 PROGRAMAS INFORMATICOS UTILIZADOS	11
3. PANTALLA EMBOQUILLE PASAIA	13
3.1 DESCRIPCION	13
3.2 MATERIALES	13
3.3 CARGAS	14
3.4 PROCESO CONSTRUCTIVO	15
3.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO	15
4. PANTALLA IZQUIERDA	17
4.1 DESCRIPCION	17
4.2 MATERIALES	18
4.3 CARGAS	18
4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO	19
4.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO	20
5. PANTALLA DERECHA	21
5.1 DESCRIPCION	21
5.2 MATERIALES	22
5.3 CARGAS	23
5.4 PROCESO CONSTRUCTIVO	24

5.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	24
6.	PANTALLA BIDEGORRI	26
6.1	DESCRIPCION	26
6.2	MATERIALES	26
6.3	CARGAS	27
6.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	28
6.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	28
7.	PANTALLA PROVISIONAL	29
7.1	DESCRIPCION	29
7.2	MATERIALES	29
7.3	CARGAS	30
7.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	31
7.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	31
8.	MUROS DE HORMIGON	33
8.1	INTRODUCCION	33
8.2	DESCRIPCION DE LOS MUROS	33
8.2.1	MURO DE HORMIGÓN 1	33
8.2.2	MURO DE HORMIGÓN 2	34
8.2.3	MURO DE HORMIGÓN 3	35
8.3	MATERIALES	37
8.4	CARGAS	38
8.5	COMPROBACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO	38
9.	MUROS DE ESCOLLERA	40
9.1	INTRODUCCION	40
9.2	DESCRIPCION DE LOS MUROS	40
9.2.1	ESCOLLERA 1	40
9.2.2	ESCOLLERA 2	40
9.2.3	ESCOLLERA 3	41
9.3	DIMENSIONAMIENTO	42
9.4	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	42
9.4.1	ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO	43
9.4.2	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO	44
9.4.3	COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO	45
9.4.4	AUSENCIA DE TRACCIONES EN LA BASE	45
9.4.5	EQUILIBRIO INTERNO DEL MURO	46
9.4.6	ELEMENTOS Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	46

10.CUBRICIÓN Y RAMPA DE ACCESO A LA CUBRICIÓN	49
10.1 INTRODUCCION	49
10.2 CUBRICIÓN	49
10.2.1 INTRODUCCION	49
10.2.2 MATERIALES	49
10.2.3 CARGAS	49
10.2.4 CALCULOS	50
10.3 CARGADERO	50
10.3.1 INTRODUCCION	50
10.3.2 MATERIALES	50
10.3.3 CARGAS	51
10.3.4 CALCULOS	51
10.4 RAMPA DE ACCESO	51
10.4.1 INTRODUCCION	51
10.4.2 MATERIALES	52
10.4.3 CARGAS	52
10.4.4 CALCULOS	52

APÉNDICES:

APÉNDICE 10.1. CÁLCULOS PANTALLAS DE MICROPILOTES

APÉNDICE 10.2. CÁLCULOS MUROS DE HORMIGÓN

APÉNDICE 10.3. CÁLCULOS ESCOLLERAS

APÉNDICE 10.4. CÁLCULOS CUBRICIÓN Y RAMPA DE ACCESO

1. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se detalla y desarrolla la solución adoptada para cada una de las estructuras a ejecutar en el ámbito de la futura estación de Galtzaraborda y definidas en el presente Proyecto.

- Pantalla Emboquille Pasaia.
- Pantalla Izquierda
- Pantalla Derecha
- Pantalla Bidegorri
- Pantalla Provisional
- Muro de hormigón 1
- Muro de hormigón 2
- Muro de hormigón 3
- Escollera 1
- Escollera 2
- Escollera 3
- Cubrición y rampa de acceso

Se describen dichas estructuras y se dan los criterios y condicionantes de diseño, incluyendo los respectivos apéndices de cálculos justificativos, desarrollados de acuerdo a la normativa vigente aplicable.

2. BASES DE DISEÑO

En el presente apartado se describen y justifican los criterios de diseño de las estructuras que comprende las diferentes estructuras descritas anteriormente. Se hace un estudio detallado de las acciones a considerar en el diseño de las diferentes estructuras. De igual forma se describe la Normativa aplicable al respecto.

2.1 **NORMATIVA**

Para la elaboración del proyecto se emplearán las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se distingue entre documentos relativos a las acciones a considerar y documentos referentes a la resistencia de la estructura.

2.1.1 **NORMAS DE ACCIONES**

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). Ministerio de Fomento. Año 2011.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación. NCSE-02. Ministerio de Fomento. Año 2002

2.1.2 **NORMAS DE CONSTRUCCIÓN**

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Ministerio de Fomento. Año 2008.
- Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Año 2019.
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Ministerio de Fomento. Año 2005.
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras. Ministerio de fomento. Año 2004.
- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera de carretera. Año 2006.

2.2 BASES DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

2.2.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD

Para justificar la seguridad de las estructuras objeto de este Proyecto y su aptitud de servicio, se utilizará el método de los estados límites.

Los estados límite se clasifican en:

- Estados límite de servicio
- Estados límite últimos

2.2.2 ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (E.L.S.)

Se incluyen bajo la denominación de estados límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos predefinidos de funcionalidad, confort, durabilidad o aspecto de la estructura.

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de deformaciones que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño a elementos no estructurales.
- E.L.S. de fisuración. La fisuración del hormigón por tracción puede afectar a la durabilidad, la impermeabilidad o el aspecto de la estructura. La microfisuración del hormigón por compresión excesiva puede afectar, también, a la durabilidad.

2.2.3 ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (E.L.U.)

La denominación de estados límite últimos engloba todos aquellos correspondientes a una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella, poniendo en peligro la seguridad de las personas.

Los estados límite últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.
- E.L.U. de agotamiento frente a solicitaciones normales, frente a cortante y torsión. Se estudian a nivel de sección de elemento estructural.
- E.L.U. de agotamiento por fatiga en el acero o el hormigón.

2.2.4 NIVELES DE CONTROL

El control de calidad de los elementos de hormigón armado abarca el control de materiales y el control de la ejecución.

- Control de materiales

El control de la calidad del hormigón y de sus materiales componentes, así como el control del acero se efectuará según lo establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural, EHE".

El fin del control es verificar que la obra terminada tiene las características de calidad especificadas en el proyecto, que son las generales de la Instrucción EHE. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

- Control de la ejecución

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural, EHE"

Existen diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptando para la elaboración del proyecto.

- Valores adoptados

En el Proyecto se adoptan los siguientes niveles de control según la definición de la Instrucción EHE:

- Acero: Para todos los casos: Normal
- Hormigón: Para todos los casos: Estadístico
- Ejecución: Para todos los casos: Intenso

2.2.5 COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LA RESISTENCIA

Los controles anteriormente definidos están en acuerdo recíproco con los coeficientes parciales de seguridad para la resistencia, adoptados en los cálculos justificativos de la seguridad estructural.

Los coeficientes parciales de seguridad para la resistencia adoptados son, en situación persistente o transitoria:

- Hormigón $\gamma_c = 1,50$
- Acero pasivo y activo $\gamma_s = 1,15$

- Acero laminado $\gamma_s = 1,00$

En situación accidental, incluyendo sismo:

- Hormigón $\gamma_c = 1,30$
- Aceros $\gamma_s = 1,00$

2.2.6 COMPROBACIONES RELATIVAS A LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

- Estado límite de deformaciones de la estructura

Se considera que las deformaciones para la combinación poco probable no deben de afectar a la apariencia o funcionalidad de la obra.

- Estado límite de plastificaciones locales

Se comprobará que en servicio bajo combinación característica no se supera el 90% del límite elástico, ni que en combinación frecuente se supere el 75%.

- Estado límite de fisuración del hormigón

Bajo la combinación más desfavorable de acciones correspondiente a la fase en estudio, las tensiones de compresión en el hormigón deben cumplir.

$$\sigma_c \leq 0,60 f_{ck,j}$$

donde:

- σ_c Tensión de compresión del hormigón en la situación de comprobación.
- $f_{ck,j}$ Valor supuesto en el proyecto para la resistencia característica a j días (edad del hormigón en la fase considerada).

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$W_k \leq W_{\text{máx}}$$

donde:

- W_k Abertura característica de fisura.

$W_{m\acute{a}x}$ Abertura máxima de fisura.

En elementos de hormigón armado, en ausencia de requerimientos específicos (estanqueidad, etc.), y bajo la combinación de acciones casi-permanentes, las máximas aberturas de fisura para los distintos ambientes, se muestran en la tabla 49.2.4. de la Instrucción EHE08.

TABLA 5.1.1.2 EHE

Clase de exposición	$W_{m\acute{a}x}$ (mm)	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2	Descompresión
IIIc, Qb, Qc	0,1	

2.3 ACCIONES A CONSIDERAR

Las cargas a considerar sobre los distintos elementos se recogen en los apartados correspondientes de las estructuras analizadas.

2.4 VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS ACCIONES

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción IAP-11 sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

Las acciones se definen, en su magnitud, por sus valores representativos.

Una misma acción puede tener un único o varios valores representativos, según se indica a continuación, en función del tipo de acción.

Acciones permanentes (G)

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k , excepto en el caso de la acción correspondiente al peso del pavimento, para la que se consideran dos valores representativos con $G_{k,sup}$ y $G_{k,inf}$, definidos en el apartado 4.3.1.

Acciones permanentes de valor no constante (G^*)

- Reológicas: Se considerará, para las acciones de origen reológico, un único valor representativo, coincidente con el valor característico $R_{k,t}$, correspondiente al instante "t" en el que se realiza la comprobación.
- Acciones del terreno: Para el peso del terreno que gravita sobre elementos de la estructura, se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico. Para el empuje del terreno, se considerará el valor representativo de acuerdo con lo expuesto en el apartado 4.3.2.

Acciones variables (Q)

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

- Valor característico Q_k : valor de la acción cuando actúa aisladamente.
- Valor de combinación $\Psi_0 Q_k$: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente $\Psi_1 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil del puente.
- Valor casi permanente $\Psi_2 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente.
- Los valores de los coeficientes Ψ son los recogidos en la tabla 6.1-a de la IAP-11:

Acciones accidentales (A)

Para las acciones accidentales se considera un único valor representativo coincidente con el valor característico A_k .

Acciones sísmicas:

La aceleración sísmica de cálculo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$a_c = \gamma_i \cdot a_b = 1,30 \cdot 0,04g = 0,052g$$

donde: a_b = aceleración básica de cálculo: 0,04 g

γ_i = factor de importancia en función de la categoría de la estructura: 1,30

La acción sísmica se considera a partir de la formulación definida por Mononobe-Okabe, obteniéndose el sobre-empuje dinámico del terreno sobre las estructuras a partir de la aceleración de cálculo, obtenida anteriormente, para la estructura.

Tomando como referencia un relleno con un ángulo de rozamiento interno igual a 30º, obtenemos que el coeficiente de empuje activo dinámico según la formulación de Mononobe-Okabe es igual a:

$$k_{sismo}=0,365$$

Puesto que las estructuras se van a dimensionar en función del empuje activo de los rellenos, el coeficiente a considerar en ELU para el dimensionamiento de la armadura será igual a:

$$k_{activo,ELU}: 1,50 \times 0,333 = 0,50 > k_{sismo} = 0,365$$

Por lo que no se considera en ningún caso dimensionante la combinación accidental de sismo, y no se tendrá en cuenta en las verificaciones de la estructura.

2.5 VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES

Con carácter general se siguen los criterios especificados en la Instrucción IAP sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

- Estados límites últimos (E.L.U.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores básicos:

Concepto		Situaciones persistentes y transitorias		Situaciones accidentales	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Acciones permanentes (1), (2)		$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones permanentes	Reológicas	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,35$	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,0$
de valor no constante	Acciones del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,0$
Acciones variables		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0,0$	$\gamma_Q = 1,0$
Acciones accidentales				$\gamma_A = 1,0$	$\gamma_A = 1,0$

NOTAS.

(1) Los coeficientes $\gamma_G = 1,0$ y $\gamma_G = 1,35$, se aplicarán a la totalidad de la acción, según su efecto sea favorable o desfavorable.

(2) En el caso de la carga de pavimento, se considerará para la totalidad de la acción:

- El valor representativo inferior $G_{k,inf}$ ponderado por $\gamma_G = 1,0$, cuando su efecto sea favorable.
- El valor representativo superior $G_{k,sup}$ ponderado por $\gamma_G = 1,35$, cuando su efecto sea desfavorable.

Se ha considerado una única hipótesis de carga tomando el valor representativo superior $G_{k,sup}$ ponderado por $\gamma_G = 1,35$.

- Estados límites de servicio (E.L.S.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores, según se establece en la actual norma de acciones:

Concepto		Situaciones persistentes y transitorias	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Acciones permanentes		$\gamma_G = 1,0$	$\gamma_G = 1,0$
Acciones permanentes de valor no constante	Reológicas	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,0$
	Acciones del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,0$	$\gamma_{G^*} = 1,0$
Acciones variables		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,0$

2.6 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Con carácter general se siguen los criterios especificados en la Instrucción IAP sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones cuya actuación pueda ser simultánea, según los criterios generales que se indican a continuación.

Estados límites últimos

SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{l > 1} \gamma_{Q,l} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ = valor representativo de cada acción permanente.

$G^*_{k,i}$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.

$Q_{k,1}$ = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

SITUACIONES ACCIDENTALES

Por tratarse de una situación accidental en la que no se considera el sismo la combinación de las distintas acciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_k$$

donde:

$G_{k,j}, G^*_{k,i}$ = valores representativos de las acciones permanentes.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ = valor frecuente de la acción variable dominante.

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

A_k = valor característico de la acción accidental.

Estados Límites de Servicio

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Combinación casi-permanente:

$$\sum_{i \leq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

2.7 PROGRAMAS INFORMATICOS UTILIZADOS

Para la realización de esta memoria de cálculo se han empleado los siguientes programas informáticos:

- **Rido:** Es un programa desarrollado por R.F.L.. que está basado en el equilibrio elastoplástico del sostenimiento. Se ha utilizado para el cálculo de las diferentes pantallas de micropilotes definidas en el ámbito de la futura estación de Galtzaraborda. En el cálculo se han definido diferentes fases o etapas de construcción, indicando en cada una de ellas las diferentes profundidades de excavación, puntales o anclajes provisionales. Por último se obtienen listados de todos los datos introducidos, resultados de cálculo tanto numéricos como gráficas de las leyes de esfuerzos y deformaciones de cada fase y del conjunto de las fases.
- **Cype Muros pantalla:** Comercializado por CYPE Ingenieros es un programa para el dimensionamiento y comprobación de muros pantalla de diversas tipologías en edificación y obra civil. Se ha utilizado para el dimensionamiento de la pantalla de la reposición del Bidegorri. El programa realiza el cálculo de esfuerzos y deformaciones de pantallas de cualquier material

y tipología. El modelo de cálculo empleado para la obtención de los esfuerzos y desplazamientos de la pantalla está basado en los métodos de interacción terreno-pantalla, donde la magnitud de los empujes del terreno sobre la pantalla depende del desplazamiento de la misma. Para el cálculo de la acción y/o reacción que produce el terreno sobre la pantalla, se considera que éste tiene una ley de comportamiento elastoplástico (no-lineal), que se obtiene de la aproximación del comportamiento real del terreno que incluye la plastificación del mismo. El rango lineal de comportamiento se asocia al concepto del módulo de balasto lateral del terreno, y el rango plástico al concepto de empuje activo o pasivo según el sentido del desplazamiento.

- **Cype Muros:** Comercializado por CYPE Ingenieros es un programa de diseño para el dimensionamiento y comprobación de muros de hormigón armado, trabajando en ménsula y para contención de tierras. Realiza el predimensionamiento automático de la geometría, el cálculo de la armadura del alzado y el dimensionamiento geométrico y de armados de la zapata del muro. Se ha utilizado para el dimensionamiento de los muros de hormigón proyectados.
- **Cype 3D:** Comercializado por CYPE Ingenieros es un programa para el cálculo de estructuras tridimensionales definidas con elementos tipo barras en el espacio y nudos en las intersecciones de las mismas. Se ha utilizado para el modelizado y obtención de los esfuerzos de diseño del cargadero derecho de la cubrición y de la rampa de acceso a dicha cubrición.
- **Hojas de cálculo para el dimensionamiento de escolleras:** Hojas de cálculo elaboradas por EPTISA para el dimensionamiento de muros de escollera.
- **Hojas de cálculo para el dimensionamiento de micropilotes:** Hojas de cálculo elaboradas por EPTISA para el dimensionamiento de micropilotes basada en la "Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera".
- **Hojas de cálculo para el dimensionamiento de anclajes:** Hojas de cálculo elaboradas por EPTISA para el dimensionamiento de micropilotes basada en la "Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera".
- **Hojas de cálculo EPTISA:** Hojas de cálculo elaboradas por EPTISA para el dimensionamiento y comprobación de secciones de hormigón.

3. PANTALLA EMBOQUILLE PASAIA

3.1 DESCRIPCION

Se trata de una pantalla de micropilotes para contener el frente del emboquille del lado Pasaia situado en el P.K 2+880 del eje de la infraestructura. Dicha pantalla estará formada por micropilotes de 220 mm de diámetro de perforación y armadura tubular 139,7x9 mm. dispuestos cada 50 cm.

La estructura se desarrolla en dos planos con una longitud total de aproximadamente 45,42 m. La pantalla estará compuesta por 91 micropilotes de longitud variable en función de la topografía del talud a contener, tal y como puede observarse en los planos de definición geométrica correspondientes. La longitud mínima de empotramiento de los micropilotes se fija en cuatro metros en todos los casos.

El alzado de la pantalla presenta diez niveles principales de anclaje con un espaciamiento vertical de 2,75 m. entre su dos primeros niveles y de 2,50 m. entre el resto de niveles.

Los niveles de anclaje se definen a partir de riostras de hormigón armado con dimensiones de 0,50 x 0,70 m adosadas a la pantalla excavada donde se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal constante de 3,50 m. Adicionalmente a las riostras de anclaje se solidariza la cabeza de los micropilotes a partir de una viga de coronación y atado de sección rectangular de 1,00 x 1,25 m. donde igualmente se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal de aproximadamente 7,00 m.

Además, la pantalla se completará mediante un forro de 50 cm. de hormigón armado que cubrirá el espacio existente entre los distintos niveles de arriostramientos anteriormente descritos.

Los anclajes son de tipo permanente compuestos por cabeza protegida, tendón de acero de 1570 MPa de límite elástico compuesto por cuatro torones y bulbo de anclaje de 6,00m.

Previamente a la demolición de la zona del emboquille, se ejecutará el sostenimiento del túnel formado por una viga o zuncho de 1,00x1,50 metros de sección que servirá además de cómo viga de atado del paraguas de micropilotes del túnel, cómo elemento de contención de la parte de pantalla existente sobre la clave del túnel. Dicho sostenimiento estará apoyado sobre zapatas de 3,20x1,50 metros y un canto de 1,20 m.

3.2 MATERIALES

La pantalla anclada estará compuesta por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación con camisa tubular de 139,7x9 mm. y un recubrimiento de 40 mm.

El recubrimiento nominal mínimo de la armadura pasiva a disponer en el resto de los elementos de arriostramiento, riostras y vigas de atado, es 30 mm (nivel de control de ejecución intenso).

En base a los condicionantes indicados anteriormente, la lista de hormigones utilizados en la construcción de la estructura resulta como se describe a continuación:

- Hormigón en limpieza y nivelación: HL-150
- Hormigón en vigas riostras y de atado: HA-30/B/20/IIIa (control estadístico)

El acero a emplear en las armaduras pasivas será en todos los casos B 500 S.

En cuanto a los anclajes estos tendrán las siguientes características:

- Anclajes de cables activos en el terreno (1570/1770) en MPa.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

3.3 CARGAS

Para la realización de los cálculos de la pantalla de contención, se han considerado las siguientes acciones:

- Acciones Permanentes:
 - Peso Propio: considerando como peso específico del hormigón armado 25 kN/m³.
 - Terreno: Como datos característicos de los materiales existentes en el trasdós de la pantalla se recoge lo definido en el anejo de geotecnia para la zona del emboquille de Pasaia.
 - Rellenos o aluvial (GM: IV):
 - Peso específico: 2,00 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 20°
 - Cohesión: 4,0 t/m²
 - Módulo deformación: 40 MPa

- Margas (GM: II):
 - Peso específico: 2,70 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 45°
 - Cohesión: 100,0 t/m²
 - Módulo deformación: 1000 MPa
 - Presión máxima cuña: 3,43 t/m²
- Acciones Variables
 - Sobrecarga en trasdós: 1,00 t/m².

3.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

La pantalla de contención se ejecuta según las etapas constructivas indicadas en los planos correspondientes:

1. Perforación y ejecución de los micropilotes.
2. Construcción de la viga de atado y ejecución de los anclajes sobre la viga de atado.
3. Excavación del terreno hasta el nivel de la primera viga riostra.
4. Ejecución de la viga riostra y los anclajes de ese nivel.
5. Excavación del terreno hasta el siguiente nivel.
6. Los pasos 4 y 5 se repetirán tantas veces como niveles tenga la pantalla.
7. Excavación del terreno hasta cota final.

El proceso constructivo señalado debe respetarse durante la ejecución de la estructura debido a que ha sido éste el contemplado en el análisis estructural de la misma, y es aquél que garantiza que se registren los esfuerzos, reacciones y deformaciones previstas en el análisis estructural que se detalla en apartados posteriores de la presente nota de cálculo.

3.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de las pantallas de micropilotes se realizará por medio de hojas de cálculo elaboradas por EPTISA basadas en las recomendaciones recogidas en la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera”.

En todos los casos se comprobarán los siguientes elementos:

- Micropilotes: se comprueban movimientos, y la resistencia a flexión y cortante.
- Anclajes: se comprueba la rotura parcial del anclaje, la rotura del tirante a tracción, el deslizamiento del tirante dentro del bulbo y la pérdida de tensión del tirante en el anclaje por deslizamiento del bulbo respecto al terreno.
- Vigas de reparto: se comprueba, para los diferentes niveles de anclajes, la resistencia a flexión y a cortante de la viga.
- Se comprueba la carga de hundimiento de los elementos verticales que componen las pantallas.

4. PANTALLA IZQUIERDA

4.1 DESCRIPCION

Se trata de una pantalla de micropilotes para contener la excavación a media ladera del lado izquierdo de la zona de Galtzaraborda entre los P.K.s 2+880 y 3+010. Dicha pantalla estará formada por micropilotes de 220 mm de diámetro de perforación y armadura tubular 139,7x9 mm. dispuestos cada 50 cm.

La estructura se desarrolla en dos planos con una longitud total de aproximadamente 127 m. La pantalla estará compuesta por 253 micropilotes de longitud variable en función de la topografía del talud a contener, tal y como puede observarse en los planos de definición geométrica correspondientes. La longitud mínima de empotramiento de los micropilotes se fija en cuatro metros en todos los casos.

Se definen dos secciones tipo, una primera sección tipo (ST-1) entre el P:K 2+880 al P.K. 2+920 donde la excavación de la pantalla en toda su altura se realizará sobre el sustrato rocoso y una segunda sección tipo (ST-2) entre el P.K. 2+920 al P.K. 3+010, donde la excavación de los primeros metros de la pantalla se realizará sobre los suelos o rellenos existentes.

El alzado de la pantalla a ejecutar presenta hasta seis niveles de anclaje en su parte de mayor altura, con espaciado vertical constante de 2,50 m. La ejecución de la futura estación de Galtzaraborda exigirá la ejecución de un séptimo nivel de anclaje con las mismas características que las definidas para la fase actual.

Los niveles de anclaje se definen a partir de riostras de hormigón armado con dimensiones de 0,50 x 0,70 m adosadas a la pantalla excavada donde se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal constante de 2,50 m. Adicionalmente a las riostras de anclaje se solidariza la cabeza de los micropilotes a partir de una viga de coronación y atado de sección rectangular de 1,00 x 1,25 m. donde igualmente se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal de aproximadamente 2,50 m. en la sección ST-1 y de 5,00 m. en la ST-2.

Además, la pantalla se completará mediante un forro de 50 cm. de hormigón armado que cubrirá el espacio existente entre los distintos niveles de arriostramientos anteriormente descritos.

Los anclajes son de tipo permanente compuestos por cabeza protegida, tendón de acero de 1570 MPa de límite elástico compuesto por seis torones y bulbo de anclaje de 9,00m.

4.2 MATERIALES

La pantalla anclada estará compuesta por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación con camisa tubular de 139,7x9 mm. y un recubrimiento de 40 mm.

El recubrimiento nominal mínimo de la armadura pasiva a disponer en el resto de los elementos de arriostramiento, riostras y vigas de atado, es 30 mm (nivel de control de ejecución intenso).

En base a los condicionantes indicados anteriormente, la lista de hormigones utilizados en la construcción de la estructura resulta como se describe a continuación:

- Hormigón en limpieza y nivelación: HL-150
- Hormigón en vigas riostras y de atado: HA-30/B/20/IIIa (control estadístico)

El acero a emplear en las armaduras pasivas será en todos los casos B 500 S.

En cuanto a los anclajes estos tendrán las siguientes características:

- Anclajes de cables activos en el terreno (1570/1770) en MPa.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

4.3 CARGAS

Para la realización de los cálculos de la pantalla de contención, se han considerado las siguientes acciones:

- Acciones Permanentes:
 - Peso Propio: considerando como peso específico del hormigón armado 25 kN/m³.
 - Terreno: Como datos característicos de los materiales existentes en el trasdós de la pantalla se recoge lo definido en el anejo de geotecnia para la zona de la pantalla izquierda.
 - Rellenos o aluvial (GM: IV):

- Peso específico: 2,00 t/m³
- Angulo de rozamiento interno: 20°
- Cohesión: 4,0 t/m²
- Módulo deformación: 40 MPa
- Margas (GM: II):
 - Peso específico: 2,70 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 45°
 - Cohesión: 100,0 t/m²
 - Módulo deformación: 1000 MPa
 - Presión máxima cuña: 8,46 t/m²
- Acciones Variables
 - Sobrecarga en trasdós 1,00 t/m².

4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

La pantalla de contención se ejecuta según las etapas constructivas indicadas en los planos correspondientes:

1. Perforación y ejecución de los micropilotes.
2. Construcción de la viga de atado y ejecución de los anclajes sobre la viga de atado.
3. Excavación del terreno hasta el nivel de la primera viga riostra.
4. Ejecución de la viga riostra y los anclajes de ese nivel.
5. Excavación del terreno hasta el siguiente nivel.
6. Los pasos 4 y 5 se repetirán tantas veces como niveles tenga la pantalla.
7. Excavación del terreno hasta cota final.

El proceso constructivo señalado debe respetarse durante la ejecución de la estructura debido a que ha sido éste el contemplado en el análisis estructural de la misma, y es aquél que garantiza que se registren los esfuerzos, reacciones y deformaciones previstas en el análisis estructural que se detalla en apartados posteriores de la presente nota de cálculo.

4.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de las pantallas de micropilotes se realizará por medio de hojas de cálculo elaboradas por EPTISA basadas en las recomendaciones recogidas en la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera”.

En todos los casos se comprobarán los siguientes elementos:

- Micropilotes: se comprueban movimientos, y la resistencia a flexión y cortante.
- Anclajes: se comprueba la rotura parcial del anclaje, la rotura del tirante a tracción, el deslizamiento del tirante dentro del bulbo y la pérdida de tensión del tirante en el anclaje por deslizamiento del bulbo respecto al terreno.
- Vigas de reparto: se comprueba, para los diferentes niveles de anclajes, la resistencia a flexión y a cortante de la viga.
- Se comprueba la carga de hundimiento de los elementos verticales que componen las pantallas.

5. PANTALLA DERECHA

5.1 DESCRIPCION

El nuevo trazado proyectado, y sobre todo el cambio en la rasante de la vía FFCC Donostia-Irun requiere la demolición del muro de mampostería existente entre el P.K. 2+895 en adelante. Para ello se proyecta una pantalla de micropilotes, que se ejecutará desde la calle Apeadero y que permita el desmontaje del actual muro de mampostería.

La pantalla estará formada por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación y armadura tubular 139,7x9 mm. dispuestos cada 50 cm.

La pantalla se desarrolla en cuatro planos principales con una longitud total de aproximadamente 148,77 m. La pantalla estará compuesta por 299 micropilotes de longitud variable en función de la topografía del talud a contener, tal y como puede observarse en los planos de definición geométrica correspondientes. La longitud mínima de empotramiento de los micropilotes se fija en cuatro metros en todos los casos.

La pantalla de micropilotes se divide en tres secciones tipo, las dos primeras secciones (ST-1 y ST-2A) corresponden al tramo de pantalla necesaria para poder ejecutar el muro de hormigón 1. La ST-1 definida aproximadamente entre el P.K. 2+995 al 3+035, corresponderá al tramo donde la cimentación del muro 1 se ejecutará por encima de la rasante de la vía proyectada, y la ST-2A definida entre el P.K. 2+959 al 2+995, corresponderá al tramo donde debido a condicionantes geotécnicos la excavación necesaria para la posterior ejecución del muro 1 queda por debajo de la rasante de la vía proyectada.

La tercera sección tipo (ST-2B), corresponde al tramo de pantalla a ejecutar en paralelo al muro de mampostería existente entre los P.K. 2+895 al 2+959. La pantalla se ejecutará retranqueado aproximadamente 1 m. desde la coronación del muro existente. La altura de excavación en este tramo será la necesaria para ejecutar la nueva rasante de la vía FFCC Donostia-Irun.

El alzado de la sección tipo ST-1, presenta hasta dos niveles principales de anclajes con un espaciamiento vertical constante de 2,50 m. La ejecución de la futura estación de Galtzaraborda exigirá la ejecución de hasta cuatro niveles de anclajes con las mismas características que las definidas para la fase actual. El alzado de la sección tipo ST-2A presenta tres niveles principales de anclajes con un espaciamiento vertical constante de 2,50 m. El alzado de la sección tipo ST-2B presenta dos niveles principales de anclajes con un espaciamiento vertical constante de 2,50 m. La ejecución de la futura estación de Galtzaraborda exigirá la ejecución de un tercer nivel de anclaje.

Los niveles de anclaje se definen a partir de riostras de hormigón armado con dimensiones de 0,50 x 1,00 m adosadas a la pantalla excavada donde se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal constante de 3,00 m. Adicionalmente a las riostras de anclaje se solidariza la cabeza de los micropilotes a partir de una viga de coronación y atado de sección rectangular de 0,50 x 1,00 m. para las secciones tipo ST-1 y ST-2A y de 1,00x1,50 m para la sección tipo ST-2 B, donde igualmente se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal de aproximadamente 6,00 m.

Los anclajes se ejecutarán con un tesado inicial de 300 kN, a excepción de los anclajes situados en la última viga riostra de las secciones tipo ST-2A y ST-2 B, los cuales se ejecutarán con un tesado de 600 kN.

Los anclajes son de tipo permanente compuestos por cabeza protegida, tendón de acero de 1570 MPa de límite elástico compuesto por cuatro torones y bulbo de anclaje de 6,00 m para los anclajes tesados a 300 kN y de seis torones y bulbo de anclaje de 9,00 m para los anclajes tesados de 600 kN

Por último, la sección tipo ST-2B se completará mediante un forro de 50 cm. de hormigón armado que cubrirá el espacio existente entre los distintos niveles de arriostramientos anteriormente descritos.

5.2 MATERIALES

La pantalla anclada estará compuesta por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación con camisa tubular de 139,7x9 mm. y un recubrimiento de 40 mm.

El recubrimiento nominal mínimo de la armadura pasiva a disponer en el resto de los elementos de arriostramiento, riostras y vigas de atado, es 30 mm (nivel de control de ejecución intenso).

En base a los condicionantes indicados anteriormente, la lista de hormigones utilizados en la construcción de la estructura resulta como se describe a continuación:

- Hormigón en limpieza y nivelación: HL-150
- Hormigón en vigas riostras y de atado: HA-30/B/20/IIIa (control estadístico)

El acero a emplear en las armaduras pasivas será en todos los casos B 500 S.

En cuanto a los anclajes estos tendrán las siguientes características:

- Anclajes de cables activos en el terreno (1570/1770) en MPa.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.

- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

5.3 CARGAS

Para la realización de los cálculos de la pantalla de contención, se han considerado las siguientes acciones:

- Acciones Permanentes:
 - Peso Propio: considerando como peso específico del hormigón armado 25 kN/m³.
 - Terreno: Como datos característicos de los materiales existentes en el trasdós de la pantalla se recoge lo definido en el anejo de geotecnia para la zona de la pantalla derecha.
 - Rellenos:
 - Peso específico: 2,00 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 25°
 - Cohesión: 1,0 t/m²
 - Módulo deformación: 4 MPa
 - Margas (GM: II):
 - Peso específico: 2,70 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 45°
 - Cohesión: 100,0 t/m²
 - Módulo deformación: 1000 MPa
- Acciones Variables
 - Sobrecarga en trasdós:
 - Sobrecarga de tráfico: 1,00 t/m²

Para el dimensionamiento de la pantalla de micropilotes **se ha considerado que la cimentación de los edificios situados en el trasdós de la pantalla (C/ Apeadero), estará apoyada sobre el sustrato rocoso competente (GM:II)**, por lo que no se ha considerado las presiones que ejercen dichas cimentaciones sobre la estructura de contención proyectada.

Se ha presupuestado una campaña geotécnica complementaria para comprobar este aspecto.

5.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

La pantalla de contención se ejecuta según las etapas constructivas indicadas en los planos correspondientes:

1. Perforación y ejecución de los micropilotes.
2. Construcción de la viga de atado y ejecución de los anclajes sobre la viga de atado.
3. Excavación del terreno hasta el nivel de la primera viga riostra.
4. Ejecución de la viga riostra y los anclajes de ese nivel.
5. Excavación del terreno hasta el siguiente nivel.
6. Los pasos 4 y 5 se repetirán tantas veces como niveles tenga la pantalla.
7. Excavación del terreno hasta cota final.

El proceso constructivo señalado debe respetarse durante la ejecución de la estructura debido a que ha sido éste el contemplado en el análisis estructural de la misma, y es aquél que garantiza que se registren los esfuerzos, reacciones y deformaciones previstas en el análisis estructural que se detalla en apartados posteriores de la presente nota de cálculo.

5.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de las pantallas de micropilotes se realizará por medio de hojas de cálculo elaboradas por EPTISA basadas en las recomendaciones recogidas en la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera”.

En todos los casos se comprobarán los siguientes elementos:

- Micropilotes: se comprueban movimientos, y la resistencia a flexión y cortante.
- Anclajes: se comprueba la rotura parcial del anclaje, la rotura del tirante a tracción, el deslizamiento del tirante dentro del bulbo y la pérdida de tensión del tirante en el anclaje por deslizamiento del bulbo respecto al terreno.
- Vigas de reparto: se comprueba, para los diferentes niveles de anclajes, la resistencia a flexión y a cortante de la viga.

- Se comprueba la carga de hundimiento de los elementos verticales que componen las pantallas.

6. PANTALLA BIDEGORRI

6.1 DESCRIPCION

Para la reposición del itinerario peatonal existente en el entorno de la zona de Galtzaraborda, en las proximidades del extremo norte de la pantalla del emboquille de Pasaia, se hace necesaria la ejecución de una pantalla de contención de manera que el talud de excavación que genera dicha reposición no afecte a la edificación existente en las proximidades.

Dicha contención se define mediante una pantalla de micropilotes de 220 mm de diámetro de perforación y armadura tubular 139,7x9 mm. dispuestos cada 50 cm.

La pantalla se desarrolla en dos planos, un primer tramo recto y otro curvo, con una longitud total de aproximadamente 30,31 m. La pantalla estará compuesta por 61 micropilotes de longitud variable en función de la altura de los rellenos contener, tal y como puede observarse en los planos de definición geométrica correspondientes. Los micropilotes se empotrarán al menos 3,80 m. por debajo de la rasante del camino a reponer.

En cabeza de los micropilotes se materializará una viga de atado de sección rectangular de 0,50 x 0,50 m.

Por último, el alzado visto de la pantalla se completará con un forro no estructural de 10 cm. de espesor sobre el que se materializará un aplacado de piedra caliza.

6.2 MATERIALES

La pantalla anclada estará compuesta por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación con camisa tubular de 139,7x9 mm. y un recubrimiento de 40 mm.

El recubrimiento nominal mínimo de la armadura pasiva a disponer en el resto de los elementos de arriostramiento, riostras y vigas de atado, es 30 mm (nivel de control de ejecución intenso).

En base a los condicionantes indicados anteriormente, la lista de hormigones utilizados en la construcción de la estructura resulta como se describe a continuación:

- Hormigón en limpieza y nivelación: HL-150
- Hormigón en vigas riostras y de atado: HA-30/B/20/IIIa (control estadístico)

El acero a emplear en las armaduras pasivas será en todos los casos B 500 S.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

6.3 CARGAS

Para la realización de los cálculos de la pantalla de contención, se han considerado las siguientes acciones:

- Acciones Permanentes:
 - Peso Propio: considerando como peso específico del hormigón armado 25 kN/m³.
 - Terreno: Como datos característicos de los materiales existentes en el trasdós de la pantalla se recoge lo definido en el anejo de geotecnia para la zona de la pantalla derecha.
 - Rellenos:
 - Peso específico: 2,00 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 30°
 - Cohesión: 0 t/m²
 - Módulo de deformación: 40 MPa
 - Eluvial (GM: IV):
 - Peso específico: 2,00 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 20°
 - Cohesión: 4,0 t/m²
 - Módulo de deformación: 40 MPa
- Acciones Variables
 - Sobrecarga en trasdós:
 - Sobrecarga de uso: 0,20 t/m²

6.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

La pantalla de contención se ejecuta según las etapas constructivas indicadas en los planos correspondientes:

1. Perforación y ejecución de los micropilotes.
2. Construcción de la viga de atado.
3. Excavación del terreno hasta cota final.

El proceso constructivo señalado debe respetarse durante la ejecución de la estructura debido a que ha sido éste el contemplado en el análisis estructural de la misma, y es aquél que garantiza que se registren los esfuerzos, reacciones y deformaciones previstas en el análisis estructural que se detalla en apartados posteriores de la presente nota de cálculo.

6.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de los micropilotes que conforman la pantalla del Bidegorri, se ha realizado por medio del programa comercial "Cype Muros Pantalla". El dimensionamiento del micropilote se realiza en flexocompresión. Además se verifica que la máxima deformada está dentro de los valores admisibles.

7. PANTALLA PROVISIONAL

7.1 DESCRIPCION

Se trata de una pantalla provisional de micropilotes necesaria para la ejecución de parte de la cimentación del Muro 3 situada más al norte. Dicha pantalla estará formada por micropilotes de 220 mm de diámetro de perforación y armadura tubular 139,7x9 mm. dispuestos cada 50 cm.

La estructura se desarrolla en un único plano con una longitud aproximadamente 6,80 m. La pantalla estará compuesta por 13 micropilotes de aproximadamente 12,80 m. de altura, tal y como puede observarse en los planos de definición geométrica correspondientes. La longitud mínima de empotramiento de los micropilotes se fija en cuatro metros.

El alzado de la pantalla presenta tres niveles principales de anclaje con espaciamiento vertical constante de 3,00 m.

Los niveles de anclaje se definen a partir de riostras de hormigón armado con dimensiones de 0,50 x 1,00 m adosadas a la pantalla excavada donde se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal constante de 2,00 m. Adicionalmente a las riostras de anclaje se solidariza la cabeza de los micropilotes a partir de una viga de coronación y atado de sección rectangular de 0,50 x 1,00 m. donde igualmente se sitúan puntos de anclaje con cadencia horizontal de aproximadamente 4,00 m.

Los anclajes son de tipo provisional, tendón de acero de 1570 MPa de límite elástico compuesto por cinco torones y bulbo de anclaje de 8,00m.

7.2 MATERIALES

La pantalla anclada estará compuesta por micropilotes de 220 mm. de diámetro de perforación con camisa tubular de 139,7x9 mm. y un recubrimiento de 40 mm.

El recubrimiento nominal mínimo de la armadura pasiva a disponer en el resto de los elementos de arriostramiento, riostras y vigas de atado, es 30 mm (nivel de control de ejecución intenso).

En base a los condicionantes indicados anteriormente, la lista de hormigones utilizados en la construcción de la estructura resulta como se describe a continuación:

- Hormigón en limpieza y nivelación: HL-150
- Hormigón en vigas riostras y de atado: HA-30/B/20/IIIa (control estadístico)

El acero a emplear en las armaduras pasivas será en todos los casos B 500 S.

En cuanto a los anclajes estos tendrán las siguientes características:

- Anclajes de cables activos en el terreno (1570/1770) en MPa.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

7.3 CARGAS

Para la realización de los cálculos de la pantalla de contención, se han considerado las siguientes acciones:

- Acciones Permanentes:
 - Peso Propio: considerando como peso específico del hormigón armado 25 kN/m³.
 - Terreno: Como datos característicos de los materiales existentes en el trasdós de la pantalla se recoge lo definido en el anejo de geotecnia para la zona de la pantalla provisional.
 - Rellenos:
 - Peso específico: 2,00 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 25°
 - Cohesión: 1,0 t/m²
 - Módulo deformación: 4 MPa
 - Margas (GM: II):
 - Peso específico: 2,70 t/m³
 - Angulo de rozamiento interno: 45°
 - Cohesión: 100,0 t/m²
 - Módulo deformación: 1000 MPa
- Acciones Variables

- Sobrecarga en trasdós 2,00 t/m².

7.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

La pantalla de contención se ejecuta según las etapas constructivas indicadas en los planos correspondientes:

1. Perforación y ejecución de los micropilotes.
2. Construcción de la viga de atado y ejecución de los anclajes sobre la viga de atado.
3. Excavación del terreno hasta el nivel de la primera viga riostra.
4. Ejecución de la viga riostra y los anclajes de ese nivel.
5. Excavación del terreno hasta el siguiente nivel.
6. Los pasos 4 y 5 se repetirán tantas veces como niveles tenga la pantalla.
7. Excavación del terreno hasta cota final.

El proceso constructivo señalado debe respetarse durante la ejecución de la estructura debido a que ha sido éste el contemplado en el análisis estructural de la misma, y es aquél que garantiza que se registren los esfuerzos, reacciones y deformaciones previstas en el análisis estructural que se detalla en apartados posteriores de la presente nota de cálculo.

7.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El dimensionamiento y cálculo de las pantallas de micropilotes se realizará por medio de hojas de cálculo elaboradas por EPTISA basadas en las recomendaciones recogidas en la “Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera”.

En todos los casos se comprobarán los siguientes elementos:

- Micropilotes: se comprueban movimientos, y la resistencia a flexión y cortante.
- Anclajes: se comprueba la rotura parcial del anclaje, la rotura del tirante a tracción, el deslizamiento del tirante dentro del bulbo y la pérdida de tensión del tirante en el anclaje por deslizamiento del bulbo respecto al terreno.
- Vigas de reparto: se comprueba, para los diferentes niveles de anclajes, la resistencia a flexión y a cortante de la viga.

- Se comprueba la carga de hundimiento de los elementos verticales que componen las pantallas.

8. MUROS DE HORMIGON

8.1 INTRODUCCION

En este punto del anejo se recogen los cálculos y dimensionamiento de los diferentes muros de hormigón definidos en el ámbito de la futura estación de Galtzaraborda.

8.2 DESCRIPCION DE LOS MUROS

Se definen los siguientes muros de hormigón:

8.2.1 MURO DE HORMIGÓN 1

Tal y como se ha descrito anteriormente, en la definición de la pantalla derecha, el nuevo trazado proyectado y en particular el cambio en la rasante de la vía FFCC Donostia-Irun, hace necesaria la demolición del muro actual de mampostería situado a lo largo de la calle Apeadero para dar cabida al gálibo necesario de la nueva vía proyectada.

Así, entre los P.K.s 2+959 y 3+035, se define un muro “in situ” de hormigón mediante encofrado por ambas caras, constituido por un alzado de altura variable función de la rasante de la calle Apeadero y la cota de cimentación del muro.

El muro con dos planos principales en planta tendrá una longitud total de 78,70 m., y se ejecutará como continuidad de la pantalla de micropilotes situada entre los P.K.s 2+895 al 2+959.

Para el dimensionamiento del muro se definen dos secciones tipo que abarcan las diferentes alturas que presenta el muro.

- TIPO 1:
 - Altura máxima alzado: 7,30 m.
 - Espesor alzado: variable 40/70 cm.
 - Vuelo intradós: 50 cm
 - Vuelo trasdós: 280 cm
 - Canto zapata: 90 cm

- TIPO 2:

- Altura máxima alzado: 4,40 m.
- Espesor alzado: 40 cm.
- Vuelo intradós: 25 cm
- Vuelo trasdós: 210 cm
- Canto zapata: 60 cm

El muro se apoyará directamente o a través de pozos de hormigón ciclópeo sobre el sustrato rocoso competente (GM: II) con una tensión admisible no inferior a 5 kp/cm².

8.2.2 MURO DE HORMIGÓN 2

Se define un muro "in situ" mediante encofrado por ambas caras, constituido por un alzado de altura variable función del terreno natural y la cota del relleno de la plataforma futura.

El muro con una alineación recta en planta tendrá una longitud aproximada de 60,85 m.

En función de la profundidad del sustrato rocoso competente, el muro en sus primeros metros tendrá una cimentación superficial sobre un pozo de hormigón ciclópeo. Posteriormente, en el que la profundidad de la roca se incrementa y/o el querer minimizar la afección sobre el andén existente, se define una cimentación profunda mediante micropilotes del tipo N80 con una diámetro de perforación de 220 mm. y una armadura tubular de 139,7x9 mm.

Además, la parte final del muro se define también como el estribo norte de las vigas prefabricadas que conforman el tablero de la cubrición (paso peatonal sobre las vías).

Así, para el dimensionamiento del muro se definen tres secciones tipo que abarcan las diferentes alturas y condicionantes geométricos y geotécnicos que presenta el muro.

- TIPO 1:

- Altura máxima alzado: 7,30 m.
- Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
- Vuelo intradós: 100 cm
- Vuelo trasdós: 270 cm
- Canto zapata: 90 cm

- TIPO 2:
 - o Altura máxima alzado: 5,90 m.
 - o Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
 - o Vuelo intradós: 75 cm
 - o Vuelo trasdós: 175 cm
 - o Canto zapata: 90 cm
 - o Separación longitudinal micropilotes: 2,60 m.

- TIPO 3:
 - o Altura máxima alzado: 5,90 m.
 - o Espesor alzado: variable, 25/60 cm.
 - o Vuelo intradós: 75 cm
 - o Vuelo trasdós: 175 cm
 - o Canto zapata: 90 cm
 - o Separación longitudinal micropilotes: 1,80 m.

En el caso de la cimentación superficial, el muro se apoyará sobre el sustrato rocoso sano con una tensión admisible de 5 kp/cm². En cuanto a la cimentación profunda, los micropilotes se empotrarán en el sustrato sano al menos 7,00 m.

8.2.3 MURO DE HORMIGÓN 3

Se define un muro "in situ" mediante encofrado por ambas caras, constituido por un alzado de altura variable función del terreno natural y la cota del relleno de la plataforma futura.

El muro tendrá una longitud aproximada de 55,94 m. y una alineación en planta adecuada al contorno de la fachada y salidas de emergencia del polideportivo.

Igual que como se describe para el muro de hormigón nº 2, en función de la profundidad del sustrato rocoso competente, el muro en sus primeros metros y debido a que la roca se encuentra aproximadamente a 5 metros de profundidad de la rasante del terreno natural, se define un muro con cimentación profunda mediante micropilotes del tipo N80 con una diámetro de perforación de 220 mm. y una armadura tubular de 139,7x9 mm. Posteriormente, en el que la presencia de la roca es más superficial, se definen muros con cimentación superficial.

Por último, señalar que para realizar la excavación del tramo final del muro (tipo 3) y no afectar a la estabilidad del talud existente al noroeste del muro, se hace necesaria la ejecución de una pantalla provisional de micropilotes tal y como se ha descrito con anterioridad en el apartado correspondiente de este documento. Además, la excavación de dicho talud se realizará mediante un bulonado sistemático mediante una malla de 2x2 m. al tresbolillo.

Para el dimensionamiento del muro se definen cinco secciones tipo que abarcan las diferentes alturas y condicionantes geométricos y geotécnicos que presenta el muro.

- TIPO 1:

- Altura máxima alzado: 7,80 m.
- Espesor alzado: variable, 40/70 cm.
- Vuelo intradós: 100 cm
- Vuelo trasdós: 280 cm
- Canto zapata: 100 cm

- TIPO 2:

- Altura máxima alzado: 5,90 m.
- Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
- Vuelo intradós: 100 cm
- Vuelo trasdós: 210 cm
- Canto zapata: 90 cm
- Voladizo en coronación muro:
 - Longitud: 1,00 m
 - Espesor: variable, 40/25 cm.

- TIPO 3:

- Altura máxima alzado: 5,90 m.
- Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
- Vuelo intradós: 100 cm
- Vuelo trasdós: 210 cm
- Canto zapata: 90 cm

- TIPO 4:
 - Altura máxima alzado: 5,90 m.
 - Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
 - Vuelo intradós: 75 cm
 - Vuelo trasdós: 175 cm
 - Canto zapata: 90 cm
 - Separación longitudinal micropilotes: 2,35 m.
 - Voladizo en coronación muro:
 - Longitud: 3,00 m
 - Espesor: variable, 40/25 cm.

- TIPO 5:
 - Altura máxima alzado: 5,90 m.
 - Espesor alzado: variable, 40/60 cm.
 - Vuelo intradós: 75 cm
 - Vuelo trasdós: 175 cm
 - Canto zapata: 90 cm
 - Separación longitudinal micropilotes: 2,50 m.

En el caso de la cimentación superficial, el muro se apoyará sobre el sustrato rocoso sano con una tensión admisible de 5 kp/cm². En cuanto a la cimentación profunda, los micropilotes se empotrarán en el sustrato sano al menos 7,00 m.

8.3 MATERIALES

Los materiales y niveles de control adoptados, son los siguientes:

- Hormigón: HA-30/B/20/IIIa (Control estadístico)
- Acero: en todos los elementos B-500S, con control normal.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.

- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

8.4 CARGAS

En general, se pueden tener las siguientes acciones y cargas:

- Cargas muertas: peso propio del hormigón con una densidad de 25 kN/m³.
- Empuje del terreno sobre el trasdós de los muros: Se considera el empuje del terreno según los siguientes parámetros:
 - o Peso específico: 20,00 kN/m³
 - o Angulo de rozamiento interno: 30°
 - o Cohesión: 0 kN/m²
- Agua: No se considerará el empuje hidrostático, por disponer sistema de drenaje en el trasdós del muro.
- Sobrecarga de tráfico: se dispondrá una sobrecarga repartida de 10 kN/m² en el trasdós de los muros.

8.5 COMPROBACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO

Se comprueban los siguientes estados límites:

- ELS (Estados Límite de Servicio)
 - Fisuración en alzados (Apertura admisible de fisura $W_{max}= 0,20$ mm)
 - Seguridad al vuelco $F_v= 2,00$ las cimentaciones superficiales.
 - Seguridad al deslizamiento $F_d= 1,50$ en las cimentaciones superficiales.
 - Tensiones máxima y mínima en terreno: $1,25 \sigma_{adm}$ del terreno (se describen en las consideraciones geotécnicas de cada muro).
 - En el caso que la cimentación sea profunda se comprobará la carga de hundimiento de los micropilotes y la no existencia de tracciones.
- ELU (Estados Límite Últimos):
 - Flexión de los alzados.
 - Cortante del alzado.
 - Flexión de las cimentaciones.

- Cortante de las cimentaciones.

9. MUROS DE ESCOLLERA

9.1 INTRODUCCION

En este punto del anejo se recogen los cálculos y dimensionamiento de los diferentes muros de escolleras definidos en el ámbito de la futura estación de Galtzaraborda.

9.2 DESCRIPCION DE LOS MUROS

Se definen los siguientes muros de escollera:

9.2.1 ESCOLLERA 1

Debido a la reposición de la calle Apeadero se verá afectado un muro existente el cual se sustituirá mediante el siguiente muro de escollera.

El muro de aproximadamente 26 metros de largo se define como muro de escollera hormigonada y de una altura máxima de 4,50 metros con los siguientes parámetros de diseño:

- Anchura coronación: 1,50 m.
- Talud en trasdós: vertical
- Talud en intradós: 1H:5V
- Vuelo puntera: 0 m.
- Canto puntera: 0 m.
- Inclinación cimentación: horizontal
- Ángulo de rozamiento interno de la escollera (ϕ_E): 50°
- Densidad aparente de la escollera (γ_E): 2,40 t/m³

Para el terreno natural del trasdós se ha considerado un ángulo de rozamiento interno de 30°, densidad aparente de 2,00 t/m³ y una sobrecarga uniforme sobre el trasdós de 1,00 t/m².

La escollera se apoyará sobre el sustrato rocoso competente con una tensión admisible no inferior a 5kp/cm².

9.2.2 ESCOLLERA 2

Se proyecta un caballón de escollera como muro de cierre entre el final de la pantalla izquierda de micropilotes y el inicio del muro de hormigón nº2.

En fase de obra, la escollera será parte de la rampa provisional necesaria para salvar la altura existente entre las vías y la plataforma de los rellenos que se irán generando en el trasdós de los muros de hormigón.

Así, aproximadamente sobre el P.k. 3+003 , se ejecutará un muro de escollera hormigonada y de una altura máxima de 7,50 metros con los siguientes parámetros de diseño:

- Anchura coronación: 2,50 m.
- Talud en trasdós: 1H:5V
- Talud en intradós: 1H:5V
- Vuelo puntera: 0 m.
- Canto puntera: 0 m.
- Inclinación cimentación: horizontal
- Ángulo de rozamiento interno de la escollera (ϕ_E): 50°
- Densidad aparente de la escollera (γ_E): 2,40 t/m³

Para el relleno del tipo todo-uno sobre el trasdós se ha considerado un ángulo de rozamiento interno de 30°, densidad aparente de 2,00 t/m³ y una sobrecarga uniforme sobre el trasdós de 2,00 t/m².

La escollera se apoyará sobre el sustrato rocoso competente con una tensión admisible no inferior a 5kp/cm².

9.2.3 ESCOLLERA 3

En fase de obra se hace necesaria la ejecución de una rampa provisional que salve la altura existente entre las vías y la cota de la plataforma de rellenos a ejecutar en el trasdós de los muros de hormigón.

Para materializar la rampa se hace necesaria la ejecución de un muro de escollera provisional.

Así, entre los P.k.s 2+965 y 3+003, se define un muro de escollera sin hormigonar y de una altura máxima de 8,00 metros con los siguientes parámetros de diseño:

- Anchura coronación: 2,50 m.
- Talud en trasdós: vertical
- Talud en intradós: 1H:5V
- Vuelo puntera: 0 m.

- Canto puntera: 0 m.
- Inclinación cimentación: horizontal
- Ángulo de rozamiento interno de la escollera (ϕ_E): 50°
- Densidad aparente de la escollera (γ_E): 1,90 t/m³

Para el relleno del tipo todo-uno sobre el trasdós se ha considerado un ángulo de rozamiento interno de 30°, densidad aparente de 2,00 t/m³ y una sobrecarga uniforme sobre el trasdós de 2,00 t/m².

La escollera se apoyará sobre el sustrato rocoso competente con una tensión admisible no inferior a 5kp/cm².

9.3 DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento geométrico del muro tiene como objetivo la adopción de unas dimensiones adecuadas para el equilibrio global del sistema estructura-terreno. Dicho sistema se considera en equilibrio si se cumplen las siguientes comprobaciones:

- Coeficiente de deslizamiento > 1,50
- Coeficiente al vuelco < 2,00

Al mismo tiempo se comprueba que las dimensiones de la zapata son las adecuadas para obtener unas tensiones en el terreno inferiores a las admisibles por él.

Los cálculos de estas variables han sido realizados a través de unas hojas Excel siguiendo las especificaciones dadas en el texto "Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carretera" del Ministerio de Fomento-1.998. Igualmente se han tenido en cuenta las consideraciones de la "Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera" (2006). Dichas hojas Excel se recogen en el Apéndice nº 5.

9.4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A continuación se analizan los fundamentos teóricos utilizados para el cálculo y diseño de los muros de escollera.

Los cálculos se han llevado a cabo para suelos granulares, utilizando la teoría de Coulomb donde se establece que el empuje unitario activo producido por un terreno homogéneo no cohesivo sobre el trasdós de un muro, en el caso de trasdós plano y superficie libre plana exenta de sobrecarga, responde a una ley lineal cuya expresión es:

$$e_a = K_a \cdot \gamma_T \cdot Z$$

Siendo:

- e_a , el empuje activo unitario por unidad de longitud medida según la vertical
- K_a , el coeficiente de empuje activo
- γ_T , la densidad del terreno
- Z , la profundidad medida desde la coronación del muro

El empuje activo por unidad de longitud del muro será:

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma_T \cdot H^2$$

El coeficiente de empuje activo viene dado por la expresión

$$K_a = \left[\frac{\sec \alpha \cdot \cos(\phi - \alpha)}{\sqrt{\cos(\alpha + \delta)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta)}{\cos(\beta - \alpha)}}} \right]^2$$

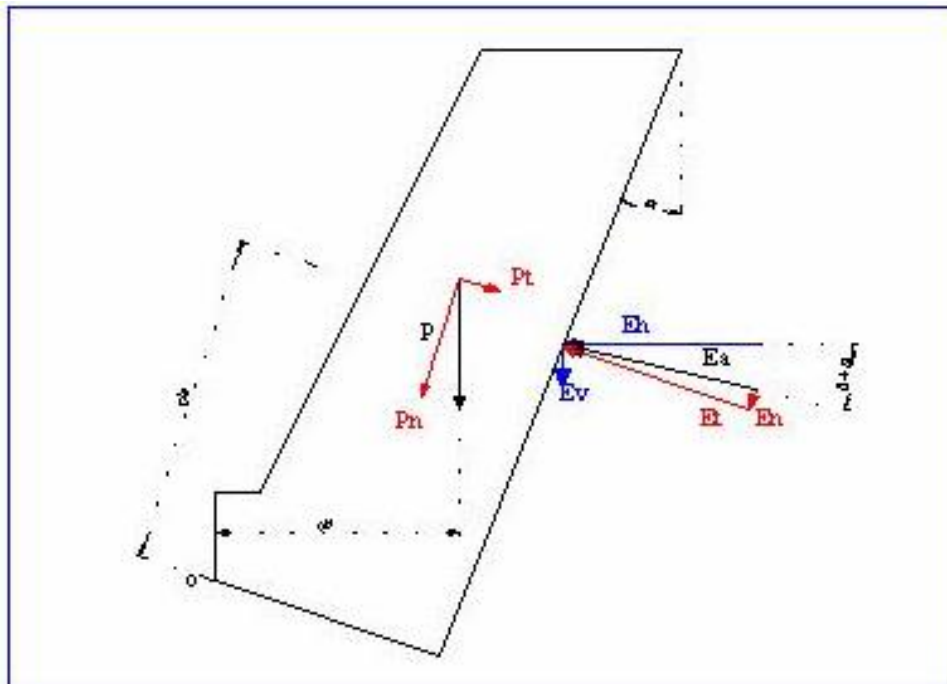
Denominando :

- ϕ al ángulo de rozamiento interno del terreno
- δ al ángulo de rozamiento de terreno-trasdós del muro
- β al ángulo del talud del terreno sobre el muro
- α al ángulo del trasdós del muro

9.4.1 ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO

La estabilidad del muro viene garantizada al realizar las siguientes comprobaciones:

- Coeficiente de seguridad al vuelco
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento
- Ausencia de tracciones en la base
- Equilibrio interno del muro



9.4.2 COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL VUELCO

Viene dado por el cociente entre los momentos estabilizadores respecto al pie del muro (punto O), y los momentos volcadores.

La acción del vuelco se debe a los empujes actuantes sobre el muro, y la acción estabilizadora al peso propio del muro.

$$F_v = \frac{P \cdot d_1}{E_a \cdot d_2}$$

Donde:

- \$F_v\$, es coeficiente de seguridad al vuelco
- \$P\$, es el peso de la escollera
- \$E_a\$, es el empuje activo de las tierras sobre el muro
- \$d_1\$ y \$d_2\$ son las distancias de dichas fuerzas al pie del muro (punto O) respectivamente.

9.4.3 COEFICIENTE DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Se ha comprobado que la sección pésima de deslizamiento coincide en todas las situaciones, con la sección que pasa por la base del muro. El coeficiente de seguridad frente al deslizamiento se calcula mediante el cociente de la resistencia al corte en el contacto entre base y terreno y la fuerza tangencial en dicha base.

Las fuerzas actuantes se proyectan sobre las direcciones normal y tangencial al plano de la base. Con estos datos se realiza el balance entre esfuerzos favorables y desfavorables.

$$F_v = \frac{(E_n + P_n) \cdot \operatorname{tg} \delta}{E_t - P_t}$$

9.4.4 AUSENCIA DE TRACCIONES EN LA BASE

La distribución de tensiones en la cimentación del muro se puede considerar de forma simplificada que sigue la ley de una recta.

Asimismo, se acepta comúnmente que la resultante debe pasar por el núcleo central, asegurando la ausencia de tracciones en la base.

Sobre la base actúan las siguientes fuerzas:

$$N = P_n + E_n$$

$$M = (E_t - P_t) \cdot d_2$$

En el cálculo de las tensiones transmitidas al terreno se distinguen dos casos:

- Resultante dentro del núcleo central ($e < a/6$):

Todas las tensiones son de compresión:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{a \cdot b} \pm \frac{6M}{W} = \frac{N}{a \cdot b} \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right)$$

- Resultante fuera del núcleo central ($e > a/6$):

Existen tensiones de tracción en la base, dimensionándose para que la zona comprimida sea al menos igual a $0,80 \cdot a$, y se supone un reparto triangular de tensiones de compresión, ya que no pueden existir tracciones al comportarse la zapata como un sólido rígido:

$$\sigma_{max} = \frac{2 N_o}{3 b (a / 2 - e)}$$

9.4.5 EQUILIBRIO INTERNO DEL MURO

Los muros de escollera definidos en el presente Proyecto, apoyarán siempre sobre el sustrato rocoso por lo que en todos los casos estudiados se obtiene que los círculos de deslizamiento pésimos cortan el alzado de la escollera no afectando a la estabilidad global del muro. En cuanto a la estabilidad local del muro, gracias a la trabazón existente entre los bloques de escollera dada por la tg φE mayor que 1,5, no se producirá problema alguno.

Por lo tanto el estudio de la estabilidad del muro se simplifica al de un muro de gravedad con las características resistentes y friccionales de la escollera y el terreno adyacente.

9.4.6 ELEMENTOS Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- Características de la roca utilizada

La escollera que se usará será de naturaleza caliza, procedente de voladura, sana y no alterable por los agentes atmosférico.

Asimismo deberá ser homogénea y sin fisuras, cumpliendo las siguientes características físico-químicas:

Peso de los bloques	>500 kg
Peso específico real	Superior a 25 kN/m3
Resistencia a compresión simple	Superior a 70 Mpa
Desgaste coeficiente del ensayo de "Los Ángeles"	Inferior al 35%
Contenido en carbonato cálcico	Superior al 90%
Pérdida al ser sometida a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico (ensayo UNE- 7136)	Inferior al 10%

El 30% de los bloques podrá ser fracción menor a 500 Kg y siempre de más de 25 kg.

El posible empleo de otros tipos de escollera requerirá un estudio más detallado con el fin de garantizar su estabilidad e inalterabilidad y, en principio, pueden ser analizadas para su empleo, las rocas consideradas como “rocas adecuadas”:

Rocas adecuadas: se podrán utilizar los materiales pétreos procedentes de las siguientes rocas, siempre que sean sanas, compactas y resistentes: (P.G.3- art.331)

- granitos, granodioritas y sienitas
- aplitas, pórfidos y porfidias
- grabos
- diabasas, ofitas y lamprófidios
- riolitas y dacitas
- andesitas, basaltos y limburgitas
- cuarcitas y mármoles
- calizas y dolomías
- areniscas, conglomerados y brechas

Queda expresamente prohibido el recebo con materiales que contengan arcilla arena, grava o materia orgánica.

- Cimentación

La cimentación del muro de escollera se realiza mediante el vertido de hormigón H-20 entre los huecos de la escollera situada bajo la rasante del muro.

La zapata presenta una sobre excavación y una profundidad mínima de 1 m, dependiendo de la capacidad portante del terreno, el aumentar las dimensiones.

Con el vertido de hormigón se consigue una mayor rigidez en la cimentación, unificando los asientos y facilitando la redistribución de las tensiones en el terreno.

Esta operación se realiza de manera sencilla y con un sobrecoste reducido, mejorando en gran forma la estabilidad del muro de escollera.

- Colocación de los bloques de escollera

Los bloques de escollera se colocarán en el muro asegurando su estabilidad y manteniendo en todo momento una contrainclinación de 1:3 respecto al trasdós.

La tolerancia en abertura entre bloques no superará los 12 cm en ningún punto.

Con el fin de asegurar la mayor tablazón posible, cada bloque deberá de apoyar su cara inferior en, al menos, dos bloques, y estar en contacto con los bloques laterales adyacentes.

La experiencia indica que con una correcta colocación de escollera, se alcanzan densidades aparentes próximas a los 2000 kg/m^3 , tomándose una densidad de 1900 kg/m^3 para el caso de colocación muy buena y 1700 kg/m^3 para una colocación buena. Debido a una deficiente colocación se pueden obtener densidades inferiores a 1400 kg/m^3 , lo que originaría una gran pérdida de estabilidad, tanto al vuelco como al deslizamiento.

10. CUBRICIÓN Y RAMPA DE ACCESO A LA CUBRICIÓN

10.1 INTRODUCCION

En este punto del anejo se recogen los cálculos y dimensionamiento de la cubrición (paso peatonal), la estructura de hormigón para el apoyo de las vigas que conforman la cubrición (cargadero) y la estructura de hormigón que define la nueva rampa de acceso a dicha cubrición.

10.2 CUBRICIÓN

10.2.1 INTRODUCCION

La cubrición consistirá en un forjado de 6 vigas doble T, tipo RPT 65/100 con una luz de cálculo de 15,70 m. y losa de compresión de 25 cm. de canto, ejecutada sobre unas placas de encofrado perdido autoportantes.

Estas vigas se apoyan por un lado sobre la coronación del muro de hormigón nº 2, en su margen izquierda, y por otro lado sobre un cargadero de hormigón “ in situ” a ejecutar al final de la rampa existente en su margen derecha, obteniéndose una cubrición total en planta de 16,85 m. de largo y 12,50 m. de ancho.

10.2.2 MATERIALES

Los materiales y niveles de control adoptados, son los siguientes:

- Para la losa:
 - o Hormigón: HA-25/B/20/IIIa (estadístico)
 - o Acero: B-500S, con control normal.

- Para las vigas:
 - o Hormigón: HA-45/F/12/IIIa (100x100)
 - o Acero: Y 1860 S7, para la armadura activa (1860/1630)
B 500-S, para las armaduras pasivas.

10.2.3 CARGAS

Se consideran las siguientes acciones y cargas:

- Cargas muertas: peso propio del hormigón con una densidad de 25 kN/m³.

- Sobrecarga de uso: se dispondrá una sobrecarga repartida de 25 KN/m² en toda la superficie del tablero y una sobrecarga lineal en los bordes del tablero de 3,65 kN/ml debido a la barandilla metálica y la imposta.

10.2.4 CALCULOS

Los cálculos y comprobaciones de los diferentes elementos que forman el tablero así como la de los elementos de apoyo (neoprenos), se recogen en la memoria de cálculo incluida en el apéndice nº 4.

10.3 CARGADERO

10.3.1 INTRODUCCION

El estribo sur de la cubrición se resuelve mediante la ejecución "in situ" de un cargadero de hormigón armado sobre la rasante de la rampa actual.

El cargadero de 3,00 m. de ancho, 13,10 m. de largo, y 0,80 m. de alto, dará cabida a las 6 vigas prefabricadas que conforman la cubrición.

Debido a las cargas que transmitirán las vigas y la profundidad a la que se encuentra la roca competente, el cargadero se apoyará en roca sana mediante la ejecución de 8 micropilotes del tipo N80 con un diámetro de perforación de 220 mm. y una armadura tubular de 127x9 mm.

Además, la definición del cargadero se completa con la ejecución de un espaldín de 25 cm. de ancho y 1,48 de alto para contener los rellenos de la reposición del parterre existente al sur del cargadero.

10.3.2 MATERIALES

Los materiales y niveles de control adoptados, son los siguientes:

- o Hormigón: HA-25/B/20/IIIa (estadístico)
- o Acero: B-500S, con control normal.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- o Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- o El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- o Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

10.3.3 CARGAS

Se consideran las siguientes acciones y cargas:

- Cargas muertas: peso propio del hormigón con una densidad de 25 kN/m³.
- Cargas transmitidas por la cubrición por cada viga:
 - o Carga muerta: 110 kN
 - o Sobrecarga: 45 kN
 - o Nieve: 3,40 kN
- Empuje del terreno sobre el trasdós del espaldín: Se considera el empuje del relleno según los siguientes parámetros:
 - o Peso específico: 20,00 kN/m³
 - o Angulo de rozamiento interno: 30°
 - o Cohesión: 0 kN/m²

10.3.4 CALCULOS

Los cálculos y comprobaciones de los diferentes elementos que forman el cargadero, se recogen en la memoria de cálculo incluida en el apéndice nº 4.

10.4 RAMPA DE ACCESO

10.4.1 INTRODUCCION

Debido a que la rasante del nuevo paso peatonal sobre las vías (cubrición) se encuentra por encima de la rasante de la rampa actual, se hace necesario el recrecido de la rampa de acceso a dicha cubrición.

Así, se define una estructura "in situ" de hormigón armado que albergue la nueva rasante de acceso a la cubrición.

La estructura estará compuesta por una losa superior de 25 cm. de alto y 3,00 m. de ancho, dos muretes longitudinales de 25 cm. de ancho a cada lado de la losa y sendos muros transversales de 50 cm.

La cimentación será profunda y consistirá en dos micropilotes sobre cada muro transversal, dichos micropilotes serán del tipo N80 con un diámetro de perforación de 220 mm. y una armadura tubular de 127x9 mm.

10.4.2 MATERIALES

Los materiales y niveles de control adoptados, son los siguientes:

- Hormigón: HA-25/B/20/IIIa (estadístico)
- Acero: B-500S, con control normal.

En cuanto a los micropilotes estos tendrán las siguientes características:

- Armadura tubular del tipo N-80 con un límite elástico de al menos 550 MPa.
- El tipo de unión de la armadura tubular será sin disminución de sección resistente.
- Lechada de cemento con una resistencia a compresión de 25 MPa.

10.4.3 CARGAS

Se consideran las siguientes acciones y cargas:

- Cargas muertas: peso propio del hormigón con una densidad de 25 kN/m³.
- Acabado: se dispondrá una sobrecarga repartida de 3,25 kN/m² en toda la superficie de la losa superior correspondiente a un espesor máximo de 13 cm.
- Sobrecarga de uso: se dispondrá una sobrecarga repartida de 5,00 kN/m² en toda la superficie de la losa superior
- Nieve: se dispondrá una sobrecarga repartida de 0,40 kN/m² en toda la superficie de la losa superior

10.4.4 CALCULOS

Los cálculos y comprobaciones de los diferentes elementos que forman la estructura de hormigón de la rampa, se recogen en la memoria de cálculo incluida en el apéndice nº 4.

APÉNDICE 10.1. CÁLCULOS PANTALLAS DE MICROPILOTES

APÉNDICE 10.2. CÁLCULOS MUROS DE HORMIGÓN

APÉNDICE 10.3. CÁLCULOS ESCOLLERAS

APÉNDICE 10.4. CÁLCULOS CUBRICIÓN Y RAMPA DE ACCESO