

ANEJO N°8

Estructuras

Índice

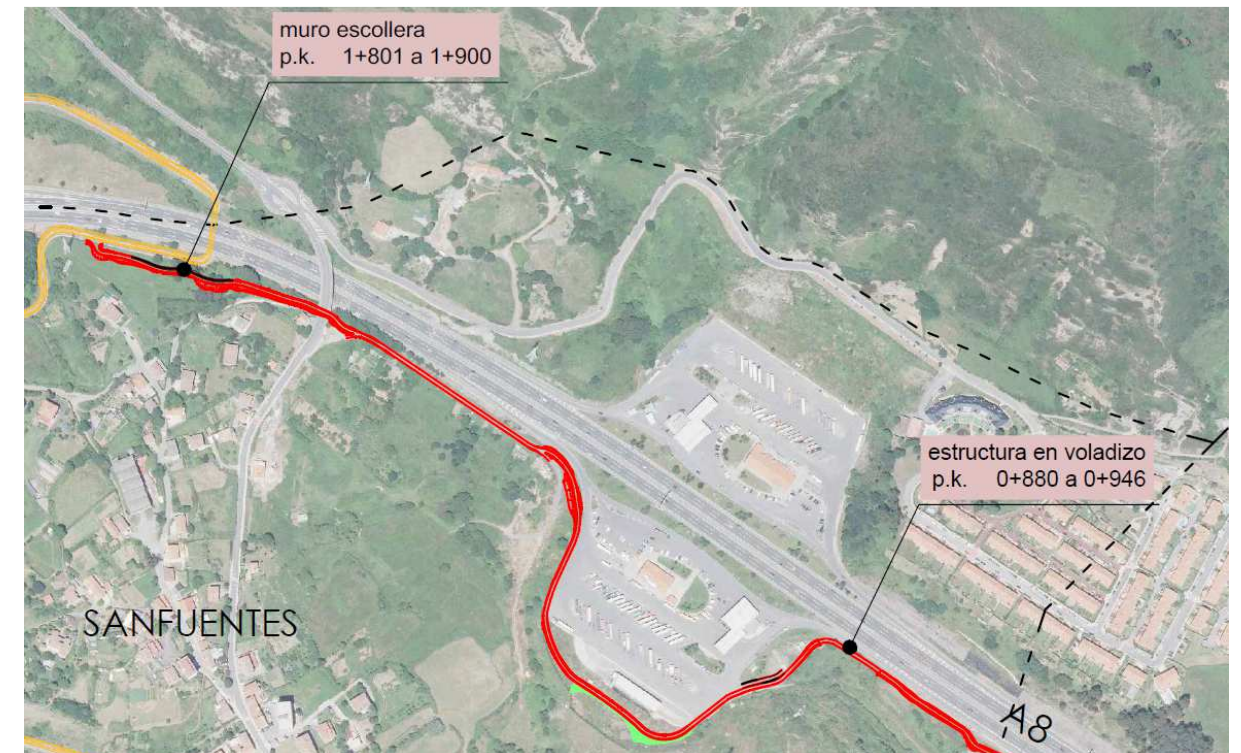
1	Introducción	1
2	Estructura en voladizo	2
3	Muro de escollera	3

APÉNDICE 8.1. NOTA DE CÁLCULO ESTRUCTURA EN VOLADIZO		
APÉNDICE 8.2. NOTA DE CÁLCULO MURO DE ESCOLLERA		

1 Introducción

El objeto de este anejo es describir las estructuras incluidas en el presente proyecto **“P.C. de senda ciclable entre Santurtzi y el Bidegorri de la Arena. Fase 2. Nocedal (Ortuella)-Sanfuentes (Abanto-Zierbana)”**.

En concreto ha sido necesario diseñar una estructura en voladizo y un muro de escollera, cuyas características más significativas se describen en los siguientes apartados de este documento.



Localización en planta de las estructuras proyectadas

Al final del mismo se incluyen las correspondientes notas de cálculo en sendos apéndices.

La definición gráfica de estas estructuras se encuentra recogida en el documento N°2 de planos del proyecto en base al siguiente índice:

- 6.1. Estructuras. Planta de situación (1 hoja)
- 6.2.1 Estructuras. Estructura en voladizo. Planta, alzado, ST y PT (3 hojas)
- 6.2.2 Estructuras. Muro de escollera. Planta, alzado, ST y PT (3 hojas)

P.C. de senda ciclable entre Santurtzi y el Bidegorri de la Arena. Fase 2. Nocedal (Ortuella)-Sanfuentes (Abanto-Zierbana)

Anejo nº8: Estructuras

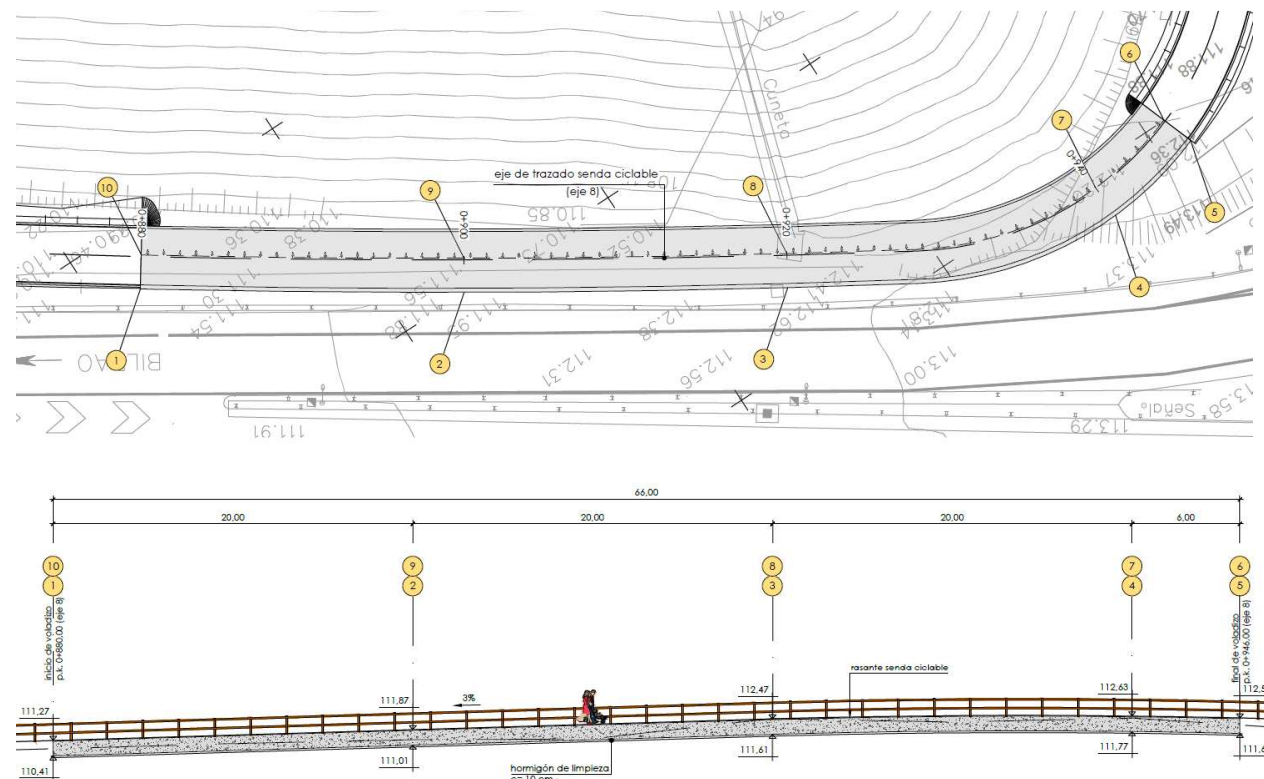
GRUPPOB160000161-PC2-AN-EST-0

1

2 Estructura en voladizo

Entre los PKs 0+880 y 0+946 del Eje 8 es necesario disponer una estructura en voladizo, que dé soporte a la nueva senda ciclable proyectada, al objeto de evitar que ésta derrame sobre el cauce del arroyo Capetillo que discurre al pie del terraplén de la autopista.

En esta zona la senda discurre sensiblemente paralela al ramal de incorporación a la A-8 desde el Área de Servicio Ugaldebieta Sur, al cual rodea.



Planta y perfil longitudinal por eje de trazado de la estructura en voladizo proyectada

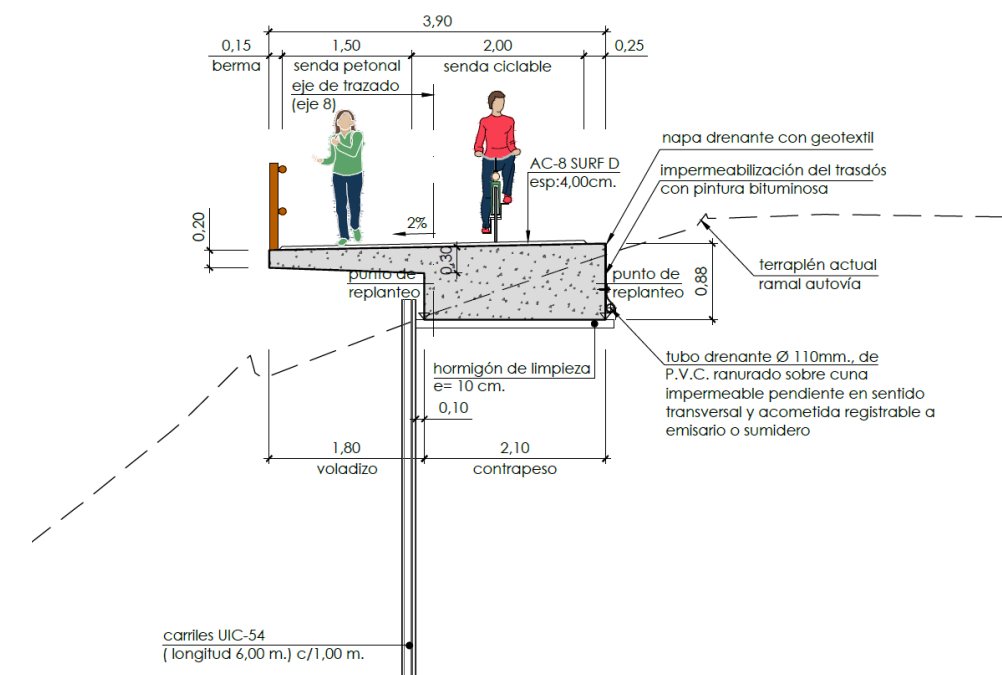
La estructura, de 66 m de longitud, posee una anchura total de 3,9 m, de la cual 1,8 m se corresponden con el voladizo propiamente dicho, mientras que los restantes 2,1 m constituyen el contrapeso que asegura la estabilidad del conjunto frente a vuelco.

El espesor del voladizo varía entre 0,20 m en su extremo hasta 0,30 m en la sección de empotramiento con el contrapeso, el cual a su vez tiene un canto máximo de 0,88 m.

La plataforma superior tiene un peralte constante del 2% hacia el exterior y su anchura útil es de 3,5 m, repartidos en sendas bandas de 1,5 y 2,0 m para uso peatonal y ciclable respectivamente.

En el extremo del voladizo se dispone una barandilla para proteger a los usuarios de posibles caídas al terraplén sobre el que apoya esta estructura.

A continuación se muestra la sección tipo adoptada para esta obra:



Sección tipo

La ejecución del voladizo requiere de una excavación mínima y su cimentación se realiza directamente sobre el terraplén de la autopista limitando la tensión admisible del terreno a 1,00 kp/cm².

Dado que en algún caso la estructura queda apoyada bastante al borde del terreno (especialmente en el entorno del PK 0+910), del lado de la seguridad se propone disponer una pantalla de carriles hincados UIC-54 c/1,0 m justo delante del macizo que constituye el contrapeso. La longitud de hincas de los carriles será de 6 m.

En el Apéndice 8.1 se puede consultar la nota de cálculo correspondiente a esta estructura, mientras que su definición gráfica se encuentra recogida en el apartado 6.2.1 del documento N°2 de planos.

P.C. de senda ciclable entre Santurtzi y el Bidegorri de la Arena. Fase 2. Nosedal (Ortuella)-Sanfuentes (Abanto-Zierbena)

Anejo n°8: Estructuras

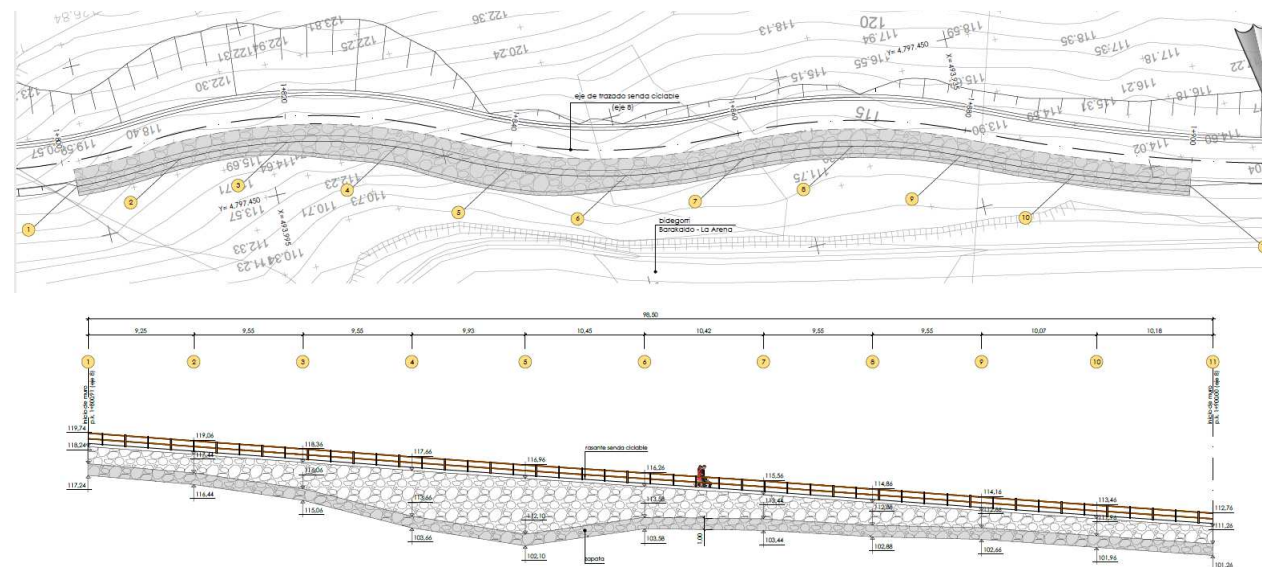
GRUP08160000161-PC2-AN-EST-0

2

3 Muro de escollera

El muro de escollera proyectado se encuentra ubicado entre los PKs 1+801 y 1+900 del Eje 8 que configura la nueva senda ciclable y tiene por objeto evitar derramar sobre el bidegorri Barakaldo-La Arena con el cual conecta unos metros más adelante.

Así, con una longitud total de 98,5 m, el muro se dispone pegado al borde exterior de la senda a lo largo de todo su desarrollo.

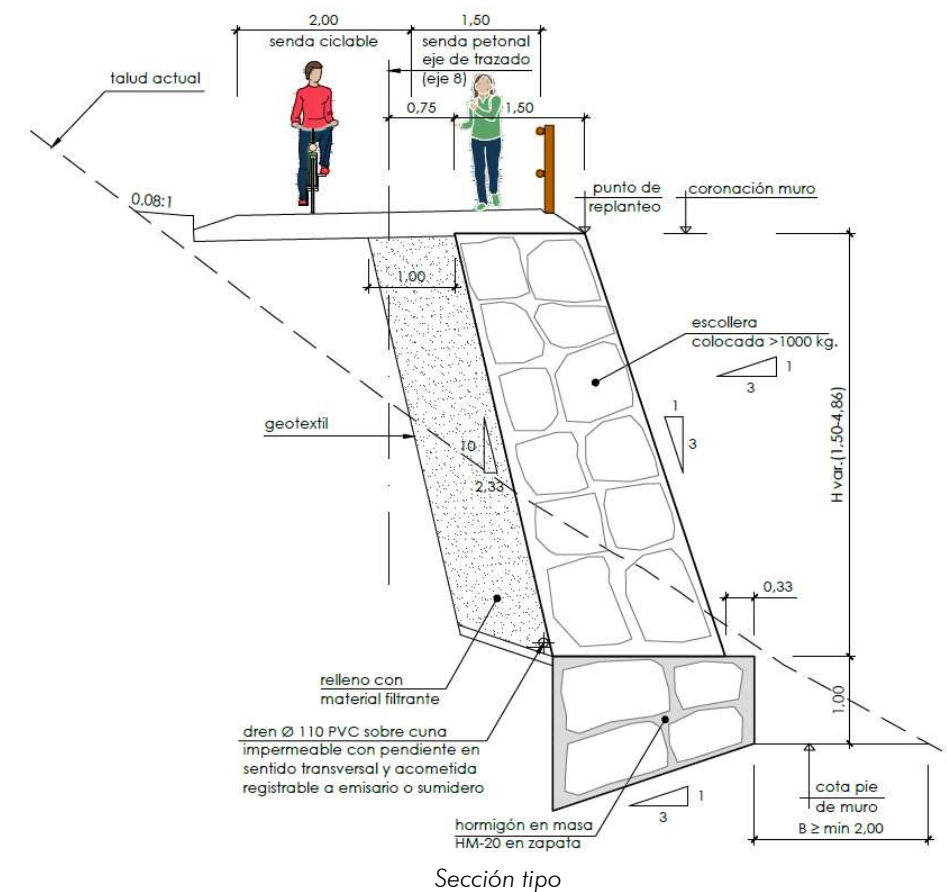


Planta y alzado del muro de escollera proyectado

Su altura es variable, con un máximo de 4,9 m y un mínimo de 1,5 m, mientras que la anchura adoptada para su coronación es constante e igual a 1,5 m. El paramento visto presenta una pendiente de 3V:1H, igual que la base inferior de su zapata, la cual irá hormigonada.

Aunque el cuerpo del muro es por sí mismo permeable, en su trasdós se dispondrá una paquete filtrante en virtud de los recogido en la “Guía para el proyecto y ejecución de muros de escollera en obras de carretera” del MF.

A continuación se muestra la sección tipo adoptada:



En cuanto a su cimentación, éste se apoya directamente sobre el talud actual existente en la zona, manteniendo una condición de borde mínima $B \geq 2,0$ m y considerado una tensión admisible del terreno de $1,50 \text{ kp/cm}^2$.

En el Apéndice 8.2 se incluye la nota de cálculo correspondiente a este muro mientras que su definición gráfica se encuentra recogida en el apartado 6.2.2 del documento N°2 de planos.

APÉNDICE N°8.1

Nota de Cálculo Estructura en Voladizo

ÍNDICE

1.- NORMAS CONSIDERADAS	1
2.- GEOMETRÍA Y MODELO DE CÁLCULO	1
3.- ACCIONES E HIPÓTESIS DE CARGA	2
4.- COMBINACIONES	2
5.- MATERIALES	3
6.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD	4
7.- RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	5



CYPECAD de CYPE Ingenieros S.A. (versión 2.017.k)



Prontuario CivilCAD3000 de CivilCAD Consultores S.L. (versión 18-48)

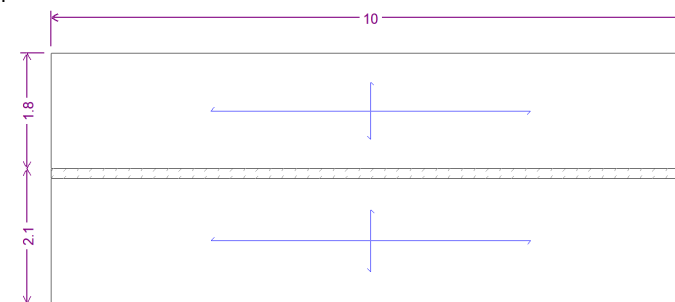
1.- NORMAS CONSIDERADAS

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
Código Técnico de la Edificación (CTE)
Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera
Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)

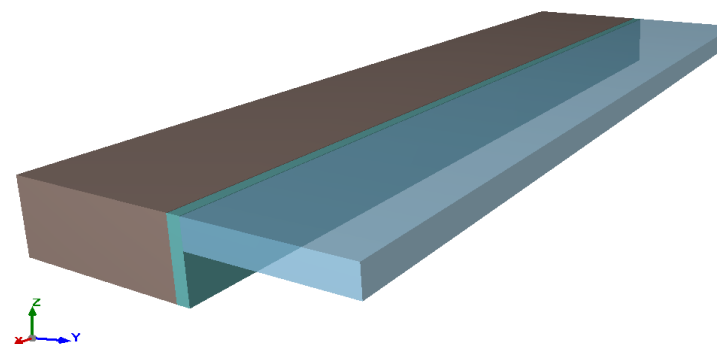
2.- GEOMETRÍA Y MODELO DE CÁLCULO

La estructura posee una anchura total de 3,9 m, de la cual 1,8 m se corresponden con el voladizo propiamente dicho, mientras que los restantes 2,1 m constituyen el contrapeso que asegura la estabilidad del conjunto frente a vuelco. El espesor del voladizo varía entre 0,20 m en su extremo hasta 0,30 m en la sección de empotramiento con el contrapeso, el cual a su vez tiene un canto máximo de 0,88 m.

En el programa de cálculo CYPECAD se ha modelizado un tramo de 10 m de voladizo tal y como se muestra a continuación:



Planta del modelo



Vista 3D del modelo adoptado para el cálculo del voladizo (CYPECAD)

Para el apoyo del contrapeso sobre el terreno se han considerado los siguientes parámetros de cálculo:

K_{30} (Kp/cm ³)	Módulo balasto (t/m ³)	σ_{adm} media (kp/cm ²)	σ_{adm} punta (kp/cm ²)
15	3610	1.00	1.25

3.- ACCIONES E HIPÓTESIS DE CARGA

Para el cálculo de esta estructura se ha tenido en cuenta la actuación de las siguientes acciones:

Acción	Referencia	Valor	Descripción
Peso propio	PP	$\gamma_h = 2.5 \text{ Tn/m}^3$	Peso propio del hormigón (introducido automáticamente por el programa)
Cargas muertas	CM	0.14 Tn/m^2 ($\gamma_p = 2.4 \text{ Tn/m}^3$)	Peso de pavimento e=4 cm (incrementado un 50% s/IAP-11)
	CM 1	0.1 Tn/m	Peso propio de barandilla en extremo de voladizo
Sobrecarga de uso	Qa	1.0 Tn/m^2	Sobrecarga en zona de voladizo
	Qa (1)		Sobrecarga en zona de contrapeso

La sobrecarga de uso se ha desglosado en dos posiciones, compatibles entre sí, al objeto de evaluar en cada caso la situación pésima tanto desde el punto de vista resistente como de la estabilidad del conjunto. A pesar de tratarse de una senda ciclable, el valor adoptado para la sobrecarga es de 1 Tn/m^2 (en vez de 0.5 Tn/m^2 indicado en la normativa) al objeto de prever el posible tránsito de vehículos de emergencia o mantenimiento sobre la estructura.

4.- COMBINACIONES

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

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

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

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

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

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

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Comb.	PP	CM	CM 1	Qa	Qa (1)
1	1.000	1.000	1.000		
2	1.350	1.350	1.000		

Comb.	PP	CM	CM 1	Qa	Qa (1)
3	1.000	1.000	1.350		
4	1.350	1.350	1.350		
5	1.000	1.000	1.000	1.500	
6	1.350	1.350	1.000	1.500	
7	1.000	1.000	1.350	1.500	
8	1.350	1.350	1.350	1.500	
9	1.000	1.000	1.000		1.500
10	1.350	1.350	1.000		1.500
11	1.000	1.000	1.350		1.500
12	1.350	1.350	1.350		1.500
13	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500
14	1.350	1.350	1.000	1.500	1.500
15	1.000	1.000	1.350	1.500	1.500
16	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500

Tensiones sobre el terreno y desplazamientos

	Característica		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ) Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Comb.	PP	CM	CM 1	Qa	Qa (1)
1	1.000	1.000	1.000		
2	1.000	1.000	1.000	1.000	
3	1.000	1.000	1.000		1.000
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

5.- MATERIALES

- Hormigón

Elemento	Hormigón	fck (kp/cm ²)	γ_c	r_{nom} (cm)
Voladizo	HA-30/B/20/IIIa	306	1.5	3.5

- Cemento

CEM II/B-V

- Acero en barras

Elemento	Acero	fyk (kp/cm ²)	γ_s
Losa	B 500 S	5097	1.15

6.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD

Para el cálculo de la estabilidad de esta estructura se tienen en cuenta las siguientes acciones:

- Peso propio de voladizo y contrapeso:

$$V = 0.45 \text{ m}^2 \times 2.5 \text{ Tn/m}^3 = 1.13 \text{ Tn/m}$$

$$C = 1.80 \text{ m}^2 \times 2.5 \text{ Tn/m}^3 = 4.50 \text{ Tn/m}$$

- Cargas muertas de barandilla y pavimento:

$$B = 0.10 \text{ Tn/m}$$

$$P_1 = 1.65 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} \times 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 0.16 \text{ Tn/m}$$

$$P_2 = 1.85 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} \times 2.4 \text{ Tn/m}^3 = 0.18 \text{ Tn/m}$$

- Empuje lateral en extremo de contrapeso:

$$E_t = \frac{1}{2} K_0 \gamma_t H^2 = 0.5 \times 0.5 \times 2.0 \text{ Tn/m}^3 \times 0.88^2 \text{ m}^2 = 0.39 \text{ Tn/m}$$

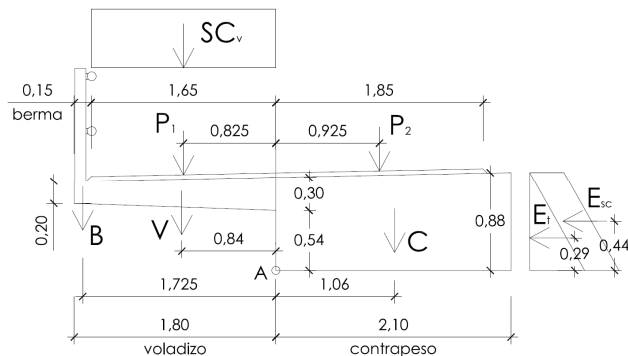
$$E_{sc} = K_0 SC H = 0.5 \times 1.0 \text{ Tn/m}^2 \times 0.88 \text{ m} = 0.44 \text{ Tn/m}$$

- Sobrecarga de uso sobre voladizo:

$$SC_v = 1.65 \text{ m} \times 1.0 \text{ Tn/m}^2 = 1.65 \text{ Tn/m}$$

Y según recoge el Artículo 41º de la EHE-08 se debe cumplir que $E_{d, est} > E_{d, desest}$

Así pues, a continuación se desarrolla en detalle el cálculo efectuado para verificar la estabilidad tanto a vuelco (respecto al punto A) como a deslizamiento de esta estructura:



Estabilidad a vuelco:

$$E_{d, est} = (P_2 \times 0.925 + C \times 1.06) \times 0.9 \times 1.0 = 4.44$$

$$E_{d, desest} = (P_1 \times 0.825 + V \times 0.84) \times 1.1 \times 1.35 + B \times 1.725 \times 1.35 + SC_v \times 0.825 \times 1.5 + (E_t \times 0.29 + E_{sc} \times 0.44) \times 1.5 = 4.34$$

Dado que $E_{d, est} > E_{d, desest} \rightarrow$ CUMPLE

Estabilidad a deslizamiento:

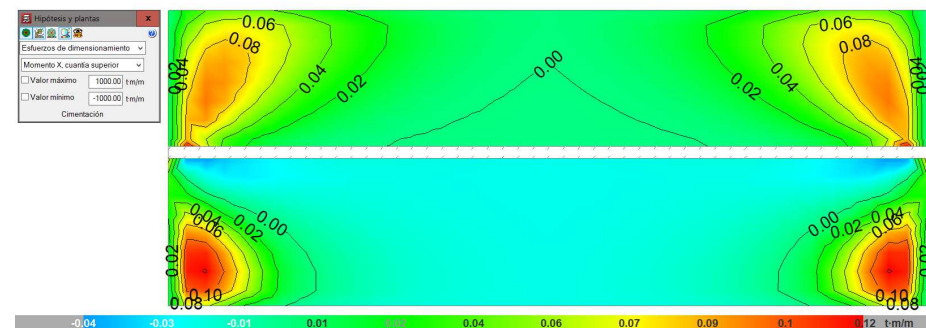
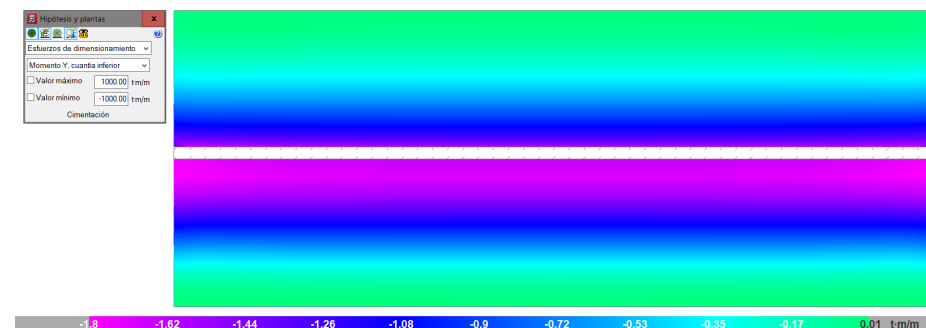
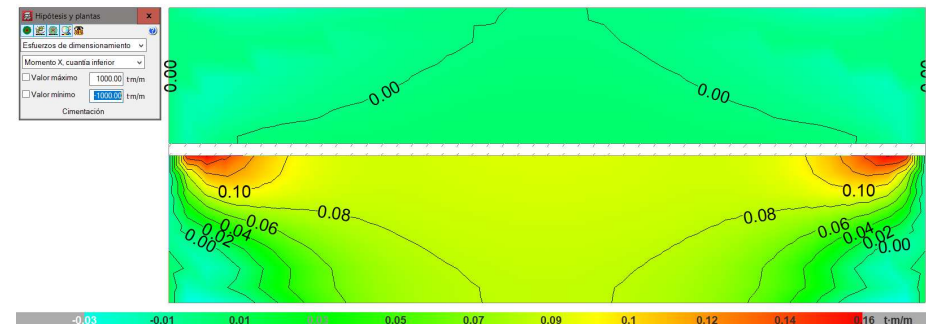
$$E_{d, est} = (B + P_1 + P_2 + V + C) \times 0.9 \times 1.0 \times \tan 30^\circ = 3.11$$

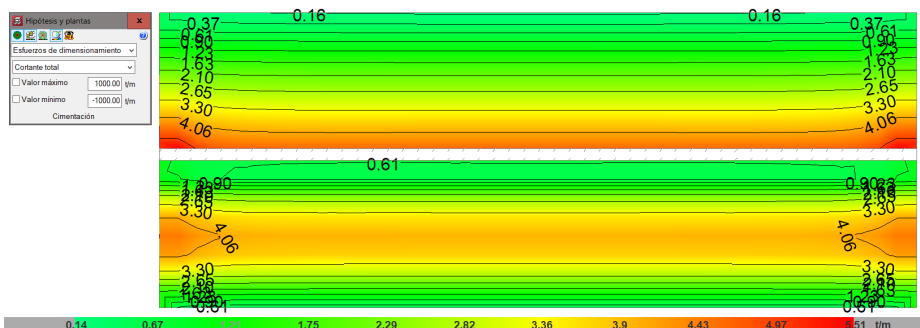
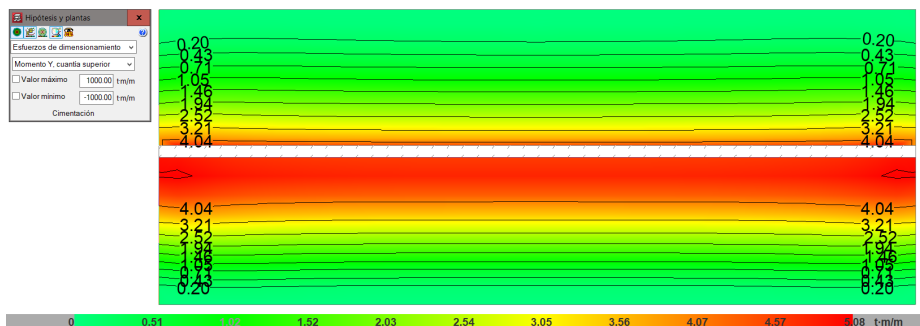
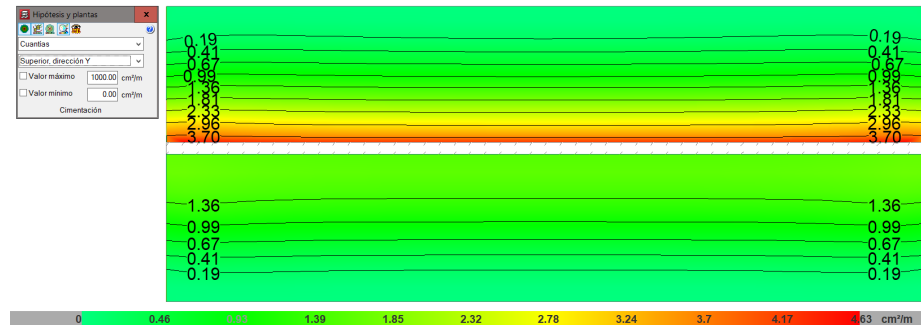
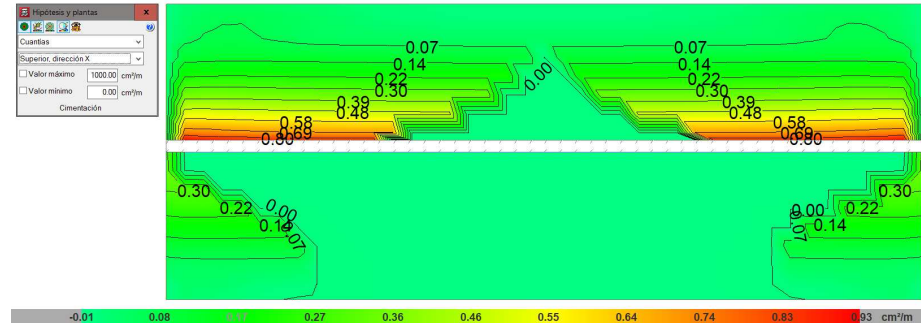
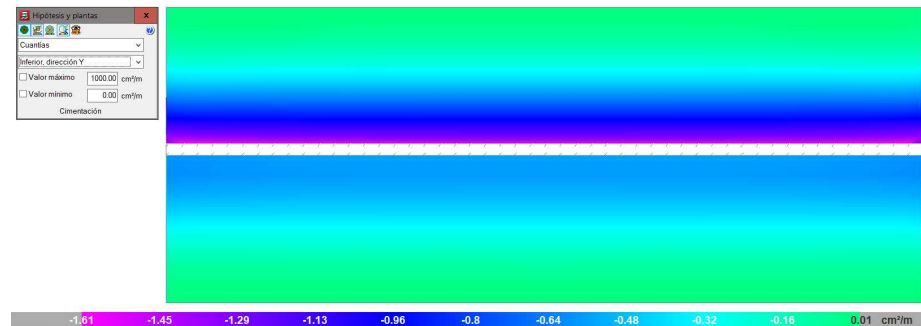
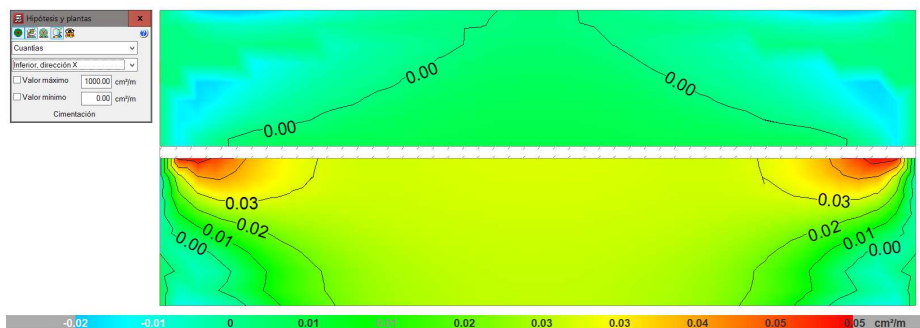
$$E_{d, desest} = (E_t + E_{sc}) \times 1.5 = 1.25$$

Dado que $E_{d, est} > E_{d, desest} \rightarrow$ CUMPLE

7.- RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL

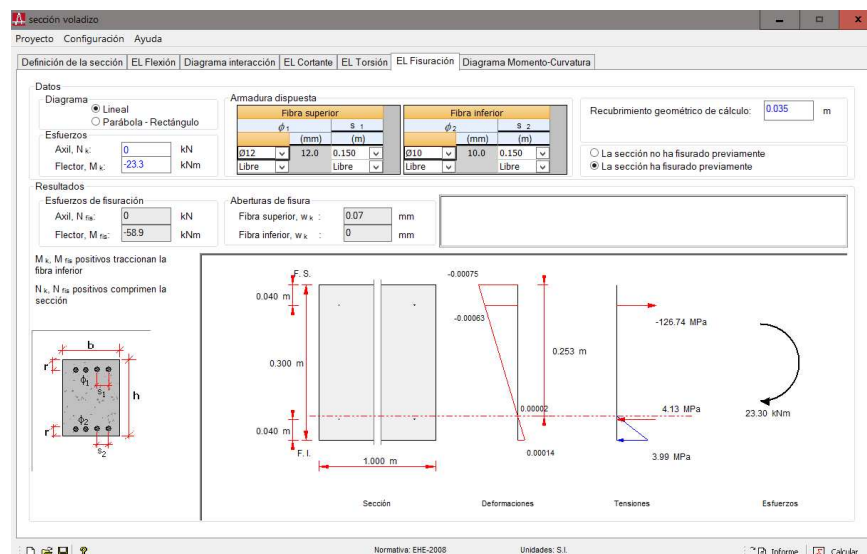
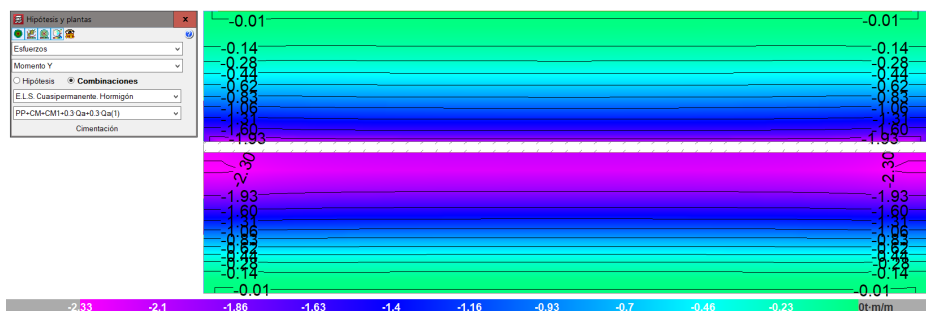
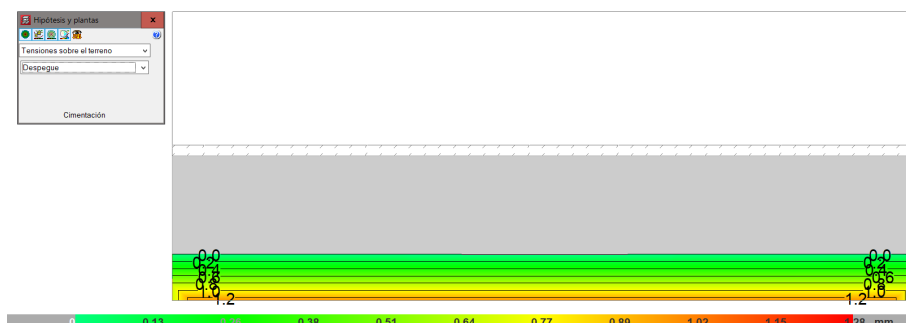
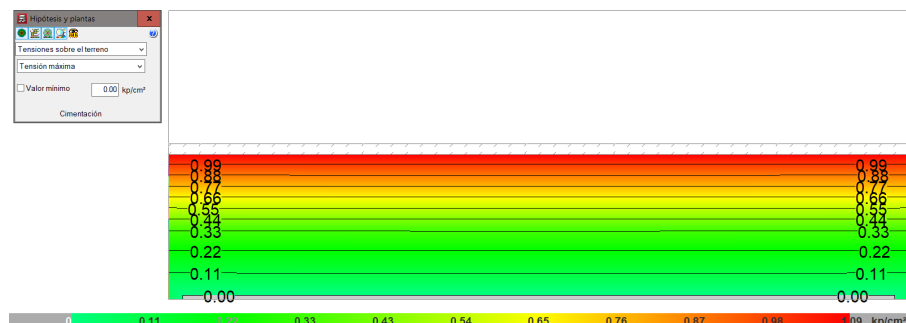
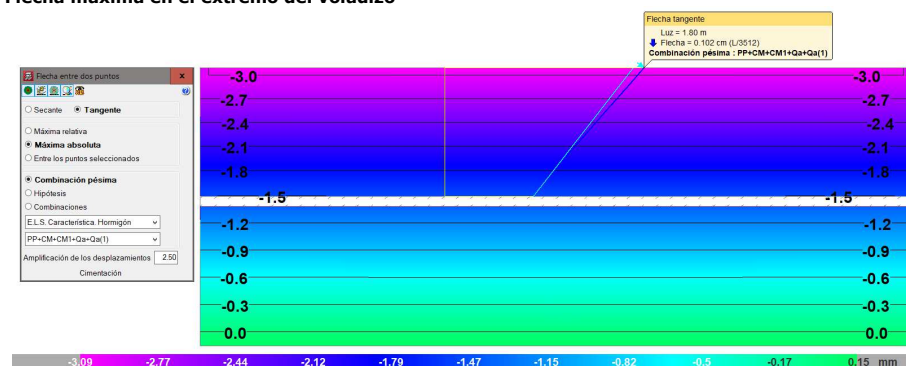
Esfuerzos de dimensionamiento (ELU)




Cuantías de armadura de cálculo


Armadura dispuesta

Armadura dispuesta	Voladizo	Contrapeso
Longitudinal inferior	φ 10 c/0,15	φ 12 c/0,15
Longitudinal superior	φ 10 c/0,15	φ 12 c/0,15
Transversal inferior	φ 10 c/0,15	φ 12 c/0,15
Transversal superior	φ 12 c/0,15	φ 12 c/0,15

Comprobación a fisuración del voladizo

Tensiones en el terreno

Flecha máxima en el extremo del voladizo


APÉNDICE N°8.2

Nota de Cálculo Muro de Escollera

