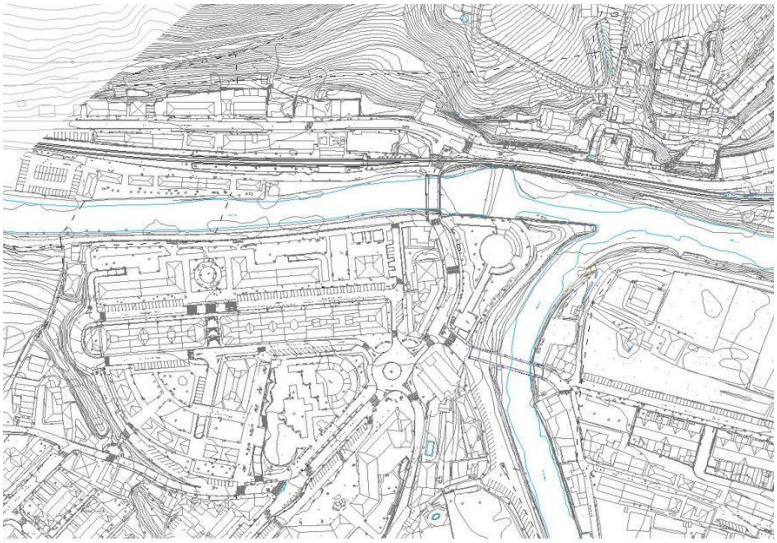
KREAN, S.COOP.



07.01 Eranskina. Egiturazko-kalkuluak. Murrua • Anejo 07.01. Cálculos estructurales. Muro

01_02_AN07_01_Calculos_Estruc_Muro_rev04.docx

Proyecto • Proiektua
PROYECTO DE DEFENSA CONTRA INUNDACIONES DEL RÍO CADAGUA A SU PASO POR SODUPE, EN EL T.M. DE GÜEÑES

Promotor • Sustatzailea
URAREN EUSKAL AGENTZIA ● AGENCIA VASCA DEL AGUA

Fecha • Data
Octubre/2024/Urria

Autor • Egilea
Juan Carlos Ovalle Cortissoz

ICCP

Inscrita en el Registro de Cooperativas de Euskadi, folio 534, asiento 1, número 96.0.011 • C.I.F.: F-20545018

Índice • aurkibidea

1. OBJETO 3
2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA 3
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN 4
4. MODELOS DE CÁLCULO 4
5. ANALISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO 5
5.1. PERIODO DE SERVICIO 5
5.2. CLASES DE EXPOSICIÓN 5
5.3. METODO DE DIMENSIONAMIENTO 6
6. CIMENTACIÓN 8
6.1. SISTEMA DE CIMENTACIÓN Y CONTENCIÓN ADOPTADO 8
6.1.1. Cimentación Superficial 8
6.1.2. Empujes Sobre Muros 8
6.1.3. Nivel Freático 8
7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES 9
7.1. ESTRUCTURA DE HORMIGON. CUMPLIMIENTO CÓDIGO ESTRUCTURAL 9
7.1.1. Acero (armaduras pasivas) 9
7.1.2. Hormigón in situ 9
7.1.3. Recubrimientos nominales del hormigón 9
7.1.4. Cuadro de características de materiales y especificaciones de control 10
8. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA 11
9. LISTADOS 12

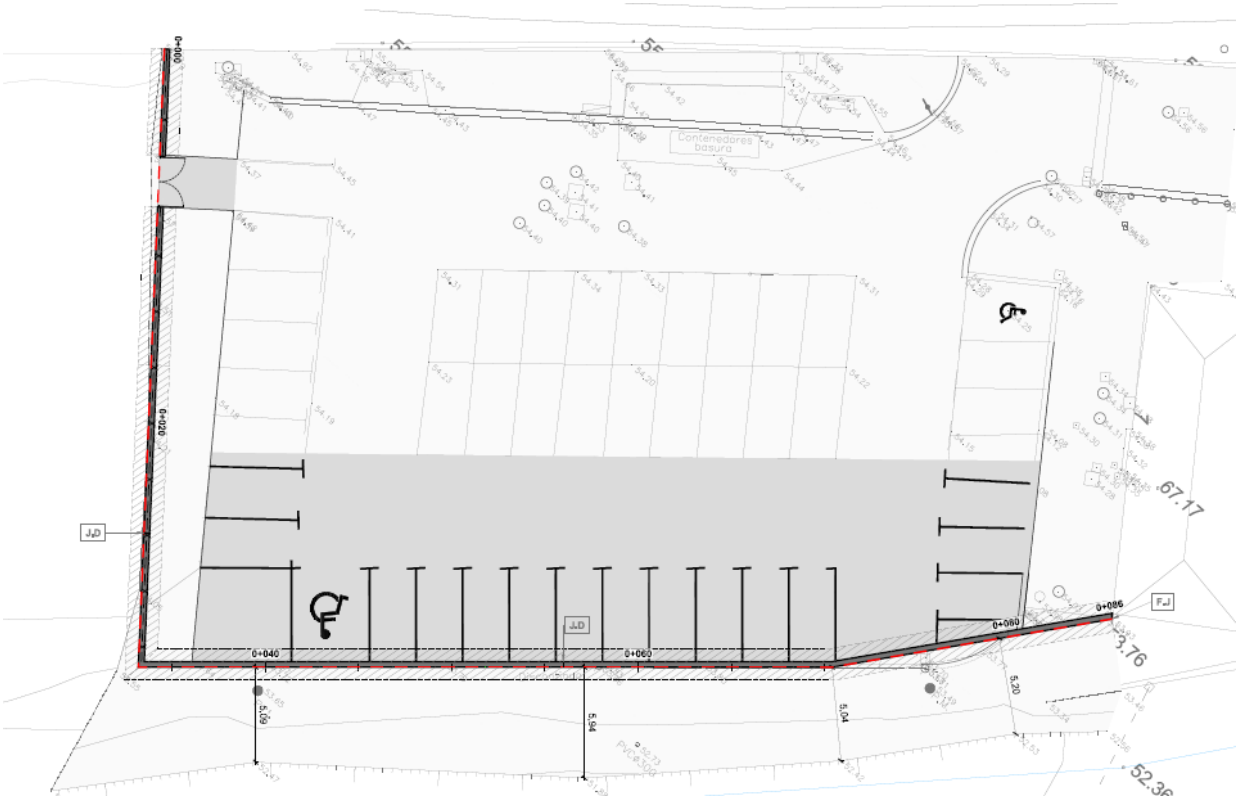
1. OBJETO

El objeto de esta memoria es la descripción de la solución adoptada para la cimentación y estructura del muro de defensa contra inundaciones de los ríos Cadagua y Herrerías a su paso por Sodupe.

La definición total de la estructura y cimentación a construir la forman además de ésta Memoria descriptiva, los Planos, Pliego de Condiciones y las Mediciones. Si de la lectura de los distintos documentos se dedujese alguna contradicción, corresponderá su aclaración a la Dirección Facultativa, no siendo válida ninguna interpretación dada por la Empresa Constructora, suponiendo válida alguna opción en oposición a las que la contradigan.

2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

La estructura es un muro en ménsula de defensa frente a avenidas del río y de una longitud total de 85,64m, dividido en dos tramos rectos de 33,18 + 52,46m, formando una L entre sí. Este muro está formado por un fuste de 30cm de espesor de hormigón y altura máxima hasta la cimentación de 215cm, y una zapata centrada de espesor 40 cm y una anchura de 170 cm. La altura vista del muro es de 135cm, con un relleno de trasdós e intradós variable entre 50 y 80cm. Para el cálculo se empleará la situación pésima, que considera una profundidad de zapata de 50cm, es decir, una altura hasta cimentación de 185cm.



3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Descripciones aplicables
Conjuntamente con el documento básico del CTE– Seguridad Estructural serán de aplicación en el presente proyecto, los siguientes:

		Procede	No Procede
DB-SE	Seguridad estructural:	☒	☐
DB-SE-AE	Acciones en la edificación	☒	☐
DB-SE-C	Cimentaciones	☒	☐
DB-SE-A	Estructuras de acero	☐	☒
DB-SE-F	Estructuras de fábrica	☐	☒
DB-SE-M	Estructuras de madera	☐	☒
NCSE-02	Norma de construcción sismorresistente	☐	☒
CodE-21	Código Estructural	☒	☐
DB-SI-6	Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego de la estructura	☐	☒

Para la redacción del presente anejo se han tenido presentes entre otros los criterios marcados por las Normas y Reglamentos vigentes, así como la siguiente literatura especializada:

- **Cálculo de estructuras de cimentación**. J. Calavera.
- **Muros de contención y muros de sótano**. J. Calavera.
- **NCSR-02 Norma de construcción sismorresistente.**
- **Hormigón armado**. Jiménez Montoya, Meseguer y Morán.
- **Guía de cimentaciones en obras de carreteras**. Ministerio de Fomento.

4. MODELOS DE CÁLCULO

El análisis de solicitaciones se realiza mediante un cálculo seccional en 2D, por métodos matriciales de rigidez, tomando todos los elementos que definen la estructura (pilares, vigas, correas y forjados).

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de la sección, para simular el comportamiento rígido longitudinal del muro, impidiendo los desplazamientos relativos entre los nudos del mismo (diafragma rígido).

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo en primer orden, en las comprobaciones frente a estados límite último y de servicio.

El análisis se lleva a cabo, por tanto, de acuerdo con hipótesis simplificadoras mediante modelos, congruentes entre sí, adecuados al estado límite a comprobar y de diferente nivel de detalle, que permiten obtener esfuerzos y desplazamientos en las piezas de la estructura y en sus uniones entre sí y con los cimientos.

Los cálculos se realizan a partir del programa informático Cype versión 2024.d de la empresa CYPE ingenieros, S.A en el que se introducen los diferentes modelos de cálculo para cubrir las distintas situaciones, específicamente su modelo de muros en ménsula.

De cara a adecuar correctamente a las cargas reales sobre la estructura se ha establecido un material ficticio sobre el terreno real, que ni pesa ni ejerce empujes (se puede observar en los listados) pero que permite introducir el nivel freático sobre el muro.

5. ANALISIS ESTRUCTURAL Y DIMENSIONADO

5.1. PERIODO DE SERVICIO

2.3 Vida útil

(1) Deberá especificarse la vida útil.

NOTA: Las categorías recogidas, a título indicativo, en la tabla 2.1 pueden emplearse también para determinar los comportamientos que dependan del tiempo (por ejemplo cálculos relativos a la fatiga). Véase también el Apéndice A.

Tabla 2.1 Vida útil nominal

Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos
1	10	Estructuras temporales(1)
2	10 a 25	Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo vigas carril, aparatos de apoyo
3	15 a 30	Estructuras agrícolas y similares
4	50	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes
5	100	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil

(1) Las estructuras o partes de estructuras que pueden desmontarse con vistas a ser reutilizadas no deben considerarse como temporales.

La vida útil asignada al edifico es de **100 años.**

5.2. CLASES DE EXPOSICIÓN

Tabla 27.1.a Clases de exposición relativas al hormigón estructural

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
1. Sin riesgo de ataque por corrosión		
X0	Para hormigón en masa: todas las exposiciones salvo donde haya ataque hielo/deshielo, abrasión o ataque químico. Para hormigón con armaduras en un ambiente muy seco.	Elementos de hormigón en masa. Elementos de hormigón en interiores de edificios con una humedad muy baja. (HR<45 %).
2. Corrosión inducida por carbonatación		
XC1	Seco o permanentemente húmedo.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad del aire baja. (HR<65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente sumergido en agua no agresiva.
XC2	Húmedo, raramente seco.	Elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o enterradas en suelos no agresivos (por ejemplo, cimentaciones).
XC3	Humedad moderada.	Elementos de hormigón armado o pretensado dentro de recintos cerrados (tales como edificios), con humedad media o alta. (HR>65 %). Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, protegidos de la lluvia.
XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).

- XC2 para la cimentación
- XC4 para el alzado del muro

5.3. METODO DE DIMENSIONAMIENTO

De acuerdo al CTE, seguridad estructural, el modelo de dimensionamiento utilizado de las secciones será el de los estados límite que se clasifican en:

-Estados Límite Último.

Conforme al artículo 3.3 del anejo 18 del CodE-21.

-Estados Limite de Servicio

Conforme al artículo 3.4 del anejo 18 del CodE-21.

En cuanto a los estados límites de servicio se realizan las siguientes comprobaciones:

- Deformaciones y flecha.

  1. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

  - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas;
  - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
  - c) 1/300 en el resto de los casos.

  2. Cuando se considere el confort de los usuarios, ante cualquier combinación de acciones característica y considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.

  3. Cuando se considere la apariencia de la obra, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

- Desplazamientos horizontales.

  El desplome es menor de:

  - Desplome total L/500
  - Desplome local L/250

- Durabilidad

  Se debe cumplir con los criterios de durabilidad del Código Estructural que se recogen en los Capítulos 9, 19 y 29.

- Fisuración.

  La comprobación de las condiciones de fisuración se realiza según lo establecido en el art. 7.3 del Código Estructural Los valores máximos de fisura utilizados, para la combinación cuasipermanente de acciones, son los siguientes:

27.2 Exigencias específicas de las estructuras de hormigón

Además de las exigencias generales indicadas en el Artículo 5, las aberturas características de fisura no serán superiores a las aberturas máximas de fisura, w_{max} que figuran en la tabla 27.2.

Tabla 27.2 Abertura máxima de la fisura

Clase de exposición	w_{max} (mm)	
	Hormigón armado (para la combinación cuasi permanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0(2), XC1(2)	0,4	0,2
XC2, XC3, XF1,XF3,XC4	0,3	0,2 (1)
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1(3)	0,2	Descompresión
XS3, XA2(3), XA3(3)	0,1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasi-permanente de acciones.

(2) Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable.

(3) La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura.

Clase de exposición	Abertura máxima W_{max} (mm)	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado
XC2 / XC4	0,3	0,2

- Efectos reológicos.

Se deben considerar, generalmente, los efectos estructurales producidos por el comportamiento reológico del hormigón, tales como la variación de deformaciones o de esfuerzos, en condiciones de servicio.

6. CIMENTACIÓN

De acuerdo al documento DB-SE-C del CTE, Cimentaciones.

6.1. SISTEMA DE CIMENTACIÓN Y CONTENCIÓN ADOPTADO

En los apartados siguientes se reflejan los parámetros del terreno más significativos en el cálculo de las cimentaciones y contenciones, obtenidos a partir del estudio geotécnico. Se toma una tensión admisible de 0.15MPa que se estima suficientemente conservadora. Aun así, el cálculo ofrece valores medios menores a 0.1 MPa. Si se observan durante la ejecución blandones, o terrenos inapropiados, se deberá sanear dicho terreno por uno adecuado.

6.1.1. Cimentación Superficial

Presión de diseño	150 kN/m^2
Módulo de balasto mínimo	357000 kN/m^3

6.1.2. Empujes Sobre Muros

Densidad aparente	20 kN/m^3
Densidad sumergida	10 kN/m^3
Angulo de rozamiento interno	32 º
Cohesión	5 kN/m^2
Tipo de empuje considerado	Activo
Carga uniforme en coronación de muro	Ninguna
Drenaje en trasdós de muro	No
Nivel freático considerado	No

6.1.3. Nivel Freático

Profundidad y condiciones del agua freática	Hasta coronación de muro
Cargas de nivel freático considerado	Si

7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

7.1. ESTRUCTURA DE HORMIGON. CUMPLIMIENTO CÓDIGO ESTRUCTURAL

7.1.1. Acero (armaduras pasivas)

CÓDIGO ESTRUCTURAL	**Acero pasivo**
Designación *(art. 34.2)*	B-500-S
Limite elástico f_y en N/mm^2 *(art.34.2)*	>=500 N/mm2
Diagrama tensión deformación *(anejo 19-3.1.7)*	Diagrama parábola-rectangulo
Coeficientes parciales de seguridad γs *(anejo 19-tabla A19.2.1)*	situación persistente o transitoria: 1,15 situación accidental: 1.00
Control de las armaduras *(art. 58 y 59)*	-Distintivo de calidad oficial del fabricante (sello aenor) y/o Marcado CE -Barras o rollos de acero soldable conforme con UNE-EN 10080 -Barras en posesión de un certificado de adherencia a partir del método general (ensayo de la viga) del anejo C de la norma UNE-EN 10080(art. 34.2 del CodE-21)

7.1.2. Hormigón in situ

CÓDIGO ESTRUCTURAL	**Cimentación**	**Fuste de muro**
Designación *(art. 33.6)*	HRA-30/F/20/XC2	HRA-30/F/20/XC4
Resistencia característica *(art. 43. Tabla 43.2.1b)*	30 N/mm2	
Diagrama tensión deformación *(anejo 19-3.1.7)*	Diagrama parábola-rectangulo	
Módulo de deformación longitudinal	$E_{0,28}$ =28.576,79 N/mm^2	
Coeficiente de dilatación térmica	1*10-5 m/mºC	
Nivel de control *(art. 57.5.3)*	Estadístico	
Coeficientes parciales de seguridad γs *(anejo 19-Tabla A19.2.1)*	situación persistente o transitoria: 1,50 situación accidental: 1.30	
Forma de elaboración	En central	

7.1.3. Recubrimientos nominales del hormigón

En cimentaciones y contenciones:

Hormigonados contra terreno	70 mm
Con solera de asiento o encofrado	40 mm

Verificación de los recubrimientos mínimos para la durabilidad según la clase de exposición (*Código Estructural. Artículo 44.2.1,44.4 y 44.5. Tablas 44.2.1.1.A y 44.2.1.1.B*)

Verificación de los recubrimientos mínimos para la resistencia al fuego según Anejo 20 4.4.1 del código estructural y Anejo C del *DB.SI. Seguridad en caso de incendio.*

7.1.4. Cuadro de características de materiales y especificaciones de control

CARACTERISTICAS DEL HORMIGÓN Y ESPECIFICACIONES DE CONTROL			**LOCALIZACION**			
			GENERAL	**ELEMENTOS QUE VARÍAN**		
COMPONENTES	CEMENTO: (Tipo, Clase y Características art. 28)		CEM II-32.5			
	AGUA: (Cumplirá lo especificado en art. 29)					
	ARIDO (art. 30)	*Designación Naturaleza*	12/20-T Caliza			
		Tamaño Máximo (mm)	20			
	ADITIVOS: (art. 31)					
	ADICIONES: (art. 32)					
HORMIGON	TIPIFICACION: (art. 33.6)		HRA-30/F/20/XC4			
	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA: (art. 33.4)		30 N/mm^2			
	CONSISTENCIA / ASENTAMIENTO CONO (art.33.5)		Fluida/ 10-15 cm			
	CONTENIDO DE CEMENTO: (art. 43.2.1-Tabla 43.2.1.a)		300 kg/m^3			
	MAXIMA RELACION A/C: (art. 43.2.1-Tabla 43.2.1.a)		0.55			
	VALOR NOMINAL RECUBRIMIENTOS: (anejo 19-artículo 4.4.1)		40 mm			
	MODALIDAD CONTROL RESISTENCIA (Art.57.5.3)		Estadístico			
	COEFICIENTE PARCIAL SEGURIDAD γ_C: (*anejo 19-Tabla A19.2.1*)		1.5			
	ELEMENTOS PREFABRICADOS		Según ficha de autorización de uso del fabricante y/o marcado CE de producto			

ACERO	DESIGNACION: (art. 34.2)	B-500S/B-500T			
	COEFICIENTE PARCIAL SEGURIDAD γ_S: (anejo 19-tabla A19.2.1)	1.15 Accidental-1			
	CONTROL (art. 58 y 59)	Marcado CE Certificado de adherencia s/método general			

ESPECIFICACIONES DE CONTROL EN LA EJECUCION	TIPO DE ACCION			
	PERMANENTES	PERMANENTES VALOR NO CTE.		OTRAS
NIVEL DE CONTROL: (art. 22.4)				
COEFICIENTES (γG, γG* , γQ):	1.35	1.5	1.5	

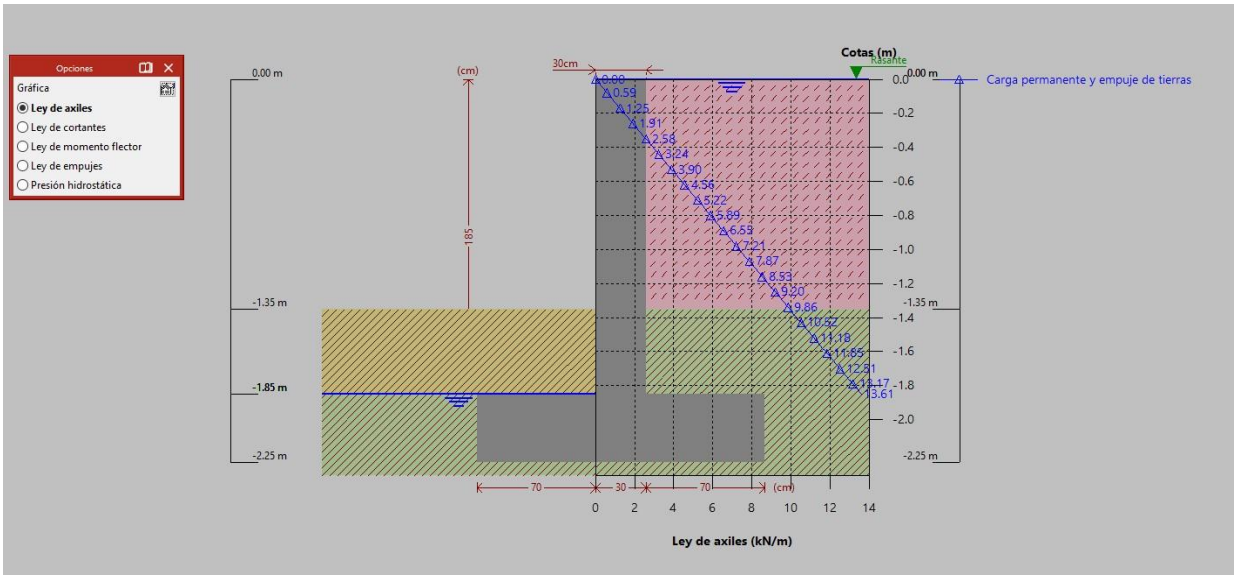
8. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo al documento DB-SI-6 del CTE y a los anejos C, D, E y F del mismo documento.

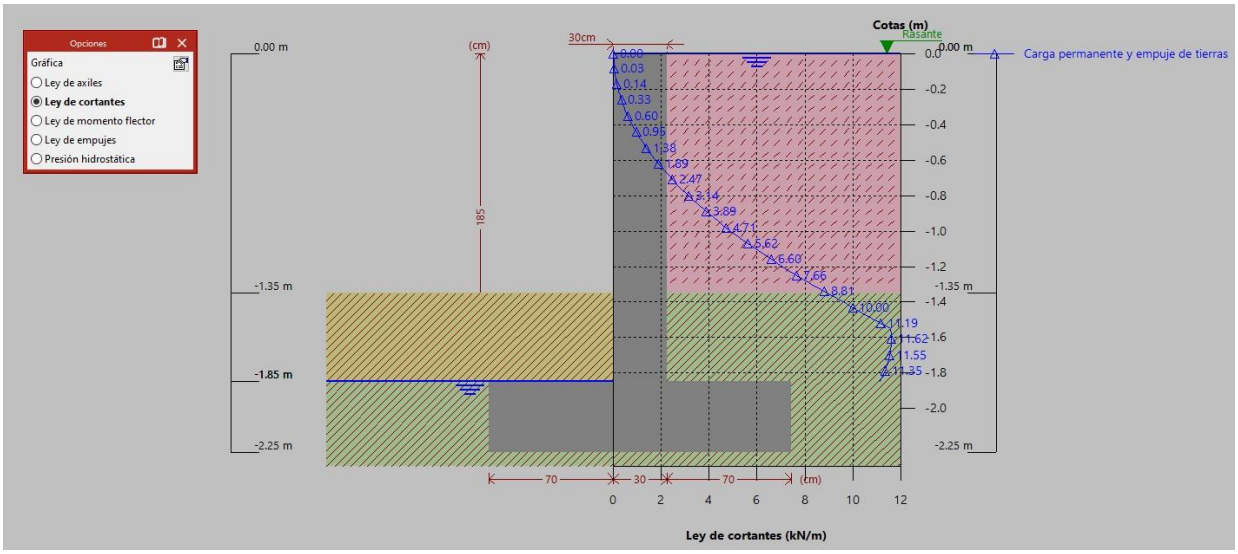
Según el Código Estructural, en el caso de estructuras de hormigón que puedan estar sometidas a la acción del fuego, se estará a lo dispuesto en el Anejo 20.

En el caso del muro de defensa, al tratarse de una estructura exterior, no es necesario cumplir ninguna resistencia mínima al fuego.

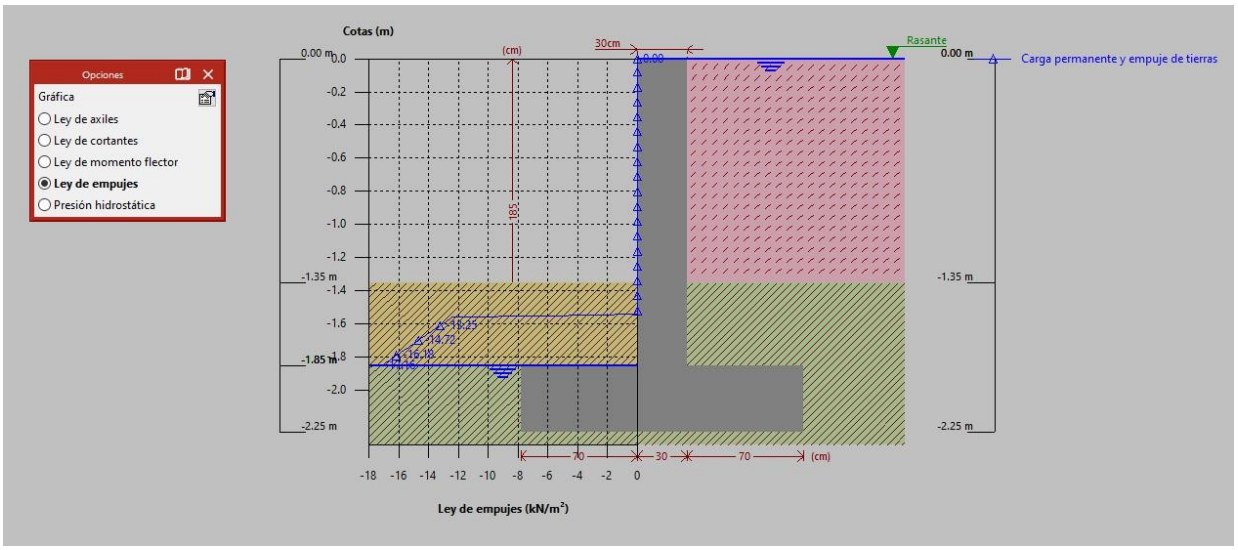
9. LISTADOS



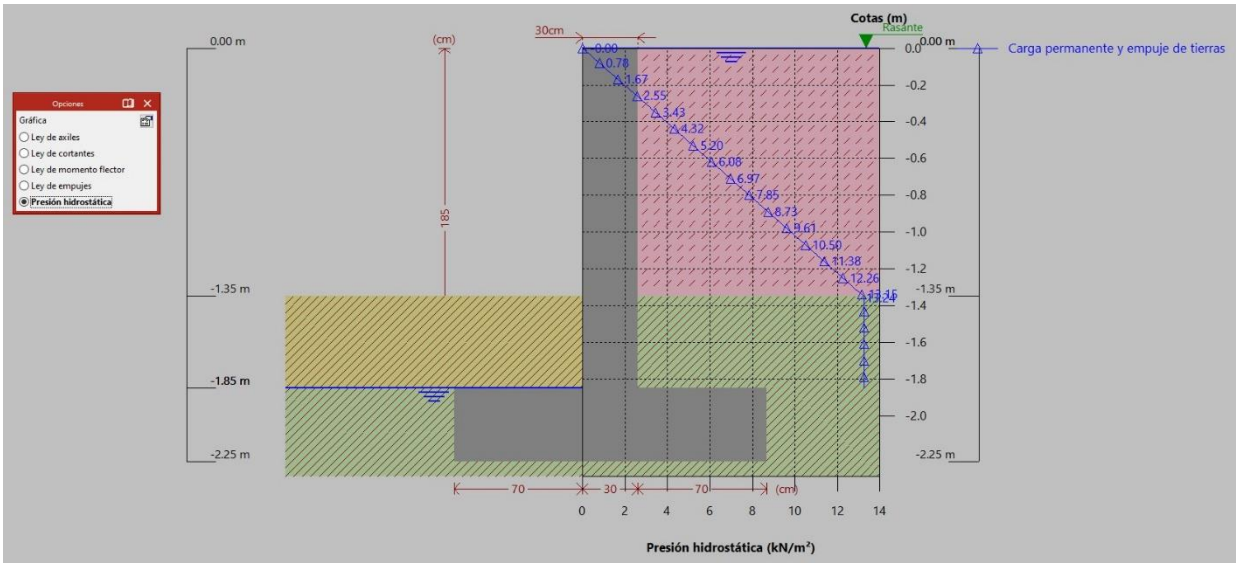
Ley de axiles



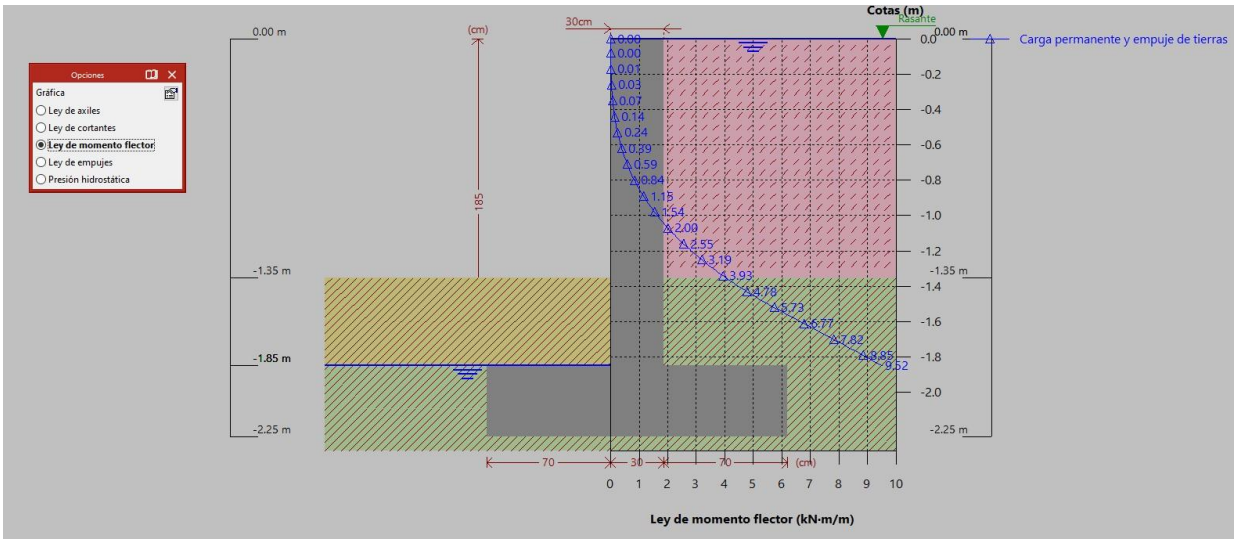
Ley de cortantes



Ley de empujes del terreno



Ley de presión hidrostática



Ley de momentos flectores

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES..... 2
2. ACCIONES..... 2
3. DATOS GENERALES..... 2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO..... 2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO..... 3
6. GEOMETRÍA..... 3
7. ESQUEMA DE LAS FASES..... 4
8. RESULTADOS DE LAS FASES..... 4
9. COMBINACIONES..... 5
10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO..... 5
11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA..... 5
12. MEDICIÓN..... 8

1. NORMA Y MATERIALES

Norma: EHE-08 (España)
Hormigón: HA-30, Yc=1.5
Acero de barras: B 500 S, Ys=1.15
Tipo de ambiente: Clase IIIa
Recubrimiento en el intradós del muro: 4.0 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro: 4.0 cm
Recubrimiento superior de la cimentación: 4.0 cm
Recubrimiento inferior de la cimentación: 4.0 cm
Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
Tamaño máximo del árido: 20 mm

2. ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo
Empuje en el trasdós: Activo

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 10.00 m
Sin juntas de retracción
Tipo de cimentación: Zapata corrida

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
Evacuación por drenaje: 0 %
Porcentaje de empuje pasivo: 50 %
Cota empuje pasivo: 0.20 m
Tensión admisible: 0.150 MPa
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

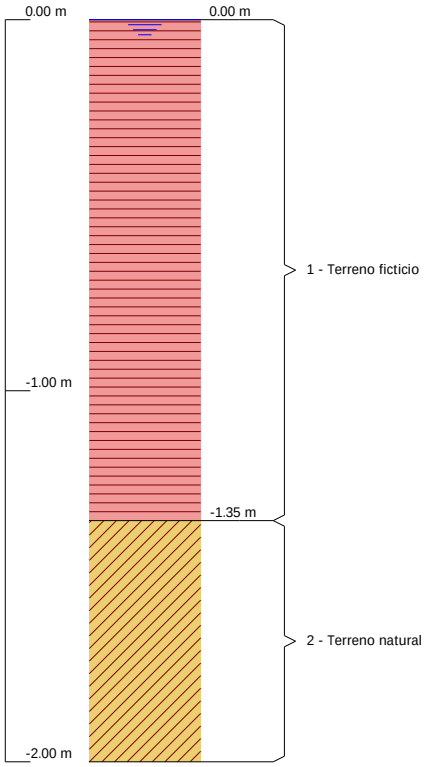
ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficientes de empuje
1 - Terreno ficticio	0.00 m	Densidad aparente: 5.00 kN/m³ Densidad sumergida: 1.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 45.00 grados Cohesión: 100.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.17 Pasivo intradós: 5.83
2 - Terreno natural	-1.35 m	Densidad aparente: 18.50 kN/m³ Densidad sumergida: 8.50 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 5.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Pasivo intradós: 3.25

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coeficientes de empuje
Relleno	Densidad aparente: 20.00 kN/m³ Densidad sumergida: 10.00 kN/m³ Ángulo rozamiento interno: 32.00 grados Cohesión: 5.00 kN/m²	Activo trasdós: 0.31 Pasivo intradós: 3.25

5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

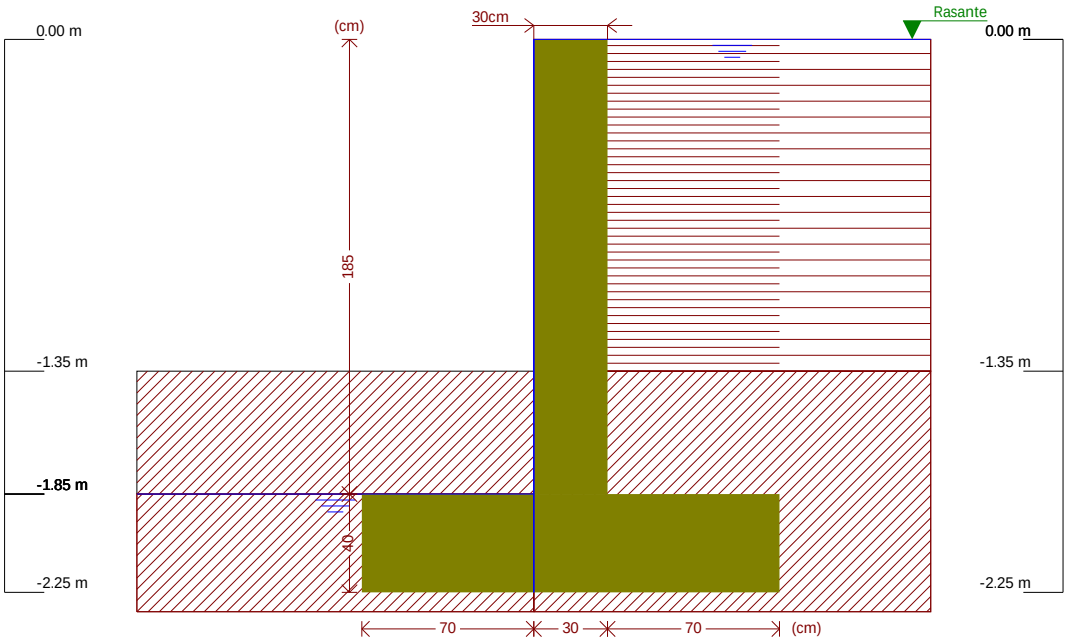
MURO

Altura: 1.85 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 30.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 70.0 / 70.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

7. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Fase	Con nivel freático trasdós hasta la cota: 0.00 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.85 m

8. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m²)	Presión hidrostática (kN/m²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
-0.17	1.25	0.14	0.01	0.00	1.67
-0.35	2.58	0.60	0.07	0.00	3.43
-0.53	3.90	1.38	0.24	0.00	5.20
-0.71	5.22	2.47	0.59	0.00	6.97
-0.89	6.55	3.89	1.15	0.00	8.73
-1.07	7.87	5.62	2.00	0.00	10.50
-1.25	9.20	7.66	3.19	0.00	12.26
-1.43	10.52	10.00	4.78	0.00	13.24
-1.61	11.85	11.62	6.77	-13.25	13.24
-1.79	13.17	11.35	8.85	-16.18	13.24
Máximos	13.61 Cota: -1.85 m	11.62 Cota: -1.61 m	9.52 Cota: -1.85 m	0.00 Cota: 0.00 m	13.24 Cota: -1.36 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-17.16 Cota: -1.85 m	-0.00 Cota: 0.00 m

9. COMBINACIONES

HIPÓTESIS

1 - Carga permanente
2 - Empuje de tierras

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00
2	1.35	1.00
3	1.00	1.50
4	1.35	1.50

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

	Hipótesis	
Combinación	1	2
1	1.00	1.00

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 20 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø12c/20 Solape: 0.5 m	Ø12c/20	Ø12c/20 Solape: 0.5 m	Ø12c/20

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	Ø12c/20	Ø12c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 30 / 30 cm
Inferior	Ø12c/20	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm
Longitud de pata en arranque: 30 cm		

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: Modelo original		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*	Máximo: 368.2 kN/m Calculado: 16.7 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)*	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1* - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 18.8 cm Calculado: 18.8 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1* - Trasdós:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	 Cumple

Referencia: Muro: Modelo original		
Comprobación	Valores	Estado
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0016	
- Trasdós (-1.85 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
- Intradós (-1.85 m):	Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)*	Mínimo: 0.00037	
- Trasdós:	Calculado: 0.00188	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.85 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-1.85 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00184 Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.85 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.00027 Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-1.85 m): *Norma EHE-08. Artículo 42.3.3*	Mínimo: 0 Calculado: 0.00188	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma EHE-08. Artículo 69.4.1*	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 17.6 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 181.8 kN/m Calculado: 17.4 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: *Norma EHE-08. Artículo 49.2.3*	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-08. Artículo 69.5.2*	Calculado: 0.5 m	
- Base trasdós:	Mínimo: 0.42 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Calculado: 20 cm	
- Trasdós:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano".*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 2.2 cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -1.85 m
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -1.85 m
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -1.85 m, Md: 14.28 kN·m/m, Nd: 13.61 kN/m, Vd: 16.72 kN/m, Tensión máxima del acero: 93.879 MPa

Referencia: Muro: Modelo original		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -1.60 m		

Referencia: Zapata corrida: Modelo original		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.57	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.1*	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 0.15 MPa Calculado: 0.0221 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.1875 MPa Calculado: 0.0505 MPa	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 5.65 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 0.35 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 0.76 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1*	Máximo: 227.3 kN/m	
- Trasdós:	Calculado: 7.3 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15.6 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma EHE-08. Artículo 69.5*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33.6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33.6 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1*	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Norma EHE-08. Artículo 58.8.2.*	Mínimo: Ø12	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple

Referencia: Zapata corrida: Modelo original		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.1*	Máximo: 30 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0009	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00141	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00141	Cumple
Cuantía mecánica mínima:	Calculado: 0.00141	
- Armadura longitudinal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00035	Cumple
- Armadura longitudinal superior: *Norma EHE-08. Artículo 55*	Mínimo: 0.00035	Cumple
- Armadura transversal inferior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00027	Cumple
- Armadura transversal superior: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.2*	Mínimo: 0.00013	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 5.23 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 11.33 kN·m/m		

12. MEDICIÓN

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x2.00 51x1.78	102.00 90.56
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	10x9.86 10x8.75	98.60 87.54
Armado base transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x2.00 51x1.78	102.00 90.56
Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	10x9.86 10x8.75	98.60 87.54
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)	2x9.86 2x8.75	19.72 17.51
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.95 51x1.73	99.45 88.30
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	9x9.86 9x8.75	88.74 78.79

Referencia: Muro		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Armadura superior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	51x2.15 51x1.91	109.65 97.35
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	9x9.86 9x8.75	88.74 78.79
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.13 51x1.00	57.63 51.17
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)	51x1.13 51x1.00	57.63 51.17
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	922.76 819.28	 819.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	1015.04 901.21	 901.21

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
Elemento	Ø12	HA-30, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: Muro	901.21	12.35	1.70
Totales	901.21	12.35	1.70