



## PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

SUPRESIÓN DEL PASO A NIVEL DE TORRETXO  
P.K. 37+154 DE LA LÍNEA BILBAO - DONOSTIA

ANEJO Nº 2. ESTRUCTURAS



■ CONTROL DE CALIDAD			
<b>DOCUMENTO</b>	ANEJO Nº 2: ESTRUCTURAS		
<b>CÓDIGO</b>	FM2147-PC-AX-02-DTE-Estructuras-Ed2.docx		
<b>EDICIÓN Nº</b>	2	<b>Fecha edición</b>	Junio 2024
<b>REVISIÓN Nº</b>	1	<b>Fecha revisión</b>	Junio 2024
<b>REALIZADO POR</b>	Nombre	JTS	Firma:
	Fecha	03/06/2024	
<b>REVISADO POR</b>	Nombre	ASE	Firma:
	Fecha	03/06/2024	
<b>APROBADO POR</b>	Nombre	JMH	Firma:
	Fecha	03/06/2024	

### REGISTRO DE MODIFICACIONES

EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1	Junio 2024			Edición para comentarios
2	Junio 2024			Revisión



## ■ ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA .....</b>	<b>1</b>
2.1. MARCO .....	1
2.2. ALETAS .....	2
<b>3. NORMATIVA UTILIZADA .....</b>	<b>2</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>3</b>
4.1. TIPO DE AMBIENTE SEGÚN NORMA EHE – 08. ....	3
4.2. HORMIGONES .....	3
4.3. ACERO .....	3
<b>5. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....</b>	<b>3</b>
5.1. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD .....	3
5.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD .....	3
<b>6. ACCIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>7. MODELOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE SECCIONES.....</b>	<b>7</b>
7.1. ESTRUCTURA METÁLICA .....	7
7.2. ALETAS .....	7
<b>APÉNDICE 1: MEMORIA DE CÁLCULO CAJÓN CERRADO EMPUJADO .....</b>	<b>28</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la descripción de los cálculos utilizados para la redacción del presente "Proyecto de Construcción de la supresión del paso a nivel de Torretxo".

En el mismo, se incluye la justificación del dimensionamiento del cajón empujado, así como las aletas de acompañamiento para la transición entre desmontes.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

### 2.1. MARCO

El marco consiste en un cajón de unas dimensiones interiores de 6,14 m de altura y 7,5 m de anchura de hormigón armado. El espesor de dintel y solera es de 0,90 m mientras que el de los hastiales es de 0,80 m.

El cajón está dimensionado y calculado para ser construido y empujado en sentido de avance de los PPKK mediante un muro de reacción. Por este cajón transcurrirá el vial carretero, mientras que por encima pasará la actual vía de Euskotren Bilbao – San Sebastián, habiéndose contemplado el futuro desdoblamiento de las vías.

Estás vías serán apeadas mediante paquetes de carriles situados sobre las traviesas. La longitud de los "paquetes de carril" deberá exceder en 4 m como mínimo, por cada lado, la longitud de la vía situada sobre el marco. Se utilizarán traviesas de madera en toda la longitud de la zona a apear, sustituyéndose en caso de ser de otro material las existentes.

Por cada hilo se dispondrán dos "paquetes de carril" de 54 kg/ml, uno exterior de 3 unidades en cualquier sección y otro interior de 3 unidades en cualquier sección.

Estos paquetes soportarán, mediante abrazaderas tipo "garrutti", unos cupones transversales de 1,30 m de 32 kg/ml y en posición invertida, sobre los que apoyar la vía a través de una placa de asiento con la cara superior inclinada con el mismo ángulo de la vía. Estos cupones se colocarán entre las traviesas distanciados entre sí 1,20 m, disponiendo las traviesas de madera con la cara superior plana, sin cajeos, y utilizando el mismo tipo de placa de asiento que para los cupones.

Durante el desplazamiento del marco, las vías se sustentarán mediante vigas de acero formadas cada una por dos perfiles HEM 240 ensamblados y apoyados en un extremo sobre la estructura mediante apoyos deslizantes y en el terreno subyacente a las vías o sobre elementos de reparto por el otro, en función de la capacidad del terreno para admitir las cargas que le sean transmitidas en condiciones de seguridad. Todos los elementos deberán soportar las cargas del ferrocarril para una velocidad de circulación reducida a 30 km/h, con deformaciones admisibles para la circulación y en condiciones de seguridad. La distancia máxima entre ejes de vigas será inferior a 3 m y se colocarán en dirección paralela al eje del marco.

En cuanto a la traslación del marco, se dispondrá de una central hidráulica y del número de pistones o gatos necesarios para suministrar una fuerza equivalente de 1,45 veces el peso del marco, aplicada en la superficie situada en los 0,40 m inferiores del canto de la losa inferior y en su parte posterior.

Adicionalmente, se deberá disponer de elementos distanciadores para trasladar el punto de apoyo de los pistones o gatos, en cantidad tal que pueda realizarse un desplazamiento del marco superior a 5 m con el uso de los mismos.

A medida que se desplace el marco, se construirá una prolongación del muro de reacción en tramos de 5 m de longitud máxima y anchura igual a la de la plataforma mediante una contralosa de 50 cm de espesor, pudiendo llegar a 1,2 m en caso necesario, con hormigón en masa dotado

de una acelerante de fraguado para obtener una resistencia de 120 kg/cm<sup>2</sup> en probeta cúbica a las 12 horas de edad, y reforzada en la zona de apoyo de los gatos.

Tanto la parte enterrada del muro de reacción como toda la superficie del trasdós del mismo, deberán ser hormigonadas contra el terreno natural.

Los taludes de excavación en durante el proceso de traslación se realizarán con una inclinación máxima de 45° y la arista superior deberá estar, en cualquier punto, a una distancia horizontal superior a 3 m del carril más próximo y de cualquier otra construcción o servicio cercano. Se considera una línea de abono durante la excavación que permita un sobreancho máximo de 30 cm, de cara al mortero para relleno marco – excavación estimado para garantizar el contacto marco – terreno.

## 2.2. ALETAS

Una vez ubicado el cajón en su posición definitiva, dará lugar el proceso de demolición de las aletas de avance para la ejecución de las aletas definitivas para la contención del terreno.

Estas aletas han sido dimensionadas para recibir la proyección de los taludes 3H:2V de los taludes definitivos, tanto los paralelos a la traza como los provenientes de la vía ferroviaria. En cuanto al dimensionado de los mismos, se ha tenido en cuenta la excavación necesaria en el entorno del marco para garantizar la plataforma del futuro desdoblamiento de vía, para evitar taludes excesivos al encontrarnos en trinchera.

Estas aletas han sido dimensionadas y definidas por los siguientes rangos:

- $H < 4$  m
- $4 \text{ m} < H < 5$  m
- $5 \text{ m} < H < 6$  m
- $6 \text{ m} < H < 7$  m

Son de hormigón armado y con forma de L, para evitar excavaciones adicionales sobre los taludes definitivos. En la medida de lo posible, estas aletas se cimentarán sobre los excesos de losa de marco resultantes del proceso de empuje.

Debido a que tanto por la solera del cajón como a través de las zapatas de las aletas interceptadas deberán discurrir unas conducciones de drenaje de Ø315 mm, se ha adoptado el criterio de espesores de zapata de aleta de 90 cm para poder permitir por su interior el paso de las conducciones.

Las aletas de avance de la estructura serán demolidas. En lo que respecta a las aletas de entrada, se demolerá la aleta del lado acera, manteniendo y prolongando la aleta izquierda.

Dado que para la excavación y ejecución de las aletas de mayor altura se requiere una excavación provisional forzada de 1H:1V, se dispondrá un sostenimiento mediante 10 cm de gunita en los primeros 5 m desde el entronque con el talud ferroviario.

## 3. NORMATIVA UTILIZADA

En la definición de las estructuras de este proyecto se han tenido en cuenta las normas e instrucciones y documentación de referencia que se relacionan a continuación:

- Código Estructural : R.D. 470/2021, de 29 de junio
- Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril (IAPF – 07).
- Norma de construcción sismorresistente (NCSP – 07), R.D. 997/2002 de 27 de Septiembre de 2002.



- CTE – SE – C. Seguridad Estructural Cimentaciones, Marzo 2.006.
- CTE – SE – A. Seguridad Estructural Acero, Enero 2.008.
- CTE – SE – AE. Seguridad Estructural Acciones en la edificación, Marzo 2.006.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

##### 4.1. TIPO DE AMBIENTE SEGÚN NORMA EHE – 08.

- Elementos en contacto con el terreno: (Tipo IIa + Qa)
- Cara inferior de dintel y cara superior de solera: Clase general de exposición con corrosión de origen diferente de los cloruros y humedad alta (Tipo IIa)

##### 4.2. HORMIGONES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CALIDAD DEL HORMIGÓN	F <sub>ck</sub> (Mpa)	γ <sub>c</sub>	R nom(mm)
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	HL-150/P/20	15	1,5	-
HORMIGÓN MARCO Y ALETAS	HA-30/B/20/XC2+XA1	30	1,5	45

##### 4.3. ACERO

- Acero para armaduras: B-500-S, f<sub>yk</sub>=500 Mpa, γ<sub>s</sub>=1.15

#### 5. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.

##### 5.1. NIVELES DE CONTROL DE CALIDAD

###### Control de ejecución

- Toda la obra Nivel de control NORMAL

###### Control de materiales

- Hormigón Nivel de control ESTADÍSTICO
- Acero en armaduras pasivas Nivel de control NORMAL
- Acero estructural Nivel de control NORMAL

##### 5.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Se siguen las prescripciones C.E. y del CTE-SE-A asumiendo los niveles de control señalados en el punto anterior. De acuerdo con ella, se señalan a continuación los coeficientes de seguridad y coeficientes de combinación que se utilizan en los cálculos y comprobaciones estructurales.

###### Estados límites últimos (ELU)

Los estados límites últimos se comprueban con los siguientes coeficientes de seguridad:

- Coeficientes de seguridad de los materiales (situación persistente o transitoria):
 

Hormigón	γ <sub>c</sub> = 1,50
Acero en armaduras pasivas	γ <sub>s</sub> = 1,15
Acero estructural	γ <sub>s</sub> = 1,05

■ Coeficientes de seguridad de los materiales (situación accidental):

Hormigón	$\gamma_c = 1,30$
Acero en armaduras pasivas	$\gamma_s = 1,00$
Acero estructural	$\gamma_s = 1,00$

■ Coeficientes de seguridad de las acciones (situación persistente o transitoria):

	<i>Efecto favorable</i>	<i>Efecto desfavorable</i>
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$

■ Coeficientes de seguridad de las acciones (situación accidental):

	<i>Efecto favorable</i>	<i>Efecto desfavorable</i>
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Acción		Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Permanente de valor no constante (G*)	Pretensado $P_1$	1,0	1,0 / 1,2 <sup>(1)</sup> / 1,3 <sup>(2)</sup>
	Pretensado $P_2$	1,0	1,35
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35
	Empuje del terreno	1,0	1,5
	Asientos	0	1,2 / 1,35 <sup>(3)</sup>
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

### Estados límites de servicio (ELS)

Los estados límites de servicio se comprueban con los siguientes coeficientes de seguridad:

	<i>Efecto favorable</i>	<i>Efecto desfavorable</i>
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

	Acción	Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente de valor constante (G)	Peso propio	1,0	1,0
	Carga muerta	1,0	1,0
Permanente de valor no constante (G')	Pretensado $P_1$	0,9 <sup>(1)</sup>	1,1 <sup>(1)</sup>
	Pretensado $P_2$	1,0	1,0
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,0
	Empuje del terreno	1,0	1,0
	Asientos	0	1,0
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,0
Variable (Q)	Sobrecarga de uso	0	1,0
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,0
	Acciones climáticas	0	1,0
	Empuje hidrostático	0	1,0
	Empuje hidrodinámico	0	1,0
	Sobrecargas de construcción	0	1,0

### Coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para la determinación de los valores de combinación de las acciones se adoptan los siguientes coeficientes.

Valor de combinación $\psi_0$	Valor frecuente $\psi_1$	Valor cuasi permanente $\psi_2$
0,60	0,50	0,20

## 6. ACCIONES

- PERMANENTES
  - Peso propio de estructura.
  - Carga muerta balasto 20 kN/m<sup>3</sup>
- VARIABLES
  - Sobrecarga UIC71 aplicada según IAPF-07
  - Empuje del terreno

## 7. MODELOS DE CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE SECCIONES

### 7.1. ESTRUCTURA METÁLICA

En lo que respecta al marco, se adjunta apéndice de memoria de cálculo del mismo en “Apéndice 1. Memoria de cálculo Cajón Cerrado Empujado”.

### 7.2. ALETAS

Las aletas han sido dimensionadas en función de los rangos de alturas definidos con anterioridad.

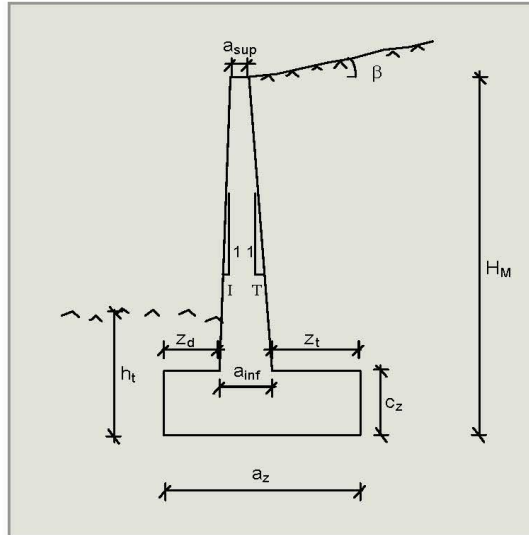
El dimensionamiento de estas secciones resistentes se han realizado con hojas de cálculo Excel desarrolladas por TYPESA, para la estabilidad geotécnica y estructural de los muros.

FM2147-TORRET XO-ALETA 4M

**CÁLCULO DE MURO MÉNSULA SEGÚN NORMA EHE 08**

**GEOMETRÍA**

$H_M =$	4.90 m
$a_{sup} =$	0.30 m
$a_z =$	3.00 m
$c_z =$	0.90 m
$I =$	0.00
$T =$	0.00
$a_{inf} =$	0.30 m
$Z_d =$	2.70 m
$Z_t =$	0.00 m



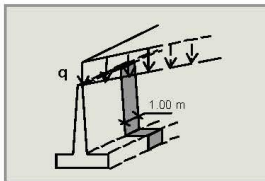
**CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO, RELLENO Y AGUA**

$h_t =$	0.90 m
$\beta =$	33.7 °
peso específico del relleno $\gamma_r =$	20 KN/m <sup>3</sup>
angulo de rozamiento del relleno $\phi_r =$	40 °
angulo de rozamiento contacto relleno-muro $\delta_M =$	13.3 °
angulo de rozamiento contacto terreno-muro $\delta_T =$	30 °
cohesión =	1.00 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{adm} =$	17.64 N/mm <sup>2</sup>
$f_p =$	1.25
$hw_T =$	0.00 m
$hw_{T'} =$	0.00 m

**Coefficientes de empuje activo (Coulomb)**

$K_{ah} =$	0.33	$K_{av} =$	0.08	(Para el trasdós inclinado en agotamiento y fisuración)
$K_{ah} =$	0.33	$K_{av} =$	0.08	(Para el trasdós vertical y para el trasdós inclinado en estabilidad)

**CARGAS**



**carga uniforme indefinida q**

$q_{cp} =$	0.0 KN/m.l. de talud
$q_{sc} =$	0.0 KN/m.l. de talud

**sismo**

coeficiente de aceleración horizontal $K_h =$	0.12
coeficiente de aceleración vertical $K_v =$	0.06
mayorar la parte sísmica del empuje de tierras por el coeficiente $\kappa =$	1.0

### TENSIONES EN EL TERRENO

$\sigma_{med} = 0.04 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{med})_{adm} = 17.64 \text{ N/mm}^2$       longitud comprimida  
 $\sigma_{m\acute{a}x} = 0.08 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{m\acute{a}x})_{adm} = 22.05 \text{ N/mm}^2$        $l_c = 2.92 \text{ m}$

### DESLIZAMIENTO Y VUELCO

$\gamma_d = 38.51$        $(\gamma_d)_{adm} = 1.50$   
 $\gamma_v = 1.87$        $(\gamma_v)_{adm} = 1.80$

considera empuje pasivo en puntera?   
 $K_p = 10.00$   
 peso específico del terreno  $\gamma_T = 18.00 \text{ KN/m}^3$

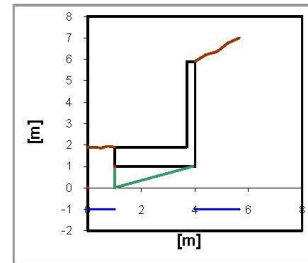
### MATERIALES Y CLASE DE EXPOSICIÓN

HORMIGÓN EN ZAPATA HA-30  
 HORMIGÓN EN ALZADOS HA-30  
 $\gamma_c = 1.50$   
 ACERO B500 S  
 $\gamma_s = 1.15$   
 recubrimiento zapata (\*) = 0.05 m  
 recubrimiento alzado (\*) = 0.05 m

(\*) recubrimiento mecánico a eje de armadura longitudinal. Este valor se utilizará para cálculos de flexión/flexocompresión, cortante y ancho de fisura característico

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ZAPATA Qa  
 CLASE DE EXPOSICIÓN EN ALZADOS Qa

### comprobación de la geometría y ley de tensiones



### COEFICIENTES DE MAYORACIÓN PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
EMPUJE DE TIERRAS	1.00	1.50	1.00	1.00
EMPUJE DE AGUA	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	----	----	1.00	1.00

### CÁLCULO A FLEXIÓN DE ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

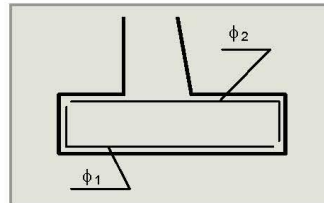
Md= 180.4 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.7 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_1$ (mm)	16
sep(m)	0.150
$A_{disp}$	13.4 cm <sup>2</sup> /m.a.

#### zarpa trasera rígida

Md= 0.0 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.7 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_2$ (mm)	16
sep(m)	0.150
$A_{disp}$	13.4 cm <sup>2</sup> /m.a.



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

M= 122.3 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm No hay fisuración

#### zarpa trasera rígida

M= 0.0 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ZAPATA

#### en zarpa delantera

d= 0.86 m  
 $\xi$ = 1.48  
 $\rho_l$ = 0.0016  
 $V_{cu}$ = 423.15 KN  
 $V_d$ = 3544.43 KN  
 $A_{sv,nec}$ = 965.8 cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.150
número/m.a.	1	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

#### en zarpa trasera

d= 0.86 m  
 $\xi$ = 1.48  
 $\rho_l$ = 0.0016  
 $V_{cu}$ = zarpa rígida KN  
 $V_d$ = KN  
 $A_{sv,nec}$ = cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.250	0.400
número/m.a.	0	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	



### CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN DE ALZADO

En base de alzado (z=0)

Para  $M_d = 106.3$  mKN

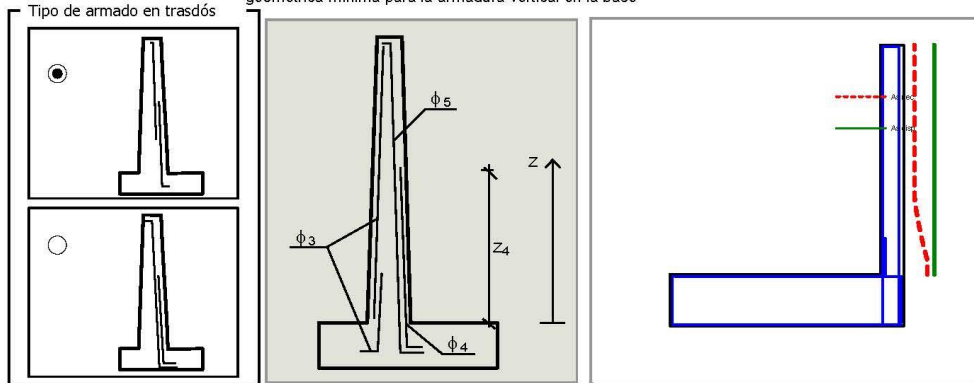
y máximo  $N_d = 30.0$  KN  $A_{nec} = 10.3$  cm<sup>2</sup>/m.a.

Familia	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$
$\phi$ (mm)	12	0	16
sep(m)	0.150	0.150	0.150
$A_{disp}^{(*)}$	7.5	13.4	

cm<sup>2</sup>/m.a.

Intervalos de armadura	
Z <sub>4</sub> (m)	3.00
Z <sub>5</sub> (m)	0.00

(\*) Se ha comprobado que se supera la cuantía geométrica mínima para la armadura vertical en la base



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ALZADO

En z= 0.0 m

h= 0.30 m

M= 70.86 mKN

N= 30.00 KN

$w_{adm} = 0.20$  mm

$w_{m\acute{a}x} = 0.20$  mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ALZADO

en base de muro

d= 0.26 m

$\xi = 1.89$

$\rho_f = 0.005$

$\sigma'_{cd} = 0.10$  N/mm<sup>2</sup>

$V_{cu} = 184.65$  KN

$V_d = 79.62$  KN

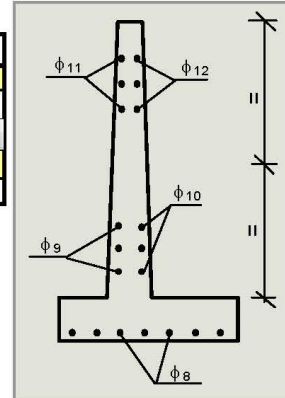
$A_{sv,nec} = 0.0$  cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.200
número/m.a.	0	0
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

### RESTO DE ARMADURA EN ZAPATA Y ALZADO

Familia	$\phi_8$	$\phi_9 + \phi_{10}$	$\phi_{11} + \phi_{12}$
Cuantía geom.(%)	0.9	1.5	1.6
Aneq <sup>(*)</sup> (cm <sup>2</sup> )	8.1	4.5	4.8
$\phi$ (mm)	12	12	12
sep(m)	0.150	0.150	0.150
Adisp (cm <sup>2</sup> )	7.5	15.1	15.1

(\*) Armadura necesaria estrictamente por cuantía geométrica



FM2147-TORRETZO-ALETA 5M

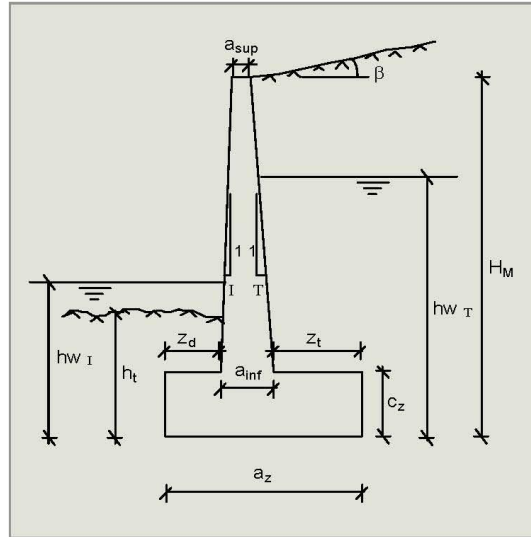
**CÁLCULO DE MURO MÉNSULA SEGÚN NORMA EHE 08**

**GEOMETRÍA**

$H_M =$	5.90 m
$a_{sup} =$	0.30 m
$a_z =$	3.40 m
$c_z =$	0.90 m
$I =$	0.00
$T =$	0.06
$a_{inf} =$	0.60 m
$z_d =$	2.80 m
$z_t =$	0.00 m

**CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO, RELLENO Y AGUA**

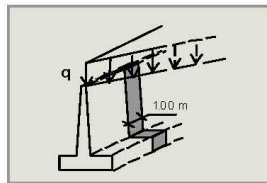
$h_t =$	0.90 m
$\beta =$	33.7 °
peso específico del relleno $\gamma_r =$	20 KN/m <sup>3</sup>
ángulo de rozamiento del relleno $\phi_r =$	40 °
ángulo de rozamiento contacto relleno-muro $\delta_M =$	13.3 °
ángulo de rozamiento contacto terreno-muro $\delta_T =$	30 °
cohesión =	1.00 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{adm} =$	17.64 N/mm <sup>2</sup>
$f_p =$	1.25
$hw_I =$	0.00 m
$hw_T =$	0.00 m



**Coefficientes de empuje activo (Coulomb)**

$K_{ah} =$	0.37	$K_{av} =$	0.11 (Para el trasdós inclinado en agotamiento y fisuración)
$K_{ah} =$	0.33	$K_{av} =$	0.08 (Para el trasdós vertical y para el trasdós inclinado en estabilidad)

**CARGAS**



**carga uniforme indefinida q**

$q_{cp} =$	0.0 KN/m.l. de talud
$q_{sc} =$	0.0 KN/m.l. de talud

**sismo**

coeficiente de aceleración horizontal $K_h =$	0.12
coeficiente de aceleración vertical $K_v =$	0.06
mayorar la parte sísmica del empuje de tierras por el coeficiente $\kappa =$	1.0

### TENSIONES EN EL TERRENO

$\sigma_{med} = 0.05 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{med})_{adm} = 17.64 \text{ N/mm}^2$       longitud comprimida  
 $\sigma_{m\acute{a}x} = 0.10 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{m\acute{a}x})_{adm} = 22.05 \text{ N/mm}^2$        $l_c = 3.40 \text{ m}$

### DESPLAZAMIENTO Y VUELCO

$\gamma_d = 30.31$        $(\gamma_d)_{adm} = 1.50$   
 $\gamma_v = 1.93$        $(\gamma_v)_{adm} = 1.80$

considera empuje pasivo en puntera?

$K_p = 10.00$

peso específico del terreno  $\gamma_T = 18.00 \text{ KN/m}^3$

### MATERIALES Y CLASE DE EXPOSICIÓN

HORMIGÓN EN ZAPATA HA-30 ▼

HORMIGÓN EN ALZADOS HA-30 ▼

$\gamma_c = 1.50$

ACERO B 500 S ▼

$\gamma_s = 1.15$

recubrimiento zapata (\*) = 0.05 m

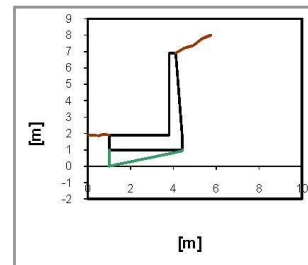
recubrimiento alzado (\*) = 0.05 m

(\*) recubrimiento mecánico a eje de armadura longitudinal. Este valor se utilizará para cálculos de flexión/flexocompresión, cortante y ancho de fisura característico

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ZAPATA  $Q_a$  ▼

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ALZADOS  $Q_a$  ▼

### comprobación de la geometría y ley de tensiones



### COEFICIENTES DE MAYORACIÓN PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
EMPUJE DE TIERRAS	1.00	1.50	1.00	1.00
EMPUJE DE AGUA	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	----	----	1.00	1.00

### CÁLCULO A FLEXIÓN DE ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

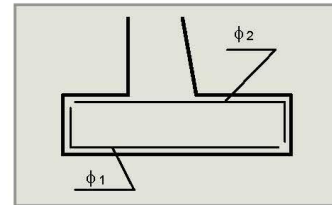
Md= 327.6 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.6 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_1$ (mm)	16
sep(m)	0.150
Adisp	13.4 cm <sup>2</sup> /m.a.

#### zarpa trasera rígida

Md= 0.0 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.6 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_2$ (mm)	16
sep(m)	0.150
Adisp	13.4 cm <sup>2</sup> /m.a.



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

M= 221.2 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm No hay fisuración

#### zarpa trasera rígida

M= 0.0 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ZAPATA

#### en zarpa delantera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0016  
 $V_{cu}$ = 421.28 KN  
 $V_d$ = 155.93 KN  
 $A_{sv,nec}$ = 0.0 cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.150
número/m.a.	1	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

#### en zarpa trasera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0016  
 $V_{cu}$ = zarpa rígida KN  
 $V_d$ = KN  
 $A_{sv,nec}$ = cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.250	0.400
número/m.a.	0	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

**CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN DE ALZADO**

En base de alzado (z=0)

Para  $M_d = 230.2$  mKN

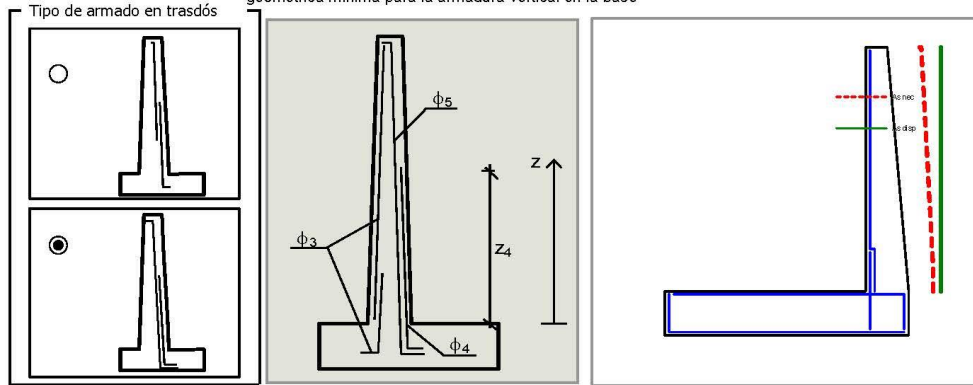
y máximo  $N_d = 55.3$  KN  $A_{nec} = 10.1$  cm<sup>2</sup>/m.a.

Familia	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$
$\phi$ (mm)	16	0	16
sep(m)	0.150	0.150	0.150
$A_{disp}^{(*)}$	13.4	13.4	

cm<sup>2</sup>/m.a.

Intervalos de armadura	
Z <sub>4</sub> (m)	3.00
Z <sub>5</sub> (m)	0.00

(\*) Se ha comprobado que se supera la cuantía geométrica mínima para la armadura vertical en la base



**COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ALZADO**

En z= 0.0 m

h= 0.60 m

M= 153.50 mKN

N= 55.31 KN

$w_{adm} = 0.20$  mm

$w_{m\acute{a}x} = 0.00$  mm

**COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ALZADO**

en base de muro

d= 0.53 m

$\xi = 1.61$

$\rho_l = 0.003$

$\sigma'_{cd} = 0.09$  N/mm<sup>2</sup>

$V_{cu} = 316.18$  KN

$V_d = 124.52$  KN

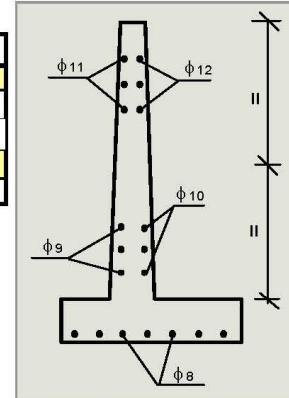
$A_{sv,nec} = 0.0$  cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.200
número/m.a.	0	0
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

**RESTO DE ARMADURA EN ZAPATA Y ALZADO**

Familia	$\phi_8$	$\phi_9 + \phi_{10}$	$\phi_{11} + \phi_{12}$
Cuántia geom.(‰)	0.9	1.5	1.6
Aneq <sup>(*)</sup> (cm <sup>2</sup> )	8.1	7.5	7.2
$\phi$ (mm)	16 ▼ 12 ▼ 12 ▼	12 ▼ 12 ▼	12 ▼ 12 ▼
sep(m)	0.150	0.150	0.150
Adisp (cm <sup>2</sup> )	13.4	15.1	15.1

(\*) Armadura necesaria estrictamente por cuantía geométrica

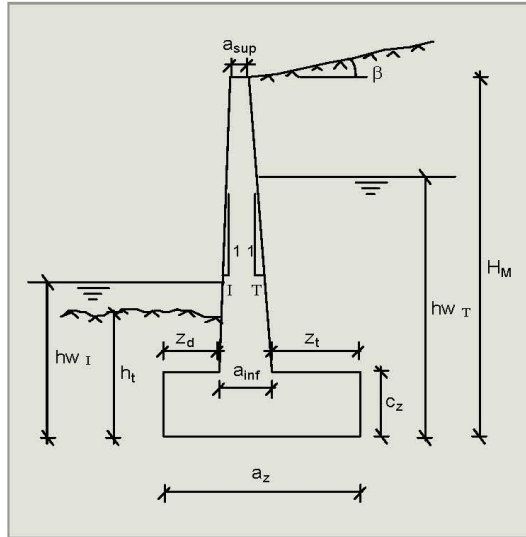


FM2147-TORRET XO-ALETA 6M

**CÁLCULO DE MURO MÉNSULA SEGÚN NORMA EHE 08**

**GEOMETRÍA**

$H_M =$	6.90 m
$a_{sup} =$	0.30 m
$a_z =$	4.20 m
$c_z =$	0.90 m
$I =$	0.00
$T =$	0.05
$a_{inf} =$	0.60 m
$Z_d =$	3.60 m
$Z_t =$	0.00 m



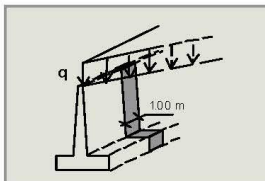
**CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO, RELLENO Y AGUA**

$h_t =$	0.90 m
$\beta =$	33.7 °
peso específico del relleno $\gamma_r =$	20 KN/m <sup>3</sup>
angulo de rozamiento del relleno $\phi_r =$	40 °
angulo de rozamiento contacto relleno-muro $\delta_M =$	13.3 °
angulo de rozamiento contacto terreno-muro $\delta_T =$	30 °
cohesión =	1.00 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{adm} =$	17.64 N/mm <sup>2</sup>
$f_p =$	1.25
$hw_I =$	0.00 m
$hw_T =$	0.00 m

**Coefficientes de empuje activo (Coulomb)**

$K_{ah} =$	0.36	$K_{av} =$	0.11	(Para el trasdós inclinado en agotamiento y fisuración)
$K_{ah} =$	0.33	$K_{av} =$	0.08	(Para el trasdós vertical y para el trasdós inclinado en estabilidad)

**CARGAS**



**carga uniforme indefinida q**

$q_{cp} =$	0.0 KN/m.l. de talud
$q_{sc} =$	0.0 KN/m.l. de talud

**sismo**

coeficiente de aceleración horizontal $K_H =$	0.12
coeficiente de aceleración vertical $K_V =$	0.06
mayorar la parte sísmica del empuje de tierras por el coeficiente $\kappa =$	1.0



### TENSIONES EN EL TERRENO

$\sigma_{med} = 0.05 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{med})_{adm} = 17.64 \text{ N/mm}^2$       longitud comprimida  
 $\sigma_{m\acute{a}x} = 0.10 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{m\acute{a}x})_{adm} = 22.05 \text{ N/mm}^2$        $l_c = 4.20 \text{ m}$

### DESLIZAMIENTO Y VUELCO

$\gamma_d = 27.38$        $(\gamma_d)_{adm} = 1.50$   
 $\gamma_v = 1.87$        $(\gamma_v)_{adm} = 1.80$

considera empuje pasivo en puntera?   
 $K_p = 10.00$   
 peso específico del terreno  $\gamma_T = 18.00 \text{ KN/m}^3$

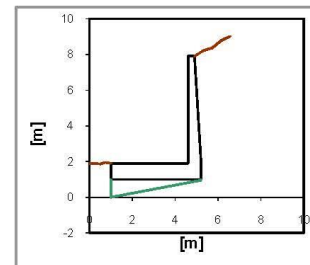
### MATERIALES Y CLASE DE EXPOSICIÓN

HORMIGÓN EN ZAPATA HA-30 ▼  
 HORMIGÓN EN ALZADOS HA-30 ▼  
 $\gamma_c = 1.50$   
 ACERO B 500 S ▼  
 $\gamma_s = 1.15$   
 recubrimiento zapata (\*) = 0.05 m  
 recubrimiento alzado (\*) = 0.05 m

(\*) recubrimiento mecánico a eje de armadura longitudinal. Este valor se utilizará para cálculos de flexión/flexocompresión, cortante y ancho de fisura característico

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ZAPATA Qa ▼  
 CLASE DE EXPOSICIÓN EN ALZADOS Qa ▼

### comprobación de la geometría y ley de tensiones



### COEFICIENTES DE MAYORACIÓN PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
EMPUJE DE TIERRAS	1.00	1.50	1.00	1.00
EMPUJE DE AGUA	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	----	----	1.00	1.00

### CÁLCULO A FLEXIÓN DE ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

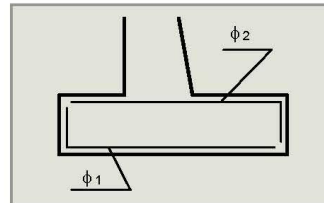
Md= 528.3 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.6 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_1$ (mm)	20
sep(m)	0.150
$A_{disp}$	20.9 cm <sup>2</sup> /m.a.

#### zarpa trasera rígida

Md= 0.0 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.6 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_2$ (mm)	20
sep(m)	0.150
$A_{disp}$	20.9 cm <sup>2</sup> /m.a.



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

M= 358.0 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm No hay fisuración

#### zarpa trasera rígida

M= 0.0 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{m\acute{a}x}$ = mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ZAPATA

#### en zarpa delantera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0025  
 $V_{cu}$ = 421.28 KN  
 $V_d$ = 228.87 KN  
 $A_{sv,nec}$ = 0.0 cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.150
número/m.a.	1	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

#### en zarpa trasera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0025  
 $V_{cu}$ = zarpa rígida KN  
 $V_d$ = KN  
 $A_{sv,nec}$ = cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.250	0.400
número/m.a.	0	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

### CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN DE ALZADO

En base de alzado (z=0)

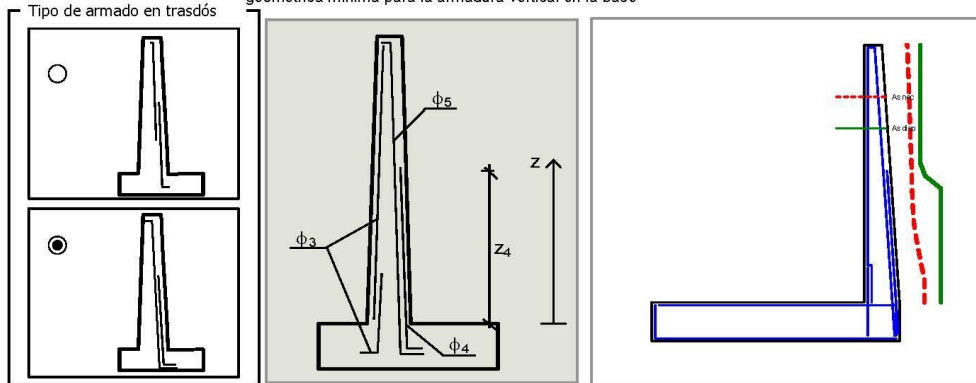
Para  $M_d = 391.3$  mKN

y máximo  $N_d = 66.4$  KN  $A_{nec} = 16.1$  cm<sup>2</sup>/m.a.

Familia	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$
$\phi$ (mm)	16	16	16
sep(m)	0.150	0.150	0.150
$A_{disp}^{(*)}$	13.4	26.8	

Intervalos de armadura	
$Z_4$ (m)	3.00
$Z_5$ (m)	0.00

(\*) Se ha comprobado que se supera la cuantía geométrica mínima para la armadura vertical en la base



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ALZADO

En z= 0.0 m

h= 0.60 m

M= 260.84 mKN

N= 66.38 KN

$w_{adm} = 0.20$  mm

$w_{m\acute{a}x} = 0.15$  mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ALZADO

en base de muro

d= 0.54 m

$\xi = 1.61$

$\rho_f = 0.005$

$\sigma'_{cd} = 0.11$  N/mm<sup>2</sup>

$V_{cu} = 317.25$  KN

$V_d = 195.38$  KN

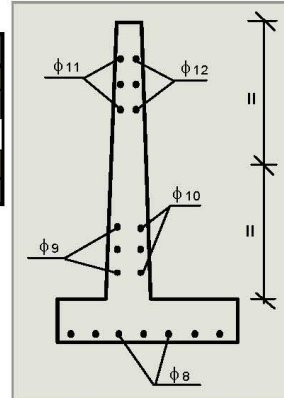
$A_{sv,nec} = 0.0$  cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.200
número/m.a.	0	0
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

### RESTO DE ARMADURA EN ZAPATA Y ALZADO

Familia	$\phi_8$	$\phi_9 + \phi_{10}$	$\phi_{11} + \phi_{12}$
Cuantía geom.(%)	0.9	1.5	1.6
Aneq <sup>(*)</sup> (cm <sup>2</sup> )	8.1	7.5	7.2
$\phi$ (mm)	16 ▼	12 ▼	12 ▼
sep(m)	0.150	0.150	0.150
Adisp (cm <sup>2</sup> )	13.4	15.1	15.1

(\*) Armadura necesaria estrictamente por cuantía geométrica



FM2147-TORRET XO-ALETA 7M

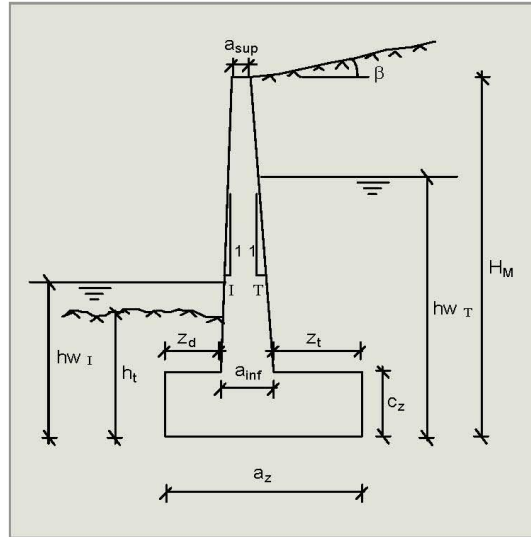
**CÁLCULO DE MURO MÉNSULA SEGÚN NORMA EHE 08**

**GEOMETRÍA**

$H_M =$	7.90 m
$a_{sup} =$	0.30 m
$a_z =$	5.50 m
$c_z =$	0.90 m
$I =$	0.00
$T =$	0.06
$a_{inf} =$	0.70 m
$Z_d =$	4.80 m
$Z_t =$	0.00 m

**CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO, RELLENO Y AGUA**

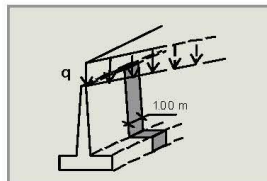
$h_t =$	0.80 m
$\beta =$	33.7 °
peso específico del relleno $\gamma_r =$	20 KN/m <sup>3</sup>
ángulo de rozamiento del relleno $\phi_r =$	40 °
ángulo de rozamiento contacto relleno-muro $\delta_M =$	13.3 °
ángulo de rozamiento contacto terreno-muro $\delta_T =$	30 °
cohesión $c =$	1.00 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{adm} =$	17.64 N/mm <sup>2</sup>
$f_p =$	1.25
$hw_I =$	0.00 m
$hw_T =$	0.00 m



**Coefficientes de empuje activo (Coulomb)**

$K_{ah} =$	0.37	$K_{av} =$	0.11 (Para el trasdós inclinado en agotamiento y fisuración)
$K_{ah} =$	0.33	$K_{av} =$	0.08 (Para el trasdós vertical y para el trasdós inclinado en estabilidad)

**CARGAS**



**carga uniforme indefinida q**

$q_{cp} =$	0.0 KN/m.l. de talud
$q_{sc} =$	0.0 KN/m.l. de talud

**sismo**

coeficiente de aceleración horizontal $K_h =$	0.12
coeficiente de aceleración vertical $K_v =$	0.06
mayorar la parte sísmica del empuje de tierras por el coeficiente $\kappa =$	1.0

### TENSIONES EN EL TERRENO

$\sigma_{med} = 0.05 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{med})_{adm} = 17.64 \text{ N/mm}^2$       longitud comprimida  
 $\sigma_{m\acute{a}x} = 0.08 \text{ N/mm}^2$        $(\sigma_{m\acute{a}x})_{adm} = 22.05 \text{ N/mm}^2$        $l_c = 5.50 \text{ m}$

### DESLIZAMIENTO Y VUELCO

$\gamma_d = 27.36$        $(\gamma_d)_{adm} = 1.50$   
 $\gamma_v = 2.18$        $(\gamma_v)_{adm} = 1.80$

considera empuje pasivo en puntera?   
 $K_p = 10.00$   
 peso específico del terreno  $\gamma_T = 18.00 \text{ KN/m}^3$

### MATERIALES Y CLASE DE EXPOSICIÓN

HORMIGÓN EN ZAPATA HA-30 ▼

HORMIGÓN EN ALZADOS HA-30 ▼

$\gamma_c = 1.50$

ACERO B 500 S ▼

$\gamma_s = 1.15$

recubrimiento zapata (\*) = 0.05 m

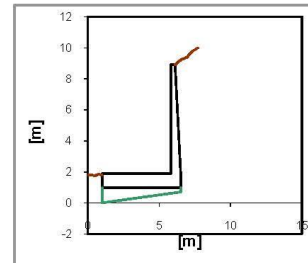
recubrimiento alzado (\*) = 0.05 m

(\*) recubrimiento mecánico a eje de armadura longitudinal. Este valor se utilizará para cálculos de flexión/flexocompresión, cortante y ancho de fisura característico

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ZAPATA Qa ▼

CLASE DE EXPOSICIÓN EN ALZADOS Qa ▼

### comprobación de la geometría y ley de tensiones



### COEFICIENTES DE MAYORACIÓN PARA ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

TIPO DE ACCIÓN	SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
EMPUJE DE TIERRAS	1.00	1.50	1.00	1.00
EMPUJE DE AGUA	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	----	----	1.00	1.00

### CÁLCULO A FLEXIÓN DE ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

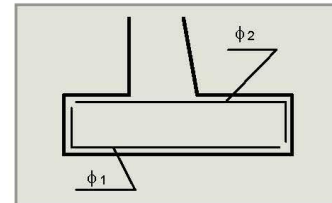
Md= 797.4 mKN  
 $A_{nec}$ = 22.2 cm<sup>2</sup>/m.a. por flexión

$\phi_1$ (mm)	32
sep(m)	0.150
Adisp	53.6 cm <sup>2</sup> /m.a.

#### zarpa trasera rígida

Md= 0.0 mKN  
 $A_{nec}$ = 15.6 cm<sup>2</sup>/m.a. por cuantía mecánica mínima

$\phi_2$ (mm)	20
sep(m)	0.150
Adisp	20.9 cm <sup>2</sup> /m.a.



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ZAPATA

#### zarpa delantera flexible

M= 543.3 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{máx}$ = 0.11 mm

#### zarpa trasera rígida

M= 0.0 mKN  
 $w_{adm}$ = 0.20 mm  
 $w_{máx}$ = mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ZAPATA

#### en zarpa delantera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0063  
 $V_{cu}$ = 421.28 KN  
 $V_d$ = 233.21 KN  
 $A_{sv,nec}$ = 0.0 cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.150
número/m.a.	1	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

#### en zarpa trasera

d= 0.85 m  
 $\xi$ = 1.49  
 $\rho_l$ = 0.0025  
 $V_{cu}$ = zarpa rígida KN  
 $V_d$ = KN  
 $A_{sv,nec}$ = cm<sup>2</sup>/m.l.

	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.250	0.400
número/m.a.	0	2
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	

### CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN DE ALZADO

En base de alzado (z=0)

Para  $M_d = 628.6$  mKN

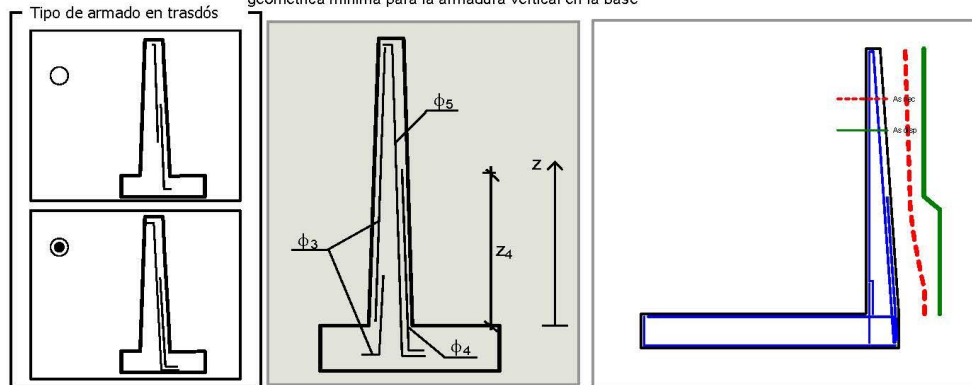
y máximo  $N_d = 85.7$  KN  $A_{nec} = 21.5$  cm<sup>2</sup>/m.a.

Familia	$\phi_3$	$\phi_4$	$\phi_5$
$\phi$ (mm)	16	16	20
sep(m)	0.150	0.150	0.150
$A_{disp}^{(*)}$	13.4	34.3	

cm<sup>2</sup>/m.a.

Intervalos de armadura	
Z <sub>4</sub> (m)	3.00
Z <sub>5</sub> (m)	0.00

(\*) Se ha comprobado que se supera la cuantía geométrica mínima para la armadura vertical en la base



### COMPROBACIÓN A FISURACIÓN EN ALZADO

En z= 0.0 m

h= 0.70 m

M= 419.09 mKN

N= 85.67 KN

$w_{adm} = 0.20$  mm

$w_{m\acute{a}x} = 0.17$  mm

### COMPROBACIÓN A CORTANTE EN ALZADO

en base de muro

d= 0.63 m

$\xi = 1.56$

$\rho_l = 0.005$

$\sigma'_{cd} = 0.13$  N/mm<sup>2</sup>

$V_{cu} = 359.63$  KN

$V_d = 269.08$  KN

$A_{sv,nec} = 0.0$  cm<sup>2</sup>/m.l.

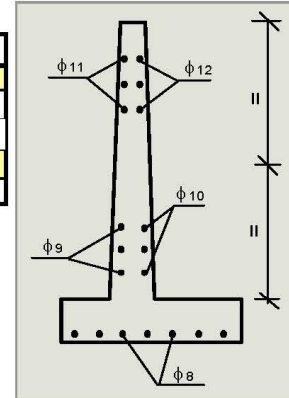
	cercos	horquillas
$\phi$ (mm)	0	0
sep(m)	0.200	0.200
número/m.a.	0	0
$A_{sv,disp}$	0.0 cm <sup>2</sup> /m.l.	



**RESTO DE ARMADURA EN ZAPATA Y ALZADO**

Familia	$\phi_8$	$\phi_9 + \phi_{10}$	$\phi_{11} + \phi_{12}$
Cuántia geom.(‰)	0.9	1.5	1.6
Aneq <sup>(*)</sup> (cm <sup>2</sup> )	8.1	7.5	8.0
$\phi$ (mm)	16 ▼ 12 ▼ 12 ▼	12 ▼ 12 ▼	12 ▼ 12 ▼
sep(m)	0.150	0.150	0.150
Adisp (cm <sup>2</sup> )	13.4	15.1	15.1

(\*) Armadura necesaria estrictamente por cuantía geométrica







## APÉNDICE 1: MEMORIA DE CÁLCULO CAJÓN CERRADO EMPUJADO



# MEMORIA DE CÁLCULO CAJÓN CERRADO EMPUJADO DE HORMIGÓN ARMADO PASO BAJO FFCC EN BERRIZ (VIZCAYA)

La Estructura consiste fundamentalmente en un cajón cerrado de hormigón armado cuyos laterales o hastiales tienen forma de cuña para facilitar su hincamiento por empuje mediante el sistema PETRUCCO.

Las dimensiones libres interiores son de 6,14 mts. de altura y 7,50 mts. de anchura. Las secciones del dintel y solera tienen un canto de 0.90 m. Las de los hastiales 0,80 m.

Sobre esta Estructura, una vez situada en su posición definitiva, discurrirán dos vías de Euskotren, con la disposición reflejada en el Plano E-1.

## **NORMATIVA.-**

Por la naturaleza de los materiales utilizados y la función a que está destinada la Estructura son de aplicación las siguientes Normativas:

Instrucción EHE-08  
IAPF-07

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.-**

Se han considerado las siguientes características de los materiales y coeficientes de seguridad correspondientes a un Nivel de Control NORMAL:

RES.CARACT.HORMIGÓN: 300 Kp/cm<sup>2</sup> HA-30

RES.CARACT.ACERO: 5100 Kp/cm<sup>2</sup> B-500SD

COEF.MINORACIÓN HORM: 1.50

COEF.MINORACIÓN ACERO: 1.15

COEF.MAYORACIÓN CARGAS (IAPF-07): 1.35 (CP) ; 1.50 (SC y CP de valor no constante)  
1,00 (CP favorables)

## **CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.-**

La Estructura se analiza mediante el análisis del marco rectangular cerrado esviado de ancho 1 m., sometido a cargas uniformemente repartidas perpendiculares a la directriz de cada uno de sus elementos y cuya dirección es hacia el interior del marco, considerando cargas distintas para dintel, laterales y solera, variables según la hipótesis considerada:

### **CARGAS SOBRE DINTEL:**

Permanentes:

1-Peso propio de las tierras más el balasto.

2-Peso propio del dintel.

Sobrecargas:

De acuerdo con la IAPF-07 se considera el tren de cargas UIC71, multiplicado por el coeficiente de clasificación 0,91, con un reparto de cargas en función de la altura total de recubrimiento que a su vez quedan afectadas del coeficiente de impacto (1,44) que indica la misma.

### **CARGAS SOBRE CARAS LATERALES:**

Cargas permanentes: Empuje al reposo que producen las cargas permanentes (mínimas o máximas).

Sobrecargas: Empuje al reposo que producen las sobrecargas.

### **CARGAS SOBRE LA SOLERA:**

Son las mismas que las del dintel añadiendo el peso propio de los laterales. Se supone que la reacción del terreno es uniforme en toda la solera.

El método de cálculo es el matricial sin consideración de las deformaciones por esfuerzos axiales, empleando el Programa "M-C" de PyCe Ingenieros.

Se realizan tres hipótesis de cálculo distintas, para cada tipo de empuje, al objeto de determinar los esfuerzos pésimos en las distintas secciones de la estructura:

#### **HIPOTESIS I.-** Máxima carga en dintel y mínima en laterales.

Dintel - Cargas permanentes máximas + Sobrecargas.

Laterales- Empuje producido por las cargas permanentes mínimas actuando fuera del cajón.

Solera - Cargas permanentes máximas + Sobrecargas.

#### **HIPOTESIS II.-** Mínima carga en dintel y máxima carga en laterales.

Dintel - Cargas permanentes mínimas.

Laterales - Empuje producido por las cargas permanentes máximas + Sobrecargas actuando fuera del marco.

Solera - Cargas permanentes mínimas.

#### **HIPOTESIS III.-** Máxima carga en el dintel y máxima en los laterales.

Dintel - Cargas permanentes máximas + Sobrecargas.

Laterales - Empuje producido por las cargas permanentes máximas + Sobrecargas actuando fuera del cajón.

Solera - Cargas permanentes máximas + Sobrecargas.

En el listado de los resultados se detalla para cada hipótesis y para cada elemento (dintel, lateral, solera) los esfuerzos y las cuantías en nueve secciones distintas, que por simetría, para el dintel y solera quedan reducidas a cinco.

La armadura señalada como Us1 es la correspondiente a la cara traccionada. Se consideran momentos positivos aquellos que producen tracciones en las caras exteriores.

La cuantía  $V_{su}$ , corresponde a una primera aproximación de la necesaria para resistir el esfuerzo cortante, una vez deducida la colaboración del hormigón. Posteriormente se realiza el dimensionamiento a cortadura de acuerdo con la EHE.

También se indica la presión media sobre el terreno en la situación analizada y que se verá incrementada por las cargas permanentes y sobrecargas actuantes en el interior del cajón.

Se realiza comprobación de las condiciones de fisuración de cada una de las secciones de armado dispuestas, de acuerdo con el tipo de ambiente definido y las especificaciones de la EHE, habiendo considerado los siguientes tipos; Ila+Qa para el exterior en contacto con el terreno de Dintel, Solera y Hastiales y Ila para las caras interiores del cajón.

## **ELEMENTOS DE MANIOBRA.-**

Se acompaña cálculo justificativo de los elementos auxiliares como Solera y Muro de Empuje.

Madrid, Abril de 2018

  
PYCE ingenieros S.A.  
Fido: Lorenzo Muzás Labad  
Ingeniero de Caminos Colg. 4421

## MURO Y SOLERA DE EMPUJE sistema PETRUCCO

CLIENTE : TYP  
FECHA : ABRIL-2018

OBRA : BERRIZ (VIZCAYA)

FI.TERRENO = 35 °  
ANCHO DE VIA = 1,07 MTS. Nº DE VIAS = 2

### DIMENSIONES DEL CAJÓN.- (Dimensiones M,T)

	Nº	L1	L2	ANCHO	M2	ESPEJOR	M3
L.SUPERIOR -		11,44	11,44	7,50	85,80	0,90	77,22
LATERAL-1 -		14,88	17,89	7,94	130,10	0,80	104,08
LATERAL-2 -		16,18	20,48	7,94	145,54	0,80	116,43
L.INFERIOR -		16,18	14,88	7,50	116,48	0,90	104,83
OTROS	-0,50	4,08	--	2,04	-4,16	0,80	-3,33
OTROS	-0,50	5,38	--	2,69	-7,24	0,80	-5,79
OTROS		0,00		0,00		0,00	0,00
OTROS	0	0,00	--	--	0,0000	--	0,00

PESO DEL CAJÓN 983,60 TN.  
SUPERFICIE LATERAL = 264,24 M2

ALT.SUP. TIERRAS = 0,40 M. DENSIDAD = 2,64 TN/M3  
ALT.SUP. BALASTO = 0,35 M. DENSIDAD = 2,00 TN/M3  
CARGA PERMANENTE SUPERIOR 4,01 TN/M2

### DATOS EMPUJE.-

A.Roz hormigon-hormigon : 27,00 °  
A.Roz hormigon-terreno : 23,00 °  
Coeficiente empuje estatico : 1,45

	ancho	alto	largo	Peso Solera-Guias :
Solera de empuje	9,70	0,20	19,56	105,82 tn.
Guias	0,28	0,40	19,56	

Presión sobre laterales.- Coef. Emp. reposo = 0,43  
Psup = 0,75 tn/m2 Pinf = 9,69 tn/m2  
Presion media = 5,22 tn/m2 Superficie = 264,24 m2  
Presion Normal = 1378,82 tn.

EMPUJE TOTAL MAX. 1575,34 TN EMPUJE TOTAL MIN.= 1086,44 TN  
TRACCIÓN MÁXIMA EN SOLERA 56,17 TN

Se dispone de doble parrilla B-500s en solera con diámetro 10 m.m. cada 20 cm.  
Capacidad Mecánica total longitud. 331,23 tn. longitudinal  
Coeficiente de seguridad adicional = 5,90

### MURO DE EMPUJE.- Htotal = 4,00 m.

Hsup = 2,35 m. Altura gatos = 0,30 m.  
Hinf = 1,65 m. Canto solera = 0,20 m.  
Ancho = 12,70 m. Empuje pasivo mínimo = 82,4963 t/ml  
AMPLIACION Empuje pasivo máximo = 119,6197 t/ml  
LATERAL = 3,00 M. Cota Ep = 1,9648 m. 1,9648 m.

	Mímina	Máxima
Presion Superior =	19,53 tn/m2	28,33 tn/m2
Presion Inferior =	21,71 tn/m2	31,48 tn/m2
Pres.cota empuje =	20,65 tn/m2	29,94 tn/m2
Pres.cota solera =	20,87 tn/m2	30,26 tn/m2



## MURO DE EMPUJE Sistema Petrucco EHE

CLIENTE : TYP  
FECHA : ABRIL 2018

OBRA : BERRIZ (VIZCAYA)

ALTO..... 4,00 MTS      ALTURA APOYO..... 0,50 MTS  
ANCHO.... 1,00 MTS      ANCHURA APOYO..... 1,00 MTS  
CANTO.... 1,00 MTS      DESPLAZAMIENTO..... 0,0352 MTS (+hacia abajo)

T..PASIVA ADMISIBLE TERRENO..... 35 T/M2  
N..... 119,62 TN      N-CENTRADA..... 119,62 TN  
M-CENTRADO..... -4,21 TxM

### TENSIONES EN EL TERRENO

ZONA COMPRIMIDA      4,00 MTS      TENSION EXTREMO      31,48 T/M2

SUPERIOR      28,33 T/M2      VALIDO      COEF.MAYORACIÓN ACCIONES      1,50  
INFERIOR      31,48 T/M2      VALIDO      COEF.MINORACIÓN ACERO      1,15  
COEF.MINORACIÓN HORMIGÓN      1,50

MOMENTO FLECTOR      fck.....      250 kp/cm2

VUELO...      1,79 MTS      válido      t1.....      28,33 t/m2  
distancia (S1)      1,86 mts      t2.....      29,79 t/m2  
d. útil.....      0,95 mts      Md.....      74,78 MxT  
Uc.....      1583,33 Tn(long)      U vert.      80,15 tn  
U horiz.      24,05 tn      30% U long  
Acero B-500s  
A. Longitudinal 0      25 cada      0,20 mts      128,05 Tn.  
A. Transversal 0      16 cada      0,30 mts      125,30 Tn.

### CORTANTE

distancia (S2)      0,84 mts      t1.....      28,33 t/m2  
ancho      1,00 mts      t2.....      28,99 t/m2  
Vd.....      35,90 tn      válido  
Vcu.....      42,93 tn

### COEFICIENTE DE IMPACTO ENVOLVENTE

IAPF B 2.1.2

Mantenimiento normal      V<= 120 km/h      Estructura no resonante IAPF B 2.3.2

Estructura porticada 3 vanos      L1      L2      L3  
10,44      7,04      7,04      m

n =      3      k =      1,30  
Longitud determinante L0      10,6253 m

Φ2 =      1,291  
Φ3 =      1,436

CÁLCULO MARCO EMPUJADO SISTEMA PETRUCCO IAPF-07 EHE-08

=====

PyCe Ingenieros S.L. 03-26-2018

=====

CLIENTE: TYPESA

SITUACIÓN: P.I. Berriz (Vizcaya)

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

COBERTURA SUPERIOR

Luz horizont. =>	9.64 mts.	Alt. cabeza carril =>	0.75 mts.
Luz vertical =>	6.14 mts.	Alt. balasto =>	0.40 mts.
Canto dintel =>	90.00 cm.	Alt. tierras =>	0.00 mts.
Canto hastial =>	80.00 cm	Alt. carril+traviesa =>	0.35 mts.
Canto solera =>	90.00 cm		

MATERIALES Y COEFICIENTES GENERALES  
(EHE-08)

ANCHO DE VIA : Métrico  
Coef. Clasificación => 0.91  
Peso propio vía => 0.420 t/m

Res. car. H. =>	300 Kp/cm2		
Res. car. A =>	5000 Kp/cm2	SC. equivalente =>	3.92 Tn/m2
Coef. min. H =>	1.50	(Fibra media dintel)	
Coef. min. A =>	1.15	-----	
Mayor. C. Permanentes =>	1.35	Carga dintel	
Mayor. C. Variables =>	1.50	I max. =>	9.33 Tn/m2
Mayor. C. Permanentes (v.n.c.) =>	1.50	II min =>	3.23 Tn/m2
Dens. tierras =>	2.64 Tn/m3	Carga lateral	
Dens. balasto =>	2.00 Tn/m3	II max =>	6.50 Tn/m2
Ang. roz. int. =>	35	I min =>	5.93 Tn/m2
Ko =>	0.43	Carga solera	
Coef. impac. =>	1.44	I max =>	12.03 Tn/m2
-----		II min =>	5.93 Tn/m2
Recubrimiento =>	4.50 cm		

En aquellas combinaciones en las que una acción sea favorable,  
el coeficiente de mayoración de la misma será igual a la unidad.

Reparto => Balasto 1:4 Tierras 1:2 Hormigón 1:1

ESFUERZOS SIN MAYORAR EN LA ESTRUCTURA (M,T)  
 =====

DINTEL (HIP. I)  
 =====

SECCION	N	V	M
-----			
0	18.235	48.721	52.214
L/8	18.235	36.540	-3.419
L/4	18.235	24.360	-43.156
3L/8	18.235	12.180	-66.999
L/2	18.235	0.000	-74.946

LATERAL (HIP. I)  
 =====

SECCION	N	V	M
-----			
0	48.721	18.235	52.214
L/8	50.481	13.017	38.463
L/4	52.241	7.799	29.304
3L/8	54.001	2.582	24.736
L/2	55.761	-2.636	24.760
5L/8	57.521	-7.854	29.376
3L/4	59.281	-13.072	38.584
7L/8	61.041	-18.290	52.383
L	62.801	-23.508	70.774

SOLERA (HIP. I)  
 =====

SECCION	N	V	M
-----			
0	23.508	62.801	70.774
L/8	23.508	47.100	-0.937
L/4	23.508	31.400	-52.158
3L/8	23.508	15.700	-82.891
L/2	23.508	0.000	-93.136

ESFUERZOS SIN MAYORAR EN LA ESTRUCTURA (M,T)  
 =====

DINTEL (HIP. II)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	20.243	16.861	25.086
L/8	20.243	12.645	5.834
L/4	20.243	8.430	-7.918
3L/8	20.243	4.215	-16.169
L/2	20.243	0.000	-18.920

LATERAL (HIP. II)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	16.861	20.243	25.086
L/8	18.621	14.523	9.789
L/4	20.381	8.803	-0.475
3L/8	22.141	3.084	-5.705
L/2	23.901	-2.636	-5.902
5L/8	25.661	-8.356	-1.065
3L/4	27.421	-14.076	8.805
7L/8	29.181	-19.796	23.709
L	30.941	-25.516	43.646

SOLERA (HIP. II)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	25.516	30.941	43.646
L/8	25.516	23.205	8.315
L/4	25.516	15.470	-16.920
3L/8	25.516	7.735	-32.062
L/2	25.516	-0.000	-37.109

ESFUERZOS SIN MAYORAR EN LA ESTRUCTURA (M,T)  
 =====

DINTEL (HIP. III)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	20.243	48.721	53.368
L/8	20.243	36.540	-2.264
L/4	20.243	24.360	-42.002
3L/8	20.243	12.180	-65.845
L/2	20.243	0.000	-73.792

LATERAL (HIP. III)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	48.721	20.243	53.368
L/8	50.481	14.523	38.071
L/4	52.241	8.803	27.807
3L/8	54.001	3.084	22.577
L/2	55.761	-2.636	22.380
5L/8	57.521	-8.356	27.217
3L/4	59.281	-14.076	37.087
7L/8	61.041	-19.796	51.991
L	62.801	-25.516	71.928

SOLERA (HIP. III)  
 =====

SECCION	N	V	M
0	25.516	62.801	71.928
L/8	25.516	47.100	0.217
L/4	25.516	31.400	-51.004
3L/8	25.516	15.700	-81.737
L/2	25.516	0.000	-91.982

ESFUERZOS MAYORADOS EN LA ESTRUCTURA (M,T)

=====

DINTEL (HIP. I)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	17.312	70.176	70.200	75.89	34.33
L/8	17.312	52.632	-9.933	67.60	16.78
L/4	17.312	35.088	-67.170	72.08	0.00
3L/8	17.312	17.544	-101.512	116.15	0.00
L/2	17.312	0.000	-112.960	131.27	0.00

LATERAL (HIP. I)

=====

Us1 (min.) = 59.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	70.176	17.312	70.200	62.80	0.00
L/8	72.552	12.095	57.260	59.60	0.00
L/4	74.928	6.877	48.913	59.60	0.00
3L/8	77.304	1.659	45.157	59.60	0.00
L/2	79.680	-3.559	45.993	59.60	0.00
5L/8	82.056	-8.777	51.421	59.60	0.00
3L/4	84.432	-13.995	61.441	59.60	0.00
7L/8	86.808	-19.213	76.052	63.82	0.00
L	89.184	-24.430	95.255	92.68	0.00

SOLERA (HIP. I)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	24.430	89.184	95.255	104.53	53.33
L/8	24.430	66.888	-6.582	67.60	31.04
L/4	24.430	44.592	-79.323	83.93	8.74
3L/8	24.430	22.296	-122.967	141.33	0.00
L/2	24.430	0.000	-137.515	161.14	0.00

Valores Vsu aproximados de comprobación posterior

ESFUERZOS MAYORADOS EN LA ESTRUCTURA (M,T)

=====

DINTEL (HIP. II)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	31.683	16.861	31.661	67.60	0.00
L/8	31.683	12.645	12.408	67.60	0.00
L/4	31.683	8.430	-1.343	67.60	0.00
3L/8	31.683	4.215	-9.595	67.60	0.00
L/2	31.683	0.000	-12.345	67.60	0.00

LATERAL (HIP. II)

=====

Us1 (min.) = 59.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	16.861	31.683	31.661	59.60	0.08
L/8	18.621	23.103	7.555	59.60	0.00
L/4	20.381	14.523	-9.000	59.60	0.00
3L/8	22.141	5.944	-18.006	59.60	0.00
L/2	23.901	-2.636	-19.461	59.60	0.00
5L/8	25.661	-11.216	-13.366	59.60	0.00
3L/4	27.421	-19.796	0.279	59.60	0.00
7L/8	29.181	-28.376	21.475	59.60	0.00
L	30.941	-36.955	50.221	59.60	5.35

SOLERA (HIP. II)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	36.955	30.941	50.221	67.60	0.00
L/8	36.955	23.205	14.890	67.60	0.00
L/4	36.955	15.470	-10.346	67.60	0.00
3L/8	36.955	7.735	-25.487	67.60	0.00
L/2	36.955	-0.000	-30.534	67.60	0.00

Valores Vsu aproximados de comprobación posterior

ESFUERZOS MAYORADOS EN LA ESTRUCTURA (M,T)

=====

DINTEL (HIP. III)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	30.760	70.176	77.928	79.02	34.33
L/8	30.760	52.632	-2.204	67.60	16.78
L/4	30.760	35.088	-59.441	67.60	0.00
3L/8	30.760	17.544	-93.783	99.54	0.00
L/2	30.760	0.000	-105.231	114.61	0.00

LATERAL (HIP. III)

=====

Us1 (min.) = 59.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	70.176	30.760	77.928	74.54	0.00
L/8	72.552	22.180	54.635	59.60	0.00
L/4	74.928	13.601	38.891	59.60	0.00
3L/8	77.304	5.021	30.697	59.60	0.00
L/2	79.680	-3.559	30.054	59.60	0.00
5L/8	82.056	-12.139	36.961	59.60	0.00
3L/4	84.432	-20.719	51.418	59.60	0.00
7L/8	86.808	-29.298	73.426	59.79	0.00
L	89.184	-37.878	102.984	104.99	6.27

SOLERA (HIP. III)

=====

Us1 (min.) = 67.60 Tn.

SECCION	Nd	Vd	Md	Us1	Vsu
0	37.878	89.184	102.984	108.24	53.33
L/8	37.878	66.888	1.147	67.60	31.04
L/4	37.878	44.592	-71.594	67.60	8.74
3L/8	37.878	22.296	-115.238	124.62	0.00
L/2	37.878	0.000	-129.787	144.37	0.00

Valores Vsu aproximados de comprobación posterior



-----  
PRESIÓN MEDIA SOBRE TERRENO = 1.20 KG/CM2  
-----

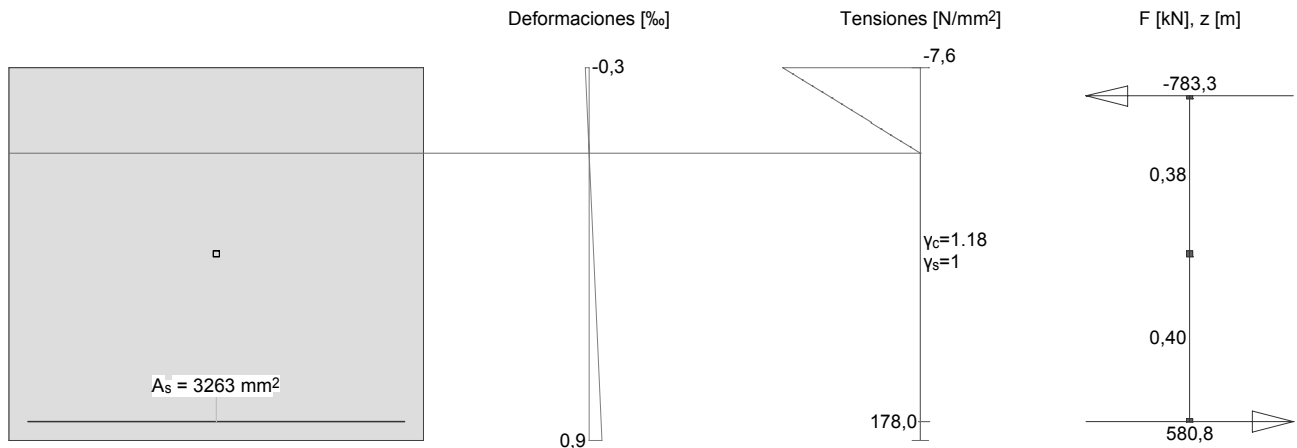
CUANTÍAS MECÁNICAS MÁXIMAS DEL MARCO (Tn.)  
=====

- DINTEL	SUPERIOR	79.02	REPARTO	35.22
	INFERIOR	131.27		35.22
- LATERAL	INTERIOR	59.60	REPARTO	31.30
	EXTERIOR	104.99		31.30
- SOLERA	SUPERIOR	161.14	REPARTO	40.28
	INFERIOR	108.24		35.22

-----  
---- TODAS LAS CUANTÍAS CORRESPONDEN A 1 ML. DE MARCO ----  
-----

Sección transversal L90, Variante 25a15: Análisis de tensiones dadas las fuerzas  $N_x=-202,4; M_y=533,7;$

Escala 1 :18,3



**Verif. estado de tens. Viga-Sección: L90 , Variante: 25A15**

**Fuerzas de la acción**

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-202,4	533,7	0	

**Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Norma española EHE**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\epsilon_{cu,c}$ [‰]	$\epsilon_{cu,b}$ [‰]	$\epsilon_{su}$ [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	$\gamma_c$ [-]	$\gamma_s$ [-]	$\gamma_p$ [-]	$\gamma_a$ [-]	$\alpha$ [-]	$\phi$ [-]	P(t) [-]	$\kappa$
AP1	1/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,00	1,00	1,00	45,00	0	t=0	-

**Deformaciones y tensiones extremas**

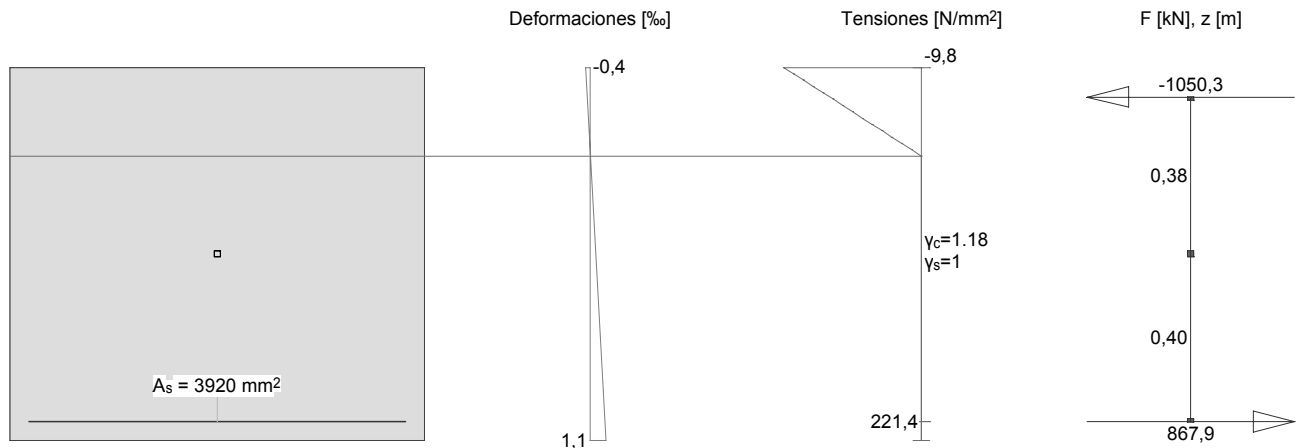
Nombre	Clase	$y_q$ [m]	$Z_q$ [m]	$\epsilon$ [‰]	$\sigma_d$ [N/mm²]	$\gamma$ [-]
CS1	H300	0,50	0,45	-0,3	-7,6	1.18
CS1	H300	-0,50	-0,45	0,9	0	1.18
AL1	B500	-0,46	-0,41	0,8	178,0	1.00

**Tensión en sección homogénea (Material lineal)**

Nombre	Coefficiente de homogeneización	$y_q$ [m]	$Z_q$ [m]	$\sigma_{elast}$ [N/mm²]
CS1	1,00	0,50	0,45	-4,2
CS1	1,00	-0,50	-0,45	3,7

Sección transversal L90, Variante 25a12,5: Análisis de tensiones dadas las fuerzas  $N_x=-182,3; M_y=749,4;$

Escala 1 : 18,3



**Verif. estado de tens. Viga-Sección: L90 , Variante: 25A12,5**

**Fuerzas de la acción**

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-182,3	749,4	0	

**Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Norma española EHE**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\epsilon_{cu,c}$ [‰]	$\epsilon_{cu,b}$ [‰]	$\epsilon_{su}$ [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	$\gamma_c$ [-]	$\gamma_s$ [-]	$\gamma_p$ [-]	$\gamma_a$ [-]	$\alpha$ [-]	$\phi$ [-]	P(t) [-]	$\kappa$
AP1	1/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,00	1,00	1,00	45,00	0	t=0	-

**Deformaciones y tensiones extremas**

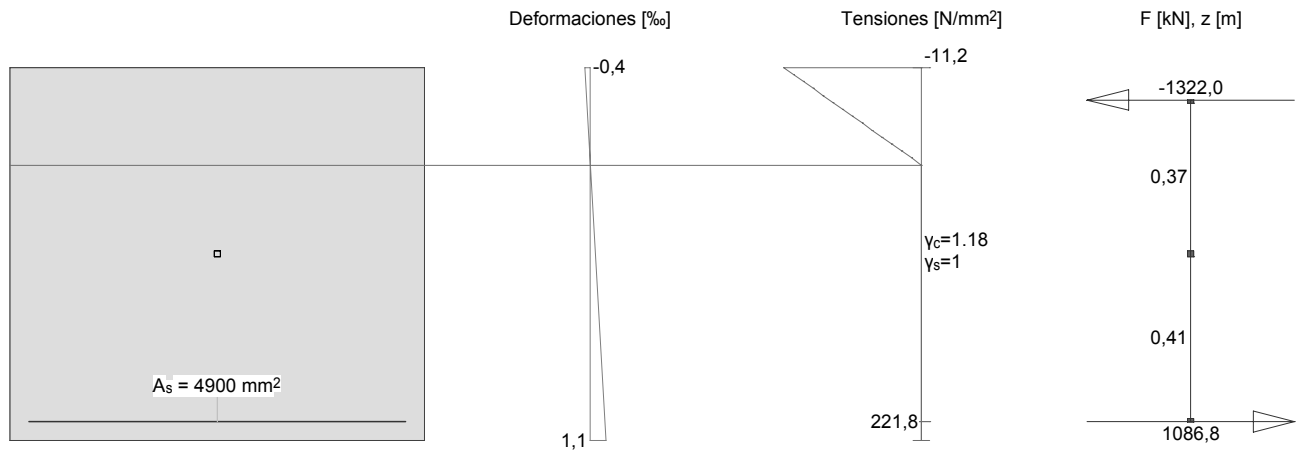
Nombre	Clase	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\epsilon$ [‰]	$\sigma_d$ [N/mm²]	$\gamma$ [-]
CS1	H300	0,50	0,45	-0,4	-9,8	1.18
CS1	H300	-0,50	-0,45	1,1	0	1.18
AL3	B500	-0,46	-0,41	1,1	221,4	1.00

**Tensión en sección homogénea (Material lineal)**

Nombre	Coefficiente de homogeneización	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\sigma_{elast}$ [N/mm²]
CS1	1,00	0,50	0,45	-5,8
CS1	1,00	-0,50	-0,45	5,3

Sección transversal L90, Variante 25a10: Análisis de tensiones dadas las fuerzas  $N_x=-235,1; M_y=931,4;$

Escala 1 :18,3



**Verif. estado de tens. Viga-Sección: L90 , Variante: 25A10**

**Fuerzas de la acción**

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-235,1	931,4	0	

**Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Norma española EHE**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\epsilon_{cu,c}$ [‰]	$\epsilon_{cu,b}$ [‰]	$\epsilon_{su}$ [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	$\gamma_c$ [-]	$\gamma_s$ [-]	$\gamma_p$ [-]	$\gamma_a$ [-]	$\alpha$ [-]	$\phi$ [-]	P(t) [-]	$\kappa$
AP1	1/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,00	1,00	1,00	45,00	0	t=0	-

**Deformaciones y tensiones extremas**

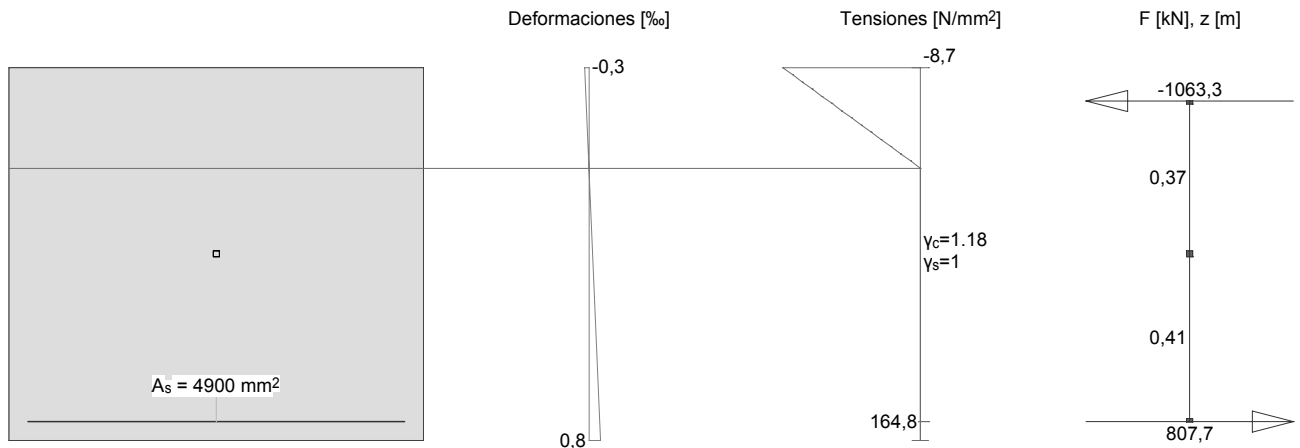
Nombre	Clase	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\epsilon$ [‰]	$\sigma_d$ [N/mm²]	$\gamma$ [-]
CS1	H300	0,50	0,45	-0,4	-11,2	1.18
CS1	H300	-0,50	-0,45	1,1	0	1.18
AL2	B500	-0,46	-0,41	1,1	221,8	1.00

**Tensión en sección homogénea (Material lineal)**

Nombre	Coefficiente de homogeneización	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\sigma_{elast}$ [N/mm²]
CS1	1,00	0,50	0,45	-7,2
CS1	1,00	-0,50	-0,45	6,6

Sección transversal L90, Variante 25a10: Análisis de tensiones dadas las fuerzas  $N_x=-255,2; M_y=719,3;$

Escala 1 :18,3



**Verif. estado de tens. Viga-Sección: L90 , Variante: 25A10**

**Fuerzas de la acción**

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-255,2	719,3	0	

**Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Norma española EHE**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\epsilon_{cu,c}$ [‰]	$\epsilon_{cu,b}$ [‰]	$\epsilon_{su}$ [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	$\gamma_c$ [-]	$\gamma_s$ [-]	$\gamma_p$ [-]	$\gamma_a$ [-]	$\alpha$ [-]	$\phi$ [-]	P(t) [-]	$\kappa$
AP1	1/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,00	1,00	1,00	45,00	0	t=0	-

**Deformaciones y tensiones extremas**

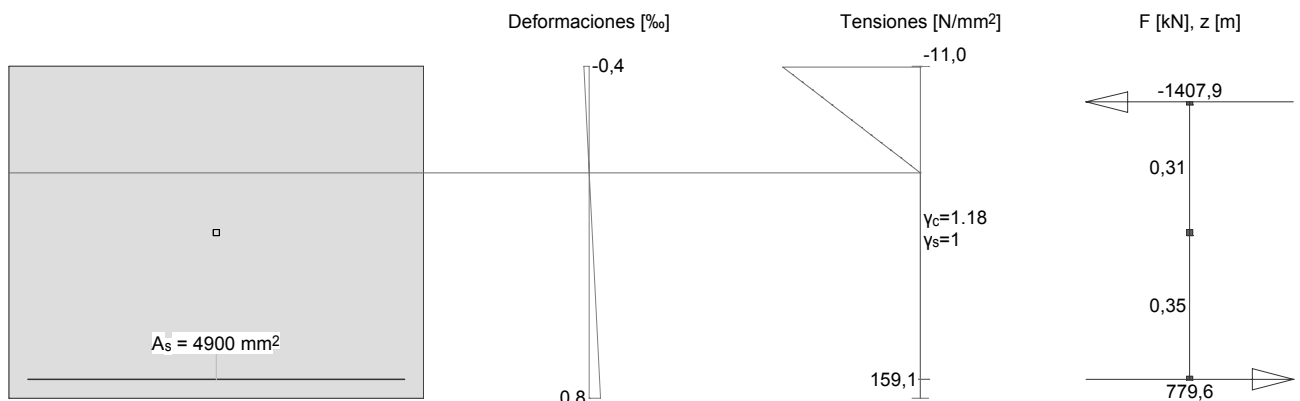
Nombre	Clase	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\epsilon$ [‰]	$\sigma_d$ [N/mm²]	$\gamma$ [-]
CS1	H300	0,50	0,45	-0,3	-8,7	1.18
CS1	H300	-0,50	-0,45	0,8	0	1.18
AL2	B500	-0,46	-0,41	0,8	164,8	1.00

**Tensión en sección homogénea (Material lineal)**

Nombre	Coefficiente de homogeneización	$y_q$ [m]	$z_q$ [m]	$\sigma_{elast}$ [N/mm²]
CS1	1,00	0,50	0,45	-5,6
CS1	1,00	-0,50	-0,45	5,0

Sección transversal L80, Variante 25a10: Análisis de tensiones dadas las fuerzas  $N_x=-628,0; M_y=719,3;$

Escala 1 :18,3



**Verif. estado de tens. Viga-Sección: L80 , Variante: 25A10**

**Fuerzas de la acción**

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-628,0	719,3	0	

**Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Norma española EHE**

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε <sub>cu.c</sub> [‰]	ε <sub>cu.b</sub> [‰]	ε <sub>su</sub> [‰]	σ <sub>s.adm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>c</sub> [-]	γ <sub>s</sub> [-]	γ <sub>p</sub> [-]	γ <sub>a</sub> [-]	α [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1	-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,00	1,00	1,00	45,00	0	t=0	-

**Deformaciones y tensiones extremas**

Nombre	Clase	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	ε [‰]	σ <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ [-]
CS1	H300	0,50	0,40	-0,4	-11,0	1.18
CS1	H300	-0,50	-0,40	0,8	0	1.18
AL1	B500	-0,46	-0,35	0,8	159,1	1.00

**Tensión en sección homogénea (Material lineal)**

Nombre	Coficiente de homogeneización	y <sub>q</sub> [m]	z <sub>q</sub> [m]	σ <sub>elast</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
CS1	1,00	0,50	0,40	-7,5
CS1	1,00	-0,50	-0,40	6,0

# COMPROBACION FISURACION LOSAS (EHE)

# Flexion compuesta

OBRA : **Berriz**  
Elemento : **HASTIAL**

Tipo de ambiente : **Ila + Qa**  
Abertura maxima de fisura = **0,2 mm.**

## DATOS SECCION

Ancho seccion =	<b>100 cm.</b>	E acero =	<b>2100000</b> kp/cm <sup>2</sup>	I =	4266667 cm <sup>4</sup>
Canto seccion =	<b>80 cm.</b>	As total =	<b>49</b> cm <sup>2</sup>		
Recubrimiento =	<b>4,5 cm.</b>	Diametro maximo =	<b>25</b> mm.		
Fck =	<b>300</b> kp/cm <sup>2</sup>	Separacion barras =	<b>10</b> cm.	< 15D	
Fctm =	28,96 kp/cm <sup>2</sup>	fy =	5100 kp/cm <sup>2</sup>		

## TENSIONES

Momento de servicio =	<b>71,93</b> m*t	M/N =	-114,54 cm.		
Axil de servicio =	<b>-62,8</b> t				
Tension armaduras (Estado II) =	<b>1591</b> kp/cm <sup>2</sup>	z =	66,94 cm.		
Momento inicio Estado II =	34,97 m*t				
Axil concom. inicio Estado II =	-30,53 t				
Tension armaduras inicio Estado II =		773,40 kp/cm <sup>2</sup>			

## SEPARACION MEDIA DE FISURAS

k1 = 0,125 ( 0,125 / 0,17 / 0,25 )  
k2 = 0,5

Alargamiento medio de armaduras =	0,00066810				
Canto sección eficaz recubrimiento =	20,0 cm.	Ancho eficaz =	100 cm.		
Ac eficaz =	2000 cm <sup>2</sup>				

Separacion media de fisuras = 16,1020408 cm.  
Coeficiente beta = **1,50** (1,30 a 1,70)

**Abertura característica = 0,161368 mm. VALIDO**

# COMPROBACION FISURACION LOSAS (EHE)

# Flexion compuesta

OBRA : **Berriz** Tipo de ambiente : **Ila + Qa**  
Elemento : **DINTEL SUP,** Abertura maxima de fisura = **0,2 mm.**

## DATOS SECCION

Ancho seccion =	<b>100 cm.</b>	E acero =	<b>2100000</b> kp/cm <sup>2</sup>	I =	6075000 cm <sup>4</sup>
Canto seccion =	<b>90 cm.</b>	As total =	<b>32,63</b> cm <sup>2</sup>		
Recubrimiento =	<b>4,5 cm.</b>	Diametro maximo =	<b>25 mm.</b>		
Fck =	<b>300</b> kp/cm <sup>2</sup>	Separacion barras =	<b>15 cm.</b>	< 15D	
Fctm =	28,96 kp/cm <sup>2</sup>	fy =	5100 kp/cm <sup>2</sup>		

## TENSIONES

Momento de servicio =	<b>53,37</b> m*t	M/N =	-263,69 cm.
Axil de servicio =	<b>-20,24</b> t		
Tension armaduras (Estado II) =	<b>1780</b> kp/cm <sup>2</sup>	z =	78,61 cm.
Momento inicio Estado II =	41,46 m*t		
Axil concom. inicio Estado II =	-15,72 t		
Tension armaduras inicio Estado II =	1382,81 kp/cm <sup>2</sup>		

## SEPARACION MEDIA DE FISURAS

k1 = 0,125 ( 0,125 / 0,17 / 0,25 )  
k2 = 0,5

Alargamiento medio de armaduras =	0,00059185		
Canto sección eficaz recubrimiento =	22,5 cm.	Ancho eficaz =	100 cm.
Ac eficaz =	2250 cm <sup>2</sup>		

Separacion media de fisuras = 20,6193687 cm.  
Coeficiente beta = **1,50** (1,30 a 1,70)

**Abertura característica = 0,183053 mm. VALIDO**



# COMPROBACION FISURACION LOSAS (EHE)

# Flexion compuesta

OBRA : **Berriz**  
Elemento : **SOLERA INF.**

Tipo de ambiente : **Ila + Qa**  
Abertura maxima de fisura = **0,2 mm.**

## DATOS SECCION

Ancho seccion =	<b>100 cm.</b>	E acero =	<b>2100000</b> kp/cm <sup>2</sup>	I =	6075000 cm <sup>4</sup>
Canto seccion =	<b>90 cm.</b>	As total =	<b>49</b> cm <sup>2</sup>		
Recubrimiento =	<b>4,5 cm.</b>	Diametro maximo =	<b>25</b> mm.		
Fck =	<b>300</b> kp/cm <sup>2</sup>	Separacion barras =	<b>10</b> cm.	< 15D	
Fctm =	28,96 kp/cm <sup>2</sup>	fy =	5100 kp/cm <sup>2</sup>		

## TENSIONES

Momento de servicio =	<b>71,93</b> m*t	M/N =	-281,86 cm.		
Axil de servicio =	<b>-25,52</b> t				
Tension armaduras (Estado II) =	<b>1648</b> kp/cm <sup>2</sup>	z =	77,41 cm.		
Momento inicio Estado II =	41,30 m*t				
Axil concom. inicio Estado II =	-14,65 t				
Tension armaduras inicio Estado II =		946,24 kp/cm <sup>2</sup>			

## SEPARACION MEDIA DE FISURAS

k1 = 0,125 ( 0,125 / 0,17 / 0,25 )  
k2 = 0,5

Alargamiento medio de armaduras =	0,00065540				
Canto sección eficaz recubrimiento =	22,5 cm.	Ancho eficaz =	100 cm.		
Ac eficaz =	2250 cm <sup>2</sup>				

Separacion media de fisuras = 16,7397959 cm.  
Coeficiente beta = **1,50** (1,30 a 1,70)

**Abertura característica = 0,164570 mm. VALIDO**

# COMPROBACION FISURACION LOSAS (EHE)

# Flexion compuesta

OBRA : **Berriz**  
Elemento : **SOLERA SUP.**

Tipo de ambiente : **Ila**  
Abertura maxima de fisura = **0,3 mm.**

## DATOS SECCION

Ancho seccion =	<b>100 cm.</b>	E acero =	<b>2100000</b> kp/cm <sup>2</sup>	I =	6075000 cm <sup>4</sup>
Canto seccion =	<b>90 cm.</b>	As total =	<b>49</b> cm <sup>2</sup>		
Recubrimiento =	<b>4,5 cm.</b>	Diametro maximo =	<b>25</b> mm.		
Fck =	<b>300</b> kp/cm <sup>2</sup>	Separacion barras =	<b>10</b> cm.	< 15D	
Fctm =	28,96 kp/cm <sup>2</sup>	fy =	5100 kp/cm <sup>2</sup>		

## TENSIONES

Momento de servicio =	<b>93,14</b> m*t	M/N =	-396,17 cm.		
Axil de servicio =	<b>-23,51</b> t				
Tension armaduras (Estado II) =	<b>2218</b> kp/cm <sup>2</sup>	z =	77,66 cm.		
Momento inicio Estado II =	40,64 m*t				
Axil concom. inicio Estado II =	-10,26 t				
Tension armaduras inicio Estado II =		967,81	kp/cm <sup>2</sup>		

## SEPARACION MEDIA DE FISURAS

k1 = 0,125 ( 0,125 / 0,17 / 0,25 )  
k2 = 0,5

Alargamiento medio de armaduras =	0,00095564				
Canto sección eficaz recubrimiento =	22,5 cm.	Ancho eficaz =	100 cm.		
Ac eficaz =	2250 cm <sup>2</sup>				

Separacion media de fisuras = 16,7397959 cm.  
Coeficiente beta = **1,50** (1,30 a 1,70)

**Abertura característica = 0,239959 mm. VALIDO**

# COMPROBACION FISURACION LOSAS (EHE)

# Flexion compuesta

OBRA : **Berriz**  
Elemento : **DINTEL INF.**

Tipo de ambiente : **Ila**  
Abertura maxima de fisura = **0,3 mm.**

## DATOS SECCION

Ancho seccion =	<b>100 cm.</b>	E acero =	<b>2100000</b> kp/cm <sup>2</sup>	I =	<b>6075000</b> cm <sup>4</sup>
Canto seccion =	<b>90 cm.</b>	As total =	<b>39,2</b> cm <sup>2</sup>		
Recubrimiento =	<b>4,5 cm.</b>	Diametro maximo =	<b>25</b> mm.		
Fck =	<b>300</b> kp/cm <sup>2</sup>	Separacion barras =	<b>12,5</b> cm.	< 15D	
Fctm =	<b>28,96</b> kp/cm <sup>2</sup>	fy =	<b>5100</b> kp/cm <sup>2</sup>		

## TENSIONES

Momento de servicio =	<b>74,94</b> m*t	M/N =	<b>-411,08</b> cm.
Axil de servicio =	<b>-18,23</b> t		
Tension armaduras (Estado II) =	<b>2214</b> kp/cm <sup>2</sup>	z =	<b>78,39</b> cm.
Momento inicio Estado II =	<b>40,58</b> m*t		
Axil concom. inicio Estado II =	<b>-9,87</b> t		
Tension armaduras inicio Estado II =	<b>1198,97</b> kp/cm <sup>2</sup>		

## SEPARACION MEDIA DE FISURAS

k1 = **0,125** ( **0,125 / 0,17 / 0,25** )  
k2 = **0,5**

Alargamiento medio de armaduras =	<b>0,00089969</b>		
Canto sección eficaz recubrimiento =	<b>22,5</b> cm.	Ancho eficaz =	<b>100</b> cm.
Ac eficaz =	<b>2250</b> cm <sup>2</sup>		

Separacion media de fisuras = **18,6747449** cm.  
Coeficiente beta = **1,50** (1,30 a 1,70)

**Abertura característica = 0,252023 mm. VALIDO**

**DIMENSIONAMIENTO CORTADURA SECCIONES RECTANGULARES****EHE-08**

OBRA: Berriz Tipo

**SOLERA****SECCIÓN**

Canto = **0,90** m. Recubrimiento = **4,50** cm.  
 Ancho = **1,00** m. d = 0,855 m.

**MATERIALES**

Hormigón fck = **30** N/mm<sup>2</sup> Coef.min.= **1,50**  
 Acero fyk = **510** N/mm<sup>2</sup> Coef.min.= **1,15**  
 Area armadura principal traccionada = **4900** mm<sup>2</sup>

**ACCIONES**

Vrd = **891,80** KN  $\theta = 43,71728^\circ$   
 Nd = **-244,30** KN (tracción positiva)

**CORTANTE.-****COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA**

cotg  $\theta = 1,05$  fcd = 20,00 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma'_{cd} = -0,27$  N/mm<sup>2</sup>  
 f1cd = 12,00 N/mm<sup>2</sup> K = 1,01  
**Vu1 = 5194,41** KN **VALIDO** fct,m = 2,90 N/mm<sup>2</sup>

Caso  
2**TRACCIÓN EN ALMA**

$\xi = 1,484$   $\sigma_{sd} = 400$  N/mm<sup>2</sup>  
 z = 0,770 m.  $\rho_1 = 0,00573$   $\beta = 1,000$   
**Vcu = 362,215** KN **A90/s = 17,205** cm<sup>2</sup>/m en la seccion

**DIMENSIONAMIENTO.-**

Diámetro de estribos = **12** mm. Nº ramas cortante = **6,6**  
 Separación estribos = **0,3** m.

Armadura total en seccion = 24,881 cm<sup>2</sup>/m **VALIDO**

Separacion minima (44.2.3.4) Vrd/Vu1 = 0,1717

**VALIDO** \* \*

**DIMENSIONAMIENTO CORTADURA SECCIONES RECTANGULARES****EHE-08**

OBRA: Berriz Tipo

**HASTIAL****SECCIÓN**

Canto = **0,80** m. Recubrimiento = **4,50** cm.  
 Ancho = **1,00** m. d = 0,755 m.

**MATERIALES**

Hormigón  $f_{ck}$  = **30** N/mm<sup>2</sup> Coef.min.= **1,50**  
 Acero  $f_{yk}$  = **510** N/mm<sup>2</sup> Coef.min.= **1,15**  
 Area armadura principal traccionada = **4900** mm<sup>2</sup>

**ACCIONES**

$V_{rd}$  = **369,60** KN  $\theta$  = 43,20593 °  
 $N_d$  = **-309,40** KN (tracción positiva)

**CORTANTE.-****COMPRESIÓN OBLICUA DEL ALMA**

$\cotg \theta$  = 1,06  $f_{cd}$  = 20,00 N/mm<sup>2</sup>  $\sigma'_{cd}$  = -0,39 N/mm<sup>2</sup> Caso  
 $f_{1cd}$  = 12,00 N/mm<sup>2</sup> K = 1,02 2  
 $V_{u1}$  = 4608,55 KN **VALIDO**  $f_{ct,m}$  = 2,90 N/mm<sup>2</sup>

**TRACCIÓN EN ALMA**

$\xi$  = 1,515  $\sigma_{sd}$  = 400 N/mm<sup>2</sup>  
 $z$  = 0,680 m.  $\rho_1$  = 0,00649  $\beta$  = 1,000  
 $V_{cu}$  = 351,451 KN **A90/s** = 0,668 cm<sup>2</sup>/m en la seccion

**DIMENSIONAMIENTO.-**

Diámetro de estribos = **8** mm. Nº ramas cortante = **6,6**  
 Separación estribos = **0,3** m.

Armadura total en seccion = 11,058 cm<sup>2</sup>/m **VALIDO**

Separacion minima (44.2.3.4)  $V_{rd}/V_{u1}$  = 0,0802  
**VALIDO** \* \*