

MEMORIA

ANEJO 5: CÁLULO ESTRUCTURAL



CÁLCULOS CUBIERTA

Documento Básico **SE-AE** Acciones en la edificación

2 Acciones permanentes

2.1 Peso propio

El panel sándwich prelacado con 80 mm de aislamiento tiene un peso de 0,1105 kN/m²

3 Acciones variables

3.1.1 Valores de la sobrecarga

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4) (6)}	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
			Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

3.3 Viento

Para la determinación de las acciones, se ha tenido en cuenta el Documento Básico de Seguridad Estructural y el Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación ambos del Código Técnico de la Edificación.

DETERMINACIÓN DE ACCIONES.

CTE DB SE (Seguridad estructural)

3.3.2.1 Clasificación de las acciones

b) acciones variables (Q): Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al **uso** o las **acciones climáticas**.

3.3.2.4 Acciones dinámicas

Las acciones dinámicas producidas por el **viento**, un choque o un sismo, se representan a través de **fuerzas estáticas equivalentes**. Según el caso, los efectos de la aceleración dinámica estarán incluidos implícitamente en los valores característicos de la acción correspondiente, o se introducirán mediante un coeficiente dinámico.

4.2.4 Valor de cálculo de la resistencia

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	→ 1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	→ 1,50	0

3.3.2 Acción del viento

Zona donde se ubica la Edificación “A”

1 La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (3.1)$$

Siendo:

q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse **0,5 kN/m²**. Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

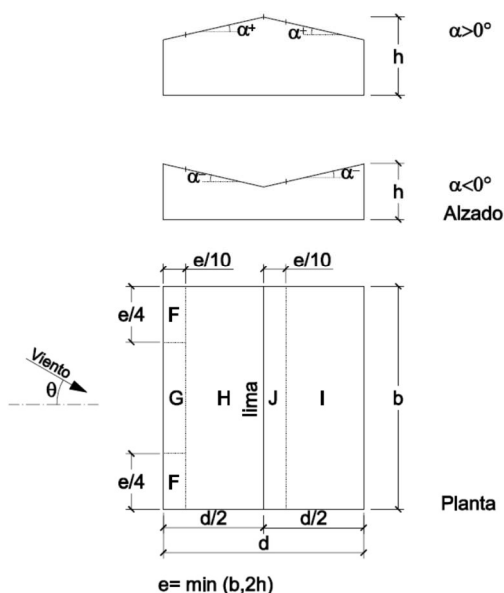
c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de **2,0**.

c_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.5.

Valor característico de la Acción del viento sobre la cubierta; $Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot c_p$

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Qb = 0,5 kN/m² Ce = 2,0 cp= 1,7 Succion

Valor característico de la Acción del viento sobre la cubierta; $Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot c_p$

Qe = 0,5 kN/m² x 2,

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

0 x 1,7 = 1,7 kN/m²

Valor de cálculo de la Acción del viento sobre la cubierta = 1,7 kN/m² . γ

Acción de Calculo del viento= 1,70 kN/m² . 1,50 = 2,55 kN/m²

La acción más desfavorable corresponde a la succión del viento, cuantificándose en 2,55 kN/m²

SEPARACIÓN ENTRE CORREAS.

De acuerdo con las tablas de Panel Basic cubierta 3 G, para espesor de aislamiento de 80 mm., y carga de 2,55 kN/m², corresponde una **distancia máxima entre correas de 1,90 m.**, para correas de 4 o más apoyos, para dos apoyos la separación de correas será de 2,30 m.

Separación entre apoyos de correas máximo **3,00 m.**

Momento flector en las correas por efecto de las acciones:

$$M_f = 3^2 \text{ m} \cdot 1,90 \text{ m} \cdot 2,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,1 = 4,36 \text{ m kN}$$

$$M_{f_{\text{may}}} = 4,36 \text{ m kN} \cdot 1,5 = 6,54 \text{ m kN}$$

CORREA PERFIL ACH-C C-150 x 3 mm

$$f = \frac{L^2 \cdot M_f}{c \cdot W} = \frac{3^2 \text{ m} \cdot 6,54 \text{ kN/m}}{15 \text{ cm} \cdot 34,7 \text{ cm}^3} = 11,30 \text{ mm.}$$

Flecha máxima admisible $L/250 = 4.000 \text{ mm}/250 = 12,00 \text{ mm} > 11,30 \text{ mm}$ VALIDO.

CORREA PERFIL ACH-C C-150 x 3 mm

Pendiente de cubierta 6%

Documento Básico HS Salubridad

HS 5 Evacuación de aguas

4.2.2 Canales

1 El *diámetro nominal* del canalón de evacuación de *aguas pluviales* de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h				
Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
→ 185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Para una superficie de cubierta de 185 m² el diámetro del canalón semicircular debería ser de 200 mm de diámetro, esto implica una superficie de canalón de 157 cm². El canalón que se proyecta es de 0,30 x 0,15 m.

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LOS MUROS EXTERIORES DEL CEIP CIUDAD DE VALENCIA

DATOS DEL TERRENO:

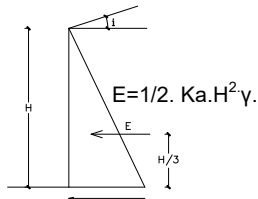
- Ángulo de rozamiento interno de tierras = 30° .
- Ángulo de rozamiento entre terreno y muro = 20° (Que se corresponde con un valor de $2/3$ del valor del rozamiento interno de tierras).
- Resistencia del terreno = 2 kg/cm^2 .
- Se ha empleado hormigón en ambiente agresivo: H-35/B/20/XC2-XA3, dada la composición de un suelo con alto contenido en sulfatos consecuencia de un terreno compuesto de margas yesíferas y yesos.

INFORME DE RESULTADOS:

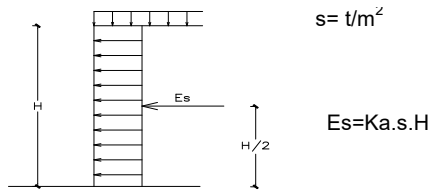
Todos los muros transmiten una tensión máxima al terreno inferior a $0,9 \text{ kg/cm}^2$, a excepción del muro 7.1, que transmite una tensión de $1,39 \text{ kg/cm}^2$.

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 1 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

β Inclinación trasdos del muro
 ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
 δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
 i Ángulo del talud en coronación de muro
 s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\operatorname{cosec} \beta$	$\operatorname{sen}(\beta - \phi)$	$\operatorname{sen}(\beta + \delta)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi)$	$\operatorname{sen}(\phi - i)$	$\operatorname{sen}(\beta - i)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i) / \operatorname{sen}(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 20,97 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

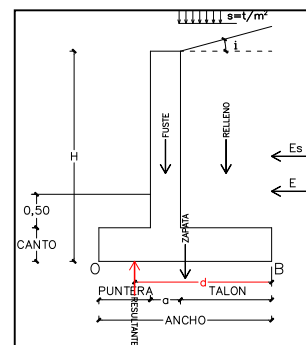
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,74 m³	25,0 kN/m³	18,38 kN	0,58 m	10,57 m.kN
ZAPATA	0,98 m³	25,0 kN/m³	24,50 kN	0,70 m	17,15 m.kN
RELLENO	2,45 m³	18,0 kN/m³	44,10 kN	1,08 m	47,41 m.kN
SUMA			86,98 kN		75,12 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = 0,36$$

$$N = 86,98 \text{ kN}$$

$$\sum E = 20,97 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$

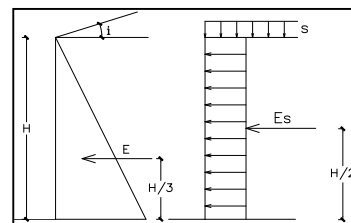
$$M_{est} = 75,12 \text{ m.kN}$$

$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$

$$M_{dest} = 19,57 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,84$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 86,98 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 66,02 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,76 \text{ m}$$

$$e = 0,06 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

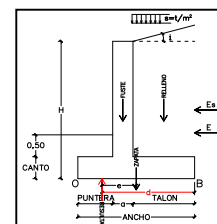
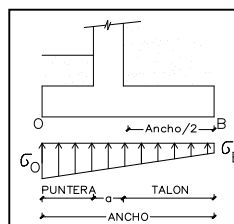
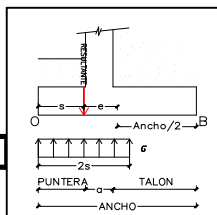
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,64 \text{ m}$
$\sigma = 67,85 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 130,46 \text{ kN}$
$M_{sd} = 7,70 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,68 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,28 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 77,84 \text{ kPa} \quad 0,78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 46,41 \text{ kPa} \quad 0,46 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$$\sigma_o = 0,78 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_B = 0,46 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armadura inferior de zapata

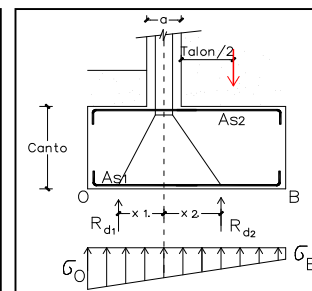
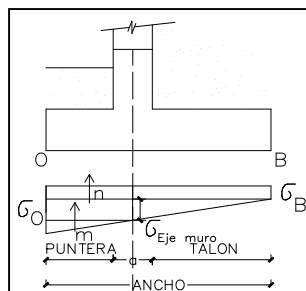
$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 10,66 \text{ kPa}$	$n = 32,82 \text{ kN}$
	$m = 5,97 \text{ kN}$

$R_{d1} = 38,79 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 9,43 \text{ m}$
$x_1 = 0,30 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 2,29 \text{ m}$

$T_d = 14,00 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,54 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,54 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

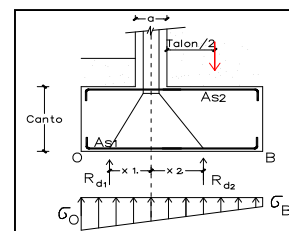
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,33 \text{ m}$
$N_{sd} = 59,54 \text{ kN}$
$M_{sd} = 19,35 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,71 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 111,64 \text{ kN}$$

$$V_d = 111,64 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

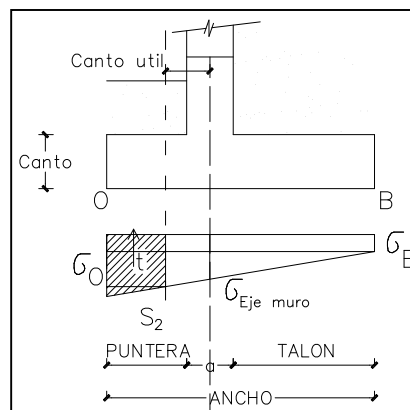
$$f_{ct,k 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k 0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

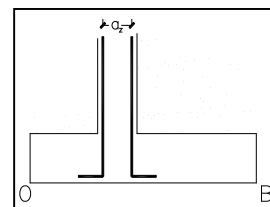
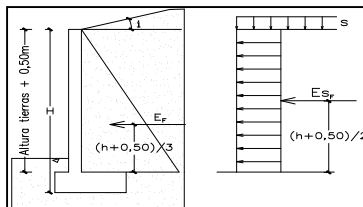
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 11,79 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 8,26 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 8,26 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 12,38 \text{ m.kN}$
-------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 1,17 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	24,77 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	46,07 kN	1,06 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 1,17 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantia minima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,neto}$	$\alpha=2$	$L_{b,neto}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
---------------------------------	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,neto} = 0,09 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,19 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 17,69 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -731,30 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Mínimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,26 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,26 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 45,79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 8,72111E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,006651097$$

$$\epsilon_{sm} = 8,72111E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 109,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00020868$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0159146$$

$$\epsilon_{sm} = 0,00020868$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,07 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

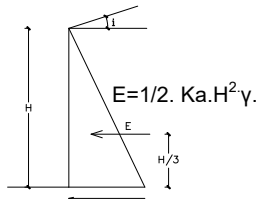
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

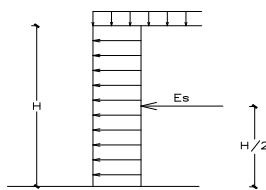
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 1-1

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 19,50 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

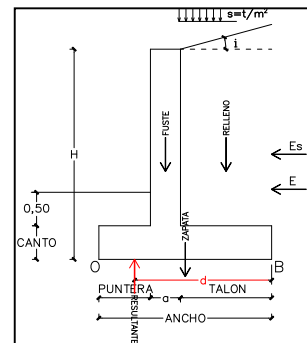
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,70 m³	25,0 kN/m³	17,50 kN	0,58 m	10,06 m.kN
ZAPATA	1,02 m³	25,0 kN/m³	25,38 kN	0,73 m	18,40 m.kN
RELLENO	2,10 m³	18,0 kN/m³	37,80 kN	1,10 m	41,58 m.kN
SUMA			80,68 kN		70,04 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,36$$

$$N = 80,68 \text{ kN}$$

$$\sum E = 19,50 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

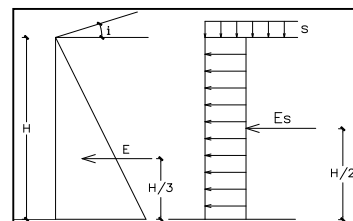
$$M_{est} = 70,04 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 17,55 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,99$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 80,68 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 64,31 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,80 \text{ m}$$

$$e = 0,07 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

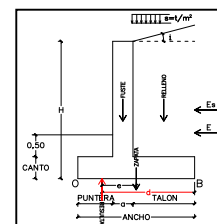
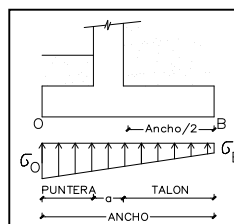
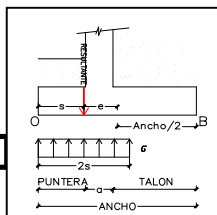
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,65 \text{ m}$
$\sigma = 61,79 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 121,01 \text{ kN}$
$M_{sd} = 8,73 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,32 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 72,25 \text{ kPa} \quad 0,72 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 39,02 \text{ kPa} \quad 0,39 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$$\sigma_o = 0,72 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_B = 0,39 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armatura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$$\sigma_{\text{eje muro}} = 12,03 \text{ kPa}$$

$$n = 29,36 \text{ kN}$$

$$m = 6,09 \text{ kN}$$

$$R_{d1} = 35,45 \text{ kN}$$

$$d_n \cdot n = 8,44 \text{ m}$$

$$x_1 = 0,30 \text{ m}$$

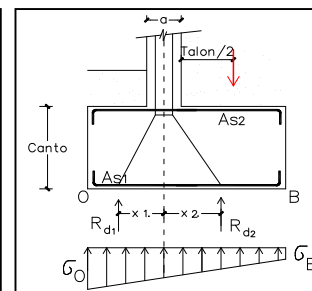
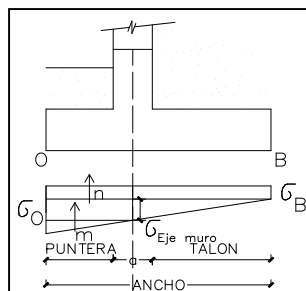
$$d_m \cdot m = 2,34 \text{ m}$$

$$T_d = 12,90 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot F_{y1}$$

$$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s1} = 0,50 \text{ cm}^2$$



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,50 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

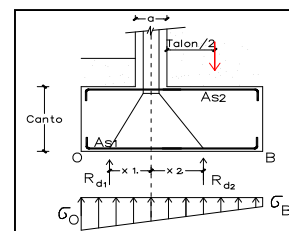
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,35 \text{ m}$
$N_{sd} = 51,03 \text{ kN}$
$M_{sd} = 17,86 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,65 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 99,64 \text{ kN}$$

$$V_d = 99,64 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

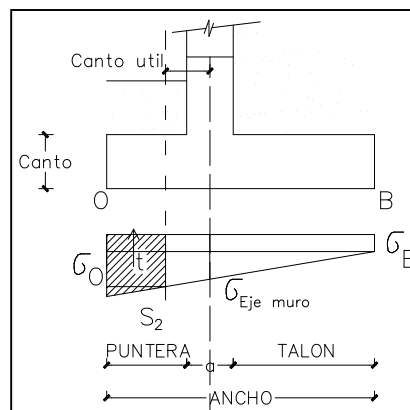
$$f_{ct,k 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k 0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

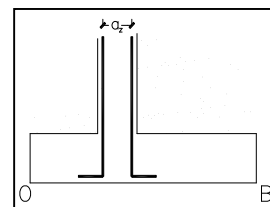
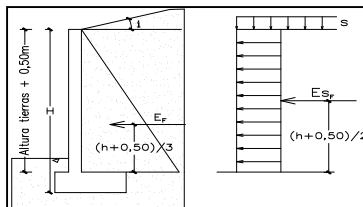
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 10,70 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 7,13 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 7,13 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 10,70 \text{ m.kN}$
-------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 1,01 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	21,40 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec.}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	39,77 kN	0,91 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 1,01 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantia minima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_S = \alpha \cdot L_{b,net}$	$\alpha=2$	$L_{b,net}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
--------------------------------	------------	--	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,net} = 0,08 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_S = 0,16 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 16,05 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -732,94 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 7,13 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 7,13 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{\minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{\minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 39,55 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 7,53362E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,00776353$$

$$\epsilon_s m = 7,53362E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 94,64 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00018026$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0185764$$

$$\epsilon_s m = 0,00018026$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{\max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,06 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

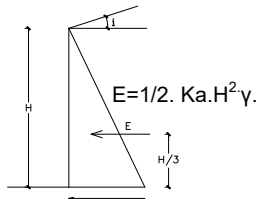
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

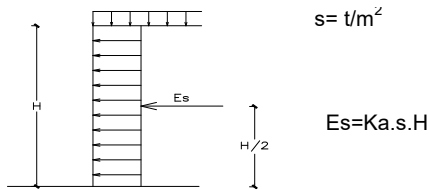
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 1-2

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 7,28 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

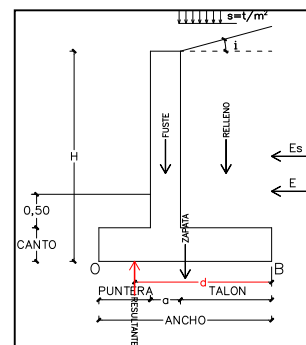
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,47 m³	25,0 kN/m³	11,81 kN	0,48 m	5,61 m.kN
ZAPATA	0,53 m³	25,0 kN/m³	13,13 kN	0,53 m	6,89 m.kN
RELLENO	0,68 m³	18,0 kN/m³	12,15 kN	0,90 m	10,94 m.kN
SUMA			37,09 kN		23,44 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,36$$

$$N = 37,09 \text{ kN}$$

$$\sum E = 7,28 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,85$$

$$C_{sd} = \text{CUMPLE}$$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

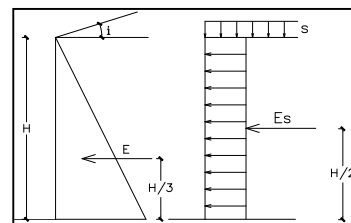
$$M_{est} = 23,44 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 4,00 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 5,85$$

$$C_{sv} = \text{CUMPLE}$$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 37,09 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 21,87 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,59 \text{ m}$$

$$e = 0,06 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

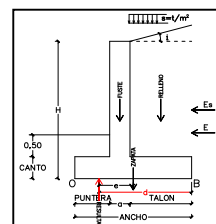
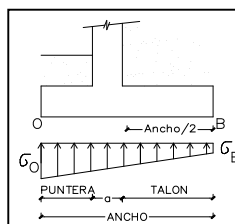
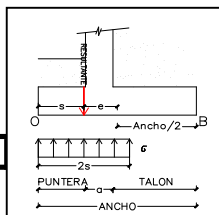
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,46 \text{ m}$
$\sigma = 40,28 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 55,63 \text{ kN}$
$M_{sd} = 3,59 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,18 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 48,36 \text{ kPa} \quad 0,48 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 22,29 \text{ kPa} \quad 0,22 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

$$\sigma_o = 0,48 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

TENSION MINIMA

$$\sigma_B = 0,22 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$$\sigma_{\text{eje muro}} = 8,07 \text{ kPa}$$

$$n = 14,42 \text{ kN}$$

$$m = 4,28 \text{ kN}$$

$$R_{d1} = 18,69 \text{ kN}$$

$$d_n \cdot n = 3,42 \text{ m}$$

$$x_1 = 0,26 \text{ m}$$

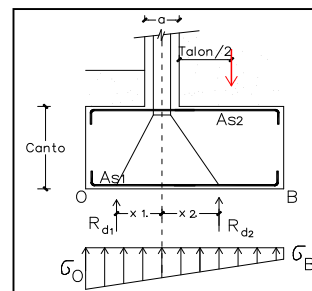
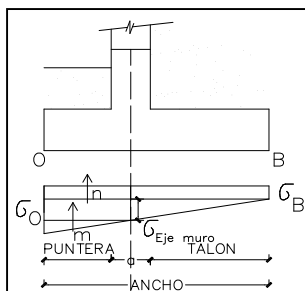
$$d_m \cdot m = 1,35 \text{ m}$$

$$T_d = 7,39 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot F_{y1}$$

$$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s1} = 0,29 \text{ cm}^2$$



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,29 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

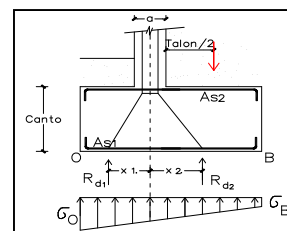
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,25 \text{ m}$
$N_{sd} = 16,40 \text{ kN}$
$M_{sd} = 4,10 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,21 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	12 mm
Area	2,38 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 63,06 \text{ kN}$$

$$V_d = 63,06 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

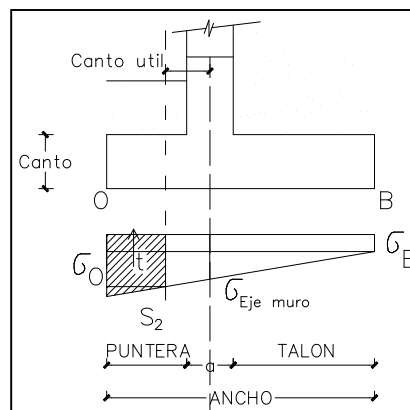
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

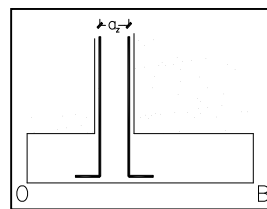
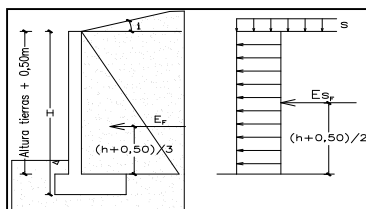
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 4,87 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 2,19 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 2,19 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 3,29 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	6,58 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec.}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	12,20 kN	0,28 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil=	3,15 cm²	Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantía mínima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura mínima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,02 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,05 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 7,31 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -741,68 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,19 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,19 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{\minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{\minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3)/12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 12,16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 2,31694E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,025797875$$

$$\epsilon_{sm} = 2,31694E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 29,11 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 5,5439E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0617287$$

$$\epsilon_{sm} = 5,5439E-05$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{\max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,01 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,02 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

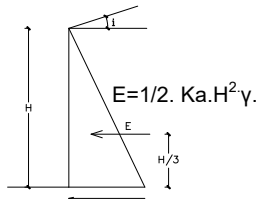
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

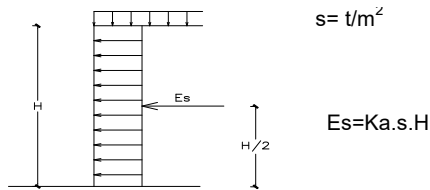
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 2 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\operatorname{cosec} \beta$	$\operatorname{sen}(\beta - \phi)$	$\operatorname{sen}(\beta + \delta)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi)$	$\operatorname{sen}(\phi - i)$	$\operatorname{sen}(\beta - i)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i) / \operatorname{sen}(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 11,79 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

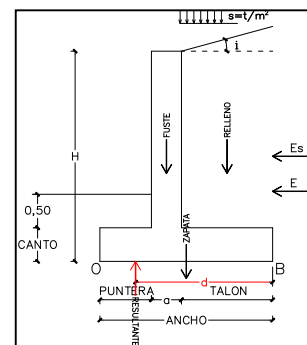
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,56 m³	25,0 kN/m³	14,00 kN	0,58 m	8,05 m.kN
ZAPATA	0,63 m³	25,0 kN/m³	15,63 kN	0,63 m	9,77 m.kN
RELLENO	1,08 m³	18,0 kN/m³	19,44 kN	1,00 m	19,44 m.kN
SUMA			49,07 kN		37,26 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = 0,36$$

$$N = 49,07 \text{ kN}$$

$$\sum E = 11,79 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

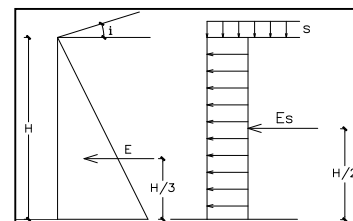
$$M_{est} = 37,26 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 8,26 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 4,51$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 49,07 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 32,25 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,66 \text{ m}$$

$$e = 0,03 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

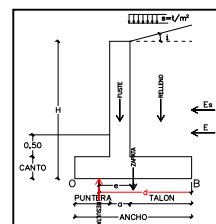
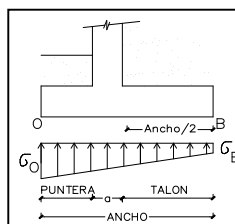
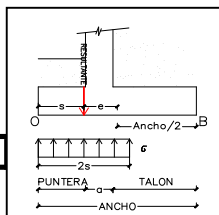
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,59 \text{ m}$
$\sigma = 41,39 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 73,60 \text{ kN}$
$M_{sd} = 2,38 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,41 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,12 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 45,33 \text{ kPa} \quad 0,45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 33,17 \text{ kPa} \quad 0,33 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

$$\sigma_o = 0,45 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

TENSION MINIMA

$$\sigma_B = 0,33 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$$\sigma_{\text{eje muro}} = 3,16 \text{ kPa}$$

$$n = 20,89 \text{ kN}$$

$$m = 2,59 \text{ kN}$$

$$R_{d1} = 23,48 \text{ kN}$$

$$d_n \cdot n = 6,01 \text{ m}$$

$$x_1 = 0,30 \text{ m}$$

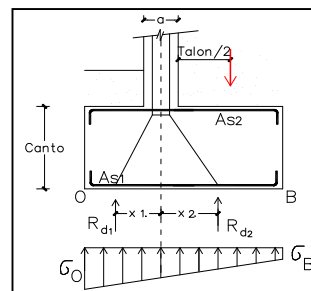
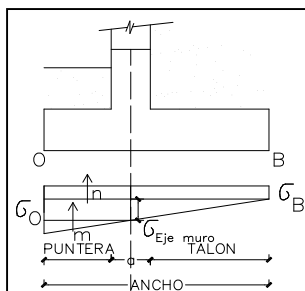
$$d_m \cdot m = 0,99 \text{ m}$$

$$T_d = 11,63 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot F_{y1}$$

$$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s1} = 0,45 \text{ cm}^2$$



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,45 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

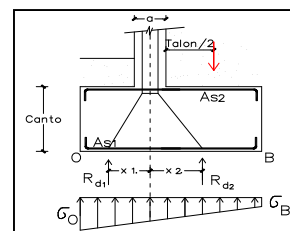
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,25 \text{ m}$
$N_{sd} = 26,24 \text{ kN}$
$M_{sd} = 6,56 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,34 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10	Ø	12 mm
		Area	2,38 cm ²
		Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 73,63 \text{ kN}$$

$$V_d = 73,63 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

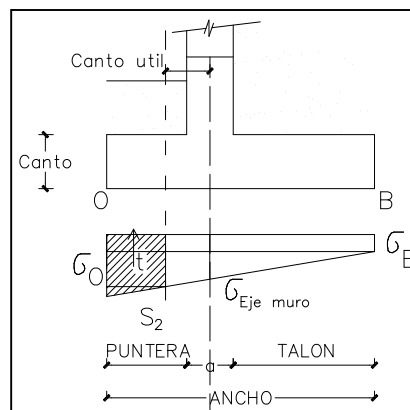
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

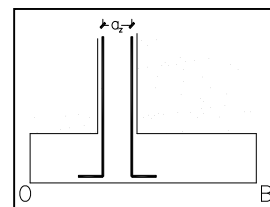
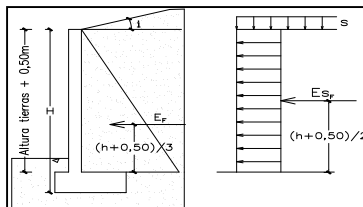
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 6,85 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 3,65 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 3,65 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 5,48 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,52 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	10,95 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec.}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	20,32 kN	0,47 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,52 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantía mínima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,neto}$	$\alpha=2$	$L_{b,neto}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
---------------------------------	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,neto} = 0,04 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,08 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 10,27 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd} \quad \text{NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES}$$

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -738,72 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,65 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,65 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3)/12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo})/(a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M/(0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis}/(0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{s,m}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 20,25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 3,85722E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,015434566$$

$$\epsilon_{s,m} = 3,85722E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 48,45 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 9,2295E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0369315$$

$$\epsilon_{s,m} = 9,2295E-05$$

$$W_k = 0,01 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

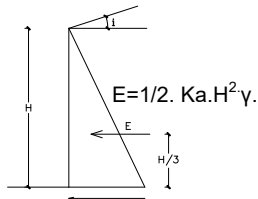
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

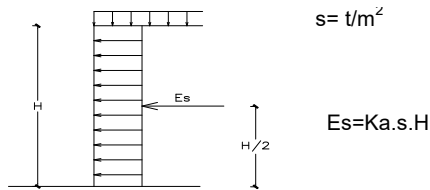
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 3 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

β Inclinación trasdos del muro
 ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
 δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
 i Ángulo del talud en coronación de muro
 s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 27,39 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

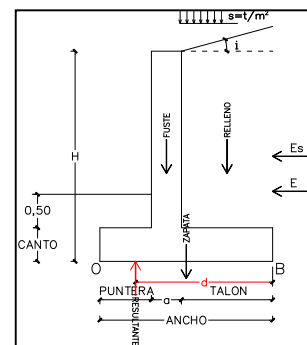
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	1,05 m³	25,0 kN/m³	26,25 kN	0,78 m	20,34 m.kN
ZAPATA	1,45 m³	25,0 kN/m³	36,25 kN	0,85 m	30,81 m.kN
RELLENO	2,86 m³	18,0 kN/m³	51,48 kN	1,33 m	68,21 m.kN
SUMA			113,98 kN		119,37 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,36$$

$$N = 113,98 \text{ kN}$$

$$\sum E = 27,39 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

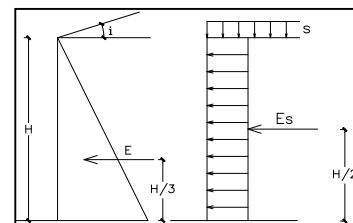
$$M_{est} = 119,37 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 29,21 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 4,09$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 113,98 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 103,32 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,91 \text{ m}$$

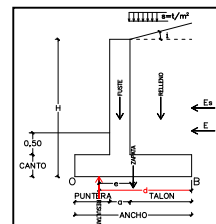
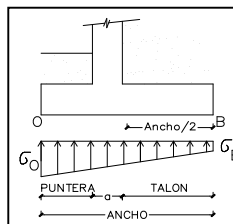
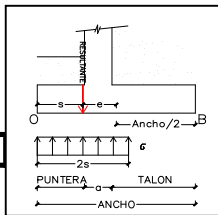
$$e = 0,06 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,79 \text{ m}$	
$\sigma = 71,82 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 170,97 \text{ kN}$	$\sigma = 0,72 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 9,65 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,35 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 80,41 \text{ kPa}$	$0,80 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 53,69 \text{ kPa}$	$0,54 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,80 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,54 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

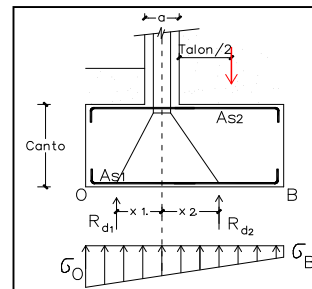
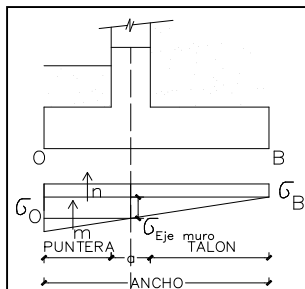
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 9,04 \text{ kPa}$	$n = 48,61 \text{ kN}$
	$m = 6,85 \text{ kN}$

$R_{d1} = 55,46 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 18,84 \text{ m}$
$x_1 = 0,40 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 3,54 \text{ m}$

$T_d = 29,45 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 1,14 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 1,14 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

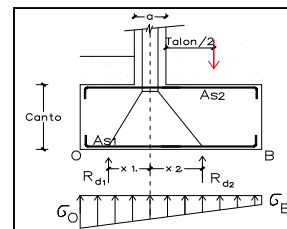
ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,38 \text{ m}$	
$N_{sd} = 69,50 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 26,06 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,95 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 129,46 \text{ kN}$$

$$V_d = 129,46 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

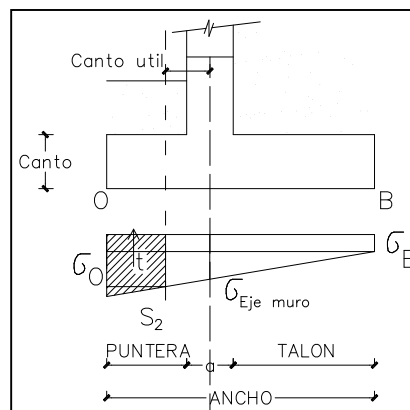
$$f_{ct,k,0,95} = 3,209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

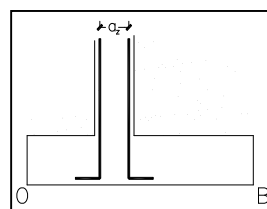
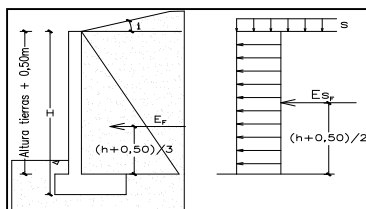
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 16,72 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 13,93 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
--	---

$M = 13,93 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 20,89 \text{ m.kN}$
--------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 1,98 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	41,79 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	77,95 kN	1,79 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 1,98 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,net}$	$\alpha=2$	$L_{b,net}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
--------------------------------	------------	--	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,net} = 0,16 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,31 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 25,07 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -723,92 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 13,93 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 13,93 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3)/12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 77,25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000147141$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,003703505$$

$$\epsilon_{sm} = 0,000147141$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 184,84 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00035208$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0088617$$

$$\epsilon_{sm} = 0,00035208$$

$$W_k = 0,05 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,12 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,25 \text{ m}$$

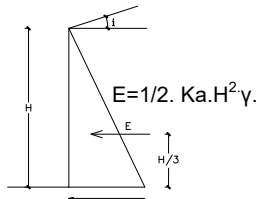
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

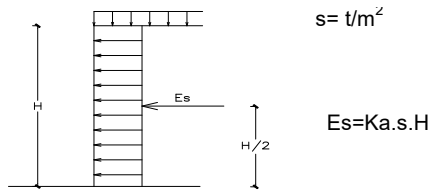
$$0,25 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 4 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 35,24 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

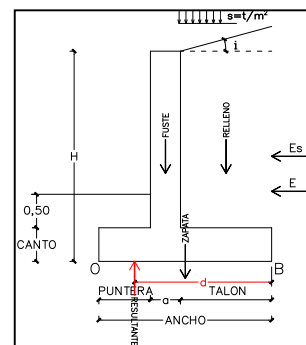
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	1,50 m³	25,0 kN/m³	37,50 kN	0,88 m	32,81 m.kN
ZAPATA	1,91 m³	25,0 kN/m³	47,75 kN	1,00 m	47,75 m.kN
RELLENO	3,76 m³	16,0 kN/m³	60,16 kN	1,53 m	91,74 m.kN
SUMA			145,41 kN		172,31 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,36$$

$$N = 145,41 \text{ kN}$$

$$\sum E = 35,24 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,50$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

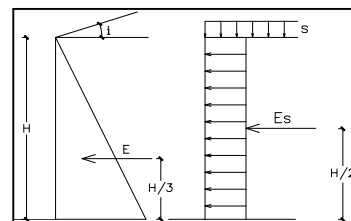
$$M_{est} = 172,31 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 45,22 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,81$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 145,41 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 163,28 \text{ m.kN}$$

$$d = 1,12 \text{ m}$$

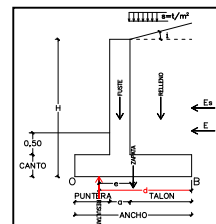
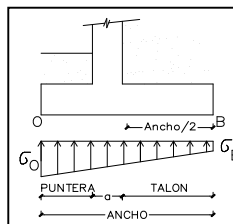
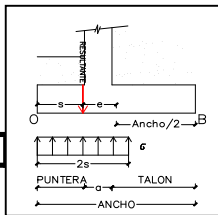
$$e = 0,12 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,88 m	
$\sigma = 82,89 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 218,12 \text{ kN}$	$\sigma = 0,83 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 26,81 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,98 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 99,51 \text{ kPa}$	$1,00 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 45,90 \text{ kPa}$	$0,46 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 1,00 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,46 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

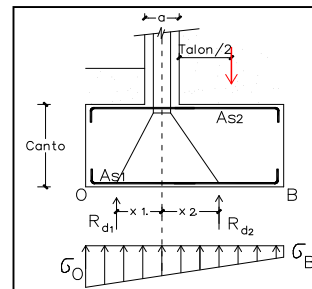
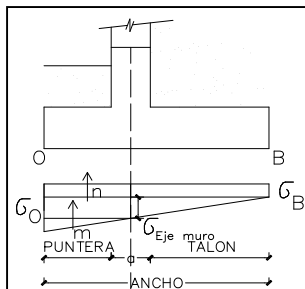
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 20,78 \text{ kPa}$	$n = 58,34 \text{ kN}$
	$m = 14,37 \text{ kN}$

$R_{d1} = 72,71 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 25,52 \text{ m}$
$x_1 = 0,47 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 8,38 \text{ m}$

$T_d = 46,29 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 1,80 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$A_{s1} = 1,80 \text{ cm}^2$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

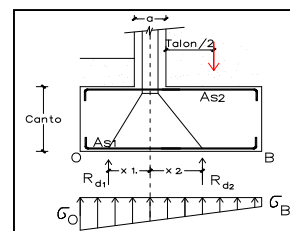
Ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,48 m	
$N_{sd} = 81,22 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 38,58 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 1,41 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 147,58 \text{ kN}$$

$$V_d = 147,58 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

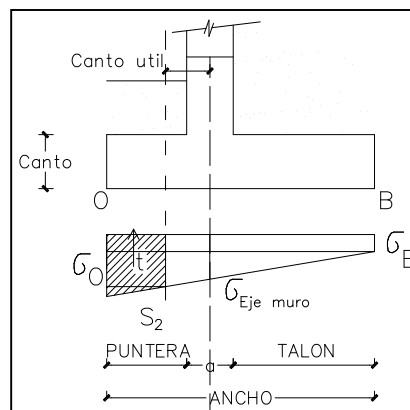
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

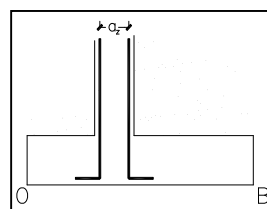
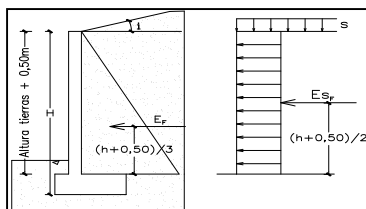
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 23,59 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 24,77 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
--	---

$M = 24,77 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 37,15 \text{ m.kN}$
--------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 3,52 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	74,30 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,01 m	139,42 kN	3,21 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	999	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	12	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	4,52	Area menor	3,93 cm²	
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	10	-			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 3,52 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 1,18 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,neto}$	$\alpha=2$	$L_{b,neto}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
---------------------------------	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,neto} = 0,22 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,45 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot V_c$$

$$V_{sd} = 35,38 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -713,61 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 24,77 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,93 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 24,77 \text{ m.kN}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,25 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{s,m}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,25 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 137,36 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000261633$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,001635625$$

$$\epsilon_{s,m} = 0,000261633$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 262,93 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 695,72 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00050083$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,003131$$

$$\epsilon_{s,m} = 0,00050083$$

$$W_k = 0,09 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,17 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,25 \text{ m}$$

$$0,20 \text{ m}$$

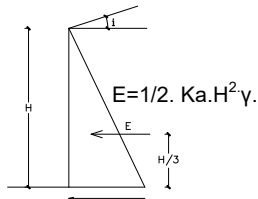
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	5	-	5

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,20 \text{ m}$$

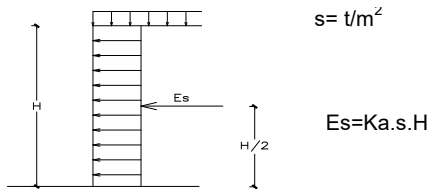
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 4-1

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 35,24 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

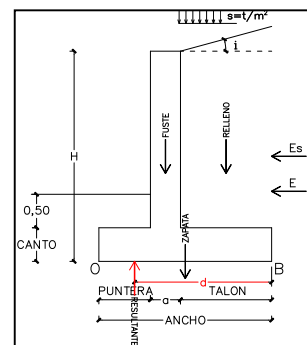
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	1,10 m³	25,0 kN/m³	27,56 kN	0,88 m	24,12 m.kN
ZAPATA	1,40 m³	25,0 kN/m³	35,00 kN	1,00 m	35,00 m.kN
RELLENO	2,99 m³	16,0 kN/m³	47,88 kN	1,53 m	73,02 m.kN
SUMA			110,44 kN		132,13 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,48$$

$$N = 110,44 \text{ kN}$$

$$\sum E = 35,24 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,50$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

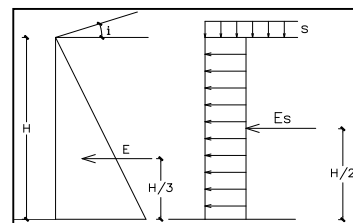
$$M_{est} = 132,13 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 45,22 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 2,92$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 110,44 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 133,52 \text{ m.kN}$$

$$d = 1,21 \text{ m}$$

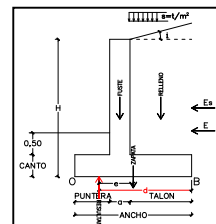
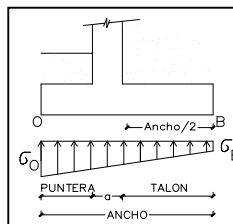
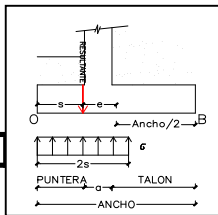
$$e = 0,21 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,79 m	
$\sigma = 69,81 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 165,66 \text{ kN}$	$\sigma = 0,70 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 34,62 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 1,27 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 89,84 \text{ kPa}$	$0,90 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 20,60 \text{ kPa}$	$0,21 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,90 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,21 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

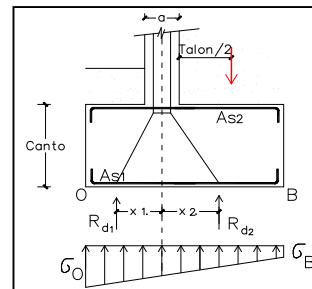
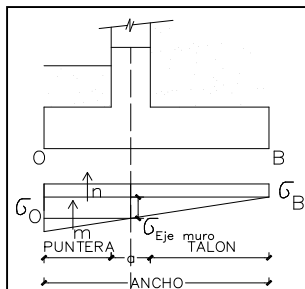
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 26,83 \text{ kPa}$	$n = 41,50 \text{ kN}$
	$m = 18,55 \text{ kN}$

$R_{d1} = 60,06 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 18,16 \text{ m}$
$x_1 = 0,48 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 10,82 \text{ m}$

$T_d = 39,87 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 1,55 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 1,55 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

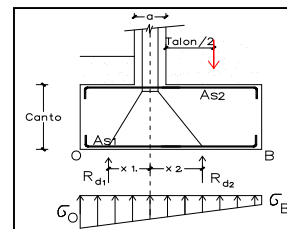
ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,48 m	
$N_{sd} = 64,64 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 30,70 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 1,12 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra = 2,01 cm ²	Nº barras/metro = 1,50
-----------------------------------	------------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 112,40 \text{ kN}$$

$$V_d = 112,40 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

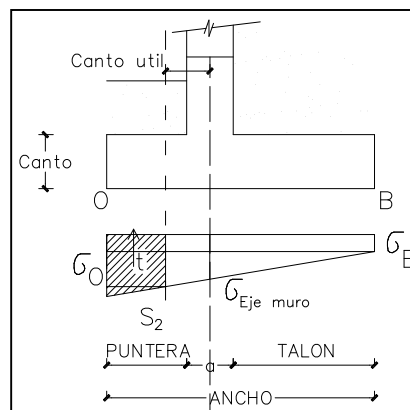
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

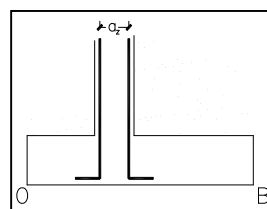
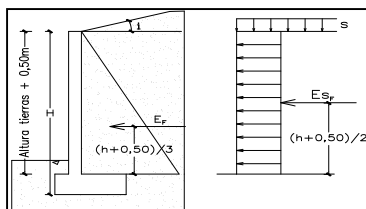
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 23,59 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 24,77 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
--	---

$M = 24,77 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 24,77 \text{ m.kN}$
--------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 2,34 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	49,54 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	92,53 kN	2,13 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$				$A_{s \text{ nec}} = 2,34 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$	
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,net}$	$\alpha=2$	$L_{b,net}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
--------------------------------	------------	--	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,net} = 0,19 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,37 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 23,59 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -725,40 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 24,77 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 24,77 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{\minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{\minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 137,36 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000261633$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,001635625$$

$$\epsilon_s m = 0,000261633$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 328,67 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00062603$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0039137$$

$$\epsilon_s m = 0,00062603$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{\max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,09 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,22 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,25 \text{ m}$$

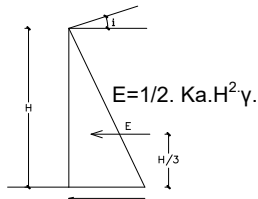
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,25 \text{ m}$$

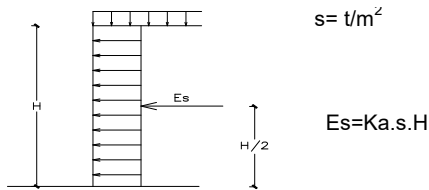
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 4-2

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 21,40 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

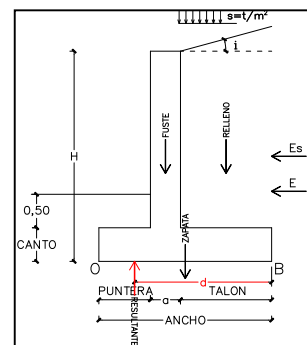
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,81 m³	25,0 kN/m³	20,13 kN	0,63 m	12,58 m.kN
ZAPATA	1,05 m³	25,0 kN/m³	26,25 kN	0,75 m	19,69 m.kN
RELLENO	1,61 m³	16,0 kN/m³	25,76 kN	1,15 m	29,62 m.kN
SUMA			72,14 kN		61,89 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,45$$

$$N = 72,14 \text{ kN}$$

$$\sum E = 21,40 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,52$$

Csd= CUMPLE

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

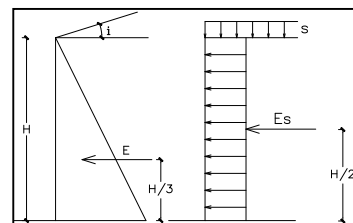
$$M_{est} = 61,89 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 21,40 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 2,89$$

Csv= CUMPLE



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 72,14 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 67,49 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,94 \text{ m}$$

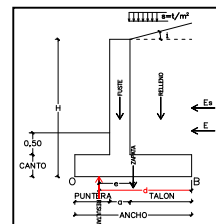
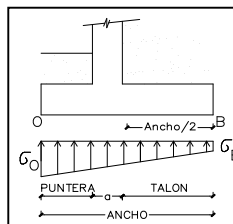
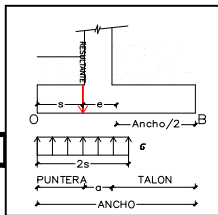
$$e = 0,19 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,56 m	
$\sigma = 63,91 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 108,20 \text{ kN}$	$\sigma = 0,64 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 20,09 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,73 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 83,81 \text{ kPa}$	$0,84 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 12,37 \text{ kPa}$	$0,12 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,84 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,12 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

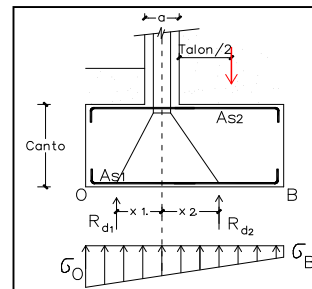
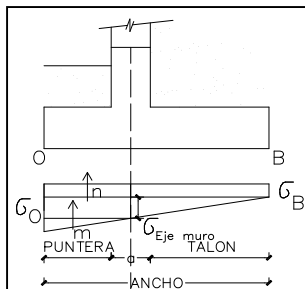
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 25,00 \text{ kPa}$	$n = 23,36 \text{ kN}$
	$m = 14,51 \text{ kN}$

$R_{d1} = 37,87 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 7,30 \text{ m}$
$x_1 = 0,35 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 6,05 \text{ m}$

$T_d = 16,86 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,65 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,73 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

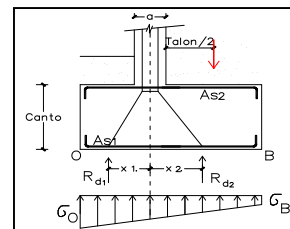
ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,35 m	
$N_{sd} = 34,78 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 12,17 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,45 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 84,51 \text{ kN}$$

$$V_d = 84,51 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

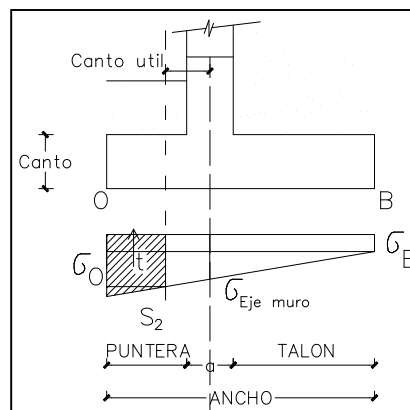
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

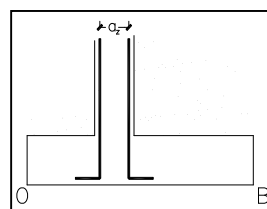
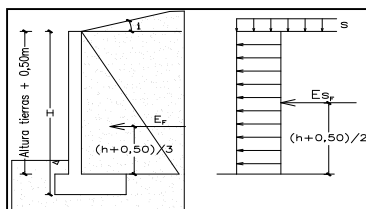
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 12,58 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 9,64 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 9,64 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 9,64 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,91 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	19,28 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	35,83 kN	0,82 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,91 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,07 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,15 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 12,58 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -736,42 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 9,64 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 9,64 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 53,47 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000101846$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,005627429$$

$$\epsilon_s m = 0,000101846$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 127,94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,0002437$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0134652$$

$$\epsilon_s m = 0,0002437$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,04 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,08 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

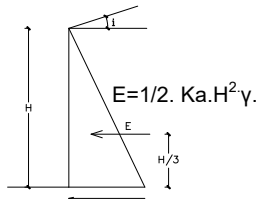
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

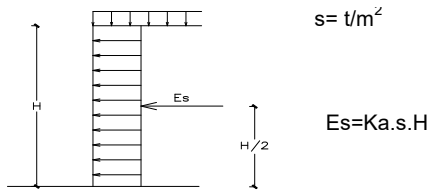
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 4-3

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m²

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 10,48 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

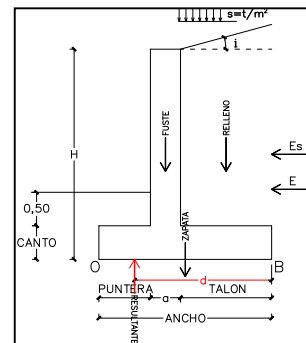
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m ³)	γ (kN/m ³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,56 m ³	25,0 kN/m ³	14,00 kN	0,48 m	6,65 m.kN
ZAPATA	0,53 m ³	25,0 kN/m ³	13,13 kN	0,53 m	6,89 m.kN
RELLENO	0,64 m ³	16,0 kN/m ³	10,24 kN	0,85 m	8,70 m.kN
SUMA			37,37 kN		22,24 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,43$$

$$N = 37,37 \text{ kN}$$

$$\sum E = 10,48 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,53$$

$$C_{sd} = \text{CUMPLE}$$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

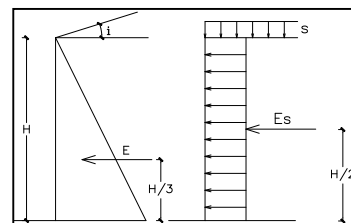
$$M_{est} = 22,24 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 7,34 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,03$$

$$C_{sv} = \text{CUMPLE}$$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 37,37 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 24,25 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,65 \text{ m}$$

$$e = 0,12 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

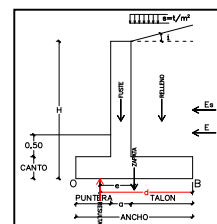
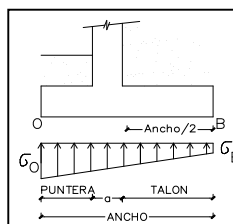
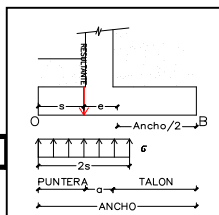
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,40 \text{ m}$
$\sigma = 46,60 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 56,05 \text{ kN}$
$M_{sd} = 6,96 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,47 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,36 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 60,82 \text{ kPa} \quad 0,61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 10,35 \text{ kPa} \quad 0,10 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

$$\sigma_o = 0,61 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

TENSION MINIMA

$$\sigma_B = 0,10 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

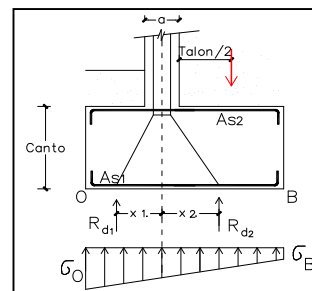
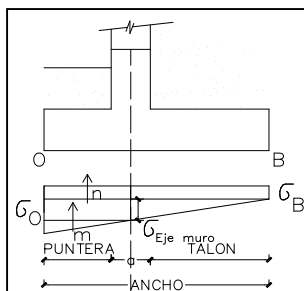
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 10,82 \text{ kPa}$	$n = 10,05 \text{ kN}$
	$m = 9,42 \text{ kN}$

$R_{d1} = 19,47 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 2,39 \text{ m}$
$x_1 = 0,28 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 2,98 \text{ m}$

$T_d = 8,63 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,33 \text{ cm}^2$
-------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,36 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

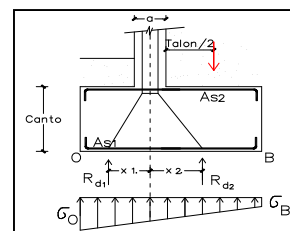
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,20 \text{ m}$
$N_{sd} = 13,82 \text{ kN}$
$M_{sd} = 2,76 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,14 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	12 mm
Area	2,38 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 61,64 \text{ kN}$$

$$V_d = 61,64 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

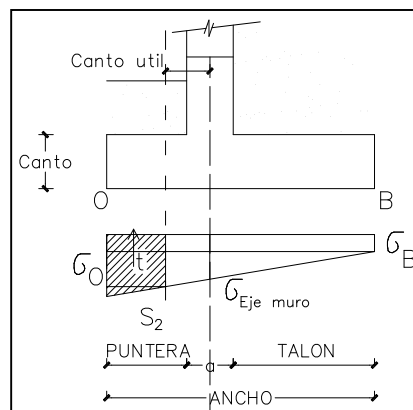
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

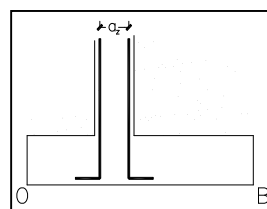
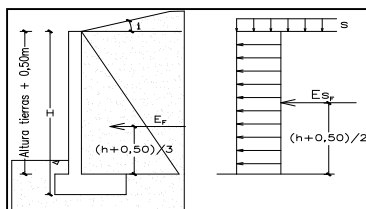
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 6,09 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 3,25 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 3,25 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 3,25 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	6,49 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec.}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	12,04 kN	0,28 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø		
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10		
	12	12	12	12	12	12		
	16	16	16	16	16	16		
	20	20	20	20	20	20		
	25	25	25	25	25	25		
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm	
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²	
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m	
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10			
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$			
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²					

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,02 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,05 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 6,09 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -742,91 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,25 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,25 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{\minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{\minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{\minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 18,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 3,42864E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,017386655$$

$$\epsilon_s m = 3,42864E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 43,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 8,204E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0416025$$

$$\epsilon_s m = 8,204E-05$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{\max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,01 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

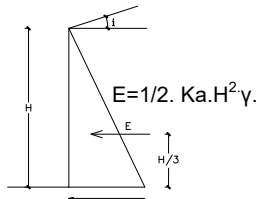
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

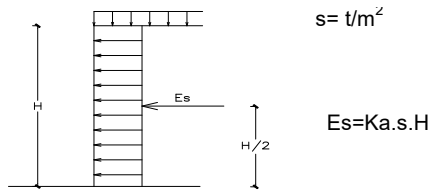
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 5 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta - \phi)}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\operatorname{cosec} \beta$	$\operatorname{sen}(\beta - \phi)$	$\operatorname{sen}(\beta + \delta)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi)$	$\operatorname{sen}(\phi - i)$	$\operatorname{sen}(\beta - i)$	$\operatorname{sen}(\delta + \phi) \cdot \operatorname{sen}(\phi - i) / \operatorname{sen}(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 22,49 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

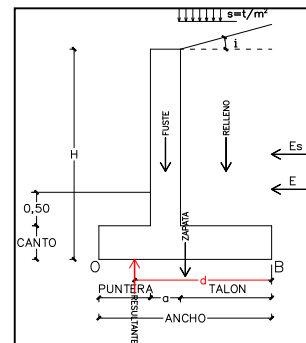
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,77 m³	25,0 kN/m³	19,25 kN	0,78 m	14,92 m.kN
ZAPATA	1,19 m³	25,0 kN/m³	29,75 kN	0,85 m	25,29 m.kN
RELLENO	1,65 m³	18,0 kN/m³	29,70 kN	1,33 m	39,35 m.kN
SUMA			78,70 kN		79,56 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = 0,44$$

$$N = 78,70 \text{ kN}$$

$$\sum E = 22,49 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,54$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$

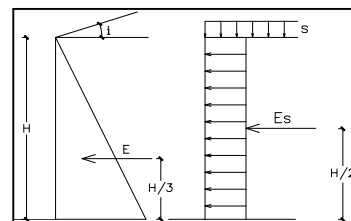
$$M_{est} = 79,56 \text{ m.kN}$$

$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$

$$M_{dest} = 21,74 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,66$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 78,70 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 75,76 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,96 \text{ m}$$

$$e = 0,11 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

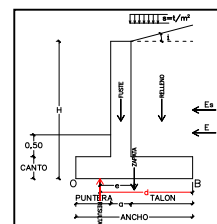
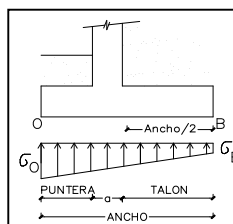
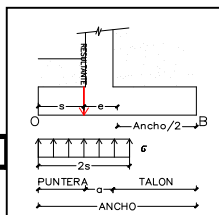
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,74 \text{ m}$
$\sigma = 53,36 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 118,05 \text{ kN}$
$M_{sd} = 13,29 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,53 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,49 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 64,69 \text{ kPa} \quad 0,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 27,90 \text{ kPa} \quad 0,28 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

$$\sigma_o = 0,65 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

TENSION MINIMA

$$\sigma_B = 0,28 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armatura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$$\sigma_{\text{eje muro}} = 12,45 \text{ kPa}$$

$$n = 31,27 \text{ kN}$$

$$m = 9,44 \text{ kN}$$

$$R_{d1} = 40,70 \text{ kN}$$

$$d_n \cdot n = 12,12 \text{ m}$$

$$x_1 = 0,42 \text{ m}$$

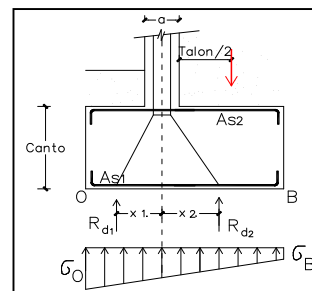
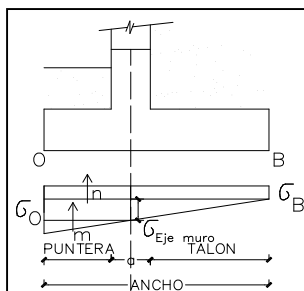
$$d_m \cdot m = 4,87 \text{ m}$$

$$T_d = 22,57 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot F_{y1}$$

$$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s1} = 0,88 \text{ cm}^2$$



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,88 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

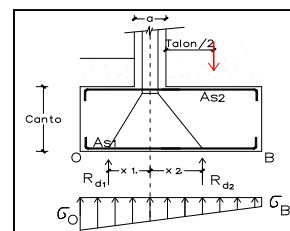
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,38 \text{ m}$
$N_{sd} = 40,10 \text{ kN}$
$M_{sd} = 15,04 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,55 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 88,86 \text{ kN}$$

$$V_d = 88,86 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

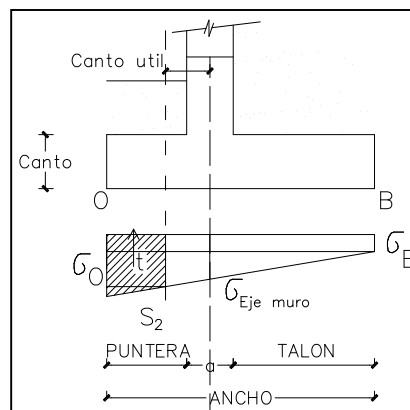
$$f_{ct,k 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k 0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

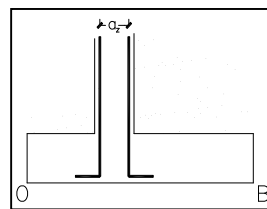
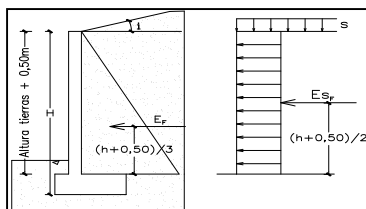
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 12,94 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 9,49 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 9,49 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 14,24 \text{ m.kN}$
-------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 1,35 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	28,48 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	53,00 kN	1,22 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 1,35 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantía mínima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,11 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,21 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k \ 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k \ 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot V_c$$

$$V_{sd} = 19,42 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -729,57 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 9,49 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 9,49 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 52,64 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000100273$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,005723676$$

$$\epsilon_s m = 0,000100273$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 125,96 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00023993$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0136955$$

$$\epsilon_s m = 0,00023993$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,08 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

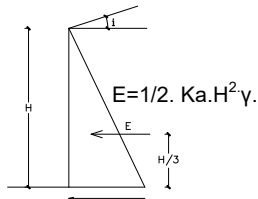
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

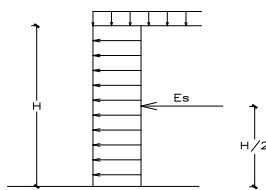
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 5-1

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



$$s = t/m^2$$

$$Es = Ka \cdot s \cdot H$$

EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$Ka = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$Ka = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot Ka \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 21,24 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

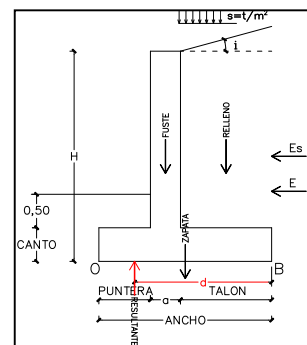
$$Ka \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$Es = Ka \cdot s \cdot H$$

$$Es = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,77 m³	25,0 kN/m³	19,25 kN	0,78 m	14,92 m.kN
ZAPATA	1,19 m³	25,0 kN/m³	29,75 kN	0,85 m	25,29 m.kN
RELLENO	1,65 m³	17,0 kN/m³	28,05 kN	1,33 m	37,17 m.kN
SUMA			77,05 kN		77,37 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$Csd = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,42$$

$$N = 77,05 \text{ kN}$$

$$\sum E = 21,24 \text{ kN}$$

$$Csd = 1,52$$

Csd= CUMPLE

COMPROBACION AL VUELCO

$$Csv = \frac{\sum Mest}{\sum Mdest} \geq 1,8$$

$$Mest = \text{Momentos en "O"}$$

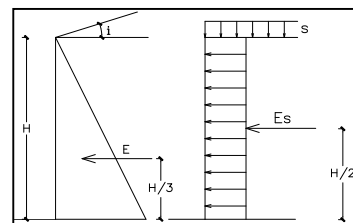
$$Mest = 77,37 \text{ m.kN}$$

$$Mdest = (Es \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$Mdest = 20,53 \text{ m.kN}$$

$$Csv = 3,77$$

Csv= CUMPLE



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 77,05 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + Es \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 73,94 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,96 \text{ m}$$

$$e = 0,11 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

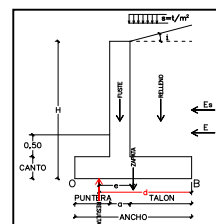
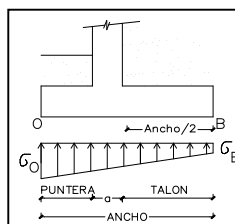
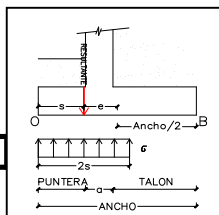
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,74 \text{ m}$
$\sigma = 52,04 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 115,58 \text{ kN}$
$M_{sd} = 12,67 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,46 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 62,87 \text{ kPa} \quad 0,63 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 27,78 \text{ kPa} \quad 0,28 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

$$\sigma_o = 0,63 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

TENSION MINIMA

$$\sigma_B = 0,28 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armadura inferior de zapata

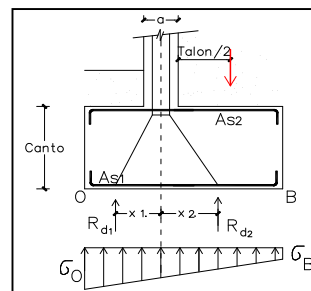
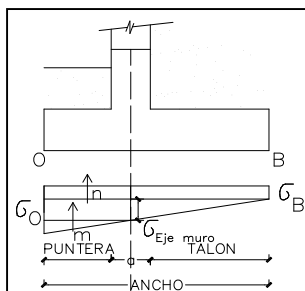
$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 11,87 \text{ kPa}$	$n = 30,73 \text{ kN}$
	$m = 9,00 \text{ kN}$

$R_{d1} = 39,72 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 11,91 \text{ m}$
$x_1 = 0,42 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 4,65 \text{ m}$

$T_d = 21,98 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,85 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,85 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

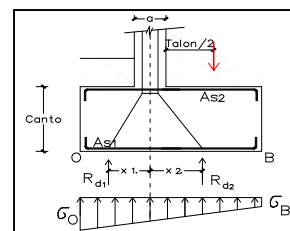
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,38 \text{ m}$
$N_{sd} = 37,87 \text{ kN}$
$M_{sd} = 14,20 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,52 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 87,02 \text{ kN}$$

$$V_d = 87,02 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

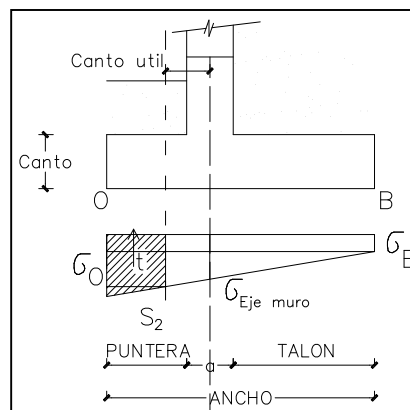
$$f_{ct,k 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k 0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E=1/2. K_a.(h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s=K_a.s.(h+0,5)$$

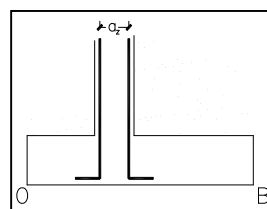
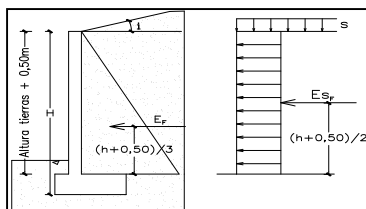
$$K_a= 0,30$$

$$s= t/m^2$$

$E_F= 12,23 \text{ kN}$	$E_{SF}= 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	---------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}}= 8,97 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}}= 0,00 \text{ m.kN}$
--	--

$M= 8,97 \text{ m.kN}$	$M_{sd}= 8,97 \text{ m.kN}$
------------------------	-----------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,85 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	17,93 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	33,31 kN	0,77 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,85 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2}= 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil= 5,60 cm ²
------------------------	-----------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,07 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,14 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 12,23 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -736,77 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,97 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,97 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 49,72 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 9,47018E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,006089036$$

$$\epsilon_s m = 9,47018E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 118,97 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,0002266$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0145697$$

$$\epsilon_s m = 0,0002266$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,08 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

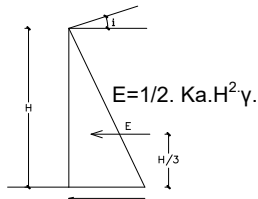
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

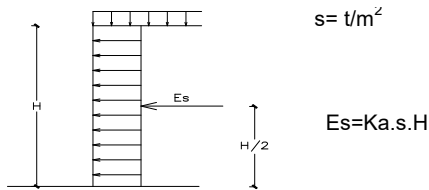
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 5-2

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 13,95 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

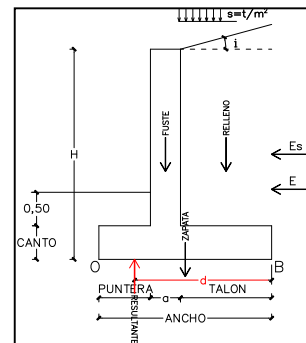
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,65 m³	25,0 kN/m³	16,19 kN	0,78 m	12,55 m.kN
ZAPATA	0,85 m³	25,0 kN/m³	21,25 kN	0,85 m	18,06 m.kN
RELLENO	1,39 m³	17,0 kN/m³	23,59 kN	1,33 m	31,25 m.kN
SUMA			61,03 kN		61,86 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,36$$

$$N = 61,03 \text{ kN}$$

$$\sum E = 13,95 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,59$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

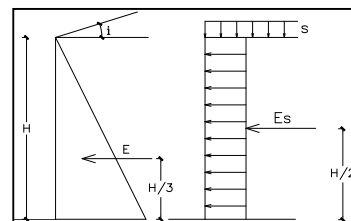
$$M_{est} = 61,86 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 10,93 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 5,66$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 61,03 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 52,70 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,86 \text{ m}$$

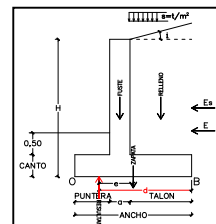
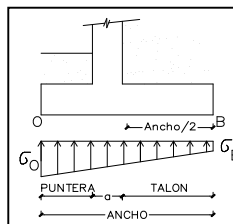
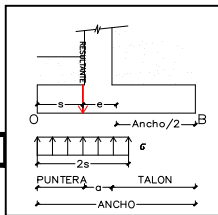
$$e = 0,01 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,84 \text{ m}$	
$\sigma = 36,48 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 91,54 \text{ kN}$	$\sigma = 0,36 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 1,24 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,06 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 37,62 \text{ kPa}$	$0,38 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 34,18 \text{ kPa}$	$0,34 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,38 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,34 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

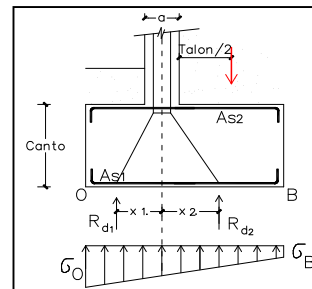
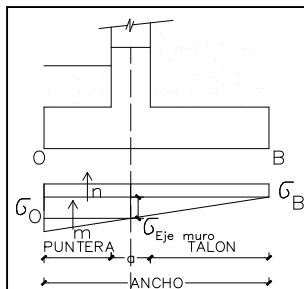
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 1,16 \text{ kPa}$	$n = 27,39 \text{ kN}$
	$m = 0,88 \text{ kN}$

$R_{d1} = 28,27 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 10,61 \text{ m}$
$x_1 = 0,39 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 0,46 \text{ m}$

$T_d = 20,22 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,78 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,78 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

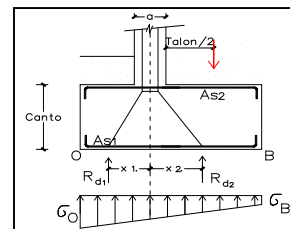
$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,38 \text{ m}$	
$N_{sd} = 31,84 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 11,94 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,61 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	12 mm
Area	2,38 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 73,38 \text{ kN}$$

$$V_d = 73,38 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

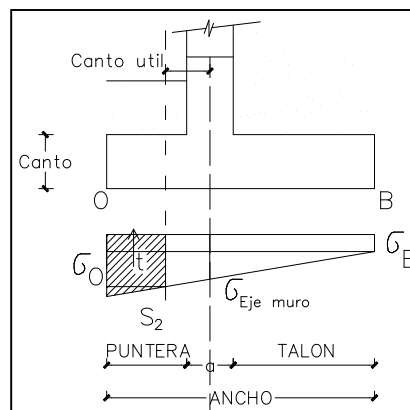
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E=1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s=K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

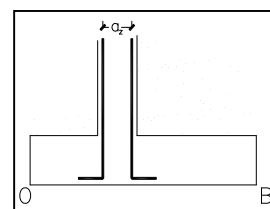
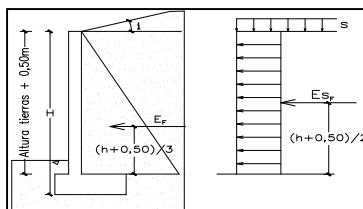
$$K_a= 0,30$$

$$s= t/m^2$$

$E_F= 8,64 \text{ kN}$	$E_{SF}= 0,00 \text{ kN}$
------------------------	---------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}}= 5,33 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}}= 0,00 \text{ m.kN}$
--	--

$M= 5,33 \text{ m.kN}$	$M_{sd}= 5,33 \text{ m.kN}$
------------------------	-----------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,50 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	10,66 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	19,78 kN	0,45 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,50 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2}= 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantía mínima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil}= 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima transversal por cara}= 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_S = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,04 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$		$L_S = 0,08 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 8,64 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -740,35 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
-	-	0,1	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	-	-	50	

$$W_{\max} = 0,10 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 5,33 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 5,33 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3)/12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo})/(a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M/(0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis}/(0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_{sr}}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 29,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 5,63126E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,010497407$$

$$\epsilon_{sm} = 5,63126E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 70,74 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00013474$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,025118$$

$$\epsilon_{sm} = 0,00013474$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,02 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,05 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,10 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

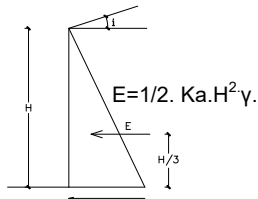
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

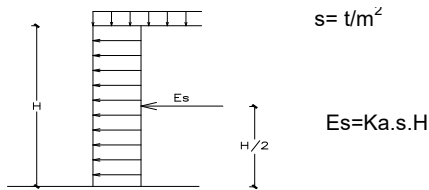
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 5-3

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 9,12 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

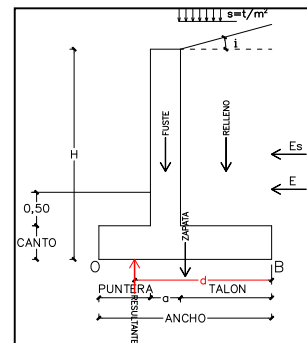
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,49 m³	25,0 kN/m³	12,25 kN	0,48 m	5,82 m.kN
ZAPATA	0,48 m³	25,0 kN/m³	11,88 kN	0,48 m	5,64 m.kN
RELLENO	0,42 m³	17,0 kN/m³	7,14 kN	0,80 m	5,71 m.kN
SUMA			31,27 kN		17,17 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,44$$

$$N = 31,27 \text{ kN}$$

$$\sum E = 9,12 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

Csd= CUMPLE

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

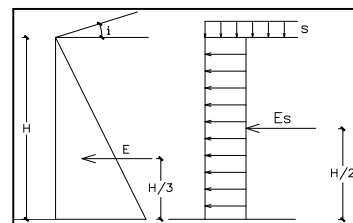
$$M_{est} = 17,17 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 5,78 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 2,97$$

Csv= CUMPLE



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos =0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 31,27 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 18,25 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,58 \text{ m}$$

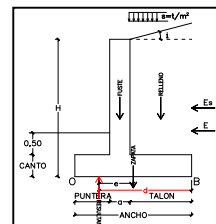
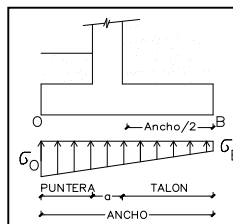
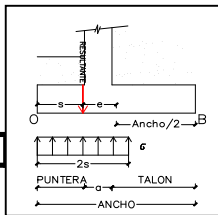
$$e = 0,11 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,37 \text{ m}$	
$\sigma = 42,67 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 46,90 \text{ kN}$	$\sigma = 0,43 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 5,10 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,26 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$	$M = R \cdot e$	$\sigma_o = 55,49 \text{ kPa}$	$0,55 \text{ kg/cm}^2$
		$\sigma_B = 10,33 \text{ kPa}$	$0,10 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA
TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,55 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,10 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

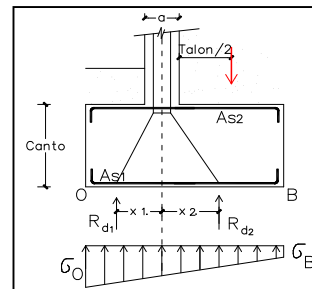
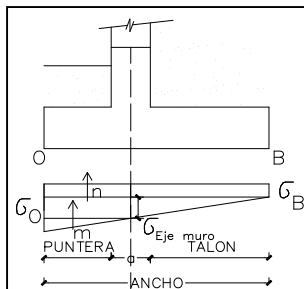
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 5,94 \text{ kPa}$	$n = 7,73 \text{ kN}$
	$m = 9,32 \text{ kN}$

$R_{d1} = 17,04 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 1,84 \text{ m}$
$x_1 = 0,28 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 2,95 \text{ m}$

$T_d = 7,75 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,30 \text{ cm}^2$
-------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$A_{s1} = 0,30 \text{ cm}^2$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

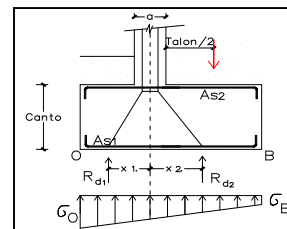
$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,15 \text{ m}$	
$N_{sd} = 9,64 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 1,45 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,07 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	12 mm
Area	2,38 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 56,37 \text{ kN}$$

$$V_d = 56,37 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

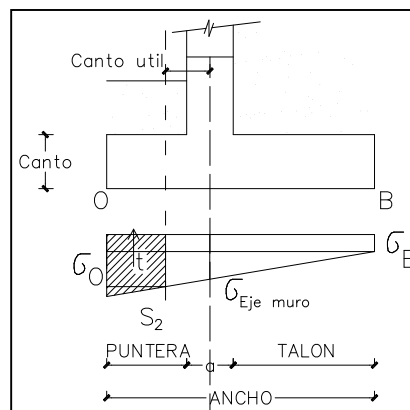
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

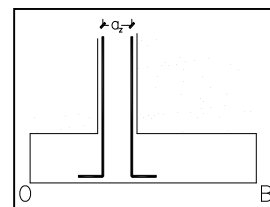
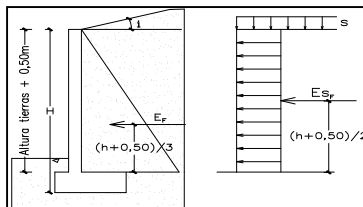
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 4,95 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 2,31 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 2,31 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 2,31 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,22 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	4,62 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	08,56 kN	0,20 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,22 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantia minima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,02 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,03 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 4,95 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -744,04 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,31 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,31 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 12,81 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 2,44048E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,024486006$$

$$\epsilon_s m = 2,44048E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 30,66 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 5,8395E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0585897$$

$$\epsilon_s m = 5,8395E-05$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$W_k = 0,01 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,02 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

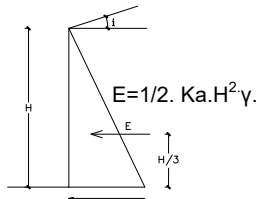
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

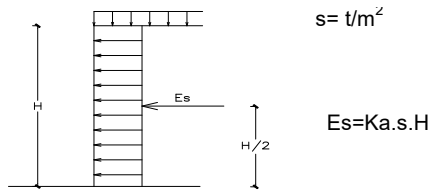
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 6 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclination trasdos del muro
- ϕ Angulo de rozamiento interno de tierras
- δ Angulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Angulo del talud en coronacion de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m²

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,16	0,93	0,13
Producto		Raiz cuadrada		Raiz cuadrada		
0,87		0,97		0,36		

$$K_a = 0,43$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 27,63 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

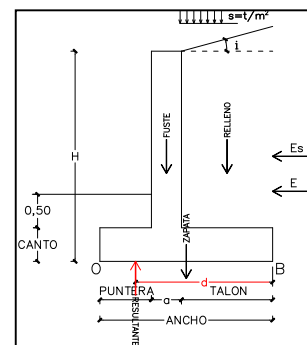
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m ³)	γ (kN/m ³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,78 m ³	25,0 kN/m ³	19,50 kN	0,80 m	15,60 m.kN
ZAPATA	1,62 m ³	25,0 kN/m ³	40,50 kN	0,90 m	36,45 m.kN
RELLENO	1,56 m ³	16,0 kN/m ³	24,96 kN	1,40 m	34,94 m.kN
SUMA			84,96 kN		86,99 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,49$$

$$N = 84,96 \text{ kN}$$

$$\sum E = 27,63 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

Csd= CUMPLE

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

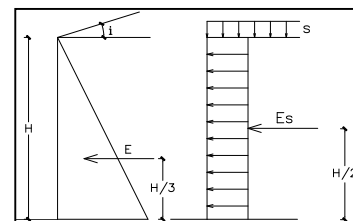
$$M_{est} = 86,99 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 26,25 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,31$$

Csv= CUMPLE



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos =0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 84,96 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 91,92 \text{ m.kN}$$

$$d = 1,08 \text{ m}$$

$$e = 0,18 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

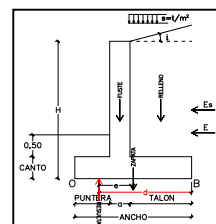
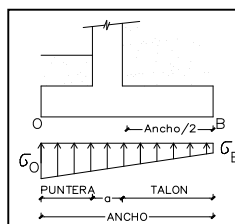
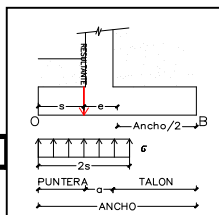
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,72 \text{ m}$
$\sigma = 59,16 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 127,44 \text{ kN}$
$M_{sd} = 23,18 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,59 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,66 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 75,82 \text{ kPa} \quad 0,76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 18,58 \text{ kPa} \quad 0,19 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$$\sigma_o = 0,76 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_B = 0,19 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$$\sigma_{\text{eje muro}} = 19,08 \text{ kPa}$$

$$n = 30,13 \text{ kN}$$

$$m = 15,26 \text{ kN}$$

$$R_{d1} = 45,39 \text{ kN}$$

$$d_n \cdot n = 12,05 \text{ m}$$

$$x_1 = 0,44 \text{ m}$$

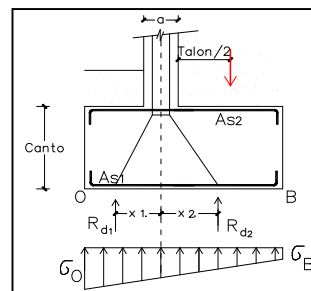
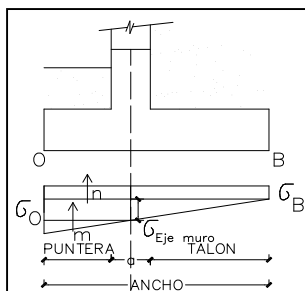
$$d_m \cdot m = 8,14 \text{ m}$$

$$T_d = 20,46 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot F_{y1}$$

$$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s1} = 0,79 \text{ cm}^2$$



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,79 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

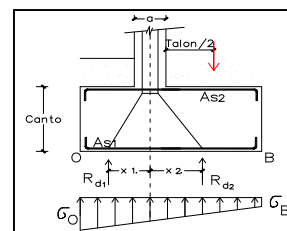
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,40 \text{ m}$
$N_{sd} = 33,70 \text{ kN}$
$M_{sd} = 13,48 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,38 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} =$	25,20 cm ²	
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil= 16,20 cm ²		Armadura minima necesaria por cara=				12,60 cm ²

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	999	999	999	999	999	12	
	16	16	999	999	999	16	
	20	20	20	20	999	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	16	16	20	20	25	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	22,12	14,07	18,85	15,71	19,64	Area menor	14,07 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	16	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm				16 mm	
					-	-		Area 14,07 cm ²
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	14,07 cm ²	14,07 cm ²	-	-	14,07 cm ²	Separacion 0,15 m
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	4,22 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 81,71 \text{ kN}$$

$$V_d = 81,71 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

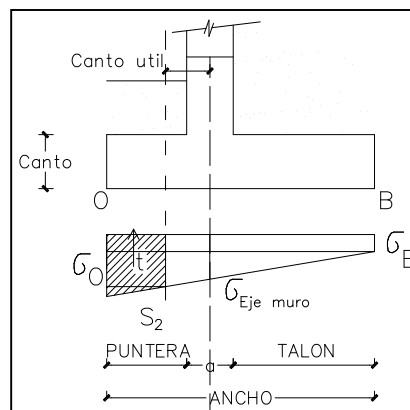
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.925,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

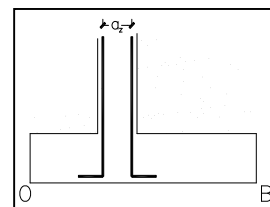
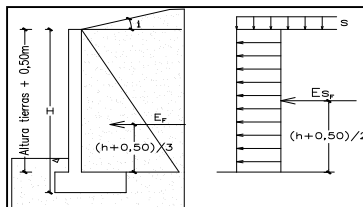
$$K_a = 0,43$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 12,93 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 8,41 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 8,41 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 8,41 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,67 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,32 m	0,1 m ²	16,81 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec.}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	26,33 kN	0,61 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,67 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 8,59 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,60 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 8,59 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 6,40 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 6,40 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	16	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	10,05	8,04	Area menor	6,79 cm ²
SEPARACION	-	-	0,20 m	-	-	Separacion	0,20 m
Ø CALCULADO	-	-	12	-	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neta}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neta}}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neta}} = 0,05 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,11 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 855,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 12,93 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -843,06 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 8,59 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,40 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,41 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,40 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,41 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

$$A_{heficaz} = 150,00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,22 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,005$$

$$M_{fis} = 85,60 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 34,97 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 356,03 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 6,66069E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,008464146$$

$$\epsilon_s m = 6,66069E-05$$

$$A_{heficaz} = 150,00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,22 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,005$$

$$M_{fis} = 85,60 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 95,63 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 973,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00018214$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0231461$$

$$\epsilon_s m = 0,00018214$$

Abertura característica de la fisura

$$Wk = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_s m$$

Fisura maxima según EHE

Si $Wk > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$Wk = 0,02 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$Wk = 0,07 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

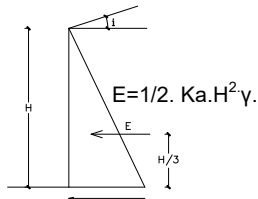
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

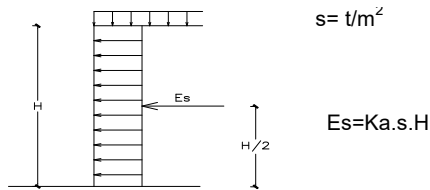
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 7-1

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 57,08 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

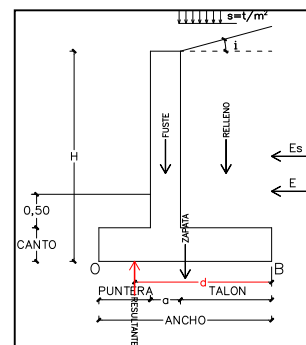
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	1,80 m³	25,0 kN/m³	45,00 kN	0,98 m	43,88 m.kN
ZAPATA	2,21 m³	25,0 kN/m³	55,13 kN	1,23 m	67,53 m.kN
RELLENO	5,00 m³	16,0 kN/m³	80,00 kN	1,83 m	146,00 m.kN
SUMA			180,13 kN		257,40 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,48$$

$$N = 180,13 \text{ kN}$$

$$\sum E = 57,08 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,51$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

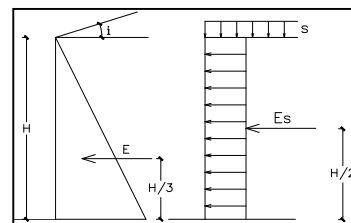
$$M_{est} = 257,40 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 93,23 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 2,76$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 180,13 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 276,20 \text{ m.kN}$$

$$d = 1,53 \text{ m}$$

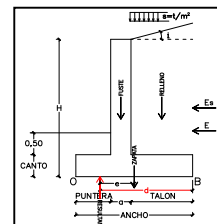
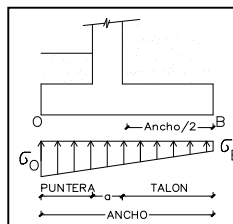
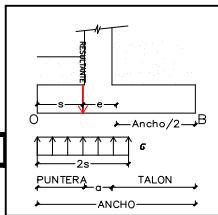
$$e = 0,31 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,92 \text{ m}$	
$\sigma = 98,26 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 270,19 \text{ kN}$	$\sigma = 0,98 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 83,32 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 2,37 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 129,04 \text{ kPa}$	$1,29 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 18,00 \text{ kPa}$	$0,18 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 1,29 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,18 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

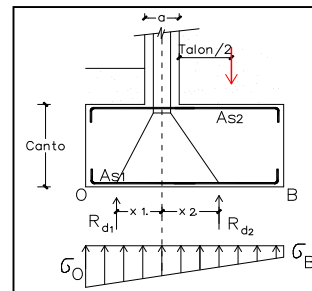
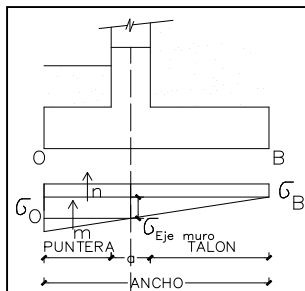
Armatura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 46,46 \text{ kPa}$	$n = 62,84 \text{ kN}$
	$m = 31,49 \text{ kN}$

$R_{d1} = 94,33 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 30,64 \text{ m}$
$x_1 = 0,54 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 20,47 \text{ m}$

$T_d = 52,93 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 2,05 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$A_{s1} = 2,37 \text{ cm}^2$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

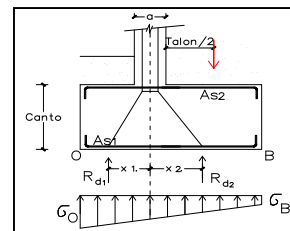
$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,63 \text{ m}$	
$N_{sd} = 108,00 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 67,50 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 1,92 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} =$	25,20 cm ²	
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil= 16,20 cm ²		Armadura minima necesaria por cara=				12,60 cm ²

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	999	999	999	999	999	12	
	16	16	999	999	999	16	
	20	20	20	20	999	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	16	16	20	20	25	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	22,12	14,07	18,85	15,71	19,64	Area menor	14,07 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	16	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm				16 mm	
Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Area 14,07 cm ²
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	14,07 cm ²	14,07 cm ²	-	-	14,07 cm ²	Separacion 0,15 m
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra = 2,01 cm ²	Nº barras/metro = 2,10
-----------------------------------	------------------------

Ø	16 mm
Area	4,22 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 139,37 \text{ kN}$$

$$V_d = 139,37 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

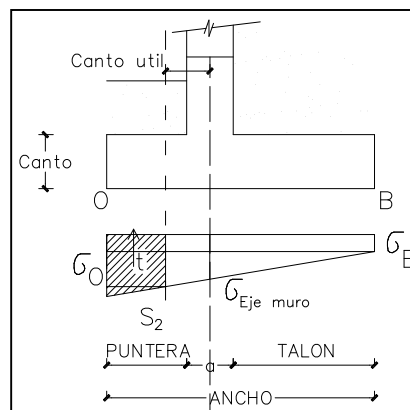
$$f_{ct,k,0,95} = 3,209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.925,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

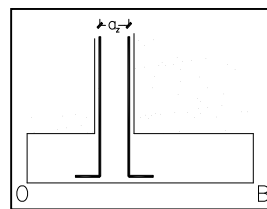
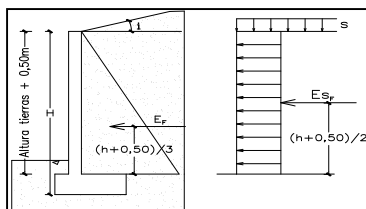
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 38,04 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 50,72 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
--	---

$M = 50,72 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 50,72 \text{ m.kN}$
--------------------------	-------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 3,50 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_d}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,37 m	0,14 m ²	101,43 m.kN	19833,33 kN/m	0,01 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,01 m	138,37 kN	3,18 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	999	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	12	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	4,52	Area menor	3,93 cm²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	10	-		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 3,50 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 9,66 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 4,05 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 9,66 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 1,18 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantía mínima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 7,20 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura mínima transversal por cara} = 7,20 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	16	16	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neta}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neta}}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neta}} = 0,22 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,45 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 962,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 38,04 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd} \quad \text{NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES}$$

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -924,95 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \Phi = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,25 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\sigma/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\sigma/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$Wk = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $Wk > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 9,66 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,45 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 50,72 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,25 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,93 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,45 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 50,72 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 168,75 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,00$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,008$$

$$M_{fis} = 108,34 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 164,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 350,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,000312506$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,001001223$$

$$\epsilon_{sm} = 0,000312506$$

$$Wk = 0,12 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$A_{heficaz} = 168,75 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,00$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,008$$

$$M_{fis} = 108,34 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 403,79 \text{ m.kN}$$

$$f_{sr} = 862,55 \text{ m.kN}$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00076912$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0024642$$

$$\epsilon_{sm} = 0,00076912$$

$$Wk = 0,30 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,25 \text{ m}$$

$$0,20 \text{ m}$$

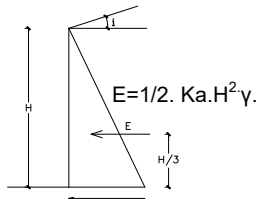
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	5	-	5

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,20 \text{ m}$$

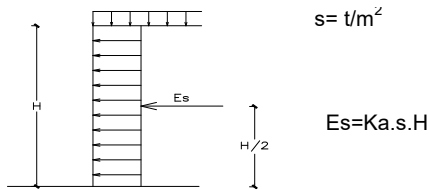
CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 7-2

SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 9,51 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

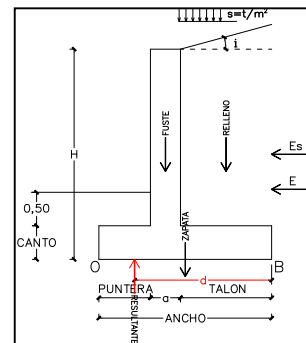
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,53 m³	25,0 kN/m³	13,13 kN	0,48 m	6,23 m.kN
ZAPATA	0,50 m³	25,0 kN/m³	12,50 kN	0,50 m	6,25 m.kN
RELLENO	0,53 m³	16,0 kN/m³	8,40 kN	0,83 m	6,93 m.kN
SUMA			34,03 kN		19,41 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,42$$

$$N = 34,03 \text{ kN}$$

$$\sum E = 9,51 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,50$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

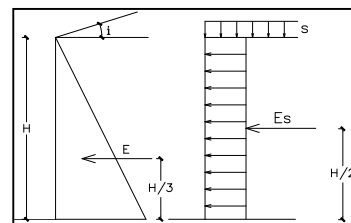
$$M_{est} = 19,41 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 6,34 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,06$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 34,03 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 20,89 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,61 \text{ m}$$

$$e = 0,11 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

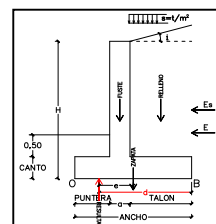
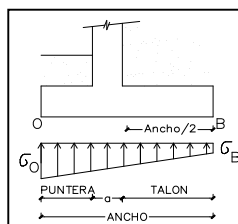
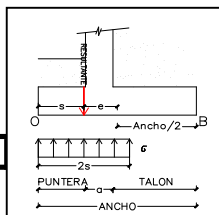
CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,39 \text{ m}$
$\sigma = 44,06 \text{ kPa}$
$N_{sd} = 51,04 \text{ kN}$
$M_{sd} = 5,81 \text{ m.kN}$

$$\sigma = 0,44 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s1} = 0,30 \text{ cm}^2$$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$$\sigma_o = 57,27 \text{ kPa} \quad 0,57 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 10,78 \text{ kPa} \quad 0,11 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$$\sigma_o = 0,57 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_B = 0,11 \text{ kg/cm}^2 \text{ CUMPLE}$$

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

Armatura inferior de zapata

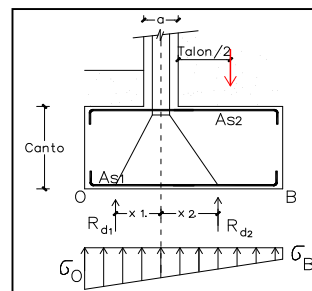
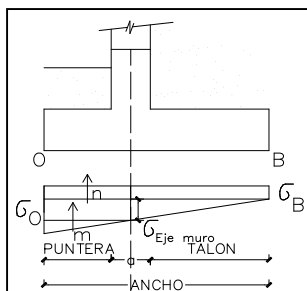
$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 8,14 \text{ kPa}$	$n = 8,98 \text{ kN}$
	$m = 9,11 \text{ kN}$

$R_{d1} = 18,09 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 2,13 \text{ m}$
$x_1 = 0,28 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 2,88 \text{ m}$

$T_d = 8,08 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,31 \text{ cm}^2$
-------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,31 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

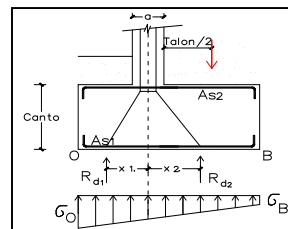
SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,18 \text{ m}$
$N_{sd} = 11,34 \text{ kN}$
$M_{sd} = 1,98 \text{ m.kN}$

$$A_{s1} = 0,10 \text{ cm}^2$$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 14,00 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 9,00 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		7,00 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	999	999	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	16	16	16	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	12,06	10,05	8,04	Area menor	7,92 cm ²
SEPARACION	-	0,15 m	-	-	-	Separacion	0,15 m
Ø CALCULADO	-	12	-	-	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	12 mm		-	-	12 mm	Ø	12 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	7,92 cm ²	7,92 cm ²	-	-	7,92 cm ²	Area	7,92 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,15 m		-	-	0,15 m	Separacion	0,15 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 1,13 cm ²	Nº barras/metro= 2,10
----------------------------------	-----------------------

Ø	12 mm
Area	2,38 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 58,70 \text{ kN}$$

$$V_d = 58,70 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k,0,95}/1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

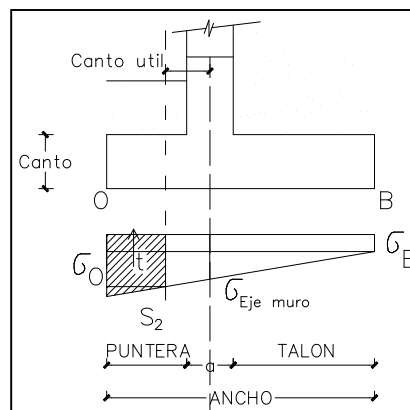
$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.069,99 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 0,30 \sqrt{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h + 0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h + 0,5)$$

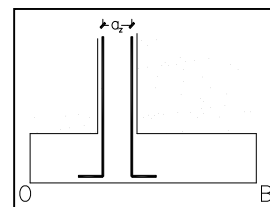
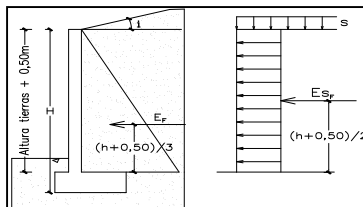
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 5,35 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 2,67 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 2,67 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 2,67 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,25 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	5,35 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _{s nec}	LA A _{s nec} CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	09,91 kN	0,23 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,25 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantia minima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,02 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,04 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 5,35 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -743,64 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,67 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2,67 \text{ m.kN}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{s,m}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 14,83 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 2,82511E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,021134359$$

$$\epsilon_{s,m} = 2,82511E-05$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 35,49 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 6,7599E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0505699$$

$$\epsilon_{s,m} = 6,7599E-05$$

$$W_k = 0,02 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

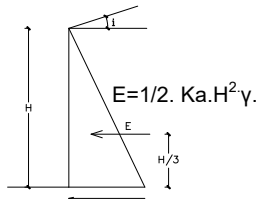
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

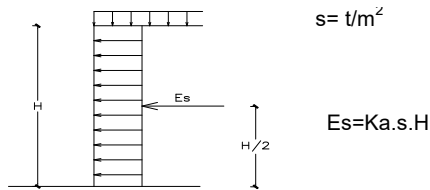
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 8 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

$$K_a = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi)}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

- β Inclinación trasdos del muro
- ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
- δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
- i Ángulo del talud en coronación de muro
- s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\cos \beta$	$\sin(\beta - \phi)$	$\sin(\beta + \delta)$	$\sin(\delta + \phi)$	$\sin(\phi - i)$	$\sin(\beta - i)$	$\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i) / \sin(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 19,99 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

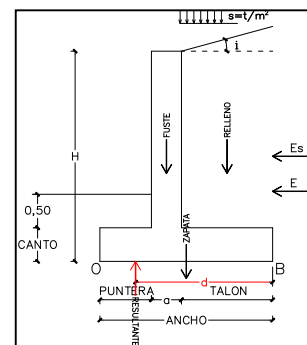
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,77 m³	25,0 kN/m³	19,25 kN	0,63 m	12,03 m.kN
ZAPATA	1,02 m³	25,0 kN/m³	25,38 kN	0,73 m	18,40 m.kN
RELLENO	1,43 m³	16,0 kN/m³	22,88 kN	1,13 m	25,74 m.kN
SUMA			67,51 kN		56,17 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \tan \delta$$

$$\tan \delta = 0,45$$

$$N = 67,51 \text{ kN}$$

$$\sum E = 19,99 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,52$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$$

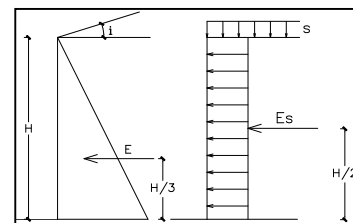
$$M_{est} = 56,17 \text{ m.kN}$$

$$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$$

$$M_{dest} = 19,33 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 2,91$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 67,51 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talón} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talón} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 60,85 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,90 \text{ m}$$

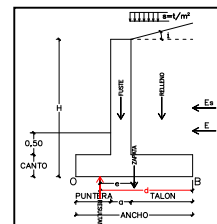
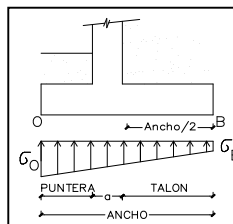
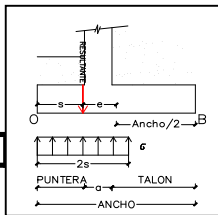
$$e = 0,18 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,55 m	
$\sigma = 61,52 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 101,26 \text{ kN}$	$\sigma = 0,62 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 17,86 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,65 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$$

$$M = R \cdot e$$

$\sigma_o = 80,53 \text{ kPa}$	$0,81 \text{ kg/cm}^2$
$\sigma_B = 12,58 \text{ kPa}$	$0,13 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA

TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,81 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,13 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

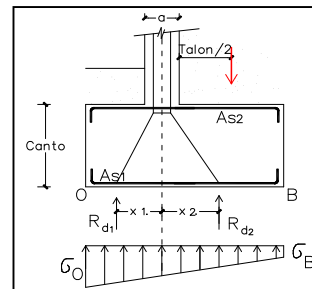
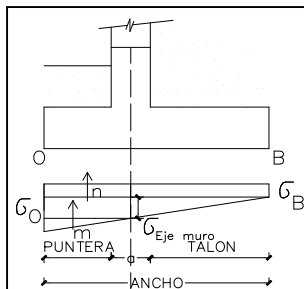
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 22,26 \text{ kPa}$	$n = 21,77 \text{ kN}$
	$m = 14,28 \text{ kN}$

$R_{d1} = 36,05 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 6,80 \text{ m}$
$x_1 = 0,35 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 5,95 \text{ m}$

$T_d = 16,13 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,63 \text{ cm}^2$
--------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$$A_{s1} = 0,65 \text{ cm}^2$$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

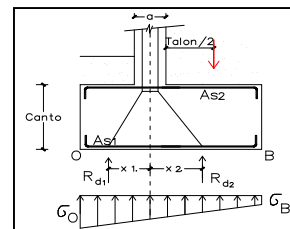
ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	12	12	12	12	12	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ø CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

s= 0,33 m	
$N_{sd} = 30,89 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 10,04 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,37 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

ø mm.	Area barra en cm²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	A _{s1} ≥0,04 . A _c . f _{cd} /f _{yd}		A _{s total} = 9,05 cm ²		0,04.A _c .f _{cd} /f _{yd} = 19,60 cm ²		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil= 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara=			9,80 cm ²	

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA								Ø	16 mm
Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Area	10,05 cm²
A	4,52 cm²	4,52 cm²	10,05 cm²	10,05 cm²	-	-	10,05 cm²	Separacion	0,25 m
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m		

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)		Ø	16 mm
Area barra= 2,01 cm²	Nº barras/metro= 1,50	Area	3,02 cm²
		Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso V_d es la Fuerza del paquete rayado.

t= 81.74 kN

$$V_d = 81.74 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k \cdot 0.95} / 1,5) \cdot b \cdot Canto$$

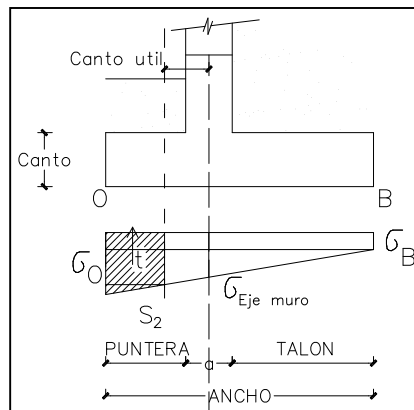
$$f_{ct,k0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$f_{ct,k,0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$V_{cu} \geq V_c$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

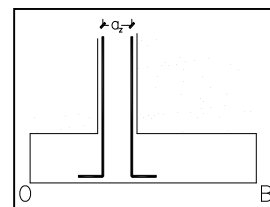
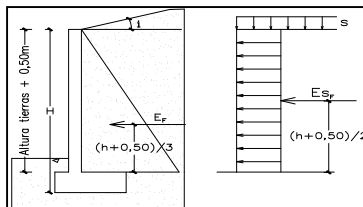
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 11,51 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
--------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 8,44 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 8,44 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 8,44 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,80 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	16,88 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	31,34 kN	0,72 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,80 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

$$\text{Cuantia minima 42.3.5. } 3,2 \text{ por mil} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b,neto}$	$\alpha=2$	$L_{b,neto}=L_b \cdot \beta \cdot A_s/A_{s,real}$	$\beta=1$
---------------------------------	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b,neto} = 0,06 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,13 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct,k} \cdot 0,95 / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct,k} \cdot 0,95 = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 11,51 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd} \quad \text{NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES}$$

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -737,49 \text{ kN}$	$\Omega_{acero} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	----------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Minimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,44 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 8,44 \text{ m.kN}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{s,m}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 46,79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 8,91311E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,006498325$$

$$\epsilon_{s,m} = 8,91311E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 111,97 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 0,00021327$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0155491$$

$$\epsilon_{s,m} = 0,00021327$$

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,07 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

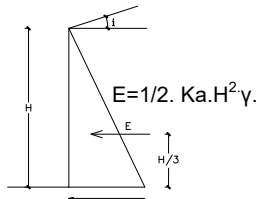
CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

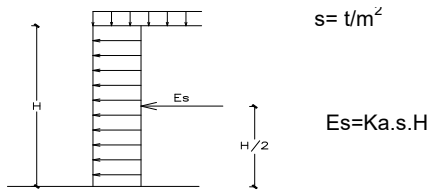
$$0,30 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

PESO PROPIO DEL TERRENO



MURO 9 SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA



EMPUJE DEL TERRENO

EMPUJE ACTIVO DE RANKINE. (CTE DB SE-C 6.2.3.)

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

β Inclinación trasdos del muro
 ϕ Ángulo de rozamiento interno de tierras
 δ Ángulo de rozamiento entre terreno y muro
 i Ángulo del talud en coronación de muro
 s Sobrecarga uniformemente repartida T/m^2

$\text{cosec} \beta$	$\text{sen}(\beta - \phi)$	$\text{sen}(\beta + \delta)$	$\text{sen}(\delta + \phi)$	$\text{sen}(\phi - i)$	$\text{sen}(\beta - i)$	$\text{sen}(\delta + \phi) \cdot \text{sen}(\phi - i) / \text{sen}(\beta - i)$
1,00	0,87	0,94	0,77	0,50	1,00	0,38
Producto		Raíz cuadrada		Raíz cuadrada		
0,87		0,97		0,62		

$$K_a = 0,30$$

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot H^2 \cdot \gamma$$

$$E = 12,58 \text{ kN}$$

EMPUJE SOBRECARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

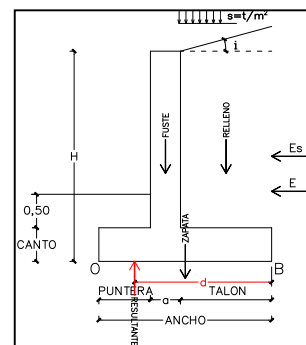
$$K_a \cdot s = 0,00 \text{ kN}$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot H$$

$$E_s = 0,00 \text{ kN}$$

PESOS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES (Momento en O)

	VOLUMEN. (m³)	γ (kN/m³)	N (kN)	DISTANCIA (m)	M. ESTAB. (m.kN)
FUSTE	0,56 m³	25,0 kN/m³	14,00 kN	0,53 m	7,35 m.kN
ZAPATA	0,81 m³	25,0 kN/m³	20,13 kN	0,58 m	11,57 m.kN
RELLENO	0,72 m³	16,0 kN/m³	11,52 kN	0,93 m	10,66 m.kN
SUMA			45,65 kN		29,58 m.kN



COMPROBACION DE DESLIZAMIENTO

$$C_{sd} = \frac{\mu \cdot N}{\sum E} \geq 1,5$$

$$\mu = \text{tg} \delta$$

$$\text{tg} \delta = 0,42$$

$$N = 45,65 \text{ kN}$$

$$\sum E = 12,58 \text{ kN}$$

$$C_{sd} = 1,52$$

$C_{sd} = \text{CUMPLE}$

COMPROBACION AL VUELCO

$$C_{sv} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{dest}} \geq 1,8$$

$M_{est} = \text{Momentos en "O"}$

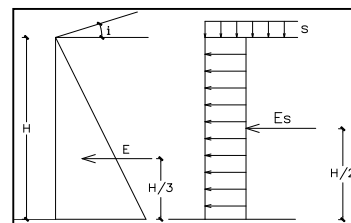
$$M_{est} = 29,58 \text{ m.kN}$$

$M_{dest} = (E_s \cdot H/2) + (E \cdot H/3)$

$$M_{dest} = 9,64 \text{ m.kN}$$

$$C_{sv} = 3,07$$

$C_{sv} = \text{CUMPLE}$



CALCULO DE RESULTANTE Y PUNTO DE APLICACION.

TOMAMOS MOMENTOS EN "B" (Suma de fuerzas y de Momentos = 0)

RESULTANTE = Peso Fuste + Peso Zapata + Peso relleno

$$R = 45,65 \text{ kN}$$

$$R \cdot d = \text{Fuste} \times (\text{Talon} + 1/2 a) + \text{Zapata} \times 1/2 \text{ Ancho} + \text{Relleno} \times 1/2 \text{ Talon} + E_s \times 1/2 \cdot H + E \cdot 1/3 \cdot H$$

$$R \cdot d = 32,46 \text{ m.kN}$$

$$d = 0,71 \text{ m}$$

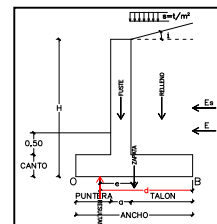
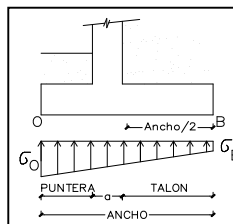
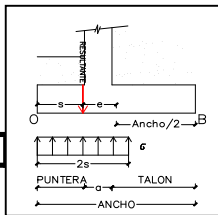
$$e = 0,14 \text{ m}$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

CALCULO DE TENSION SOBRE EL TERRENO

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,44 \text{ m}$	
$\sigma = 52,00 \text{ kPa}$	
$N_{sd} = 68,47 \text{ kN}$	$\sigma = 0,52 \text{ kg/cm}^2$
$M_{sd} = 9,32 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,34 \text{ cm}^2$



b) Según la ley de Navier

$\sigma = \frac{F}{\text{Ancho}} \pm \frac{6M}{\text{Ancho}^2}$	$M = R \cdot e$	$\sigma_o = 67,88 \text{ kPa}$	$0,68 \text{ kg/cm}^2$
		$\sigma_B = 11,50 \text{ kPa}$	$0,12 \text{ kg/cm}^2$

TENSION MAXIMA
TENSION MINIMA

$\sigma_o = 0,68 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE
$\sigma_B = 0,12 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE

ARMADO ZAPATA (Art. 59.4.1.1. EHE)

Esfuerzos por metro de zapata en Puntera

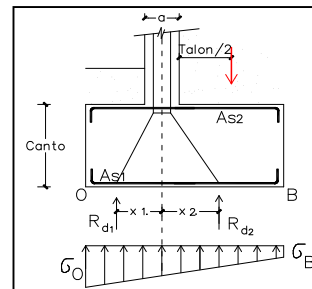
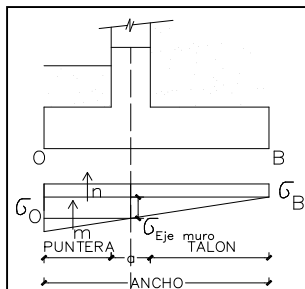
Armadura inferior de zapata

$$T_d = A_{s1} \cdot f_{yd} \quad T_d = \frac{R_{d1}}{0,85 \cdot \text{Canto}} (x_1 - 0,25 a)$$

$\sigma_{\text{eje muro}} = 13,48 \text{ kPa}$	$n = 13,12 \text{ kN}$
	$m = 11,26 \text{ kN}$

$R_{d1} = 24,38 \text{ kN}$	$d_n \cdot n = 3,44 \text{ m}$
$x_1 = 0,30 \text{ m}$	$d_m \cdot m = 3,94 \text{ m}$

$T_d = 8,83 \text{ kN}$	$T_d = A_s \cdot F_{y1}$	$F_{y1} \leq 400 \text{ Mpa}$	$A_{s1} = 0,34 \text{ cm}^2$
-------------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------------------



TOMO DEL LADO DE LA SEGURIDAD LA MAYOR AREA DE ACERO

$A_{s1} = 0,34 \text{ cm}^2$

ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA INFERIOR DE ZAPATA

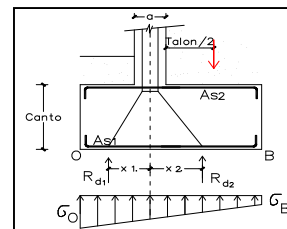
$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ϕ	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ϕ	12	12	12	12	12	ϕ	12 mm
AREA DE ACERO. cm^2	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm^2
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
ϕ CALCULADO	-	-	-	-	12		

Esfuerzos por metro de zapata en Talon. Cara superior.

a) Supuesta una plastificacion del terreno

$s = 0,23 \text{ m}$	
$N_{sd} = 15,55 \text{ kN}$	
$M_{sd} = 3,50 \text{ m.kN}$	$A_{s1} = 0,13 \text{ cm}^2$



ARMADURA LONGITUDINAL EN ZONA SUPERIOR DE ZAPATA

$\phi \text{ mm.}$	Area barra en cm^2	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	12	12	12	12	Ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	7,92	6,79	5,65	4,52	Area menor	4,52 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	12		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ total}} = 9,05 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 19,60 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	1,8 por mil = 12,60 cm ²		Armadura minima necesaria por cara =		9,80 cm ²		

ARMADURA MINIMA NECESARIA EN AMBAS CARAS DE LA ZAPATA

Ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	999	999	999	999	999	10	
	12	999	999	999	999	12	
	16	16	16	16	999	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	12	16	16	16	20	Ø	16 mm
AREA DE ACERO. cm ²	12,44	14,07	12,06	10,05	12,57	Area menor	10,05 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	16	-		

ARMADURA LONG. SUPERIOR E INFERIOR TENIENDO EN CUENTA CUANTIA MINIMA

Ø	12 mm	12 mm	16 mm		-	-	16 mm	Ø	16 mm
A	4,52 cm ²	4,52 cm ²	10,05 cm ²	10,05 cm ²	-	-	10,05 cm ²	Area	10,05 cm ²
S	0,30 m	0,30 m	0,25 m		-	-	0,25 m	Separacion	0,25 m

ARMADURA TRANSVERSAL EN CADA CARA (42.3.5. 30% DE LONGITUDINAL)

Area barra= 2,01 cm ²	Nº barras/metro= 1,50
----------------------------------	-----------------------

Ø	16 mm
Area	3,02 cm ²
Separacion	0,30 m

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m
Nº barras/metro	11	7	6	5	4
Separacion	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE

Según art. 39.1

En nuestro caso Vd es la Fuerza del paquete rayado.

$$t = 67,28 \text{ kN}$$

$$V_d = 67,28 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = (f_{ct,k 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

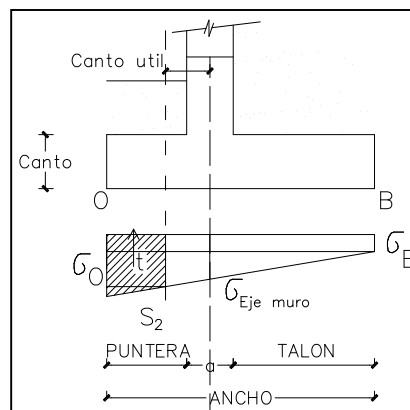
$$f_{ct,k 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 1.497,98 \text{ kN}$$

$$f_{ct,k 0,95} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

$$V_{cu} \geq V_d$$

VALE SIN ARMADURA CORTANTE



ARMADO FUSTE

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

$$E = 1/2 \cdot K_a \cdot (h+0,50)^2 \cdot \gamma$$

$$E_s = K_a \cdot s \cdot (h+0,5)$$

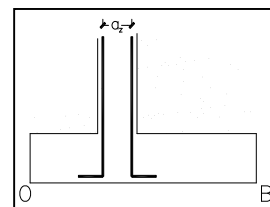
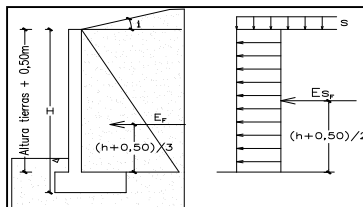
$$K_a = 0,30$$

$$s = t/m^2$$

$E_F = 6,09 \text{ kN}$	$E_{SF} = 0,00 \text{ kN}$
-------------------------	----------------------------

$M_{de E \text{ en fuste}} = 3,25 \text{ m.kN}$	$M_{de E_s \text{ en fuste}} = 0,00 \text{ m.kN}$
---	---

$M = 3,25 \text{ m.kN}$	$M_{sd} = 3,25 \text{ m.kN}$
-------------------------	------------------------------



a)

$$A_{s \text{ nec}} = \frac{M_{sd}}{0,9 \cdot a_z \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$$

b)

$$y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Md}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b}}$$

$$U_s = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y$$

d	d ²	2Md	0,85.f _{cd} .b	2Md/0,85.f _{cd} .b
0,27 m	0,07 m ²	6,49 m.kN	19833,33 kN/m	0,00 kN
y	U _s	A _s nec.	LA A _s nec. CALCULADA POR LA FORMULA a) O FORMULA b) DA EL MISMO RESULTADO	
0,00 m	12,04 kN	0,28 cm ²		

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA TRACCIONADA

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	Ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
Ø	10	10	10	10	10	Ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		
Cuantia minima 42.3.2.	$A_{s1} \geq 0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd}$		$A_{s \text{ nec}} = 0,31 \text{ cm}^2$		$0,04 \cdot A_c \cdot f_{cd}/f_{yd} = 7,51 \text{ cm}^2$		
Cuantia minima 42.3.5.	0,9 por mil= 3,15 cm²		Armadura minima longitudinal en cara traccionada= 7,51 cm²				

ojo en armado tener en cuenta area de acero y minimo

ARMADURA LONGITUDINAL DE FUSTE CARA COMPRIMIDA

ARMADURA LONGITUDINAL CARA COMPRIMIDA (42.3.5. 30% DE LA CARA DE TRACCION)

$$A_{s2} = 0,94 \text{ cm}^2$$

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	10	10	10	10	10	
	12	12	12	12	12	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	10	10	10	10	ø	10 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	5,50	4,71	3,93	3,14	Area menor	3,14 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	10		

ARMADURA TRANSVERSAL DE FUSTE EN CADA CARA DEL MURO

Cuantia minima 42.3.5.	3,2 por mil = 5,60 cm ²
------------------------	------------------------------------

$$\text{Armadura minima transversal por cara} = 5,60 \text{ cm}^2$$

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
10	0,785	8,635	5,495	4,71	3,925	3,14
12	1,131	12,441	7,917	6,786	5,655	4,524
16	2,011	22,121	14,077	12,066	10,055	8,044
20	3,142	34,562	21,994	18,852	15,71	12,568
25	4,909	53,999	34,363	29,454	24,545	19,636

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	10	999	999	999	999	10	
	12	12	12	12	999	12	
	16	16	16	16	16	16	
	20	20	20	20	20	20	
	25	25	25	25	25	25	
ø	10	12	12	12	16	ø	12 mm
AREA DE ACERO. cm ²	8,64	7,92	6,79	5,65	8,04	Area menor	5,65 cm ²
SEPARACION	-	-	-	0,25 m	-	Separacion	0,25 m
Ø CALCULADO	-	-	-	12	-		

LONGITUD DE LAS ESPERAS (69.5.)

$L_s = \alpha \cdot L_{b, \text{neto}}$	$\alpha=2$	$L_{b, \text{neto}} = L_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s, \text{real}}$	$\beta=1$
---	------------	---	-----------

$$L_b = 1,5 \cdot \phi^2 > (f_{yk}/20) \cdot \phi$$

$L_b = 0,00015$	Tomo L_b el mayor	$L_{b, \text{neto}} = 0,02 \text{ m}$
$(f_{ck}/20) \cdot \phi = 0,25$	0,25	$L_s = 0,05 \text{ m}$

ESFUERZO CORTANTE

Capacidad del hormigon a cortante= V_{cu}

$$V_{cu} = (f_{ct, k, 0,95} / 1,5) \cdot b \cdot \text{Canto}$$

$$f_{ct, k, 0,95} = 3.209,96 \text{ kPa}$$

$$V_{cu} = 748,99 \text{ kN}$$

Calculo de esfuerzo cortante en fuste= V_{sd}

$$V_{sd} = (E_F + E_{SF}) \cdot Y_c$$

$$V_{sd} = 6,09 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{sd}$$

NO SE NECESITA ARMADURA DE CORTANTES

ARMADURA DE CORTANTES

ESFUERZO DE CORTANTE

$V_{SU} = -742,91 \text{ kN}$	$\Omega_{\text{acero}} = 0$	Armadura minima de cortante= 0,00 cm ²
-------------------------------	-----------------------------	---

ø mm.	Area barra en cm ²	SEPARACION EN METROS.				
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
6	0,283	3,113	1,981	1,698	1,415	1,132
8	0,503	5,533	3,521	3,018	2,515	2,012

SEPARACION BARRAS	0,10 m	0,15 m	0,20 m	0,25 m	0,30 m	ø	
DIAMETRO DE BARRA MENOR	6	6	6	6	6	10	
	8	8	8	8	8	12	
ø	6	6	6	6	6	ø	6 mm
AREA DE ACERO. cm ²	3,11	1,98	1,70	1,41	1,13	Area menor	1,13 cm ²
SEPARACION	-	-	-	-	0,30 m	Separacion	0,30 m
Ø CALCULADO	-	-	-	-	6		

FISURAS SEGÚN EHE (5.1.1.2) en mm.						
AMBIENTE GENERAL						
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
-	0,3	-	-	-	-	-
AMBIENTE ESPECIFICO						
Qa	Qb	Qc	H	F	E	
0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	
0,2	-	-	-	-	-	

CALCULOS DE MUROS DE HORMIGÓN

RECUBRIMIENTOS MINIMOS (37.2.4.1.a) mm.								Rec. Mínimo
Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	Qa	Qb	Qc	50
30	35	55	50	55	50	50	50	
30	-	-	-	-	50	-	-	

$$W_{\max} = 0,20 \text{ mm}$$

CALCULOS DE FISURACIÓN

Todas las acciones son directas

Flexión simple

Carga no instantanea

Módulo de deformación longitudinal del acero

Area de acero armadura de tracción, por metro

Area barra

Diametro de las barras de armadura a tracción

Canto de la sección

Recubrimiento mecánico del hormigón

Resistencia característica del hormigón

Momento (sin mayorar)

OBTENCION DE SEPARACION DE FISURAS

Brazo mecanico= $a_z = a - R_{cmin}$

1º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 7,51 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,25 \text{ m.kN}$$

2º Tanteo

$$\beta = 1,7$$

$$K_1 = 0,125$$

$$K_2 = 0,5$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s \text{ por metro} = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ barra} = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,35 \text{ m}$$

$$R_{cmin} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3,25 \text{ m.kN}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Separacion barra} = 0,30 \text{ m}$$

$$a_z = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Sep. barra} = 0,15 \text{ m}$$

Distancia entre barras a aplicar, la menor de 1y2:

$$1) \quad 15 \cdot \varnothing = 0,15 \text{ m}$$

$$2) \text{ Sep. calculada } 0,30 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

$$S_{minima} = 0,15 \text{ m}$$

Area de hormigón de la zona de recubrimiento ($A_{heficaz}$)

$$A_{heficaz} = (a/4) \cdot S_{minima}$$

Seccion armadura zona de recubrimiento

$$\rho = A_s / A_{heficaz}$$

$$R_{mec} = R_{cmin} \cdot (\varnothing/2)$$

$$s_m = 2 \cdot R_{mec} + (0,2 \cdot S_{minima}) + (0,4 \cdot K_1 \cdot (\varnothing/\rho))$$

MOMENTO DE FISURACION POR METRO DE ANCHO

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

Para el Momento de Fisuración tomamos la inercia de la sección rectangular de hormigón.

$$I_{x,xo} = (1 \cdot a^3) / 12$$

$$M_{fis} = (f_{ctm} \cdot I_{x,xo}) / (a/2)$$

Tensión de la armadura en la hipotesis de sección fisurada

$$f_s = M / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Tensión de la armadura en el momento de la fisuración.

$$f_{sr} = M_{fis} / (0,8 \cdot a_z \cdot A_s \text{ por metro})$$

Alargamientos

$$\epsilon_{aux1} = 0,4 \cdot f_s / E_s$$

$$\epsilon_{aux2} = \frac{f_{sr}}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{f_{sr}}{f_s} \right)^2 \right]$$

Abertura característica de la fisura

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \epsilon_{sm}$$

Fisura maxima según EHE

Si $W_k > W_{max}$, se debe reducir la separacion de barras.

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 18,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 363,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 3,42864E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,017386655$$

$$\epsilon_{sm} = 3,42864E-05$$

$$A_{heficaz} = 131,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0,01$$

$$R_{mec} = 0,05 \text{ m}$$

$$s_m = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{ctm} = 3,21 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{x,xo} = 0,004$$

$$M_{fis} = 65,54 \text{ m.kN}$$

$$f_s = 43,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sr} = 869,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{aux1} = 8,204E-05$$

$$\epsilon_{aux2} = -0,0416025$$

$$\epsilon_{sm} = 8,204E-05$$

$$W_k = 0,01 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

$$W_k = 0,03 \text{ mm}$$

$$W_{max} = 0,20 \text{ mm}$$

La separacion de las barras traccionadas de fuste se deben colocar cada

$$0,30 \text{ m}$$

$$0,30 \text{ m}$$

CALCULO AUXILIAR Nº BARRAS PARA 2º TANTEO					
0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	Separacion
11	7	6	5	4	nº barras
-	-	-	-	4	4

SEPARACION BARRAS TRACCIONADAS EN FUSTE

$$0,30 \text{ m}$$

