



12 Eranskinak
Egiturak

Galdakaon (Mercadillo-Irubide), N-634
errepidean, 103+200 PK-tik 104+200Pk-ra
sarbideen berrantolaketa

2020ko Abendua

Anejo nº 12
Estructuras

Reordenación de accesos en la carretera N-
634 del P.K 103+200 al P.K 104+200
(Mercadillo-Irubide) en Galdakao

Diciembre 2020



**Bizkaiko Foru
Aldundia**
**Diputación
Foral de Bizkaia**



UTE DAIR-INGEPLAN

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	1
2. MUROS DE ESCOLLERA	1
2.1.1. Características de los materiales	2
2.1.2. Método de cálculo	2

APÉNDICE Nº 12.1: CÁLCULO DE LOS MUROS DE ESCOLLERA

1. INTRODUCCION

El objeto del presente Anejo es la descripción de los cálculos que han dado lugar a la completa definición de todos los elementos integrantes de las diferentes obras de fábrica que se incluyen en este Proyecto.

Concretamente se proyectan muros de escollera para sostener el talud actual de la carretera, para la ampliación de la calzada.

2. MUROS DE ESCOLLERA

En este capítulo se describen los muros de escollera ubicados en margen derecha de la carretera N-634 en contención del talud existente en la carretera, comentando sus principales características, así como el tipo de cálculo seguido para su dimensionamiento.

La tipología del muro tiene dos partes bien diferenciadas:

- Cimentación del muro: está formada por un trapecio de base inclinada 3H:1V. Esta cimentación está empotrada en el terreno, de tal forma que el lado menor de la cimentación (intradós) se empotra un metro sobre la misma. Toda esta cimentación esta realizada con escollera hormigonada con HM-20.
- Alzado del muro: está formado por una base apoyada sobre la cimentación descrita anteriormente. La inclinación del trasdós es de 1H:3V, la del intradós es también 1H:3V, salvo en un tramo del de la escollera 3 donde se proyecta un 1H:2,3V. El ancho de coronación será de 2,00 o 1,50 metros en función de la altura de la escollera.

La escollera 1 se sitúa entre el P.K. 1+100 y el P.K. 1+134 del eje E, en sustitución de un murete de mampostería existente en la actualidad como sistema de contención del talud de la plataforma de la carretera. Tiene una longitud de 34 metros. Tiene una altura que varía entre 3,7 y 6,3 metros.

La escollera 2 se desarrolla entre el final del eje G y el eje D. Tiene una longitud de 137 metros y una altura que varía entre 3 y 7,5 metros. Este muro se dispone para contener el talud existente junto al ramal de salida de la AP-8, dirección Bilbao, al ampliar la plataforma en esta zona y permitir la incorporación de los vehículos de este ramal a los nuevos carriles de la N-634.

En la zona superior de este talud recientemente se han desarrollado las obras del proyecto de urbanización de 17 viviendas adosadas del Sector OL-1 Galdakao, por la promotora Axpe-Himar 2000 SL, situándose la escollera proyectada en terrenos de la propia Diputación Foral y sin afectar al límite de este nuevo sector.

La escollera 3 se localiza entre el P.K. 1+100 del eje E y el P.K. 1+111,330 del eje D. Tiene una longitud de 241,68 metros y una altura que varía entre los 2,50 y los 6,90 metros. Su función es contener las tierras como consecuencia de la ampliación de la plataforma para la modificación en la configuración de la intersección de la N-634 y la BI-625. La inclinación del alzado del muro en general es de 1H:3V, en trasdós e intradós, salvo el tramo central del muro donde la altura es mayor, en donde se tiende el intradós a un valor 1H:2,3V para conseguir estabilidad.

2.1.1. Características de los materiales

Para el cálculo de los muros de contención de escollera se han utilizado los siguientes parámetros:

- Ángulo de rozamiento interno de la escollera: 45°.
- Densidad aparente de la escollera: 1,7 tn/m³.
- Ángulo de rozamiento interno del terreno: 36° en aluvial, 32° en coluvial y 28° en relleno.
- Densidad del terreno: 2,0 tn/m³.
- Tensión admisible del terreno: 8,15 kg/cm².

El hormigón a utilizar en la base de la escollera será del tipo HM-20 (fck = 20 N/mm²).

2.1.2. Método de cálculo

El diseño de la sección del muro de escollera se ha realizado en base a la Guía para el proyecto y la ejecución de escolleras en obras de carretera.

Siguiendo esta guía se ha diseñado la sección del muro descrita anteriormente y que se representa en el Plano nº 7. La guía recomienda que la anchura del muro debe ser tal que se puedan colocar dos bloques de escollera, indicando que debe tener un valor mínimo de 2,00 metros y que este valor se podría rebajar 1,50 metros en muros de menos de 5,00 metros de altura. En nuestro caso, en los muros de altura inferior a 5 metros se ha diseñado con un ancho de coronación de 1,50 metros.

El análisis de la estabilidad al deslizamiento y al vuelco del muro se realiza por medio de un programa de cálculo de muros de gravedad ejecutado con una hoja de cálculo.

Se ha supuesto un empuje activo en el trasdós, con un coeficiente de empuje:

$$\lambda_H = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\lambda_V = \lambda_H \cot(\alpha - \delta)$$

donde α representa el ángulo que forma el trasdós con la horizontal, δ el ángulo del empuje del terreno con el trasdós y β el ángulo de la superficie del terreno con la horizontal. Esto se representa en la siguiente figura:

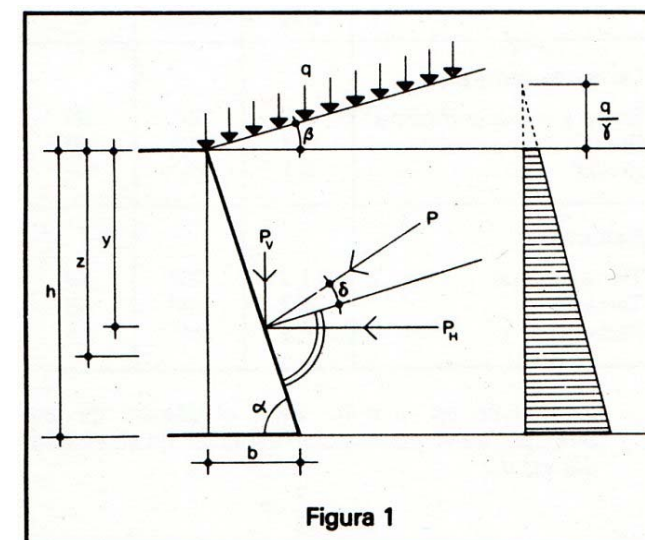


Figura 1

A partir de este empuje se obtiene el conjunto de esfuerzos resultantes sobre el elemento que se analiza. Las fuerzas tenidas en cuenta son los empujes debidos al relleno y a las sobrecargas, el peso del muro y las sobrecargas situadas en el trasdós.

Con estas fuerzas se obtienen los coeficientes de seguridad al deslizamiento y al vuelco, las tensiones sobre el terreno en la puntera y en el talón, y las tensiones en el terreno.

En el **Apéndice Nº 12.1: Cálculos de los muros de escollera** se incluyen las salidas de la hoja de cálculo citada anteriormente.

En la tabla siguiente se resumen los resultados más significativos de los cálculos realizados para este tipo de muros para diferentes alturas de cálculo.

MURO ESCOLLERA 1				
	Factores de seguridad		Tensiones terreno Máxima	
	Deslizamiento	Vuelco	(T/m²)	
	Fd	Fv	Punta	Talón
H=4,00	2,08	2,94	8,00	8,48
H=5,50	2,05	2,83	10,15	11,60
H= 6,00	1,92	2,49	13,00	10,18
H=6,50	1,80	2,21	16,48	8,15

MURO ESCOLLERA 2				
	Factores de seguridad		Tensiones terreno Máxima	
	Deslizamiento	Vuelco	(T/m2)	
	Fd	Fv	Punta	Talón
H=2,50	3,33	5,74	3,28	9,15
H=3,00	3,00	4,56	3,93	9,83
H=3,50	2,73	3,75	4,89	10,19
H=4,00	2,50	3,16	6,23	10,18
H=4,50	2,31	2,72	8,03	9,71
H=5,00	2,72	3,67	5,20	15,02
H=5,50	2,55	3,23	6,49	15,15
H=6,00	2,40	2,87	8,14	14,91
H=6,50	2,27	2,58	10,19	14,29
H=7,00	2,15	2,34	12,67	13,23
H=7,50	2,04	2,14	15,63	11,70

MURO ESCOLLERA 3 (INTRADOS 1H:3V)				
	Factores de seguridad		Tensiones terreno Máxima	
	Deslizamiento	Vuelco	(T/m2)	
	Fd	Fv	Punta	Talón
H=2,50	2,38	4,87	4,96	7,43
H=3,00	2,10	3,68	6,68	7,02
H=3,50	1,88	2,92	9,08	5,93

MURO ESCOLLERA 3 (INTRADOS 1H:2,3V)				
	Factores de seguridad		Tensiones terreno Máxima	
	Deslizamiento	Vuelco	(T/m2)	
	Fd	Fv	Punta	Talón
H=5,50	1,89	3,21	10,63	10,26
H=6,00	1,78	2,84	13,21	8,94
H=6,50	1,69	2,54	16,21	7,20
H=7,00	1,61	2,30	19,54	5,01

APÉNDICE N° 12.1:
CÁLCULO DE LOS MUROS DE ESCOLLERA

ÍNDICE

1. ESCOLLERA-1.....	1
1.1. ALTURA H=4,00	1
2.1. ALTURA H=5,50	2
2.1. ALTURA H=6,00	3
2.1. ALTURA H=6,50	4
3. ESCOLLERA-2.....	5
3.1. ALTURA H=2,50	5
3.2. ALTURA H=3,00	6
3.3. ALTURA H=3,50	7
3.4. ALTURA H=4,00	8
3.5. ALTURA H=4,50	9
3.6. ALTURA H=5,00	10
3.7. ALTURA H=5,50	11
3.8. ALTURA H=6,00	12
3.9. ALTURA H=6,50	13
3.10. ALTURA H=7,00	14
3.11. ALTURA H=7,50	15
4. ESCOLLERA-3.....	16
4.1. ALTURA H=2,50	16
4.2. ALTURA H=3,00	17
4.3. ALTURA H=3,50	18
4.4. ALTURA H=5,50	19
4.5. ALTURA H=6,00	20
4.6. ALTURA H=6,50	21
4.7. ALTURA H=7,00	22

1. ESCOLLERA-1

1.1. ALTURA H=4,00

1. <u>ESCOLLERA-1</u>				RESULTADOS	CIMENTACIÓN:				
1.1. ALTURA H=4,00				COEFICIENTES DE SEGURIDAD		Deslizamiento	2,08		
						Vuelco	2,94		
DATOS INICIALES	Densidad de la escollera	1,70	t/m3			PRESION EN EL TERRENO	Puntera	8,00	t/m2
	Sobrecarga en el trasdós	0,00	t/m2				Talón	8,48	t/m2
	Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t	CUERPO ESCOLLERA:					
	Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros						
	Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t						
	Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m	COEFICIENTES DE SEGURIDAD		Deslizamiento	2,55		
			Vuelco			2,73			
GEOMETRIA DEL MURO									
Altura		4,00	metros						
Altura enterrada		1,67	metros						
Ancho de base de la zapata		2,00	metros						
Canto de base de la zapata		1,67	metros						
Ancho en cabeza		1,50	metros						
CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE									
Densidad del terreno		2,00	t/m3						
Angulo de rozamiento del terreno		32,00	grados						
Angulo rozamiento terreno-muro		21,33	grados						
Angulo del talud		26,50	grados						
Angulo del trasdós del muro		108,43	grados						
Angulo del intradós del muro		71,56	grados						
Coeficiente de empuje activo horizontal		0,25							
Coeficiente de empuje activo vertical		0,01							

2.1. ALTURA H=5,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	0,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	5,50	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,25	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,05	
	Vuelco	2,83	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	10,15	t/m2
	Talón	11,60	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,48	
	Vuelco	2,61	

2.1. ALTURA H=6,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	0,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,00	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,25	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,92	
	Vuelco	2,49	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	13,00	t/m2
	Talón	10,18	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,27	
	Vuelco	2,29	

2.1. ALTURA H=6,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	0,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,50	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,25	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,80	
	Vuelco	2,21	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	16,48	t/m2
	Talón	8,15	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,10	
	Vuelco	2,04	

3. ESCOLLERA-2

3.1. ALTURA H=2,50

3. <u>ESCOLLERA-2</u>				RESULTADOS	CIMENTACIÓN:			
3.1. ALTURA H=2,50				COEFICIENTES DE SEGURIDAD		Deslizamiento	3,33	
						Vuelco	5,74	
DATOS INICIALES	Densidad de la escollera	1,70	t/m3	PRESION EN EL TERRENO		Puntera	3,28	t/m2
	Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2			Talón	9,15	t/m2
	Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t					
	Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros					
	Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t					
GEOMETRIA DEL MURO	Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m	CUERPO ESCOLLERA:		COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	4,11
						Vuelco	5,07	
	Altura	2,50	metros					
	Altura enterrada	1,67	metros					
	Ancho de base de la zapata	2,00	metros					
CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE	Canto de base de la zapata	1,67	metros					
	Ancho en cabeza	1,50	metros					
	Densidad del terreno	2,00	t/m3					
	Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados					
	Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados					
	Angulo del talud	10	grados					
	Angulo del trasdós del muro	108,43	grados					
	Angulo del intradós del muro	71,56	grados					
	Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18						
	Coefficiente de empuje activo vertical	0,01						

3.2. ALTURA H=3,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	3,00	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	3,00	
	Vuelco	4,56	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	3,93	t/m2
	Talón	9,83	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	3,60	
	Vuelco	4,03	

3.3. ALTURA H=3,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	3,50	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,73	
	Vuelco	3,75	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	4,89	t/m2
	Talón	10,19	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	3,21	
	Vuelco	3,32	

3.4. ALTURA H=4,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	4,00	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,50	
	Vuelco	3,16	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	6,23	t/m2
	Talón	10,18	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,89	
	Vuelco	2,81	

3.5. ALTURA H=4,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	4,50	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,31	
	Vuelco	2,72	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	8,03	t/m2
	Talón	9,71	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,63	
	Vuelco	2,43	

3.6. ALTURA H=5,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	5,00	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,72	
	Vuelco	3,67	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	5,20	t/m2
	Talón	15,02	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	3,21	
	Vuelco	3,28	

3.7. ALTURA H=5,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	5,50	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,55	
	Vuelco	3,23	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	6,49	t/m2
	Talón	15,15	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,97	
	Vuelco	2,90	

3.8. ALTURA H=6,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,00	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,40	
	Vuelco	2,87	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	8,14	t/m2
	Talón	14,91	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,76	
	Vuelco	2,59	

3.9. ALTURA H=6,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,50	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,27	
	Vuelco	2,58	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	10,19	t/m2
	Talón	14,29	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,58	
	Vuelco	2,34	

3.10. ALTURA H=7,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	7,00	metros
Altura enterrada	1,83	metros
Ancho de base de la zapata	2,50	metros
Canto de base de la zapata	1,83	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados
Angulo del talud	10	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,18	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,15	
	Vuelco	2,34	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	12,67	t/m2
	Talón	13,23	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,42	
	Vuelco	2,13	

3.11. ALTURA H=7,50

3.11. ALTURA H=7,50				RESULTADOS	CIMENTACIÓN:			
DATOS INICIALES	Densidad de la escollera	1,70	t/m3		COEFICIENTES	Deslizamiento	2,04	
	Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2		DE SEGURIDAD	Vuelco	2,14	
	Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t					
	Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros		PRESION EN	Puntera	15,63	t/m2
	Fuerza horizontal debido al impacto				EL TERRENO	Talón	11,70	t/m2
	de vehículo	0,00	t					
	Momento en coronación debido al				CUERPO ESCOLLERA:			
	impacto del vehículo	0,00	t.m					
GEOMETRIA DEL MURO					COEFICIENTES	Deslizamiento	2,28	
	Altura	7,00	metros		DE SEGURIDAD	Vuelco	1,95	
	Altura enterrada	1,83	metros					
	Ancho de base de la zapata	2,50	metros					
	Canto de base de la zapata	1,83	metros					
	Ancho en cabeza	2,00	metros					
CALCULO DE LOS								
COEFICIENTES DE EMPUJE								
	Densidad del terreno	2,00	t/m3					
	Angulo de rozamiento del terreno	32,00	grados					
	Angulo rozamiento terreno-muro	21,33	grados					
	Angulo del talud	10	grados					
	Angulo del trasdós del muro	108,43	grados					
	Angulo del intradós del muro	71,56	grados					
	Coefficiente de empuje activo							
	horizontal	0,18						
	Coefficiente de empuje activo vertical	0,01						

4. ESCOLLERA-3

4.1. ALTURA H=2,50

4. ESCOLLERA-3				RESULTADOS	CIMENTACIÓN:				
4.1. ALTURA H=2,50				COEFICIENTES DE SEGURIDAD		Deslizamiento	2,38		
						Vuelco	4,87		
DATOS INICIALES	Densidad de la escollera	1,70	t/m3			PRESION EN EL TERRENO	Puntera	4,96	t/m2
	Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2				Talón	7,43	t/m2
	Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t						
	Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros						
	Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t			CUERPO ESCOLLERA:			
	Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m			COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	3,32	
					Vuelco	4,67			
GEOMETRIA DEL MURO									
	Altura	2,50	metros						
	Altura enterrada	1,67	metros						
	Ancho de base de la zapata	2,00	metros						
	Canto de base de la zapata	1,67	metros						
	Ancho en cabeza	1,50	metros						
CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE									
	Densidad del terreno	2,00	t/m3						
	Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados						
	Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados						
	Angulo del talud	26,50	grados						
	Angulo del trasdós del muro	108,43	grados						
	Angulo del intradós del muro	71,56	grados						
	Coeficiente de empuje activo horizontal	0,31							
	Coeficiente de empuje activo vertical	0,01							

4.2. ALTURA H=3,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	3,00	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,10	
	Vuelco	3,68	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	6,68	t/m2
	Talón	7,02	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,77	
	Vuelco	3,48	

4.3. ALTURA H=3,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	3,50	metros
Altura enterrada	1,67	metros
Ancho de base de la zapata	2,00	metros
Canto de base de la zapata	1,67	metros
Ancho en cabeza	1,50	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	71,56	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,88	
	Vuelco	2,92	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	9,02	t/m2
	Talón	5,93	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,38	
	Vuelco	2,74	

4.4. ALTURA H=5,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	5,50	metros
Altura enterrada	2,02	metros
Ancho de base de la zapata	3,06	metros
Canto de base de la zapata	2,02	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	66,50	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,89	
	Vuelco	3,21	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	10,63	t/m2
	Talón	10,26	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,30	
	Vuelco	2,92	

4.5. ALTURA H=6,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,00	metros
Altura enterrada	2,02	metros
Ancho de base de la zapata	3,06	metros
Canto de base de la zapata	2,02	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	66,50	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,78	
	Vuelco	2,84	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	13,21	t/m2
	Talón	8,94	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,14	
	Vuelco	2,58	

4.6. ALTURA H=6,50

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	6,50	metros
Altura enterrada	2,02	metros
Ancho de base de la zapata	3,06	metros
Canto de base de la zapata	2,02	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	66,50	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,69	
	Vuelco	2,54	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	16,21	t/m2
	Talón	7,20	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	2,00	
	Vuelco	2,31	

4.7. ALTURA H=7,00

RESULTADOS

CIMENTACIÓN:

DATOS INICIALES

Densidad de la escollera	1,70	t/m3
Sobrecarga en el trasdós	1,00	t/m2
Fuerza vertical sobre el muro	0,00	t
Distancia de P al pto de vuelco	0,00	metros
Fuerza horizontal debido al impacto de vehículo	0,00	t
Momento en coronación debido al impacto del vehículo	0,00	t.m

GEOMETRIA DEL MURO

Altura	7,00	metros
Altura enterrada	2,02	metros
Ancho de base de la zapata	3,06	metros
Canto de base de la zapata	2,02	metros
Ancho en cabeza	2,00	metros

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE

Densidad del terreno	2,00	t/m3
Angulo de rozamiento del terreno	30,00	grados
Angulo rozamiento terreno-muro	20,00	grados
Angulo del talud	26,50	grados
Angulo del trasdós del muro	108,43	grados
Angulo del intradós del muro	66,50	grados
Coefficiente de empuje activo horizontal	0,31	
Coefficiente de empuje activo vertical	0,01	

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,61	
	Vuelco	2,30	
PRESION EN EL TERRENO	Puntera	19,64	t/m2
	Talón	5,01	t/m2

CUERPO ESCOLLERA:

COEFICIENTES DE SEGURIDAD	Deslizamiento	1,88	
	Vuelco	2,09	