

ANEXO A

GUIA DE UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE GAWACWIN GSC

3.0 (GABION WALL DESING) ELABORADO POR LA

EMPRESA MACAFERRI



GAWAC 3.0

Gabion Wall Design

Guía de Utilización

Autores

Gabriel Gustavo Pinto

Petrucio Santos Junior

Alyeldeen Gebely

V.1 | 2021

MACCAFERRI

Contenido

2	Introducción
3	Instalación del Software
5	Menu Inicial
6	Configuración del tipo de malla del Gavión
7	Funciones
13	Datos de Entrada
14	Datos del Muro
17	Datos de la Fundación
19	Datos del Terraplén
22	Cargas
25	Análisis
26	Informe

Introducción

El propósito de este documento es orientar al usuario sobre cómo utilizar GawacWin GSC para el cálculo de contenciones en Gaviones. Por lo tanto, se demostrará, paso a paso, cómo definir y verificar un muro de gaviones con la ayuda de un software.

Los muros de gaviones son un tipo de aplicación para trabajos de estabilización geotécnica. Siempre que esta solución esté indicada para un proyecto, es importante verificar las condiciones de estabilidad externa en el Estado Límite Último (Deslizamiento, vuelco, estabilidad global y capacidad de carga). Sin embargo, la estabilidad interna es un análisis esencial para evaluar el desempeño de los gaviones a lo largo del tiempo. Este software contiene el nuevo método de análisis de servicios para gaviones, el GSC (Gabion Serviceability Coefficient)

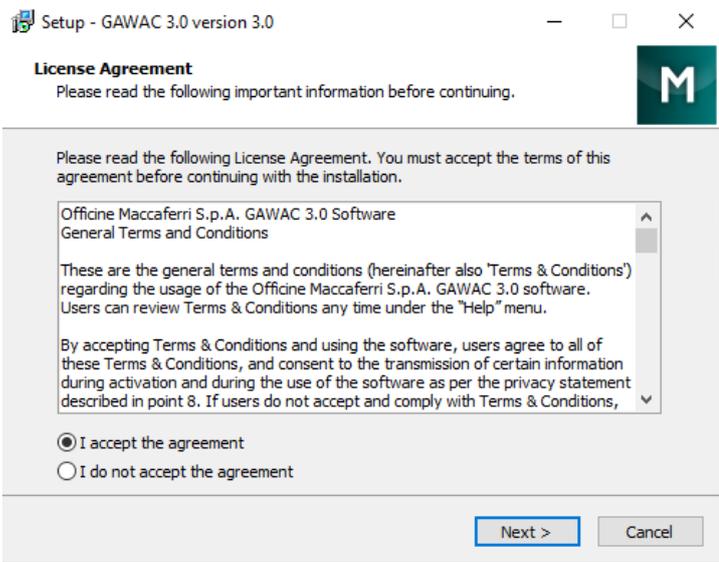


Instalación del Software

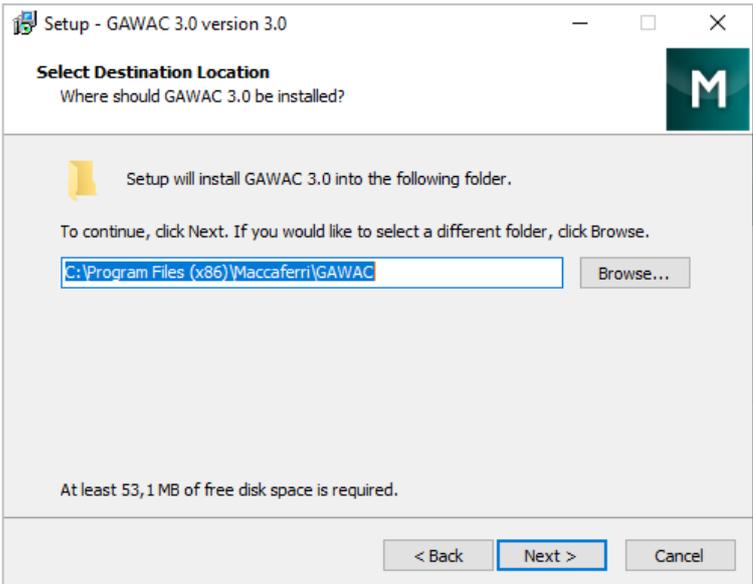
Para instalar el software, abra el archivo ejecutable con el instalador:

 Setup_GAWAC_3_0.38B.exe	12/11/2019 17:28	Aplicativo	16.009 KB
---	------------------	------------	-----------

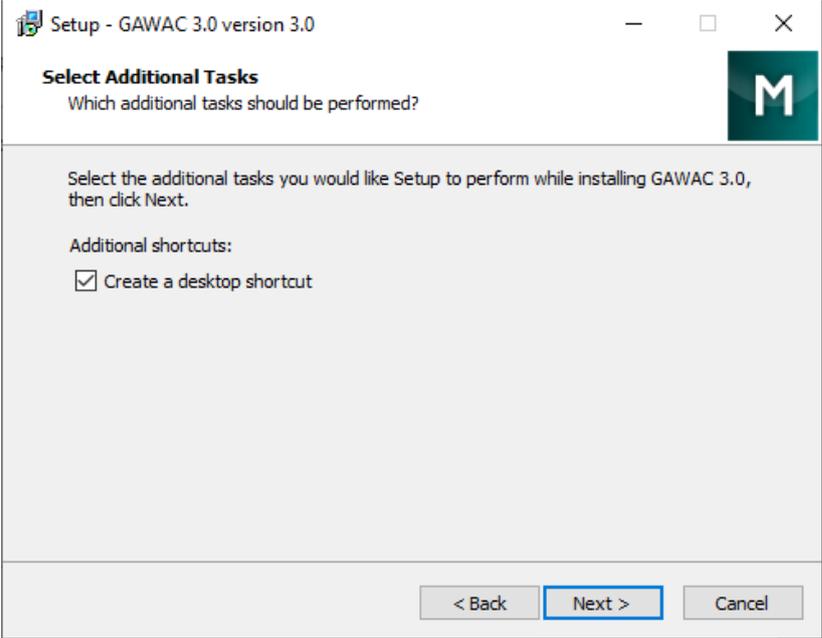
Haga clic en continuar y lea las condiciones de uso. Para continuar, haga clic en la opción "Acepto los términos de uso".



Seleccione la carpeta donde se instalará el software:



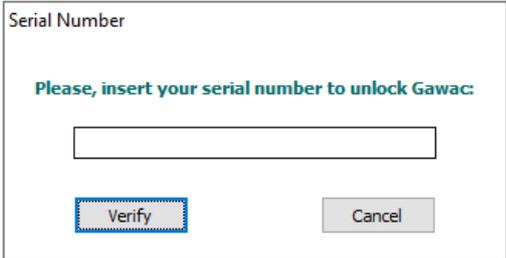
Puede crear un acceso directo en el escritorio:



Al final, se instalará el software:

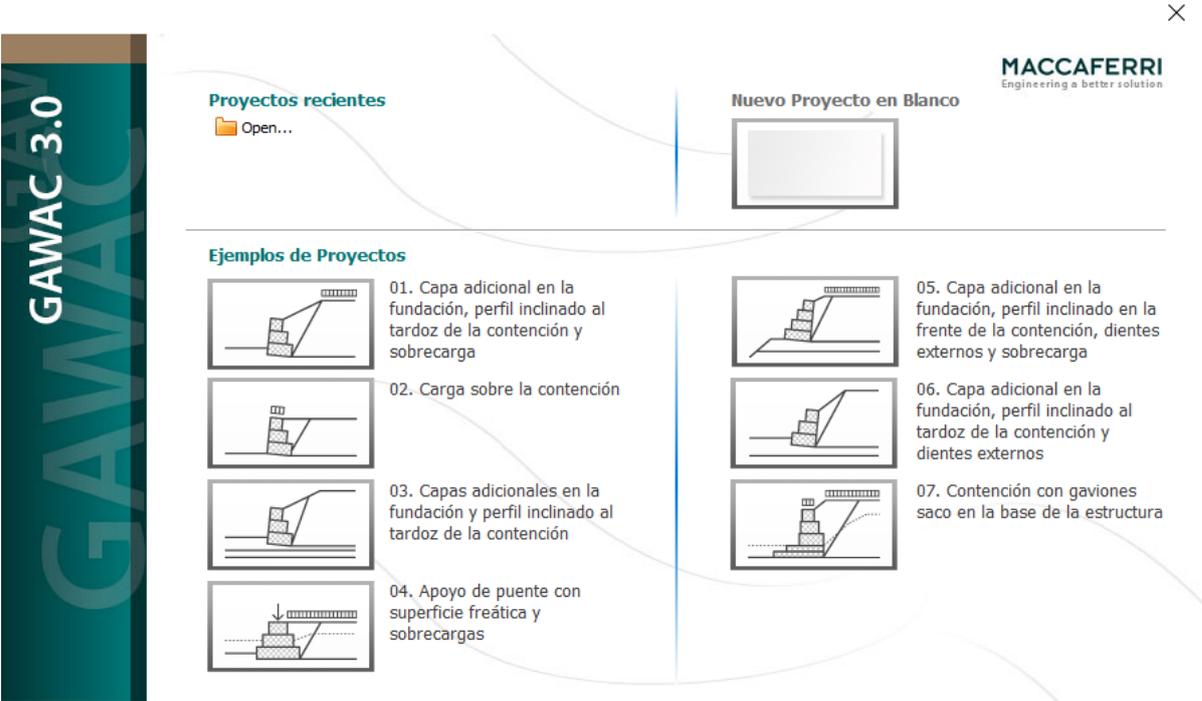


Al iniciar el software Gawac 3.0, se le pedirá el número de serie. Complete el valor según la región donde desarrollará proyectos de contención:



Menu Inicial

Al iniciar el software, aparecerán algunas opciones: puede abrir un proyecto existente, abrir un proyecto de ejemplo o seleccionar una sección transversal predefinida (Proyectos típicos). Si está creando un nuevo proyecto, seleccione la opción "Nuevo proyecto en blanco".



Configuración del tipo de malla del Gavión

Después de elegir una plantilla o comenzar un nuevo proyecto, puede seleccionar las condiciones de exposición del proyecto (baja agresividad o alta agresividad), luego puede elegir el tipo de gavión, dependiendo de la apertura de la malla, la tecnología de recubrimiento y el GSC. Para completar este paso, haga clic en el botón "Confirmar".

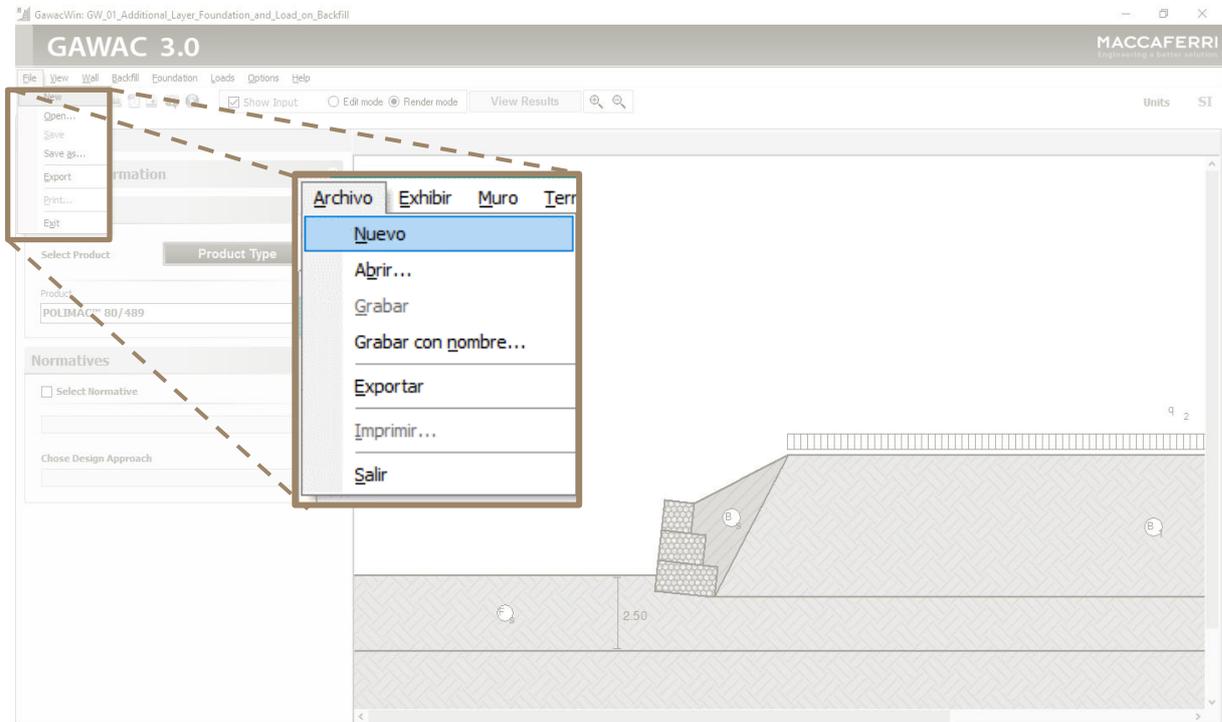
Un ambiente poco agresivo significa: áreas rurales, áreas urbanas con bajo nivel de contaminación, zona templada, seca o fría, ambiente atmosférico con un período corto de humedad.

Un ambiente altamente agresivo significa: Obras hidráulicas, alta contaminación, áreas urbanas e industriales, zona subtropical y tropical (época de alta humedad), áreas marinas y costeras con alta salinidad y obras de protección costera.



Funciones

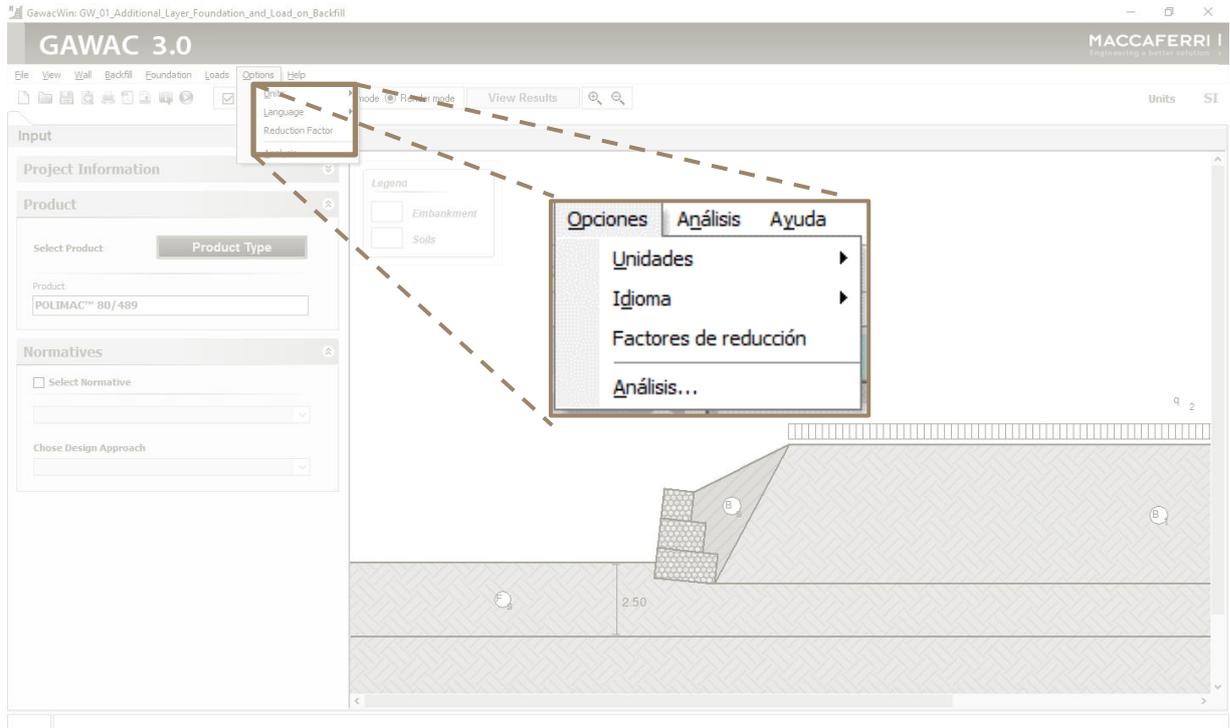
Opciones del Archivo



Clique em:

- | | |
|--------------------|---|
| Nuevo | Para iniciar un nuevo proyecto |
| Abrir | Para abrir un proyecto existente |
| Salvar | Para guardar el proyecto actual |
| Salvar como | Para guardar los cambios en el proyecto |
| Exportar | Para exportar la plantilla en .dxf |
| Imprimir | Imprimir el proyecto actual |
| Salir | Salir del software |

Opciones



Haga clic en:

Idioma

Para cambiar el idioma

Factores de reducción

Para ver los factores de reducción

Factores de reducción

Puede ver los factores de reducción para diferentes tipos de revestimiento de gaviones:

Revestimento	Danos químico e ambiental	Danos de instalação	Danos U.V.	Extrapolação de dados	FR
POLIMAC	1.050	1.086	1.000	1.110	1.266
PVC	1.050	1.140	1.350	1.110	1.793
GALMAC 4R	2.000	1.000	1.000	1.110	2.220
GALMAC 95	4.000	1.000	1.000	1.110	4.440
ZINC	12.000	1.000	1.000	1.110	13.320

Fator de redução (material de enchimento + propriedades da malha)

Ok

Factores de reducción

Factor de reducción (llenado de los gaviones + propiedades de la malla)

Dos factores de reducción se introducen para verificar los Estados Límite de servicio para tener en cuenta tanto la variabilidad de las propiedades de relleno de las cajas de gavión como las propiedades mecánicas de la malla.

Un primer factor de reducción ($f_{m,1}$) se introduce para tener en cuenta la variabilidad de las propiedades de relleno de las cajas de gavión. Esta variabilidad se debe a diferentes causas, como diferentes técnicas constructivas, habilidades de los trabajadores, graduación de las piedras, relleno automático o manual. Todos estos aspectos influyen la tasa de vacíos y, por lo tanto, el rendimiento mecánico de la cesta. $f_{m,1}$ es asumido como igual a 1,20.

Un segundo factor de reducción ($f_{m,2}$) se introduce para tener en cuenta la variabilidad de las propiedades mecánicas de la malla. Esta variabilidad se debe a la variación intrínseca de los desempeños mecánicos del hilo metálico bruto que constituye las cajas. Esto se refleja directamente en el rendimiento mecánico de la malla y, por lo tanto, del GSC. $f_{m,2}$ es asumido como igual a 1,20.

El producto de los dos factores de reducción mencionados anteriormente proporciona un factor de reducción global (f_m) directamente aplicado al valor del GSC. El f_m es igual a 1,44.

$$f_m = f_{m,1} \cdot f_{m,2} = 1.25 \cdot 1.15 = 1.44$$

Ok

Opciones de análisis

Al acceder al menú Opciones> Análisis, puede seleccionar qué análisis desea realizar y elegir algunas consideraciones de cálculo.



Opciones sobre los Analisis

Opciones sobre los Análisis

- Calcular Estabilidad Global
- Calcular Deslizamiento
- Calcular Tombamento
- Calcular Presion en la Fundacion
- Calcular Estabilidad Interna
- Exibir superficies de rotura
- Considerar grietas de tracción

1

2

Reducción del empuje pasivo (%):

Maximum backfill surface length (L/H):

Elegir tipo de resultado

Factor de seguridad

Tasa de trabajo

Cierres de tracción

1

Tension Crack

Z_c

F_w

Los suelos cohesivos pueden generar zonas de tracción debido a la cohesión del suelo (véase el manual de referencia). Estas zonas pueden resultar en grietas de tracción, permitiendo el paso de agua en la altura Z_c y la disminución de la fuerza de adhesión en la superficie de ruptura.

Opciones sobre los Análisis

Información de reducción de empuje pasivo

2

P_T

Cuando el muro está engastado, se considerará el empuje pasivo. Este valor puede reducirse por el diseñador.

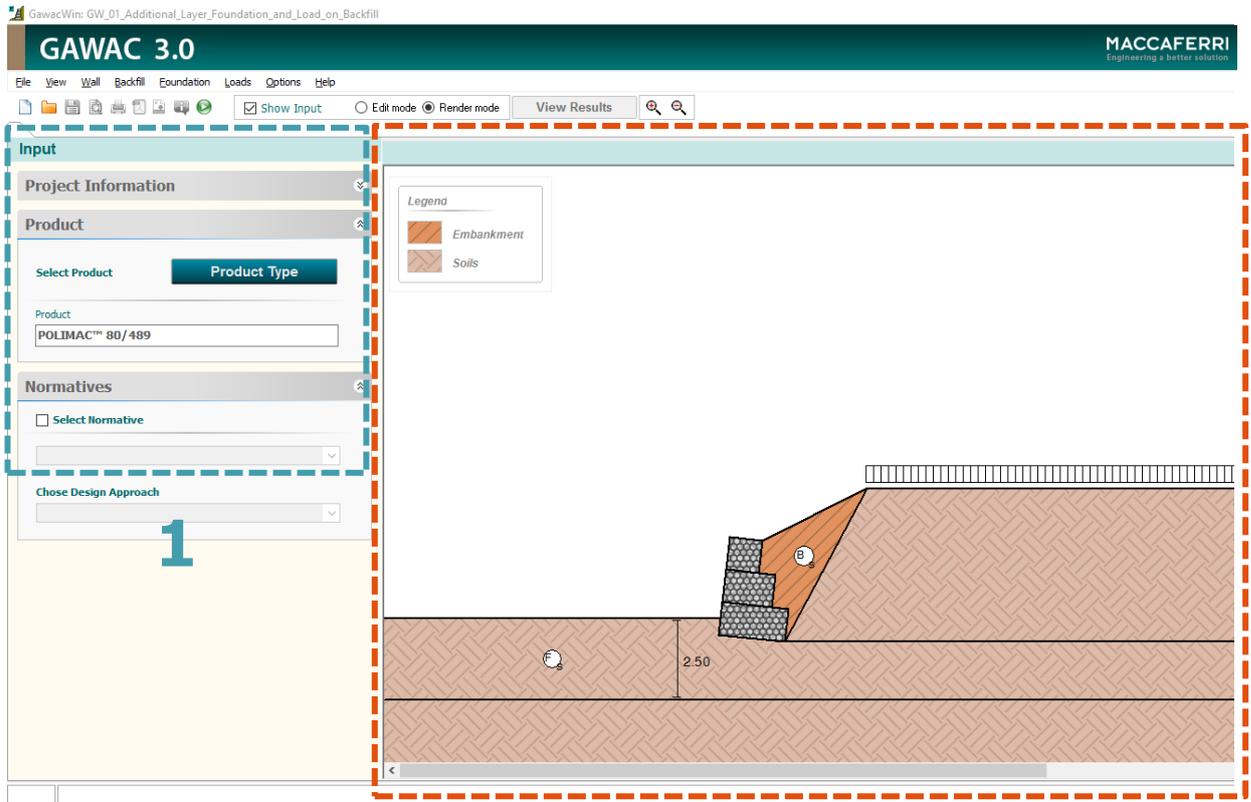
Menú de acceso rápido



Clique em:

- 1** Para iniciar un nuevo proyecto
- 2** Para abrir un proyecto existente
- 3** Para guardar el proyecto actual
- 4** Para visualizar el informe
- 5** Para imprimir el informe
- 6** Para generar el informe en formato "pdf"
- 7** Para generar los resultados en formato "jpeg"
- 8** Para realizar el análisis
- 9** Mostrar u ocultar opciones de entrada
- 10** Habilitar el modo de edición
- 11** Habilitar el modo render

Interfaz de datos de entrada y resultados

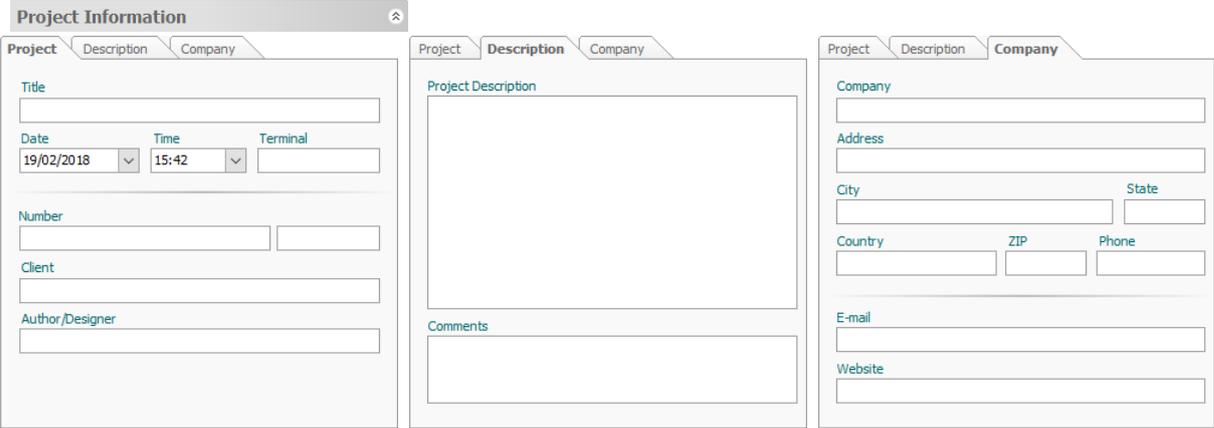


1 – Entrada Puede completar la información sobre el proyecto, el tipo de gavión y los estándares;

2 - Resultados En esta pantalla puede ver la sección de cálculo e interactuar a través del modo de edición;

Datos de Entrada

Información del proyecto

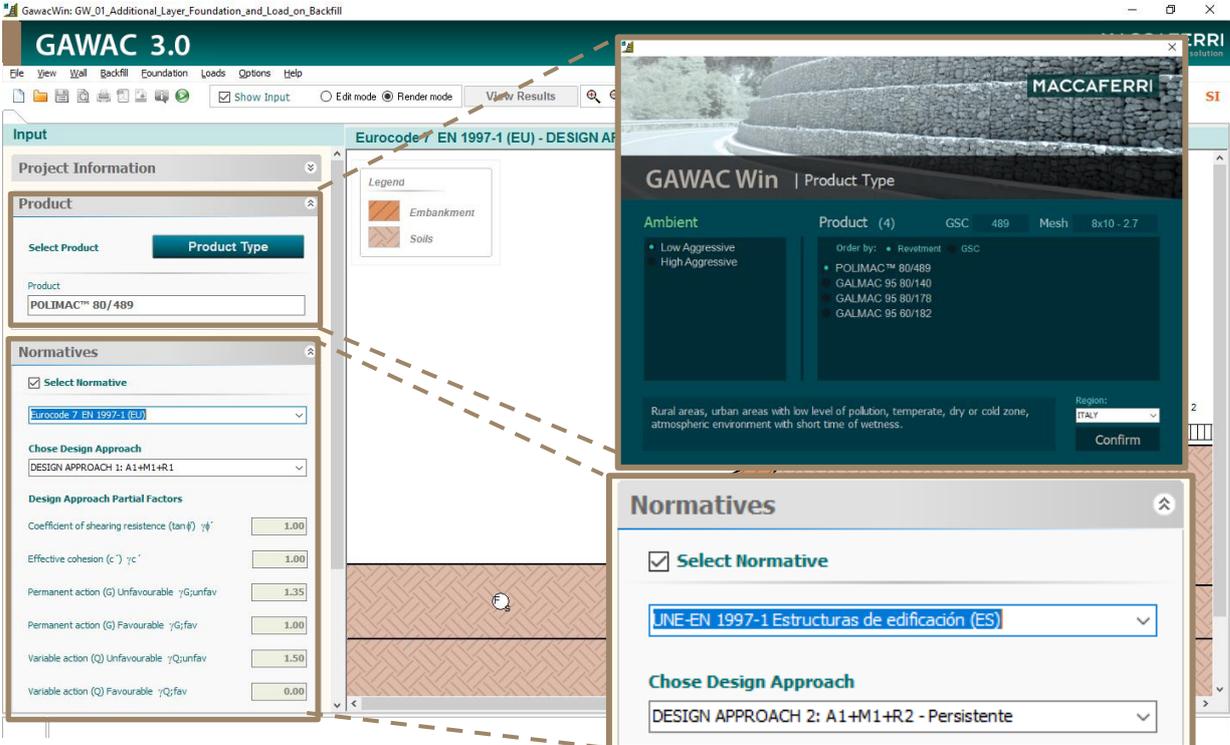


En esta pestaña puede ingresar información general sobre el proyecto (Título, Cliente, etc.)

En la siguiente pestaña puede ingresar la descripción del proyecto y los comentarios.

Al final puede indicar los datos de contacto.

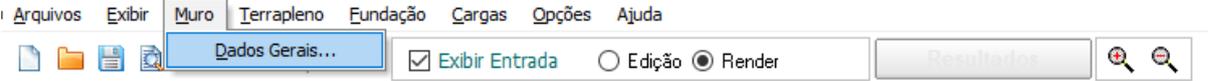
Cambiar de producto y elegir estándar



Gawac 3.0 Software tiene algunos estándares en su base de datos. Para realizar las comprobaciones considerando estándares, haga clic en la opción "seleccionar estándar" y seleccione el estándar que se considerará.

Datos del Muro

Seleccione el menu Muro > Datos Generales



Datos sobre el muro

General

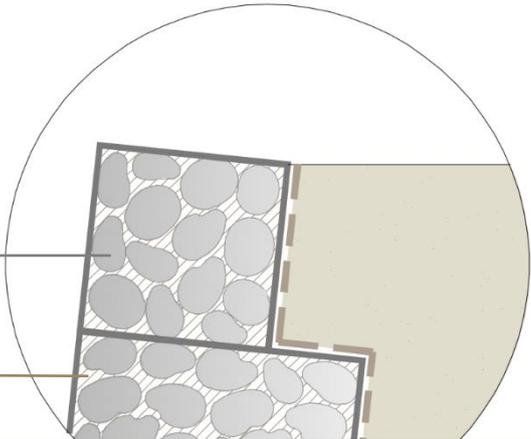
Inclinación (°):

Peso esp. piedra [kN/m³]:

Porosidad (%):

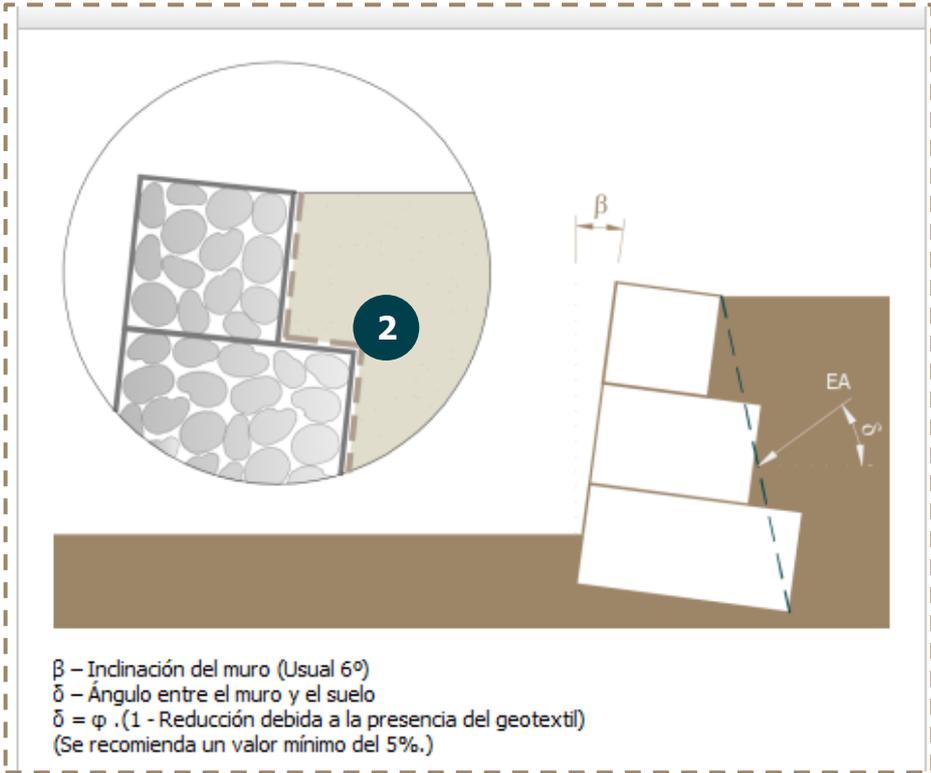
Geotextil en el terraplén
Reduc. en la fricción (%):

Geotextil bajo la base
Reduc. en la fricción (%):



El peso específico del material de relleno es según el tipo de roca, generalmente con valores en el rango de 25 a 30 kN / m³.

La porosidad puede variar según la forma de las rocas y el proceso de llenado. Por lo general, los valores se pueden considerar 40%.



Datos sobre el muro

Datos sobre el muro

General

Inclinación (°):

Peso esp. piedra [kN/m³]:

Porosidad (%):

Geotextil en el terraplén
Reduc. en la fricción (%):

Geotextil bajo la base
Reduc. en la fricción (%):

1 **Camadas**

Ancho (m)	Altura (m)	Desplaz. (m)	Strong face
L	H	D	<input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> Top

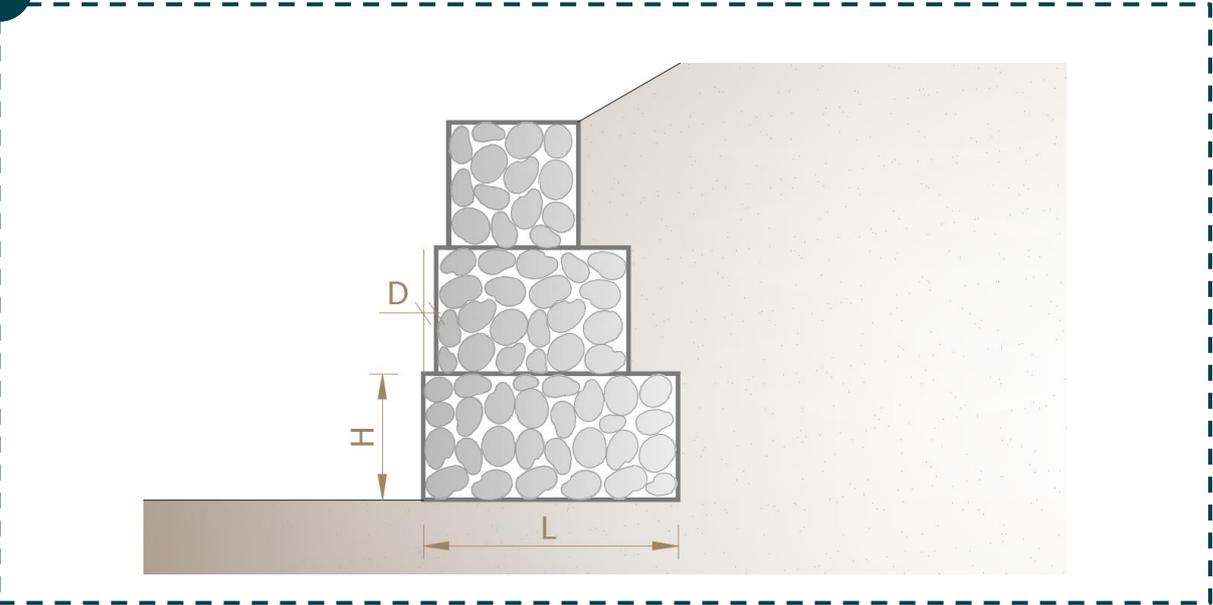
Al hacer clic en esta opción, puede considerar los gaviones Strongface en el cálculo.

Strong Face

- STRONG FACE GALMAC 4R 80/279/504
- STRONG FACE GALMAC 4R 80/279/504
- STRONG FACE GALMAC 95 80/140/252
- STRONG FACE GALMAC 4R 80/279/387
- STRONG FACE GALMAC 95 80/140/194

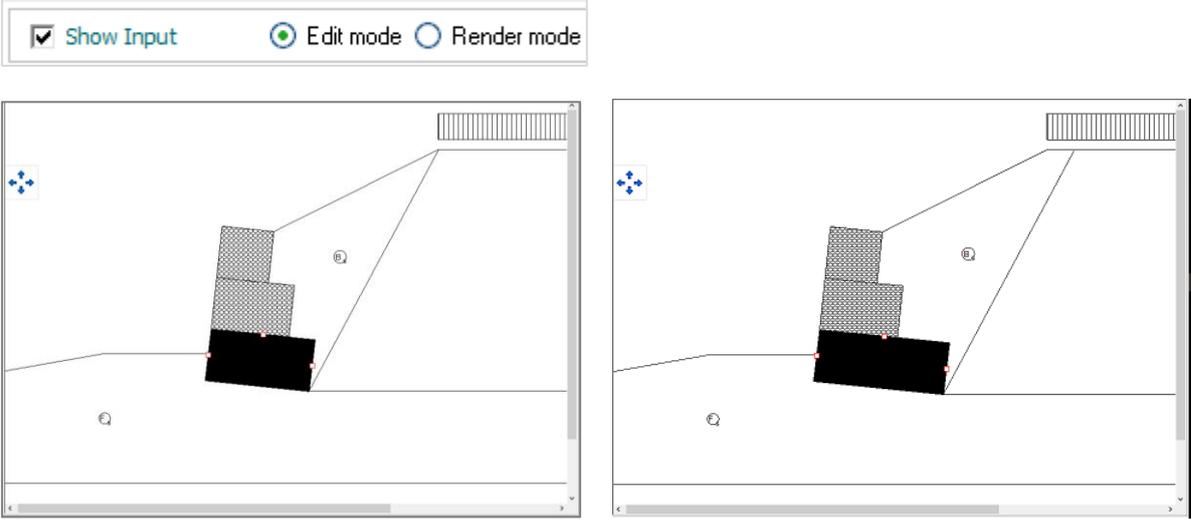
Mesh 8x10 - 2.7/3.9

1 Camadas

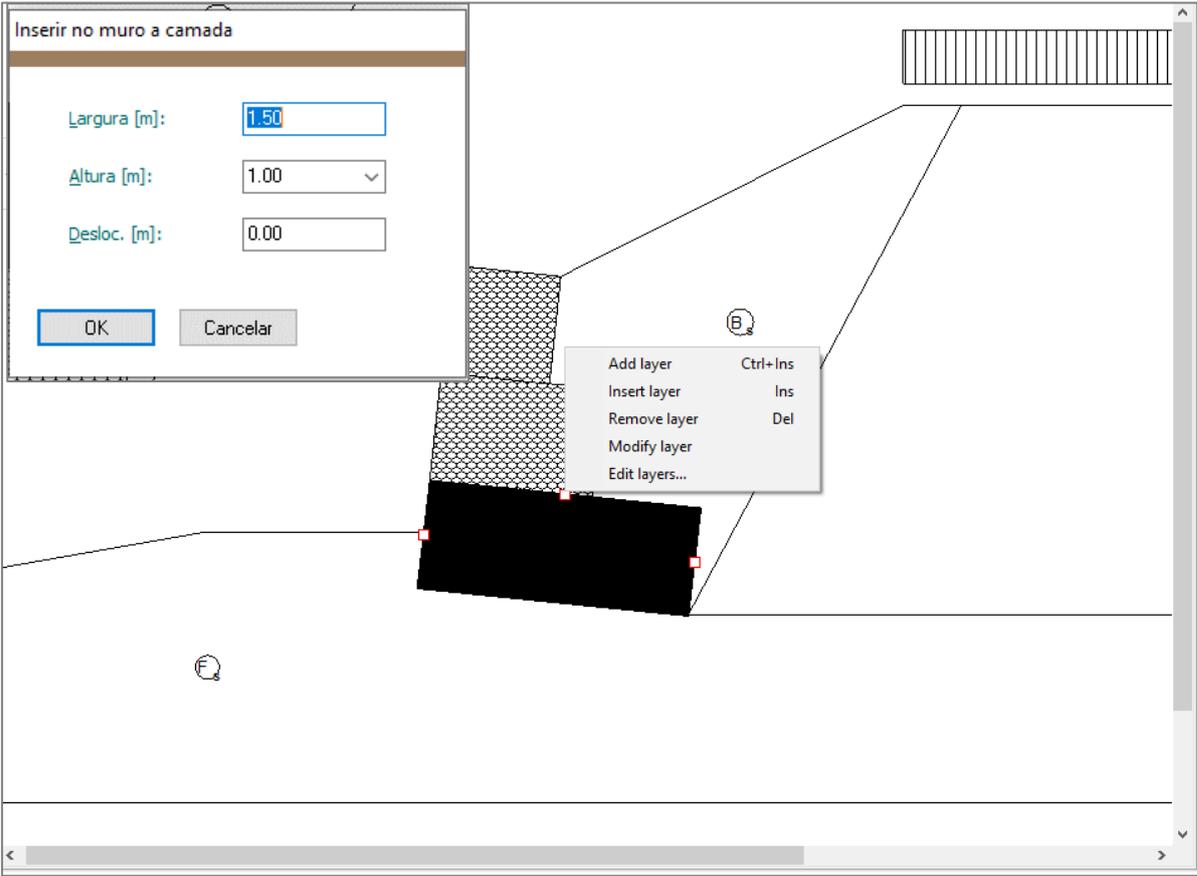


Edición de las capas del muro

Puede editar las capas de la pared haciendo clic en el modo de edición.

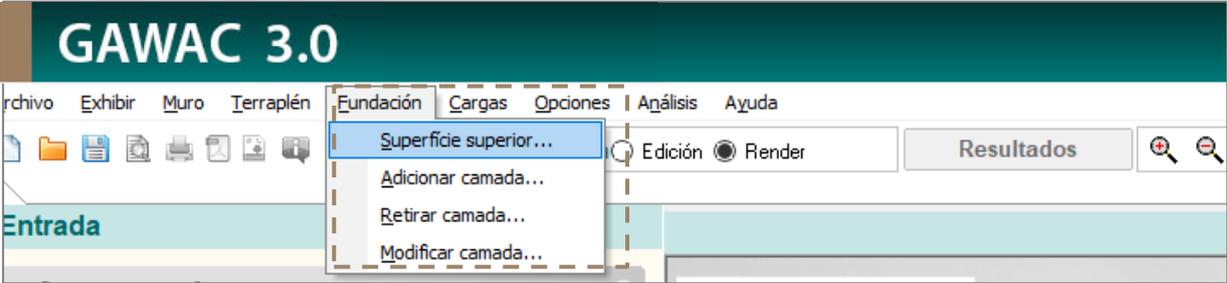


Para insertar, agregar o eliminar alguna capa, haga clic con el botón derecho del ratón.



Datos de la Fundación

En el menú superior, seleccione la opción Fundación > Superficie Superior



Datos sobre la fundación

Datos sobre la fundación

Superficie superior

1

Altura inicial (profundidad) [m]:[h]

Largo horizontal [m]: [D]

Inclinación (°): [β1]

Propiedades del suelo

Peso específico [kN/m³]:

Ángulo de fricción (°):

Cohesión [kN/m²]:

Datos adicionales

Tensión última σ^2 :

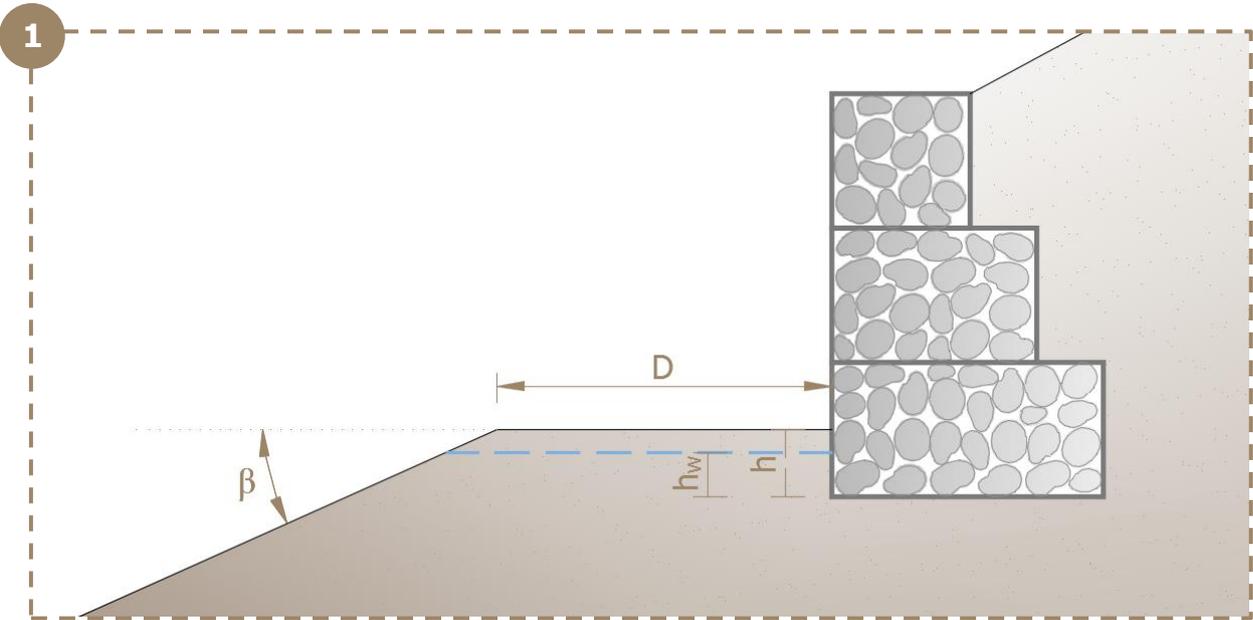
1

Altura del nivel del agua [m]:

OK Cancelar

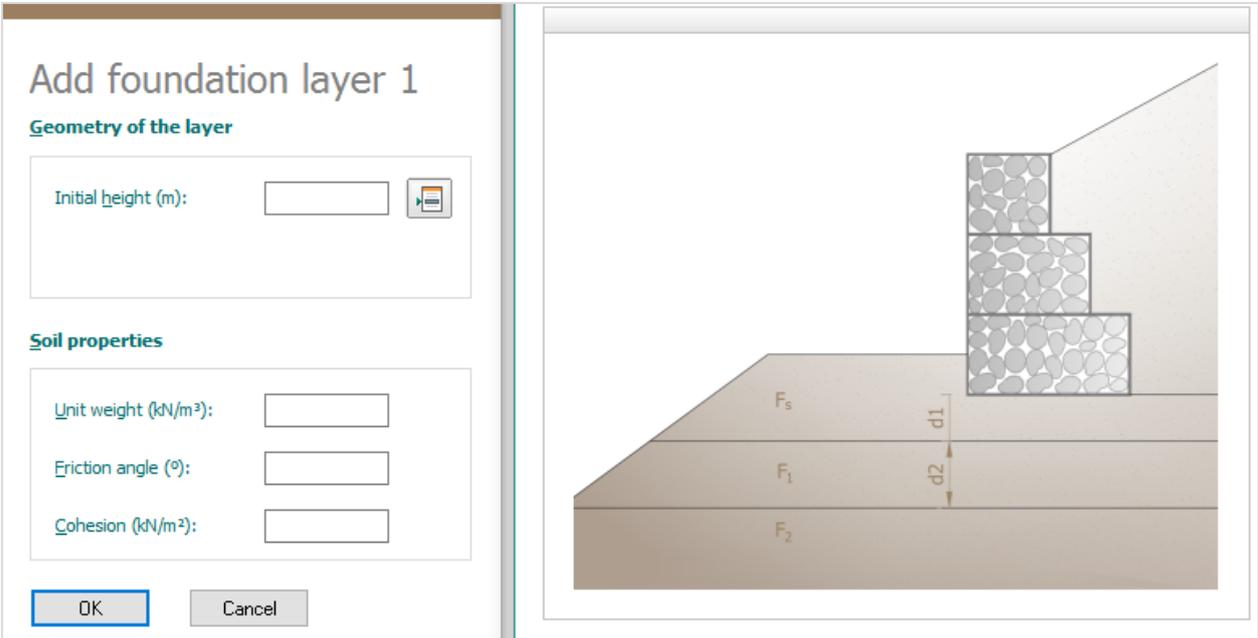
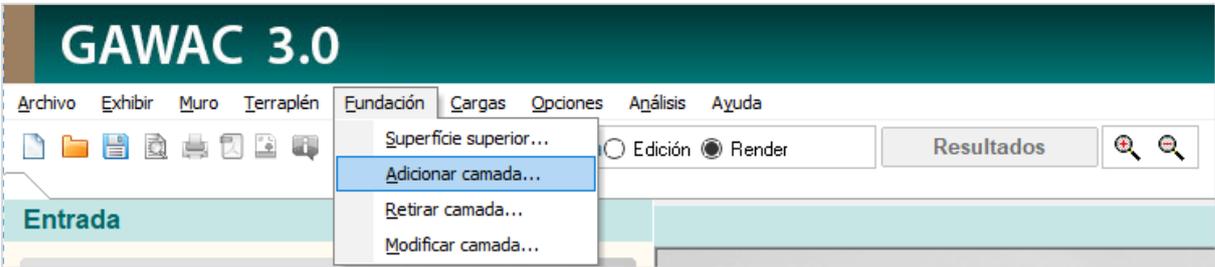
Introduzca los parámetros de resistencia al corte Para el criterio de resistencia de Mohr-Coulomb.

Si conoce la última presión ultima, puede ingresar el valor en este campo. De lo contrario, deje el campo vacío y el software calculará la capacidad de carga mediante la ecuación de Hansen.



1.1 Adicionar camada en la fundación

Seleccione el Menu Fundación > Adicionar Camada



Datos del Terraplén

Seleccione la opción Terraplén > Superficie superior



Datos sobre el terraplén

Superficie superior

Inclin. primer trazo (°): [β_1]

Largo del primer trazo [m]: [D]

Inclin. segundo trazo (°): [β_2]

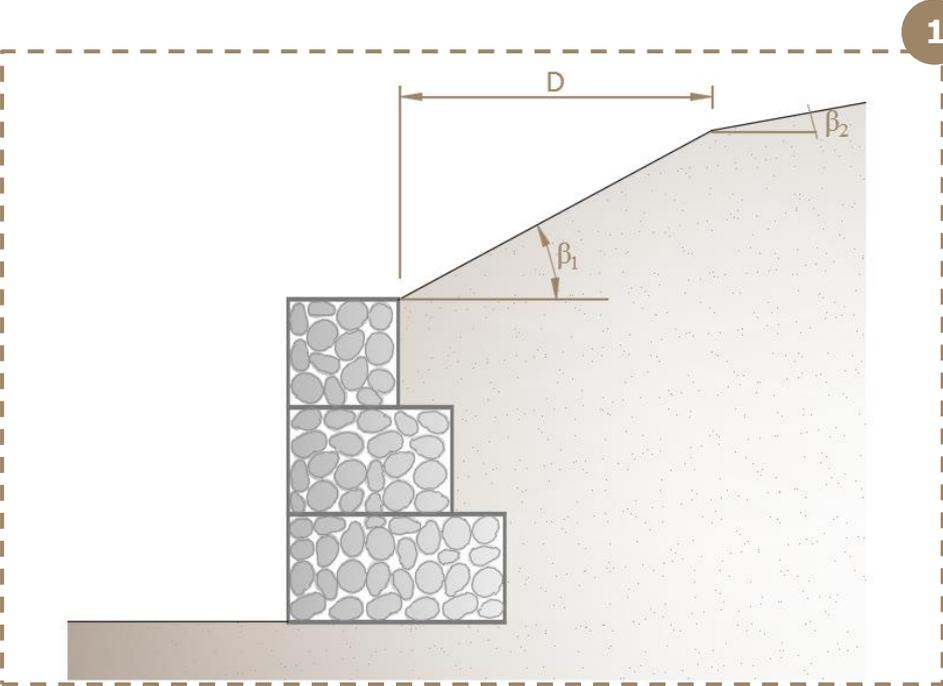
Propiedades del suelo

Peso específico [kN/m³]:

Ángulo de fricción (°):

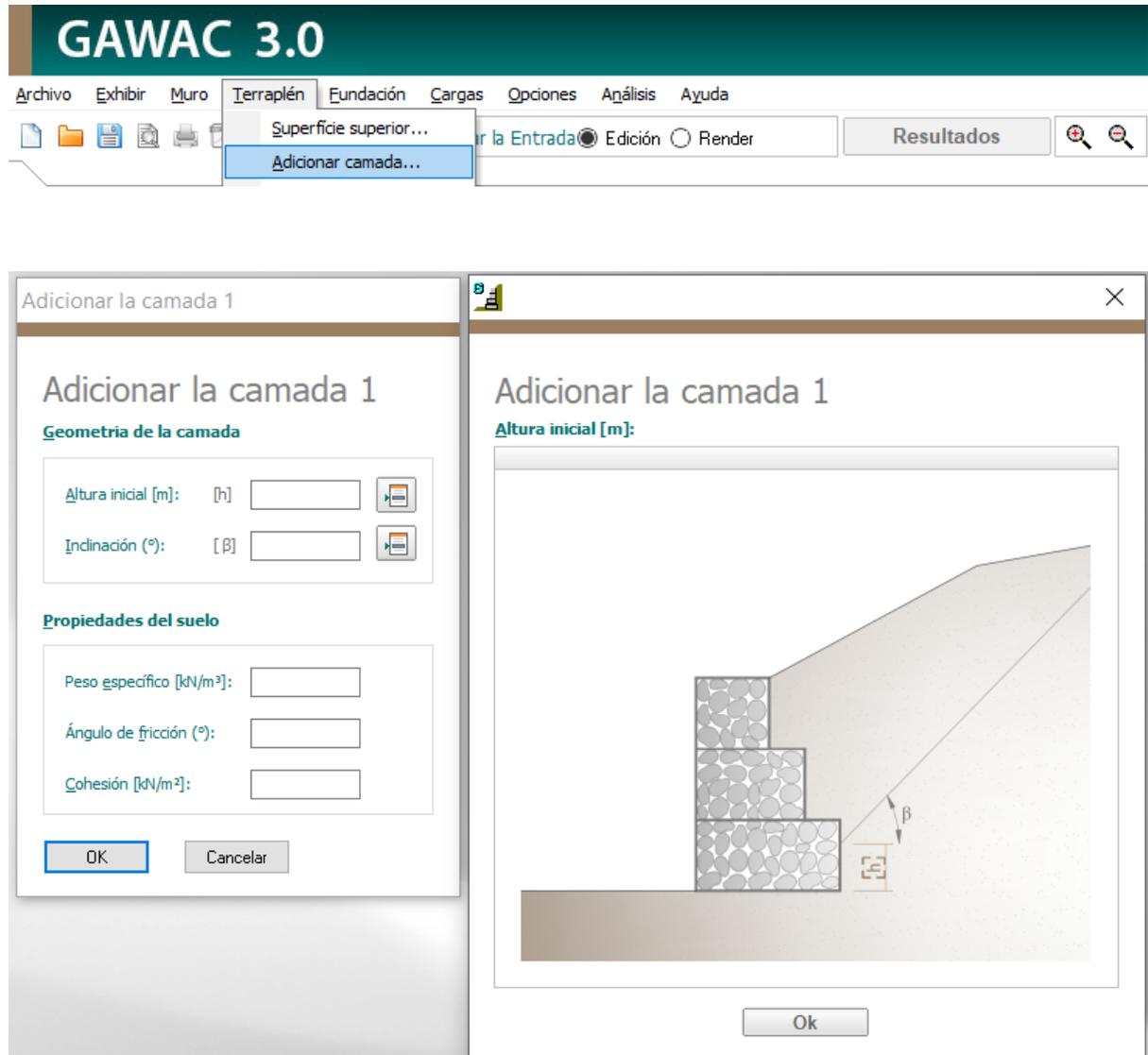
Cohesión [kN/m²]:

OK Cancel



Adicionar camada en el Terraplén

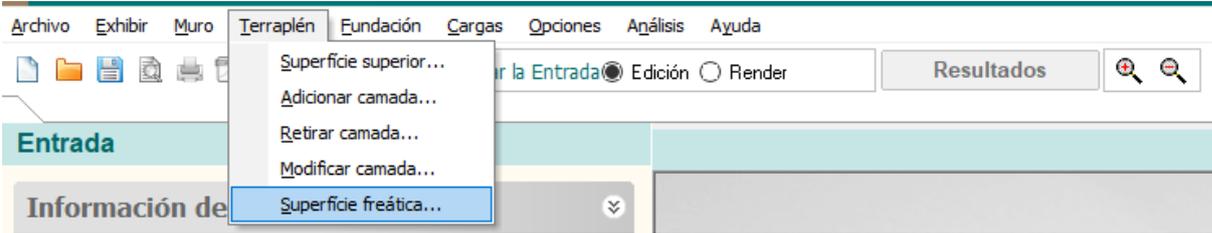
Seleccione la opción Terraplén > Adicionar camada



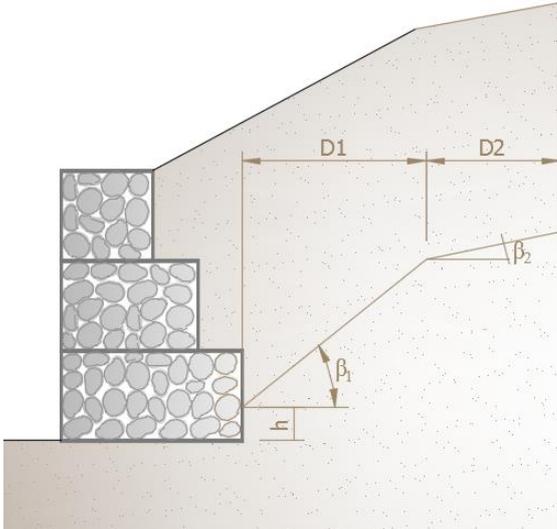
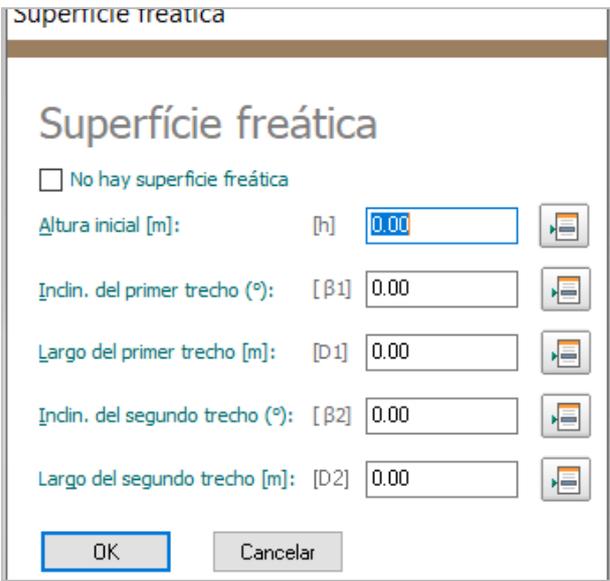
También puede quitar o modificar una capa haciendo clic en las opciones.

Para modificar las capas, puede hacer doble clic en la línea (modo de edición).

Añadir napa freática en el Terraplén



Las dimensiones y los ángulos de los fragmentos se pueden definir en este menú.



Cargas

El usuario puede introducir cargas estáticas haciendo clic en el menú Cargas.

Hay tres tipos de cargas:

Carga sobre el Terraplén

Loads on backfill

Cargas sobre el terraplén

Cargas uniformes

1 Primer trecho [kN/m²]: Clase: Variable desfavorable

2 Segundo trecho [kN/m²]: Clase: Variable desfavorable

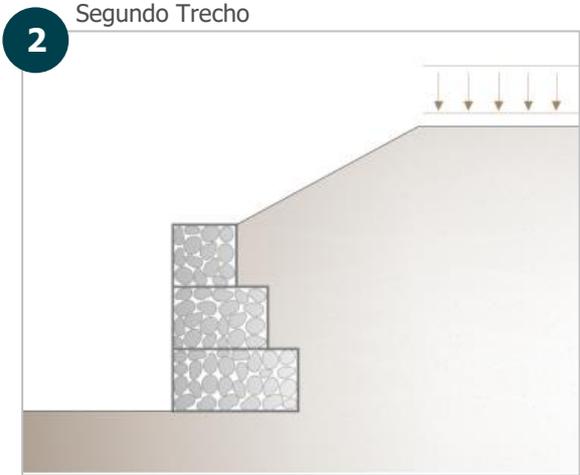
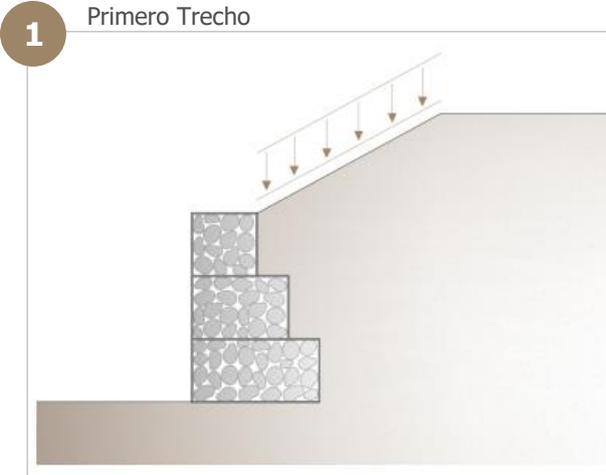
Líneas de carga

Carga	Valor[kN/m]	Dist.[m]	Clase
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Variable desfavorable
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Variable desfavorable
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Variable desfavorable

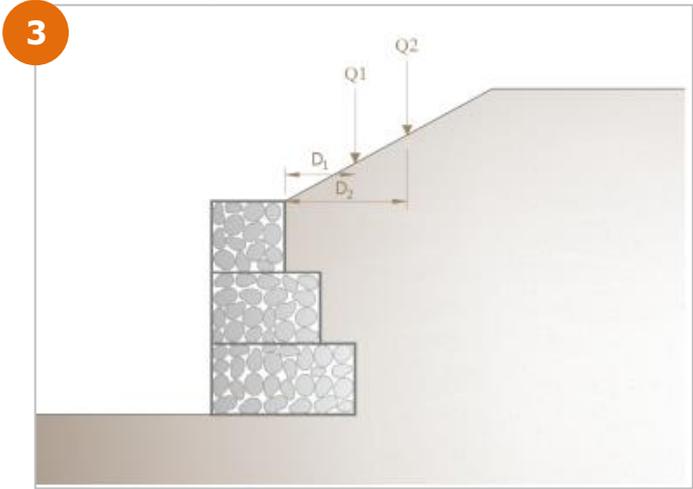
OK Cancelar

También puede definir la clase de carga. Las siguientes opciones son:

- Variable favorable
- Variable desfavorable
- Favorable permanente
- Desfavorable permanente

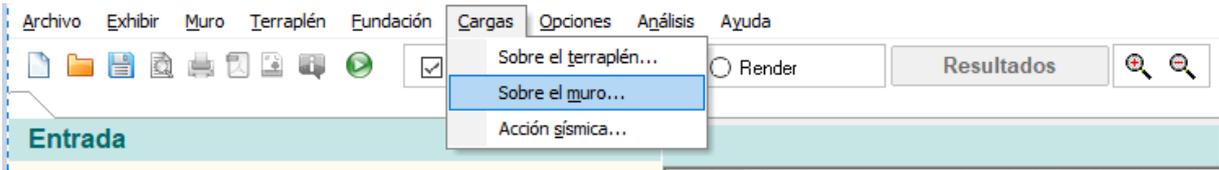


Linhas de carga



Carga sobre el Muro

Puede insertar cargas uniformes o líneas de carga en el muro (por ejemplo, cercas, cargas estáticas, paredes, etc.)



Cargas sobre el muro

Cargas sobre el muro

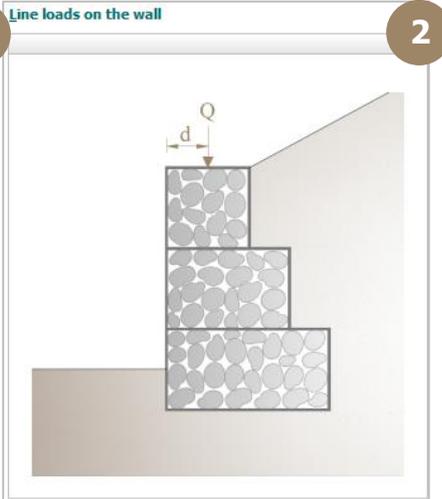
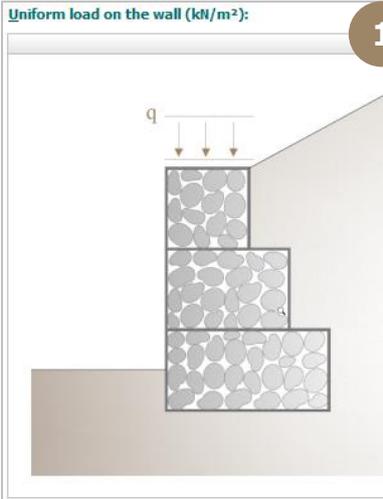
Carga uniforme [kN/m²]:

1 Clas

Línea de carga

2 Carga [kN/m]: Clas

Distancia [m]:



Acción Sísmica

Siempre que la pared se calcule bajo efectos sísmicos, el usuario puede ingresar cargas sísmicas ingresando los coeficientes de aceleración.

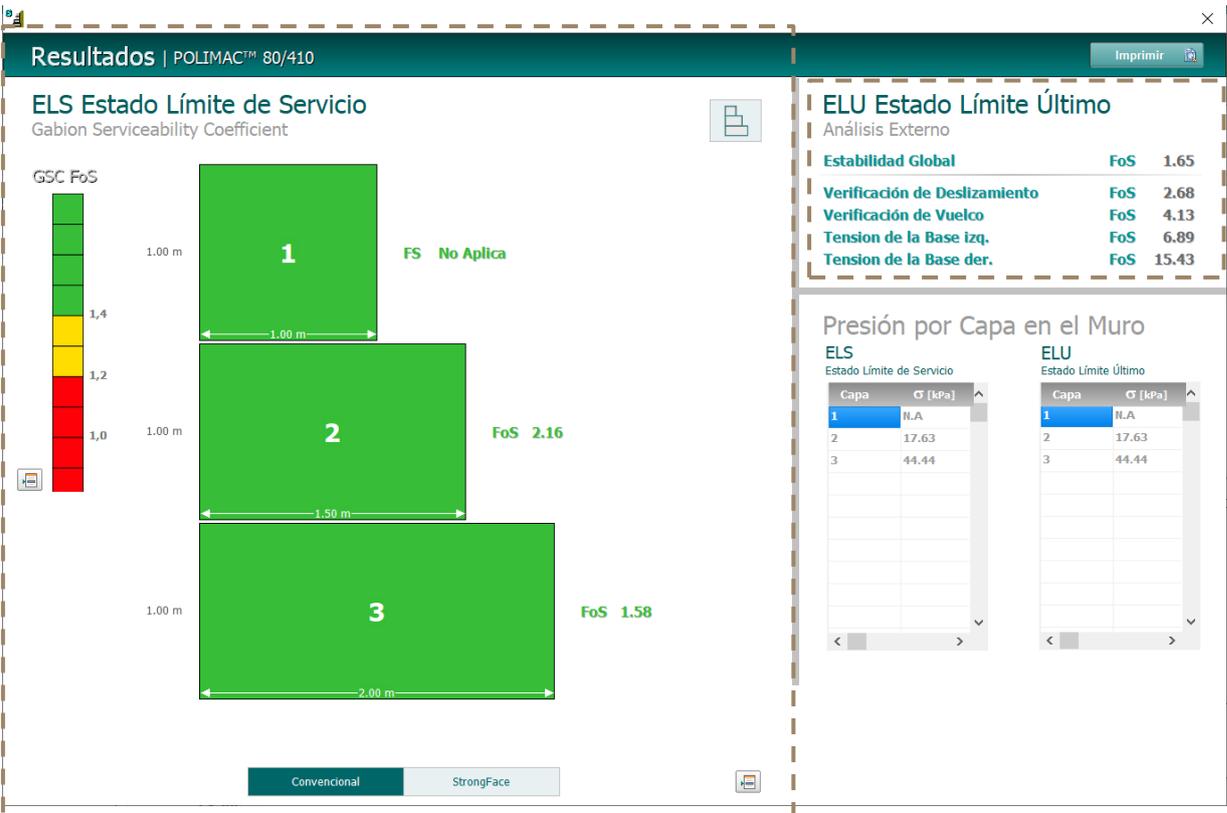


Análisis

Para realizar los análisis, haga clic en el botón 



Resumen de resultados:



ELS | Estado Límite de Servicio

El análisis del estado del límite de servicio se basa en el método GSC (consulte el Manual de referencia de GSC). Puede optimizar los factores de seguridad eligiendo un gabi6n de alto rendimiento, lo que significa un gabi6n con mayor calibre del alambre y mayor durabilidad.

ELU | Estado Límite Último

El análisis externo (comprobaci6n de deslizamiento, comprobaci6n de inclinaci6n, cimentaci6n y estabilidad general) se puede calcular en el an6lisis del 6ltimo estado l6mite. Siempre que se considere una norma, se aplicar6n factores parciales a los par6metros del suelo, las cargas y la flotabilidad activa.

Ambos an6lisis (SLS y ULS) se pueden considerar con o sin est6ndares.

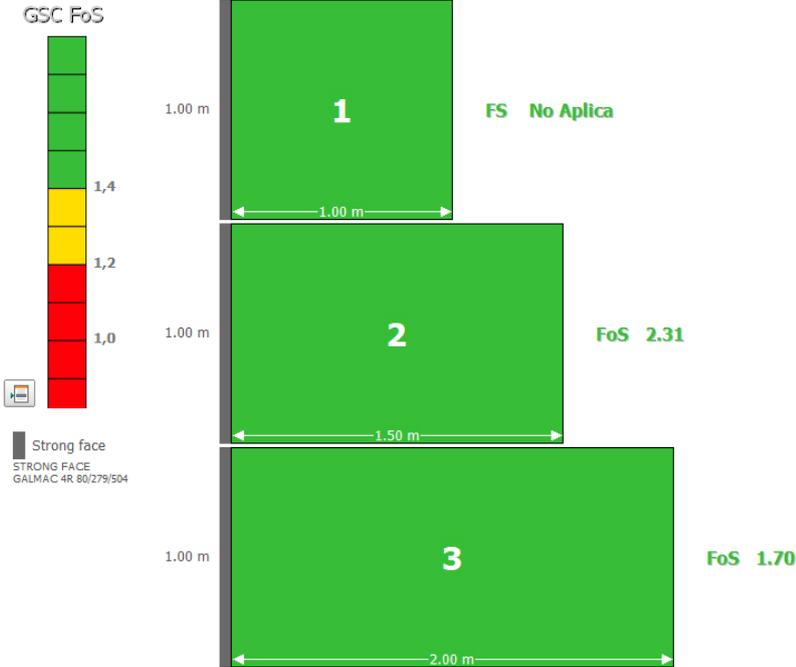
Análisis con Gaviones Strong Face

El usuario puede realizar los análisis con StrongFace haciendo clic en las opciones debajo de la sección:

Resultados | POLIMAC™ 80/410 | StrongFace

ELS Estado Límite de Servicio

Gabion Serviceability Coefficient



Convencional StrongFace



Diseño del Muro

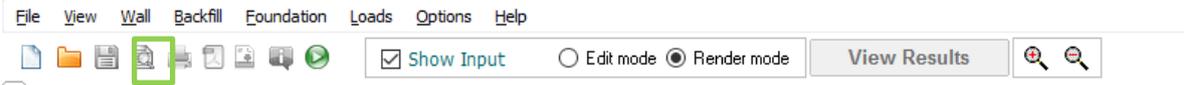
Convencional
Análisis de lo estado límite de servicio basado en el muro diseñado por el usuario en Menú -> Configuración del muro.

StrongFace
Análisis de Estado Límite de Servicio con gaviones Strong Face. Este tipo de gavión se puede utilizar en los casos en los que se trabaja con una cara más resistente, es decir, con un GSC superior. Strong Face se puede utilizar como una manera para optimizar el análisis del servicio.

Ok

Informe

Para generar un informe, haga clic en el botón



Puede navegar en el informe haciendo clic en las páginas:

GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

www.maccferri.com

16/08/2021 pag. 1 / 3

• Informações do Projeto

Título	Cliente	Descrição
Número	Projetista	
Comentários		

• Dados de Entrada

Dados sobre o muro

Inclinação do muro [°]	6.00
Peso específico da pedra [kN/m³]	24.20
Porosidade dos gabões [%]	30.00
Geotêxtil no terrapleno	Sim
Redução do atrito [%]	5.00
Geotêxtil sob a base	Não
Redução do atrito [%]	0.00

Dados sobre o terrapleno

Inclinação do 1º trecho [°]	26.56
Comprimento do 1º trecho [m]	3.15
Inclinação do 2º trecho [°]	0.00
Peso específico do solo [kN/m³]	18.00
Ângulo de atrito do solo [°]	30.00
Coesão do solo [kN/m²]	0.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinação [deg]	Peso específico [kN/m³]	Coesão [kN/m²]	Ângulo de atrito [deg]
1	-0.30	62.00	20.00	5.00	28.00

Dados sobre as cargas

Cargas distribuídas sobre o terrapleno

Primeiro trecho [kN/m²]	q1	
Segundo trecho [kN/m²]	q2	20.00

Cargas distribuídas sobre o muro

Carga [kN/m²]	
---------------	--

Linhas de carga sobre o terrapleno

Carga 1 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 2 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	
Carga 3 [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	

Linha de carga sobre o muro

Carga [kN/m]	
Dist. ao topo do muro [m]	

Dados sobre a superfície freática

Altura inicial [m]	
Inclinação do 1º trecho [°]	
Comprimento do 1º trecho [m]	
Inclinação do 2º trecho [°]	
Comprimento do 2º trecho [m]	

Dados sobre a fundação

Altura da superfície superior [m]	0.50
Comprimento inicial [m]	10.00

Main

- Page 1
- Page 2
- Page 3
- Page 4

GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

www.maccferri.com

16/08/2021 pag. 2 / 3

• Resultados

ELU Estado Limite Último

Geometria do Muro

Resultados das Análises

Empuxos Ativo e Passivo

Empuxo Ativo [kN/m]	51.89
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.76
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.82
Direção do empuxo ref. ao eixo X [°]	40.93
Empuxo Passivo [kN/m]	15.41
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	0.02
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	0.21

Tombamento

Momento Atuante [kN/m x m]	32.16
Momento Resistente [kN/m x m]	132.79
Tombamento	4.13

Tensões Atuantes na Fundação

Excentricidade	0.13
Tensão normal na borda externa [kN/m²]	79.72

- Main
- Page 1
- Page 2
- Page 3
- Page 4

GAWAC 3.0

Gabion Wall Design Software

MACCAFERRI

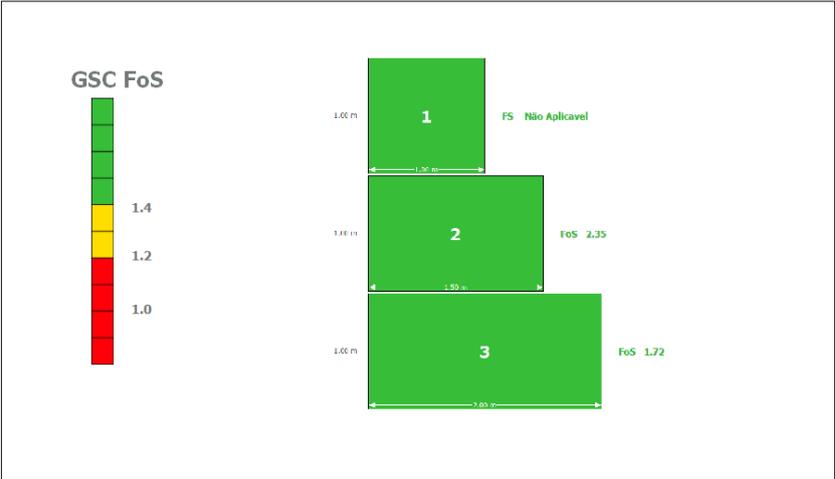
www.maccferri.com

16/08/2021 pag. 3 / 3

◆ **Resultados**

ELS Estado Limite de Serviço

Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Limite Último

Externa

Tombamento	Deslizamento	Tensão na Base eq.		Tensão na Base dir.	Global Global
FoS 4.13	FoS 2.68	FoS 6.89	FoS 15.43	FoS 1.65	

Interna

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	τ_{Max} [kN/m]	τ_{All} [kN/m²]	τ_{FoS}	σ_{Max} [kN/m²]	σ_{All} [kN/m²]	σ_{FoS}

ANEXO B

CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE
COMPRESIÓN UNIAXIAL SIN CONFINAMIENTO Y
TRACCIÓN INDIRECTA DE LAS GEOBOTELLAS



CONSTANCIA DE ENSAYO DE LABORATORIO DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN

El que suscribe, jefe de laboratorio de la sección de ingeniería de Minas de la facultad de ciencias e ingeniería PUCP, CERTIFICA que:

La tesista **JHOSELY LISS CONDORI URURI**, realizó los ensayos de laboratorio de tracción y compresión a botellas rellenas con arena en la Prensa Universal de ensayos (Modelo: E72146 – 7104DCJ, Fabricante: AVERY – DENISON) en fecha 29 de noviembre del 2018, requeridos para su proyecto de Tesis: **“MUROS DE CONTENCIÓN ECO- AMBIENTALES CON GAVIONES A BASE DE BOTELLAS RECICLABLES PET”**. Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que se realizó son los siguientes:

Nº	ENSAYOS	TAMAÑO DE LAS BOTELLAS PET	CANTIDAD
1	Compresión	500 ml	4
2	Compresión	3000 ml	3
3	Compresión	2250 ml	1
4	Tracción	500 ml	4
5	Tracción	3000 ml	3
6	Tracción	2250 ml	1

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita de la interesada, para adjuntar en su proyecto de tesis.

Lima, 15 de Diciembre de 2021

ING. JUAN CARLOS SALAS CARRANZA
LABORATORIO MECÁNICA DE ROCAS

ANEXO C

**PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL
MURO DEL MURO DE CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL POR
EL MÉTODO CONVENCIONAL PARA EL CASO 1**

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE CONTENCIÓN RELLENADO CON GEBOTELLAS POR EL MÉTODO CONVENCIONAL - CASO 1

1 TOMA DE DATOS

DATOS INICIALES		Simbolo	Unidad	CASO 1 - H=2 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro		h	m	2
Ancho de la base del muro		B	m	2.4
Ancho de la superficie del muro		a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical		α	grados	0
Peso específico de las geobotellas		γ_r	tn/m ³	1.819
Porcentaje de vacíos o porosidad		n	%	50
Peso de la red metálica, según especificación		Pu	kgf/m ³	8.6
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo		γ_s	tn/m ³	2.016
Ángulo de fricción interna		φ	grados	27
Cohesión		C	tn/m ²	0
Sobrecarga encima del talud		q	tn/m ²	0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal		ϵ	grados	0
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN				
Capacidad de carga		σ_{suelo}	tn/m ²	13.257
Ángulo de fricción interna		φ	grados	27

2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B-a} \right) + \alpha$				(2.10) CASO 1 - H=2 m
Alto del muro	dato	h	m	2
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.4
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30

2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta)\text{sen}(\varphi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \epsilon)}} \right]^2}$				(2.11) CASO 1 - H=2 m
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	73.30
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta=\varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta=0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.49

2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				
$H = [h + (B - a)\text{tana}] \text{cosa}$				(2.9) CASO 1 - H=2 m
Alto del muro	dato	h	m	2.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00

Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00
------------------------------	-----------	---	---	------

2.4 Altura asimilada de la sobrecarga (hs)

$hs = q/\gamma_s$ (2.12)				CASO 1 - H=2 m
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00
Peso específico del suelo	dato	γ _s	tn/m ³	2.016
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00

2.5 Empuje Activo (Ea)

$E_a = \frac{1}{2} k a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH$ (2.13)				CASO 1 - H=2 m
Coefficiente de empuje activo	calculado	K _a	tn/m	0.49
Peso específico del suelo	dato	γ _s	tn/m ³	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	1.97

2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)

$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha$ (2.14)				CASO 1 - H=2 m
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.67

2.7 Componente vertical del empuje activo (E_v)

$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.17)				CASO 1 - H=2 m
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	1.97
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	1.36

2.8 Componente Horizontal del empuje activo (E_h)

$E_h = E_a \operatorname{cos}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.18)				CASO 1 - H=2 m
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	1.97
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	1.42

3 PESO DE LA ESTRUCTURA

3.1 peso específico del gavión (γ_g)

$\gamma_g = \gamma_r(1 - n)$ (2.1)				CASO 1 - H=2 m
------------------------------------	--	--	--	-----------------------

Peso específico de la geobotella	dato	γ_r	tn/m ³	1.82
Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91

3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)

$$S = h(a) + \frac{(B - a)h}{2} \quad (2.21)$$

CASO 1 - H=2 m

Alto del muro	dato	h	m	2.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.2

3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)

$$W = \gamma_g S \quad (2.20)$$

CASO 1 - H=2 m

Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	3.82

4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSd)

$$FS_d = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha] \tan \varphi + (W + E_v) \sin \alpha + CB}{E_h \cos \alpha} \quad (2.19)$$

CASO 1 - H=2 m

Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	3.82
Componente vertical del empuje activo	calculado	E_v	tn/m	1.36
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E_h	tn/m	1.42
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FSd		1.85

5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

5.1 Momento de volteo (MV)

$$M_v = E_h d \quad (2.23)$$

CASO 1 - H=2 m

Componente horizontal del empuje activo	calculado	E_h	tn/m	1.42
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.67
Momento de volteo	calculado	M_v	tn-m/m	0.95

5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')

$$S' = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan \beta} \quad (2.25)$$

CASO 1 - H=2 m

Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h_s	m	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.20

5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (Xg)				
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S} \quad (2.27)$				CASO 1 - H=2 m
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	2.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.06

5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)				
$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2(B - a)}{S} \quad (2.28)$				CASO 1 - H=2 m
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	2.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	0.95

5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')				
$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \operatorname{sen} \alpha \quad (2.26)$				CASO 1 - H=2 m
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.06
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	0.95
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.06

5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)				
$M_r = W S'' + E_v S' \quad (2.24)$				CASO 1 - H=2 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	3.82
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.06
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.20
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03

5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FSv)				
$FS_v = \frac{M_r}{M_v} \quad (2.29)$				CASO 1 - H=2 m
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	0.95
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FSv		7.41

6 VERIFICACIÓN DE LAS PRESIONES APLICADAS A LA FUNDACIÓN

6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)				
$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha \quad (2.31)$				CASO 1 - H=2 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	3.82
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	1.42
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	5.18

6.2 Excentricidad e				
$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r - M_v}{N} \right]$ (2.32)				CASO 1 - H=2 m
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.4
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	0.95
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	5.18
Excentricidad	calculado	e	m	0.03
Análisis de excentricidad	calculado			e<B/6

6.3 Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso e<B/6 (σ_1)				
$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 1 - H=2 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	5.18
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Excentricidad	calculado	e	m	0.03
Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso e<B/6	calculado	σ_1	tn/m ²	2.30

6.4 Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso e<B/6 (σ_2)				
$\sigma_2 = \frac{N}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 1 - H=2 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	5.18
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40
Excentricidad	calculado	e	m	0.03
Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso e<B/6	calculado	σ_2	tn/m ²	2.02

7 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA LA ROTURA INTERNA

7.1 TOMA DE DATOS

			CASO 1 - H=2 m
DATOS INICIALES			Sección 1
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN			
Altura del muro	h	m	1
Ancho de la base del muro	B	m	1.8
Ancho de la superficie del muro	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados	0
Peso específico de las geobotellas	γ_r	tn/m ³	1.819
Porcentaje de vacíos o porosidad	n	%	50
Peso de la red metálica, según especificación	Pu	kgf/m ³	8.6
DATOS SOBRE EL TALUD			
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³	2.016
Ángulo de fricción interna	φ	grados	27
Cohesión	C	tn/m ²	0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²	0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	ϵ	grados	0
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN			
Capacidad de carga	σ_{suelo}	tn/m ²	13.257
Ángulo de fricción interna	φ	grados	27

7.2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

7.2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				CASO 1 - H=2 m
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B - a} \right) + \alpha \quad (2.10)$				Sección 1
Alto del muro	dato	h	m	1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.8
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	90.00

7.2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				CASO 1 - H=2 m
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \epsilon)}} \right]^2} \quad (2.11)$				Sección 1
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	90.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.33

7.2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				CASO 1 - H=2 m
$H = [h + (B - a) \tan \alpha] \cos \alpha \quad (2.9)$				Sección 1
Alto del muro	dato	h	m	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	1.00

7.2.4 Altura asimilación de la sobrecarga (hs)				CASO 1 - H=2 m
$hs = q/\gamma_s$ (2.12)				Sección 1
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00
Peso específico del suelo	dato	γs	tn/m ³	2.016
Altura asimilación de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00

7.2.5 Empuje Activo (Ea)				CASO 1 - H=2 m
$E_a = \frac{1}{2} k_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH$ (2.13)				Sección 1
Empuje activo	calculado	Ka	tn/m	0.33
Peso específico del suelo	dato	γs	tn/m ³	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	1.00
Altura asimilación de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	0.33

7.2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)				CASO 1 - H=2 m
$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha$ (2.14)				Sección 1
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	1.00
Altura asimilación de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.33

7.2.7 Componente vertical del empuje activo (Ev)				CASO 1 - H=2 m
$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.17)				Sección 1
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	90.00
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	0.15

7.2.8 Componente Horizontal del empuje activo (Eh)				CASO 1 - H=2 m
$E_h = E_a \operatorname{cos}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.18)				Sección 1
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	90.00
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	0.30

7.3 PESO DE LA ESTRUCTURA

7.3.1 peso específico del gavión (Yg)				CASO 1 - H=2 m
$\gamma_g = \gamma_r(1 - n)$ (2.1)				Sección 1
Peso específico de la geobotella	dato	γr	tn/m ³	1.82

Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91

7.3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)				CASO 1 - H=2 m
$S = h(a) + \frac{(B - a)h}{2} \quad (2.21)$				Sección 1
Alto del muro	dato	h	m	1.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	1.8

7.3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)				CASO 1 - H=2 m
$W = \gamma_g S \quad (2.20)$				Sección 1
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	1.80
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	1.64

7.4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSd)				CASO 1 - H=2 m
$FS_d = \frac{[(W + E_v)\cos\alpha + E_h\sin\alpha]\tan\varphi + (W + E_v)\sin\alpha + CB}{E_h\cos\alpha} \quad (2.19)$				Sección 1
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	E_v	tn/m	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E_h	tn/m	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FSd		3.07

7.5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

7.5.1 Momento de volteo (MV)				CASO 1 - H=2 m
$M_v = E_h d \quad (2.23)$				Sección 1
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E_h	tn/m	0.30
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.33
Momento de volteo	calculado	M_v	tn-m/m	0.10

7.5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')				CASO 1 - H=2 m
$S' = B\cos\alpha - \frac{H}{3} \frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \frac{1}{\tan\beta} \quad (2.25)$				Sección 1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h_s	m	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	90.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	1.80

7.5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (Xg)				CASO 1 - H=2 m
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S} \quad (2.27)$				Sección 1
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	1.80
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	0.90

7.5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)				CASO 1 - H=2 m
$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2(B - a)}{S} \quad (2.28)$				Sección 1
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	1.80
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	0.50

7.5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')				CASO 1 - H=2 m
$S'' = X_g \cos\alpha + Y_g \operatorname{sen}\alpha \quad (2.26)$				Sección 1
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	0.90
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	0.50
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	0.90

7.5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)				CASO 1 - H=2 m
$M_r = WS'' + E_v S' \quad (2.24)$				Sección 1
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	1.64
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	0.90
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	0.15
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	1.80
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	1.75

7.5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FS _v)				CASO 1 - H=2 m
$FS_v = \frac{M_r}{M_v} \quad (2.29)$				Sección 1
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	1.75
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	0.10
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FS _v		17.64

7.6 VERIFICACIÓN DE LAS PRESIONES APLICADAS A LA FUNDACIÓN

7.6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)				CASO 1 - H=2 m
$N = (W + E_v)\cos\alpha + E_h\operatorname{sen}\alpha \quad (2.38)$				Sección 1
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	1.79

7.6.2 Momento actual de la sección de análisis (M)				CASO 1 - H=2 m
$M = M_r - M_v$ (2.42)				Sección 1
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	1.75
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	0.10
Momento actual de la sección de análisis	calculado	M	tn-m/m	1.65

7.6.3 Exentricidad (e)				CASO 1 - H=2 m
$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N}$ (2.41)				Sección 1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Momento actual de la sección de análisis	calculado	M	tn-m/m	1.65
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	1.79
Análisis de exentricidad	calculado	e	m	-0.02

7.6.4 Ancho de la sección que está trabajando a la compresión (X)				CASO 1 - H=2 m
$X = \frac{0.5B - e}{0.4}$ (2.40)				Sección 1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Análisis de exentricidad	calculado	e	m	-0.02
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	2.30

7.6.5 Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)				CASO 1 - H=2 m
$T = E_h \cos \alpha - (W + E_v) \sin \alpha$ (2.39)				Sección 1
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	0.30
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	0.15
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	1.64
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m	0.30

7.6.6 Ángulo de fricción interna de los gaviones (φ^*)				CASO 1 - H=2 m
$\varphi^* = 25\gamma_g - 10$ (2.45)				Sección 1
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	φ^*	grados	12.74

7.6.7 Cohesión (agarre) del gavión Cg				CASO 1 - H=2 m
$C_g = 10(0.03P_u - 0.05)$ (2.46)				Sección 1
Peso de la red metálica, según especificación	dato	Pu	kgf/m ³	8.60
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	Cg	tn/m ²	2.08

7.6.8 Esfuerzo normal admisible (σ_{adm})				CASO 1 - H=2 m
$\sigma_{adm} = 50\gamma_g - 30$ (2.43)				Sección 1
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Esfuerzo normal admisible	calculado	σ_{adm}	tn/m ²	15.48

7.6.9 Tensión tangencial admisible (Tadm)				CASO 1 - H=2 m
$T_{adm} = \frac{N}{B} \tan \varphi^* + C_g$ (2.44)				Sección 1
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	1.79

Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	φ^*	grados	12.74
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	C_g	tn/m ²	2.08
Tensión tangencial admisible	calculado	T_{adm}	tn/m ²	2.30

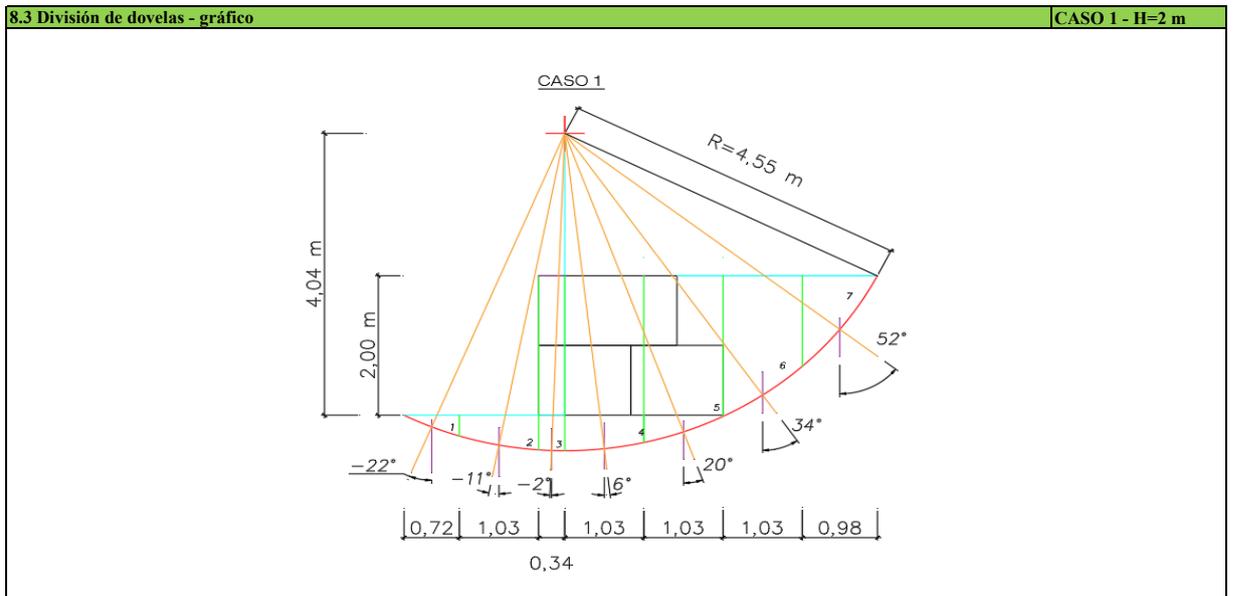
7.6.10 Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis ($\sigma_{m\acute{a}x}$)				CASO 1 - H=2 m
$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{0.8X}$			(2.36)	Sección 1
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	1.79
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	2.30
Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis	calculado	$\sigma_{m\acute{a}x}$	tn/m ²	0.97

7.6.11 Tensión tangencial en las en la sección de análisis ($T_{m\acute{a}x}$)				CASO 1 - H=2 m
$T_{m\acute{a}x} = \frac{T}{B}$			(2.37)	Sección 1
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m ²	0.30
Ancho de la base del muro	dato	B	m	1.80
Tensión tangencial en las en la sección de análisis	calculado	$T_{m\acute{a}x}$	grados	0.16

8 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA ROTURA GLOBAL

8.1 DATOS INICIALES		Simbolo	Unidad	CASO 1 - H=2 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro	h	m		2
Ancho de la base del muro	B	m		2.4
Ancho de la superficie del muro	a	m		1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados		0
Peso específico del gavión	γ_g	tn/m ³		0.9095
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³		2.016
Angulo de fricción interna	φ	grados		27
Cohesión	C	tn/m ²		0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²		0
Angulo de talud sobre el muro con la horizont:	ϵ	grados		0

8.2 Selección del círculo de deslizamiento			CASO 1 - H=2 m
Coordenada horizontal del centro de la superficie circular con respecto al punto de giro	Xc	m	0.34
Coordenada vertical del centro de la superficie circular con respecto al punto de giro	Yc	m	4.04
Radio	R	m	4.55



8.4 Calculo del peso de cada dovela - mediante gráfico CASO 1 - H=2 m

Dovela número	Descripción	Área m ²	Peso específico tn/m ³	Peso tn	Peso por dovela W (tn/m)
1	suelo	0.1076	2.0160	0.2169	0.22
2	suelo	0.4100	2.0160	0.8266	0.83
3	suelo	0.1712	2.0160	0.3451	0.96
3	gavión	0.6800	0.9095	0.6185	
4	suelo	0.4645	2.0160	0.9364	2.81
4	gavión	2.0600	0.9095	1.8736	
5	suelo	0.6051	2.0160	1.2199	2.95
5	suelo	0.2018	2.0160	0.4068	
5	gavión	1.4575	0.9095	1.3256	
6	suelo	1.6994	2.0160	3.4260	3.43
7	suelo	0.6304	2.0160	1.2709	1.27

8.5 Tabulación de datos CASO 1 - H=2 m

Dovela número	Peso por dovela W tn/m	α grados	sen α	cosa	Longitud de arco l m	w sen α tn/m	Normal N'= w cosa tn/m	
1	0.22	-22.00	-0.37	0.93	0.78	-0.08	0.20	
2	0.83	-11.00	-0.19	0.98	1.05	-0.16	0.81	
3	0.96	-2.00	-0.03	1.00	0.34	-0.03	0.96	
4	0.96	6.00	0.10	0.99	1.04	0.10	0.96	
5	2.81	20.00	0.34	0.94	1.10	0.96	2.64	
6	3.43	34.00	0.56	0.83	1.25	1.92	2.84	
7	1.27	52.00	0.79	0.62	1.63	1.00	0.78	
					Σ	7.19	3.71	9.20

8.6 Factor de seguridad contra la rotura global

$$F = \frac{\Sigma c' l + \Sigma N' \tan \phi'}{\Sigma W \sin \alpha} \quad (2.51)$$

CASO 1 - H=2 m

Cohesión	dato	c'	tn/m ²	0.00
Ángulo de fricción interna	dato	φ	grados	27.00
Σl	calculado		m	7.19
Σw senα	calculado		tn/m	3.71
N'= w cosα	calculado		tn/m	9.20
Factor de seguridad contra la rotura global	calculado	F		1.26

ANEXO D

PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL
MURO DEL MURO DE CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL POR
EL MÉTODO CONVENCIONAL PARA EL CASO 2

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE CONTENCIÓN RELLENADO CON GEBOTELLAS POR EL MÉTODO CONVENCIONAL - CASO 2

1 TOMA DE DATOS

DATOS INICIALES	Simbolo	Unidad	CASO 2 - H=3 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN			
Altura del muro	h	m	3
Ancho de la base del muro	B	m	3
Ancho de la superficie del muro	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados	0
Peso específico de las geobotellas	γ_r	tn/m ³	1.819
Porcentaje de vacíos o porosidad	n	%	50
Peso de la red metálica, según especificación	Pu	kgf/m ³	8.6
DATOS SOBRE EL TALUD			
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³	2.016
Ángulo de fricción interna	φ	grados	27
Cohesión	C	tn/m ²	0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²	0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	ϵ	grados	0
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN			
Capacidad de carga	σ_{suelo}	tn/m ²	13.257
Ángulo de fricción interna	φ	grados	27

2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				CASO 2 - H=3 m
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B - a} \right) + \alpha \quad (2.10)$				
Alto del muro	dato	h	m	3
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20

2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				CASO 2 - H=3 m
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta)\text{sen}(\varphi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \epsilon)}} \right]^2} \quad (2.11)$				
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	68.20
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.55

2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				CASO 2 - H=3 m
$H = [h + (B - a)\text{tana}] \text{cosa} \quad (2.9)$				
Alto del muro	dato	h	m	3.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00

2.4 Altura asimilada de la sobrecarga (hs)				
$hs = q/\gamma_s$ (2.12)				CASO 2 - H=3 m
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.016
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00

2.5 Empuje Activo (Ea)				
$E_a = \frac{1}{2} k_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH$ (2.13)				CASO 2 - H=3 m
Coefficiente del empuje activo	calculado	Ka	tn/m	0.55
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03

2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)				
$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha$ (2.14)				CASO 2 - H=3 m
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.00

2.7 Componente vertical del empuje activo (Ev)				
$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.17)				CASO 2 - H=3 m
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	3.78

2.8 Componente Horizontal del empuje activo (Eh)				
$E_h = E_a \cos(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.18)				CASO 2 - H=3 m
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	3.31

3

PESO DE LA ESTRUCTURA

3.1 peso específico del gavión (γ_g)				
$\gamma_g = \gamma_r(1 - n)$ (2.1)				CASO 2 - H=3 m
Peso específico de la geobotella	dato	γ_r	tn/m ³	1.82
Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91

3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)				
$S = h(a) + \frac{(B - a)h}{2} \quad (2.21)$				CASO 2 - H=3 m
Alto del muro	dato	h	m	3.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.2

3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)				
$W = \gamma_g S \quad (2.20)$				CASO 2 - H=3 m
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	6.55

4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSd)				
$FS_d = \frac{[(W + E_V)\cos\alpha + E_h\sin\alpha]\tan\varphi + (W + E_V)\sin\alpha + CB}{E_h\cos\alpha} \quad (2.19)$				CASO 2 - H=3 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	6.55
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	3.78
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	3.31
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FSd		1.59

5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

5.1 Momento de volteo (M _V)				
$M_V = E_h d \quad (2.23)$				CASO 2 - H=3 m
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	3.31
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.00
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	3.31

5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')				
$S' = B\cos\alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan\beta} \quad (2.25)$				CASO 2 - H=3 m
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h _s	m	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.60

5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (X _g)				
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S} \quad (2.27)$				CASO 2 - H=3 m
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	3.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00

Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.23

5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)

$$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2 (B - a)}{S} \quad (2.28) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	3.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.38

5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')

$$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \operatorname{sen} \alpha \quad (2.26) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.23
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.38
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.23

5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)

$$M_r = W S'' + E_v S' \quad (2.24) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	6.55
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.23
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	3.78
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.60
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86

5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FS_v)

$$FS_v = \frac{M_r}{M_v} \quad (2.29) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	3.31
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FS _v		5.39

6

VERIFICACIÓN DE LAS PRESIONES APLICADAS A LA FUNDACIÓN

6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha \quad (2.31) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	6.55
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	3.78
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	3.31
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	10.33

6.2 Excentricidad e

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r - M_v}{N} \right] \quad (2.32) \quad \text{CASO 2 - H=3 m}$$

Ancho de la base del muro	dato	B	m	3
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	3.31
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	10.33
Excentricidad	calculado	e	m	0.09
Análisis de excentricidad	calculado			e < B/6

6.3 Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso $e < B/6$ (σ_1)				
$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 2 - H=3 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	10.33
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Excentricidad	calculado	e	m	0.09
Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso $e < B/6$	calculado	σ_1	tn/m ²	4.08

6.4 Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso $e < B/6$ (σ_2)				
$\sigma_2 = \frac{N}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 2 - H=3 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	10.33
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00
Excentricidad	calculado	e	m	0.09
Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso $e < B/6$	calculado	σ_2	tn/m ²	2.81

7 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA LA ROTURA INTERNA

7.1 TOMA DE DATOS

			CASO 2 - H=3 m	
DATOS INICIALES	Simbolo	Unidad	Sección 1	Sección 2
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro	h	m	2	1
Ancho de la base del muro	B	m	2.4	1.8
Ancho de la superficie del muro	a	m	1.8	1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados	0	0
Peso específico de las geobotellas	γ_r	tn/m ³	1.819	1.819
Porcentaje de vacíos o porosidad	n	%	50	50
Peso de la red metálica, según especificación	Pu	kgf/m ³	8.6	8.6
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³	2.016	2.016
Angulo de fricción interna	φ	grados	27	27
Cohesión	C	tn/m ²	0	0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²	0	0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	ϵ	grados	0	0
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN				
Capacidad de carga	σ_{suelo}	tn/m ²	13.257	13.257
Ángulo de fricción interna	φ	grados	27	27

7.2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

7.2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				CASO 2 - H=3 m	
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B-a} \right) + \alpha \quad (2.10)$				Sección 1	Sección 2
Alto del muro	dato	h	m	2	1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.4	1.8
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30	90.00

7.2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				CASO 2 - H=3 m	
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \frac{\text{sen}(\varphi + \delta)\text{sen}(\varphi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \epsilon)} \right]^2} \quad (2.11)$				Sección 1	Sección 2
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	73.30	90.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.49	0.33

7.2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				CASO 2 - H=3 m	
$H = [h + (B - a)\text{tana}] \text{cosa} \quad (2.9)$				Sección 1	Sección 2
Alto del muro	dato	h	m	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00	1.00

7.2.4 Altura asimilada de la sobrecarga (h_s)				CASO 2 - H=3 m	
$h_s = q/\gamma_s \quad (2.12)$				Sección 1	Sección 2
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00	0.00
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.016	2.016
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h_s	m	0.00	0.00

7.2.5 Empuje Activo (Ea)				CASO 2 - H=3 m	
$E_a = \frac{1}{2} k a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH \quad (2.13)$				Sección 1	Sección 2
Empuje activo	calculado	Ka	tn/m	0.49	0.33
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.02	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00	0.00
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	1.97	0.33

7.2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)				CASO 2 - H=3 m	
$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha \quad (2.14)$				Sección 1	Sección 2
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.67	0.33

7.2.7 Componente vertical del empuje activo (Ev)				CASO 2 - H=3 m	
$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta) \quad (2.17)$				Sección 1	Sección 2
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	1.97	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30	90.00
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36	0.15

7.2.8 Componente Horizontal del empuje activo (Eh)				CASO 2 - H=3 m	
$E_h = E_a \cos(90^\circ + \delta - \beta) \quad (2.18)$				Sección 1	Sección 2
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	1.97	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30	90.00
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	1.42	0.30

7.3 PESO DE LA ESTRUCTURA

7.3.1 peso específico del gavión (γ_g)				CASO 2 - H=3 m	
$\gamma_g = \gamma_r (1 - n) \quad (2.1)$				Sección 1	Sección 2
Peso específico de la geobotella	dato	γ_r	tn/m ³	1.82	1.82
Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91

7.3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)				CASO 2 - H=3 m	
$S = h(a) + \frac{(B - a)h}{2} \quad (2.21)$				Sección 1	Sección 2
Alto del muro	dato	h	m	2.00	1.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.2	1.8

7.3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)				CASO 2 - H=3 m	
$W = \gamma_g S \quad (2.20)$				Sección 1	Sección 2

Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20	1.80
Peso específico del gavión	calculado	γg	tn/m ³	3.91	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	3.82	1.64

7.4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

7.4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSd)				CASO 2 - H=3 m	
$FS_d = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha] \tan \varphi + (W + E_v) \sin \alpha + CB}{E_h \cos \alpha} \quad (2.19)$				Sección 1	Sección 2
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	3.82	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	1.36	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	1.42	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FSd		1.85	3.07

7.5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

7.5.1 Momento de volteo (MV)				CASO 2 - H=3 m	
$M_v = E_h d \quad (2.23)$				Sección 1	Sección 2
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	1.42	0.30
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	0.67	0.33
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	0.95	0.10

7.5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')				CASO 2 - H=3 m	
$S' = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \tan \beta \quad (2.25)$				Sección 1	Sección 2
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h _s	m	0.00	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	73.30	90.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.20	1.80

7.5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (Xg)				CASO 2 - H=3 m	
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S} \quad (2.27)$				Sección 1	Sección 2
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80
Alto del muro	dato	h	m	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20	1.80
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	X _g	m	1.06	0.90

7.5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)				CASO 2 - H=3 m	
$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2(B - a)}{S} \quad (2.28)$				Sección 1	Sección 2
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80
Alto del muro	dato	h	m	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	4.20	1.80
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Y _g	m	0.95	0.50

7.5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')				CASO 2 - H=3 m	
---	--	--	--	----------------	--

$S'' = X_g \cos\alpha + Y_g \operatorname{sen}\alpha$ (2.26)				CASO 2 - H=3 m	
				Sección 1	Sección 2
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.06	0.90
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	0.95	0.50
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.06	0.90

7.5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)				CASO 2 - H=3 m	
$M_r = WS'' + E_v S'$ (2.24)				Sección 1	Sección 2
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	3.82	1.64
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.06	0.90
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36	0.15
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.20	1.80
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03	1.75

7.5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FSv)				CASO 2 - H=3 m	
$FS_v = \frac{M_r}{M_v}$ (2.29)				Sección 1	Sección 2
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03	1.75
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	0.95	0.10
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FSv		7.41	17.64

7.6 VERIFICACIÓN DE LAS TENSIONES ENTRE BLOQUE Y BLOQUE

7.6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)				CASO 2 - H=3 m	
$N = (W + E_v)\cos\alpha + E_h\operatorname{sen}\alpha$ (2.38)				Sección 1	Sección 2
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	3.82	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	1.42	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	5.18	1.79

7.6.2 Momento actual de la sección de analisis (M)				CASO 2 - H=3 m	
$M = M_r - M_v$ (2.42)				Sección 1	Sección 2
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	7.03	1.75
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	0.95	0.10
Momento actual de la sección de analisis	calculado	M	tn-m/m	6.08	1.65

7.6.3 Exentricidad (e)				CASO 2 - H=3 m	
$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N}$ (2.41)				Sección 1	Sección 2
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Momento actual de la sección de analisis	calculado	M	tn-m/m	6.08	1.65
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	5.18	1.79
Análisis de exentricidad	calculado	e	m	0.03	-0.02

7.6.4 Ancho de la sección que está trabajando a la compresión (X)				CASO 2 - H=3 m	
$X = \frac{0.5B - e}{0.4}$ (2.40)				Sección 1	Sección 2
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Análisis de exentricidad	calculado	e	m	0.03	-0.02
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	2.94	2.30

7.6.5 Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de analisis (T)				CASO 2 - H=3 m	
$T = E_h\cos\alpha - (W + E_v)\operatorname{sen}\alpha$ (2.39)				Sección 1	Sección 2
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	1.42	0.30
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	1.36	0.15
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	3.82	1.64

Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m	1.42	0.30

7.6.6 Ángulo de fricción interna de los gaviones (φ^*)				CASO 2 - H=3 m	
$\varphi^* = 25\gamma_g - 10$ (2.45)				Sección 1	Sección 2
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	φ^*	grados	12.74	12.74

7.6.7 Cohesión (agarre) del gavión C_g				CASO 2 - H=3 m	
$C_g = 10(0.03P_u - 0.05)$ (2.46)				Sección 1	Sección 2
Peso de la red metálica, según especificación	dato	P_u	kgf/m ³	8.60	8.60
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	C_g	tn/m ²	2.08	2.08

7.6.8 Esfuerzo normal admisible (σ_{adm})				CASO 2 - H=3 m	
$\sigma_{adm} = 50\gamma_g - 30$ (2.43)				Sección 1	Sección 2
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91
Esfuerzo normal admisible	calculado	σ_{adm}	tn/m ²	15.48	15.48

7.6.9 Tensión tangencial admisible (T_{adm})				CASO 2 - H=3 m	
$T_{adm} = \frac{N}{B} \tan\varphi^* + C_g$ (2.44)				Sección 1	Sección 2
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	5.18	1.79
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	φ^*	grados	12.74	12.74
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	C_g	tn/m ²	2.08	2.08
Tensión tangencial admisible	calculado	T_{adm}	tn/m ²	2.57	2.30

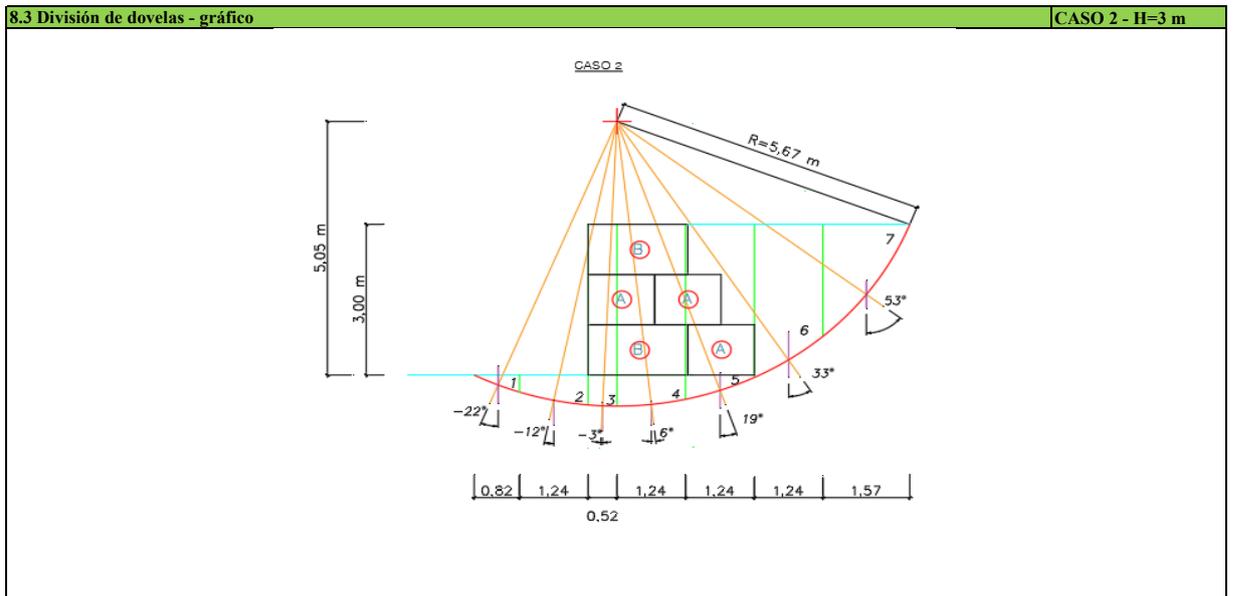
7.6.10 Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis ($\sigma_{m\acute{a}x}$)				CASO 2 - H=3 m	
$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{0.8X}$ (2.36)				Sección 1	Sección 2
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	5.18	1.79
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	2.94	2.30
Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis	calculado	$\sigma_{m\acute{a}x}$	tn/m ²	2.21	0.97

7.6.11 Tensión tangencial en las en la sección de análisis ($T_{m\acute{a}x}$)				CASO 2 - H=3 m	
$T_{m\acute{a}x} = \frac{T}{B}$ (2.37)				Sección 1	Sección 2
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m ²	1.42	0.30
Ancho de la base del muro	dato	B	m	2.40	1.80
Tensión tangencial en las en la sección de análisis	calculado	$T_{m\acute{a}x}$	grados	0.59	0.16

8 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA ROTURA GLOBAL

8.1 DATOS INICIALES		Símbolo	Unidad	CASO 2 - H=3 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro	h	m		3
Ancho de la base del muro	B	m		3
Ancho de la superficie del muro	a	m		1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados		0
Peso específico del gavión	γ_g	tn/m ³		0.9095
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³		2.016
Angulo de fricción interna	φ	grados		27
Cohesión	C	tn/m ²		0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²		0
Angulo de talud sobre el muro con la horizont:	ϵ	grados		0

8.2 Selección del círculo de deslizamiento			CASO 2 - H=3 m
Coordenada horizontal del centro de la superficie circular con respecto al punto de giro	Xc	m	0.52
Coordenada vertical del centro de la superficie circular con respecto al punto de giro	Yc	m	5.05
Radio	R	m	5.67



8.4 Cálculo del peso de cada dovela - mediante gráfico						CASO 1 - H=2 m
Dovela número	Descripción	Área m ²	Peso específico tn/m ³	Peso tn	Peso por dovela W (tn/m)	
1	suelo	0.1390	2.0160	0.2802	0.28	
2	suelo	0.5810	2.0160	1.1713	1.17	
3	suelo	0.3162	2.0160	0.6375	2.06	
3	gavión	1.5600	0.9095	1.4188		
4	suelo	0.6837	2.0160	1.3783	8.88	
4	suelo	3.7200	2.0160	7.4995		
5	suelo	0.3296	2.0160	0.6645	6.04	
5	suelo	1.8000	2.0160	3.6288		
5	gavión	1.9200	0.9095	1.7462		
6	suelo	3.2722	2.0160	6.5968	6.60	
7	suelo	1.7463	2.0160	3.5205	3.52	

8.5 Tabulación de datos							CASO 2 - H=3 m	
Dovela número	Peso por dovela W tn/m	α grados	$\text{sen}\alpha$	$\text{cos}\alpha$	Longitud de arco l m	$w\text{sen}\alpha$ tn/m	Normal N'= wcos α tn/m	
1	0.28	-22.00	-0.37	0.93	0.89	-0.10	0.26	
2	1.17	-12.00	-0.21	0.98	1.25	-0.24	1.15	
3	2.06	-3.00	-0.05	1.00	0.51	-0.11	2.05	
4	8.88	6.00	0.10	0.99	1.25	0.93	8.83	
5	6.04	19.00	0.33	0.95	1.31	1.97	5.71	
6	6.60	33.00	0.54	0.84	1.49	3.59	5.53	
7	3.52	53.00	0.80	0.60	2.72	2.81	2.12	
					Σ	9.42	8.84	25.65

8.6 Factor de seguridad contra la rotura global

$$F = \frac{\Sigma c' l + \Sigma N' \tan \varphi'}{\Sigma W \sin \alpha}$$

(2.51)

CASO 2 - H=3 m

Cohesión	dato	c'	tn/m ²	0.00
Angulo de fricción interna	dato	φ	grados	27.00
Σl	calculado		m	9.42
Σw senα	calculado		tn/m	8.84
N'= w cosα	calculado		tn/m	25.65
Factor de seguridad contra la rotura global	calculado	F		1.48

ANEXO E

**PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL
MURO DEL MURO DE CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL POR
EL MÉTODO CONVENCIONAL PARA EL CASO 3**

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE CONTENCIÓN RELLENADO CON GEBOTELLAS POR EL MÉTODO CONVENCIONAL - CASO 3

1 TOMA DE DATOS

DATOS INICIALES		Simbolo	Unidad	CASO 3 - H=4 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro	h	m		4
Ancho de la base del muro	B	m		3.6
Ancho de la superficie del muro	a	m		1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados		0
Peso específico de las geobotellas	γ_r	tn/m ³		1.819
Porcentaje de vacíos o porosidad	n	%		50
Peso de la red metálica, según especificación	Pu	kgf/m ³		8.6
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³		2.016
Ángulo de fricción interna	ϕ	grados		27
Cohesión	C	tn/m ²		0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²		0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	ϵ	grados		0
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN				
Capacidad de carga	σ_{suelo}	tn/m ²		13.257
Ángulo de fricción interna	ϕ	grados		27

2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B-a} \right) + \alpha$				(2.10) CASO 3 - H=4 m
Alto del muro	dato	h	m	4
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.6
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	65.77

2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \epsilon)}} \right]^2}$				(2.11) CASO 3 - H=4 m
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	65.77
Ángulo de fricción interna del material	dato	ϕ	grados	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta=\phi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta=0.9\phi$	dato	δ	grados	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.59

2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				
$H = [h + (B - a)\text{tana}] \text{cosa}$				(2.9) CASO 3 - H=4 m
Alto del muro	dato	h	m	4.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00

Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	4.00
------------------------------	-----------	---	---	------

2.4 Altura asimilada de la sobrecarga (hs)

$hs = q/\gamma_s$ (2.12)				CASO 3 - H=4 m
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00
Peso específico del suelo	dato	γ _s	tn/m ³	2.016
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00

2.5 Empuje Activo (Ea)

$E_a = \frac{1}{2} k a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH$ (2.13)				CASO 3 - H=4 m
Coefficiente del empuje activo	calculado	K _a	tn/m	0.59
Peso específico del suelo	dato	γ _s	tn/m ³	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	4.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	9.52

2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)

$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha$ (2.14)				CASO 3 - H=4 m
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	4.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.33

2.7 Componente vertical del empuje activo (E_v)

$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.17)				CASO 3 - H=4 m
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	9.52
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	65.77
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	7.42

2.8 Componente Horizontal del empuje activo (E_h)

$E_h = E_a \operatorname{cos}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.18)				CASO 3 - H=4 m
Empuje activo	calculado	E _a	tn/m	9.52
ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer δ=φ y si tras en muro hay un geotextil, δ=0.9φ	dato	δ	grados	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	65.77
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	5.96

3 PESO DE LA ESTRUCTURA

3.1 peso específico del gavión (γ_g)

$\gamma_g = \gamma_r(1 - n)$ (2.1)				CASO 3 - H=4 m
------------------------------------	--	--	--	-----------------------

Peso específico de la geobotella	dato	γ_r	tn/m ³	1.82
Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91

3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)

$S = h(a) + \frac{(B - a)h}{2} \quad (2.21)$				CASO 3 - H=4 m
Alto del muro	dato	h	m	4.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	10.8

3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)

$W = \gamma_g S \quad (2.20)$				CASO 3 - H=4 m
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	10.80
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	9.82

4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSd)

$FS_d = \frac{[(W + E_v)\cos\alpha + E_n\sin\alpha]\tan\phi + (W + E_v)\sin\alpha + CB}{E_n\cos\alpha} \quad (2.19)$				CASO 3 - H=4 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	9.82
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	7.42
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	5.96
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	ϕ	grados	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FSd		1.47

5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

5.1 Momento de volteo (MV)

$M_v = E_n d \quad (2.23)$				CASO 3 - H=4 m
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	5.96
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.33
Momento de volteo	calculado	M _v	tn-m/m	7.94

5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')

$S' = B\cos\alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan\beta} \quad (2.25)$				CASO 3 - H=4 m
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	4.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	h _s	m	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	65.77
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	3.00

5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (Xg)				
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S} \quad (2.27)$				CASO 3 - H=4 m
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	4.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	10.80
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.40

5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)				
$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2(B - a)}{S} \quad (2.28)$				CASO 3 - H=4 m
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80
Alto del muro	dato	h	m	4.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	10.80
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.78

5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')				
$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \operatorname{sen} \alpha \quad (2.26)$				CASO 3 - H=4 m
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.40
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.78
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.40

5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)				
$M_r = W S'' + E_v S' \quad (2.24)$				CASO 3 - H=4 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	9.82
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.40
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	7.42
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	3.00
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	36.01

5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FS _v)				
$FS_v = \frac{M_r}{M_v} \quad (2.29)$				CASO 3 - H=4 m
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	36.01
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	7.94
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FS _v		4.53

6 VERIFICACIÓN DE LAS PRESIONES APLICADAS A LA FUNDACIÓN

6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)				
$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha \quad (2.31)$				CASO 3 - H=4 m
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	9.82
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	7.42
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	5.96
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	17.24

6.2 Excentricidad e				
$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{M_r - M_v}{N} \right]$ (2.32)				CASO 3 - H=4 m
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.6
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	36.01
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	7.94
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	17.24
Excentricidad	calculado	e	m	0.17
Análisis de excentricidad	calculado			e<B/6

6.3 Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso e<B/6 (σ_1)				
$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 3 - H=4 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	17.24
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Excentricidad	calculado	e	m	0.17
Esfuerzo de trabajo en la extremidad izquierda de la base para el caso e<B/6	calculado	σ_1	tn/m ²	6.17

6.4 Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso e<B/6 (σ_2)				
$\sigma_2 = \frac{N}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$ (2.30)				CASO 3 - H=4 m
Resultante de las fuerzas normales (N)	calculado	N	tn/m	17.24
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.60
Excentricidad	calculado	e	m	0.17
Esfuerzo de trabajo en la extremidad derecha de la base para el caso e<B/6	calculado	σ_2	tn/m ²	3.41

7 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA LA ROTURA INTERNA

7.1 TOMA DE DATOS

				CASO 3 - H=4 m		
DATOS INICIALES	Simbolo	Unidad	Sección 1	Sección 2	Sección 3	
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN						
Altura del muro	h	m	3	2	1	
Ancho de la base del muro	B	m	3	2.4	1.8	
Ancho de la superficie del muro	a	m	1.8	1.8	1.8	
Inclinación del muro con la vertical	α	grados	0	0	0	
Peso específico de las geobotellas	γ_r	tn/m ³	1.819	1.819	1.819	
Porcentaje de vacíos o porosidad	n	%	50	50	50	
Peso de la red metálica, según especificación	Pu	kgf/m ³	8.6	8.6	8.6	
DATOS SOBRE EL TALUD						
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³	2.016	2.016	2.016	
Ángulo de fricción interna	ϕ	grados	27	27	27	
Cohesión	C	tn/m ²	0	0	0	
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²	0	0	0	
Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	ϵ	grados	0	0	0	
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN						
Capacidad de carga	σ_{suelo}	tn/m ²	13.257	13.257	13.257	
Ángulo de fricción interna	ϕ	grados	27	27	27	

7.2 CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

7.2.1 Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal (β)				CASO 3 - H=4 m		
$\beta = \text{Arctang} \left(\frac{h}{B-a} \right) + \alpha \quad (2.10)$				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Alto del muro	dato	h	m	3	2	1
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3	2.4	1.8
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.8	1.8	1.8
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0	0	0
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20	73.30	90.00

7.2.2 Coeficiente de empuje activo (k_a)				CASO 3 - H=4 m		
$k_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \delta)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \epsilon)}} \right]^2} \quad (2.11)$				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	(β)	grados	68.20	73.30	90.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	ϕ	grados	27.00	27.00	27.00
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \phi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\phi$	dato	δ	grados	27.00	27.00	27.00
ángulo de talud sobre el muro con la horizontal	dato	ϵ	grados	0.00	0.00	0.00
Coeficiente de empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.55	0.49	0.33

7.2.3 Altura donde actúa el empuje activo (H)				CASO 3 - H=4 m		
$H = [h + (B - a)\tan\alpha]\cos\alpha \quad (2.9)$				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Alto del muro	dato	h	m	3.00	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00	2.00	1.00

7.2.4 Altura asimilada de la sobrecarga (hs)				CASO 3 - H=4 m		
$hs = q/\gamma_s \quad (2.12)$				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Sobrecarga encima del talud	dato	q	tn/m ²	0.00	0.00	0.00
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.016	2.016	2.016
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00	0.00

7.2.5 Empuje Activo (E_a)				CASO 3 - H=4 m		
$E_a = \frac{1}{2} k_a \gamma_s H^2 \left[1 + \frac{2hs}{H} \right] - 2k_a^{1/2} CH \quad (2.13)$				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Coeficiente del empuje activo	calculado	K_a	tn/m	0.55	0.49	0.33
Peso específico del suelo	dato	γ_s	tn/m ³	2.02	2.02	2.02
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00	0.00

Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00	0.00	0.00
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03	1.97	0.33

7.2.6 Punto de aplicación del empuje activo (d)				CASO 3 - H=4 m		
$d = \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right] - B \operatorname{sen} \alpha$ (2.14)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.00	0.67	0.33

7.2.7 Componente vertical del empuje activo (E _v)				CASO 3 - H=4 m		
$E_v = E_a \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.17)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03	1.97	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00	27.00	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20	73.30	90.00
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	3.78	1.36	0.15

7.2.8 Componente Horizontal del empuje activo (E _h)				CASO 3 - H=4 m		
$E_h = E_a \cos(90^\circ + \delta - \beta)$ (2.18)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Empuje activo	calculado	Ea	tn/m	5.03	1.97	0.33
Ángulo de fricción entre muro y terreno en grados en muros de gaviones, se puede suponer $\delta = \varphi$ y si tras en muro hay un geotextil, $\delta = 0.9\varphi$	dato	δ	grados	27.00	27.00	27.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20	73.30	90.00
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	3.31	1.42	0.30

7.3 PESO DE LA ESTRUCTURA

7.3.1 peso específico del gavión (γ _g)				CASO 3 - H=4 m		
$\gamma_g = \gamma_r (1 - n)$ (2.1)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso específico de la geobotella	dato	γ_r	tn/m ³	1.82	1.82	1.82
Porcentaje de vacíos o porosidad	dato	n	%	50.00	50.00	50.00
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91	0.91

7.3.2 Sección transversal del muro de gavión (S)				CASO 3 - H=4 m		
$S = h(a) + \frac{(B-a)h}{2}$ (2.21)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Alto del muro	dato	h	m	3.00	2.00	1.00
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80	1.80
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.2	4.2	1.8

7.3.3 Peso propio de la estructura del gavión (W)				CASO 3 - H=4 m		
$W = \gamma_g S$ (2.20)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20	4.20	1.80
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91	0.91
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	6.55	3.82	1.64

7.4 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

7.4.1 Factor de seguridad contra el deslizamiento (FS _d)				CASO 3 - H=4 m		
$FS_d = \frac{[(W + E_v) \cos \alpha + E_h \operatorname{sen} \alpha] \tan \varphi + (W + E_v) \operatorname{sen} \alpha + CB}{E_h \cos \alpha}$ (2.19)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso propio de la estructura del gavión	calculado	W	tn/m	6.55	3.82	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	E _v	tn/m	3.78	1.36	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	E _h	tn/m	3.31	1.42	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Ángulo de fricción interna del material	dato	φ	grados	27.00	27.00	27.00
Cohesión	dato	C	tn/m ²	0.00	0.00	0.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Factor de seguridad contra el deslizamiento	calculado	FS _d		1.59	1.85	3.07

7.5 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

7.5.1 Momento de volteo (MV)				CASO 3 - H=4 m		
$M_v = E_h d$ (2.23)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	3.31	1.42	0.30
Medida vertical desde la horizontal donde se aplica el empuje activo	calculado	d	m	1.00	0.67	0.33
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	3.31	0.95	0.10

7.5.2 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo (S')				CASO 3 - H=4 m		
$S' = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left[\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right] \frac{1}{\tan \beta}$ (2.25)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Altura donde actúa el empuje	calculado	H	m	3.00	2.00	1.00
Altura asimilada de sobrecarga	calculado	hs	m	0.00	0.00	0.00
Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados	calculado	β	grados	68.20	73.30	90.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.60	2.20	1.80

7.5.3 Coordenada horizontal del centro de gravedad (Xg)				CASO 3 - H=4 m		
$X_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot h + \frac{1}{6} \cdot h(B^2 + a \cdot B - 2a^2)}{S}$ (2.27)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80	1.80
Alto del muro	dato	h	m	3.00	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20	4.20	1.80
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.23	1.06	0.90

7.5.4 Coordenada vertical del centro de gravedad (Yg)				CASO 3 - H=4 m		
$Y_g = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h^2 + \frac{1}{6} \cdot h^2(B - a)}{S}$ (2.28)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ancho de la superficie del muro	dato	a	m	1.80	1.80	1.80
Alto del muro	dato	h	m	3.00	2.00	1.00
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Sección transversal del muro de gavión	calculado	S	m ²	7.20	4.20	1.80
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.38	0.95	0.50

7.5.5 Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso (S'')				CASO 3 - H=4 m		
$S'' = X_g \cos \alpha + Y_g \operatorname{sen} \alpha$ (2.26)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Coordenada horizontal del centro de gravedad	calculado	Xg	m	1.23	1.06	0.90
Coordenada vertical del centro de gravedad	calculado	Yg	m	1.38	0.95	0.50
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.23	1.06	0.90

7.5.6 Momento resistente al vuelco (Mr)				CASO 3 - H=4 m		
$M_r = W S'' + E_v S'$ (2.24)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	6.55	3.82	1.64
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del peso	calculado	S''	m	1.23	1.06	0.90
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	3.78	1.36	0.15
Distancia horizontal entre el punto de vuelco y el punto de aplicación del empuje activo	calculado	S'	m	2.60	2.20	1.80
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86	7.03	1.75

7.5.7 Factor de seguridad contra el vuelco (FSv)				CASO 3 - H=4 m		
$FS_v = \frac{M_r}{M_v}$ (2.29)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86	7.03	1.75
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	3.31	0.95	0.10
Factor de seguridad contra el vuelco	calculado	FSv		5.39	7.41	17.64

7.6 VERIFICACIÓN DE LAS TENSIONES ENTRE BLOQUE Y BLOQUE

7.6.1 Resultante de las fuerzas normales (N)				CASO 3 - H=4 m		
$N = (W + E_v)\cos\alpha + E_h\sin\alpha$ (2.38)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	6.55	3.82	1.64
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	3.78	1.36	0.15
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	3.31	1.42	0.30
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	10.33	5.18	1.79

7.6.2 Momento actual de la sección de analisis (M)				CASO 3 - H=4 m		
$M = M_r - M_v$ (2.42)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Momento resistente	calculado	Mr	tn-m/m	17.86	7.03	1.75
Momento de volteo	calculado	Mv	tn-m/m	3.31	0.95	0.10
Momento actual de la sección de analisis	calculado	M	tn-m/m	14.55	6.08	1.65

7.6.3 Excentricidad (e)				CASO 3 - H=4 m		
$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{N}$ (2.41)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Momento actual de la sección de analisis	calculado	M	tn-m/m	14.55	6.08	1.65
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	10.33	5.18	1.79
Análisis de excentricidad	calculado	e	m	0.09	0.03	-0.02

7.6.4 Ancho de la sección que está trabajando a la compresión (X)				CASO 3 - H=4 m		
$X = \frac{0.5B - e}{0.4}$ (2.40)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Análisis de excentricidad	calculado	e	m	0.09	0.03	-0.02
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	3.52	2.94	2.30

7.6.5 Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)				CASO 3 - H=4 m		
$T = E_h\cos\alpha - (W + E_v)\sin\alpha$ (2.39)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Componente horizontal del empuje activo	calculado	Eh	tn/m	3.31	1.42	0.30
Componente vertical del empuje activo	calculado	Ev	tn/m	3.78	1.36	0.15
Peso propio de la estructura del gavión	Calculado	W	tn/m	6.55	3.82	1.64
Inclinación del muro con la vertical	dato	α	grados	0.00	0.00	0.00
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m	3.31	1.42	0.30

7.6.6 Ángulo de fricción interna de los gaviones (ϕ^*)				CASO 3 - H=4 m		
$\phi^* = 25\gamma_g - 10$ (2.45)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91	0.91
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	ϕ^*	grados	12.74	12.74	12.74

7.6.7 Cohesión (agarre) del gavión Cg				CASO 3 - H=4 m		
$C_g = 10(0.03P_u - 0.05)$ (2.46)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso de la red metálica, según especificación	dato	Pu	kgf/m ³	8.60	8.60	8.60
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	Cg	tn/m ²	2.08	2.08	2.08

7.6.8 Esfuerzo normal admisible (σ_{adm})				CASO 3 - H=4 m		
$\sigma_{adm} = 50\gamma_g - 30$ (2.43)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Peso específico del gavión	calculado	γ_g	tn/m ³	0.91	0.91	0.91
Esfuerzo normal admisible	calculado	σ_{adm}	tn/m ²	15.48	15.48	15.48

7.6.9 Tensión tangencial admisible (Tadm)				CASO 3 - H=4 m		
$T_{adm} = \frac{N}{B}\tan\phi^* + C_g$ (2.44)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	10.33	5.18	1.79
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Ángulo de fricción interna de los gaviones	calculado	ϕ^*	grados	12.74	12.74	12.74
Cohesión (agarre) del gavión	calculado	Cg	tn/m ²	2.08	2.08	2.08
Tensión tangencial admisible	calculado	T _{adm}	tn/m ²	2.86	2.57	2.30

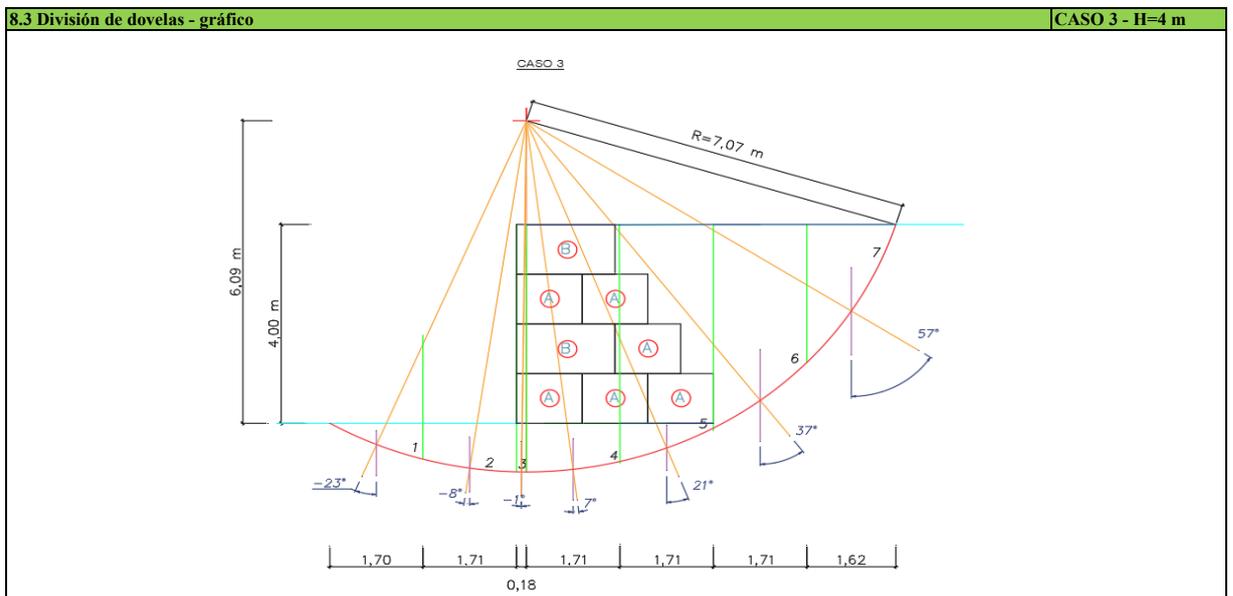
7.6.10 Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis ($\sigma_{m\acute{a}x}$)				CASO 3 - H=4 m		
$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{0.8X}$ (2.36)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Resultante de las fuerzas normales	calculado	N	tn/m	10.33	5.18	1.79
Ancho de la sección que está trabajando a la compresión	calculado	X	m	3.52	2.94	2.30
Esfuerzo resultante de la compresión en la sección de análisis	calculado	$\sigma_{m\acute{a}x}$	tn/m ²	3.67	2.21	0.97

7.6.11 Tensión tangencial en las en la sección de análisis ($T_{m\acute{a}x}$)				CASO 3 - H=4 m		
$T_{m\acute{a}x} = \frac{T}{B}$ (2.37)				Sección 1	Sección 2	Sección 3
Resultante de las fuerzas tangenciales en la sección de análisis (T)	calculado	T	tn/m ²	3.31	1.42	0.30
Ancho de la base del muro	dato	B	m	3.00	2.40	1.80
Tensión tangencial en las en la sección de análisis	calculado	$T_{m\acute{a}x}$	grados	1.10	0.59	0.16

8 VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD CONTRA ROTURA GLOBAL

8.1 DATOS INICIALES		Simbolo	Unidad	CASO 3 - H=4 m
DATOS DEL MURO DEL GAVIÓN				
Altura del muro	h	m		4
Ancho de la base del muro	B	m		3.6
Ancho de la superficie del muro	a	m		1.8
Inclinación del muro con la vertical	α	grados		0
Peso específico del gavión	γ_g	tn/m ³		0.9095
DATOS SOBRE EL TALUD				
Peso específico del suelo	γ_s	tn/m ³		2.016
Ángulo de fricción interna	ϕ	grados		27
Cohesión	C	tn/m ²		0
Sobrecarga encima del talud	q	tn/m ²		0
Ángulo de talud sobre el muro con la horizont:	ϵ	grados		0

8.2 Selección del círculo de deslizamiento			Unidad	CASO 3 - H=4 m
Coordenada horizontal del centro de la superficie circular con respecto al punto de giro	Xc	m		0.18
Coordenada vertical del centro de la superficie circular con re	Yc	m		6.09
Radio	R	m		7.07



8.4 Cálculo del peso de cada dovela - mediante gráfico CASO 3 - H=4 m

Dovela número	Descripción	Área m ²	Peso específico tn/m ³	Peso tn	Peso por dovela W (tn/m)
1	suelo	0.6164	2.0160	1.2427	1.24
2	suelo	1.4450	2.0160	2.9131	2.91
3	suelo	0.1764	2.0160	0.3556	1.01
3	gavión	0.7200	0.9095	0.6548	
4	suelo	1.4968	2.0160	3.0175	9.31
4	suelo	0.0821	2.0160	0.1655	
4	gavión	6.7398	0.9095	6.1298	11.62
5	suelo	0.7415	2.0160	1.4949	
5	suelo	3.5142	2.0160	7.0846	11.84
5	gavión	3.3435	0.9095	3.0409	
6	suelo	5.8747	2.0160	11.8434	11.84
7	suelo	2.3331	2.0160	4.7035	4.70

8.5 Tabulación de datos CASO 3 - H=4 m

Dovela número	Peso por dovela W tn/m	α grados	sen α	cosa	Longitud de arco l m	w sen α tn/m	Normal N= w cosa tn/m
1	1.24	-23.00	-0.39	0.92	1.85	-0.49	1.14
2	2.91	-8.00	-0.14	0.99	1.73	-0.41	2.88
3	1.01	-1.00	-0.02	1.00	0.18	-0.02	1.01
4	9.31	7.00	0.12	0.99	1.72	1.13	9.24
5	11.62	21.00	0.36	0.93	1.84	4.16	10.85
6	11.84	37.00	0.60	0.80	2.16	7.13	9.46
7	4.70	57.00	0.84	0.54	3.21	3.94	2.56
					Σ	12.69	37.15

8.6 Factor de seguridad contra la rotura global

$$F = \frac{\Sigma c' l + \Sigma N' \tan \varphi'}{\Sigma W \operatorname{sen} \alpha}$$

(2.51)

CASO 3 - H=4 m

Cohesión	dato	c'	tn/m ²	0.00
Angulo de fricción interna	dato	φ	grados	27.00
Σl	calculado		m	12.69
Σwsenα	calculado		tn/m	15.46
N'= wcosα	calculado		tn/m	37.15
Factor de seguridad contra la rotura global	calculado	F		1.22

ANEXO F

**REPORTE DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE
CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL CON EL SOFTWARE
GAWACWIN GSC PARA EL CASO 1**

● Informaciones del Proyecto

Título	Gabi6n de 2.00 m de altura	Cliente	Descripci6n	Muro de contenci6n eco-ambiental
N6mero	Caso 1	Dise6ador	Jhosely Liss Condori Ururi	

Comentarios

● Datos Iniciales

Datos sobre el muro

Inclinaci6n del muro	0.00
Peso esp. de las piedras [tf/m ³]	1.82
Porosidad de los gaviones [%]	50.00
Geotextil en el terrapl6n	No
Reducci6n en la fricci6n [%]	
Geotextil en la base	No
Reducci6n en la fricci6n [%]	0.00

Datos sobre el suelo del terrapl6n

Inclinaci6n del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinaci6n del segundo trecho [°]	0.00
Peso espec6fico del suelo [tf/m ³]	2.02
6ngulo de fricci6n del suelo [°]	27.00
Cohesi6n del suelo [tf/m ²]	0.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinaci6n deg	Peso espec6fico [tf/m ³]	Cohesi6n [tf/m ²]	6ngulo fricci6n [deg]
-------	--------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre la fundaci6n

Profundidad de la fundaci6n [m]	0.00
Largo horiz. en la fundaci6n [m]	
Inclinaci6n de la de fundaci6n [°]	0.00
Peso espec6fico del suelo [tf/m ³]	2.02
6ngulo de fricci6n del suelo [°]	27.00
Cohesi6n del suelo [tf/m ²]	0.00
Presi6n aceptable en la fundaci6n [tf/m ²]	13.26
Nivel del agua [m]	

Camada	Profundidad [m]	Peso espec6fico [tf/m ³]	Cohesi6n [tf/m ²]	6ngulo fricci6n [deg]
--------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terrapl6n

Primer trecho [tf/m ²]	q1
Segundo trecho [tf/m ²]	q2

Cargas distribuidas sobre el muro

Carga [tf/m ²]	
----------------------------	--

L6nea de carga sobre el terrapl6n

Carga 1 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 2 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 3 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

L6nea de carga sobre el muro

Carga [tf/m]	
--------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Datos sobre la napa fre6tica

Altura inicial[m]	0.00
Inclinaci6n del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinaci6n del segundo trecho [°]	0.00
Largo del segundo trecho [m]	0.00

Datos sobre efectos s6smicos

Coefficiente Horizontal	
Coefficiente Vertical	

Producto

Ambiente	Low Aggressive
----------	----------------

Mesh

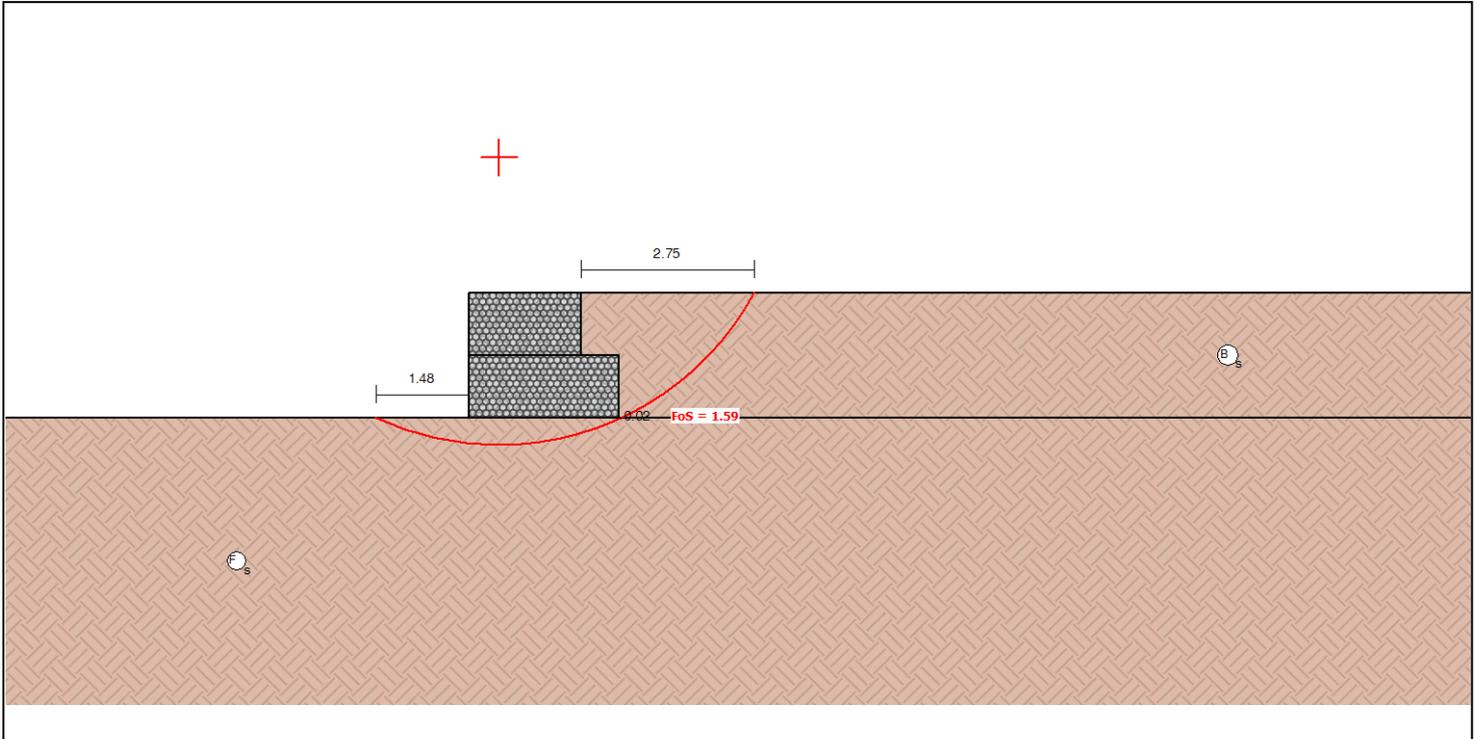
	GSC 0.5	GSC 1.0
--	---------	---------

Gabion POLIMAC™ 80/410	820	410
------------------------	-----	-----

● Resultados

ELU Estado Límite Último

Geometría del Muro



Resultados de los Analisis de Estabilidad

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo [tf/m]	1.97
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	2.20
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.67
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	43.70
Empuje Pasivo [tf/m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	0.00

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base [tf/m]	5.19
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	1.17
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Fuerza actuante tangencial [tf/m]	1.43
Fuerza resistente tangencial [tf/m]	2.64
Deslizamiento	1.85

Vuelco

Momento Activo [tf/m x m]	0.95
Momento Resistente [tf/m x m]	7.04
Vuelco	7.40

Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	0.03
Tensión normal a la izquierda [tf/m ²]	2.30
Tensión normal a la derecha [tf/m ²]	2.02
Tensión última de la fundación[tf/m ²]	13.26
Tension de la Base izq.	5.77
Tension de la Base der.	6.56

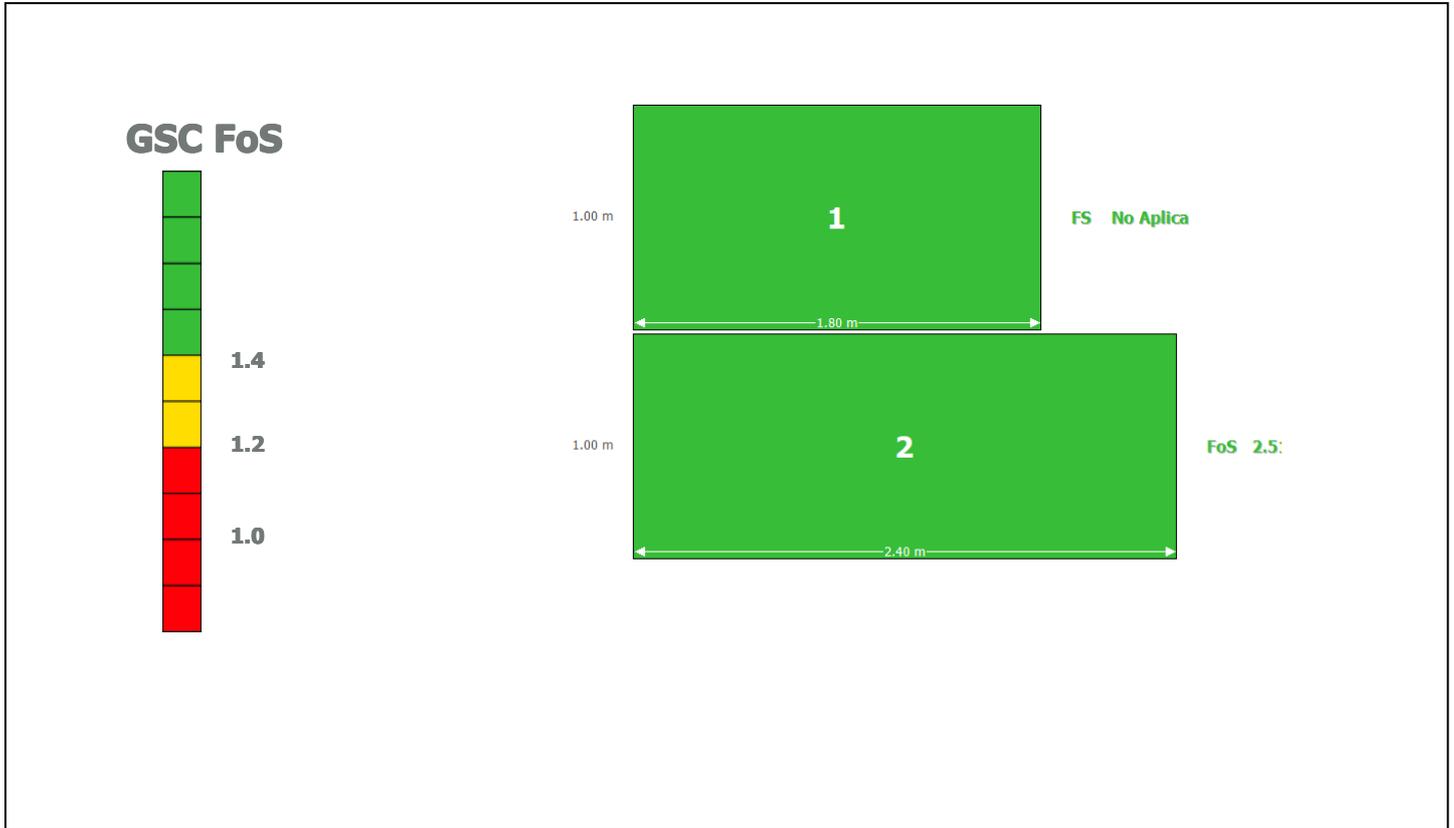
Estabilidad Global | Bishop

Centro del arco con referencia al eje X [m]	0.49
Centro del arco con referencia al eje Y [m]	4.17
Global	1.59

● Resultados

ELS Estado Límite de Servicio

Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Límite Último

Externa

FS para Vuelco	FS para Deslizamiento	FS - Tension de la Base izq.	FS - Tension de la Base der.	Global FS Global
FoS 7.40	FoS 1.85	FoS 5.77	FoS 6.56	FoS 1.59

Interna

Camada	H [m]	N [tf/m]	T [tf/m]	M [tf/m x m]	τ_{Max} [tf/m]	τ_{All} [tf/m ²]	τ FoS	σ_{Max} [tf/m ²]	σ_{All} [tf/m ²]	σ FoS
1	1.00	1.79	0.30	1.65	0.17	2.44	14.35	0.97	15.50	15.98

ANEXO G

**REPORTE DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE
CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL CON EL SOFTWARE
GAWACWIN GSC PARA EL CASO 2**

● Informaciones del Proyecto

Título	Gavión de 3.00 m de altura	Cliente	Descripción	Muro de contención eco-ambiental
Número	Caso 2	Diseñador	Jhosely Liss Condori Ururi	

Comentarios

● Datos Iniciales

Datos sobre el muro

Inclinación del muro	0.00
Peso esp. de las piedras [tf/m ³]	1.82
Porosidad de los gaviones [%]	50.00
Geotextil en el terraplén	No
Reducción en la fricción [%]	
Geotextil en la base	No
Reducción en la fricción [%]	0.00

Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinación del segundo trecho [°]	0.00
Peso específico del suelo [tf/m ³]	2.02
Ángulo de fricción del suelo [°]	27.00
Cohesión del suelo [tf/m ²]	0.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinación deg	Peso específico [tf/m ³]	Cohesión [tf/m ²]	Ángulo fricción [deg]
-------	--------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación [m]	0.00
Largo horiz. en la fundación [m]	
Inclinación de la de fundación [°]	0.00
Peso específico del suelo [tf/m ³]	2.02
Ángulo de fricción del suelo [°]	27.00
Cohesión del suelo [tf/m ²]	0.00
Presión aceptable en la fundación [tf/m ²]	13.26
Nivel del agua [m]	

Camada	Profundidad [m]	Peso específico [tf/m ³]	Cohesión [tf/m ²]	Ángulo fricción [deg]
--------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén

Primer trecho [tf/m ²]	q1
Segundo trecho [tf/m ²]	q2

Cargas distribuidas sobre el muro

Carga [tf/m ²]	
----------------------------	--

Línea de carga sobre el terraplén

Carga 1 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 2 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 3 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Línea de carga sobre el muro

Carga [tf/m]	
--------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Datos sobre la napa freática

Altura inicial[m]	0.00
Inclinación del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinación del segundo trecho [°]	0.00
Largo del segundo trecho [m]	0.00

Datos sobre efectos sísmicos

Coefficiente Horizontal	
Coefficiente Vertical	

Producto

Ambiente	Low Aggressive
----------	----------------

Mesh

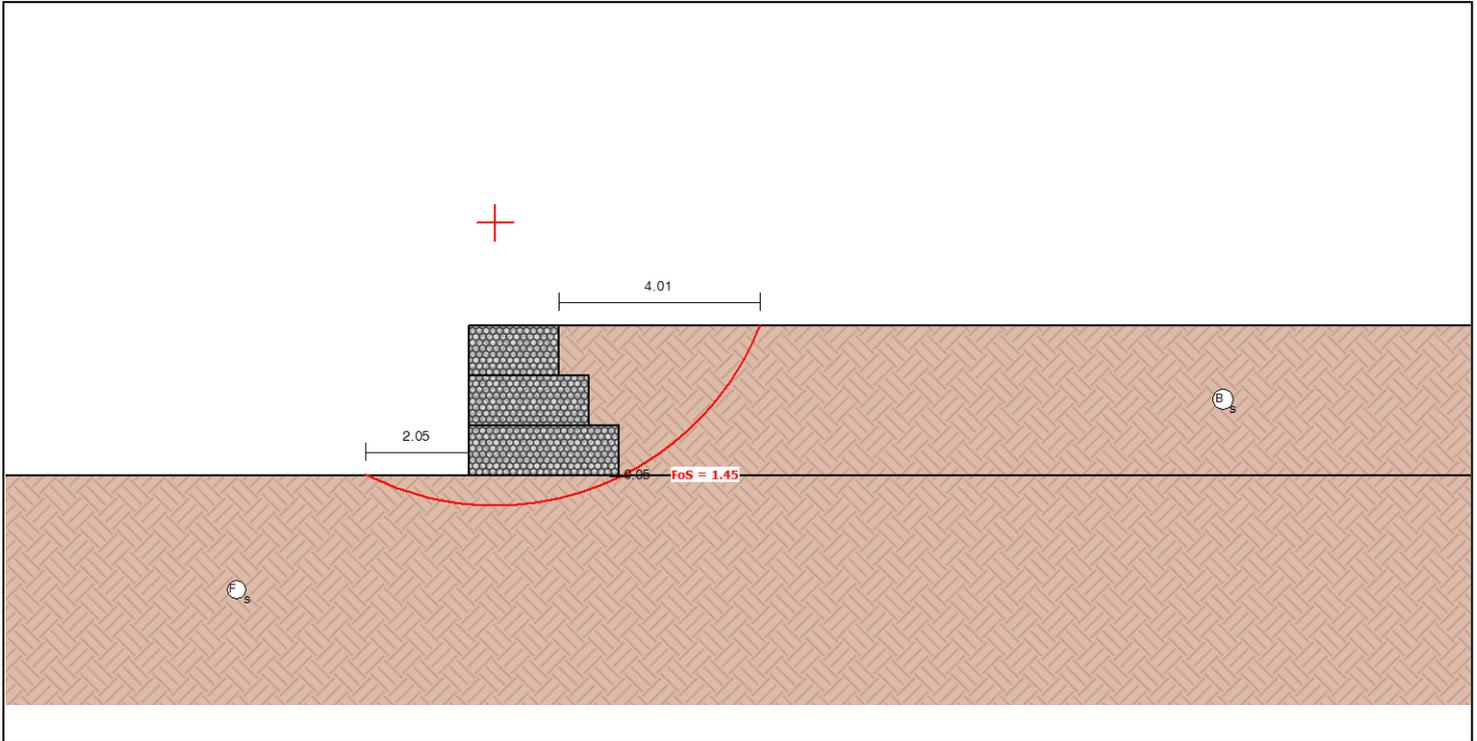
	GSC 0.5	GSC 1.0
--	---------	---------

Gabion POLIMAC™ 80/410	820	410
------------------------	-----	-----

● Resultados

ELU Estado Límite Último

Geometría del Muro



Resultados de los Analisis de Estabilidad

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo [tf/m]	5.04
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	2.60
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	1.00
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	48.80
Empuje Pasivo [tf/m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	0.00

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base [tf/m]	10.34
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	1.41
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Fuerza actuante tangencial [tf/m]	3.32
Fuerza resistente tangencial [tf/m]	5.27
Deslizamiento	1.59

Vuelco

Momento Activo [tf/m x m]	3.32
Momento Resistente [tf/m x m]	17.88
Vuelco	5.39

Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	0.09
Tensión normal a la izquierda [tf/m ²]	4.08
Tensión normal a la derecha [tf/m ²]	2.81
Tensión última de la fundación[tf/m ²]	13.26
Tension de la Base izq.	3.25
Tension de la Base der.	4.71

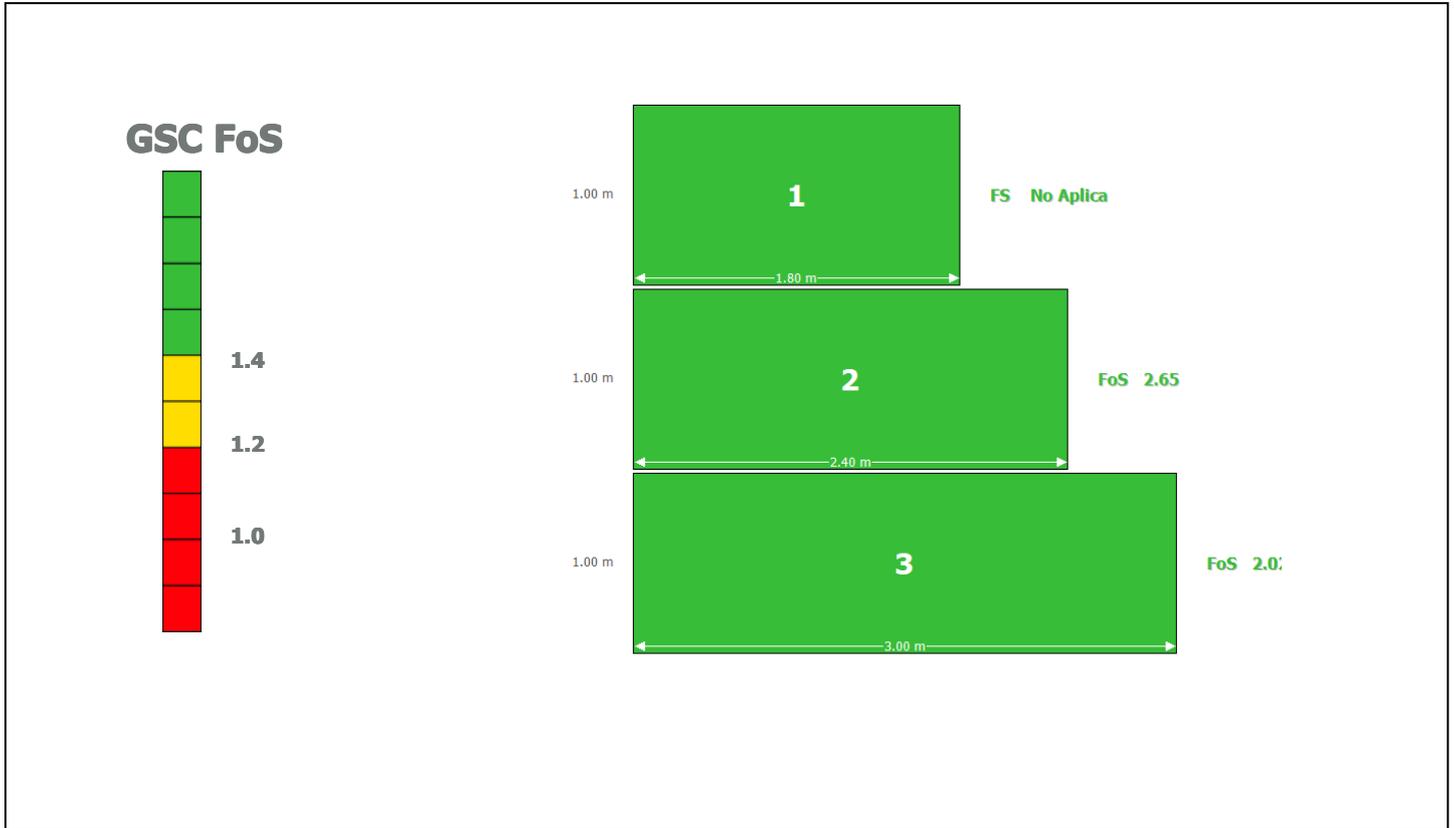
Estabilidad Global | Bishop

Centro del arco con referencia al eje X [m]	0.52
Centro del arco con referencia al eje Y [m]	5.05
Global	1.45

● Resultados

ELS Estado Límite de Servicio

Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Límite Último

Externa

FS para Vuelco

FS para Deslizamiento

FS - Tension de la Base izq.

FS - Tension de la Base der.

Global

FS Global

FoS 5.39

FoS 1.59

FoS 3.25

FoS 4.71

FoS 1.45

Interna

Camada	H [m]	N [tf/m]	T [tf/m]	M [tf/m x m]	τ_{Max} [tf/m]	τ_{All} [tf/m ²]	τ FoS	σ_{Max} [tf/m ²]	σ_{All} [tf/m ²]	σ FoS
1	1.00	1.79	0.30	1.65	0.17	2.44	14.35	0.97	15.50	15.98
2	2.00	5.19	1.43	6.09	0.59	3.61	6.12	2.21	15.50	7.01

ANEXO H

**REPORTE DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL MURO DE
CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL CON EL SOFTWARE
GAWACWIN GSC PARA EL CASO 3**

● Informaciones del Proyecto

Título	Gabi6n de 4.00 m de altura	Cliente	Descripci6n	Muro de contenci6n eco-ambiental
N6mero	Caso 3	Dise6ador	Jhosely Liss Condori Ururi	

Comentarios

● Datos Iniciales

Datos sobre el muro

Inclinaci6n del muro	0.00
Peso esp. de las piedras [tf/m ³]	1.82
Porosidad de los gaviones [%]	50.00
Geotextil en el terrapl6n	No
Reducci6n en la fricci6n [%]	
Geotextil en la base	No
Reducci6n en la fricci6n [%]	0.00

Datos sobre el suelo del terrapl6n

Inclinaci6n del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinaci6n del segundo trecho [°]	0.00
Peso espec6fico del suelo [tf/m ³]	2.02
6ngulo de fricci6n del suelo [°]	27.00
Cohesi6n del suelo [tf/m ²]	0.00

Layer	Altura inicial [m]	Inclinaci6n deg	Peso espec6fico [tf/m ³]	Cohesi6n [tf/m ²]	6ngulo fricci6n [deg]
-------	--------------------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre la fundaci6n

Profundidad de la fundaci6n [m]	0.00
Largo horiz. en la fundaci6n [m]	
Inclinaci6n de la de fundaci6n [°]	0.00
Peso espec6fico del suelo [tf/m ³]	2.02
6ngulo de fricci6n del suelo [°]	27.00
Cohesi6n del suelo [tf/m ²]	0.00
Presi6n aceptable en la fundaci6n [tf/m ²]	13.26
Nivel del agua [m]	

Camada	Profundidad [m]	Peso espec6fico [tf/m ³]	Cohesi6n [tf/m ²]	6ngulo fricci6n [deg]
--------	-----------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terrapl6n

Primer trecho [tf/m ²]	q1
Segundo trecho [tf/m ²]	q2

Cargas distribuidas sobre el muro

Carga [tf/m ²]	
----------------------------	--

L6nea de carga sobre el terrapl6n

Carga 1 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 2 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Carga 3 [tf/m]	
----------------	--

Dist. al tope del muro [m]

L6nea de carga sobre el muro

Carga [tf/m]	
--------------	--

Dist. al tope del muro [m]

Datos sobre la napa fre6tica

Altura inicial[m]	0.00
Inclinaci6n del primer trecho [°]	0.00
Largo del primer trecho [m]	0.00
Inclinaci6n del segundo trecho [°]	0.00
Largo del segundo trecho [m]	0.00

Datos sobre efectos s6ismicos

Coefficiente Horizontal	
Coefficiente Vertical	

Producto

Ambiente	Low Aggressive
----------	----------------

Mesh

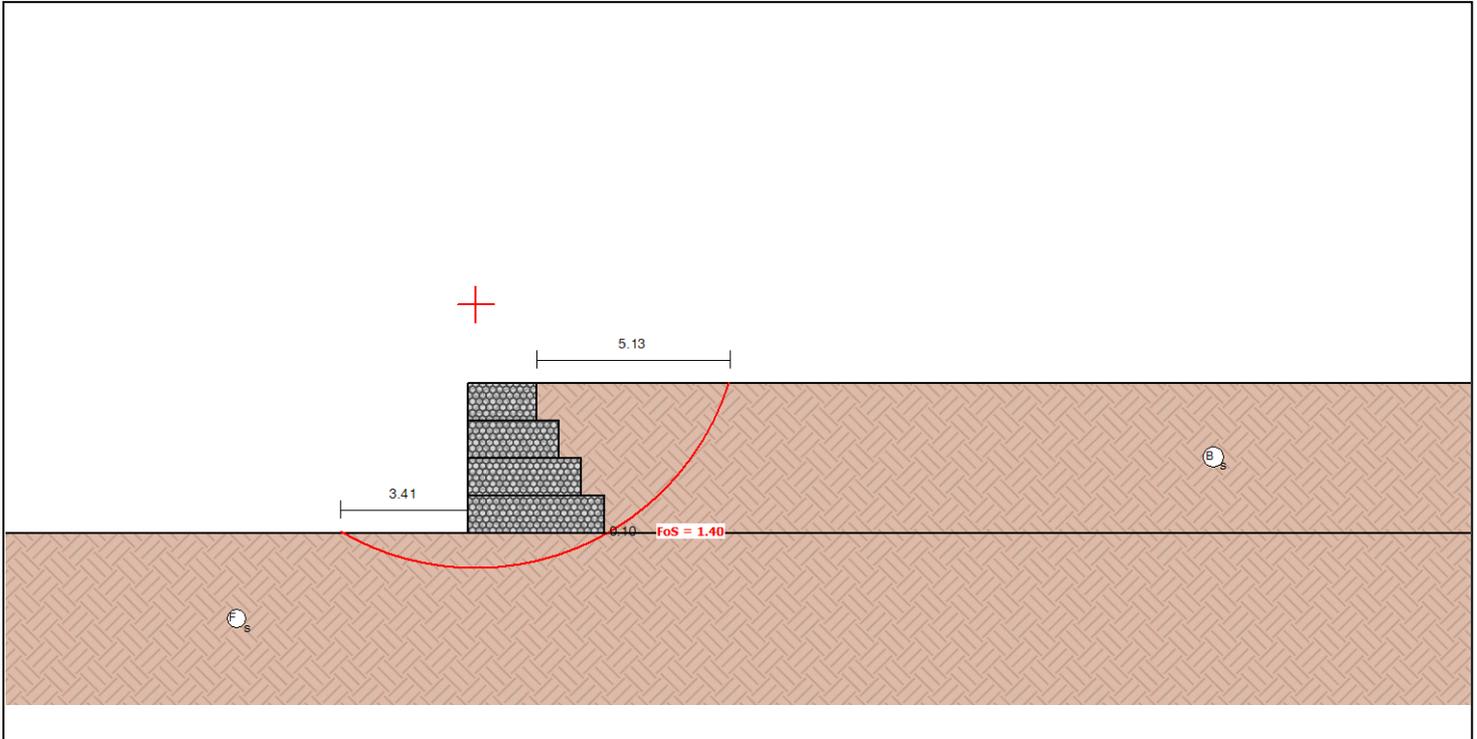
	GSC 0.5	GSC 1.0
--	---------	---------

Gabion POLIMAC™ 80/410	820	410
------------------------	-----	-----

● Resultados

ELU Estado Límite Último

Geometría del Muro



Resultados de los Analisis de Estabilidad

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo [tf/m]	9.53
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	3.00
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	1.33
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	51.23
Empuje Pasivo [tf/m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	0.00

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base [tf/m]	17.26
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	1.63
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Fuerza actuante tangencial [tf/m]	5.97
Fuerza resistente tangencial [tf/m]	8.79
Deslizamiento	1.47

Vuelco

Momento Activo [tf/m x m]	7.96
Momento Resistente [tf/m x m]	36.05
Vuelco	4.53

Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	0.17
Tensión normal a la izquierda [tf/m ²]	6.17
Tensión normal a la derecha [tf/m ²]	3.42
Tensión última de la fundación[tf/m ²]	13.26
Tension de la Base izq.	2.15
Tension de la Base der.	3.88

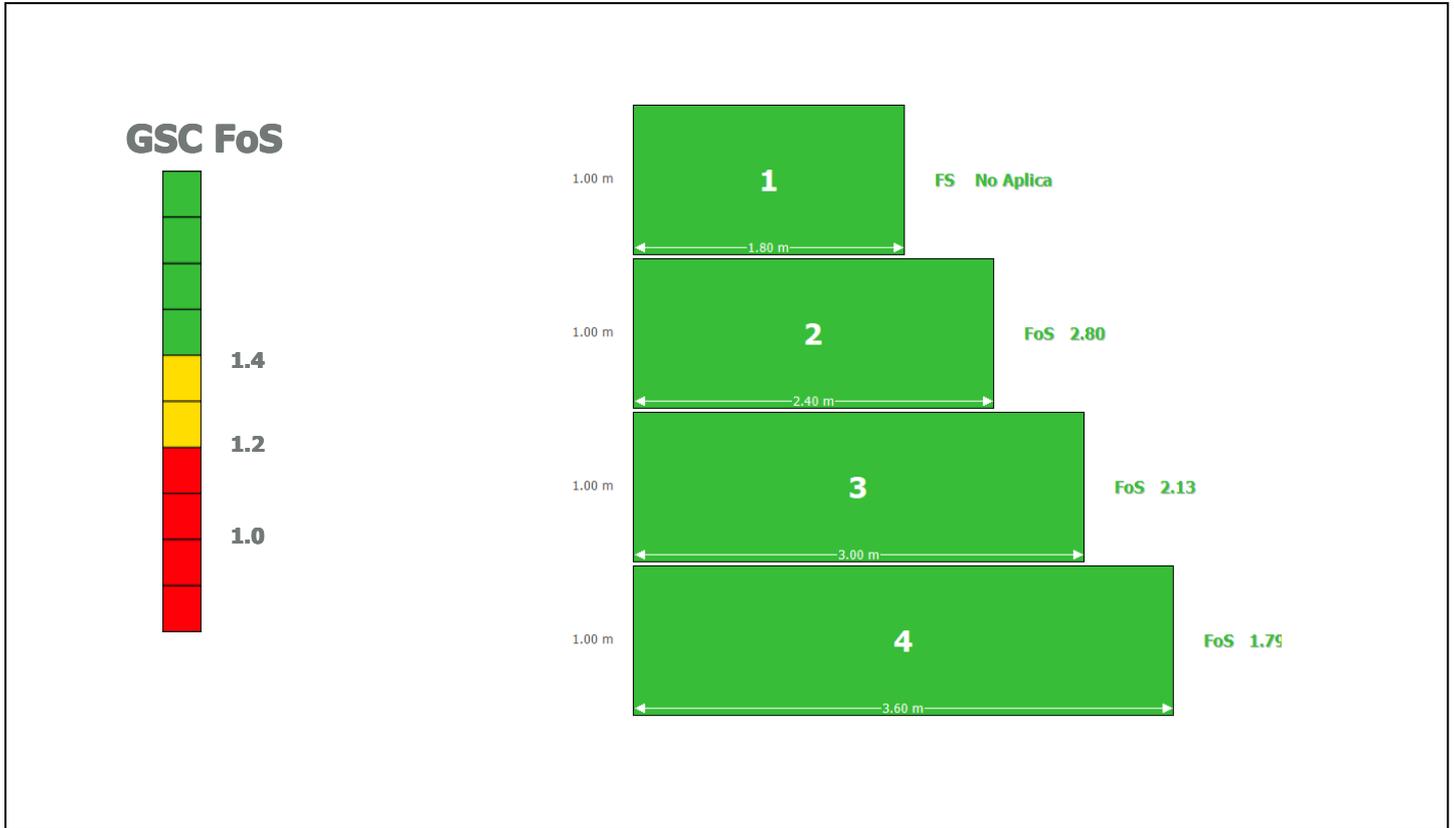
Estabilidad Global | Bishop

Centro del arco con referencia al eje X [m]	0.18
Centro del arco con referencia al eje Y [m]	6.09
Global	1.40

● Resultados

ELS Estado Límite de Servicio

Gabion Serviceability Coefficient



ELU Estado Límite Último

Externa

FS para Vuelco

FS para Deslizamiento

FS - Tension de la Base izq.

FS - Tension de la Base der.

Global

FS Global

FoS	4.53	FoS	1.47	FoS	2.15	FoS	3.88	FoS	1.40
------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------

Interna

Camada	H [m]	N [tf/m]	T [tf/m]	M [tf/m x m]	τ_{Max} [tf/m]	τ_{All} [tf/m ²]	τ FoS	σ_{Max} [tf/m ²]	σ_{All} [tf/m ²]	σ FoS
1	1.00	1.79	0.30	1.65	0.17	2.44	14.35	0.97	15.50	15.98
2	2.00	5.19	1.43	6.09	0.59	3.61	6.12	2.21	15.50	7.01
3	3.00	10.34	3.32	14.56	1.11	4.90	4.41	3.67	15.50	4.22

ANEXO I

DESARROLLO PRESUPUESTAL PARA EL MURO DE CONTENCIÓN TRADICIONAL DE GAVIONES RELLENADOS CON PIEDRA

HOJA DE METRADO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES DE MATERIAL PÉTREO"								
FECHA: JUNIO 2021								
Partida N°	DESCRIPCIÓN	Und	N° Veces	Medidas			Sub total	TOTAL
				Largo	Ancho	Alto		
01.01.	Recolección y Apilamiento de Piedra de 320 mm - 350mm	m3	1.00	54.00	area=	4.20	226.80	226.80
01.02.	Muro de Gaviones de Caja (8 x 10 / 2.7, ZN + AL + PVC)	m3	1.00	54.00	area=	4.20	226.80	226.80
01.03.	Flete terrestre con transporte Juliaca - San Gaban (rollo de mallas para gavión)	glb	1.00				1.00	1.00
01.04.	Flete terrestre con transporte de piedra (87 km de cantera hasta almacen - distrito de San Gaban)	m3	1.00	272.16			272.16	272.16
01.05.	Traslado de piedra (con personal del almacenamiento hasta la obra)	m3	1.00	272.16			272.16	272.16

PRESUPUESTO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES DE MATERIAL PÉTREO"					
FECHA: JUNIO 2021					
Partida N°	DESCRIPCIÓN	Und	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01.01.	Recolección y Apilamiento de Piedra de 320 mm - 350mm	m3	226.80	61.98	14,057.74
01.02.	Muro de Gaviones de Caja (8 x 10 / 2.7, ZN + AL + PVC)	m3	226.80	289.91	65,752.19
01.03.	Flete terrestre con transporte Juliaca - San Gaban (rollo de mallas para gavión)	glb	1.00	1995.00	1,995.00
01.04.	Flete terrestre con transporte de piedra (87 km de cantera hasta almacen - distrito de San Gaban)	m3	272.16	282.75	76,953.24
01.05.	Traslado de piedra (con personal del almacenamiento hasta la obra)	m3	272.16	20.75	5,647.32
COSTO DIRECTO =					164,405.50

ANEXO J

**DESARROLLO PRESUPUESTAL PARA EL MURO DE
CONTENCIÓN ECO-AMBIENTAL DE GAVIONES
RELLENADOS CON GEOBOTELLAS.**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto
Subpresupuesto

0103001 "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES CON BOTELLAS RECICLABLES PET"
2.00 "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES CON BOTELLAS RECICLABLES PET"

Fecha presupuesto **20/06/2021**

Partida	02.01.	Rellenadode botellas PET con material propio					
Rendimiento	M3/DÍA	1.8000	EQ. 1.8000	Costo unitario directo por : m3		335.18	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.4444	26.65	11.85
0101010005	PEÓN		hh	4.0000	17.7778	17.29	307.38
							319.22
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	319.22	15.96
							15.96
Partida	02.02.	Muro de Gaviones de Caja (8 x 10 / 2.7, ZN + AL + PVC)					
Rendimiento	m3/DÍA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		221.77	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.3333	26.65	8.88
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	24.23	16.15
0101010005	PEÓN		hh	4.0000	2.6667	17.29	46.11
							71.14
	Materiales						
02043000010001	GAVIÓN TIPO CAJA ABERTURA DE 8 X 10 CM ALAMBRE DE 2.70MM (ZIN + ALUMINIO + PVC)		und		1.0000	123.20	123.20
0207010001	BOTELLA PET RECICLADAS		KG		17.9400	1.50	26.91
							150.11
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	10.30	0.52
							0.52
Partida	02.03.	Flete terrestre con transporte Juliaca - San Gaban (rollo de mallas para gavión)					
Rendimiento	gib/DÍA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gib		1,995.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
0203020001	FLETE TERRESTRE CON TRANSPORTE DE JULIACA A SAN GABAN (ROLLO DE MALAS PARA GAVIONES)		gal		1.0000	1,995.00	1,995.00
							1,995.00
Partida	02.04.	Flete terrestre con transporte de botellas (compra-almacen)					
Rendimiento	m3/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3		18.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
02030200010001	FLETE TERRESTRE CON TRANSPORTE (BOTELLAS ,DESDE TIENDA HASTA ALMACÉN)		m3		1.0000	18.00	18.00
							18.00
Partida	02.05.	Traslado de geobotellas (con personal del almacenamiento hasta la obra)					
Rendimiento	m3/DÍA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3		7.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
02070100050001	TRASLADO DE BOTELLAS PET (CON PERSONAL, DEL ALMACENAMIENTO HASTA LA OBRA)		m3		1.0000	7.00	7.00
							7.00

HOJA DE METRADO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES CON BOTELLAS RECICLABLES PET"								
FECHA: JUNIO 2021								
Partida N°	ESPECIFICACIONES	Und	N° Veces	Medidas			Sub total	TOTAL
				Largo	Ancho	Alto		
02.01.	Rellenado de botellas PET con material propio	m3	1.00	54.00	1.00	4.20	226.80	226.80
02.02.	Muro de Gaviones de Caja (8 x 10 / 2.7, ZN + AL + PVC)	m3	1.00	54.00	1.0	4.20	226.80	226.80
02.03.	Flete terrestre con transporte Juliaca - San Gaban (rollo de mallas para gavión)	glb	1.00				1.00	1.00
02.04.	Flete terrestre con transporte de botellas (compra-almacén)	m3	1.00	272.16			272.16	272.16
02.05.	Traslado de geobotellas (con personal del almacenamiento hasta la obra)	m3	1.00	272.16			272.16	272.16

PRESUPUESTO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE MURO CONTENCIÓN CON GAVIONES CON BOTELLAS RECICLABLES PET"						
FECHA: JUNIO 2021						
Partida N°	ESPECIFICACIONES	Und	METRADO	PRECIO S/,	PARCIAL S/,	
02.01.	Rellenado de botellas PET con material propio	m3	226.80	335.18	76,019.90	
02.02.	Muro de Gaviones de Caja (8 x 10 / 2.7, ZN + AL + PVC)	m3	226.80	221.77	50,297.28	
02.03.	Flete terrestre con transporte Juliaca - San Gaban (rollo de mallas para gavión)	glb	1.00	1995.00	1,995.00	
02.04.	Flete terrestre con transporte de botellas (compra-almacén)	m3	272.16	18.00	4,898.88	
02.05.	Traslado de geobotellas (con personal del almacenamiento hasta la obra)	m3	272.16	7.00	1,905.12	
				COSTO DIRECTO=	135,116.18	