

**PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS  
MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO EN LA SUSTITUCIÓN DEL PASO  
A NIVEL DE EUBA (AMOREBIETA -BIZKAIA) EN LA LÍNEA  
CONVENCIONAL DE ETS**

**V02**

**09/06/2022**



**HOJA DE CONTROL**

Versión	Fecha	Fichero		22002-VIUDA-CIMEN MUROS ACOM-MEM_V02.docx
00	18/05/2022	Descripción	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS DE ACOMPañAMIENTO EN LA SUSTITUCIÓN DEL PASO A NIVEL DE EUBA (AMOREBIETA -BIZKAIA) EN LA LÍNEA CONVENCIONAL DE ETS	
01	06/06/2022			
02	09/06/2022			
		Redactado	Redactado	Revisado y aprobado
		Anderson Viviescas	Gorka Uribe-Etxebarria	Amador Fernandez
		Msc. Ing. Civil	Dr CC Geológicas	Ing. Caminos Canales Puertos
		TEAM Ingeniería y Consultoría SL	Col. Nº: 5257	Col. Nº: 28972
			TEAM Ingeniería y Consultoría SL	TEAM Ingeniería y Consultoría SL

**PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS DE  
ACOMPAÑAMIENTO EN LA SUSTITUCIÓN DEL PASO A NIVEL DE EUBA (AMOREBIETA -  
BIZKAIA) EN LA LÍNEA CONVENCIONAL DE ETS**

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS DE SUELO REFORZADO .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO (MUROS DE SUELO REFORZADO).....</b>	<b>4</b>
3.1	PERFIL DEL TERRENO BAJO LOS MUROS.....	4
3.2	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	6
<b>4</b>	<b>COMPROBACIONES GENERALES.....</b>	<b>7</b>
4.1	COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD GENERAL.....	7
4.2	ROTURA POR HUNDIMIENTO EN EL TERRENO DE LA CIMENTACIÓN.....	8
4.3	SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO.....	10
4.4	ASIENTOS .....	11
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>13</b>

**ANEJOS**

**ANEJO I. COMPROBACIONES GENERALES**

**ANEJO II. COMPROBACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL**

---

## 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La UTE formada por las empresas VIUDA DE SAINZ Y COPASA ha sido adjudicataria para la ejecución de la obra de supresión del Paso a Nivel de Euba mediante un viaducto, de la red convencional de ETS en el Término Municipal de Amorebieta (Bizkaia).



Figura 1. Vista superior del Paso a Nivel de Euba

El objeto del presente documento es el análisis desde un punto de vista geotécnico y la realización de las comprobaciones generales de estabilidad exigibles al terreno de cimentación sobre el que apoyarán los muros (muros de tecnología suelo reforzado), los cuales materializarán las rampas de acceso y los falsos estribos del Viaducto de Euba mediante el cual se llevará a cabo la supresión del paso a nivel existente.

Las recomendaciones geotécnicas presentadas en este documento son basadas en la información disponible del proyecto.

La documentación de partida para la elaboración del presente documento es la siguiente.

- ANEJO Nº 02: ANEJO GEOTÉCNICO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESIÓN DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LÍNEA BILBAO-DONOSTIA)
- MUROS DE SUELO REFORZADO VSoL® MUROS 1-2 Y 3 (E1 Y E2).

## 2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS DE SUELO REFORZADO

De acuerdo la información de partida, los muros de suelo reforzado bajo estudio son el muro 1-2 y el muro 3, dichos muros conforman respectivamente el estribo 1 y estribo 2 del viaducto.

Nombre del muro	Longitud (m)	Altura máxima (m)	Altura mínima (m)
Muro 1 -2	109	4.84	1.73
Muro 3	96	8.1	5.79

Tabla 1. Detalles muros

Para cada uno de los muros se han seleccionado las secciones más representativas, a las cuales se les realizará las comprobaciones geotécnicas y de estabilidad correspondientes.

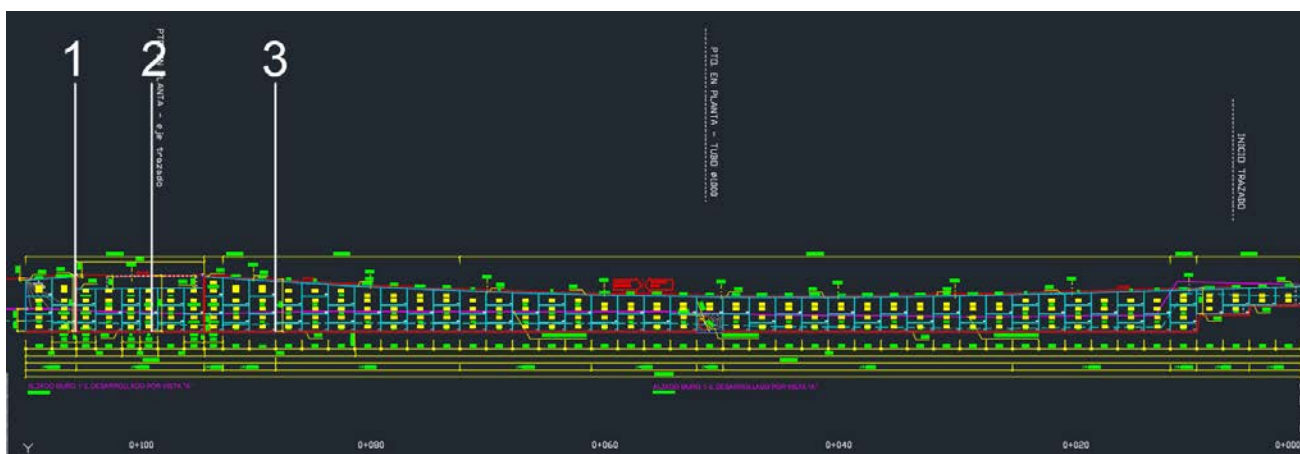


Figura 2. Ubicación secciones de estudio Muro 1-2

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	Altura (m)	Longitud refuerzo (m)
1	0+104.8	Muro doble	4.84	3.00
2	0+098.3	Muro -Estribo	4.76	3.00
3	0+087.3	Muro Sencillo	4.44	2.50

Tabla 2. Secciones de Análisis Muro 1-2

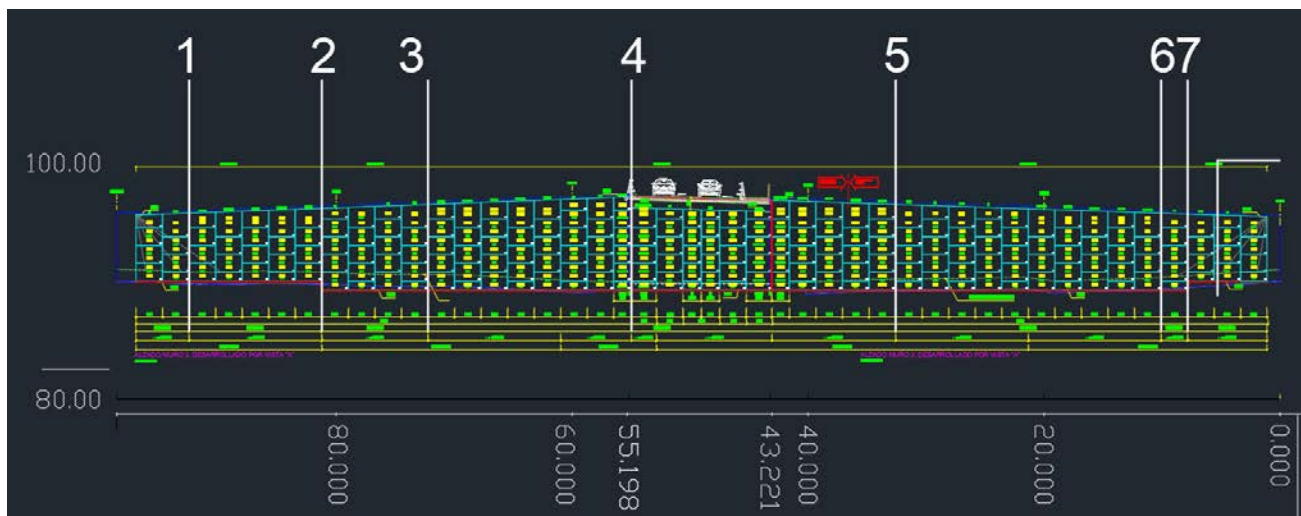


Figura 3. Ubicación secciones de estudio Muro 3

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	Altura (m)	Longitud refuerzo (m)
1	0+092.47	Muro doble	5.95	3.50
2	0+081.22	Muro doble	6.36	4.00
3	0+072.22	Muro doble	7.43	4.50
4 (Estribo)	0+054.97	Muro-Estribo	8.1	5.00
5	0+032.58	Muro doble	7.47	4.50
6	0+010.08	Muro doble	6.68	4.00
7	0+007.83	Muro doble	5.85	3.50

Tabla 3. Geometría de Análisis Muro 3

### 3 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO (MUROS DE SUELO REFORZADO)

#### 3.1 PERFIL DEL TERRENO BAJO LOS MUROS

**En el inicio del viaducto (Muro 1-2)**, aproximadamente entre los PK 0+020-0+160 el perfil estratigráfico se establece con la información del sondeo S-3 (PK 0+160) que identifica los siguientes niveles geotécnicos (Figura 04):

- 0.20-3.0 m. Arcillas (Nivel A)
- 3.0-4.80 m. Gravas y bolos (Nivel B)
- 4.80-10.50 m. Lutitas-limolitas con RQD 65% y GM=II (Nivel D)

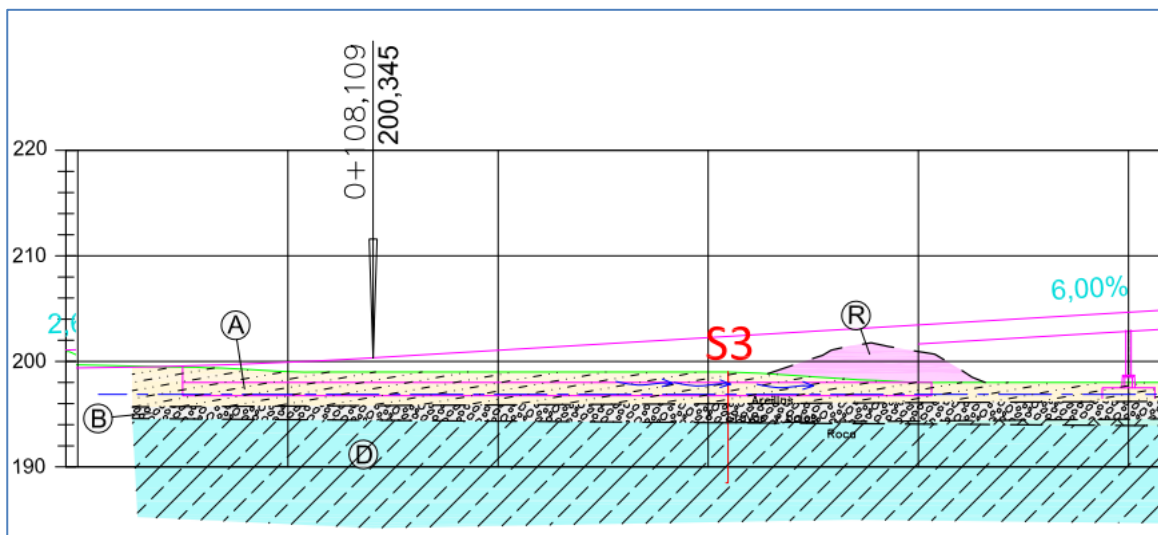


Figura 4. Ubicación sondeo S-3 y perfil geotécnico

**Al final del viaducto (Muro 3)**, aproximadamente entre los PK 0+380-0+460 el perfil estratigráfico se establece con la información del sondeo S-1 (PK 0+380) que identifica los siguientes niveles geotécnicos (Figura 05):

- 0.50-3.0 m. Arcillas (Nivel A)
- 3.0-3.30 m. Gravas y bolos (Nivel B)
- 3.30-7.80 m. Lutitas-limolitas con RQD 60% y GM=III (Nivel C)
- 7.80-12.60 m. Lutitas-limolitas con RQD 50% y GM=II-II (Nivel D)

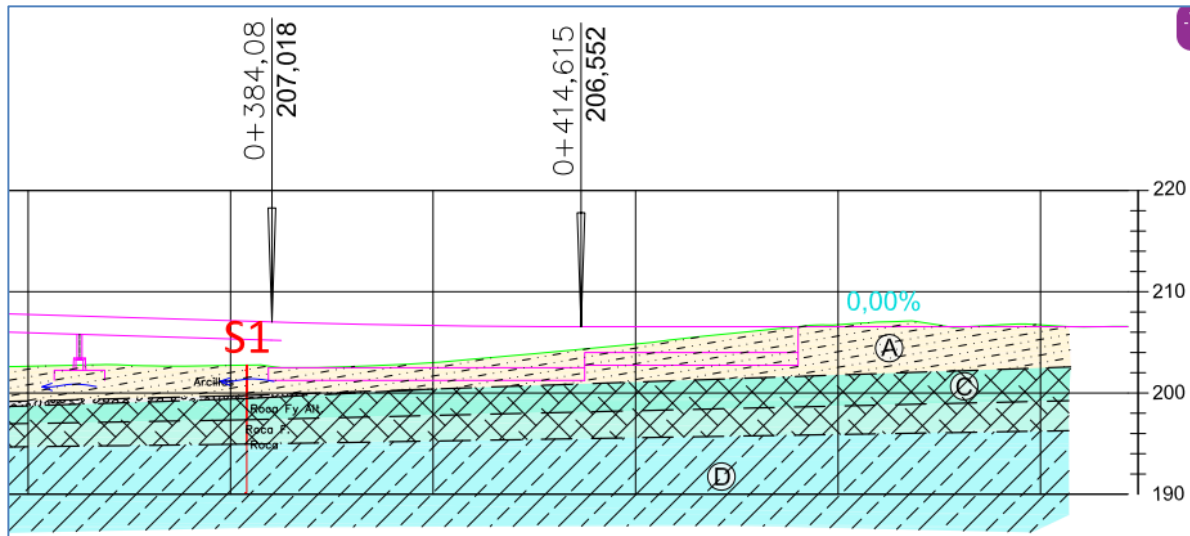


Figura 5. Ubicación sondeo S-1 y perfil geotécnico

El nivel de cimentación que se ha establecido en el diseño de los muros de suelo reforzado, MUROS DE SUELO REFORZADO VSoL® MUROS 1-2 Y 3 (E1 Y E2), se ubica sobre el nivel A (arcillas). Tras un análisis geotécnico de las condiciones de capacidad y estabilidad de este estrato frente a las cargas del muro, se concluye que este nivel no es apto para cimentación y que debe ser saneado completamente hasta alcanzar un nivel competente. En base a la información geotécnica contenida en los documentos de partida los parámetros geotécnicos de los estratos del suelo bajo las cimentaciones de los muros son los siguientes.

Descripción Niveles	Densidad (KN/m <sup>3</sup> )	Resistencia a corte sin drenaje (Cu) KN/m <sup>2</sup>	Cohesión (KN/m <sup>2</sup> )	Fricción (°)	Módulo de Deformación (MN/m <sup>2</sup> )	Coefficiente de Balasto K30 (MN/m <sup>3</sup> )
Arcillas (A)	20	19*	10	19	5	20
Gravas y Bolos (B)	19	-	10	30	20	120

\*Valor derivado de un ensayo de resistencia a compresión simple en S-3 (Prof. 1,80-2,40 m). Resistencia a compresión 38 KPa

Tabla 4. Caracterización de niveles en PC



## 3.2 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los parámetros geotécnicos considerados para el análisis de las cimentaciones de los muros son los siguiente.

- Suelo reforzado:
  - Densidad verificación hundimiento 23 kN/m<sup>3</sup>
  - Densidad verificación deslizamiento 19.5 kN/m<sup>3</sup>
- Suelo retenido:
  - Ángulo de fricción 36°
  - Cohesión 0 kN/m<sup>2</sup>
  - Densidad aparente 23 kN/m<sup>3</sup>
- Suelo cimentación (Arcillas):
  - Ángulo de fricción 19°
  - Cohesión efectiva 10 kN/m<sup>2</sup>
  - Cohesión No drenada 19 kN/m<sup>2</sup>
  - Densidad aparente 20 kN/m<sup>3</sup>
- Material de saneo:
  - Ángulo de fricción 34°
  - Cohesión efectiva 10 kN/m<sup>2</sup>
  - Densidad aparente 20 kN/m<sup>3</sup>
  - Material tipo terraplén adecuadamente compactado según especificaciones del proyecto.

El nivel freático en el suelo se considera a 1m por debajo de la cimentación del muro.

## 4 COMPROBACIONES GENERALES

De acuerdo con la “Guía de Cimentaciones en obras de carretera” se debe realizar las siguientes comprobaciones en la cimentación de los muros.

- Comprobación de la estabilidad general.
- Rotura por hundimiento en el terreno de la cimentación.
- Seguridad frente al deslizamiento.

A continuación, se presentan el resumen de los resultados obtenidos para cada una de las comprobaciones.

### 4.1 COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD GENERAL

El análisis de estabilidad general del muro se realiza mediante la metodología de equilibrio límite con ayuda del programa Slide. Este análisis se realiza tanto en condiciones drenadas como no drenadas para las arcillas. El factor de seguridad obtenido para cada sección deberá ser mayor a 1.5 de acuerdo lo indicado por la “Guía de Cimentaciones en obras de carretera”.

Se han realizado cálculos de estabilidad global sin saneo, apoyando directamente los muros sobre el estrato aluvial arcilloso (A) no cumpliéndose los factores de seguridad mínimos preceptivos. Debido a ello, se debe sanear todo el espesor de aluvial arcilloso (A) que queda por debajo del muro hasta alcanzar el nivel de gravas y bolos (B); para el saneo, se ha de considerar las propiedades del material indicado en el apartado 3.2 de este documento.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos.

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	FS Condición No drenada	Fs condición dreanda
1	0+104.8	Muro doble	2.628	2.987
2	0+098.3	Muro -Estribo	1.899	2.183
3	0+087.3	Muro Sencillo	2.173	2.621

Tabla 5. Secciones de Análisis Muro 1-2

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	FS Condición no drenada	FS Condición drenada
1	0+092.47	Muro doble	2.070	2.219
2	0+081.22	Muro doble	2.208	2.337
3	0+072.22	Muro doble	2.204	2.307
4 (Estribo)	0+054.97	Muro-Estribo	1.637	1.916
5	0+032.58	Muro doble	2.489	2.883
6	0+010.08	Muro doble	2.072	2.178
7	0+007.83	Muro doble	2.052	2.229

Tabla 6. Secciones de Análisis Muro 3

Los anteriores resultados se obtuvieron considerando la excavación y saneo de las arcillas desde el plano de cimentación hasta encontrar el estrato de Gravas y Bolos (Nivel B). Lo anterior es necesario ya que el estrato de arcilla (Nivel A) no proporciona la suficiente resistencia a hundimiento y deslizamiento frente a las cargas impuestas.

## 4.2 ROTURA POR HUNDIMIENTO EN EL TERRENO DE LA CIMENTACIÓN

Para la comprobación de la carga de hundimiento se emplea la fórmula de Brinch-Hansen de acuerdo con la "Guía de cimentaciones en obras de carretera".

$$p_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

Donde:

$p_{vh}$  = Presión vertical de hundimiento.

$q$  = Sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, en el entorno del cimiento.

$c$  = Cohesión de cálculo.

$\gamma$  = Peso específico del terreno.

$B^*$  = Anchura equivalente del cimiento.

$N_q, N_c, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno.

$d_q, i_q, s_q, t_q, r_q$  = Factores adimensionales para considerar el efecto de la resistencia al corte local del terreno situado sobre el plano de apoyo, la inclinación de la carga, la forma de la cimentación, la proximidad de la cimentación a un talud y la inclinación del plano de apoyo. Los subíndices  $q, c, \gamma$ , indican en cuál de los tres términos de la fórmula polinómica deben aplicarse.

La comprobación de hundimiento se realiza tanto para situación no drenada de las arcillas, como para situación drenada de éstas. El factor de seguridad obtenido para cada sección deberá ser mayor a 3.0 de acuerdo lo indicado por la “Guía de Cimentaciones en obras de carretera”.

Debido a que el estrato de arcilla no proporciona la suficiente resistencia a hundimiento y deslizamiento frente a las cargas impuesta, es necesario excavar y sanear de las arcillas desde el plano de cimentación hasta encontrar el estrato de Gravas y Bolos (Nivel B).

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de la comprobación a hundimiento de los muros.

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	$\sigma_v$ (kPa)	$P_{vh}$ (kPa)	FS
1	0+104.8	Muro doble	158.676	1074.212	6.770
2	0+098.3	Muro -Estribo	154.825	1079.545	6.973
3	0+087.3	Muro Sencillo	157.742	945.336	5.993

\*Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será reemplazado.

Tabla 7. Resumen resultados comprobación de hundimiento para el Muro 1-2

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	$\sigma_v$ (kPa)	$P_{vh}$ (kPa)	FS
1	0+092.47	Muro doble	191.970	1088.723	5.671
2	0+081.22	Muro doble	191.792	1215.781	6.339
3	0+072.22	Muro doble	227.115	1285.865	5.662
4 (Estribo)	0+054.97	Muro-Estribo	241.532	1390.140	5.756
5	0+032.58	Muro doble	229.273	1282.403	5.593
6	0+010.08	Muro doble	208.790	1188.267	5.691
7	0+007.83	Muro doble	186.151	1097.680	5.897

\*Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será reemplazado.

Tabla 8. Resumen resultados comprobación de hundimiento para el Muro 3

Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será reemplazado.

### 4.3 SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

Para la comprobación a deslizamiento se supone que el movimiento se produce según la dirección de actuación de la componente horizontal de la resultante de las acciones sobre el plano de cimentación.

$$F_d = \frac{V \cdot \operatorname{tg} \phi_c + B^* \cdot L^* \cdot c_c + R}{H}$$

Donde:

$V$  = Resultante vertical efectiva (véase epígrafe 4.3.6).

$H$  = Resultante de las fuerzas horizontales que actúan sobre el plano de cimentación (véase epígrafe 4.3.6).

$B^*$ ,  $L^*$  = Dimensiones de la cimentación rectangular equivalente (véase epígrafe 4.3.5).

$\phi_c$ ,  $c_c$  = Ángulo de rozamiento y cohesión, del contacto del elemento de cimentación con el terreno.

$R$  = Suma de las posibles resistencias adicionales en la misma dirección y sentido contrario a  $H$ .

El factor de seguridad obtenido para cada sección deberá ser mayor a 1.5 de acuerdo lo indicado por la “Guía de Cimentaciones en obras de carretera”.

Debido a que el estrato de arcilla no proporciona la suficiente resistencia a hundimiento y deslizamiento frente a las cargas impuesta, es necesario excavar y sanear de las arcillas desde el plano de cimentación hasta encontrar el estrato de Gravas y Bolos (Nivel B).

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de la comprobación a deslizamiento de los muros.

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	Fuerzas desestabilizantes (kN)	Fuerzas estabilizantes (kN)	FS
1	0+104.8	Muro doble	73.382	152.784	2.082
2	0+098.3	Muro - Estribo	71.181	150.259	2.111
3	0+087.3	Muro Sencillo	62.707	116.798	1.863

\*Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será reemplazado.

Tabla 9. Resumen resultados comprobación a deslizamiento para el Muro 1-2

Sección	Distancia al origen según planos	Tipo	Fuerzas desestabilizantes (kN)	Fuerzas estabilizantes (kN)	FS
1	0+092.47	Muro doble	121.908	202.272	1.659
2	0+081.22	Muro doble	137.995	247.097	1.791
3	0+072.22	Muro doble	184.648	324.752	1.759
4 (Estribo)	0+054.97	Muro-Estribo	217.298	393.373	1.810
5	0+032.58	Muro doble	186.523	326.500	1.750
6	0+010.08	Muro doble	151.240	259.529	1.716
7	0+007.83	Muro doble	118.134	198.872	1.683

\*Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será remplazado.

**Tabla 10. Resumen resultados comprobación de hundimiento para el Muro 3**

Los anteriores resultados fueron obtenidos sólo para la situación drenada, ya que el estrato de arcillas será remplazado.

## 4.4 ASIENTOS

Para cumplir con la seguridad frente a estabilidad global y deslizamiento, se hace necesario sustituir el nivel arcilloso (A) por un saneo hasta alcanzar la cota del estrato de gravas y bolos (Nivel B). En consecuencia, se elimina también el riesgo de asientos diferidos y de consolidación.

Los asientos esperados serán por tanto elásticos e instantáneos, y se irán produciéndose conforme se ejecuta el relleno del muro y terraplén. Estos asientos instantáneos se irán absorbiendo durante el proceso constructivo y cuando se alcance la cota de coronación del terraplén, se regularizará la plataforma, por lo que no se esperan asientos diferidos sobre el muro.

Para evitar asientos de consolidación, o asientos diferenciales entre la zona de muro y el resto de terraplén, se propone retirar la arcilla bajo la totalidad del muro y sustituirlas por terraplén tal como se muestra en la siguiente Figura.

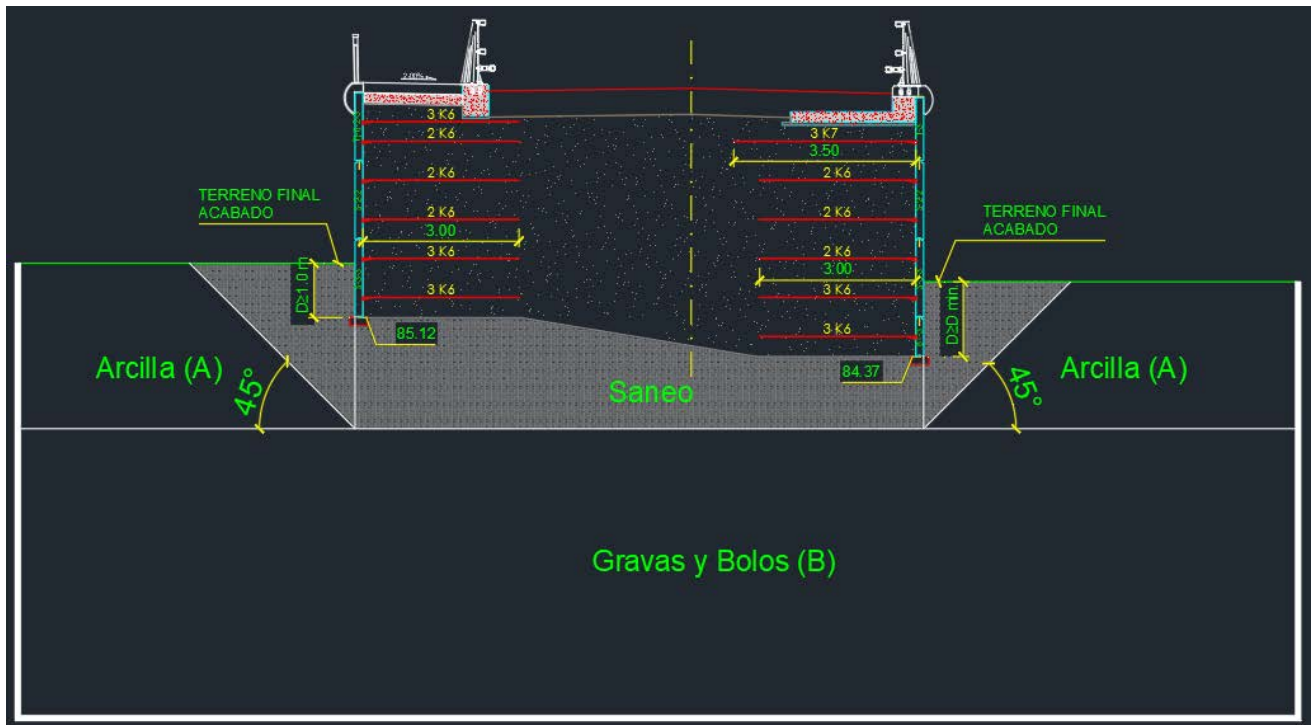


Figura 6. Geometría y disposición saneo

Las propiedades del material de saneo son las indicadas en el apartado 3.2 del presente documento, las cuales se resumen a continuación.

- Ángulo de fricción 34°
- Cohesión efectiva 10 kN/m<sup>2</sup>
- Densidad aparente 20 kN/m<sup>3</sup>
- Material tipo terraplén adecuadamente compactado según especificaciones del proyecto.

## 5 CONCLUSIONES

En base a las comprobaciones realizadas en el presente documento se realizan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Se ha analizado la posibilidad de cimentar el muro directamente sobre el estrato de terreno natural correspondiente con las arcillas (A), sin embargo, se obtienen valores de capacidad portante y estabilidad global por debajo de los límites preceptivos. Debido a ello, se hace necesario ejecutar un saneo para sustituir el material arcilloso por debajo del muro hasta alcanzar el estrato de gravas y bolos (B). El "Material de saneo" debe ser el indicado en el apartado 3.2 de este documento.
- Para evitar asentamientos de consolidación, o asentamientos diferenciales entre la zona de muro y el resto de terraplén, se debe retirar la arcilla bajo la totalidad del muro y sustituirlas por terraplén tal como se muestra en la Figura 4 del presente documento.
- En las comprobaciones realizadas, se ha considerado que durante la vida útil del muro se garantizará una altura de tierras por encima del plano de cimentación del muro de al menos 1.0 m, excepto en la parte frontal de los estribos, en la cual será de 0.50 m de altura de tierras +1.70 m de canto del encepado.



## **ANEJO I. COMPROBACIONES GENERALES**

## COMPROBACIONES GENERALES MURO 1-2

**Foundation Soil for Sliding**

$\phi$	34	°
$\phi$	0.593	rad
$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
$c_{uf}$	19	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_b$	20	kN/m <sup>3</sup>

**Relleno retenido**

$\phi$	36	°
$\phi$	0.628	rad
$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_r$	20	kN/m <sup>3</sup>

	Corto Plazo	largo Plazo
Deslizamiento	1.3	1.5
Vuelco	1.8	2
Hundimiento	2.6	3

**Geometrical Characteristics**

$H_{backslope}$	0	m	Altura banqueta
D	1	m	Empotramiento
Slope	0.0	:1 ( $H_{slope}:V_{slope}$ )	
$\theta$	90	°	Pendiente
$\theta$	1.571	rad	
$D_w$	1	m	Profundidad NF

**Foundation Soil for Bearing**

$\phi_{bearing}$	34	°
$\phi_{bearing}$	0.593	rad
$c'_{bearing}$	10	kN/m <sup>2</sup>
$c_{uf,bearing}$	19	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{bearing}$	20	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{saturado}$	23	kN/m <sup>3</sup>
Long Term Short Term		
$N_6$	29.440	1.000
$N_3$	42.164	5.142
$N_1$	38.366	0.000
$C_{qc}$	1.00	
OCR	1	

**Suelo reforzado**

$\gamma_{MSL,bearing}$	23	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{MSL,sliding,exc}$	19.5	kN/m <sup>3</sup>

**Carga de tráfico** 10 kN/m<sup>2</sup>

Tipo de cálculo ASD

caso		H	B	%	$\beta$	$\Gamma$	$K_a$	$W_{use}$	$d_{w,use}$	$W_{strong}$	$d_{w,strong}$	$H_{back}$	$E_a$	$E_{a,h}$	$d_{e,ah}$	$E_{a,v}$	$d_{e,av}$	$h_c$	$E_c$	$E_{c,h}$	$d_{e,ch}$	$E_{c,v}$	$d_{e,cv}$	Comprobación Hundimiento					Deslizamiento			Vuelco					
																								Excentricidad					Largo plazo			Largo Plazo			Vuelco		
																								$N_o$	$M_o$	e	$B^*$	$\sigma'_v$	$C_{wy}$	$q_{ult}$	FOS	$F_k$	$F_o$	FOS	$M_o$	$M_o$	FOS
1	izq	4.84	3.00	0.62	0	2.521	0.260	333.960	1.500	0.000	0.000	4.840	60.817	60.817	1.613	0.000	3.000	4.840	12.565	12.565	2.420	0.000	3.000	363.960	128.526	0.353	2.294	158.676	0.742	1074.212	6.770	152.784	73.382	2.082	424.710	128.526	3.304
2	Estribo	4.76	3.00	0.63	0	2.521	0.260	328.440	1.500	0.000	0.000	4.760	58.823	58.823	1.587	0.000	3.000	4.760	12.358	12.358	2.380	0.000	3.000	358.440	122.744	0.342	2.315	154.825	0.741	1079.545	6.973	150.259	71.181	2.111	417.690	122.744	3.403
3	der	4.44	2.50	0.56	0	2.521	0.260	255.300	1.250	0.000	0.000	4.440	51.180	51.180	1.480	0.000	2.500	4.440	11.527	11.527	2.220	0.000	2.500	280.300	101.336	0.362	1.777	157.742	0.768	945.336	5.993	116.798	62.707	1.863	270.563	101.336	2.670

0.8\*tg(phi)

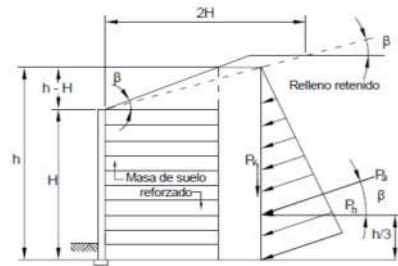
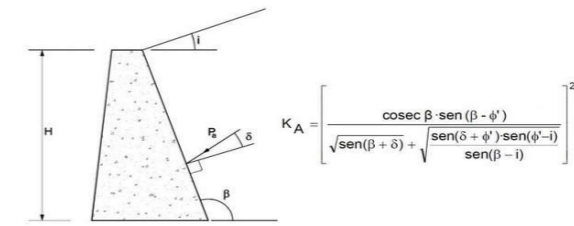


Figura 3.11.5.8.1-3 — Distribución de presión de suelo para muros de tierra armada con superficie de lleno inclinada truncada

TABLA 6.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS NORMALES PARA LAS CIMENTACIONES DE MUROS

MODO DE FALLO	COMBINACIÓN CASI PERMANENTE(*) $F_1$	COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA $F_2$	COMBINACIÓN ACCIDENTAL $F_3$	MÉTODO DE EVALUACIÓN (APARTADO DE ESTA GUÍA)
Estabilidad global	1,50	1,30	1,10	4.4 <sup>(1)</sup> , 5.2.1 <sup>(2)</sup>
Hundimiento	3,00	2,60	2,20	4.5 <sup>(1)</sup> , 5.10 <sup>(2)</sup>
Deslizamiento	1,50	1,30	1,10	4.6 <sup>(1)</sup>
Resistencia horizontal	3,00	2,60	2,20	5.12 <sup>(2)</sup>
Vuelco plástico	1,50	1,30	1,10	4.7 <sup>(1)</sup>
Vuelco rígido	2,00	1,80	1,50	4.7 <sup>(1)</sup>

(\*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad  $F_3$  (véase apartado 2.10).  
<sup>(1)</sup> Sólo en cimentaciones superficiales.  
<sup>(2)</sup> Sólo en cimentaciones profundas.



## COMPROBACIONES GENERALES MURO 3

**Foundation Soil for Sliding**

$\phi$	34	°
$\phi$	0.593	rad
$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
$c_{uf}$	19	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_b$	20	kN/m <sup>3</sup>

**Relleno retenido**

$\phi$	33	°
$\phi$	0.576	rad
$c'$	0	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_r$	20	kN/m <sup>3</sup>

	Corto Plazo	largo Plazo
Deslizamiento	1.3	1.5
Vuelco	1.8	2
Hundimiento	2.6	3

**Geometrical Characteristics**

$H_{backstop}$	0	m	Altura banqueta
D	1	m	Empotramiento
Slope	0.0	:1 ( $H_{slope}:V_{slope}$ )	
$\theta$	90	°	Pendiente
$\theta$	1.571	rad	
$D_w$	1	m	Profundidad NF

**Foundation Soil for Bearing**

$\phi_{bearing}$	34	°
$\phi_{bearing}$	0.593	rad
$c'_{bearing}$	10	kN/m <sup>2</sup>
$c_{uf,bearing}$	19	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{bearing}$	20	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{saturated}$	23	kN/m <sup>3</sup>
Long Term Short Term		
$N_q$	29.440	1.000
$N_c$	42.164	5.142
$N_f$	38.366	0.000
$C_{eq}$	1.00	
OCR	1	

**Suelo reforzado**

$\gamma_{ult, bearing}$	20	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{ult, sliding, exc}$	18	kN/m <sup>3</sup>

Tipo de cálculo ASD

Carga de tráfico 10 kN/m<sup>2</sup>

0.8\*tg(phi)

caso	H m	B m	%	$\beta$ rad	$\Gamma'$	$K_a$	$W_{base}$ kN/m	$d_{W,base}$ m	$W_{wing}$ kN/m	$d_{W,wing}$ m	$H_{back}$ m	$E_2$ kN/m	$E_{2b}$ kN/m	$d_{E,2}$ m	$E_{2r}$ kN/m	$d_{E,2r}$ m	$h_1$ m	$E_2$ kN/m	$E_{2b}$ kN/m	$d_{E,2b}$ m	$E_{2r}$ kN/m	$d_{E,2r}$ m	Comprobación Hundimiento		Deslizamiento		Vuelco										
																							$N_G$ kN/m	$M_G$ kNm/m	Excentricidad e m	$B^*$ m	$\sigma^*$ kN/m <sup>2</sup>	$C_{wy}$	Largo plazo $q_{ult}$ kN/m <sup>2</sup>	FOS	Largo Plazo $F_1$ kN/m	$F_2$ kN/m	FOS	$M_u$ kNm/m	$M_c$ kNm/m	FOS	
1	izq	5.95	3.50	0.59	0	2.386	0.295	416.500	1.750	0.000	0.000	5.950	104.367	104.367	1.983	0.000	3.500	5.950	17.541	17.541	2.975	0.000	3.500	451.500	259.178	0.574	2.352	191.970	0.739	1088.723	5.671	202.272	121.908	1.659	655.988	259.178	2.531
2	izq	6.36	4.00	0.63	0	2.386	0.295	508.800	2.000	0.000	0.000	6.360	119.246	119.246	2.120	0.000	4.000	6.360	18.749	18.749	3.180	0.000	4.000	548.800	312.424	0.569	2.861	191.792	0.723	1215.781	6.339	247.097	137.995	1.791	915.840	312.424	2.931
3	izq	7.43	4.50	0.61	0	2.386	0.295	668.700	2.250	0.000	0.000	7.430	162.745	162.745	2.477	0.000	4.500	7.430	21.904	21.904	3.715	0.000	4.500	713.700	484.436	0.679	3.142	227.115	0.717	1285.865	5.662	324.752	184.648	1.759	1354.118	484.436	2.795
4	est	8.1	5.00	0.62	0	2.386	0.295	810.000	2.500	0.000	0.000	8.100	193.419	193.419	2.700	0.000	5.000	8.100	23.879	23.879	4.050	0.000	5.000	860.000	618.940	0.720	3.561	241.532	0.709	1390.140	5.756	393.373	217.298	1.810	1822.500	618.940	2.945
5	der	7.47	4.50	0.60	0	2.386	0.295	672.300	2.250	0.000	0.000	7.470	164.502	164.502	2.490	0.000	4.500	7.470	22.022	22.022	3.735	0.000	4.500	717.300	491.860	0.686	3.129	229.273	0.717	1282.403	5.593	326.500	186.523	1.750	1361.408	491.860	2.768
6	der	6.68	4.00	0.60	0	2.386	0.295	534.400	2.000	0.000	0.000	6.680	131.547	131.547	2.227	0.000	4.000	6.680	19.693	19.693	3.340	0.000	4.000	574.400	358.685	0.624	2.751	208.790	0.726	1188.267	5.691	259.529	151.240	1.716	961.920	358.685	2.682
7	der	5.85	3.50	0.60	0	2.386	0.295	409.500	1.750	0.000	0.000	5.850	100.888	100.888	1.950	0.000	3.500	5.850	17.246	17.246	2.925	0.000	3.500	444.500	247.176	0.556	2.388	186.151	0.738	1097.680	5.897	198.872	118.134	1.683	644.963	247.176	2.609

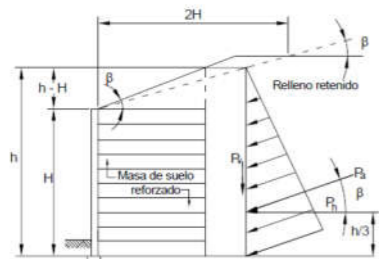


Figura 3.11.5.8.1-3 — Distribución de presión de suelo para muros de tierra armada con superficie de lleno inclinada truncada

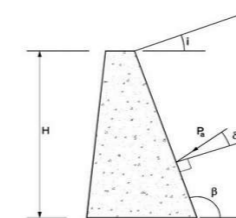
TABLA 6.9. COEFICIENTES DE SEGURIDAD MÍNIMOS NORMALES PARA LAS CIMENTACIONES DE MUROS

MODO DE FALLO	COMBINACIÓN CASI PERMANENTE(*) $F_1$	COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA $F_2$	COMBINACIÓN ACCIDENTAL $F_3$	MÉTODO DE EVALUACIÓN (APARTADO DE ESTA GUÍA)
Estabilidad global	1,50	1,30	1,10	4,4 <sup>(1)</sup> , 5,2,1 <sup>(2)</sup>
Hundimiento	3,00	2,60	2,20	4,5 <sup>(1)</sup> , 5,10 <sup>(2)</sup>
Deslizamiento	1,50	1,30	1,10	4,6 <sup>(1)</sup>
Resistencia horizontal	3,00	2,60	2,20	5,12 <sup>(2)</sup>
Vuelco plástico	1,50	1,30	1,10	4,7 <sup>(1)</sup>
Vuelco rígido	2,00	1,80	1,50	4,7 <sup>(1)</sup>

(\*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad  $F_2$  (véase apartado 2.10).

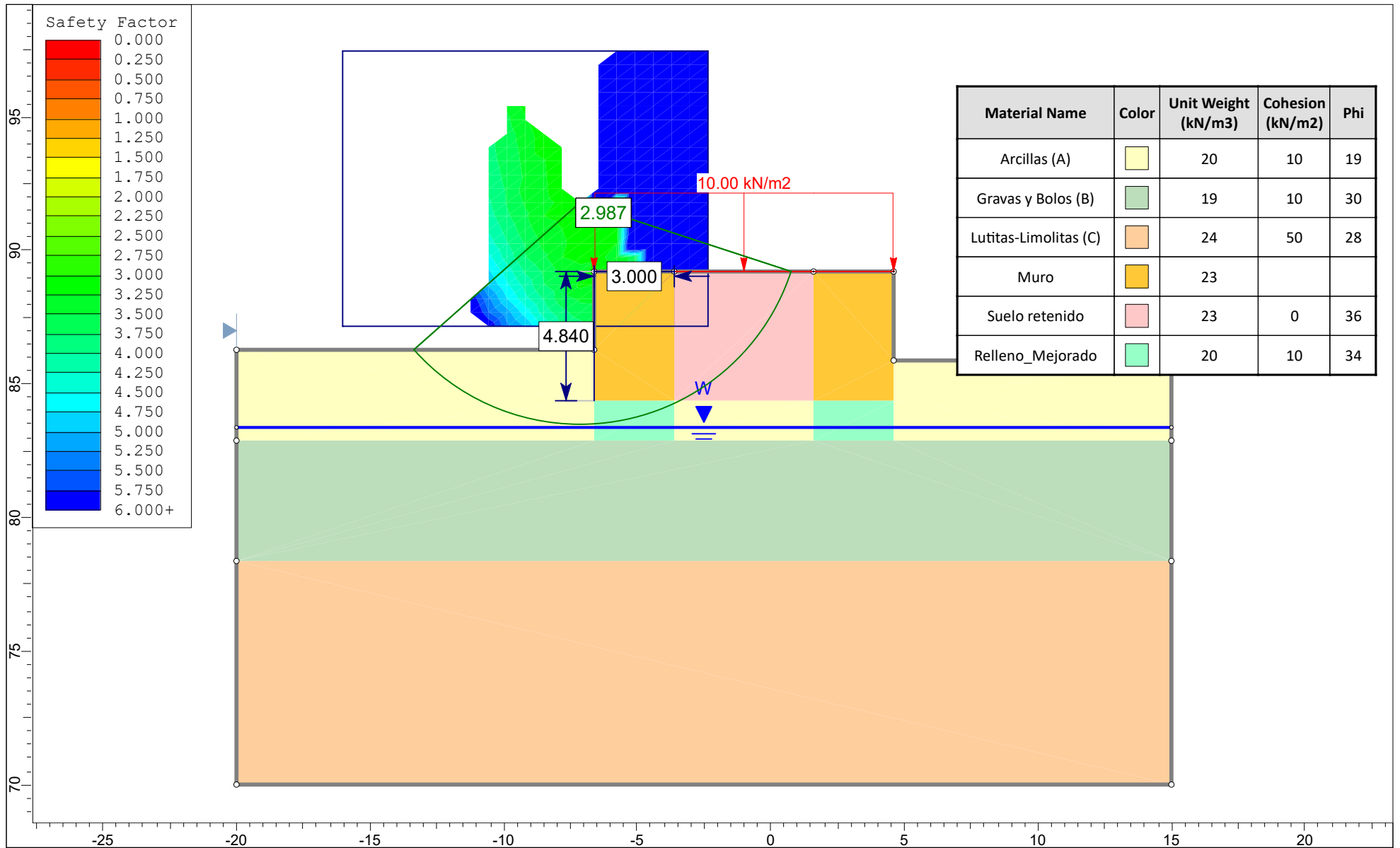
(1) Sólo en cimentaciones superficiales.

(2) Sólo en cimentaciones profundas.



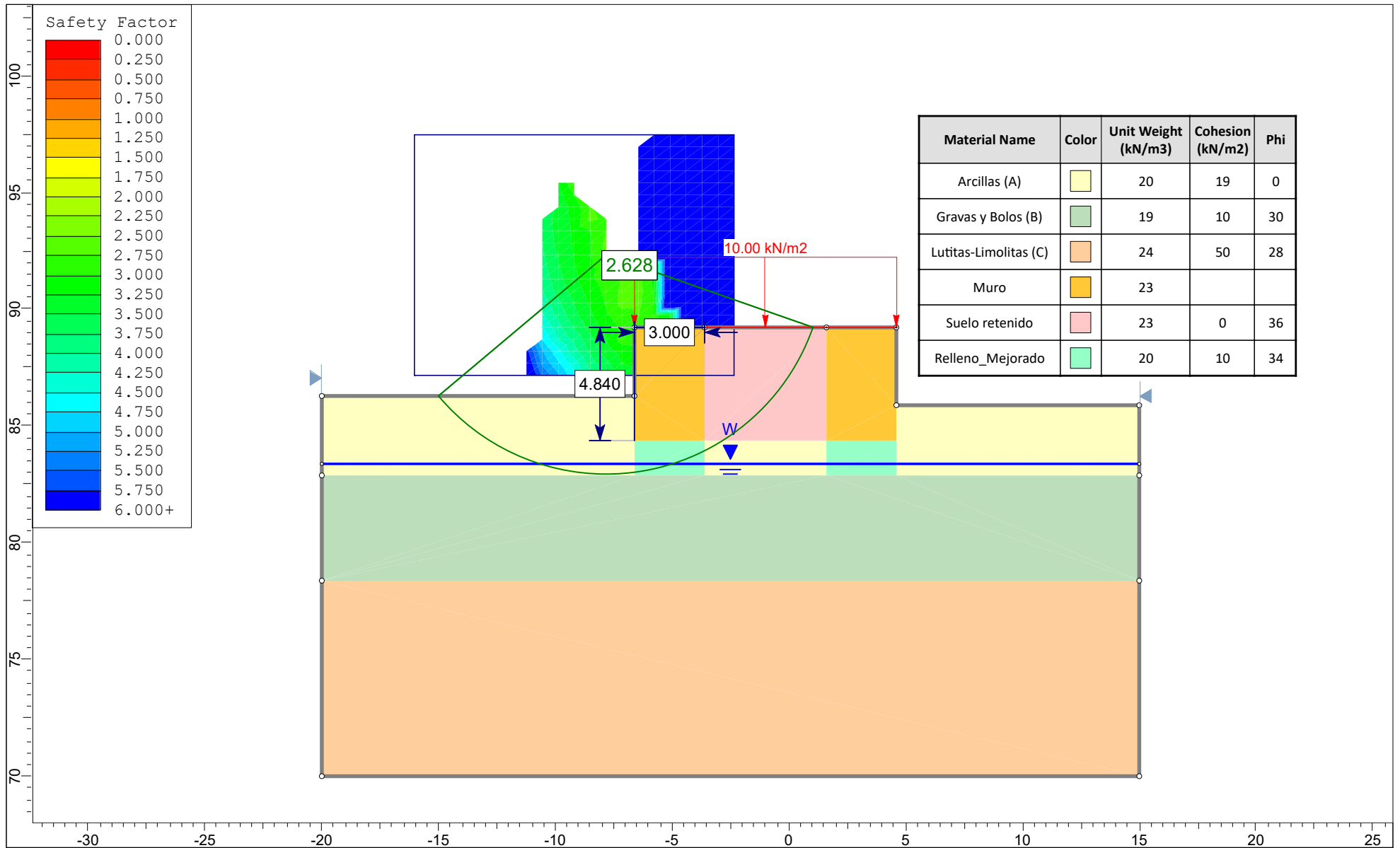
$$K_A = \left[ \frac{\text{cosec } \beta \cdot \text{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{\text{sen}(\beta + \delta) + \sqrt{\text{sen}(\delta + \phi') \text{sen}(\phi' - i)}}} \right]^2$$

## **ANEJO II. COMPROBACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL**



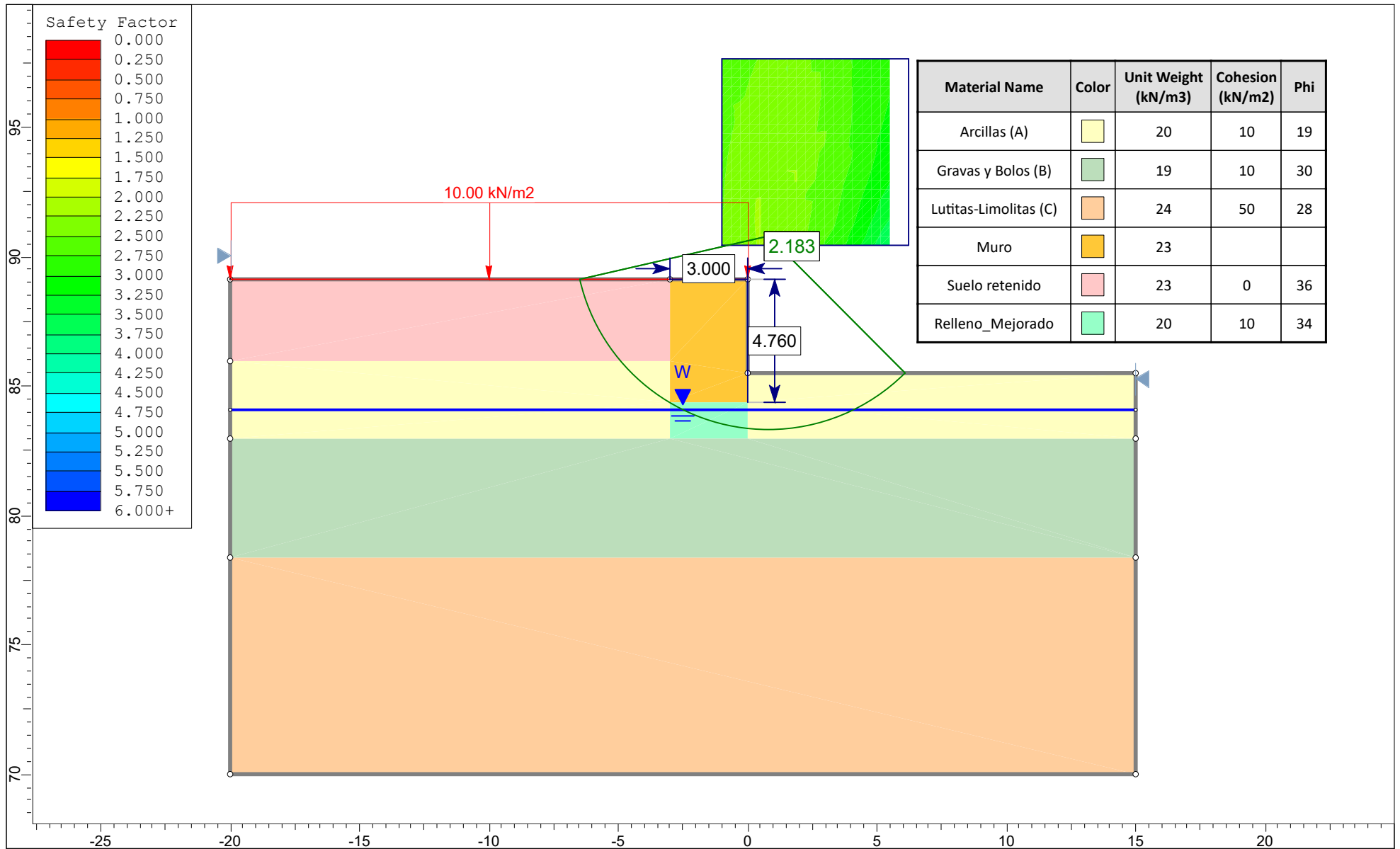
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Cohesion (kN/m2)	Phi
Arcillas (A)	Yellow	20	10	19
Gravas y Bolos (B)	Green	19	10	30
Lutitas-Limolitas (C)	Orange	24	50	28
Muro	Orange	23		
Suelo retenido	Pink	23	0	36
Relleno_Mejorado	Light Green	20	10	34

Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_1_LT.slim



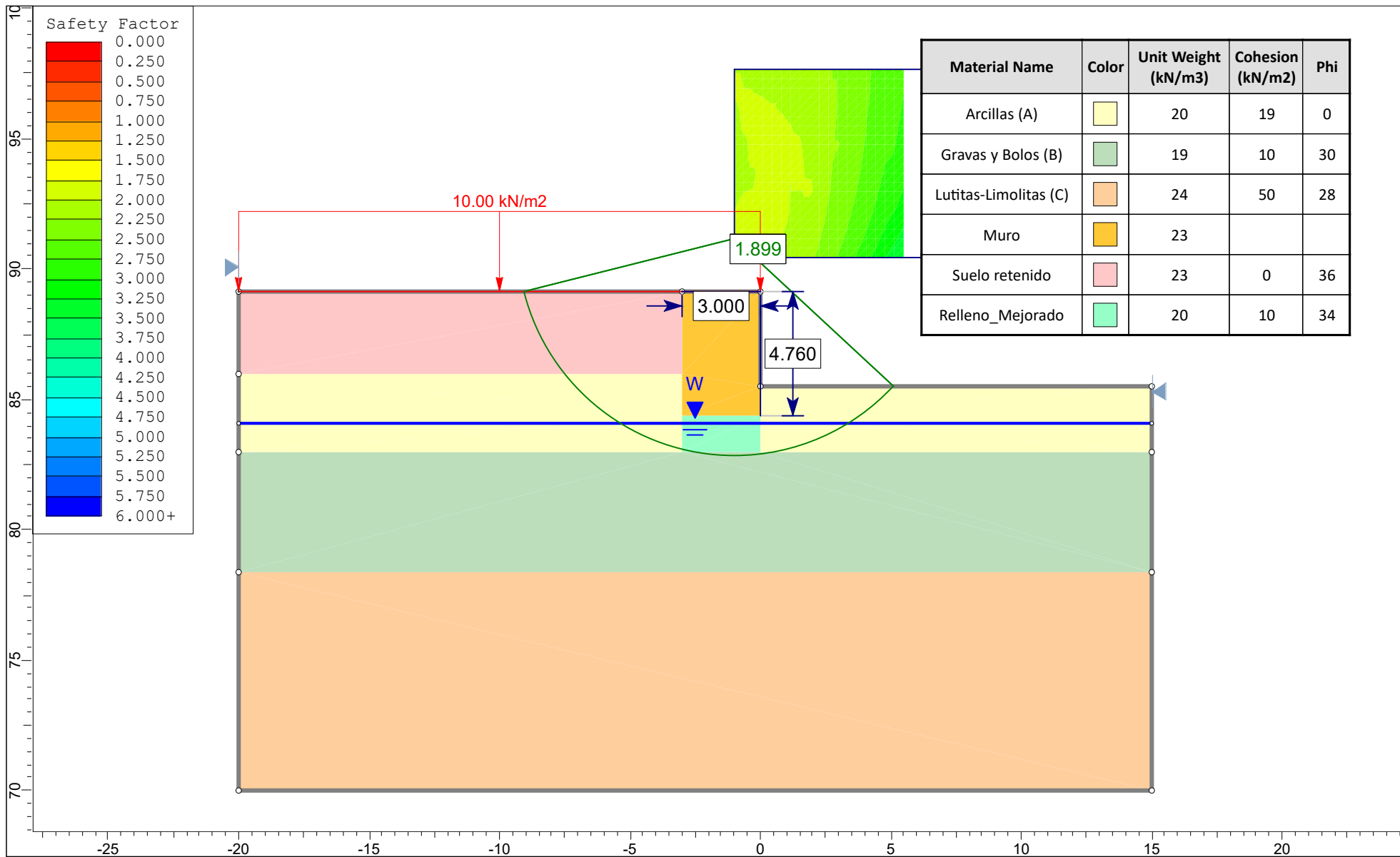
Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_1_ST.slim





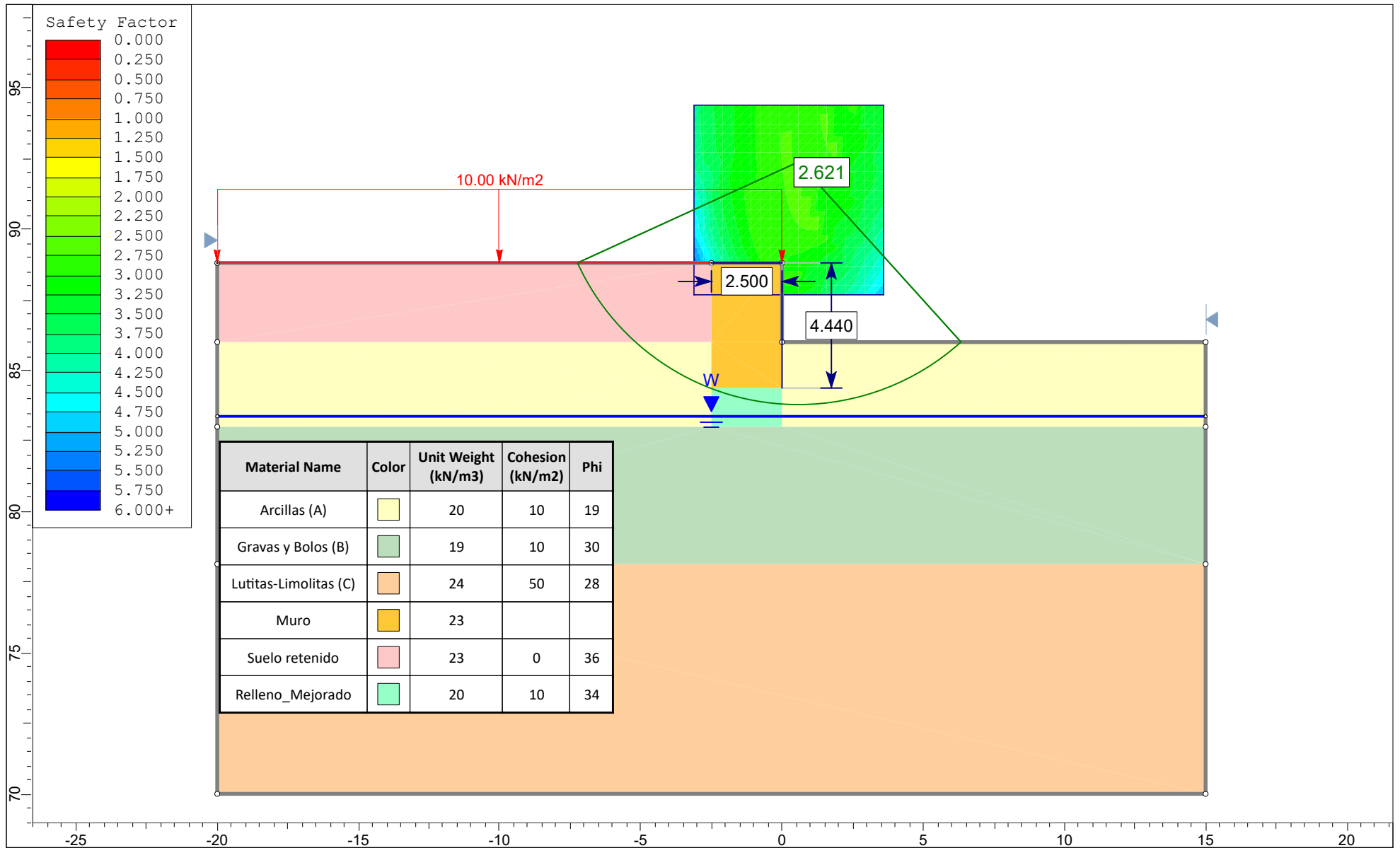
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Cohesion (kN/m2)	Phi
Arcillas (A)		20	10	19
Gravas y Bolos (B)		19	10	30
Lutitas-Limolitas (C)		24	50	28
Muro		23		
Suelo retenido		23	0	36
Relleno Mejorado		20	10	34

Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_2_LT.slim

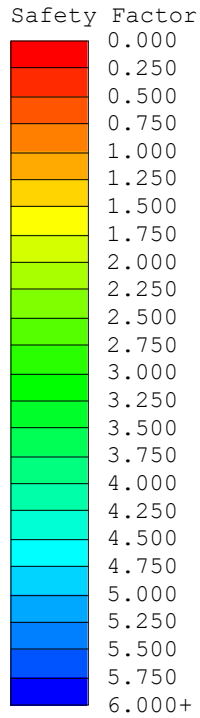
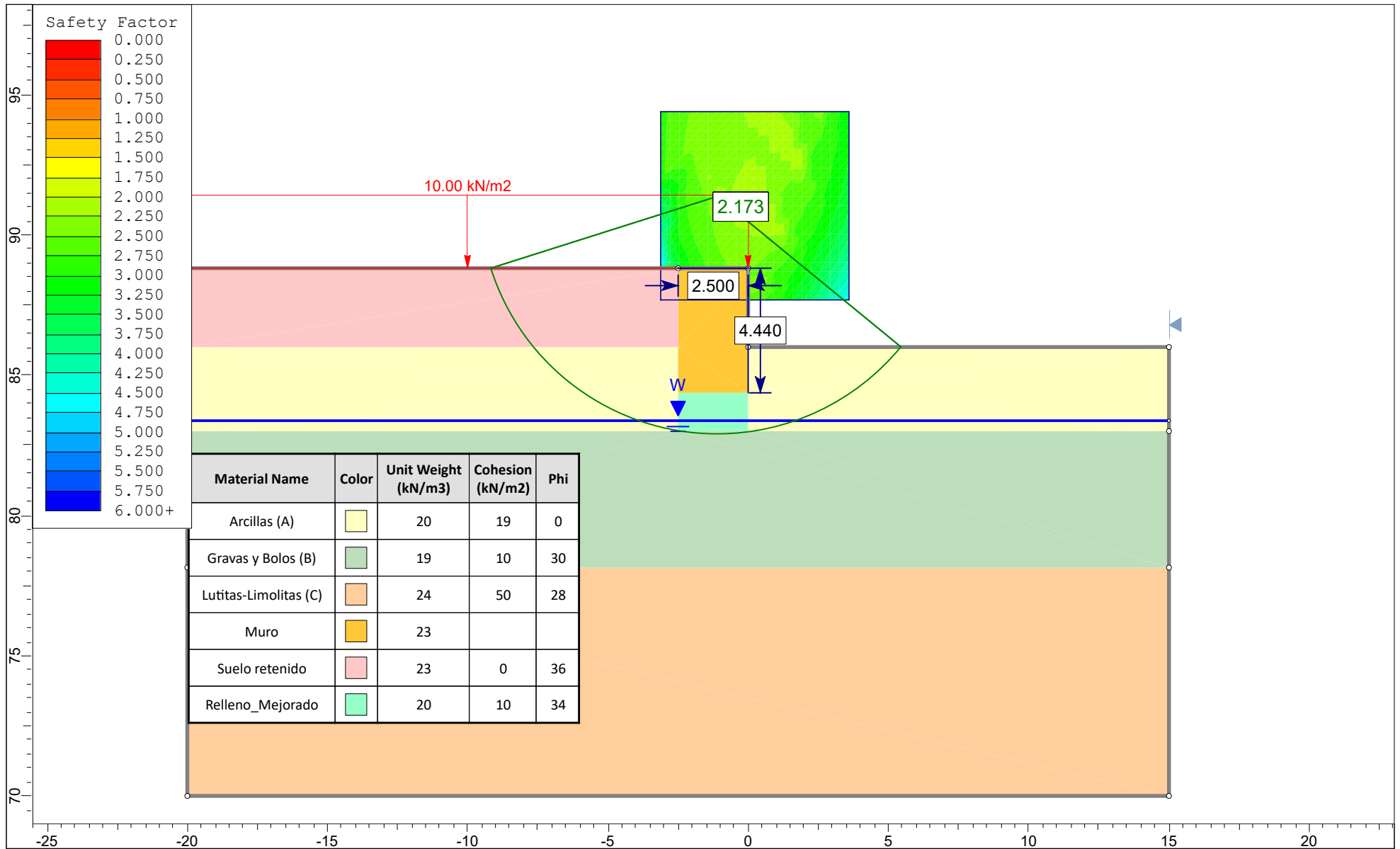


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Cohesion (kN/m2)	Phi
Arcillas (A)		20	19	0
Gravas y Bolos (B)		19	10	30
Lutitas-Limolitas (C)		24	50	28
Muro		23		
Suelo retenido		23	0	36
Relleno_Mejorado		20	10	34

<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description: MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By: AVP	Company: Team Ingenieria y Consultoria
Date:	File Name: Caso_2_ST.slim

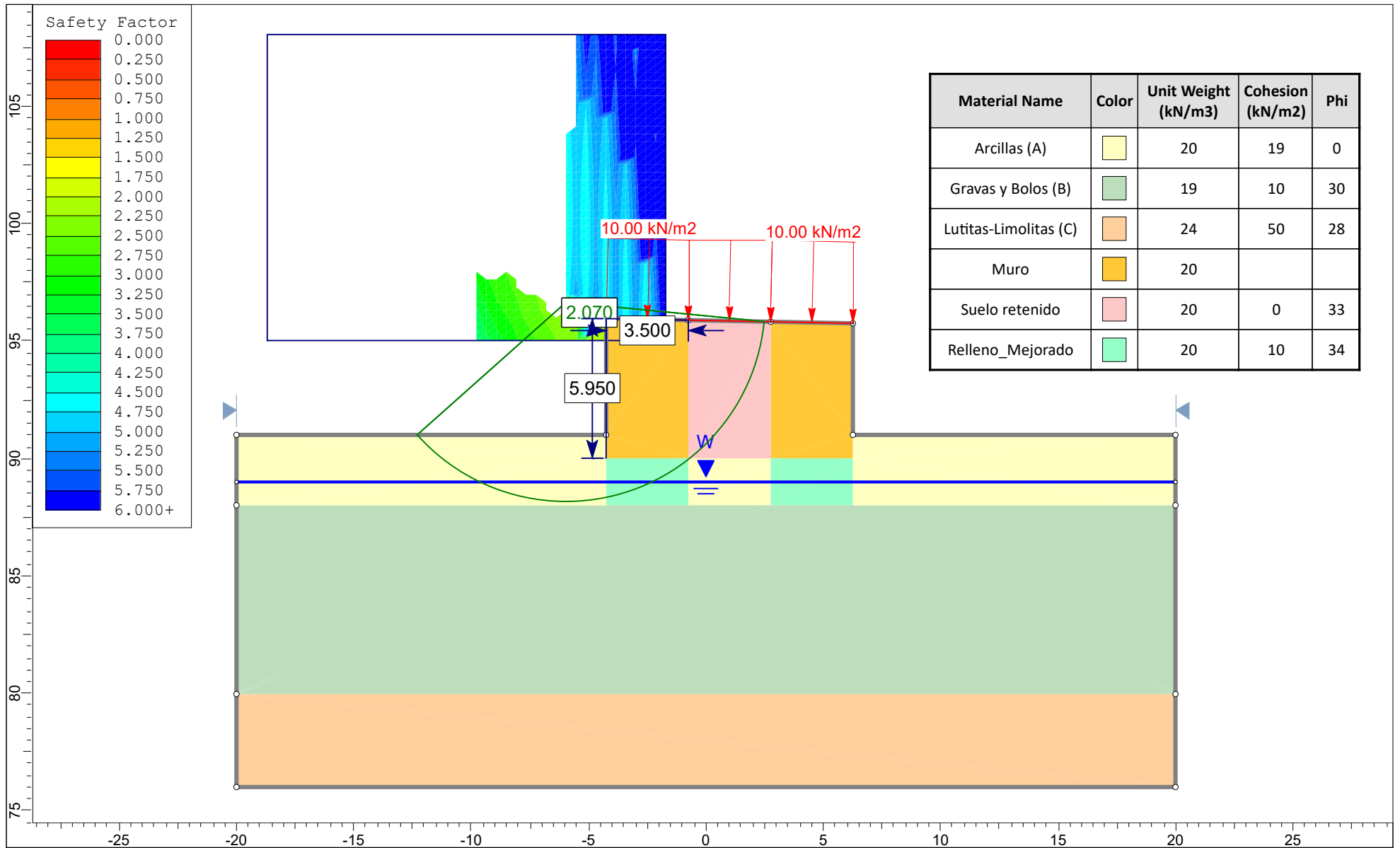


Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_3_LT.slim

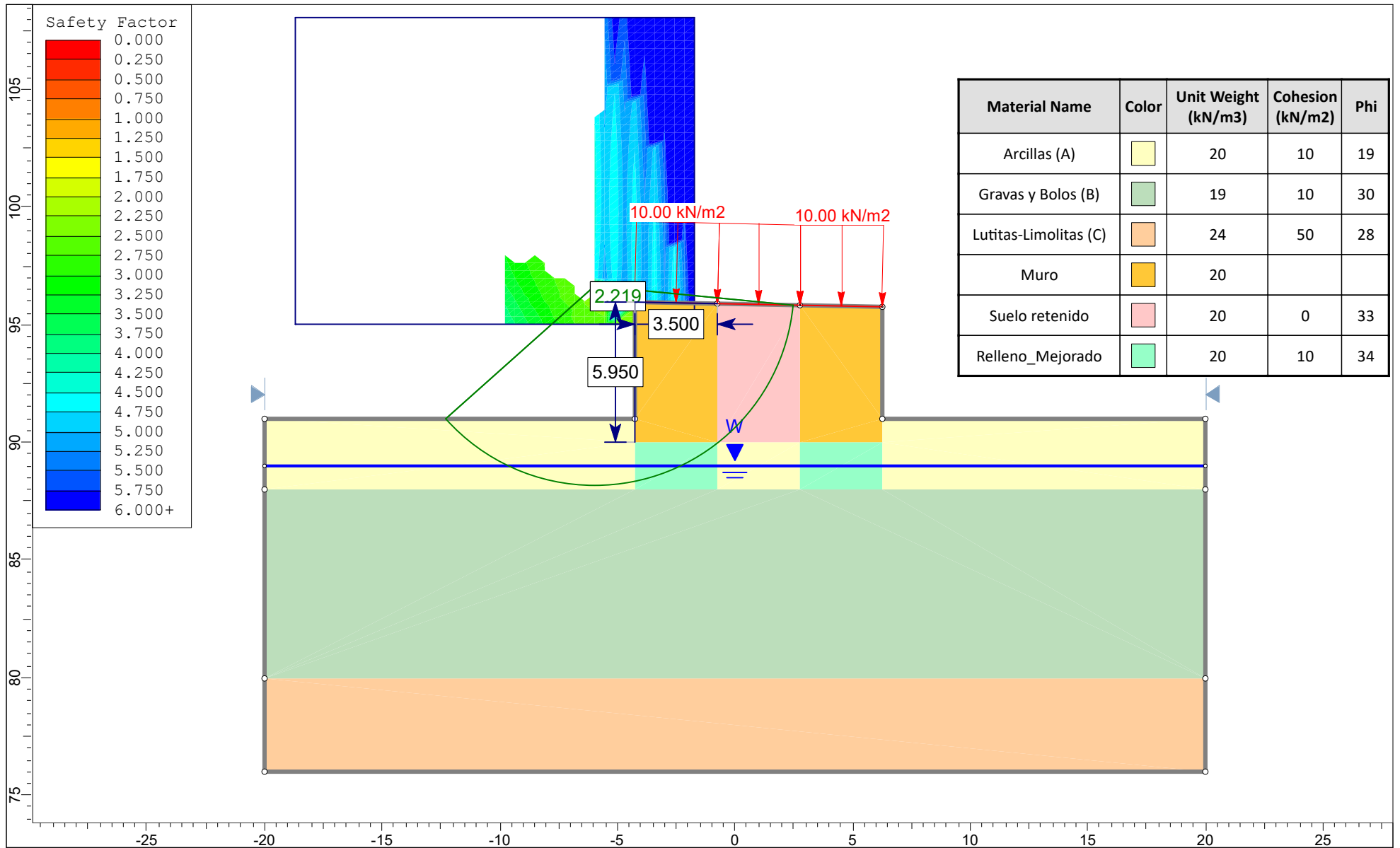


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Cohesion (kN/m2)	Phi
Arcillas (A)		20	19	0
Gravas y Bolos (B)		19	10	30
Lutitas-Limolitas (C)		24	50	28
Muro		23		
Suelo retenido		23	0	36
Relleno_Mejorado		20	10	34

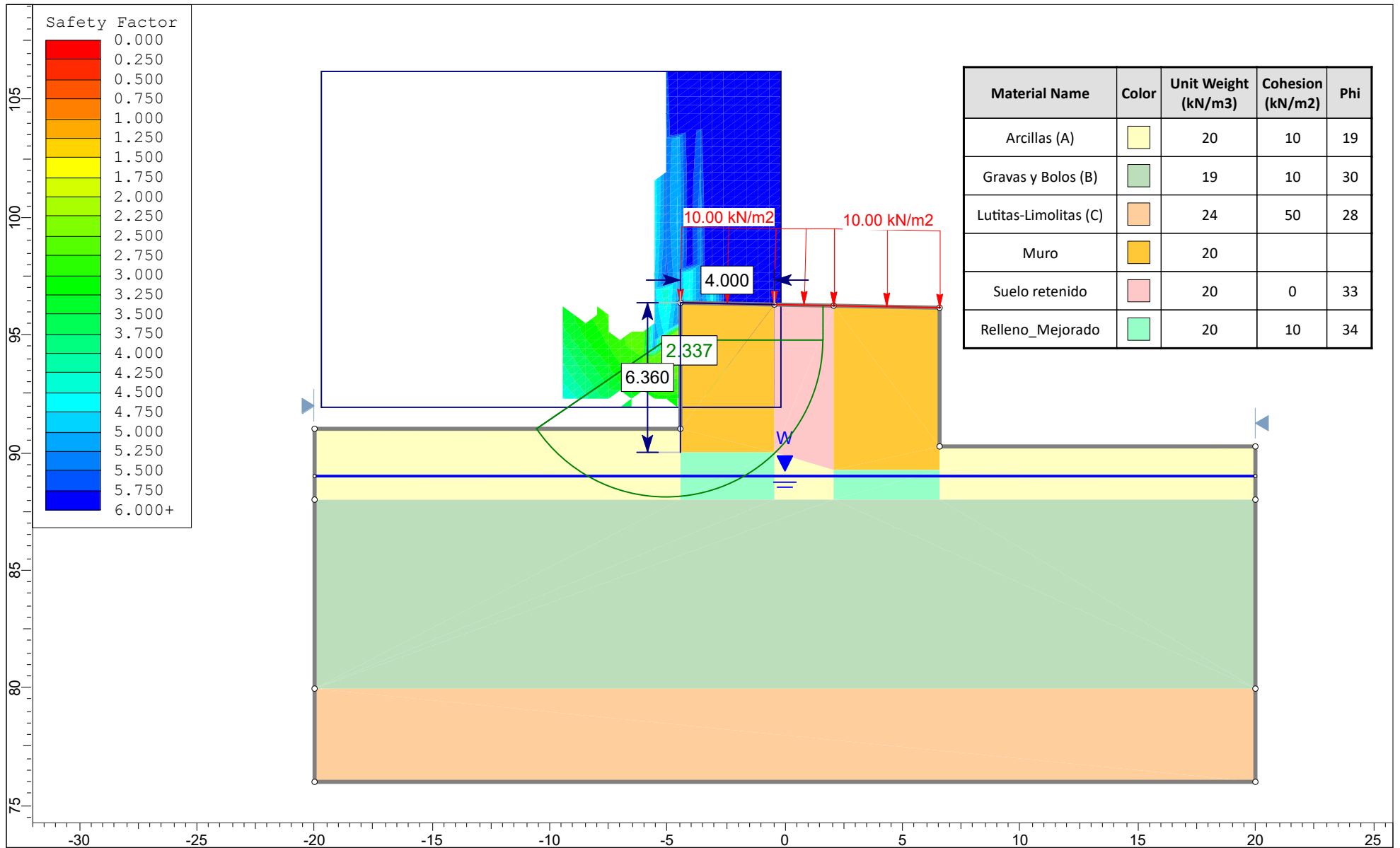
Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 1-2 Largo Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_3_ST.slim



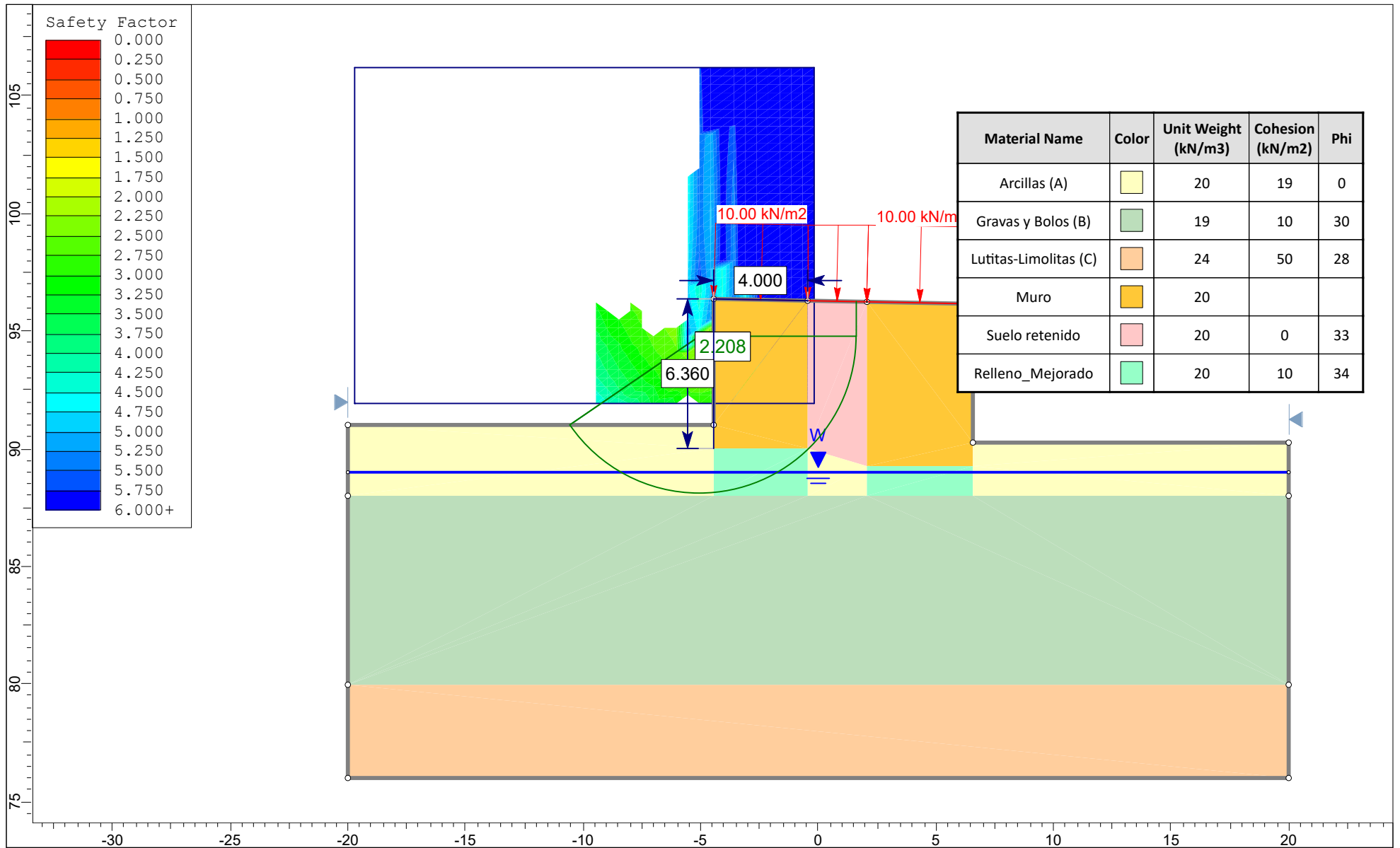
<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>			
<i>Project</i>			
<i>Analysis Description</i>		MURO 3 Corto Plazo	
<i>Drawn By</i>	AVP	<i>Company</i>	Team Ingenieria y Consultoria
<i>Date</i>		<i>File Name</i>	Caso_1_ST.slim



<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>			
<i>Project</i>		<b>MURO 3 Largo Plazo</b>	
<i>Analysis Description</i>		<b>MURO 3 Largo Plazo</b>	
<i>Drawn By</i>	<b>AVP</b>	<i>Company</i>	<b>Team Ingenieria y Consultoria</b>
<i>Date</i>		<i>File Name</i>	<b>Caso_1_LT.slim</b>

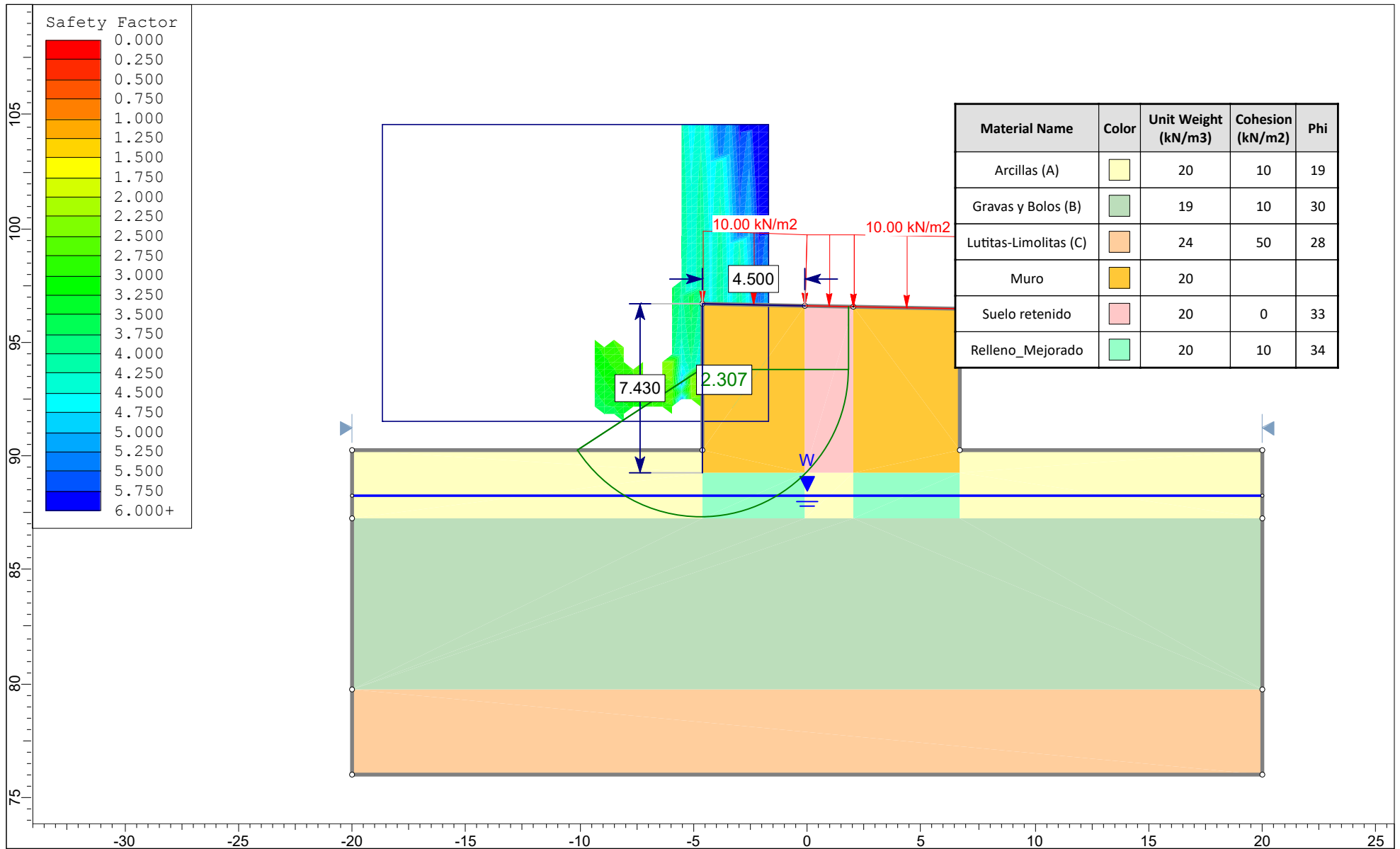


<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>			
Analysis Description <b>MURO 3 Largo Plazo</b>			
Drawn By <b>AVP</b>	Company <b>Team Ingenieria y Consultoria</b>		
Date	File Name <b>Caso_2_LT.slim</b>		

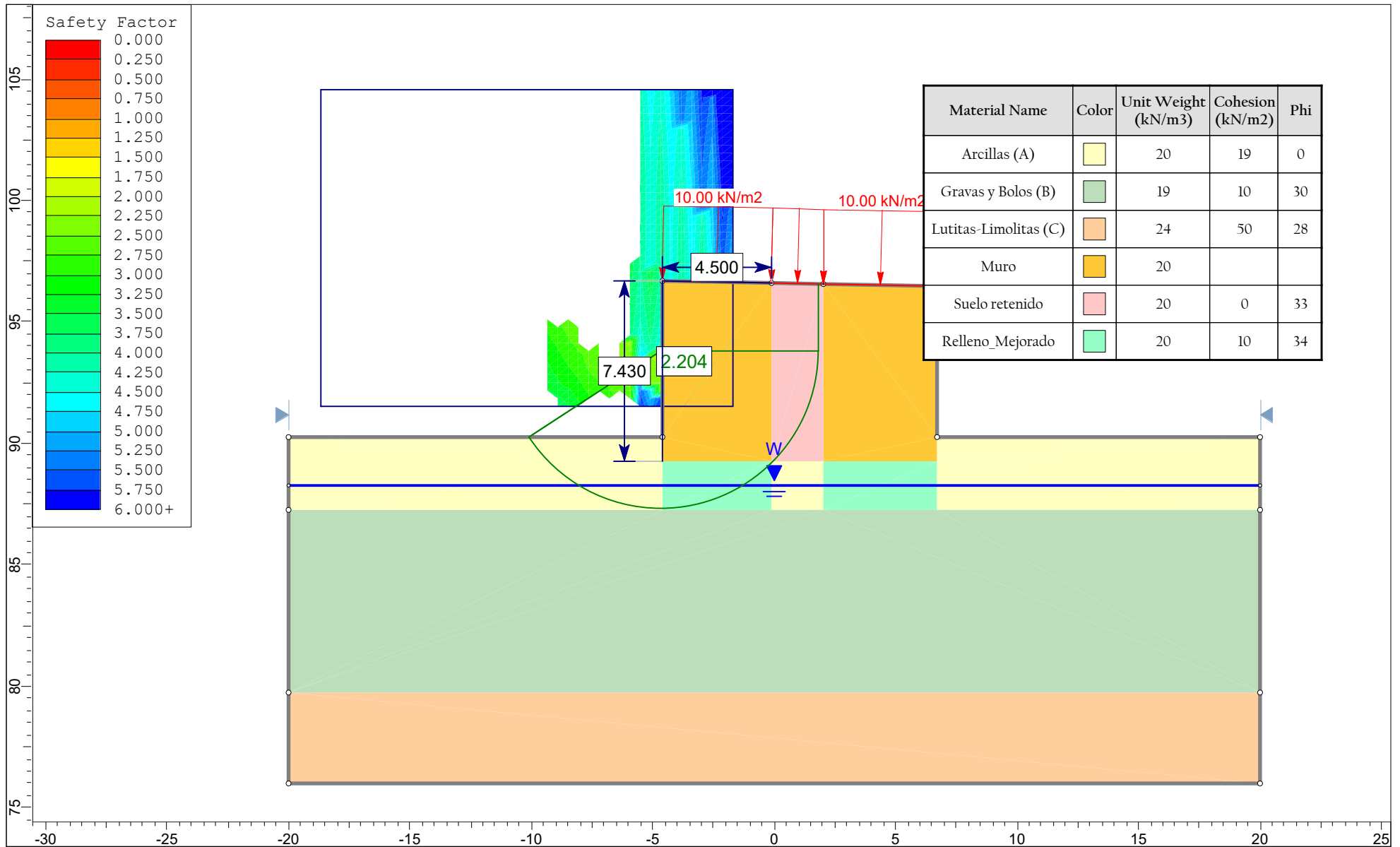


Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 3 Corto Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_2_ST.slim





<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>			
Analysis Description <b>MURO 3 Largo Plazo</b>			
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_3_LT.slim



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )	Phi
Arcillas (A)		20	19	0
Gravas y Bolos (B)		19	10	30
Lutitas-Limolitas (C)		24	50	28
Muro		20		
Suelo retenido		20	0	33
Relleno Mejorado		20	10	34

**PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)**

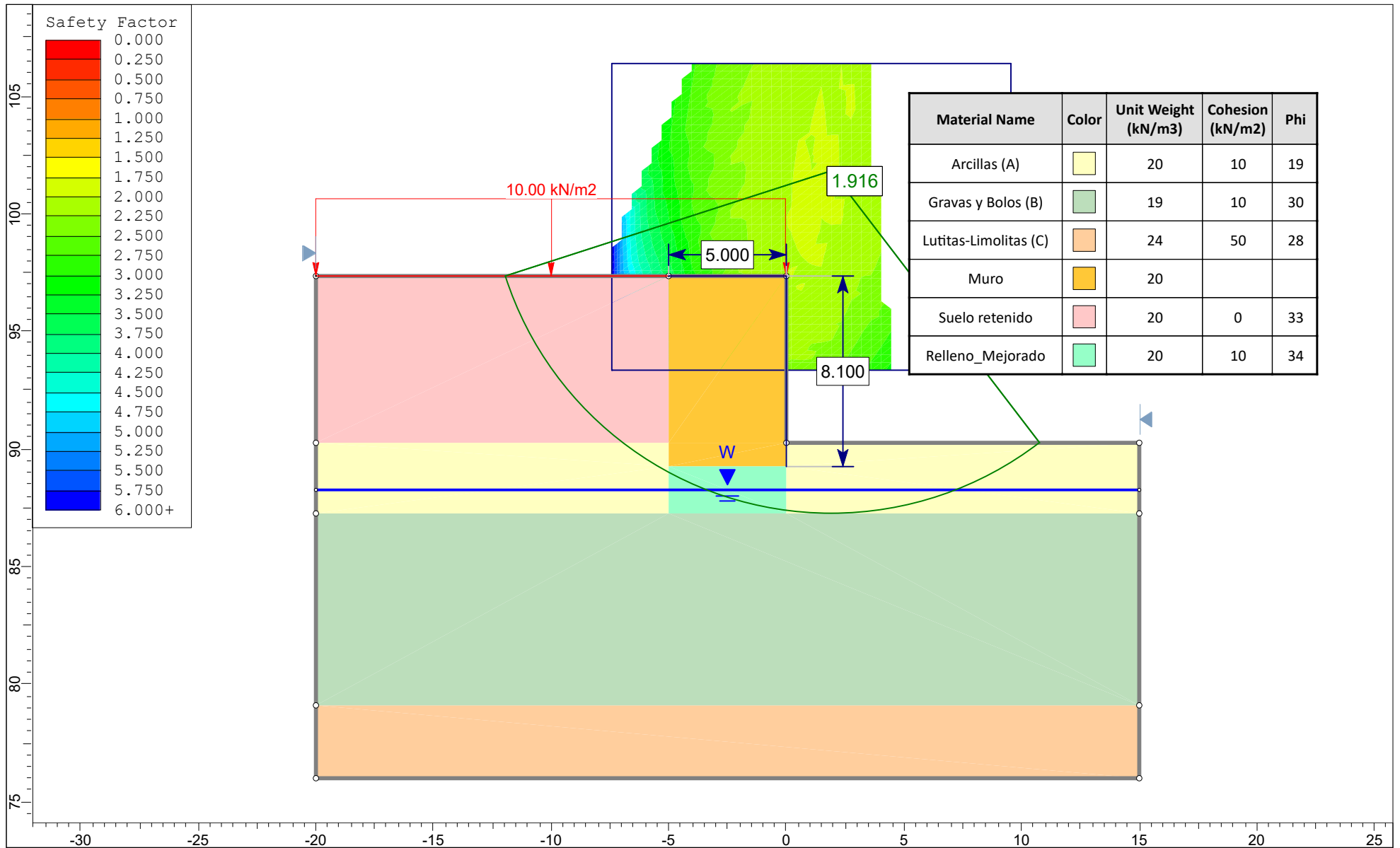
**MURO 3 Corto Plazo**

Drawn By: AVP

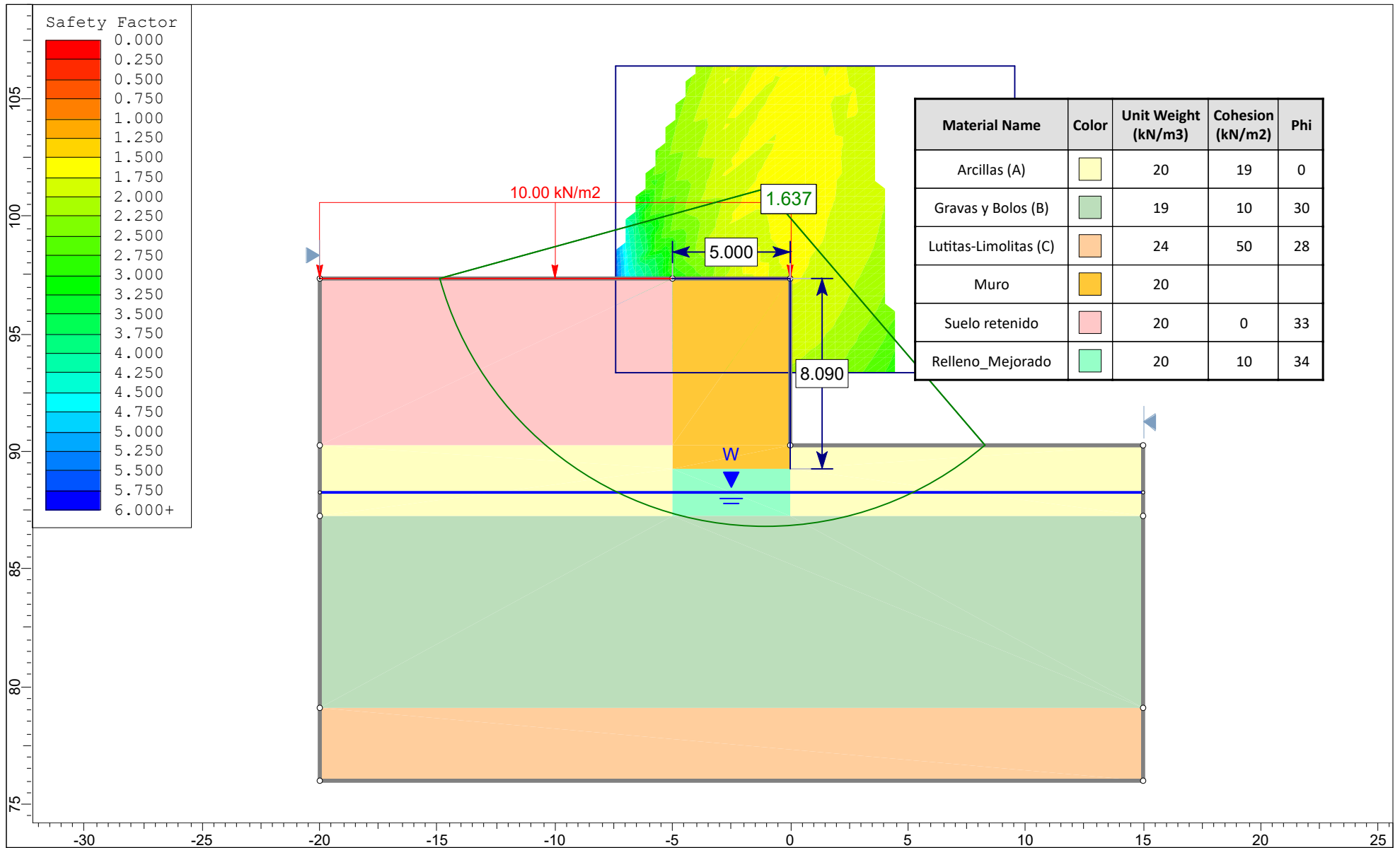
Company: Team Ingenieria y Consultoria

Date:

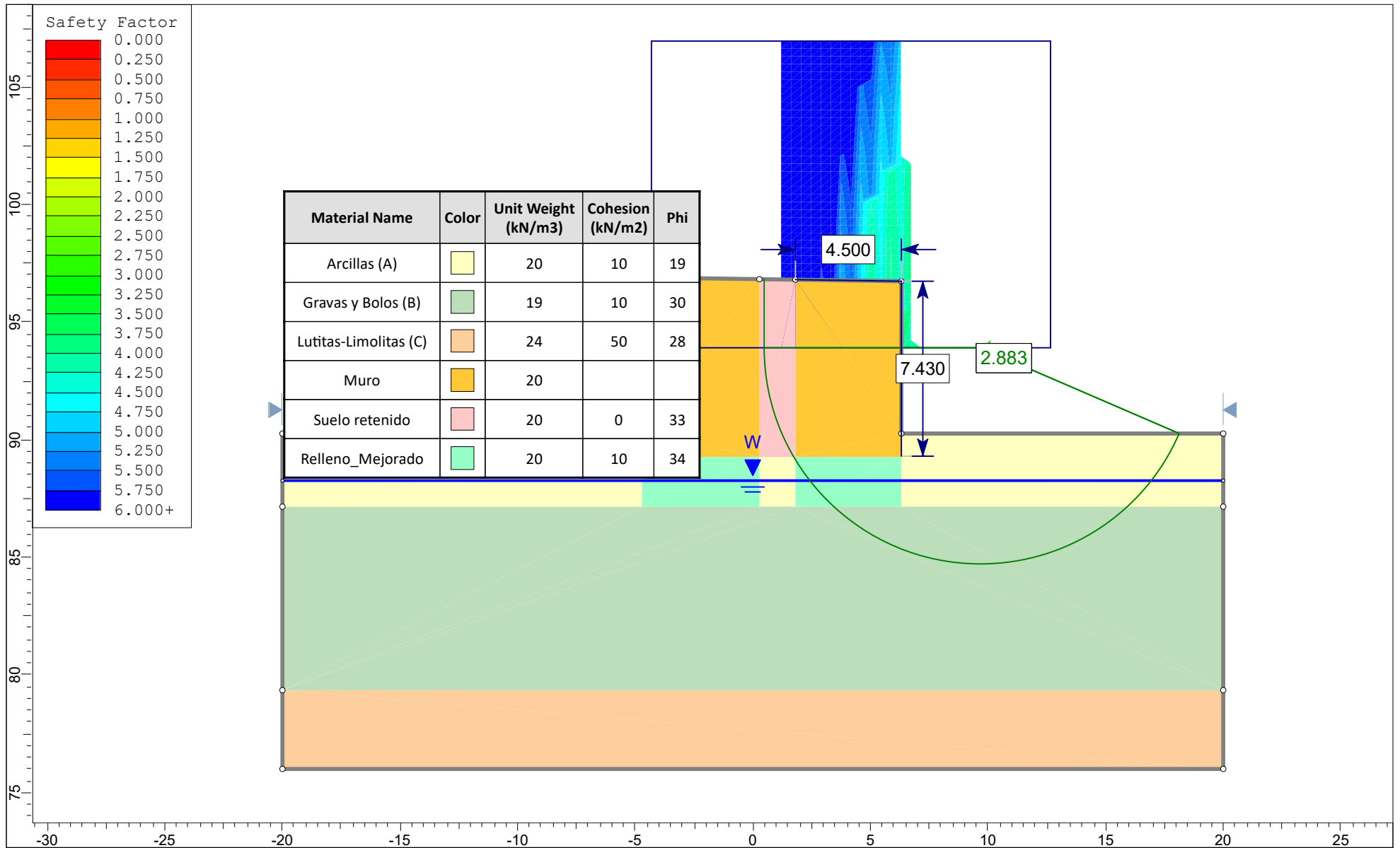
File Name: Caso\_3\_ST.slim



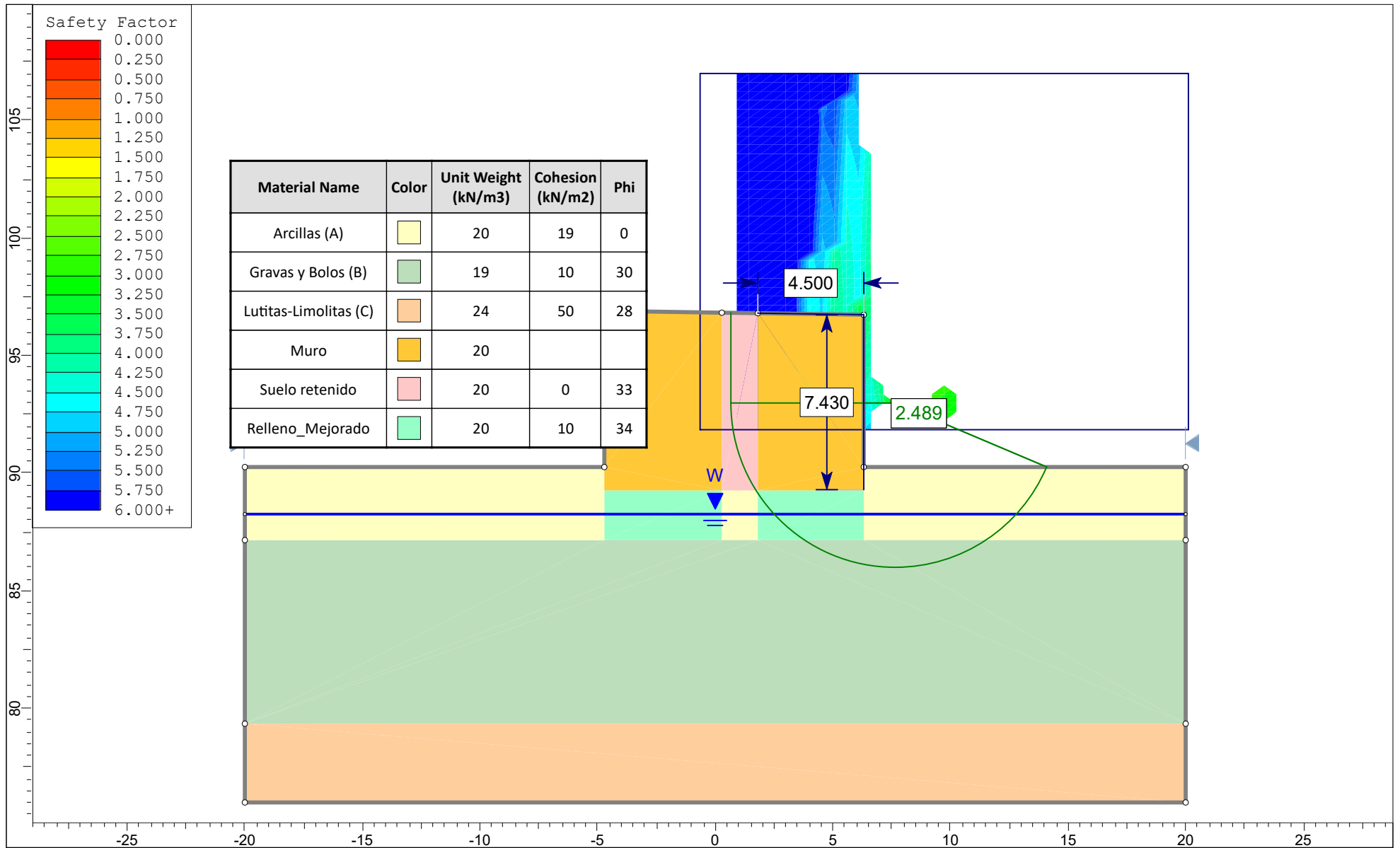
<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description: MURO 3 Largo Plazo	
Drawn By: AVP	Company: Team Ingenieria y Consultoria
Date:	File Name: Caso_4_LT.slim



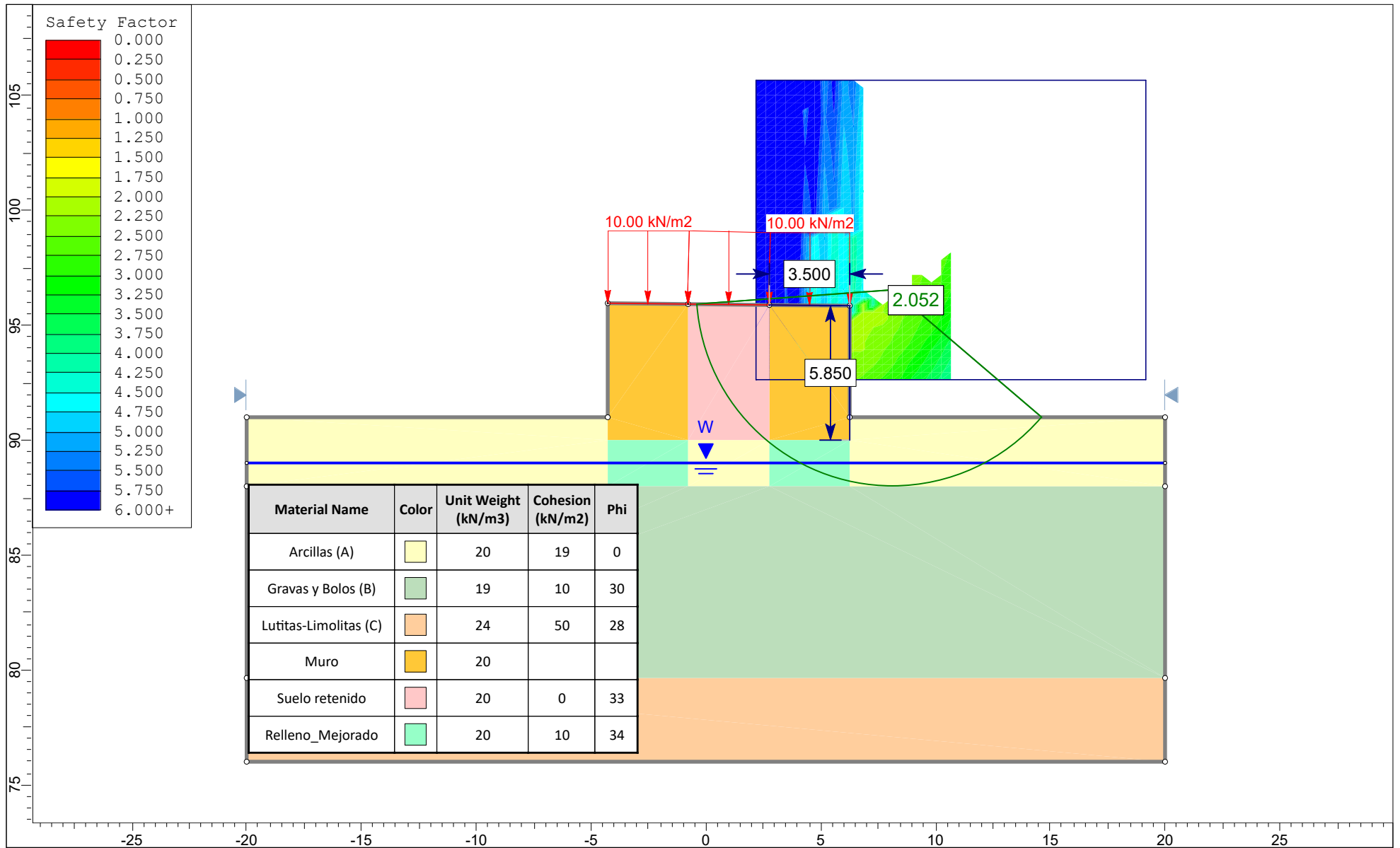
<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description: MURO 3 Corto Plazo	
Drawn By: AVP	Company: Team Ingenieria y Consultoria
Date:	File Name: Caso_4_ST.slim



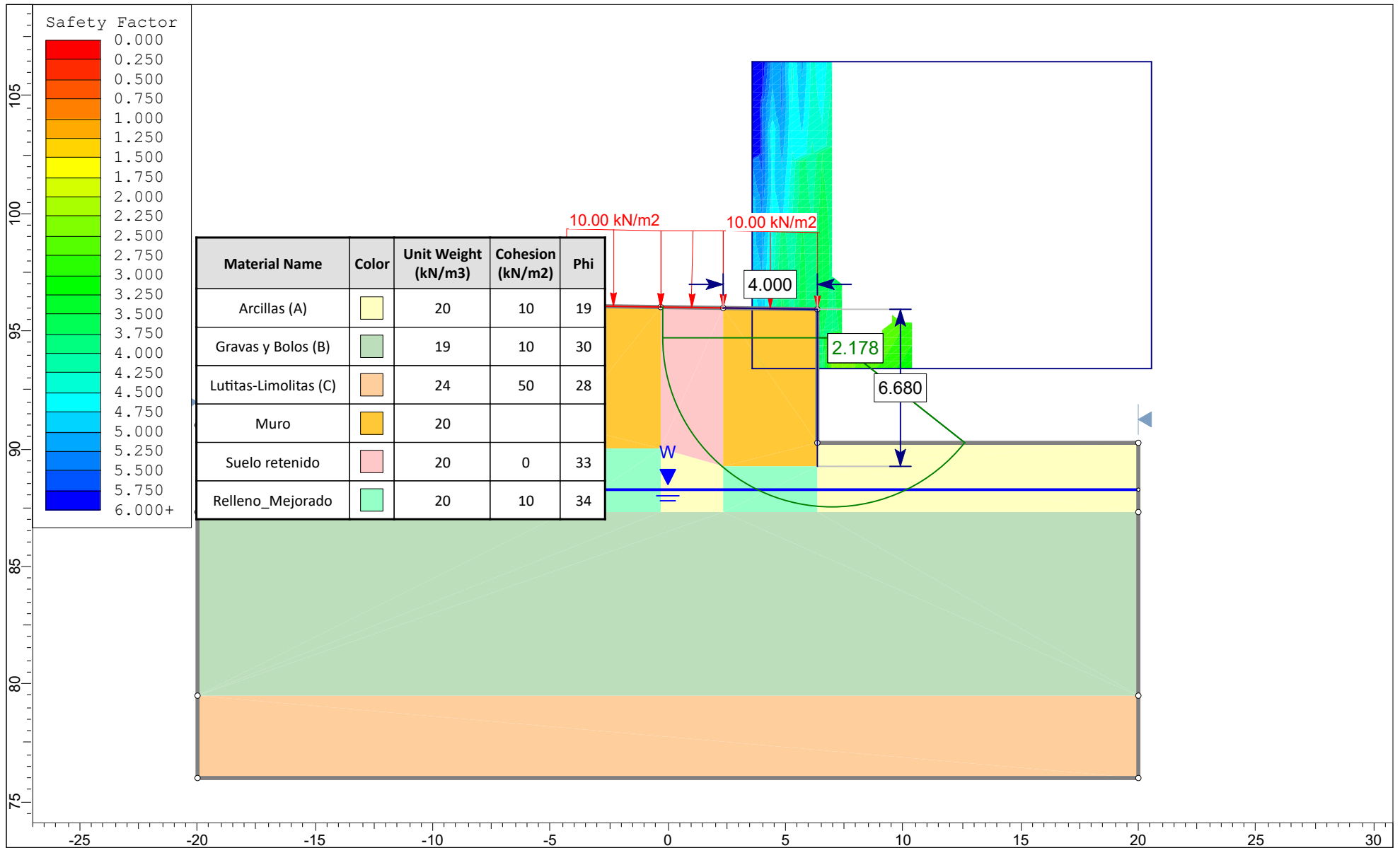
<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description: MURO 3 Largo Plazo	
Drawn By: AVP	Company: Team Ingenieria y Consultoria
Date:	File Name: Caso_5_LT.slim



<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description MURO 3 Corto Plazo	
Drawn By AVP	Company Team Ingenieria y Consultoria
Date	File Name Caso_5_ST.slim

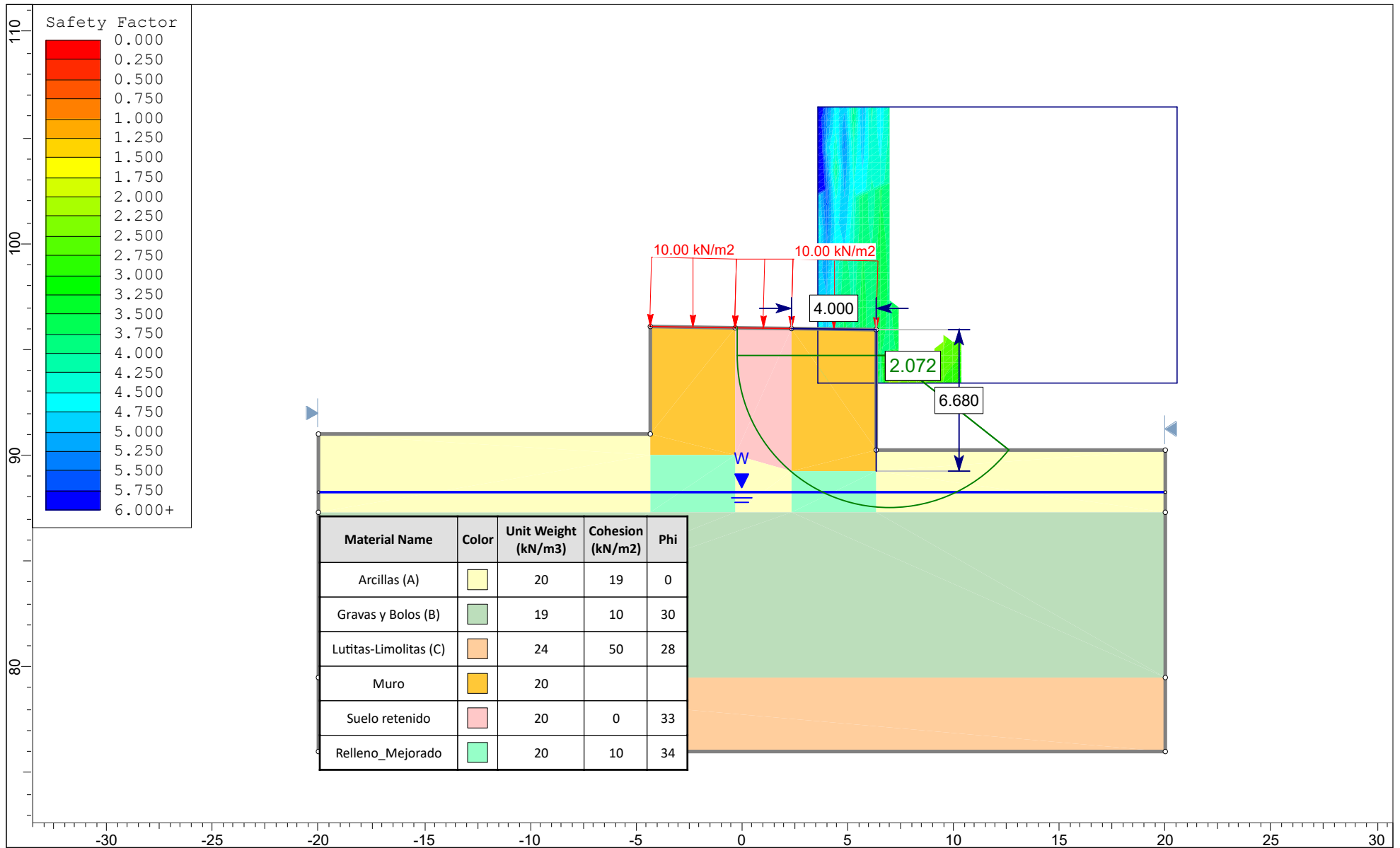


<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>			
<i>Analysis Description</i>			
<b>MURO 3 Corto Plazo</b>			
<i>Drawn By</i>	<b>AVP</b>	<i>Company</i>	<b>Team Ingenieria y Consultoria</b>
<i>Date</i>		<i>File Name</i>	<b>Caso_7_ST.slim</b>

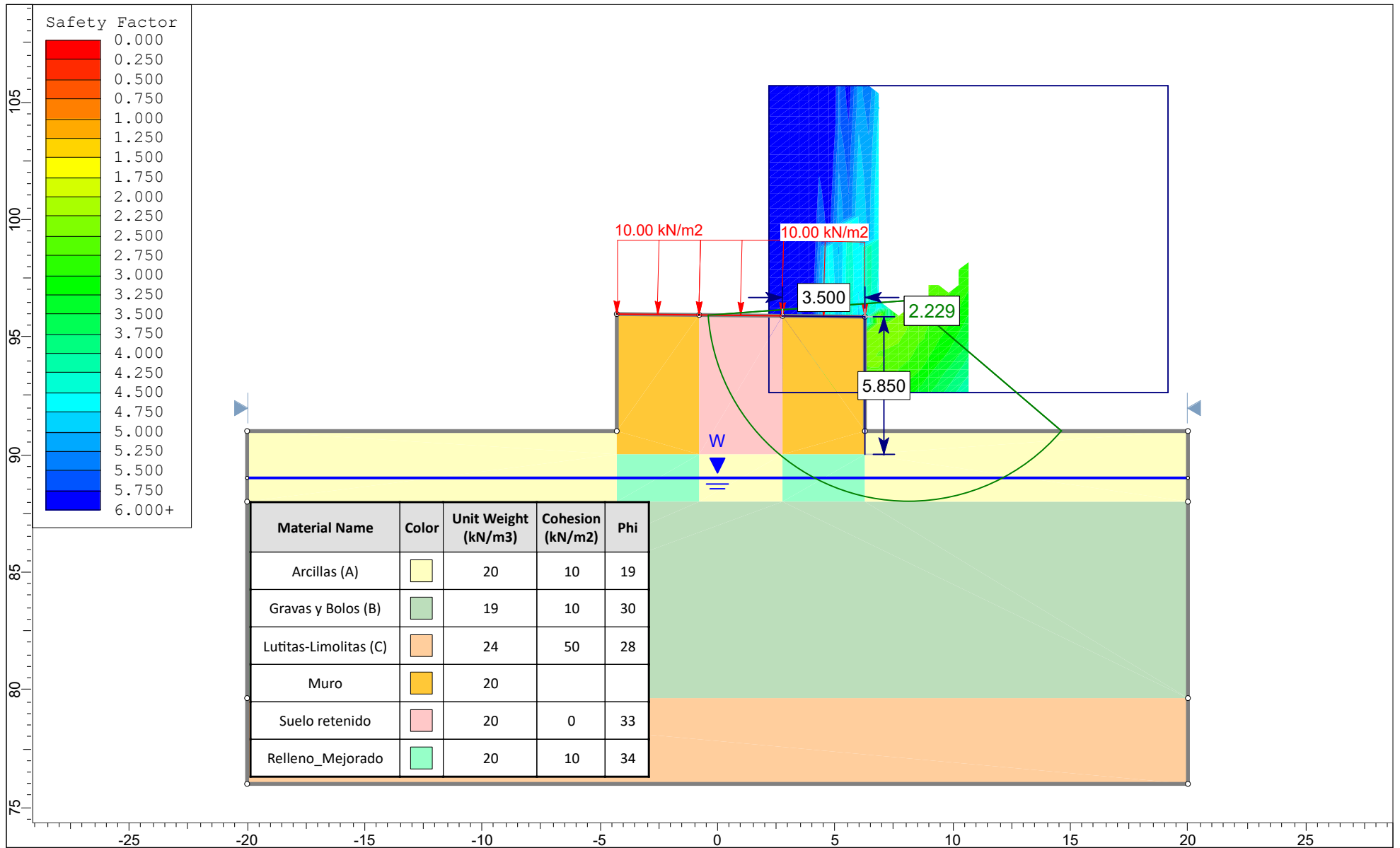


<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description	
MURO 3 Largo Plazo	
Drawn By	AVP
Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date	
File Name	Caso_6_LT.slim





Project		PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)	
Analysis Description		MURO 3 Corto Plazo	
Drawn By	AVP	Company	Team Ingenieria y Consultoria
Date		File Name	Caso_6_ST.slim



<b>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN VIADUCTO PARA LA SUPRESION DEL PASO A NIVEL DE EUBA (P.K. 25+387 LINEA BILBAO-DONOSTIA)</b>	
Analysis Description: <b>MURO 3 Largo Plazo</b>	
Drawn By: <b>AVP</b>	Company: <b>Team Ingenieria y Consultoria</b>
Date:	File Name: <b>Caso_7_LT.slim</b>