



**LURTEK**  
CONSULTORIA GEOTECNICA



## ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO

# RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA LA REALIZACION DE UN MURO ANCLADO EN BCC DE MIRAMON EN DONOSTIA (GIPUZKOA)

CLIENTE

LKS INGENIERIA

FECHA

ENERO 2010

REFERENCIA

EG-10987

## ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA
- 3.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
- 4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO
- 5.- APÉNDICES
  - 5.1.- Escala de meteorización del macizo rocoso
  - 5.2.- Registro de caracteres geomecánicos
  - 5.3.- Cálculos efectuados

## **1.- INTRODUCCION**

La zona investigada corresponde al extremo Sur de las obras de movimiento de tierras para el Basque Culinary Center en Miramón (Donostia).

En esta zona se deben realizar unas excavaciones de altura máxima en torno a 13 metros, las cuales no se pueden realizar en su totalidad con un talud estable, debido al escaso espacio disponible en ese sector. En concreto, se trata de un tramo de unos 27 metros.

Con este estudio se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para conocer las condiciones de estabilidad de la excavación, así como los empujes del terreno, con objeto de diseñar un muro anclado.


El Estudio ha sido encargado por LKS, tras oferta de LURTEK, OF-101919, con fecha 21 de enero de 2.010.

A continuación se presenta un Plano de situación de la parcela, a escala 1/25.000, así como varias fotografías de la zona objeto de estudio.





ZONA INVESTIGADA

REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA	CLIENTE/BEZEROA	TITULO/IZENBURUA
EG-10987 ENERO 2.010	LKS INGENIERIA	MURO ANCLADO BCC EN MIRAMON (DONOSTIA)
 <b>LURTEK</b> CONSULTORIA GEOTECNICA	ESCALA/ESKALA	PLANO/PLANOA
	1/25.000	PLANO SITUACION





FOTOGRAFIAS DE LA ZONA INVESTIGADA



ESTUDIO: MURO ANCLADO EN BCC MIRAMON (DONOSTIA)



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

## **2.- OBJETIVOS Y METODOLOGIA**

En este apartado se describen los objetivos cubiertos con este estudio, así como la metodología utilizada para conseguir los mismos.

### **Objetivos:**

- Definición de las características del terreno en la zona investigada, tanto desde el punto de vista geológico, como geotécnico e hidrogeológico.
- Definición de los principales parámetros geotécnicos de las capas del terreno (densidad, cohesión, ángulo de fricción, etc.), con objeto de determinar la estabilidad de los taludes.
- Determinación de empujes, longitud de anclajes y bulbo necesario para el diseño del muro anclado.

### **Metodología:**

- Recopilación y estudio de los datos geológicos y geotécnicos preexistentes de la zona a investigar.
- Toma de nuevos datos geomecánicos de la roca.
- Posteriormente, se han efectuado una serie de cálculos de estabilidad y empujes.
- Tras el análisis de los datos de campo y los cálculos efectuados, se han elaborado las recomendaciones del trabajo, editándose tres ejemplares encuadernados y un CD del informe completo.

Los ejemplares encuadernados se han enviado al Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, efectuándose el visado correspondiente.



### **3.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO**

La zona investigada corresponde al extremo Sur de las obras de movimiento de tierras que se están ejecutando para la construcción del Basque Culinary Center en Miramón (Donostia).

Actualmente, la zona se encuentra excavada con un talud de inclinación aproximada 1H:1V, observándose estable. Presenta una altura máxima de unos 13 metros. En la coronación del mismo se situaba el lavadero de camiones.

En esta zona el terreno corresponde a un relleno heterogéneo de espesor en torno a 4-5 metros sobre el macizo rocoso.

En el apartado 5.1 de este Informe, se adjunta la escala de meteorización del macizo rocoso, necesaria para comprender la terminología empleada en la descripción de la roca. Asimismo, en el apartado 5.2, se presenta el registro de los caracteres geomecánicos de la roca obtenido de las medidas efectuadas en los afloramientos.

Los rellenos heterogéneos, están constituidos por bolos y gravas marrones y grises con algo de arcilla y algo de arena, de densidad floja a media.

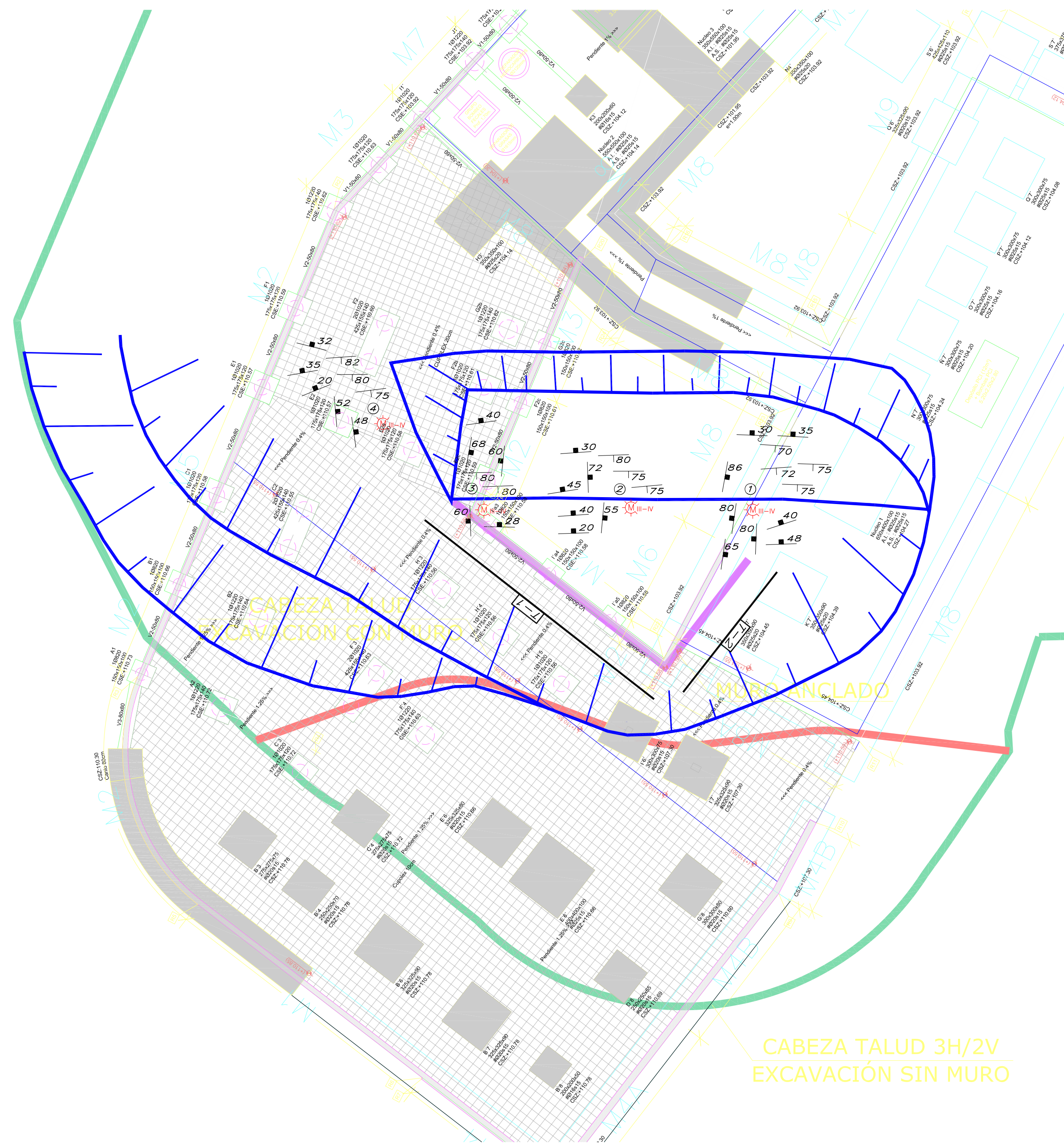
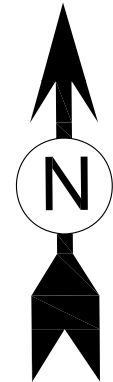
El macizo rocoso en la zona investigada, corresponde a una alternancia de calizas, calizas arcillosas, calizas arenosas y argilitas, con ocasionales intercalaciones de areniscas, de edad Cretácico superior (Campaniense-Maastrichtiense).

A partir de la observación de los afloramientos, se puede deducir que la roca se presenta en estado sano moderadamente meteorizado a muy meteorizado en todo su espesor (Grados III y IV).

Referente a la estructura del macizo rocoso, la estratificación presenta rumbos según la dirección E-W, con buzamientos variables, comprendidos entre 70° y 85°, hacia el sur. También se ha detectado la existencia de tres familias de juntas.

No se ha detectado nivel freático en el talud, si bien, existen zonas puntuales que presentan humedades.

En la Planta General, a escala 1/200, que se presenta a continuación, se pueden observar las medidas geoestructurales del macizo rocoso y su grado de meteorización.



EUSKADIKO GEOLOGOEN ELKARGO OFIZIALA  
COLEGIO DE GEOLOGOS DEL PAIS VASCO  
Con Seguro de Responsabilidad Civil  
Erantzukizun Zibeleko Asegurarekin  
**VISADO/BAIMENA**  
Núm./Zkia: 031000057 El Secretario/diazkaria  
Fecha: 16/02/2010 Folio/Orria: 00057  
Inscrito con el Nº / Inskripzio Zkia: 2175  
Colegiado/Elkargokidea: FCO MANUEL AGUIRREGOMEZARTE LARRIA

LEYENDA

- ① PUNTO DE OBSERVACION
- $\frac{72}{\text{---}}$  RUMBO Y BUZAMIENTO DE LA ESTRATIFICACION
- $\frac{86}{\text{---}}$  RUMBO Y BUZAMIENTO DE JUNTAS
- $\frac{III-IV}{\text{---}}$  GRADO DE METEORIZACION DEL MACIZO ROCOSO EN AFLORAMIENTO
- $\frac{T-1}{\text{---}}$  ORIENTACION DE TALUD ESTUDIADA

REF. Y FECHA/ERRE. ETA DATA	CLIENTE/BEZEROA	TITULO/IZENBURUA	ESCALA/ESKALA	PLANO/PLANOA
EG-10987 ENERO 2.010	LKS INGENIERIA	MURO ANCLADO BCC EN MIRAMON (DONOSTIA)	1/200	PLANTA GENERAL





#### **4.- RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO**

Se desean conocer las características geológicas y geotécnicas del extremo Sur de las obras de movimiento de tierras que se están ejecutando para la construcción del Basque Culinary Center en Miramón (Donostia).

En esta zona se deben realizar unas excavaciones de altura máxima en torno a 13 metros, las cuales no se pueden realizar en su totalidad con un talud estable, debido al escaso espacio disponible en ese sector. En concreto, se trata de un tramo de unos 27 metros.

Con este estudio se pretende obtener la información geológica y geotécnica necesaria para conocer las condiciones de estabilidad de la excavación, así como los empujes del terreno, con objeto de diseñar un muro anclado.

Actualmente, la zona se encuentra excavada con un talud de inclinación aproximada 1H:1V, observándose estable. Presenta una altura máxima de unos 13 metros. En la coronación del mismo se situaba el lavadero de camiones.

En esta zona el terreno corresponde a un relleno heterogéneo de espesor en torno a 4-5 metros sobre el macizo rocoso. La roca corresponde a una alternancia de calizas, calizas arcillosas, calizas arenosas y argilitas, con ocasionales intercalaciones de areniscas, de edad Cretácico superior (Campaniense-Maastrichtiense), observándose en estado muy meteorizado y moderadamente meteorizado en todo su espesor (Grados III y IV) .

En cuanto a las condiciones hidrológicas de la parcela, en los taludes, no se ha observado la presencia de nivel freático general, si bien, existen humedades, debidos a escorrentía superficial.

A continuación se describen, los cálculos de estabilidad efectuados, y las recomendaciones para el diseño del muro anclado.

En el apartado 5.3 de este informe se presentan la totalidad de los cálculos de estabilidad efectuados.

Los cálculos se han realizado tanto desde el punto de vista de la estabilidad estructural, como desde el punto de vista de la posibilidad de rotura circular, a través de la matriz de la roca.

Para el cálculo de estabilidad estructural del talud de roca, una vez obtenidos los datos acerca de la estructura del macizo rocoso, se han representado en la plantilla estereográfica de Schmidt los polos de todas las discontinuidades obtenidas.

A continuación, se han deducido las diferentes familias de discontinuidades, obteniéndose los polos medios y sus planos, para posteriormente observar las intersecciones que se producen con respecto a las orientaciones de talud estudiadas, que se han denominado T-1 y T-2. Estas orientaciones de talud estudiadas, se ha reflejado en la Planta Geotécnica.

Mediante el método de Klaus W. John (1.968), se ha determinado la tipología de las posibles caídas (rotura planar, rotura por cuñas ó toppling) que se podrían generar en ambas orientaciones de talud, por intersección de las diferentes familias de discontinuidades.

Para el cálculo del factor de seguridad se ha seguido el método propuesto por E.Hoek & J.W. Bray (1.981).

Los cálculos se han realizado suponiendo una cohesión nula y un valor de fricción obtenido a través del conocimiento que se tiene de ese tipo de materiales, y que ya ha sido aplicado en otros cálculos, con resultados satisfactorios.

En concreto, se ha utilizado una fricción de 15 grados para la estratificación, y una fricción de 30 grados para las juntas.

De los cálculos efectuados se deducen las siguientes inclinaciones estables, tipos de caída y factores de seguridad. Las intersecciones generadas se han considerado estables a partir de un factor de seguridad F.S.=1.30.

INTERSECCION	TIPO DE CAIDA	FACTOR DE SEGURIDAD	ANGULO DE TALUD QUE ELIMINARIA LA INTERSECCION
ORIENTACIÓN DE TALUD T-1			
EJ2	Cuña (J2)	0.28	83°
J1J2	Cuña (J1)	1.08	32°
J1J'2	Cuña (J1)	0.85	45°
ORIENTACIÓN DE TALUD T-2			
E J1	Cuña directa	18.72	3°
EJ'2	Cuña directa	0.21	81°
J1J2	Cuña (J1)	0.85	63°
J1J'2	Cuña (J1)	0.88	42°

De estos cálculos, se deduce que estructuralmente la ladera sería estable con inclinaciones de talud máximas de 32° para la orientación T-1, y 42°, para la orientación T-2.

Por otra parte, se han efectuado cálculos de estabilidad referentes a la posibilidad de rotura circular a través de la matriz de la roca. Para la obtención de los



parámetros del terreno, se ha utilizado el programa Rocklab, adjuntándose sus resultados en el apartado 5.3 de cálculos.

En la escala de compresiones para determinar el Sigci se ha considerado un rango de valores de roca alterada que representa la media de todo el conjunto. Se han tomado valores de 4-5 Mpa para introducirlo en el cálculo del Roclab y estimar así parámetros de Mohr-Coulomb para el cálculo de roturas a través de la matriz. Resultan valores de cohesión de entre 34-37 KN y unos valores de Fricción de entre 26°-27°

Sigci = 4 Mpa

GSI = 30

mi = 7

D = 0 a 0,5

Aplicación = Slopes

Unit weight = 0,024 MN/m<sup>3</sup>

Slope height = 13 m

Cohesión = 0.034 MPa

Fricción = 26.18 deg

Sigci = 5 Mpa

GSI = 30

mi = 7

D = 0 a 0,5

Aplicación = Slopes

Unit weight = 0,024 MN/m<sup>3</sup>

Slope height = 13 m

Cohesión = 0.037 MPa

Fricción = 27.71 deg

De los cálculos efectuados, se deduce que la ladera es estable desde el punto de vista de la posibilidad de rotura circular a través de la matriz de la roca, con una inclinación 1H:1V.

A la vista de los resultados obtenidos en los cálculos de estabilidad, se ha realizado un cálculo de empujes tanto referentes a la posibilidad de rotura estructural como a la posibilidad de rotura circular.

Desde el punto de vista estructural, para anclajes colocados con una inclinación 2H:1V, se ha obtenido un empuje máximo de 5.5 T/m<sup>2</sup>.

Desde el punto de vista de la posibilidad de rotura circular a través de la matriz, utilizando el rango de valores anteriormente señalado se obtiene un rango de empujes para F.S.=1.50 de entre 8.50- 9.50 Ton/m<sup>2</sup>, y para F.S.=1.30 de entre 6.5 – 7.50Ton/m<sup>2</sup>, para anclajes colocados con una inclinación 2H:1V.

Por tanto y dado que los cálculos efectuados para roturas a través de la matriz con los datos estimados por Lurtek son mas desfavorables que los estructurales, se recomienda la utilización de estos valores para el diseño de los anclajes necesarios para la contención de los empujes del muro de 8m de altura, con un talud superior excavado al 1H1V en los rellenos.

El talud estable estructural es más desfavorable, habiéndose obtenido un valor de 32º para la orientación T-1, entre los pk 0+000 a 18+000; y 42º para la orientación T-2, entre los pk 18+000 a 27+000.

Por tanto los bulbos de anclaje deberán estar colocados por detrás de es inclinación partiendo desde la base del muro anclado, mas el margen de seguridad de al menos 1 m mas.

Se han calculado para anclajes con una inclinación de 2H:1V. No se deberá sobrepasar en ningún momento esta inclinación, pudiéndose reducir hasta un máximo de 4H:1V

La longitud libre de los anclajes se recomienda sea de 6 m de longitud.

La tensión de adherencia límite de la roca se estima en  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  al que hay que aplicar el factor de seguridad que el Proyectista considere necesario, recomendándose en principio debe ser al menos de 2. Por tanto, se aplicaría un valor de  $1.5 \text{ Kg/cm}^2 / \text{F.S.}(2) = 0.75 \text{ Kg/cm}^2$  de adherencia para roca meteorizada. En caso de que se alcance roca sana en las perforaciones de los anclajes, se podría estimar en  $5.0 \text{ Kg/cm}^2$  como adherencia limite, que aplicado el factor de seguridad de 2, daría un adherencia de  $2.5 \text{ Kg/cm}^2$ .

Aun así, se recomienda realizar una prueba de idoneidad y/o tesado a un anclaje de prueba antes de iniciar las perforaciones de manera sistemática para comprobar el buen funcionamiento de los anclajes que se proyecten.

En cualquier caso, para estimar la longitud del bulbo deberán seguirse las recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno H.P.8-96 (versión 19-09-03), ó la Guía para el Diseño y la Ejecución de Anclajes al terreno en obras de carreteras del Ministerio de Fomento.



Finalmente, se recomienda un seguimiento de la obra mediante una asistencia técnica realizada por personal especialista en geotecnia, que compruebe las recomendaciones indicadas e introduzca, en su caso, las modificaciones necesarias.

San Sebastián, a 16 de febrero de 2.010.



Fdo: Ricardo Merino San Martín  
Gerente de LURTEK



Fdo: Patxi Aguirregomezorta Larrea  
Geólogo (Colegiado nº 2175)

## 5.- APENDICES

## 5.1.- ESCALA DE METEORIZACION DEL MACIZO ROCOSO

## ESCALA DE METEORIZACION DEL MACIZO ROCOSO

GRADO DE METEORIZACION	DENOMINACION	CRITERIOS DE RECONOCIMIENTO
I	SANA	ROCA NO METEORIZADA. CONSERVA EL COLOR LUSTROSO EN TODA LA MASA
II	SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE OXIDO	LAS CARAS DE LAS JUNTAS ESTAN MANCHADAS DE OXIDO, PERO EL BLOQUE UNITARIO ENTRE JUNTAS MANTIENE EL COLOR LUSTROSO DE LA ROCA
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	CLARAMENTE METEORIZADA A TRAVES DE LA PETROFABRICA RECONOCIENDOSE EL CAMBIO DE COLOR RESPECTO DE LA ROCA SANA.  TROZOS DE 25 cm <sup>2</sup> DE SECCION NO PUEDEN ROMPERSE A MANO.
IV	MUY METEORIZADA	ROCA INTENSAMENTE METEORIZADA, QUE PUEDE DESMENUZARSE A MANO Y ROMPERSE
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	MATERIAL CON ASPECTO DE SUELO DESCOMPUESTO, PERO CON ESTRUCTURA ORIGINAL RECONOCIBLE



## 5.2.- REGISTRO DE CARACTERES GEOMECÁNICOS

## CARACTERES GEOMECHANICOS DEL MACIZO ROCOSO

ESTUDIO: MURO ANCLADO BCC (MIRAMON)

FECHA: 28/01/10

SITUACION	DISCONTINUIDAD	ORIENTACION		CONTINUIDAD (METROS)		CARACTERISTICAS DE LAS DISCONTINUIDADES								LITOLOGIA	METEORIZACION	CONDICIONES HIDROLOGICAS	R.C.S.
		RUMBO	BUZAMIENTO	SEGÚN RUMBO	SEGÚN BUZAMIENTO	ESPACIADO (METROS)	LONGITUD	APERTURA	RUGOSIDAD	ONDULACION	COLOR	ESPESOR DE RELLENO	TIPO DE RELLENO				
1	E	176	72											F	III-IV		
	E	184	70														
	E	182	75														
	E	182	75														
	J	100	86														
	J	278	80														
	J	272	80														
	J	342	40														
	J	358	48														
	J	002	30														
	J	003	35														
	J	098	65														
2	E	175	75											F	III-IV		
	E	180	75														
	E	178	80														
	J	088	72														
	J	095	55														
	J	351	45														
	J	356	40														

### OBSERVACIONES:

F = ALTERNANCIA DE CALIZAS, CALIZAS ARCILLOSAS, CALIZAS ARENOSAS Y ARGILITAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS. EDAD: CRETACICO SUPERIOR (CAMPANIENSE – MAASTRICHTIENSE).

## CARACTERES GEOMECHANICOS DEL MACIZO ROCOSO

ESTUDIO: MURO ANCLADO BCC (MIRAMON)

FECHA: 28/01/10

SITUACION	DISCONTINUIDAD	ORIENTACION		CONTINUIDAD (METROS)		CARACTERISTICAS DE LAS DISCONTINUIDADES								LITOLOGIA	METEORIZACION	CONDICIONES HIDROLOGICAS	R.C.S.
		RUMBO	BUZAMIENTO	SEGÚN RUMBO	SEGÚN BUZAMIENTO	ESPACIADO (METROS)	LONGITUD	APERTURA	RUGOSIDAD	ONDULACION	COLOR	ESPESOR DE RELLENO	TIPO DE RELLENO				
2	J	358	20											F	III-IV		
	J	356	30														
3	E	179	80											F	III-IV		
	E	178	80														
	J	268	60														
	J	100	68														
	J	276	60														
	J	001	28														
	J	352	40														
4	E	173	75											F	III-IV		
	E	180	80														
	E	176	82														
	J	085	52														
	J	082	48														
	J	338	20														
	J	350	35														
	J	014	32														

OBSERVACIONES:

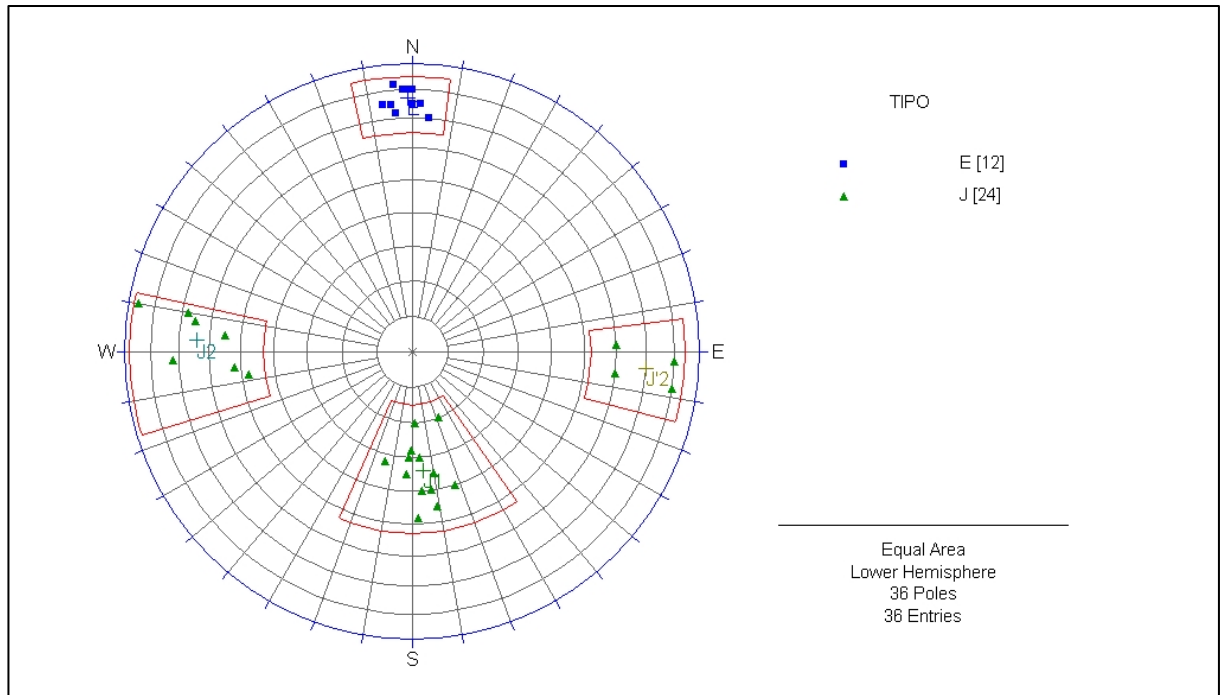
### 5.3.- CALCULOS EFECTUADOS



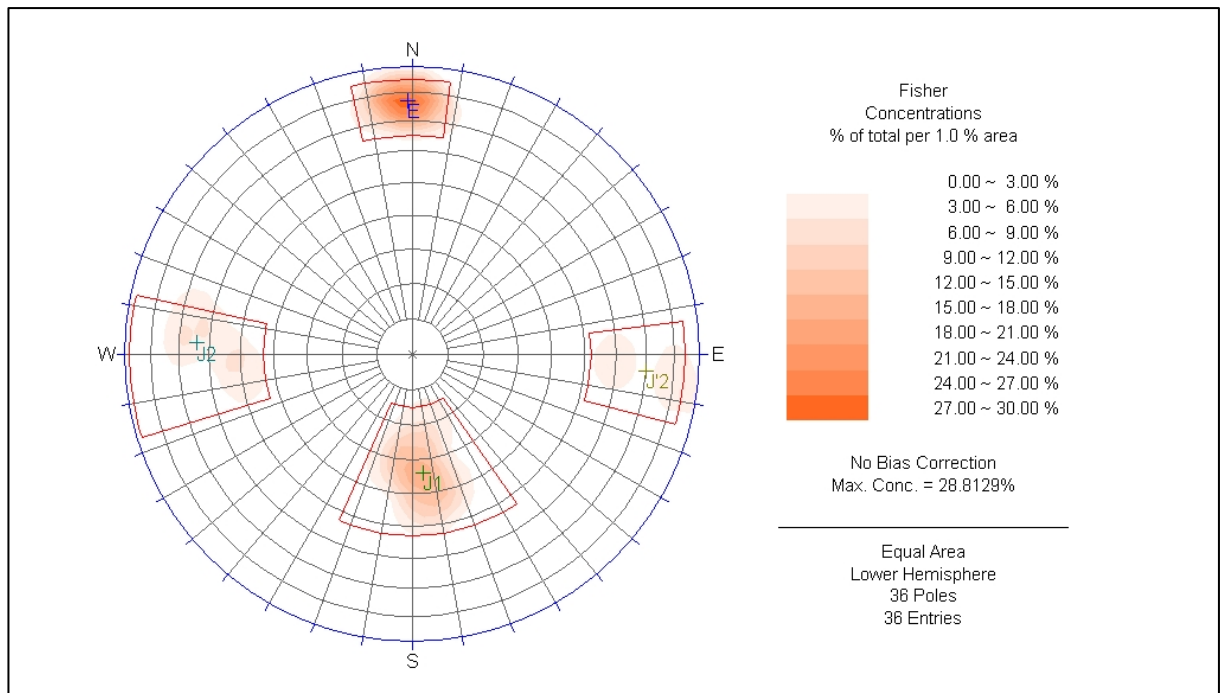
## Cálculos de estabilidad estructural

## **CALCULO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL**

### **REPRESENTACION ESTEREOGRAFICA**

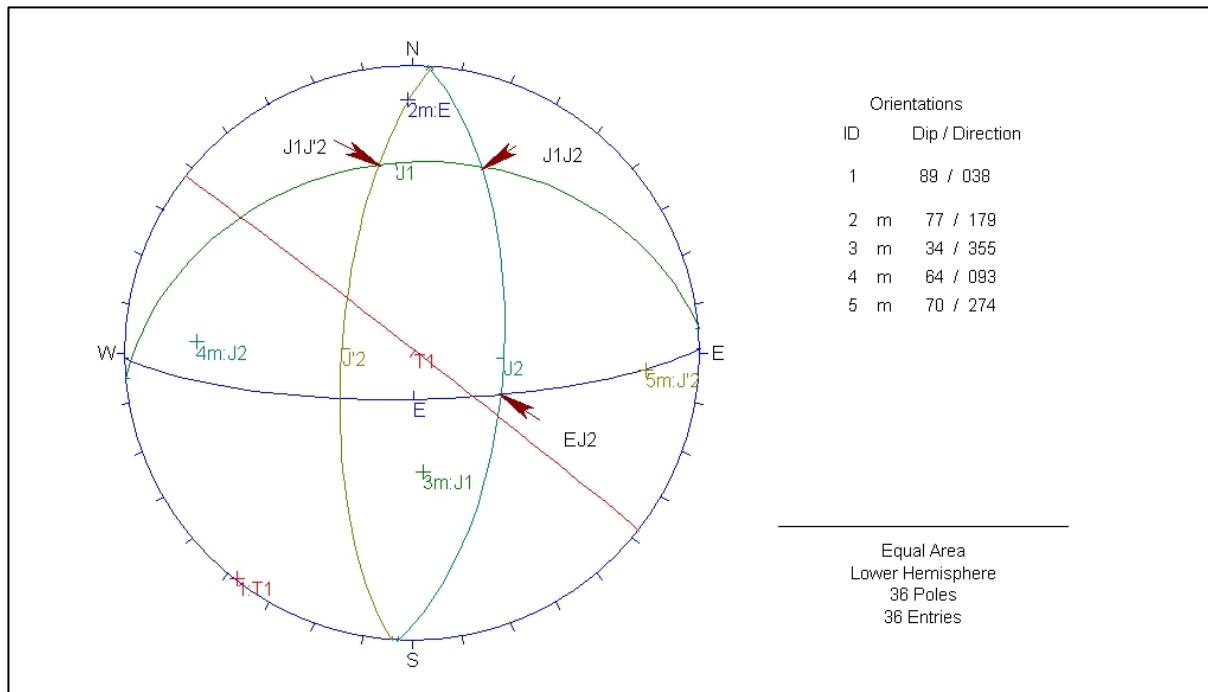


### **AGRUPACION DE POLOS**



### **CONCENTRACION DE POLOS**

## CALCULO DE ESTABILIDAD. TALUD T1.



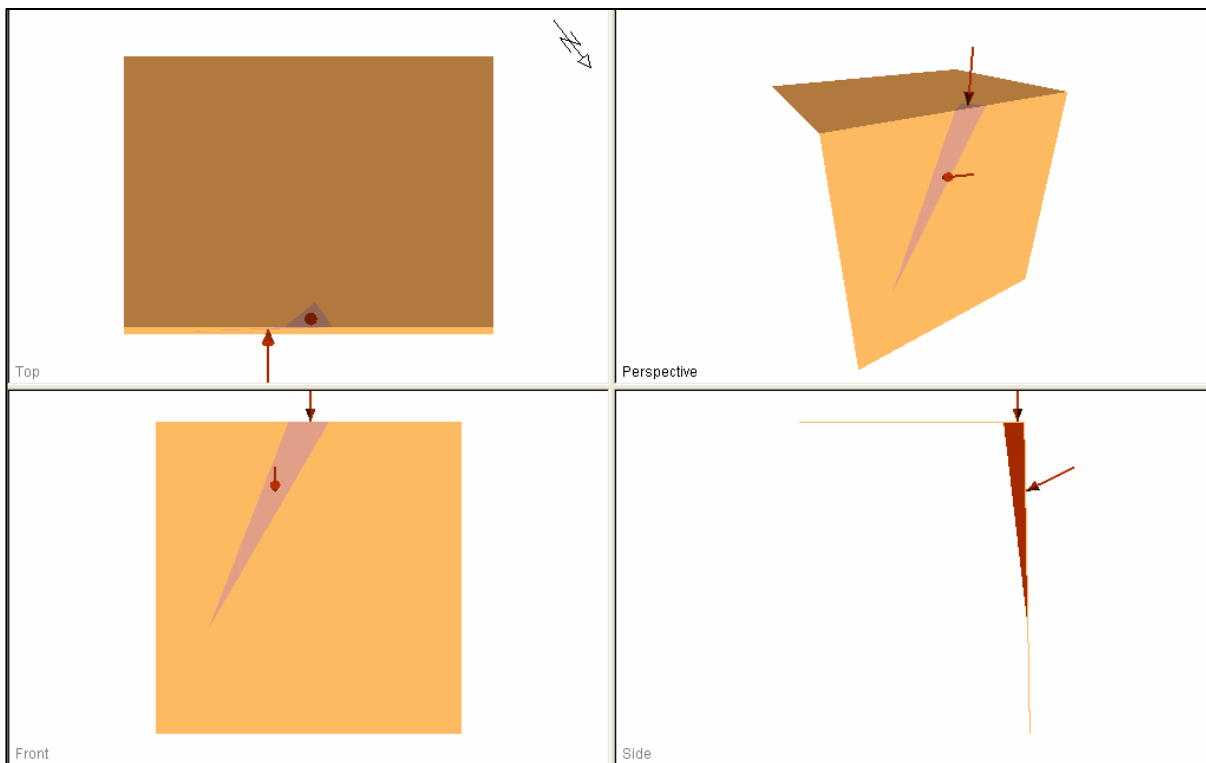
### PARAMETROS GEOMECAICOS UTILIZADOS

FRICCION	$\varphi_E = 15^\circ$	COHESION	$C = 0 \text{ Ton/m}^2$
	$\varphi_J = 30^\circ$		

INTERSECCION CON POSIBILIDAD CINEMATICA DE CAIDA	TIPO DE CAIDA	FACTOR DE SEGURIDAD	ANGULO DE TALUD QUE ELIMINARIA LA INTERSECCION
EJ2	Cuña a través del plano (J1)	0.28	83°
J1J2	Cuña directa a través de la intersección	1.08	32°
J1J'2	Cuña a través del plano (J1)	0.85	45°
CONCLUSIONES :	TALUD ESTABLE 32°		

INTERSECCION	EMPUJE HORIZONTAL H=8.0m F.S.=1.00	TENSION DE ANCLAJE H=8.0m F.S.=1.50
EJ2	0.8 Ton/m <sup>2</sup>	5.00 Ton/m <sup>2</sup>
J1J2	-	4.60 Ton/m <sup>2</sup>
J1J'2	1.20 Ton/m <sup>2</sup>	4.40 Ton/m <sup>2</sup>

## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T1 EJ2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### Swedge Analysis Information

##### Document Name:

T1EJ2.swd

##### Job Title:

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

##### Analysis Results:

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.51096  
Wedge height(on slope)=8 m  
Wedge width(on upper face)=0.805252 m  
Wedge volume=1.67304 m3  
Wedge weight=4.18261 tonnes  
Wedge area (joint1)=5.25287 m2  
Wedge area (joint2)=4.37489 m2  
Wedge area (slope)=6.23394 m2  
Wedge area (upper face)=0.627391 m2  
Normal force (joint1)=21.0562 tonnes  
Normal force (joint2)=25.9486 tonnes  
Driving force=13.6492 tonnes  
Resisting force=20.6234 tonnes

##### Slope Face Pressure:

Trend=218 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=5 tonnes/m2

##### Upper Face Pressure:

Trend=218 deg Plunge=90 deg  
Mode=Active

Pressure=1 tonnes/m2

##### Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&2)

##### Joint Sets 1&2 line of Intersection:

plunge=62.2495 deg, trend=115.027 deg  
length=9.03972 m

##### Trace Lengths:

Joint1 on slope face=8.58339 m  
Joint2 on slope face=9.2621 m  
Joint1 on upper face=1.27956 m  
Joint2 on upper face=0.983032 m

##### Maximum Persistence:

Joint1=9.03972 m  
Joint2=9.2621 m

##### Intersection Angles:

J1&J2 on slope face = 9.02284 deg  
J1&Crest on slope face = 111.224 deg  
J1&Crest on upper face = 39 deg  
J2&Crest on slope face = 59.7535 deg  
J2&Crest on upper face = 55 deg  
J1&2 on upper face = 86 deg

##### Joint Set 1 Data:

dip=77 deg, dip direction=179 deg  
cohesion=0 tonnes/m2, friction angle=15 deg

##### Joint Set 2 Data:

dip=64 deg, dip direction=93 deg  
cohesion=0 tonnes/m2, friction angle=30 deg

##### Slope Data:

dip=89 deg, dip direction=38 deg  
slope height=8 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m3  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

##### Upper Face Data:

dip=0 deg, dip direction=38 deg

##### Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

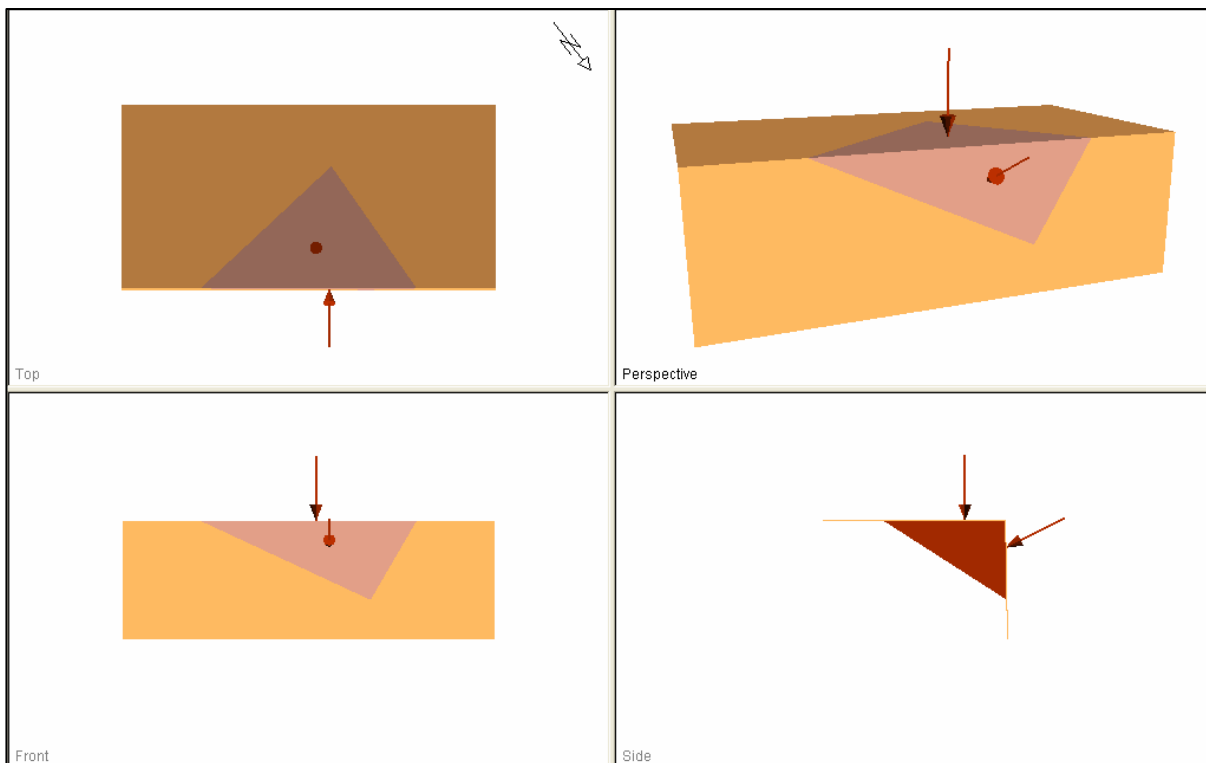
Point 134: -2.53, 1.8, 8

Point 234: -3.76, 2.76, 8

Point 123: -3.81, 1.78, 8



## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T1 J1J2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### **Swedge Analysis Information**

**Document Name:**  
T1J1J2.swd

**Job Title:**  
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

#### **Analysis Results:**

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.5058  
Wedge height(on slope)=8 m  
Wedge width(on upper face)=12.3586 m  
Wedge volume=360.979 m<sup>3</sup>  
Wedge weight=902.448 tonnes  
Wedge area (joint1)=129.624 m<sup>2</sup>  
Wedge area (joint2)=67.1436 m<sup>2</sup>  
Wedge area (slope)=87.6396 m<sup>2</sup>  
Wedge area (upper face)=135.367 m<sup>2</sup>  
Normal force (joint1)=2176.15 tonnes  
Normal force (joint2)=733.897 tonnes  
Driving force=1115.76 tonnes  
Resisting force=1680.12 tonnes

**Slope Face Pressure:**  
Trend=218 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=4.6 tonnes/m<sup>2</sup>

**Upper Face Pressure:**

Trend=218 deg Plunge=90 deg Mode=Active  
Pressure=12 tonnes/m<sup>2</sup>

**Failure Mode:**  
Sliding on intersection line (joints 1&2)

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**  
plunge=31.3748 deg, trend=20.3026 deg  
length=15.3659 m

**Trace Lengths:**  
Joint1 on slope face=19.0072 m  
Joint1 on upper face=9.2621 m  
Joint1 on slope face=18.1212 m  
Joint2 on upper face=15.0871 m

**Maximum Persistence:**  
Joint1=19.0072 m  
Joint2=15.3659 m

**Intersection Angles:**  
J1&J2 on slope face = 95.3514 deg  
J1&Crest on slope face = 24.8951 deg  
J1&Crest on upper face = 43 deg  
J2&Crest on slope face = 59.7535 deg  
J2&Crest on upper face = 55 deg  
J1&2 on upper face = 82 deg

#### **Joint Set 1 Data:**

dip=34 deg, dip direction=355 deg  
cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

#### **Joint Set 2 Data:**

dip=64 deg, dip direction=93 deg  
cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

#### **Slope Data:**

dip=89 deg, dip direction=38 deg  
slope height=8 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m<sup>3</sup>  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

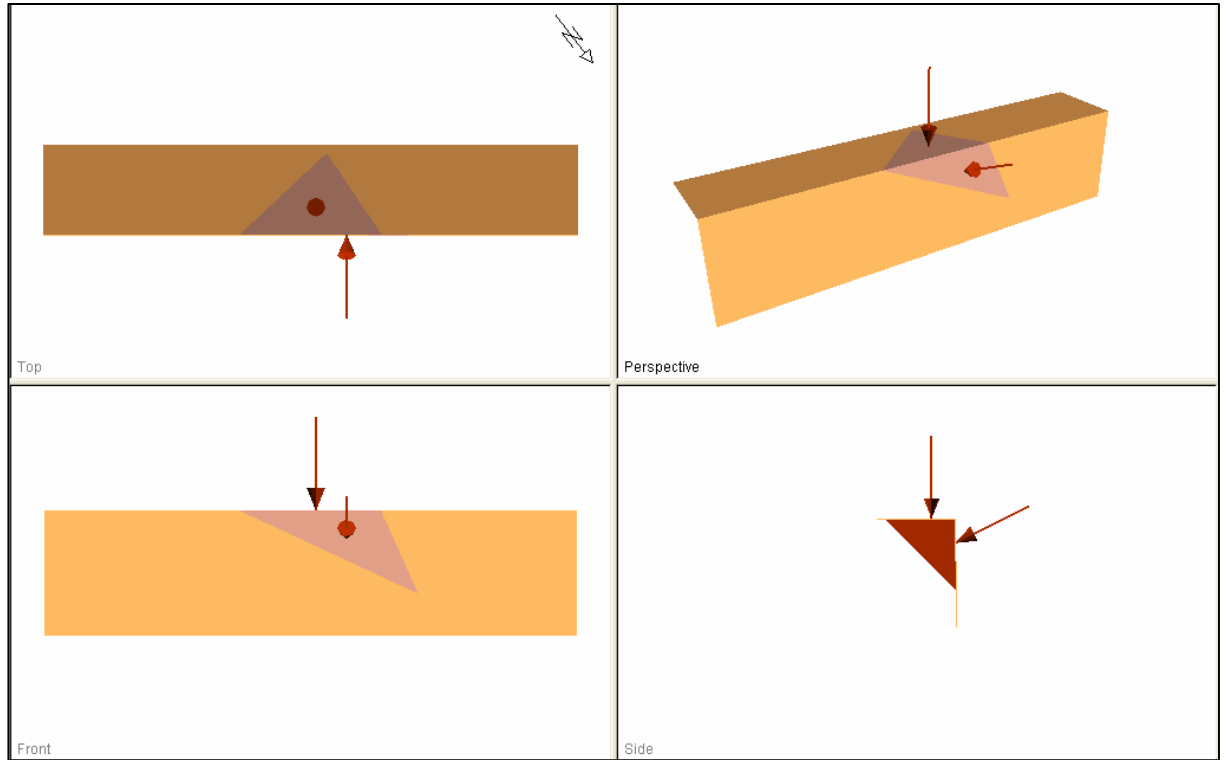
#### **Upper Face Data:**

dip=0 deg, dip direction=38 deg

#### **Wedge Vertices:**

**Coordinates in Easting,Northing,Up Format**  
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope  
Point 124: 0, 0, 0  
Point 134: 13.5, -10.7, 8  
Point 234: -3.76, 2.76, 8  
Point 123: -4.55, -12.3, 8

## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T1 J1J'2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### **Swedge Analysis Information**

**Document Name:**  
T1J1J'2.swd

**Job Title:**  
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

#### **Analysis Results:**

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.51544  
Wedge height(on slope)=8 m  
Wedge width(on upper face)=7.80515 m  
Wedge volume=141.894 m<sup>3</sup>  
Wedge weight=354.734 tonnes  
Wedge area (joint1)=81.8646 m<sup>2</sup>  
Wedge area (joint2)=40.0757 m<sup>2</sup>  
Wedge area (slope)=54.5468 m<sup>2</sup>  
Wedge area (upper face)=53.2101 m<sup>2</sup>  
Normal force (joint1)=883.271 tonnes  
Normal force (joint2)=126.917 tonnes  
Driving force=384.859 tonnes  
Resisting force=583.232 tonnes

**Slope Face Pressure:**  
Trend=218 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=4.4 tonnes/m<sup>2</sup>

**Upper Face Pressure:**

Trend=218 deg Plunge=90 deg Mode=Active  
Pressure=8.3 tonnes/m<sup>2</sup>

**Failure Mode:**  
Sliding on intersection line (joints 1&2)

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**  
plunge=33.8925 deg, trend=349.847 deg  
length=14.3463 m

**Trace Lengths:**  
Joint1 on slope face=19.0072 m  
Joint2 on slope face=8.77643 m  
Joint1 on upper face=11.4445 m  
Joint2 on upper face=9.41471 m

**Maximum Persistence:**  
Joint1=19.0072 m  
Joint2=14.3463 m

**Intersection Angles:**  
J1&J2 on slope face = 40.8423 deg  
J1&Crest on slope face = 24.8951 deg  
J1&Crest on upper face = 43 deg  
J2&Crest on slope face = 114.263 deg  
J2&Crest on upper face = 56 deg  
J1&2 on upper face = 81 deg

#### **Joint Set 1 Data:**

dip=34 deg, dip direction=355 deg

cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

#### **Joint Set 2 Data:**

dip=70 deg, dip direction=274 deg  
cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

#### **Slope Data:**

dip=89 deg, dip direction=38 deg  
slope height=8 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m<sup>3</sup>  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

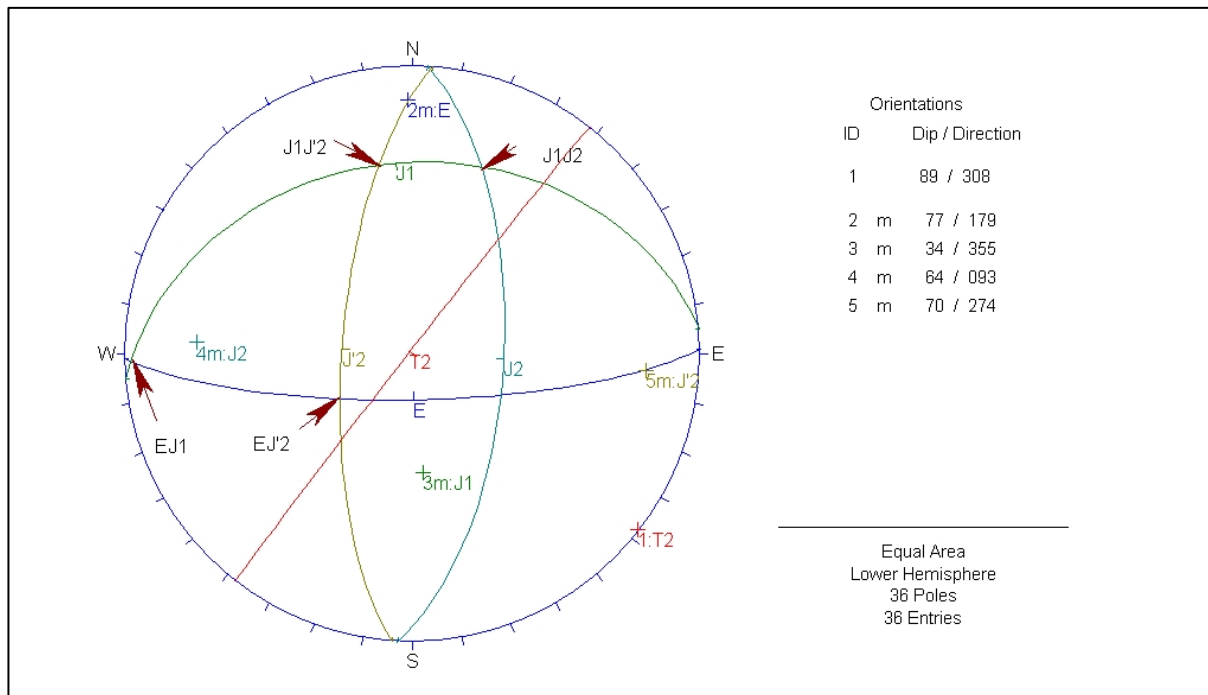
#### **Upper Face Data:**

dip=0 deg, dip direction=38 deg

#### **Wedge Vertices:**

**Coordinates in Easting,Northing,Up Format**  
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope  
Point 124: 0, 0, 0  
Point 134: 13.5, -10.7, 8  
Point 234: 2.76, -2.33, 8  
Point 123: 2.1, -11.7, 8

## CALCULO DE ESTABILIDAD. TALUD T2.



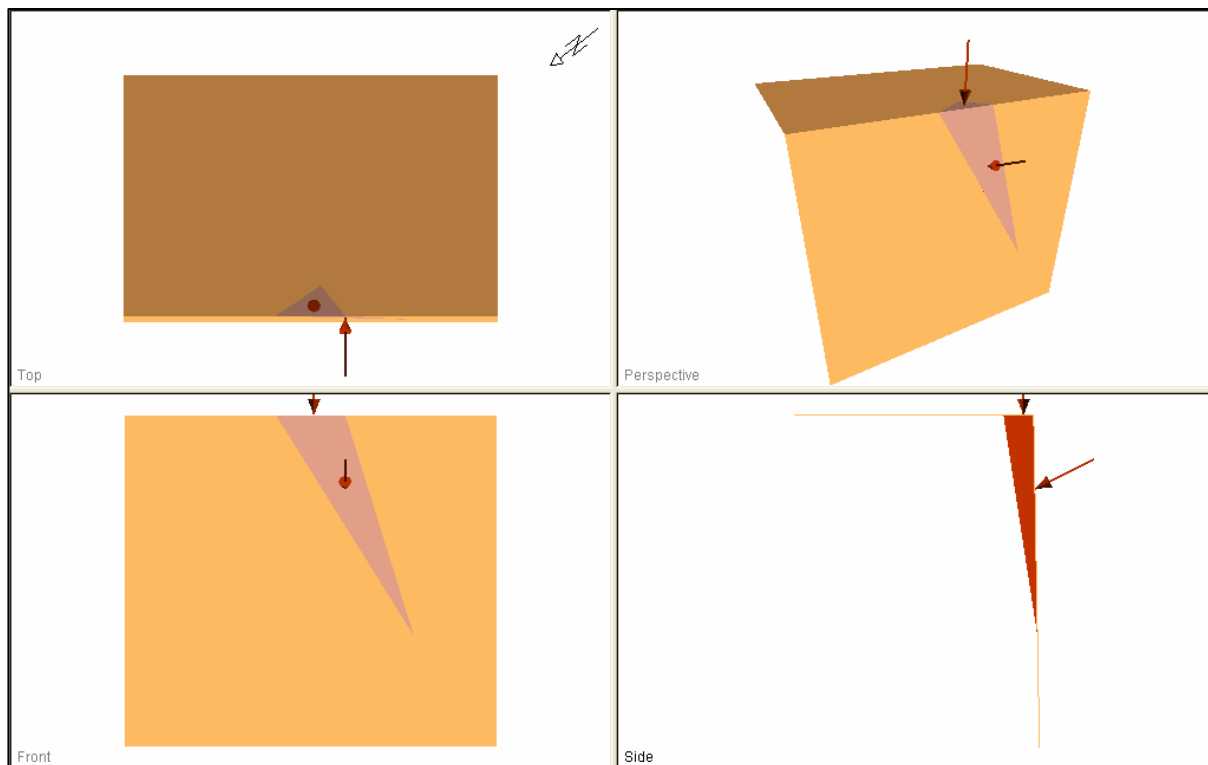
### PARAMETROS GEOMECANICOS UTILIZADOS

FRICCION	$\varphi_E = 15^\circ$	COHESION	$C = 0 \text{ Ton/m}^2$
	$\varphi_J = 30^\circ$		

INTERSECCION CON POSIBILIDAD CINEMATICA DE CAIDA	TIPO DE CAIDA	FACTOR DE SEGURIDAD	ANGULO DE TALUD QUE ELIMINARIA LA INTERSECCION
EJ1	Cuña directa a través de la intersección	18.72	3°
EJ'2	Cuña a través del plano (J'2)	0.21	81°
J1J2	Cuña a través del plano (J1)	0.85	63°
J1J'2	Cuña directa a través de la intersección	0.88	42°
CONCLUSIONES :		TALUD ESTABLE 42°	

INTERSECCION	EMPUJE HORIZONTAL H=6.0m F.S.=1.00	TENSION DE ANCLAJE H=6.0m F.S.=1.50
EJ'2	0.90 Ton/m <sup>2</sup>	5.50 Ton/m <sup>2</sup>
J1J2	0.50 Ton/m <sup>2</sup>	2.00 Ton/m <sup>2</sup>
J1J'2	0.80 Ton/m <sup>2</sup>	4.05 Ton/m <sup>2</sup>

## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T2 EJ'2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### **Swedge Analysis Information**

**Document Name:**  
T2EJ'2.swd

**Job Title:**  
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

#### **Analysis Results:**

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.50615  
Wedge height(on slope)=6 m  
Wedge width(on upper face)=0.821342 m  
Wedge volume=1.54642 m<sup>3</sup>  
Wedge weight=3.86606 tonnes  
Wedge area (joint1)=3.25401 m<sup>2</sup>  
Wedge area (joint2)=4.68919 m<sup>2</sup>  
Wedge area (slope)=5.64926 m<sup>2</sup>  
Wedge area (upper face)=0.773212 m<sup>2</sup>  
Normal force (joint1)=12.7996 tonnes  
Normal force (joint2)=27.9673 tonnes  
Driving force=12.9977 tonnes  
Resisting force=19.5766 tonnes

**Slope Face Pressure:**  
Trend=128 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=5.5 tonnes/m<sup>2</sup>

**Upper Face Pressure:**

Trend=128 deg Plunge=90 deg Mode=Active  
Pressure=1.05 tonnes/m<sup>2</sup>

**Failure Mode:**  
Sliding on intersection line (joints 1&2)

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**  
plunge=65.8011 deg, trend=238.087 deg  
length=6.57802 m

**Trace Lengths:**  
Joint1 on slope face=6.28471 m  
Joint2 on slope face=7.07628 m  
Joint1 on upper face=1.05687 m  
Joint2 on upper face=1.4688 m

**Maximum Persistence:**  
Joint1=6.57802 m  
Joint2=7.07628 m

**Intersection Angles:**  
J1&J2 on slope face = 14.7177 deg  
J1&Crest on slope face = 107.284 deg  
J1&Crest on upper face = 51 deg  
J2&Crest on slope face = 57.9983 deg  
J2&Crest on upper face = 34 deg  
J1&2 on upper face = 95 deg

#### **Joint Set 1 Data:**

dip=77 deg, dip direction=179 deg

cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=15 deg

#### **Joint Set 2 Data:**

dip=70 deg, dip direction=274 deg  
cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

#### **Slope Data:**

dip=89 deg, dip direction=308 deg  
slope height=6 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m<sup>3</sup>  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

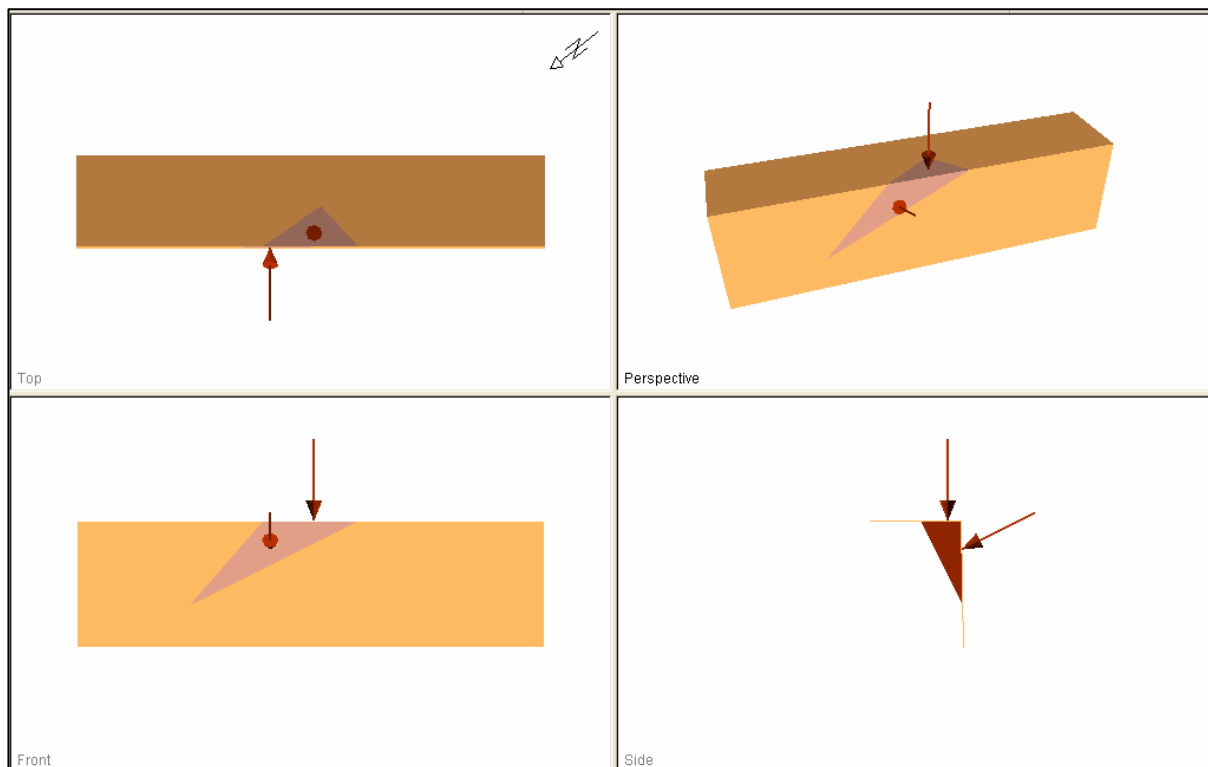
#### **Upper Face Data:**

dip=0 deg, dip direction=308 deg

#### **Wedge Vertices:**

**Coordinates in Easting,Northing,Up Format**  
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope  
Point 124: 0, 0, 0  
Point 134: 1.23, 1.41, 6  
Point 234: 2.39, 2.89, 6  
Point 123: 2.29, 1.43, 6

## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T2 J1J2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### **Swedge Analysis Information**

**Document Name:**  
T2J1J2.swd

**Job Title:**  
SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

#### **Analysis Results:**

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.50447  
Wedge height(on slope)=6 m  
Wedge width(on upper face)=2.88632 m  
Wedge volume=19.6663 m3  
Wedge weight=49.1658 tonnes  
Wedge area (joint1)=21.1727 m2  
Wedge area (joint2)=16.7963 m2  
Wedge area (slope)=20.444 m2  
Wedge area (upper face)=9.83316 m2  
Normal force (joint1)=102.714 tonnes  
Normal force (joint2)=12.0167 tonnes  
Driving force=44.0289 tonnes  
Resisting force=66.2401 tonnes

**Slope Face Pressure:**  
Trend=128 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=2 tonnes/m2

**Upper Face Pressure:**

Trend=128 deg Plunge=90 deg Mode=Active  
Pressure=3.6 tonnes/m2

**Failure Mode:**  
Sliding on intersection line (joints 1&2)

**Joint Sets 1&2 line of Intersection:**  
plunge=31.3748 deg, trend=20.3026 deg  
length=11.5244 m

**Trace Lengths:**  
Joint1 on slope face=13.4752 m  
Joint2 on slope face=7.97434 m  
Joint1 on upper face=3.94655 m  
Joint2 on upper face=5.03215 m

**Maximum Persistence:**  
Joint1=13.4752 m  
Joint2=11.5244 m

**Intersection Angles:**  
J1&J2 on slope face = 22.3653 deg  
J1&Crest on slope face = 26.4445 deg  
J1&Crest on upper face = 47 deg  
J2&Crest on slope face = 131.19 deg  
J2&Crest on upper face = 35 deg  
J1&2 on upper face = 98 deg

#### **Joint Set 1 Data:**

dip=34 deg, dip direction=355 deg  
cohesion=0 tonnes/m2, friction angle=30 deg

#### **Joint Set 2 Data:**

dip=64 deg, dip direction=93 deg  
cohesion=0 tonnes/m2, friction angle=30 deg

#### **Slope Data:**

dip=89 deg, dip direction=308 deg  
slope height=6 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m3  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

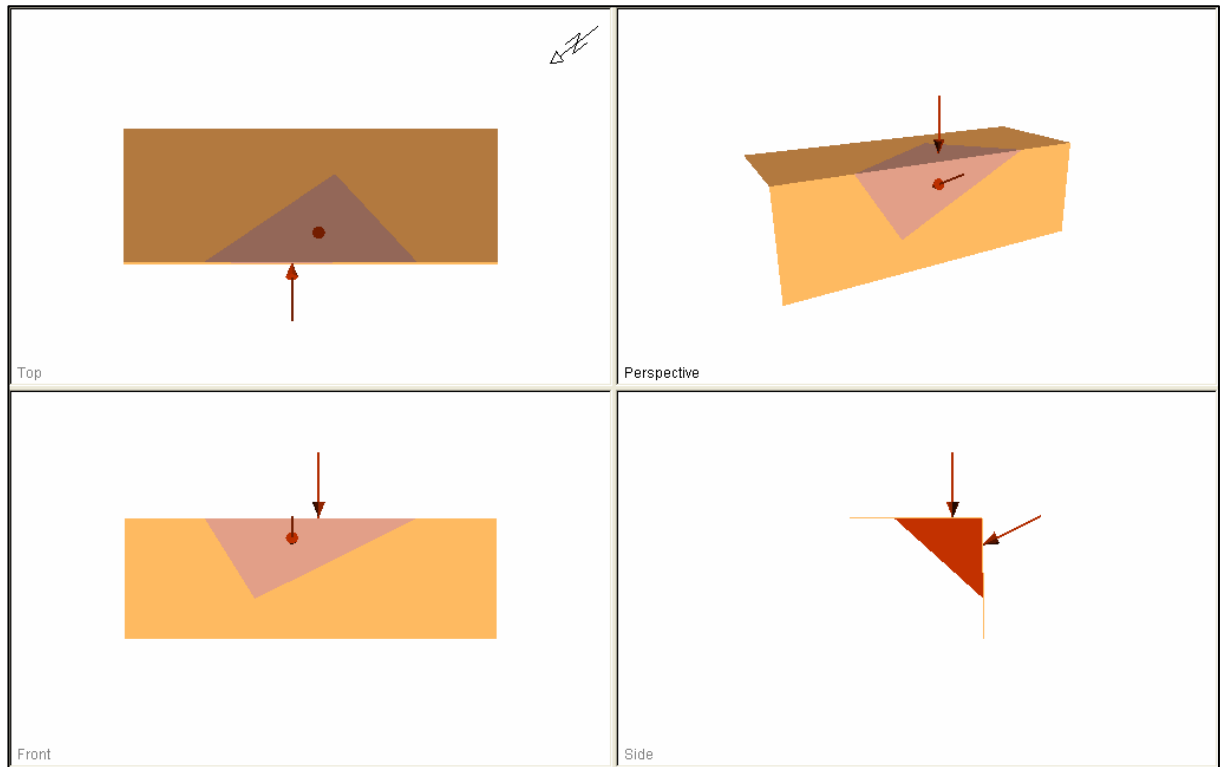
#### **Upper Face Data:**

dip=0 deg, dip direction=308 deg

#### **Wedge Vertices:**

**Coordinates in Easting,Northing,Up Format**  
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope  
Point 124: 0, 0, 0  
Point 134: -7.35, -9.57, 6  
Point 234: -3.15, -4.2, 6  
Point 123: -3.41, -9.23, 6

## CALCULO DE EMPUJES. TALUD T2 J1J'2 REPRESENTACION DE LA INTERSECCION EN EL TALUD



### DATOS DE CALCULO

#### ***Sledge Analysis Information***

##### **Document Name:**

T2J1J'2.swd

##### **Job Title:**

SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

##### **Analysis Results:**

Analysis type=Deterministic  
Safety Factor=1.50858  
Wedge height(on slope)=6 m  
Wedge width(on upper face)=6.54855 m  
Wedge volume=103.567 m<sup>3</sup>  
Wedge weight=258.918 tonnes  
Wedge area (joint1)=48.0372 m<sup>2</sup>  
Wedge area (joint2)=37.3869 m<sup>2</sup>  
Wedge area (slope)=47.453 m<sup>2</sup>  
Wedge area (upper face)=51.7835 m<sup>2</sup>  
Normal force (joint1)=593.82 tonnes  
Normal force (joint2)=158.661 tonnes  
Driving force=287.983 tonnes  
Resisting force=434.445 tonnes

##### **Slope Face Pressure:**

Trend=128 deg Plunge=26.5 deg  
Mode=Active  
Pressure=4.05 tonnes/m<sup>2</sup>

##### **Upper Face Pressure:**

Trend=128 deg Plunge=90 deg Mode=Active  
Pressure=7 tonnes/m<sup>2</sup>

##### **Failure Mode:**

Sliding on intersection line (joints 1&2)

##### **Joint Sets 1&2 line of Intersection:**

plunge=33.8925 deg, trend=349.847 deg  
length=10.7597 m

##### **Trace Lengths:**

Joint1 on slope face=13.4752 m  
Joint2 on slope face=7.07628 m  
Joint1 on upper face=8.95402 m  
Joint2 on upper face=11.7107 m

##### **Maximum Persistence:**

Joint1=13.4752 m  
Joint2=11.7107 m

##### **Intersection Angles:**

J1&J2 on slope face = 95.5572 deg  
J1&Crest on slope face = 26.4445 deg  
J1&Crest on upper face = 47 deg  
J2&Crest on slope face = 57.9983 deg  
J2&Crest on upper face = 34 deg  
J1&2 on upper face = 99 deg

##### **Joint Set 1 Data:**

dip=34 deg, dip direction=355 deg

cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

##### **Joint Set 2 Data:**

dip=70 deg, dip direction=274 deg  
cohesion=0 tonnes/m<sup>2</sup>, friction angle=30 deg

##### **Slope Data:**

dip=89 deg, dip direction=308 deg  
slope height=6 meters  
rock unit weight=2.5 tonnes/m<sup>3</sup>  
Water pressures in the slope=NO  
Overhanging slope face=NO  
Externally applied force=NO  
Tension crack=NO

##### **Upper Face Data:**

dip=0 deg, dip direction=308 deg

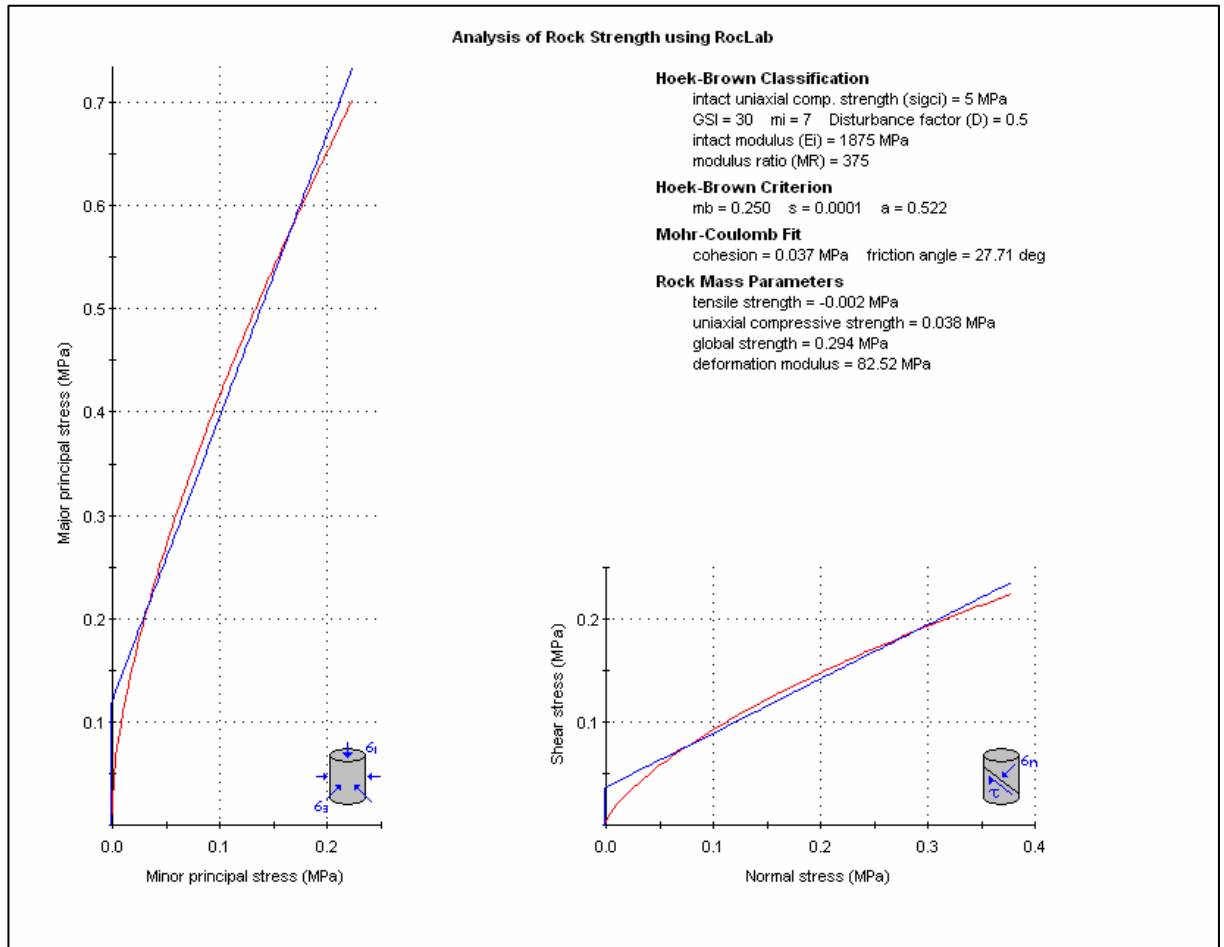
##### **Wedge Vertices:**

**Coordinates in Easting,Northing,Up Format**  
1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope  
Point 124: 0, 0, 0  
Point 134: -7.35, -9.57, 6  
Point 234: 2.39, 2.89, 6  
Point 123: 1.57, -8.79, 6

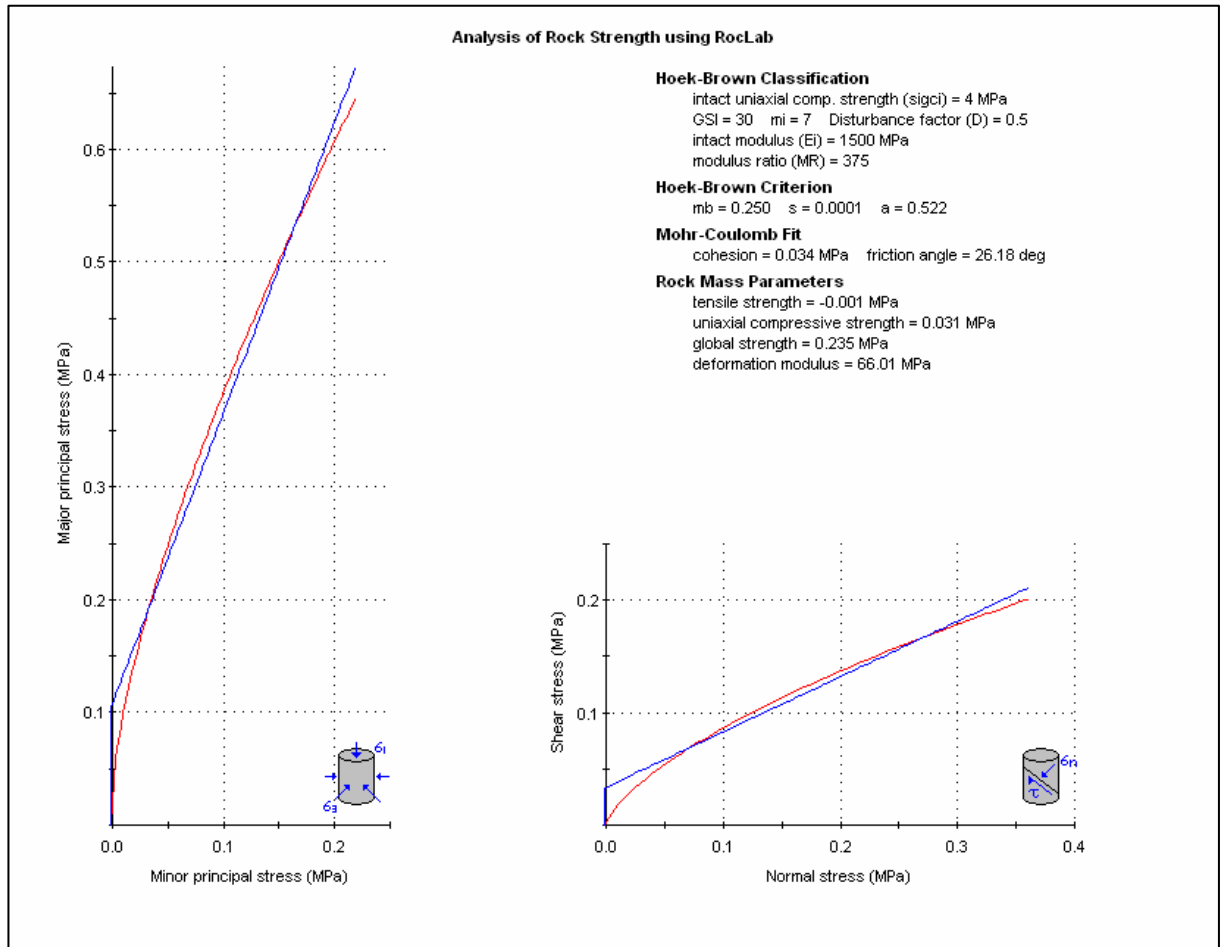


## Estimación de parámetros geotécnicos mediante RocLab

ESTUDIO: MURO ANCLADO EN BCC MIRAMON (DONOSTIA)

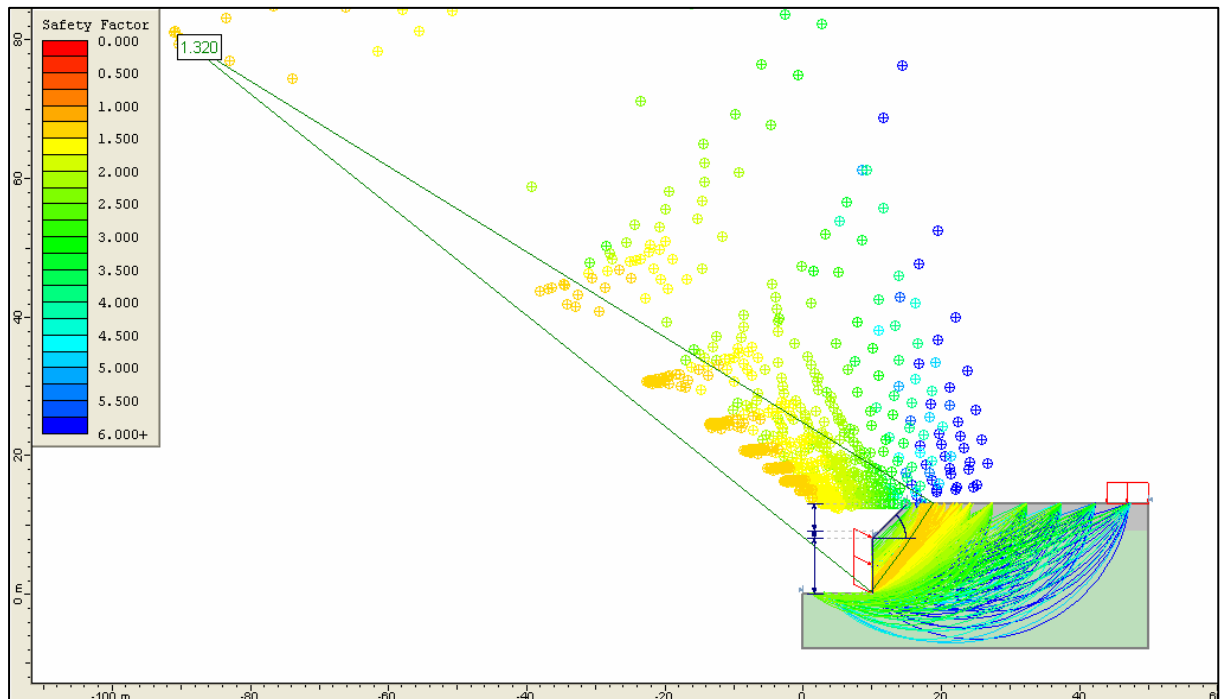
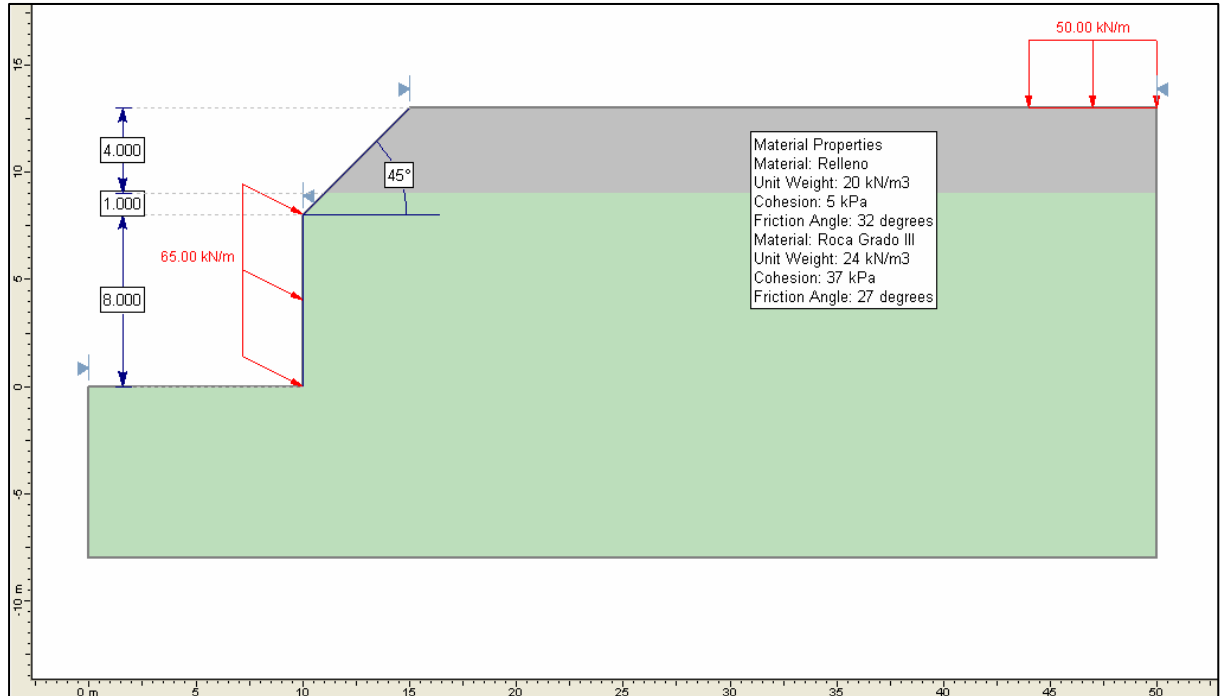


ESTUDIO: MURO ANCLADO EN BCC MIRAMON (DONOSTIA)



## Cálculos de estabilidad frente a roturas circulares (Spencer)

**PERFIL DE CALCULO: MURO ANCLADO H=8.0m TALUD SUPERIOR 1H1V F.S.=1.30  
METODO SPENCER: CIRCULOS DE CALCULO Y MINIMO FACTOR DE SEGURIDAD**



## DATOS DE CALCULO

### **Slide Analysis Information**

#### Document Name

File Name: slide1.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive  
Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids:  
Off  
Random Numbers: Pseudo-random  
Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method:  
Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice  
force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension  
Crack

#### Loading

2 Distributed Loads present:  
Distributed Load #1 Constant  
Distribution, Orientation: Angle to  
horizontal, Angle: 333.50 degrees,  
Magnitude: 65 kN/m  
Distributed Load #2 Constant  
Distribution, Orientation: Vertical,  
Magnitude: 50 kN/m

#### Material Properties

Material: Relleno  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

Material: Roca Grado III  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 24 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 37 kPa  
Friction Angle: 27 degrees  
Water Surface: None

#### Global Minimums

Method: ordinary/fellenius  
FS: 1.291370  
Center: -96.695, 79.946  
Radius: 133.318  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.009  
Right Slip Surface Endpoint: 18.596,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.596 13.000  
Resisting Moment=131909 kN-m  
Driving Moment=102147 kN-m

Method: bishop simplified  
FS: 1.295780  
Center: -98.034, 79.725  
Radius: 134.261  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.009  
Right Slip Surface Endpoint: 18.472,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.472 13.000  
Resisting Moment=131928 kN-m  
Driving Moment=101813 kN-m

Method: janbu simplified  
FS: 1.318080  
Center: -41.008, 43.100  
Radius: 66.773  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.009  
Right Slip Surface Endpoint: 18.596,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.596 13.000  
Resisting Horizontal Force=601.566 kN  
Driving Horizontal Force=456.397 kN

Method: janbu corrected  
FS: 1.330540  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=609.767 kN  
Driving Horizontal Force=458.285 kN

Method: spencer  
FS: 1.320130

Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Moment=130823 kN-m  
Driving Moment=99098.9 kN-m  
Resisting Horizontal Force=604.514 kN  
Driving Horizontal Force=457.921 kN

Method: corp of eng#1  
FS: 1.338630  
Center: -92.032, 79.733  
Radius: 129.389  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 18.819,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.819 13.000  
Resisting Horizontal Force=589.685 kN  
Driving Horizontal Force=440.515 kN

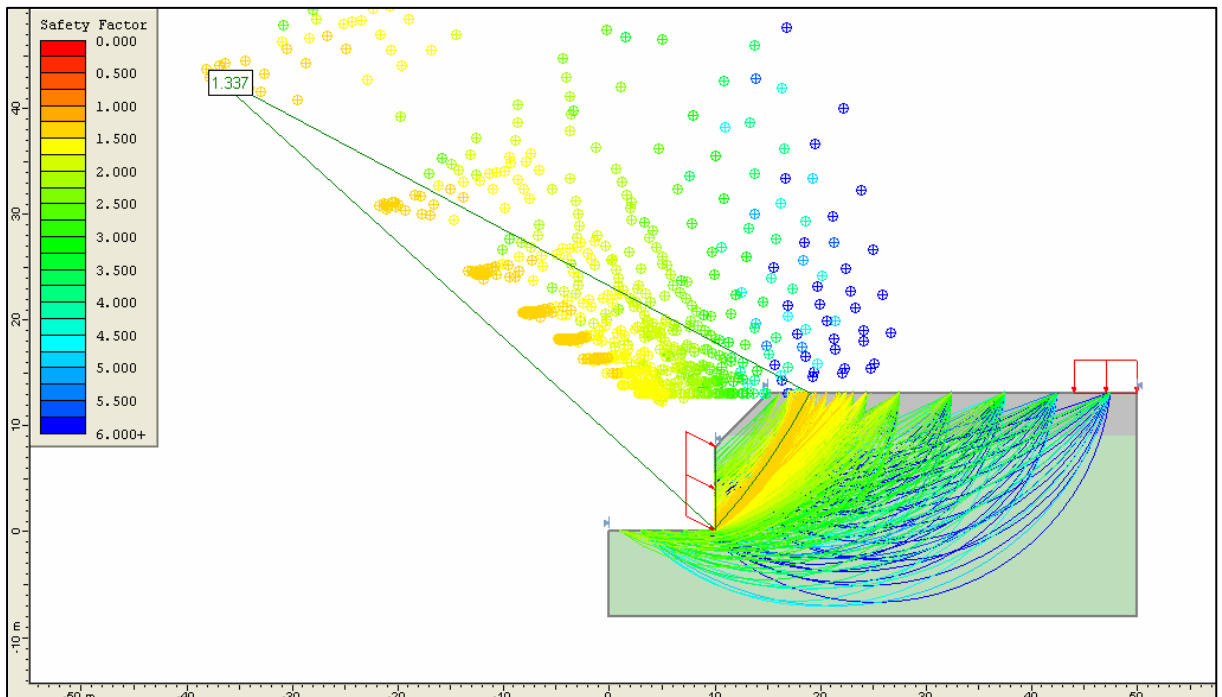
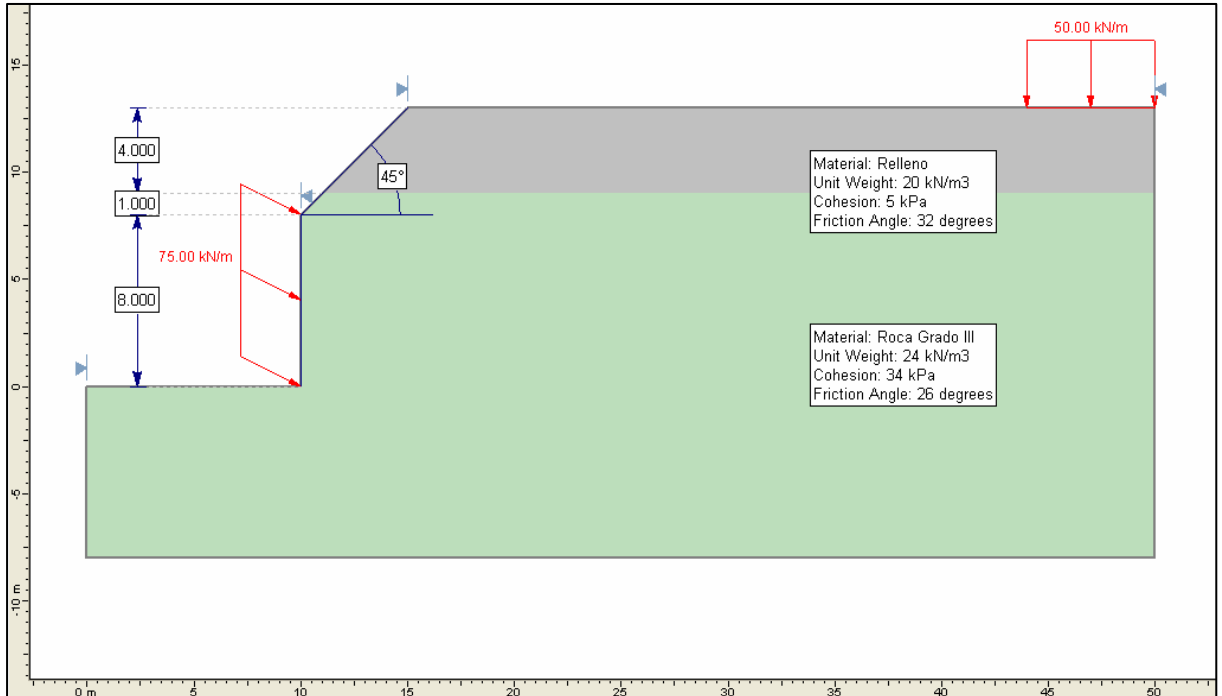
Method: corp of eng#2  
FS: 1.337240  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=609.533 kN  
Driving Horizontal Force=455.816 kN

Method: lowe-karafiath  
FS: 1.336120  
Center: -92.032, 79.733  
Radius: 129.389  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 18.819,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.819 13.000  
Resisting Horizontal Force=589.678 kN  
Driving Horizontal Force=441.337 kN

Method: gle/morgenstern-price  
FS: 1.329030  
Center: -90.401, 79.297  
Radius: 127.767  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.278  
Right Slip Surface Endpoint: 18.819,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.819 13.000  
Resisting Moment=127072 kN-m  
Driving Moment=95612.8 kN-m  
Resisting Horizontal Force=583.182 kN  
Driving Horizontal Force=438.804 kN



**PERFIL DE CALCULO: MURO ANCLADO H=8.0m TALUD SUPERIOR 1H1V F.S.=1.30  
METODO SPENCER: CIRCULOS DE CALCULO Y MINIMO FACTOR DE SEGURIDAD**



## DATOS DE CALCULO

### **Slide Analysis Information**

#### Document Name

File Name: slide4.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive  
Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids:  
Off  
Random Numbers: Pseudo-random  
Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method:  
Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice  
force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension  
Crack

#### Loading

2 Distributed Loads present:  
Distributed Load #1 Constant  
Distribution, Orientation: Angle to  
horizontal, Angle: 333.50 degrees,  
Magnitude: 75 kN/m  
Distributed Load #2 Constant  
Distribution, Orientation: Vertical,  
Magnitude: 50 kN/m

#### Material Properties

Material: Relleno  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

Material: Roca Grado III  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 24 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 34 kPa  
Friction Angle: 26 degrees  
Water Surface: None

#### Global Minimums

Method: ordinary/fellenius  
FS: 1.289140  
Center: -99.204, 79.568  
Radius: 135.114  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.005  
Right Slip Surface Endpoint: 18.374,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.374 13.000  
Resisting Moment=129126 kN-m  
Driving Moment=100164 kN-m

Method: bishop simplified  
FS: 1.294540  
Center: -99.598, 79.507  
Radius: 135.397  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.005  
Right Slip Surface Endpoint: 18.339,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.339 13.000  
Resisting Moment=129570 kN-m  
Driving Moment=100090 kN-m

Method: janbu simplified  
FS: 1.323430  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=595.12 kN  
Driving Horizontal Force=449.681 kN

Method: janbu corrected  
FS: 1.333350  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=599.584 kN  
Driving Horizontal Force=449.681 kN

Method: spencer  
FS: 1.336650

Center: -37.558, 43.214  
Radius: 64.147  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Moment=66288 kN-m  
Driving Moment=49592.5 kN-m  
Resisting Horizontal Force=629.213 kN  
Driving Horizontal Force=470.738 kN

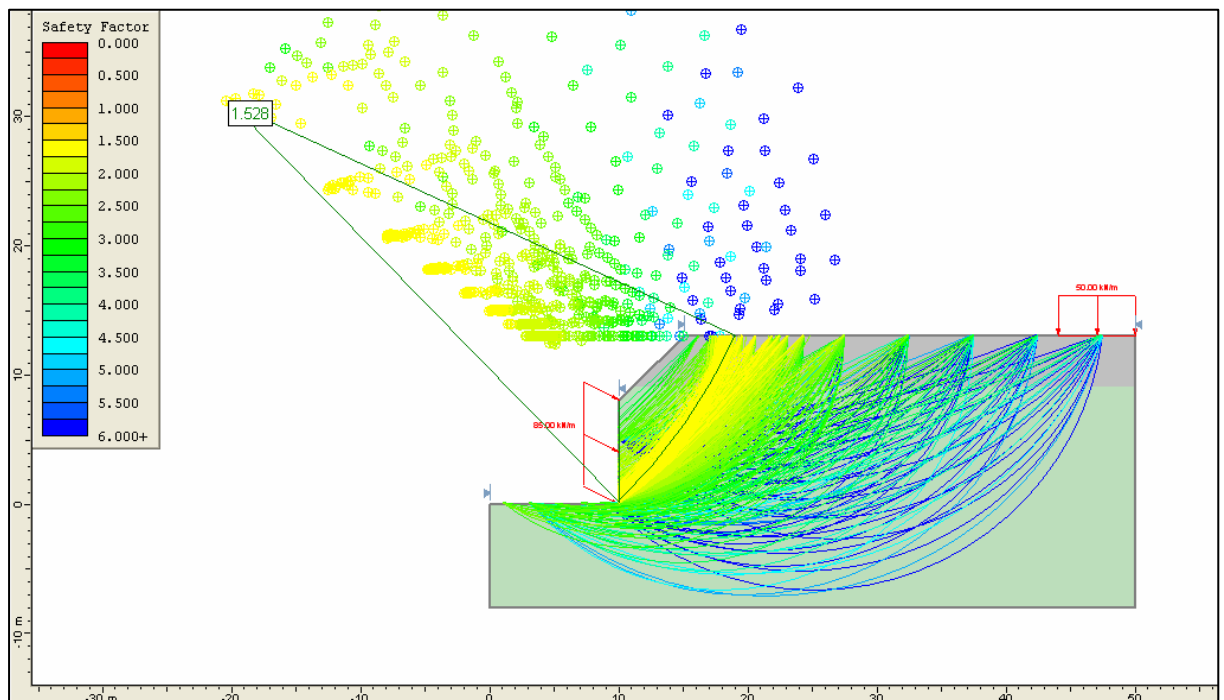
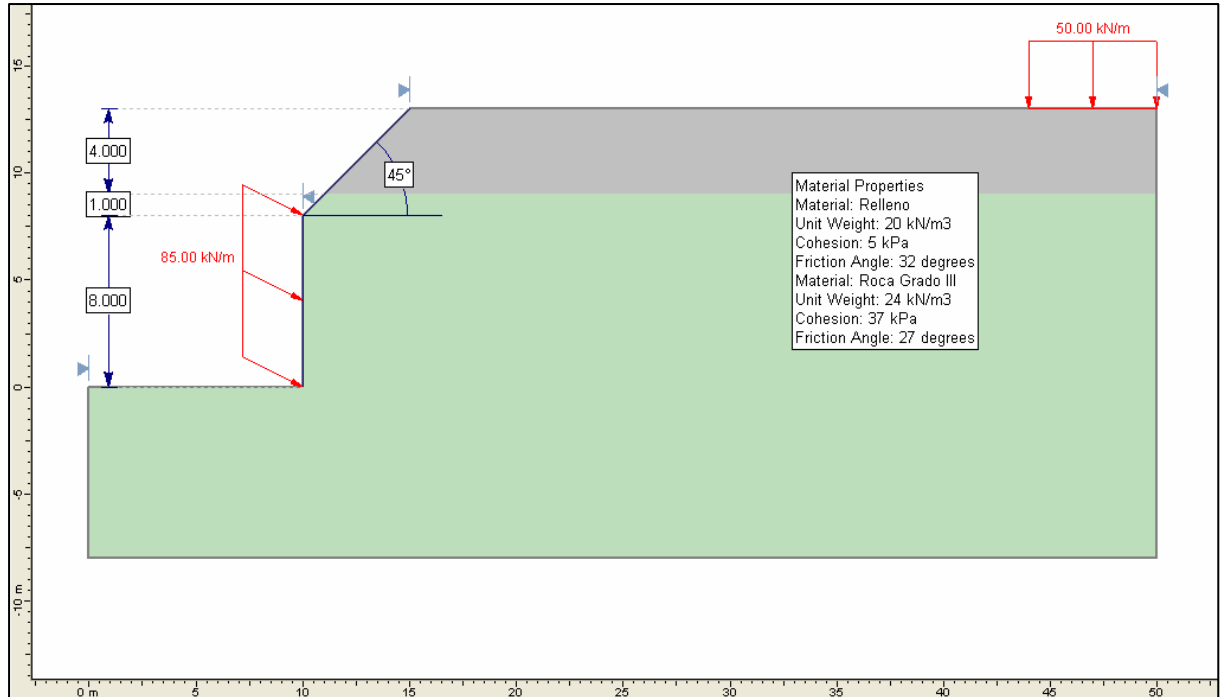
Method: corp of eng#1  
FS: 1.341130  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=596.795 kN  
Driving Horizontal Force=444.993 kN

Method: corp of eng#2  
FS: 1.342620  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=599.893 kN  
Driving Horizontal Force=446.806 kN

Method: lowe-karafiath  
FS: 1.343020  
Center: -90.023, 80.122  
Radius: 128.053  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=597.607 kN  
Driving Horizontal Force=444.973 kN

Method: gle/morgenstern-price  
FS: 1.325280  
Center: -91.027, 81.086  
Radius: 129.413  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.208  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Moment=129376 kN-m  
Driving Moment=97622.1 kN-m  
Resisting Horizontal Force=593.295 kN  
Driving Horizontal Force=447.676 kN

**PERFIL DE CALCULO: MURO ANCLADO H=8.0m TALUD SUPERIOR 1H1V F.S.=1.50  
METODO SPENCER: CIRCULOS DE CALCULO Y MINIMO FACTOR DE SEGURIDAD**



## DATOS DE CALCULO

### **Slide Analysis Information**

#### Document Name

File Name: slide2.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive  
Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids:  
Off  
Random Numbers: Pseudo-random  
Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method:  
Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice  
force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension  
Crack

#### Loading

2 Distributed Loads present:  
Distributed Load #1 Constant  
Distribution, Orientation: Angle to  
horizontal, Angle: 333.50 degrees,  
Magnitude: 85 kN/m  
Distributed Load #2 Constant  
Distribution, Orientation: Vertical,  
Magnitude: 50 kN/m

#### Material Properties

Material: Relleno  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

Material: Roca Grado III  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 24 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 37 kPa  
Friction Angle: 27 degrees  
Water Surface: None

#### Global Minimums

Method: ordinary/fellenius  
FS: 1.441350  
Center: -99.452, 79.515  
Radius: 135.282  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.007  
Right Slip Surface Endpoint: 18.349,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.349 13.000  
Resisting Moment=142043 kN-m  
Driving Moment=98549.1 kN-m

Method: bishop simplified  
FS: 1.448040  
Center: -100.326, 79.380  
Radius: 135.911  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.007  
Right Slip Surface Endpoint: 18.273,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.273 13.000  
Resisting Moment=142526 kN-m  
Driving Moment=98427.2 kN-m

Method: janbu simplified  
FS: 1.507190  
Center: -37.558, 43.214  
Radius: 64.147  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=692.478 kN  
Driving Horizontal Force=459.451 kN

Method: janbu corrected  
FS: 1.529320  
Center: -37.558, 43.214  
Radius: 64.147  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=702.648 kN  
Driving Horizontal Force=459.451 kN

Method: spencer  
FS: 1.527640

Center: -19.981, 30.849  
Radius: 42.899  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Moment=50096.4 kN-m  
Driving Moment=32793.4 kN-m  
Resisting Horizontal Force=728.805 kN  
Driving Horizontal Force=477.079 kN

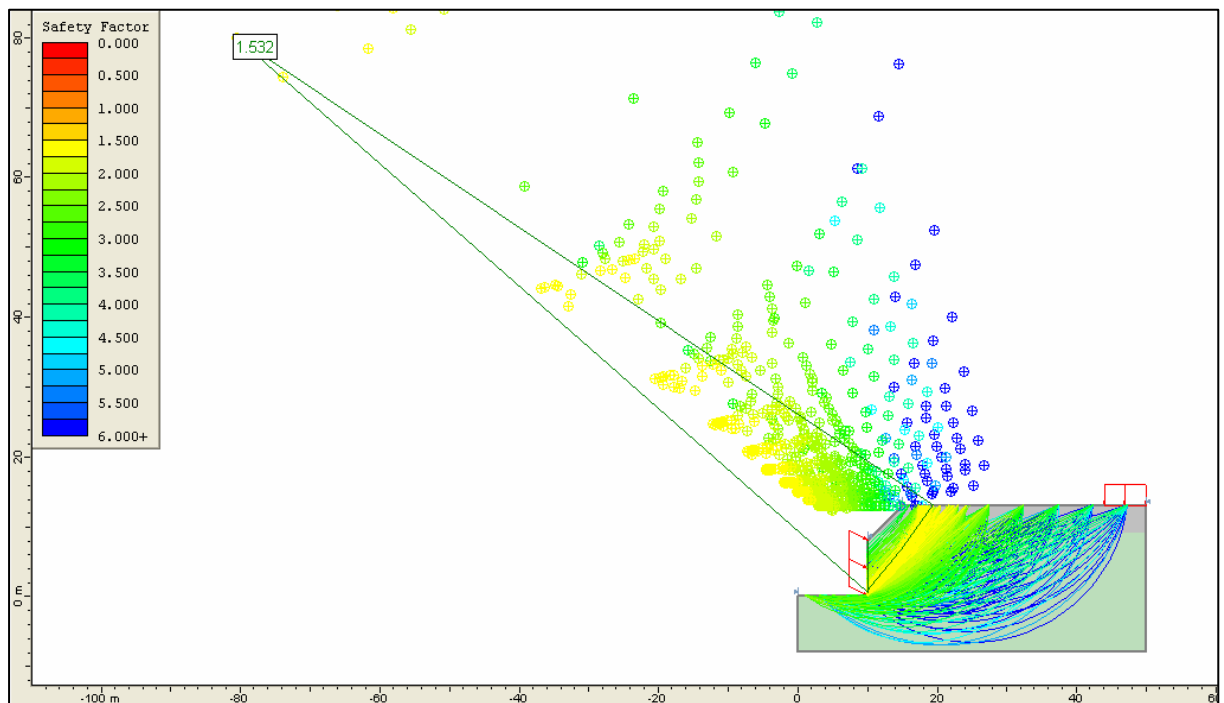
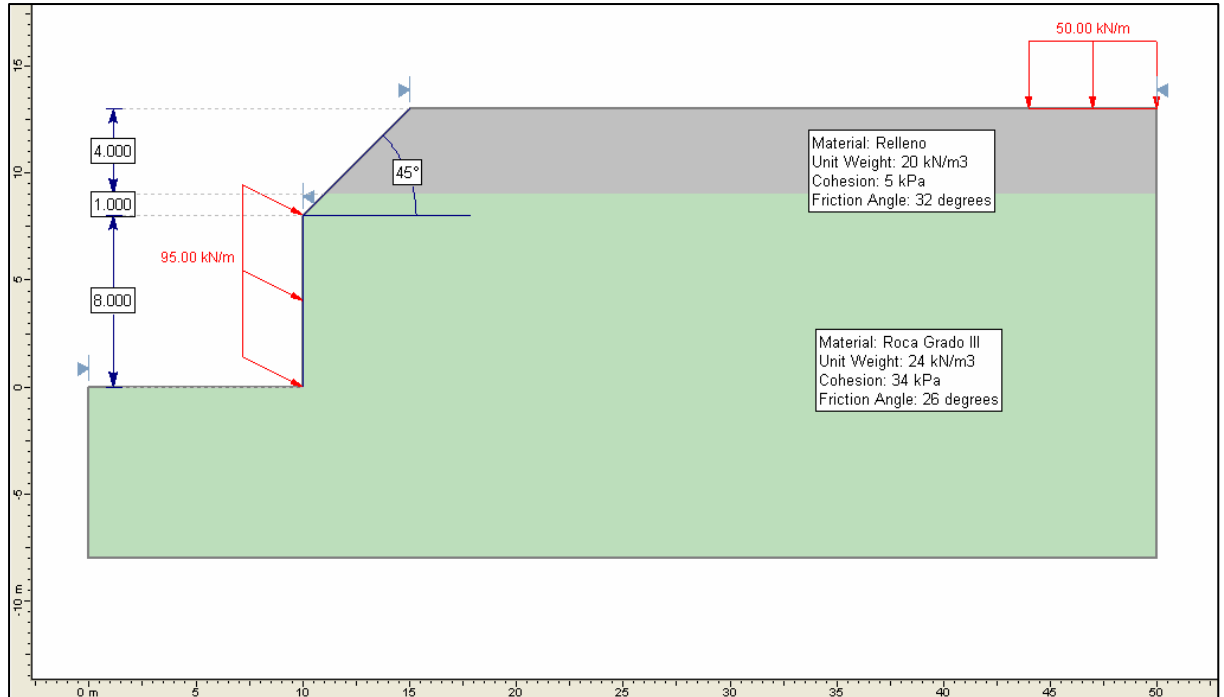
Method: corp of eng#1  
FS: 1.560280  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=702.873 kN  
Driving Horizontal Force=450.48 kN

Method: corp of eng#2  
FS: 1.558640  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=705.375 kN  
Driving Horizontal Force=452.558 kN

Method: lowe-karafiath  
FS: 1.556950  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=702.842 kN  
Driving Horizontal Force=451.423 kN

Method: gle/morgenstern-price  
FS: 1.560900  
Center: -76.614, 84.954  
Radius: 120.965  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.510  
Right Slip Surface Endpoint: 20.625,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 20.625 13.000  
Resisting Moment=145757 kN-m  
Driving Moment=93380.4 kN-m  
Resisting Horizontal Force=801.284 kN  
Driving Horizontal Force=513.348 kN

**PERFIL DE CALCULO: MURO ANCLADO H=8.0m TALUD SUPERIOR 1H1V F.S.=1.50  
METODO SPENCER: CIRCULOS DE CALCULO Y MINIMO FACTOR DE SEGURIDAD**



## DATOS DE CALCULO

### **Slide Analysis Information**

#### Document Name

File Name: slide3.sli

#### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive  
Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids:  
Off  
Random Numbers: Pseudo-random  
Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method:  
Park and Miller v.3

#### Analysis Methods

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
Corps of Engineers #1  
Corps of Engineers #2  
GLE/Morgenstern-Price with interslice  
force function: Half Sine  
Janbu simplified  
Janbu corrected  
Lowe-Karafiath  
Ordinary/Fellenius  
Spencer

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

#### Surface Options

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension  
Crack

#### Loading

2 Distributed Loads present:  
Distributed Load #1 Constant  
Distribution, Orientation: Angle to  
horizontal, Angle: 333.50 degrees,  
Magnitude: 95 kN/m  
Distributed Load #2 Constant  
Distribution, Orientation: Vertical,  
Magnitude: 50 kN/m

#### Material Properties

Material: Relleno  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 5 kPa  
Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

Material: Roca Grado III  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 24 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 34 kPa  
Friction Angle: 26 degrees  
Water Surface: None

#### Global Minimums

Method: ordinary/fellenius  
FS: 1.437060  
Center: -101.643, 79.140  
Radius: 136.840  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.014  
Right Slip Surface Endpoint: 18.151,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.151 13.000  
Resisting Moment=138899 kN-m  
Driving Moment=96654.9 kN-m

Method: bishop simplified  
FS: 1.444490  
Center: -102.902, 78.960  
Radius: 137.766  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.014  
Right Slip Surface Endpoint: 18.047,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 18.047 13.000  
Resisting Moment=139470 kN-m  
Driving Moment=96553.3 kN-m

Method: janbu simplified  
FS: 1.517700  
Center: -37.558, 43.214  
Radius: 64.147  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=678.759 kN  
Driving Horizontal Force=447.229 kN

Method: janbu corrected  
FS: 1.539990  
Center: -37.558, 43.214  
Radius: 64.147  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Horizontal Force=688.728 kN  
Driving Horizontal Force=447.229 kN

Method: spencer  
FS: 1.531920

Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Moment=131640 kN-m  
Driving Moment=85931.1 kN-m  
Resisting Horizontal Force=684.901 kN  
Driving Horizontal Force=447.085 kN

Method: corp of eng#1  
FS: 1.567120  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=688.442 kN  
Driving Horizontal Force=439.305 kN

Method: corp of eng#2  
FS: 1.569000  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=690.787 kN  
Driving Horizontal Force=440.273 kN

Method: lowe-karafiath  
FS: 1.567040  
Center: -80.626, 79.903  
Radius: 120.490  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.500  
Right Slip Surface Endpoint: 19.583,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.583 13.000  
Resisting Horizontal Force=690.568 kN  
Driving Horizontal Force=440.684 kN

Method: gle/morgenstern-price  
FS: 1.572760  
Center: -11.127, 24.620  
Radius: 32.316  
Left Slip Surface Endpoint: 10.000,  
0.167  
Right Slip Surface Endpoint: 19.028,  
13.000  
Left Slope Intercept: 10.000 8.000  
Right Slope Intercept: 19.028 13.000  
Resisting Moment=38017.5 kN-m  
Driving Moment=24172.5 kN-m  
Resisting Horizontal Force=755.092 kN  
Driving Horizontal Force=480.106 kN





