

ANEJO Nº 4 : GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS



ANEJO Nº4: GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS

INDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- SOLUCIÓN ADOPTADA
- 3.- BASES DE CÁLCULO
- 4.- PARÁMETROS DE CÁLCULO
- 5.- PROCESO DE CÁLCULO
- 6.- RESULTADOS

APÉNDICES.

- Estudio geotécnico
- Listados de cálculos

1. Introducción

La barriada de San Juan de Dios se sitúa en la cornisa oeste de la ciudad, en una zona. La urbanización prevista implica la creación de diversos desniveles en los viales, en general a media ladera, de hasta 7,0m.

Esto implica en el tramo en el que existe un fuerte desnivel en la construcción de una estructura de contención que permita salvar aquel, en condiciones de estabilidad.

Se plantean en el proyecto dos maneras de salvar los desniveles:

- 1) En las zonas en las que se trata efectivamente de contención. La estructura se plantea como un muro de tierra reforzada con geomalla y revestido con bloques de hormigón.
- 2) En las zonas donde el desnivel se crea por desmonte, se plantea un muro de gaviones

Se pretende en este anejo justificar la validez de las soluciones adoptadas desde el punto de vista de contención de los terrenos afectados.

2. Datos geotécnicos

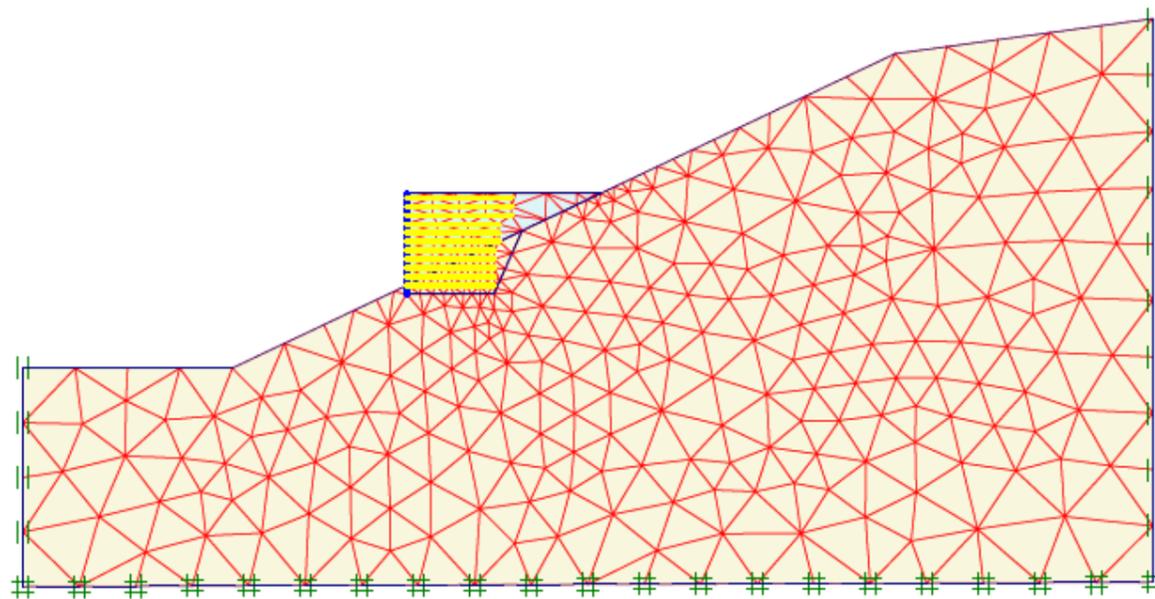
Se dispone de un estudio geotécnico que se adjunta como anejo, que permite caracterizar el terreno existente como margas arcillosas

3. Bases de cálculo

3.1. Modelo de cálculo estabilidad general

Para el cálculo de la estabilidad general del muro se ha utilizado el programa Plaxis 2D. PLAXIS es un programa de ordenador de elementos finitos bidimensionales diseñado específicamente para la realización de análisis de deformación y estabilidad de problemas geotécnicos. Las situaciones modelizables corresponden a problemas de deformación plana o con axilsimetría. El programa utiliza una interfaz gráfica que permite a los usuarios generar rápidamente un modelo geométrico y una malla de elementos finitos basada en una sección transversal vertical representativa del problema que se trate.

Se utiliza un modelo de Deformación plana (Plane strain) en el caso de geometrías con una sección transversal (más o menos) uniforme para las que pueda suponerse que los correspondientes estados tensionales y de cargas son uniformes a lo largo de una determinada longitud perpendicular a la sección transversal (dirección z). Los desplazamientos y deformaciones en la dirección z se consideran nulos. Sin embargo, se tienen en cuenta completamente los esfuerzos en la dirección z.



PLAXIS admite diversos modelos constitutivos para simular el comportamiento del suelo y de otros medios continuos. Los modelos y sus parámetros se analizan en detalle en el manual de Modelos de los Materiales. A continuación se facilita una breve descripción de los modelos disponibles:

Modelo elástico lineal:

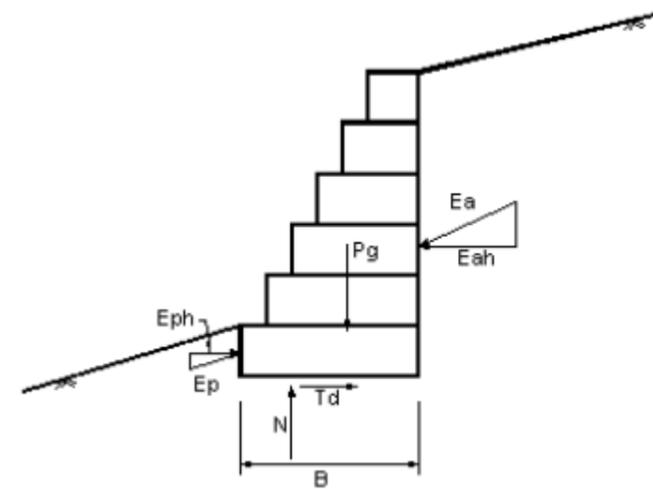
Este modelo representa la ley de Hooke de elasticidad lineal isótropa. El modelo incluye dos parámetros de rigidez elástica, a saber: el módulo de Young, E , y el coeficiente de Poisson, ν . El modelo elástico lineal tiene muchas limitaciones en relación a la simulación del comportamiento de los suelos. Se utiliza fundamentalmente para capas rígidas de suelo.

Modelo de Mohr-Coulomb:

Este bien conocido modelo se utiliza como una primera aproximación al comportamiento del suelo en general. El modelo incluye cinco parámetros, a saber: el módulo de Young, E , el coeficiente de Poisson, ν , la cohesión, c , el ángulo de fricción, ϕ , y el ángulo de dilatación, ψ .

3.2. Cálculo estabilidad local gaviones

Se emplea el programa GawacWin 2003 que realiza el análisis de estabilidad de muros de contención de gaviones.



Los métodos utilizados en los cálculos hacen referencia al "Equilibrio Límite", las teorías de Rankine, Coulomb, Meyerhof, Hansen y Bishop (optimizado a través del algoritmo minimizador Simplex) para la verificación de la estabilidad global del conjunto suelo/estructura.

El programa considera el problema con configuración plana. Por lo tanto son necesarias solamente las dimensiones del problema en el plano de la sección.

Primero se realizan los análisis de estabilidad locales, para la estimación de coeficientes de seguridad y presiones: estabilidad frente a el deslizamiento, frente al vuelco de la estructura, contra la rotura del suelo de cimentación, contra la rotura de las superficies entre los gaviones

En la análisis de la estabilidad global es verificada la ruptura a lo largo de una superficie circular en el interior del macizo que contorna el muro de gaviones. Esta superficie de ruptura atraviesa, de esta forma, tanto el suelo a la derecha de la estructura como el suelo de fundación y el macizo a la izquierda del muro.

El cálculo del coeficiente de seguridad asociado a la superficie de ruptura es hecho por el Método de Bishop Simplificado. La búsqueda del arco más crítico, cuando es seleccionada la búsqueda automática, es hecha por el Método Simplex. Los resultados del análisis presentados a los usuarios incluyen el coeficiente de seguridad contra la ruptura, la posición del centro y el radio del arco a que este coeficiente de seguridad se refiere y el número de arcos analizados.

3.3. Coeficientes de seguridad

Se tomarán los coeficientes especificados en el Código Técnico de la edificación, DB-SE-C

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		γ_R	γ_M	γ_E	γ_F
Persistente o transitoria	Hundimiento	3,0 ⁽¹⁾	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5 ⁽²⁾	1,0	1,0	1,0
	Vuelco ⁽²⁾				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9 ⁽³⁾	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,8	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0
	Capacidad estructural	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾	1,6 ⁽⁵⁾	1,0
	Pilotes				
	Arrancamiento	3,5	1,0	1,0	1,0
	Rotura horizontal	3,5	1,0	1,0	1,0
	Pantallas				
	Estabilidad fondo excavación	1,0	2,5 ⁽⁶⁾	1,0	1,0
Sifonamiento	1,0	2,0	1,0	1,0	
Rotación o traslación					
Equilibrio límite	1	1,0	0,6 ⁽⁷⁾	1,0	
Modelo de Winkler	1	1,0	0,6 ⁽⁷⁾	1,0	
Elementos finitos	1,0	1,5	1,0	1,0	

4.- PARÁMETROS DE CÁLCULO

Sobrecargas consideradas

Sobrecarga de uso: supondremos una sobrecarga uniforme a 1,5m de coronación del muro de 1000 kp/m².

Características del terreno

Se supondrá un terreno existente y aportado con las siguientes características:

	Suelo arcilloso	Suelo seleccionado aportado
Modelo	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Densidad seca	19 kN/m ³	19 kN/m ³
Densidad saturada	19 kN/m ³	19 kN/m ³
Angulo de rozamiento	20°	33°

Cohesion	50 kN/m ²	4 kN/m ²
E (módulo de Young)	10000 kN/m ²	30000 kN/m ³
v Poisson	0,35	0,35

Los materiales de refuerzo serán:

Geomalla, con EA = 350 kN/m

Gaviones, modelizado como sólido elástico con los siguientes parámetros:

Densidad seca	18 kN/m ³
Densidad saturada	18 kN/m ³
E (módulo de Young)	25000 kN/m ²
v Poisson	0,25

5.- PROCESO DE CÁLCULO

Se hace un análisis por fases de construcción, comprobándose las deformaciones en cada fase, y el coeficiente de seguridad global. Las fases que se definen son las siguientes:

- Fase inicial (talud existente)
- Excavación de la base para la implantación del suelo reforzado
- Terraplenado con el suelo reforzado con las geomallas (o alternativamente colocación del revestimiento de gaviones)
- Aplicación de sobrecargas de uso sobre la sección terminada

6.- RESULTADOS

Como resultado del proceso anterior se obtienen los siguientes resultados:

Se adjuntan los listados con los resultados del cálculo, tanto del análisis local específico de los gaviones, como los globales para los distintos tipos de secciones.

7.- MUROS MÉNSULA DE HORMIGÓN ARMADO

7.1.- Introducción

El presente proyecto proyecta una zona verde entre uno de los edificicos y el zoológico. Para ello se debe construir un muro, que contenga las tierras de relleno, sobre la que se construye una escalera.

En este anejo se justifica la solución estructural del proyecto, mediante los correspondientes cálculos.

7.2.- Solución adoptada

Se disponen un muro de hormigón armado que confinan la explanada, como se ha expuesto más arriba.

7.3.- Cálculo del muro

Para el cálculo del muro se ha utilizado el programa CYPE. El módulo Muros en Ménsula de H. A. tiene como objeto la comprobación y dimensionado de muros de hormigón armado para la contención de tierras.

El programa considera siempre que un relleno produce únicamente fuerzas horizontales. Se desprecia el rozamiento terreno-muro, por lo que no existirá componente vertical, lo cual queda del lado de la seguridad. En el caso de paramentos inclinados o escalonados se considera el peso del relleno formado por esa cuña o rectángulo como carga vertical.

Acciones consideradas

Peso propio: se considera el peso propio del muro, dado por la aplicación del peso específico del hormigón (2,5 t/m³) a la sección del muro.

Empuje de tierras: Se considera el empuje activo sobre el trasdós del muro, conforme a los parámetros del terreno, aplicando la teoría de Rankine-Coulomb, siendo (para rozamiento entre trasdós y tierras nulo, y paramento vertical) el coeficiente de empuje activo

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

En nuestro caso supondremos $\varphi = 29^\circ$ y sin cohesión para el tramo de relleno. No se considerará el posible fallo de drenaje.

Sobrecarga de uso: supondremos una sobrecarga uniforme a 0,5m de coronación del muro de 400 kp/m².

Características de los materiales

Se empleará hormigón HA-30/B/25/IIa, acero tipo B500S, con límite elástico 500 N/mm².

Características del terreno subyacente

Se supondrá una resistencia admisible del terreno de 20 N/cm². El rozamiento del terreno con la zapata del muro, que deberá ser el mecanismo que resista el deslizamiento, se evalúa como $\text{tg } \delta = 0,58$.

Comprobaciones realizadas

Se realizan las comprobaciones estructurales de las secciones del muro, conforme a la EHE, así como las comprobaciones de estabilidad (deslizamiento y vuelco), y la máxima tensión sobre el terreno.

Resultados

Se adjunta un listado con los resultados del cálculo

07AT082

07AT082

INFORME GEOTÉCNICO
Edificio de viviendas
San Juan de Dios
Jerez de la Frontera
(CÁDIZ)

CLIENTE: Empresa Municipal de la Vivienda de
Jerez, S.A.

FECHA: 01/06/2007

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de Empresa Municipal de la Vivienda de Jerez, S.A., para la construcción de un edificio de 108 Viviendas de Protección Oficial en una parcela situada en San Juan de Dios, en Jerez de la Frontera (Cádiz).

La parcela tiene una superficie de unos 3.325 m² y una morfología sensiblemente rectangular, con su eje principal orientado según una dirección Suroeste – Noreste. Actualmente en la zona Sureste de la parcela existe un edificio de viviendas que consta de planta baja más cinco alturas el cual será demolido para una futura edificación. El resto de la parcela esta formado por una zona verde con una pendiente descendente al Noroeste de 10 al 12%. La parcela está limitada al Sureste por la calle Fray Pedro Egipciano, al Noroeste linda con una guardería infantil, al Suroeste linda con una ladera descendente al suroeste y al Noreste linda con una zona ajardinada anexa a la Avenida Hermano Adrian.

En dicha parcela se proyecta la construcción de un edificio de 108 viviendas que constará de sótano y planta baja más cinco alturas. Para ello, se demolerá el edificio existente y se construirá

Se pretende con el mismo conocer todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones, según la EHE.
- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cota de apoyo, cargas admisibles.

07AT082

- Otras recomendaciones.

2.- TRABAJOS REALIZADOS:

Para el estudio de las características litológicas y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación:

2.1.- Trabajos de campo:

2.1.1. Sondeos a rotación

Se han realizado dos sondeos a rotación con extracción continua de testigo con las profundidades que se expresan en la siguiente tabla:

Ensayos	Profundidades (m)
SR-1	18.60
SR-2	21.60

La ejecución del sondeo ha sido realizada mediante Sonda ISSA, utilizando como herramienta de corte coronas de widia, y procediéndose a la extracción de testigo continuo, ensayos S.P.T. y toma de muestra inalterada, que nos permiten conocer el corte estratigráfico del terreno, así como sus características físicas y mecánicas.

Durante la perforación de los sondeos se han realizado un total de 13 ensayos estándar de penetración SPT y 4 ensayo de hinca de muestra inalterada, cuyos valores, resultados de N30, nos permiten conocer la compacidad y homogeneidad de las capas prospectadas. La tabla siguiente muestra los valores

07AT082

N30 de los ensayos SPT y Muestras Inalteradas realizados a diferentes profundidades durante la perforación de los sondeos.

Sondeo	Ensayo	Profundidad (m)		N _{SPT}	N _{MI}
		Inicio	Final		
SR-1	MI	2.50	3.10	-	54
	SPT	3.10	3.70	27	-
	MI	6.00	6.60	-	45
	SPT	6.60	7.20	22	-
	SPT	9.00	9.60	39	-
	SPT	12.00	12.60	53	-
	SPT	15.00	15.60	46	-
SR-2	SPT	18.00	18.60	49	-
	MI	2.50	3.10	-	24
	SPT	3.10	3.70	13.	-
	MI	6.00	6.60	-	29
	SPT	6.60	7.20	21	-
	SPT	9.00	9.60	25	-
	SPT	12.00	12.60	39	-
	SPT	15.00	15.60	44	-
	SPT	18.00	18.60	45	-
SPT	21.00	21.60	51	-	

Para la realización del ensayo SPT el aparato utilizado fue la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50.8 mm., e interior de 35.0 mm.

07AT082

Pertenece al grupo de los ensayos de penetración, y este consiste en la hincada de una cuchara estándar mediante golpes propinados por una maza de 64 Kg. que cae desde una altura de 75 cm., lo que equivale a un trabajo de 0.5 Kjulios por golpe aproximadamente.

Previamente se marcan en el varillaje tres señales, de forma que queden entre sí cuatro espacios de 15 cm. cada uno. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar cada uno de estos espacios de 15 cm. la cuchara en el suelo. La primera serie de golpes no se tiene en cuenta por considerar que el hueco del sondeo está alterado como consecuencia de la rotación de la corona del sondeo, si se cuentan las dos series siguientes cuya suma nos da el valor de N30.

Los testigos y muestras obtenidas se han depositado en cajas de PVC, las cuales han sido fotografiadas y transportadas hasta el laboratorio.

En el Anejo 3 se presenta el registro del sondeo.

2.1.2. Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 7 ensayos penetrométricos, de los cuales 3 son ensayos penetrométricos tipo DPSH y 4 ensayos penetrométricos tipo Borros, sobre la superficie de implantación de la futura edificación, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en los mismos fueron las siguientes:

07AT082

Ensayos	Tipo	Profundidades (m)
P-1	DPSH	10.15
P-2	DPSH	11.97
P-3	DPSH	11.78
P-4	BORRO	18.40
P-5	BORRO	14.20
P-6	BORRO	11.00
P-7	BORRO	12.20

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Los ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con penetrometros automáticos tipo Borro y tipo DPSH.

Los ensayos penetrométricos tipo Borro consisten en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (16 cm²) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 50 cm. (Aprox. 0,320 Kjulios). El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm., recibe el nombre de "numero de penetración" (N20). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el "rechazo", es decir, cuando una serie de 200 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

Los ensayos penetrométricos tipo DPSH consisten en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (19.5 cm²) por la aplicación de

07AT082

una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 75 cm. El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm., recibe el nombre de "numero de penetración" (N20). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el "rechazo", es decir, cuando una serie de 100 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

El varillaje empleado es de 32 mm. de diámetro, lo que da una sección de 8,04 cm², en tanto que la de la puntaza es de 19,50 cm², es decir, que esta última resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

En el Anejo nº5 se adjuntan las diafragmas profundidad/N20 obtenidos de los ensayos penetrométricos realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados.

2.2.- Trabajos de laboratorio:

Los ensayos de laboratorio se han realizado a cuatro muestras inalteradas obtenidas en los sondeos y dos muestras alteradas mediante ensayo SPT obtenidas de los sondeos, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas. A continuación se presenta una relación de los ensayos realizados:

Ensayos de identificación:

- 6 uds Granulometría por tamizado (UNE 103 101/95)
- 6 uds Límites de Atterberg (UNE 103 103/94)
- 6 uds Clasificación de suelos (ASTM D 2487/00)

07AT082

Ensayos hinchamiento:

- 1 uds Presión de Hinchamiento en Edómetro (UNE 103.602/96)

Ensayos químicos:

- 2 uds Contenido en sulfatos solubles en suelo (Anejo 5 EHE)
- 2 uds Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 EHE)

Ensayos de resistencia:

- 2 uds Corte directo CU (UNE 103.401/98)
- 3 uds Compresión Simple (UNE 103.400/93)

2.3.- Trabajos de gabinete:

Recopilación de datos, ensayos de laboratorio e interpretación de los mismos, así como, la confección de la presente memoria, en la que se incluyen las conclusiones del mismo.

No se contempla en este informe la influencia de cimentaciones vecinas, deslizamientos, pozos, oquedades, restos arqueológicos, etc., que en los reconocimientos puntuales no se hayan detectado.

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

3.1 Geología de la Zona

Desde un punto de vista geológico y de acuerdo con la información extraída de la memoria de la **carta geológica nº 1048 12-44 (Jerez de la Frontera)** a escala 1:50.000 editada por el ITGE, en todo el área local afloran **depósitos aluviales** rellenando fondos de valle actuales y estando constituidos por arenas limosas pardo negruzcas con cantos, en general de pequeño tamaño, de los materiales que componen los relieves de la zona, calizas y dolomías fundamentalmente. Además en todo el área local afloran margas beige crema (miocenas), algo arenosas.

Se trata de unas margas de color gris azulado en corte fresco (otras veces beige crema) y ocre anaranjado – amarillento o beige, alteración. Hacia el techo de esta serie de margas, que en determinados puntos pueden alcanzar potencias de 120 m, se observan intercalaciones de niveles de limos arenosos y arenas silíceas. Al menos la parte superior de la serie, suelen contener abundantes foraminíferos bentónicos de aguas someras con escasos componente planctónicos, lo que parece anunciar la fase regresiva materializada en las facies y formaciones superiores.

Este conjunto margoso descansa sobre las margas blancas y limos silíceos que constituyen las albarizas. Otras veces, aparece fosilizado por los depósitos sedimentarios litorales de arenas y limos arenosos amarillos con ostréidos y pectínidos correspondientes a la transgresión del Plioceno Inferior-medio.

3.2 Niveles Geotécnicos

A continuación se describen los niveles geotécnicos que consideramos en este informe, a partir de los datos aportados por los sondeos, los ensayos de penetración y los análisis de las muestras extraídas del mismo, que nos permiten definir unos niveles geotécnicos teóricos y simplificados.

En el Anejo 2 se presenta un perfil geotécnico donde se representa la distribución de los diferentes niveles en profundidad.

Nivel geotécnico nº 1: Rellenos antrópicos

El primer nivel reconocido en los sondeos a rotación es una capa de rellenos antrópicos formado por unas arcillas arenosas con restos cerámicos, gravas ,etc. Este nivel presenta una coloración grisácea.

Los espesores de este nivel de rellenos detectado en los trabajos de campo son los siguientes:

Ensayos	Espesor Rellenos (m)
SR-1	0.50
SR-2	1.10

Nivel geotécnico nº 2: Arcillas arenosas de color ocre

Bajo la capa de rellenos antrópicos, aparecen unas arcillas arenosas de color ocre con algo de nódulos carbonatados blanquecinos milimétricos. A partir de 2.80 metros de profundidad en el sondeo SR-2 y 4.90 metros de profundidad en el sondeo SR-1 se observa una disminución en la fracción arenosa, pasando a

07AT082

ser unas arcillas con indicios a algo de arena. En el sondeo SR-2, a partir de 8.50 metros de profundidad se observan veteados grises.

Este nivel se ha detectado en los sondeo a rotación SR-1 y SR-2, presentando un mayor espesor en el lateral Suroeste de la parcela. En la siguiente tabla se expresan las profundidades y espesores de este nivel:

Ensayos	Cota inicio (m)	Cota Fin (m)	Espesor Rellenos (m)
SR-1	0.50	8.50	8.00
SR-2	1.10	10.00	8.90

Para la clasificación e identificación de esta litología se han ensayado las muestras obtenidas en los sondeos. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los ensayos realizados:

Ensayo	Profundidad	Granulometría (% pasa)		Límites	
		T-5	T-0.08	LL	IP
SR-1	2.50-3.10	100	65.6	40.4	15.4
SR-1	6.00-6.60	100	87.4	65.4	31.7
SR-2	2.50-3.10	100	62.9	37.7	19.8
SR-2	6.00-6.60	100	92.5	65.9	37.6

Con estos datos, las muestras ensayadas se pueden clasificar, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), como un suelo tipo ML, MH,

07AT082

CL y CH, limos de baja a alta plasticidad con arena que oscila entre algo a bastante y arcillas de baja a alta plasticidad con arenas que oscilan entre arenosas a indicios.

Nivel geotécnico nº 3: Margas arcillosas de tonos grises

Por debajo de las arcillas arenosas y como sustrato de la parcela se reconoce un nivel de margas arcillosas de color gris con algo de arena.

Este nivel se ha reconocido en los sondeos a rotación SR-1 y SR-2, desde la base de las arcillas arenosas de color ocre hasta las profundidades que se expresan en la siguiente tabla:

Ensayos	Cota inicio (m)	Cota Fin (m)	Espesor (m)
SR-1	8.50	18.60*	10.10
SR-2	10.00	21.60*	11.60

* No se alcanza la base de este nivel

Para la clasificación e identificación de esta litología se han ensayado las muestras obtenidas en los sondeos. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los ensayos realizados:

Calicata	Profundidad	Granulometría (% pasa)		Límites	
		T-5	T-0.08	LL	IP
SR-2	12.00-12.60	100	93	56.0	31.8

07AT082

SR-1	18.00-18.60	100	82.1	58.7	28.8
------	-------------	-----	------	------	------

Con estos datos, las muestras ensayadas se pueden clasificar, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), como un suelo tipo CH y MH, arcilla de alta plasticidad con indicios de arena y limos de alta plasticidad con algo de arena.

3.3. Expansividad

Con el fin de determinar el potencial expansivo de los materiales presentes en la parcela se han realizado un ensayo de Máxima Presión de Hinchamiento sobre Muestra Inalterada.

En el ensayo de Máxima Presión de Hinchamiento, se obtienen los siguientes valores:

Investigación	Prof (m)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Máxima Presión Hinchamiento (kg/cm ²)
SR-1	2.50-3.10	25.97	27.11	1.97	0.05

Además de estos ensayos, contamos con los datos de plasticidad aportados por los ensayos de identificación, y los valores de humedad.

Debido a las diferencias existentes entre las arcillas arenosas y margas arcillosas, se darán los parámetros medios y las propiedades para determinar la expansividad de cada uno de estos materiales.

07AT082

Arcillas arenosas:

Tomando los valores de los ensayos de identificación podemos tomar los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo de arcillas arenosas:

Índice de Plasticidad (IP):	20.9%
Límite Líquido (LL):	52.35%
%Tamiz 0,08:	61.68%
Humedad (W)	29.2%
Relación W / LL	0.63

Margas arcillosas:

Tomando los valores de los ensayos de identificación podemos tomar los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo de las margas arcillosas

Índice de Plasticidad (IP):	30.3%
Límite Líquido (LL):	57.35%
%Tamiz 0,08:	87.55%

Con estos valores se puede evaluar el potencial expansivo de estos materiales en función de diversos criterios, cuyos rangos de valores empleados comúnmente en la bibliografía se presentan a continuación:

07AT082

Criterios para evaluar el potencial expansivo

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Índice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz n°200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
WWI	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
WWp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm ²)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

A la vista de estos datos podemos concluir que el potencial expansivo de los materiales es BAJO.

No obstante, los valores teóricos para la máxima presión de hinchamiento deberían ser inferiores a 0.3 Kg/cm². En los ensayos de laboratorio se obtiene un valor de máxima presión de hinchamiento máximo de 0.05 Kg/cm².

Por todo lo expuesto anteriormente, podemos concluir que el potencial expansivo de estos materiales es BAJO-MEDIO.

La humedad de las muestras en el momento de la realización de los ensayos era elevada, muy próxima a la del índice de plasticidad. Por ello, cabe recordar que en sus condiciones naturales de humedad estos materiales no son especialmente peligrosos en lo referente a hinchamiento, puesto que mantiene una humedad elevada durante la época seca. Sin embargo, cuando se excavan y se olean, el descenso en la humedad provoca cambios importantes de volumen en la estructura de las arcillas.

07AT082

Es adecuado recordar que los problemas expansivos en arcillas vienen condicionados, a parte de por la propia naturaleza de la arcilla y su potencial intrínseco de cambio de volumen, por la variación en las condiciones de humedad que en ellas se produzcan. Si se consiguen mantener unas condiciones estables para el contenido de agua no aparecerán problemas de cambio de volumen y en consecuencia tensiones derivadas.

3.4 Nivel Freático y Coeficiente de Permeabilidad

La profundidad del nivel freático ha sido medida en la perforación que quedó revestida, una vez finalizado el sondeo, mediante una tubería piezométrica de PVC ranurada, como pozo de observación para posteriores seguimientos. Las medidas fueron las siguientes:

Sondeo	Fecha	Profundidad Nivel Freático (m)
SR-1	8/05/2007	3.10
SR-2	8/05/2007	2.90

*Medidas estimadas a partir de la cota de ejecución de los trabajos de campo (Ver Perfil Geotécnico)

Aunque se haya detectado la presencia de agua a una profundidad del orden de 3.0 metros, dado que el sustrato es eminentemente arcilloso si durante las excavaciones apareciese agua el caudal sería bajo.

07AT082

El control de la evolución del nivel freático mediante medidas en la tubería piezométrica, sólo ha tenido lugar en el periodo de realización de este trabajo geotécnico. Por lo tanto se recomienda el control de la profundidad del nivel freático mediante la medida, antes de la ejecución de las obras de construcción de la futura edificación de forma periódica, previendo así posibles oscilaciones anómalas de dicho nivel.

A continuación, en función de la permeabilidad de los suelos y la presencia del nivel freático, se darán los parámetros para el cálculo del grado de impermeabilidad de los MUROS.

La presencia de agua se considera:

- a) **Baja:** Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- b) **Media:** Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- c) **Alta:** Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso en concreto la **presencia de agua es BAJA** al encontrarse la cara inferior del suelo en contacto con el terreno por encima del nivel freático.

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en suelos:

07AT082

Tipo de suelo	K (cm/s)
Gravas	> 1
Arenas gruesas	10 ⁻¹
Arenas medias	10 ⁻¹ - 10 ⁻²
Arenas finas	10 ⁻² - 10 ⁻³
Arenas limosas	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴
Turba	3.8 x 10 ⁻³ - 10 ⁻⁴
Limos, arcillas meteorizadas	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷
Terraplén compacto impermeable	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸
Arcillas no meteorizadas	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹

El sustrato de la parcela esta formado por unas arcillas arenosas, por lo que vamos a estimar un valor de **coeficiente de permeabilidad de 10⁻⁴ - 10⁻⁷**.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtienen en la siguiente tabla, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO		
	Ks ≥ 10 ⁻² cm/s	10 ⁻⁵ < Ks < 10 ⁻² cm/s	Ks ≤ 10 ⁻⁵ cm/s
ALTA	5	5	4
MEDIA	3	2	1
BAJA	1	1	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

07AT082

Por lo tanto, para una cimentación directa mediante losa armada que apoye sobre unas arenas limosas, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **grado de impermeabilidad de 1.**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtienen en la siguiente tabla en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO	
	$K_s > 10^{-5}$	$K_s \leq 10^{-5}$
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por lo tanto, para una cimentación directa mediante losa armada que apoye sobre unas arcillas arenosas, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **coeficiente de impermeabilidad de 2.**

3.5 Características Resistentes

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los siete ensayos de penetración dinámica realizados en la zona de implantación de la edificación, denominados P-1 a P-7, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2. Además se cuenta con la información obtenida en los ensayos de hincas realizados en el interior del sondeo (SPT y Muestras Inalteradas).

07AT082

A partir de los datos aportados por los diagramas de golpeo (N_{20} /Profundidad) se pueden extraer las siguientes consideraciones:

Ensayos P-1, P-2 y P-3:

En los tres ensayos se aprecia un comportamiento similar con variaciones en la profundidad a la que se obtiene el rechazo, variando entre 10.15 metros a 11.97 metros.

Existe una primera franja de espesor variable que se extiende desde la superficie hasta profundidades de 3.20 metros en P-1, 5.60 metros en P-2 y 4.80 metros en P-3. Esta primera franja presenta una morfología irregular con valores de golpeo que oscilan entre mínimos de 4 golpes y máximas de 13 golpes.

Esta primera franja de golpeo se corresponde con el nivel de rellenos antrópicos y con el nivel más meteorizado de las arcillas arenosas de color ocre.

A partir de profundidades de 3.20 metros en P-1, 5.60 metros en P-2 y 4.80 metros en P-3, se aprecia en todos los ensayos un aumento gradual en el golpeo. Esta tendencia de golpeo se prolonga hasta alcanzar de forma gradual la condición de rechazo, a profundidades de 10.15 metros en P-1, 11.97 metros en P-2 y 11.78 metros en P-3.

Esta segunda franja de golpeo se corresponde con el nivel de arcillas arenosas de color ocres menos meteorizadas y con el nivel de margas arcillosas de color gris que constituye el nivel geotécnico nº 3.

Ensayos P-4, P-5, P-6 y P-7:

07AT082

En los cuatro ensayos se aprecia un comportamiento similar con variaciones en la profundidad a la que se obtiene el rechazo, variando entre 11.00 metros a 18.40 metros.

Existe una primera franja de espesor variable que se extiende desde la superficie hasta profundidades que oscilan entre 0.50 a 1.60 metros. Esta primera franja presenta una morfología irregular con valores de golpeo que oscilan entre mínimos 3 golpes y máximas de 53 golpes.

Esta primera franja de golpeo se corresponde con el nivel de rellenos antrópicos y con el nivel más meteorizado de las arcillas arenosas de color ocre.

A partir de estas profundidades, se aprecia en todos los ensayos un aumento leve en el golpeo, con valores mínimos de 7 golpes y valores máximos de 29 golpes. Esta segunda franja presenta una morfología irregular. Esta tendencia de golpeo irregular se prolonga hasta profundidades que oscilan entre 6.00 metros en el caso más superficial (ensayo P-6) y 9.60 metros en el caso más profundo (ensayo P-4).

Esta segunda franja de golpeo se corresponde con el nivel de arcillas arenosas de color ocre.

A partir de 9.60 metros en el ensayo P-4, se observa un ligero ascenso de golpeo hasta una profundidad de 14.20 metros. Esta franja presenta una morfología regular con golpes medios de 15 a 17 golpes. Esta franja se corresponde con el nivel más alterado de margas arcillosas grises.

A partir de 14.20 metros se observa un ascenso gradual en el golpeo hasta alcanzar la condición de rechazo a una profundidad de 18.40 metros. Esta franja se corresponde con el nivel de margas arcillosas de color gris.

En los ensayos P-5, P-6 y P-7, a partir de 6.00 a 7.00 metros se observa un ascenso gradual en el golpeo hasta alcanzar la condición de rechazo. La

07AT082

condición de rechazo se alcanza a profundidades 14.20 metros en el ensayo P-5, 11.00 metros en el ensayo P-6 y 12.20 metros en el ensayo P-7. Esta condición de rechazo se alcanza en el seno de las margas arcillosas de color gris.

En los ensayos SPT realizados en los sondeos se obtienen los valores que se exponen en la siguiente tabla:

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N _{SPT}
		Inicio	Final	
SR-1	SPT	3.10	3.70	27
	SPT	6.60	7.20	22
	SPT	9.00	9.60	39
	SPT	12.00	12.60	53
	SPT	15.00	15.60	46
	SPT	18.00	18.60	49
SR-2	SPT	3.10	3.70	13
	SPT	6.60	7.20	21
	SPT	9.00	9.60	25
	SPT	12.00	12.60	39
	SPT	15.00	15.60	44
	SPT	18.00	18.60	45
	SPT	21.00	21.60	51

Como se puede apreciar, en el sondeo SR-1 los valores de golpeo a una profundidad de 3.00 metros, son más elevados que los que se reconocen en el

07AT082

sondeo SR-2. A partir de estas profundidades, los valores son prácticamente similares.

En los ensayos de Muestra Inalterada realizados en los sondeos se obtuvieron los siguientes resultados:

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N _{MI}
		Inicio	Final	
SR-1	MI	2.50	3.10	54
	MI	6.00	6.60	45
SR-2	MI	2.50	3.10	24
	MI	6.00	6.60	29

En las Muestras Inalteradas obtenidas en los sondeos se realizaron ensayos de compresión simple. Los resultados son los siguientes:

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		qu (kg/cm ²)
		Inicio	Final	
SR-1	MI	2.50	3.10	0.275
	MI	6.00	6.60	0.5
SR-2	MI	2.50	3.10	0.032

También se dispone de dos ensayos de Corte Directo sobre muestra inalterada obtenida en los sondeos a rotación. Los resultados son los siguientes:

07AT082

Sondeo	Profundidad (m)		Cohesión (kg/cm ²)	Ángulo de Rozamiento Interno (°)
	Inicio	Final		
SR-1	2.50	3.10	0.44	20
SR-2	2.50	3.10	0.03	25

Para una correlación estimativa de los valores de golpeo obtenidos en los ensayos de penetración dinámica, SPT y toma de muestras inalteradas con la resistencia al corte no drenada Cu (que a su vez es equivalente a la mitad de la resistencia a compresión simple, qu), se han empleado las siguientes equivalencias (valores medios propuestos por diversos autores y comprobados por nuestra propia experiencia):

$$C_u = \frac{MI}{10} = \frac{SPT}{5} = \frac{DPSH}{10} = \frac{qu}{2}$$

siendo:

Cu: resistencia al corte no drenada en kg/cm²

MI: golpeo para la hincada de 30 cm de la cuchara de toma de muestra inalterada

SPT: ídem de la cuchada de penetración estándar.

DPSH: golpeo para la hincada de 20 cm en el penetrómetro superpesado.

qu: resistencia a la compresión simple.

07AT082

Por todo lo expuesto anteriormente, a las arcillas arenosas más superficiales les podemos asignar valores de resistencia al corte no drenada (cu) que varían entre 0,07 y 1,3.

También se dispone de los ensayos de compresión simple, conociéndose que la mitad de la compresión simple se corresponde con el valor de la resistencia al corte no drenada (cu). En función de los ensayos de laboratorio realizados, los valores de la cu en función de la compresión simple oscilan entre 0.275 y 0.032 kg/cm². Estos valores de resistencia al corte no drenada son inferiores a lo que cabría esperar para estos materiales en función de los ensayos de hinca. Esto valores tan bajos, se debe al gran contenido en arenas que se reconocen en las arcillas que constituyen el nivel geotécnico nº 2.

En conclusión, tomando valores medios entre los datos de laboratorio y los de golpeo de los ensayos de hinca, podemos considerar un valor medio de la resistencia al corte no drenada (cu) de 1.0 kg/cm², lo que nos clasifica el sustrato como unas arcillas arenosas firmes que en profundidad pasan a muy firmes.

3.6. Agresividad

Al objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se han ensayado las muestras tomadas en el sondeo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

07AT082

Investigación	Prof.	SO ₄ mg/kg	B-Gully ml/kg
SR-1	2.50-3.10	Inapreciable	Inapreciable
SR-2	2.50-3.10	1331.2	Inapreciable

De acuerdo con el artículo 8.2. de la Instrucción EHE, la agresividad expresada para suelos en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Nulo**.

También se han realizado ensayos para determinar la agresividad del agua freática. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Investigación	Prof.	Ensayo	Resultado
SR-1	3.10	Valor del ph	7.41
		Dióxido libre mg/kg	25.3
		Amonio mg/kg	1.0
		Magnesio mg/kg	149.3
		Sulfatos mg/kg	162.2
Residuo Seco mg/kg	880.0		

De acuerdo con el artículo 8.2. de la Instrucción EHE, la agresividad expresada para aguas en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Débil** por la presencia de CO₂ agresivo.

07AT082

Por ello, las clases generales y específicas de exposición para los hormigones son:

- **Clase general de exposición: IIa**
- **Clases específicas de exposición: No hay**
- **Tipo de ambiente: IIa**

En caso de que se detecte la presencia de agua, las clases generales y específicas a tener en cuenta serán:

- Clase general de exposición: IIa
- Clases específicas de exposición: Qa
- Tipo de ambiente: IIa + Qa

3.7.- Zonación sísmica:

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones de esta zona es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-02 publicada en el B.O.E. el 11 de Octubre de 2002.

El cálculo de las acciones sísmicas según la citada norma se realizará en base a los siguientes parámetros:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: Normal

07AT082

Aceleración Básica a_b/g	0.06
Coef. de contribución (K)	1.2
Coef.de suelo (C)	1.57
Clasificación Terreno	III

La citada Norma recomienda en lo referente a la cimentación (Apart. 4.3.), entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

- Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

07AT082

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

4.1. Consideraciones preliminares

En función de la tipología de construcción y de la naturaleza del terreno que forma el sustrato, se va a recomendar **una cimentación mediante losa armada que apoye sobre una capa de mejora.**

4.2. Condiciones de excavación y empuje de muros

De forma previa a cualquier actuación se procederá a la eliminación completa de la capa de rellenos que presenta un espesor que oscila entre 0.50 metros a 1.10 metros y la capa superior de las arcillas arenosas que constituyen el nivel geotécnico nº 2.

Para el encaje del sótano, en las excavaciones provisionales pueden preverse taludes a corto plazo con pendientes del orden de 1(H):1.5 (V), debiéndose retranquear la zona más superficial con el fin de evitar inestabilidades en la franja superficial de rellenos y arcillas arenosas. En el caso de no poder asegurar los taludes aconsejados, se recomienda acometerlos por bataches alternos con una anchura de 3-4 metros. No se deberá acometer un batache nuevo hasta que no se haya hormigonado el anterior.

Para los muros del sótano que vayan empotrados en el terreno, se ejecutarán con encofrado a dos caras y se recomienda rellenar el trasdós, tras la excavación y el desencofrado, con un material granular sin exceso de finos para que se garantice un adecuado drenaje. Se preverán adecuados medios de drenaje para evitar la generación de presiones hidrostáticas en el trasdós.

Los parámetros para el cálculo del empuje de muros serán los siguientes:

07AT082

- Densidad aparente: 1,9-2,0 t/m³
- Ángulo de rozamiento interno: 20-25°
- Cohesión: 0 Tn/m²
- Rozamiento terreno-muro nulo

El nivel freático se ha detectado a una profundidad de 2.90 a 3.10 metros, por lo que el fondo de las excavaciones puede verse afectado.

4.3- Condiciones de cimentación

De forma previa a cualquier actuación se procederá a la eliminación total del relleno antrópico y la zona superior alterada de las arcillas arenosas del nivel geotécnico nº 2.

Según la información facilitada por el cliente, se proyecta la construcción de un edificio de viviendas que constará de sótano y planta baja más cinco alturas.

En función de la tipología de las construcciones y las características resistentes del terreno, se va a recomendar una tipología de cimentación mediante losa armada.

Se recomienda, una cimentación mediante losa armada que apoye sobre una capa de 40 a 50 cm de material semigranular (tipo subbase o albero) debidamente compactada. Para ello, se ejecutará en dos tongadas de 20 a 25 cm hasta alcanzar densidades próximas al 98% de la Densidad Máxima del Proctor Normal.

En el caso de detectar agua en el fondo de las excavaciones, se recomienda una capa de mejora constituida por una primera capa de 25 cm

07AT082

de grava gruesa o macada, y posteriormente una capa de 25 cm de subbase o albero. Esta capa de subbase o albero se deberá compactar hasta alcanzar densidades próximas al 98% del Proctor Modificado, Entre el macadam y el albero o subbase se recomienda disponer una lámina de geotextil.

Se deberá garantizar que tras el rebaje en todos los puntos se haya eliminado la capa de rellenos antrópicos.

La formulación general de carga admisible total en suelos cohesivos es la siguiente:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} = \frac{c \cdot N_c \cdot \zeta_c + q \cdot N_q \cdot \zeta_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \zeta_\gamma}{3} + q$$

Siendo:

q_h	Carga de hundimiento.
c	Cohesión del terreno de cimentación.
q	Sobrecarga sobre el nivel de cimentación.
B	Ancho de la zapata / Losa.
γ	Peso específico efectivo del terreno bajo el nivel de cimentación.
N_c, N_q, N_γ	Factores de capacidad de carga, función del ángulo de rozamiento interno, según distintos autores.
$\zeta_c, \zeta_q, \zeta_\gamma$	Factores de corrección, según distintos autores
FS	Factor de seguridad = 3

En arcillas el valor más desfavorable de la carga de hundimiento se obtiene para una situación de corto plazo, donde el ángulo de rozamiento interno es nulo y

07AT082

la cohesión se corresponde con la resistencia al corte no drenado. En este caso el factor N_c vale 5,14 y la expresión queda:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} = \frac{C_u \cdot N_c}{3}$$

El valor de resistencia al corte sin drenaje (C_u) asignado a este nivel ha sido de 1.0 Kg/cm².

Sustituyendo valores:

$$q_{adm} = C_u \cdot N_c / FS = 1.0 \cdot 5.14 / 3 = 1.70 \text{ Kg/cm}^2.$$

En función de lo comentado anteriormente, podemos determinar una carga admisible del orden de 1.70 kg/cm².

Por todo ello, **se recomienda acudir a una cimentación mediante losa armada que apoye sobre una sustitución de 40 a 50 cm de material semigranular (tipo subbase o albero) debidamente compactada. El valor de la carga admisible a adoptar es de 1.70 kg/cm².**

El coeficiente de balasto a aplicar para el cálculo estructural de la losa, para placa de 30x30 cm, es de $K_{30} = 4.0 \text{ kg/cm}^3$.

4.4- Análisis de Asientos

Se ha procedido a un cálculo de asientos, a fin de comprobar que los asientos teóricos sean asumibles para una edificación de estas características.

07AT082

Para el cálculo de asientos empleamos el método aproximado de **Steinbrenner**, el cual viene definido por la siguiente expresión:

$$S_z = 0.85 \times (Q \times B / E) \times (A \times \phi_1 - B \times \phi_2)$$

Q = Presión neta de la cimentación (Tn/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

E = Módulo de deformación elástica (Tn/m²)

A = $1 - \mu^2$ (μ = coeficiente de Poisson)

B = $1 - \mu - 2\mu^2$

ϕ_1 y ϕ_2 = Coeficientes que dependen de las dimensiones de la cimentación y la profundidad de la capa.

El asiento total, S, se obtiene sumando los asientos de cada capa. El asiento en el centro se obtiene por combinación del asiento en la esquina de cuatro rectángulos iguales cuya superficie total coincide con la de la superficie cargada. El asiento medio, con una distribución parabólica del asiento bajo la cimentación es aproximadamente (este asiento no incluye la influencia de cimentaciones cercanas):

$$S_m = S_A + 0.66 \times (S_C - S_A)$$

S_m: asiento medio

S_A: asiento en la esquina

S_C: asiento en el centro

07AT082

Los niveles considerados y los parámetros de los mismos se presentan en la siguiente tabla:

NIVEL RESISTENTE	PROF (m)	Módulos Deformación (E)	Coef. Poisson
Subbase compactada	0.00-0.50	210	0.30
Arcilla arenosa firme	0.50-6.60	103	0.34
Arcilla margosa muy firme	6.50-12.50	135	0.33
Margas duras	> 12.50	250	0.33

Para un valor de la carga transmitida por el edificio de 0.8 kg/cm², y unas dimensiones de losa de 60 x 10 metros, se obtiene un valor de asientos de 4.9 cm, valor asumible para una edificación de estas características.

07AT082

5.- INSPECCIÓN EN OBRA:

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la Obra.

El nivel de apoyo de la cimentación deberá ser supervisado. Si aparecieran elementos estaños, bolsas blandas, restos arqueológicos, etc, deberán ser retirados y se rebajará lo suficiente el nivel de fondo de excavación, hasta verificar que apoyen en condiciones homogéneas en el nivel geotécnico considerado.

Por otra parte, debe indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela de estudio en las condiciones actuales del subsuelo.

No es óbice para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el suelo o bien por alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, extracciones o alumbramiento de agua subterránea, etc.) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra.

Por ello, se recomienda la inspección en obra durante la excavación, para verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a este informe.

07AT082

Este documento consta de una memoria de treinta y cinco (35) páginas con el sello de ARCO TIERRA, S.L., numeradas correlativamente, y de siete (7) anejos.

Bornos (Cádiz), a 01/06/2007

Técnicos autores de este informe:

Juan Moreno Pérez
Director Técnico
Licenciado en Geología
Colegiado Nº 277

Ángel Jiménez Morales
Licenciado en Ciencias Geológicas
Colegiado ICOGA Nº 593

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de Arcotierra S.L.

07AT082

ANEJOS A LA MEMORIA

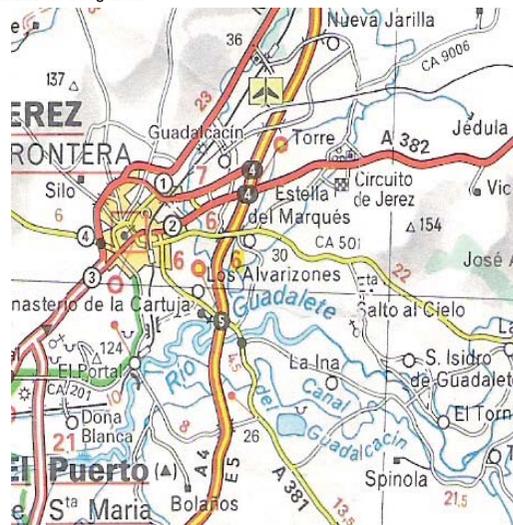
07AT082

ANEJO 1: LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

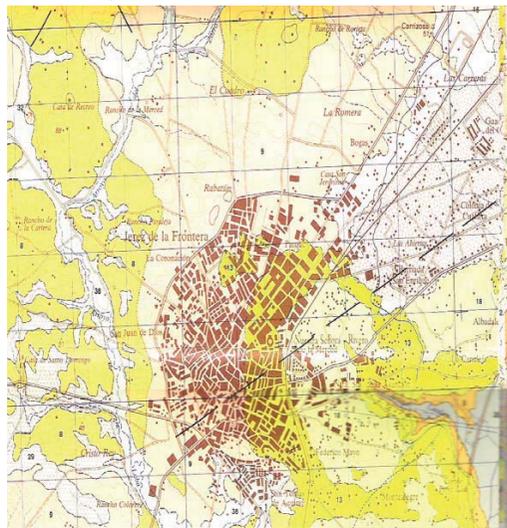
07AT082

07AT082

Localización Geográfica



Localización Geológica



Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 2: PLANO/CROQUIS DE UBICACIÓN DE ENSAYOS Y PERFILES GEOLÓGICOS - GEOTÉCNICOS

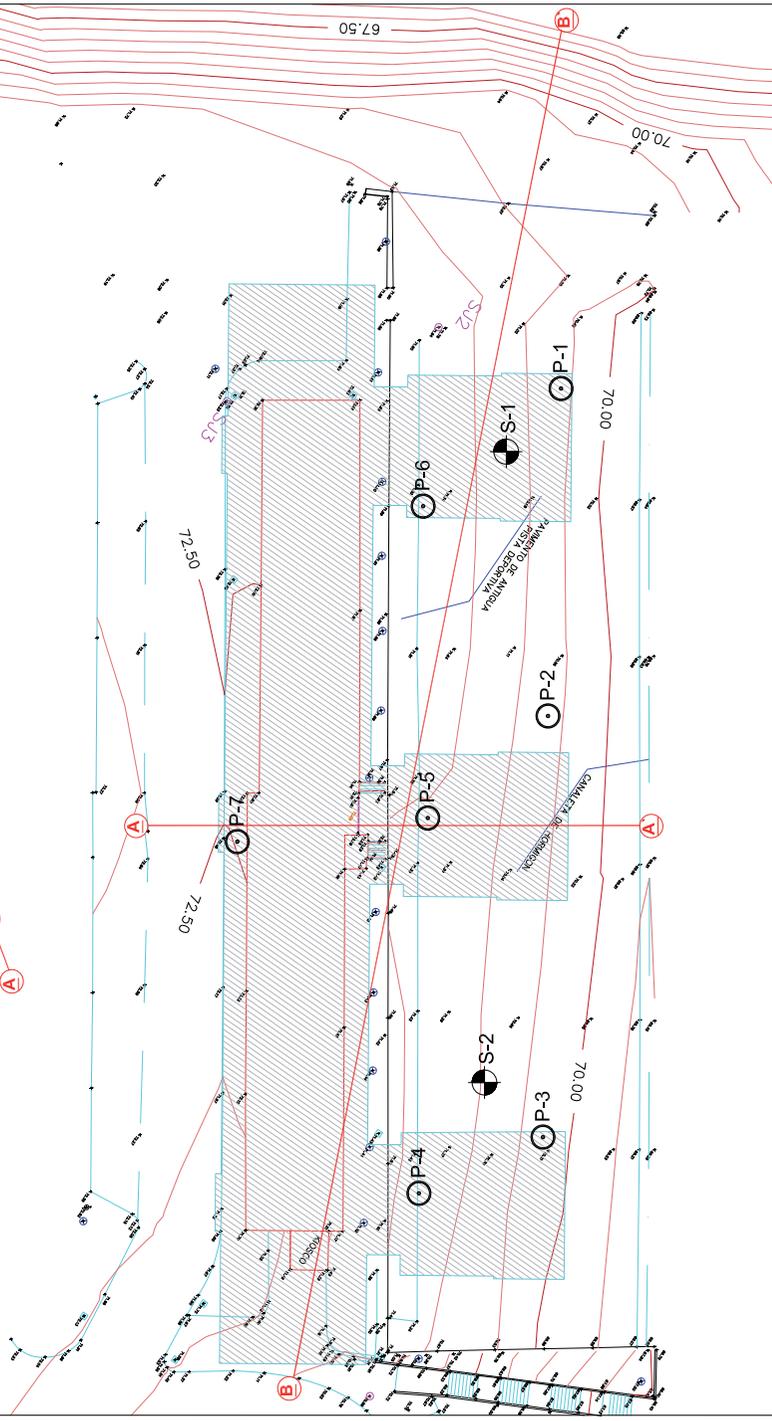
▲ Miembro de la Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es
central@arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011

LEYENDA

-  SONDEO A ROTACIÓN
-  ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA
-  PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO



ARCO IERRA, S.L.
Ingeniería Civil

EXTERIOR: 07A1082

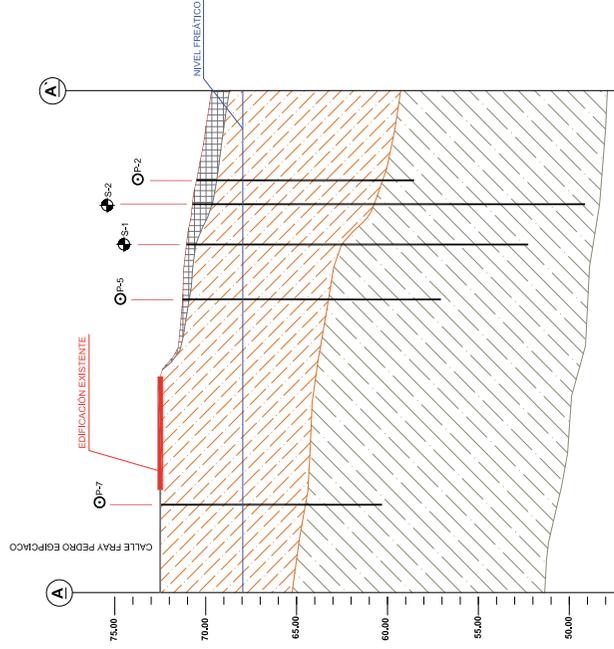
ESCALA IMPRINTA: 1:200

TITULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN SAN JUAN DE DIOS, JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

HOJA: 2

FECHA: LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO

JUNIO 2007



LEYENDA

-  SONDEO A ROTACIÓN
-  ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA
-  RELLENOS ANTRÓPICOS
-  MARGAS ARCILLOSAS OCRES
-  MARGAS ARCILLOSAS GRISES
-  PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

ARCO IERRA, S.L.
Ingeniería Civil

EXTERIOR: 07A1082

ESCALA IMPRINTA: 1:200

TITULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN SAN JUAN DE DIOS, JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

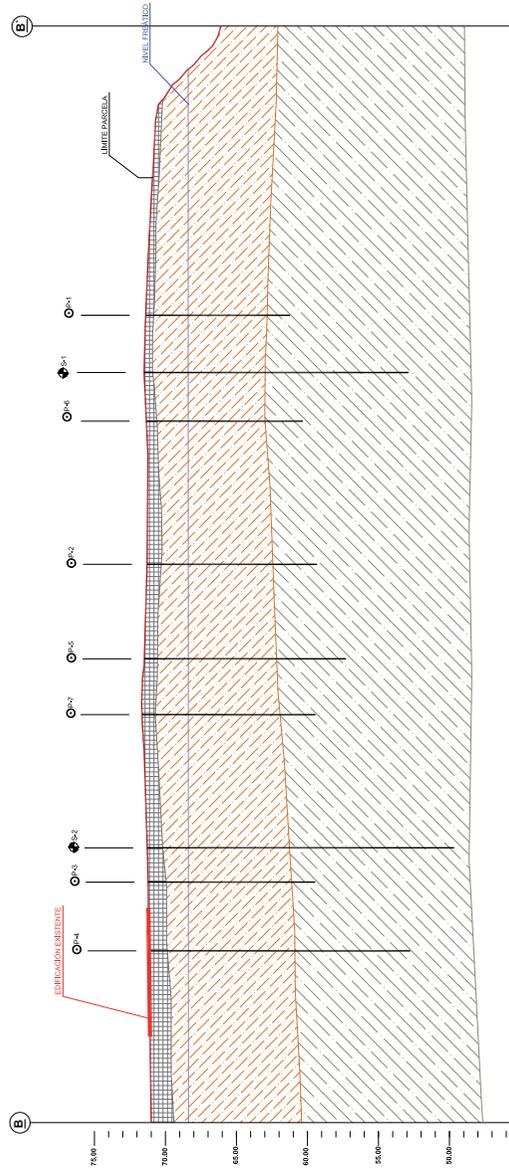
HOJA: 2

FECHA: LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO

JUNIO 2007

LEYENDA

-  SONDEO A ROTACIÓN
-  ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA
-  RELLENOS ANTRÓPICOS
-  MARGAS ARCILLOSAS OCREAS
-  MARGAS ARCILLOSAS GRISES
-  PERFIL GEOLOGICO - GEOTÉCNICO



ARCO IERRA, S.L.
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

EXPERIENTE: 07AT196

ESCALA VERTICAL: 1:250

TITULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO EN SAN JUAN DE DIOS, JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

HOJA: 2

PERFIL GEOLOGICO GEOTÉCNICO B-B'

FECHA:

JUNIO 2007

 Miembro de la Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es
central@arcotierra.es

39

Empresa Certificada por AENOR en Calidad
Con Nº ER-0412/2004

ARCO IERRA, S.L.
Estudios Geotécnicos

07AT082

ANEJO 3: REGISTRO DE SONDEOS

Tlf : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Sondeo a Rotación, s/norma XP P94-202

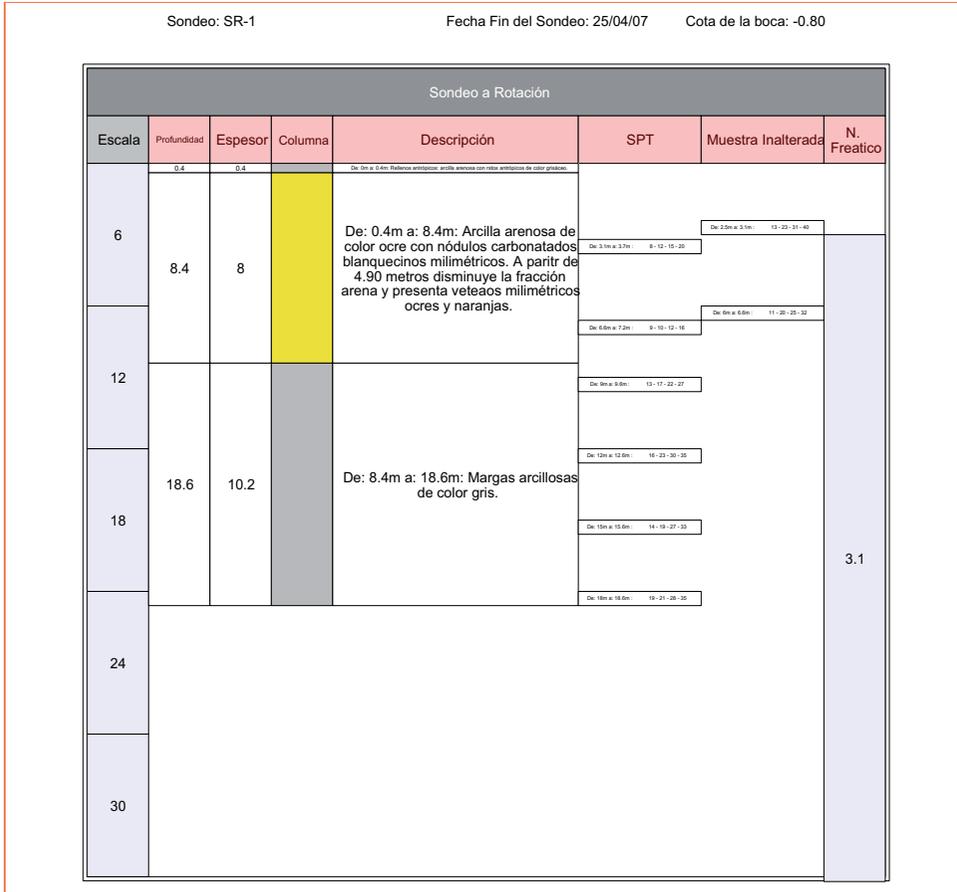
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emujijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3928	3817	82	.2007/90	31/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:



Responsable de Ensayos GTC
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Sondeo a Rotación, s/norma XP P94-202

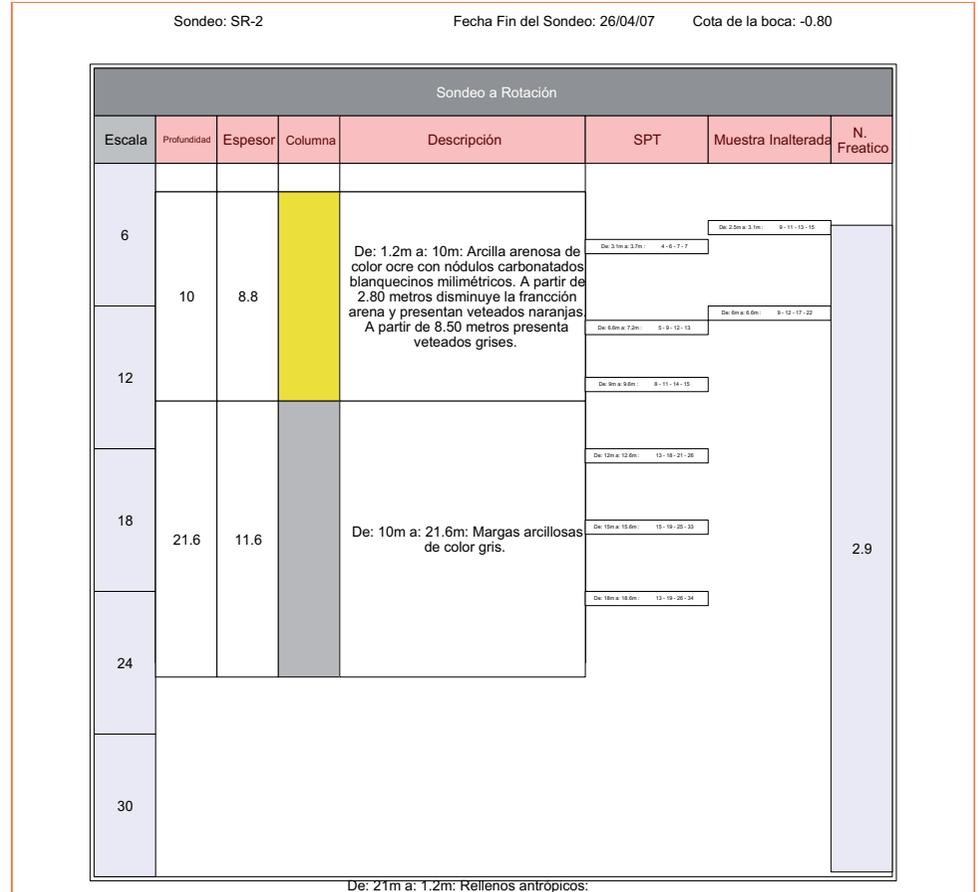
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emujijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3929	3817	82	.2007/90	31/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:



Responsable de Ensayos GTC
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

07AT082

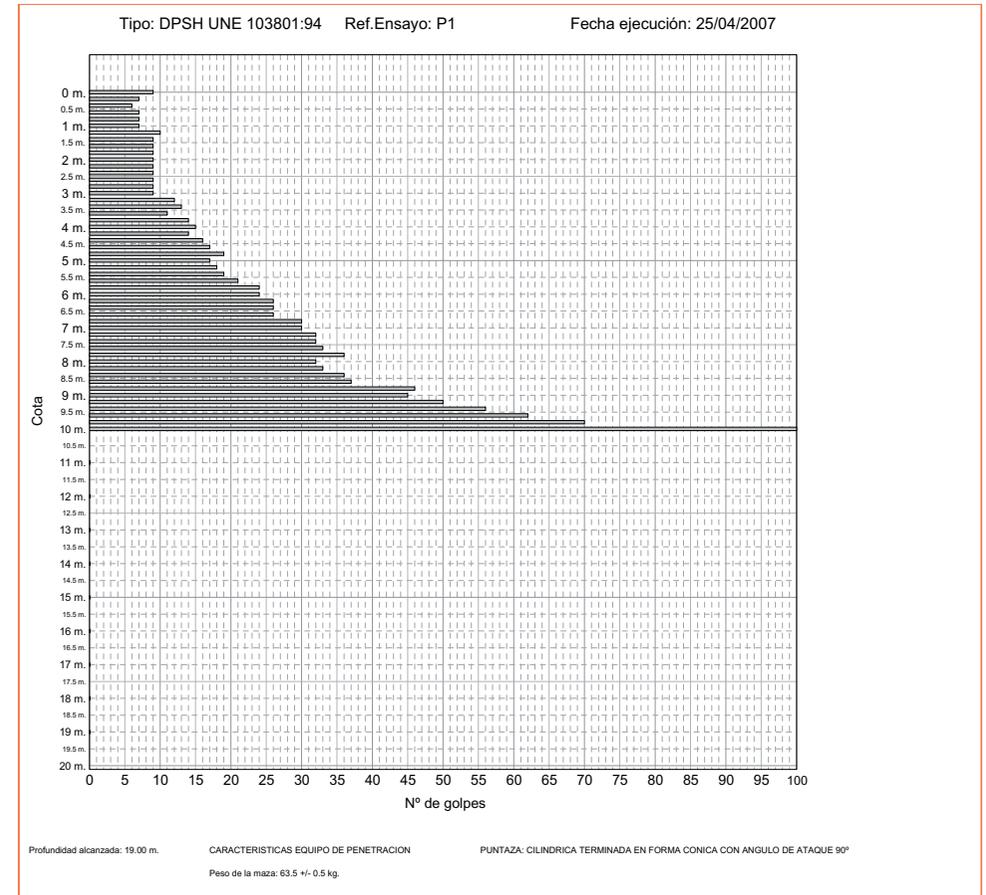
**ANEJO 4:
 DIAGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS DE
 PENETRACIÓN DINÁMICA**

ACTA DE RESULTADOS
 Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayos a realizar:
 Ensayo penetración dinámica
 Obra: Edificio de viviendas
 Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera
 Peticionario: Emujijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3074	3817	82	.2007/90	25/04/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
 Franco Javier Jiménez Jiménez
 Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
 Isabel Mª Ahumada Huertas
 Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
 Juan Moreno Pérez
 Licenciado en Geología Nº Col.277

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

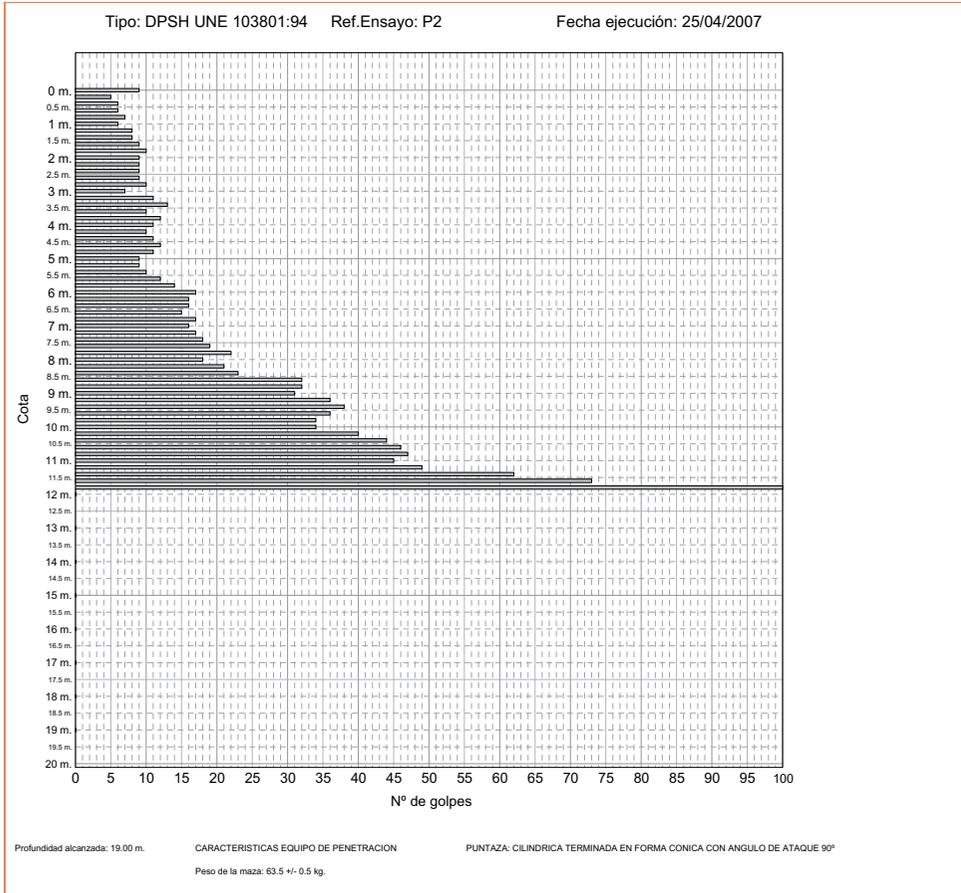
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3075	3817	82	.2007/90	25/04/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel M^o Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

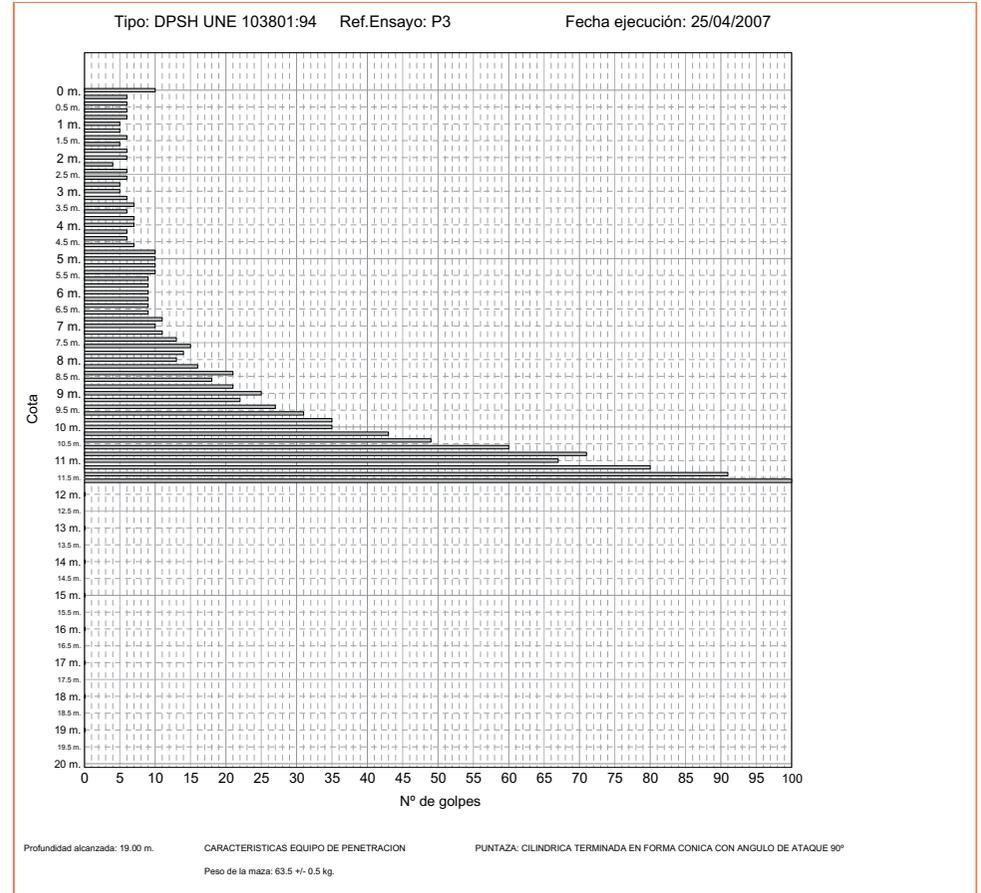
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3076	3817	82	.2007/90	25/04/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel M^o Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

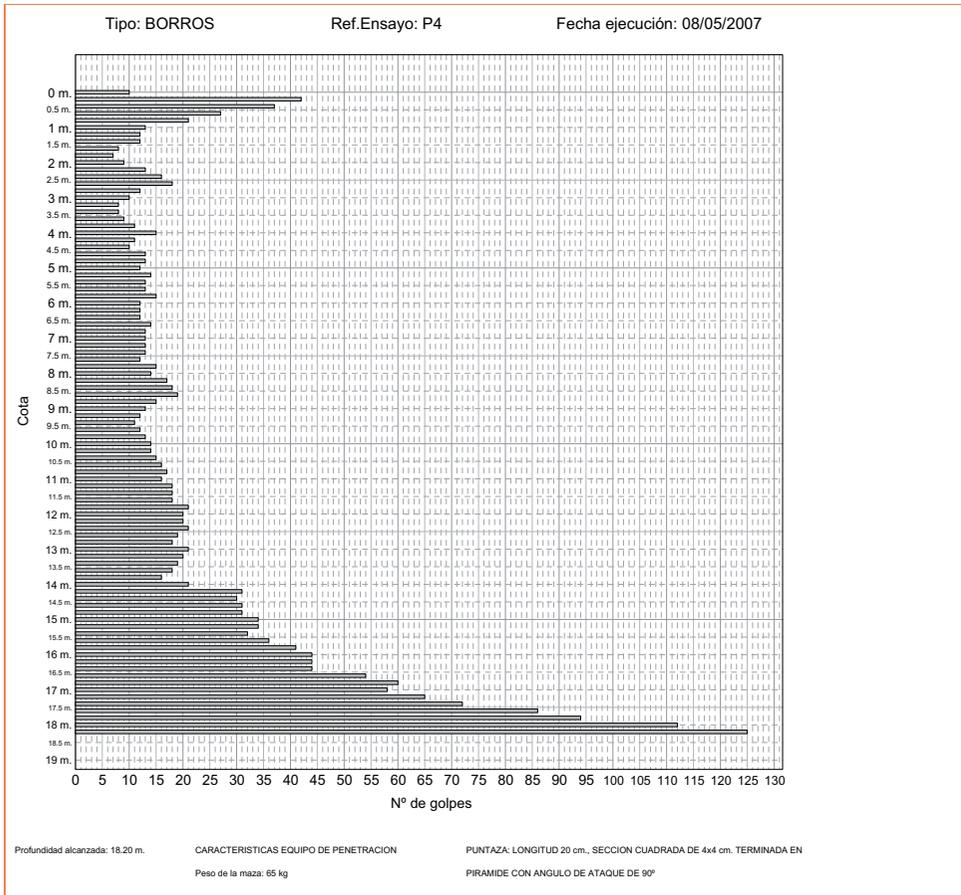
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3358	3817	82	.2007/90	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel M^o Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

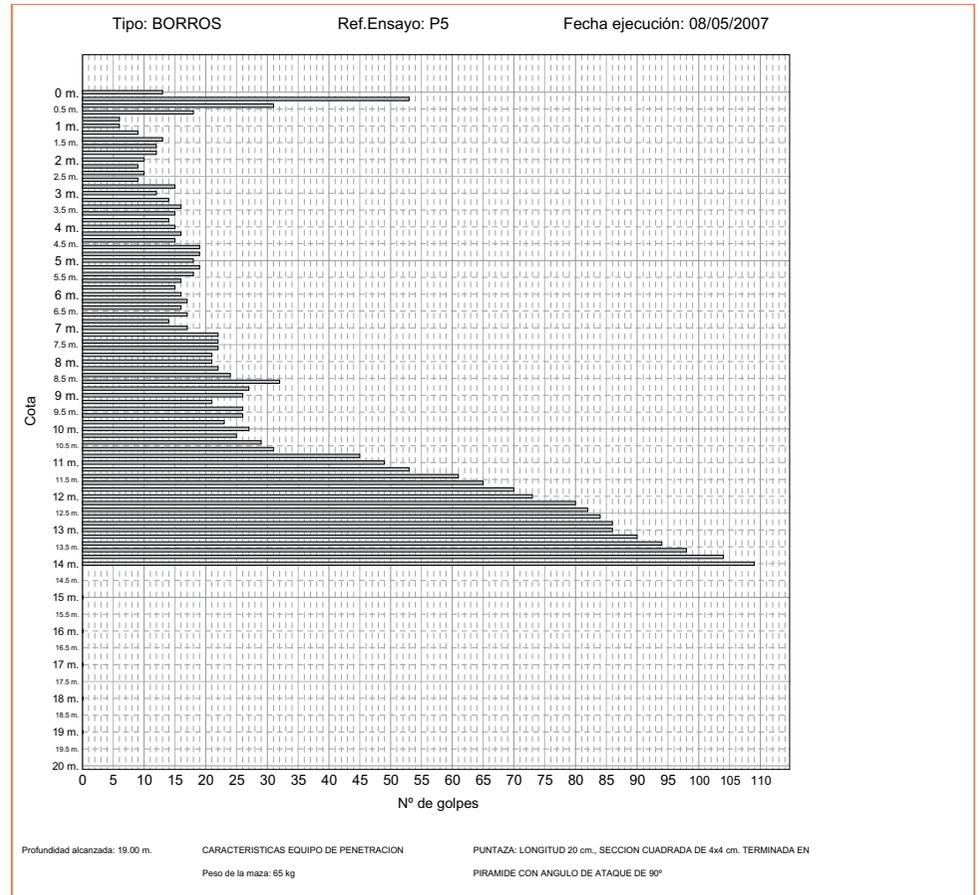
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3359	3817	82	.2007/90	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel M^o Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

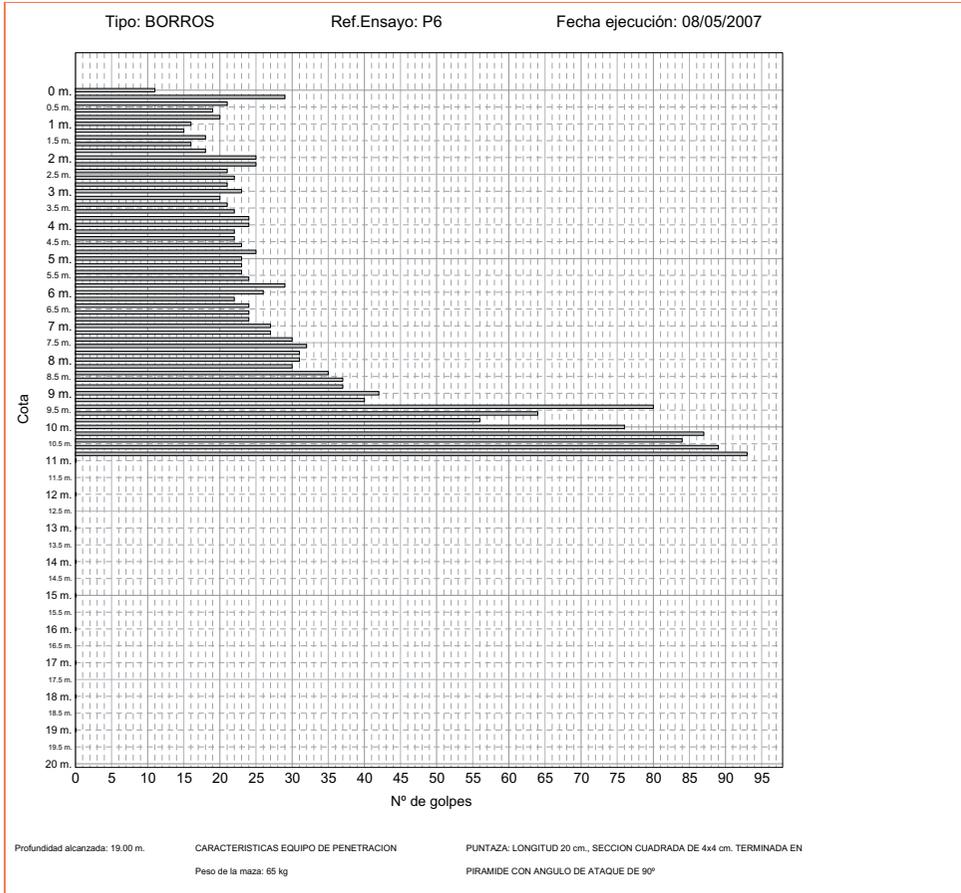
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3360	3817	82	.2007/90	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

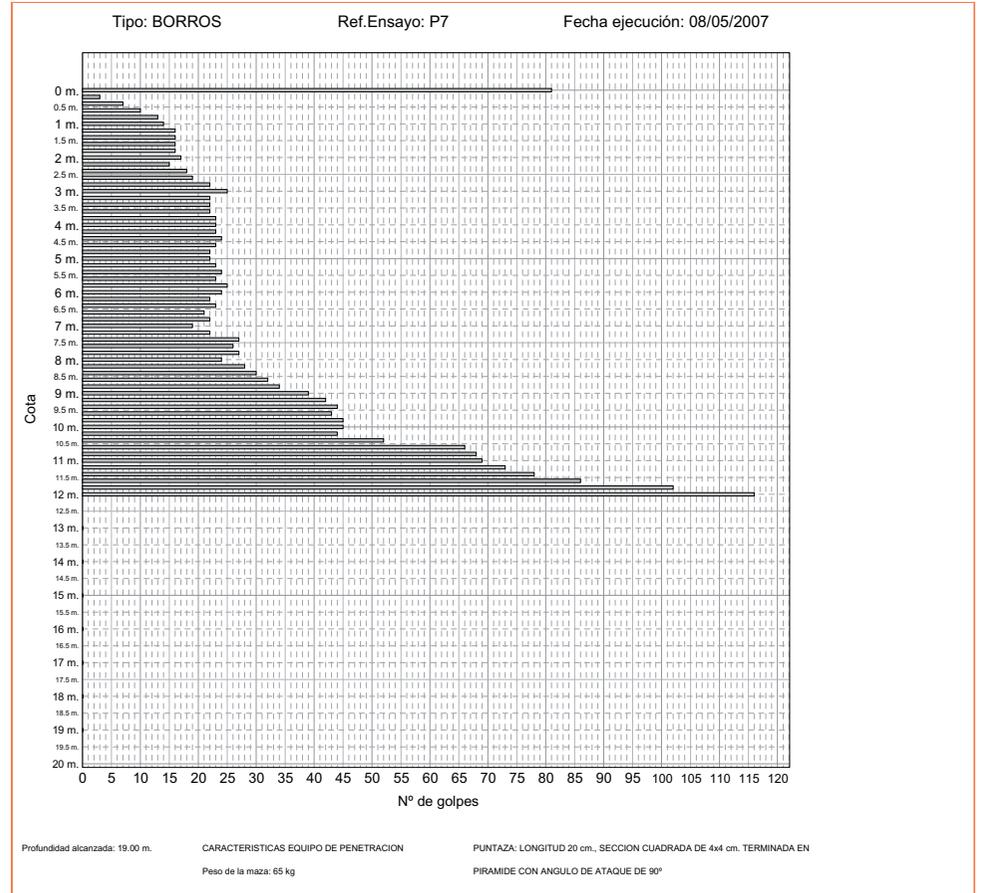
Ensayos a realizar:
Ensayo penetración dinámica

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3361	3817	82	.2007/90	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO



Operario:
Francisco Javier Jiménez
Auxiliar Técnico de Campo

Jefe de Área
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tel : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

07AT082

ANEJO 5: ENSAYOS DE LABORATORIO

ACTA DE RESULTADOS Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3320	3817	82	.2007/725	08/05/2007

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

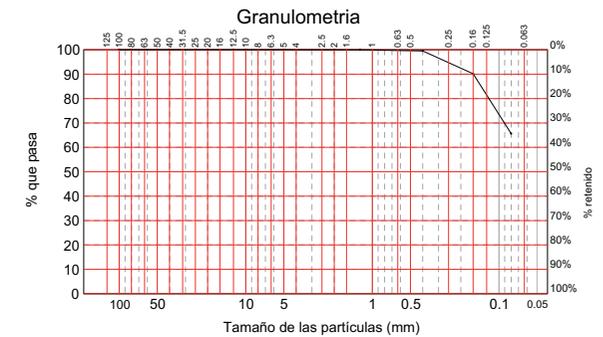
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

Muestra: SR-1, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

RESULTADOS DEL ENSAYO

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	100
0.16	90
0.08	65.6



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94	
Límite Líquido	40.4
Límite Plástico	25.0
INDICE DE PLASTICIDAD	15.4

Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	9
Clasificación SUCS	ML
Clasificación HRB	A-7-6

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Presión de Hinchamiento en edómetro, s/norma UNE 103-602/96

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3321	3817	82	.2007/725	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Presión de Hinchamiento en edómetro S/UNE 103-602/96		
Humedad Inicial	%	25.97
Humedad Final	%	27.11
Densidad de la Probeta	g/cm ³	1.97
Presión de hinchamiento	Kp/cm ²	0.05

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel M^a Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra. S.L.
P.I Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Ensayo de corte directo de suelo, s/norma UNE 103-401/98
Rotura a Compresión simple, s/norma UNE 103-400/93

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3322	3817	82	.2007/725	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Corte directo de suelo S/UNE 103-401/98				
Tipo de Ensayo				
Velocidad de Corte	mm/min	0.5		
Probeta Nº		1	2	3
Tensión Normal máxima	Kg/cm ²	1	2	3
Tensión Tangencial máxima	Kg/cm ²	0.77	1.29	1.51
Humedad Inicial	%	24.62	24.14	24.17
Humedad Final	%	31.19	29.29	29.24
Densidad Seca Inicial	g/cm ³	1.40	1.25	1.27
Densidad Seca Final	g/cm ³	1.33	1.20	1.22
Ángulo Rozamiento Interno	°	20		
Cohesión	Kg/cm ²	0.44		

Este gráfico muestra la relación entre la tensión horizontal y el desplazamiento horizontal para tres series de ensayo (Serie1, Serie2 y Serie3). Las curvas muestran un aumento inicial de la tensión horizontal que se estabiliza a partir de unos 2 mm de desplazamiento.

Este gráfico muestra una línea de regresión lineal que relaciona la tensión tangencial con la tensión normal. La tensión tangencial aumenta proporcionalmente con la tensión normal.

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel M^a Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Ensayo de corte directo de suelo, s/norma UNE 103-401/98
Rotura a Compresión simple, s/norma UNE 103-400/93

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

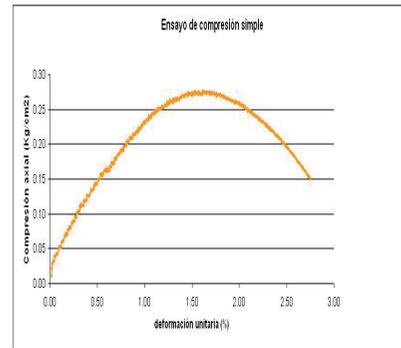
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3322	3817	82	.2007/725	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Compresión simple S/UNE 103-400/93		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11.8
Diámetro	cm	5.9
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	25.41
Humedad zona de rotura	%	25.57
DENSIDAD		
Densidad Seca	g/cm ³	1.55
RESULTADOS		
Resistencia	Kg/cm ²	0.275
Deformación	%	1.63



Responsable de Ensayos Físicos
Isabel M^a Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Contenido en suelos de sulfatos solubles, s/norma Anejo 5 de la EHE
EHE
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, s/norma Anejo 5 de la EHE

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3323	3817	82	.2007/725	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Sulfatos en suelos S/Anejo 5 de la EHE		
Sulfatos	mg/kg	Inapreciable

Acidez de Baumann Gully S/Anejo 5 de la EHE		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	Inapreciable

Responsable de Ensayos Químicos
Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3324	3817	82	.2007/726	08/05/2007

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

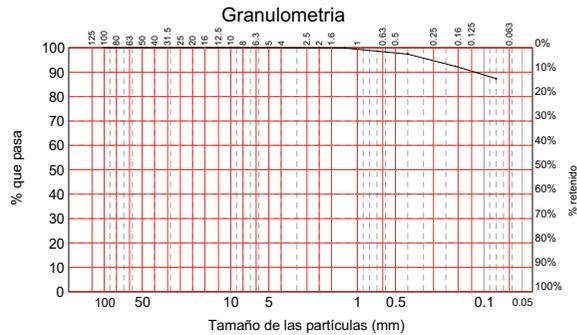
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-2 (6,0 - 6,60 m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	97
0.16	92
0.08	87.4



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94

Límite Líquido	65.4
Límite Plástico	33.7
INDICE DE PLASTICIDAD	31.7

Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00

Índice de Grupo	33
Clasificación SUCS	MH
Clasificación HRB	A-7-5

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3325	3817	82	.2007/726	08/05/2007

Ensayos a realizar:
Rotura a Compresión simple, s/norma UNE 103-400/93

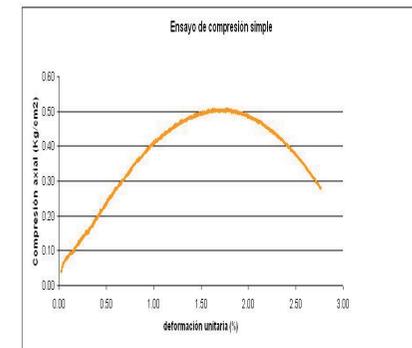
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-2 (6,0 - 6,60 m)

Compresión simple S/UNE 103-400/93	
DIMENSIONES DE LA PROBETA	
Altura	cm 11.8
Diámetro	cm 5.9
HUMEDAD	
Humedad probeta	% 34.90
Humedad zona de rotura	% 35.74
DENSIDAD	
Densidad Seca	g/cm³ 1.35
RESULTADOS	
Resistencia	Kg/cm² 0.5
Deformación	% 1.78



Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

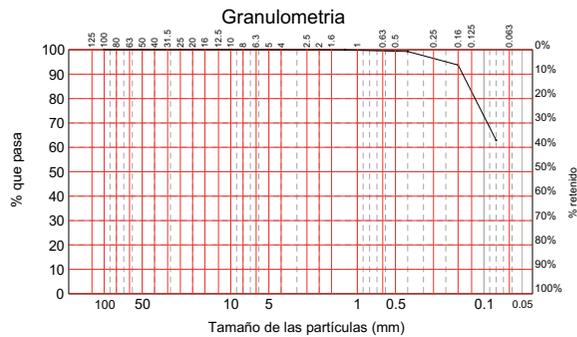
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3326	3817	82	.2007/727	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	99
0.16	94
0.08	62.9



Límite Líquido	37.7
Límite Plástico	17.9
INDICE DE PLASTICIDAD	19.8

Índice de Grupo	10
Clasificación SUCS	CL
Clasificación HRB	A-6

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Ensayo de corte directo de suelo, s/norma UNE 103-401/98
Rotura a Compresión simple, s/norma UNE 103-400/93

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

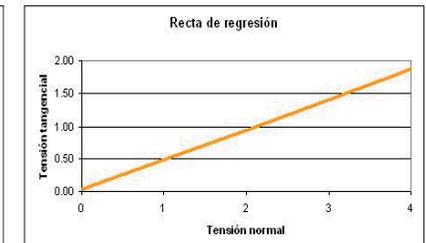
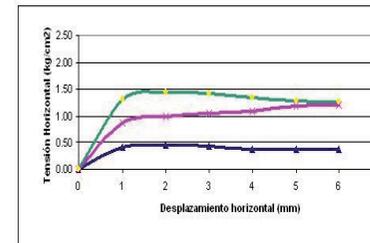
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3327	3817	82	.2007/727	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Corte directo de suelo S/UNE 103-401/98				
Tipo de Ensayo	CU			
Velocidad de Corte	mm/min	0.5		
Probeta Nº		1	2	3
Tensión Normal máxima	Kg/cm²	1	2	3
Tensión Tangencial máxima	Kg/cm²	0.37	1.19	1.29
Humedad Inicial	%	27.64	26.73	25.56
Humedad Final	%	27.61	25.47	24.80
Densidad Seca Inicial	g/cm³	1.25	1.28	1.28
Densidad Seca Final	g/cm³	1.25	1.30	1.29
Ángulo Rozamiento Interno	º	25		
Cohesión	Kg/cm²	0.03		



Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Ensayo de corte directo de suelo, s/norma UNE 103-401/98
Rotura a Compresión simple, s/norma UNE 103-400/93

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

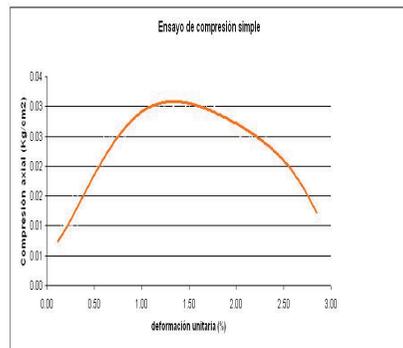
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3327	3817	82	.2007/727	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Compresión simple S/UNE 103-400/93		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11.8
Diámetro	cm	5.9
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	27.57
Humedad zona de rotura	%	27.46
DENSIDAD		
Densidad Seca	g/cm ³	1.45
RESULTADOS		
Resistencia	Kg/cm ²	0.032
Deformación	%	1.36



Responsable de Ensayos Físicos
Isabel M^a Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Contenido en suelos de sulfatos solubles, s/norma Anejo 5 de la EHE
EHE
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, s/norma Anejo 5 de la EHE

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3328	3817	82	.2007/727	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (2,50 - 3,10 m)

Sulfatos en suelos S/Anejo 5 de la EHE		
Sulfatos	mg/kg	1331.2

Acidez de Baumann Gully S/Anejo 5 de la EHE		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	Inapreciable

Responsable de Ensayos Químicos
Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

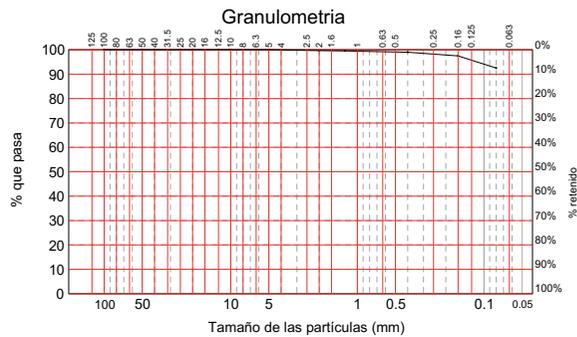
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3329	3817	82	.2007/728	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-2 (6,0 - 6,60 m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	99
0.16	98
0.08	92.5



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94	
Límite Líquido	65.9
Límite Plástico	28.3
INDICE DE PLASTICIDAD	37.6

Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	40
Clasificación SUCS	CH
Clasificación HRB	A-7-6

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

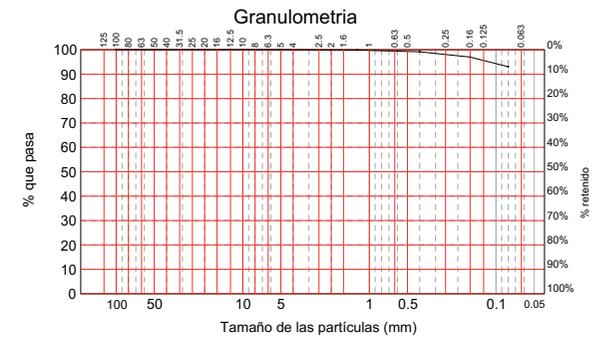
Peticionario: Emuvijesa

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3330	3817	82	.2007/729	08/05/2007

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, SPT-4 (12,0 - 12,60 m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	99
0.16	97
0.08	93



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94	
Límite Líquido	56.0
Límite Plástico	24.2
INDICE DE PLASTICIDAD	31.8

Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Indice de Grupo	33
Clasificación SUCS	CH
Clasificación HRB	A-7-6

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3331	3817	82	.2007/730	08/05/2007

Ensayos a realizar:
Granulometría, s/norma UNE 103-101/95
Límites Atterberg y Clasificación, s/norma UNE 103-103/94

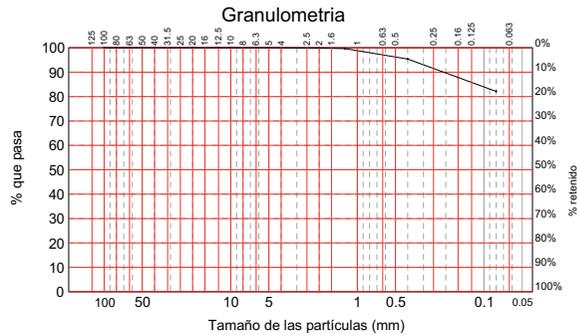
Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-6 (18,0 - 18,60 m)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	95
0.16	88
0.08	82.1



Límites Atterberg S/UNE 103-103/94	
Límite Líquido	58.7
Límite Plástico	29.9
INDICE DE PLASTICIDAD	28.8

Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	
Índice de Grupo	26
Clasificación SUCS	MH
Clasificación HRB	A-7-5

Responsable de Ensayos Físicos
Isabel Mª Ahumada Huertas
Lic. CC. Geológicas Nº Col.477

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Ensayo Acreditado por la Junta de Andalucía
Nº Registro: LE002-CA-04, BOJA 22/06/04

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2007/3474	3817	82	.2007/781	11/05/2007

Ensayos a realizar:
Análisis de Aguas, s/norma Anejo 5 de la EHE

Obra: Edificio de viviendas
Dirección: San Juan de Dios, Jerez de la Frontera

Peticionario: Emuvijesa

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1 (3,10 m)

Análisis de Aguas S/Anejo 5 de la EHE	
pH	7.41
Dióxido Libre	mg/l 25.3
Amonio	mg/l 1.0
Magnesio	mg/l 149.3
Sulfatos	mg/l 162.2
Residuo Seco	mg/l 880.0

Responsable de Ensayos Químicos
Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico
Juan Moreno Pérez
Licenciado en Geología Nº Col.277

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tif : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

07AT082

07AT082

**ANEJO 6:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

Sondeo: 082S1



Sondeo: 082S2



Caja: 082T1



Caja: 082T1A



Caja: 082T1B



Caja: 082T1C



07AT082

Caja: 082T1D



Caja: 082T1E



Caja: 082T2



Caja: 082T2A



Caja: 082T2D



Caja: 082T2B



Caja: 082T2C



07AT082

Penetrómetro: 082P2



Penetrómetro: 082P3



07AT082

Penetrómetro: 082P4



Penetrómetro: 082P5



Penetrómetro: 082P6



Penetrómetro: 082P7



Vista de la Parcela



Vista de la Parcela



Vista de la Parcela



Vista de la Parcela



Vista de la Parcela



Vista de la Parcela



07AT082

ANEJO 7: RESUMEN Y CONCLUSIONES

EXPEDIENTE: 07AT080		
CLIENTE: EMUVIJESA		
UBICACIÓN: SAN JUAN DE DIOS, EN JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)		
TIPO DE EDIFICACIÓN: EDIFICIO DE VIVIENDAS		
NIVELES GEOTÉCNICOS		
NIVEL 1	Recubriendo toda la parcela encontramos una capa de rellenos antrópicos constituidos por unas arcillas arenosas con restos cerámicos, gravas, etc. Este nivel presenta una coloración gris. Se ha reconocido este nivel en los sondeos a rotación realizados con espesores que oscilan entre 0.50 a 1.10 metros.	
NIVEL 2	Bajo la capa de rellenos, se reconocen unas arcillas arenosas de color ocre con algo de nódulos carbonatados blanquecinos milimétricos que a muro disminuyen las arenas, pasando a unas arcillas con indicios a algo de arena. Este nivel se ha reconocido en los sondeos a rotación, desde la base de los rellenos (0.50 metros en SR-1 y 1.10 metros en SR-2) hasta profundidades de 8.50 metros en SR-1 y 10.00 metros en SR-2.	
NIVEL 3	Como sustrato de la parcela se reconocen unas margas arcillosas de color gris con algo de arena. Este nivel se ha reconocido en los sondeos a rotación, desde la base de las arcillas arenosas de color ocre (8.50 metros SR-1 y 10.00 metros en SR-2) hasta profundidades máximas de muestreo de 18.60 metros en SR-1 y 21.60 metros en SR-2.	
AGRESIVIDAD		
	SUELO	AGUA
	SIN ATAQUE	ATAQUE DÉBIL POR DIÓXIDO LIBRE
NIVEL FREÁTICO		
	SR-1	SR-2
	3.10 m	2.90 m
EXPANSIVIDAD		
BAJA MEDIA		
GRADO DE IMPERMEABILIDAD		
	SUELO	MURO
	1	2
CONSIDERACIONES CIMENTACIÓN		
TIPO DE CIMENTACIÓN SUGERIDA	LOSA	
NIVEL EMPOTRAMIENTO	NIVEL 2	
PROFUNDIDAD MÍNIMA	Empotrar la losa tras la excavación del sótano	
TENSIÓN ADMISIBLE	1.70 kg/cm²	
COEFICIENTE DE BALASTO		
K₃₀ = 4.0 kp/cm³		

Programa licenciado para:

Proyecto: SANJUAN2,5M

Archivo: MURO2M

Fecha: 30/12/1899

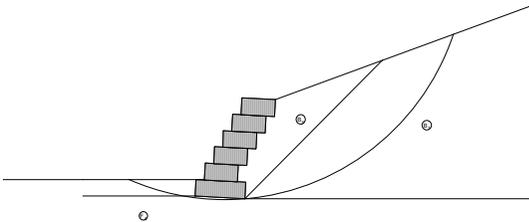
DATOS INICIALES

Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 3,00 grad.
 Peso esp. de las piedras : 24,00 kN/m³
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %
 Geotextil en el terraplén : No
 Reducción en la fricción : %
 Geotextil en la base : No
 Reducción en la fricción : %

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	1,50	0,50	-
2	1,00	0,50	0,25
3	1,00	0,50	0,50
4	1,00	0,50	0,75
5	1,00	0,50	1,00
6	1,00	0,50	1,25

+



Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer tramo : 20,00 grad.
 Largo del primer tramo : 8,00 m
 Inclinación del segundo tramo : 5,00 grad.
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.
 Cohesión del suelo : 10,00 kN/m²

Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m ³	Cohesión kN/m ²	Ángulo de fricción grad.
1	-4,00	45,00	19,00	1,00	32,00

Programa licenciado para:

Proyecto: SANJUAN2,5M

Archivo: MURO2M

Fecha: 30/12/1899

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 0,50 m
 Largo horiz. en la fundación : 10,00 m
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.
 Cohesión del suelo : 10,00 kN/m²
 Presión aceptable en la fundación : 100,00 kN/m²
 Nivel del agua : 0,00 m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m ³	Cohesión kN/m ²	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m
 Inclinación del primer tramo : grad.
 Largo del primer tramo : m
 Inclinación del segundo tramo : grad.
 Largo del segundo tramo : m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén
 Primer tramo : kN/m²
 Segundo tramo : kN/m²

Cargas distribuidas sobre el muro
 Carga : kN/m²

Línea de carga sobre el terraplén
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

Datos sobre efectos sísmicos

Coefficiente Horizontal : Coeficiente Vertical :

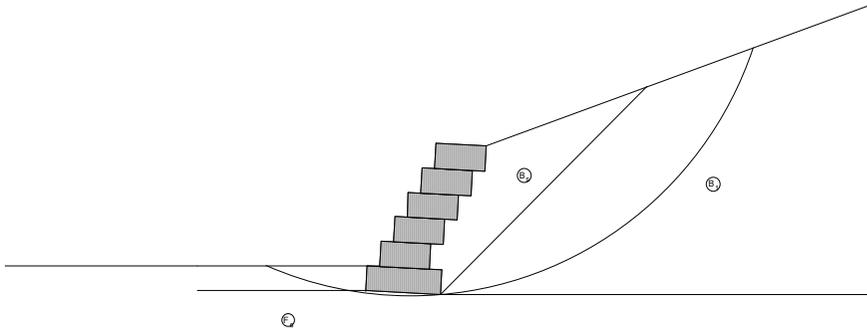
Programa licenciado para:

Proyecto: SANJUAN2,5M

Archivo: MURO2M

Fecha: 30/12/1899

+



DATOS SOBRE EL SUELO

Suelo	γ kN/m ³	C kN/m ²	ϕ grad.	Suelo	γ kN/m ³	C kN/m ²	ϕ grad.
B _s	18,00	10,00	25,00	F _s	18,00	10,00	25,00
B ₁	19,00	1,00	32,00				

CARGAS

Carga	Valor kN/m ²	Carga	Valor kN/m

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD

Coef. de seg. contra el Desliz.	5,12	Tensión en la base (izq.)	38,47kN/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	7,79	Tensión en la base (der.)	0,00kN/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,89	Máx. tensión aceptable	100,00kN/m ²

Programa licenciado para:

Proyecto: sanjuan4m

Archivo: sanjuan

Fecha: 30/12/1899

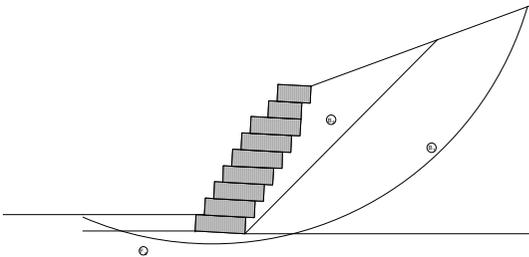
DATOS INICIALES

Datos sobre el muro

Inclinación del muro : 3,00 grad.
 Peso esp. de las piedras : 24,00 kN/m³
 Porosidad de los gaviones : 30,00 %
 Geotextil en el terraplén : No
 Reducción en la fricción : %
 Geotextil en la base : No
 Reducción en la fricción : %

+

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	1,50	0,50	-
2	1,50	0,50	0,25
3	1,50	0,50	0,50
4	1,50	0,50	0,75
5	1,50	0,50	1,00
6	1,50	0,50	1,25
7	1,50	0,50	1,50
8	1,00	0,50	2,00
9	1,00	0,50	2,25



Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer tramo : 20,00 grad.
 Largo del primer tramo : 8,00 m
 Inclinación del segundo tramo : 5,00 grad.
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.
 Cohesión del suelo : 10,00 kN/m²

Camadas adicionales en el terraplén

Camada	Altura inicial m	Inclinación grad.	Peso específico kN/m ³	Cohesión kN/m ²	Ángulo de fricción grad.
1	-4,00	45,00	19,00	1,00	32,00

Programa licenciado para:

Proyecto: sanjuan4m

Archivo: sanjuan

Fecha: 30/12/1899

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 0,50 m
 Largo horiz. en la fundación : 10,00 m
 Inclinación de la de fundación : 0,00 grad.
 Peso específico del suelo : 18,00 kN/m³
 Ángulo de fricción del suelo : 25,00 grad.
 Cohesión del suelo : 10,00 kN/m²
 Presión aceptable en la fundación : 100,00 kN/m²
 Nivel del agua : 0,00 m

Camada adicional en la fundación

Camada	Profundidad m	Peso específico kN/m ³	Cohesión kN/m ²	Ángulo de fricción grad.
--------	------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

Datos sobre la napa freática

Altura inicial : m
 Inclinación del primer tramo : grad.
 Largo del primer tramo : m
 Inclinación del segundo tramo : grad.
 Largo del segundo tramo : m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén
 Primer tramo : kN/m²
 Segundo tramo : kN/m²

Cargas distribuidas sobre el muro
 Carga : kN/m²

Línea de carga sobre el terraplén
 Carga 1 : kN/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 2 : kN/m Dist. al tope del muro : m
 Carga 3 : kN/m Dist. al tope del muro : m

Línea de carga sobre el muro
 Carga : kN/m Dist. al tope del muro : m

Datos sobre efectos sísmicos

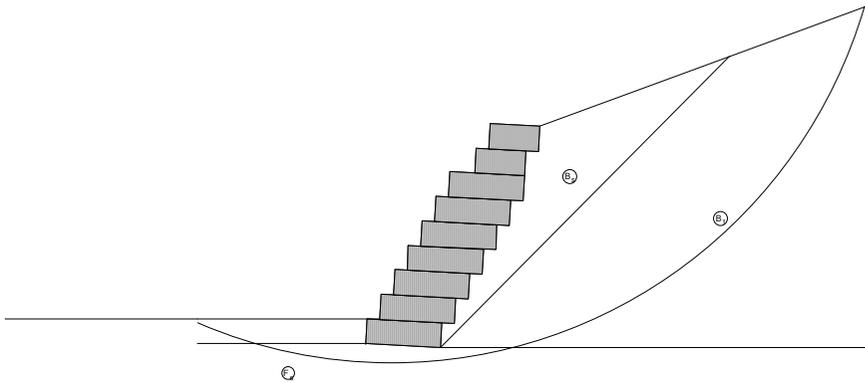
Coefficiente Horizontal : Coeficiente Vertical :

Programa licenciado para:

Proyecto: sanjuan4m

Archivo: sanjuan

Fecha: 30/12/1899

**DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo	γ kN/m ³	C kN/m ²	ϕ grad.	Suelo	γ kN/m ³	C kN/m ²	ϕ grad.
B _s	18,00	10,00	25,00	F _s	18,00	10,00	25,00
B ₁	19,00	1,00	32,00				

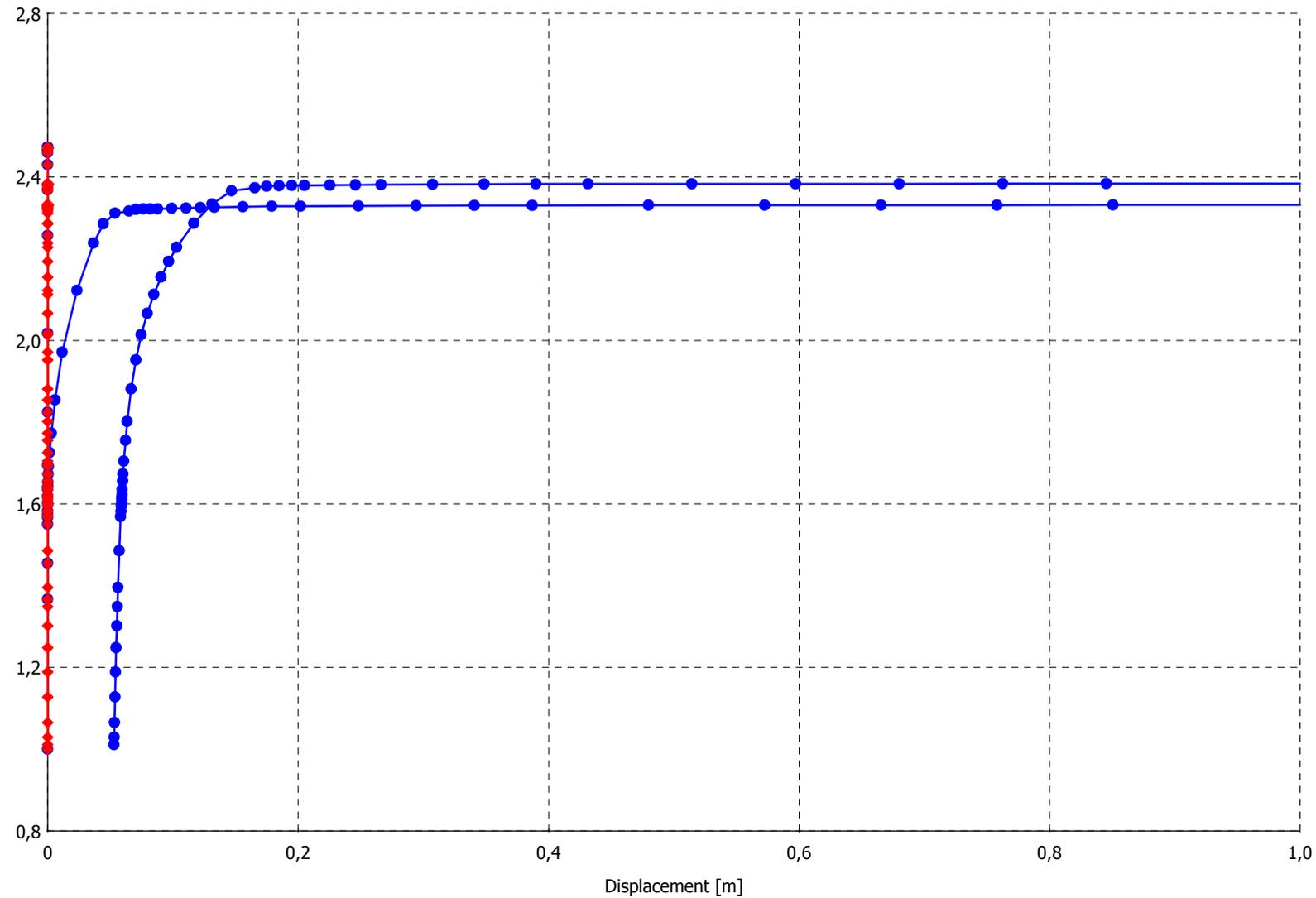
CARGAS

Carga	Valor kN/m ²	Carga	Valor kN/m

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD

Coef. de seg. contra el Desliz.	3,73	Tensión en la base (izq.)	47,53kN/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	5,81	Tensión en la base (der.)	0,00kN/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	1,69	Máx. tensión aceptable	100,00kN/m ²

Multiplier



—●— CABEZA TALUD
 —●— PIE TALUD



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 8.2.8.314

Project description

sjuanm1

Project name

sjuanm1.PLX

Date

17/12/09

User name

Jesytel

REPORT

12/17/2009

User: Jesytel
Title: sjuanm1

Table of Contents

1. General Information.....	3
2. Geometry.....	4
3. Mesh data.....	6
4. Material data.....	7
5. Calculation phases.....	10
6. Results for phase 2	11
6.1. Deformations.....	11
6.1.1. Plot of total displacements	12
6.2. Stresses.....	13
6.2.2. Plot of total stresses.....	14
7. Results for phase 3	17
7.3. Deformations.....	17
7.3.3. Plot of total displacements	18
7.4. Stresses.....	19
7.4.4. Plot of total stresses.....	20
8. Results for phase 5	23
8.5. Deformations.....	23
8.5.5. Plot of total displacements	24
8.6. Stresses.....	25
8.6.6. Plot of total stresses.....	26

1. General Information

Table [1] units

Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Table [2] Model dimensions

	min.	max.
X	0,000	50,000
Y	-7,500	19,250

Table [3] Model

Model	Plane Strain
Element	15-Noded

2. Geometry

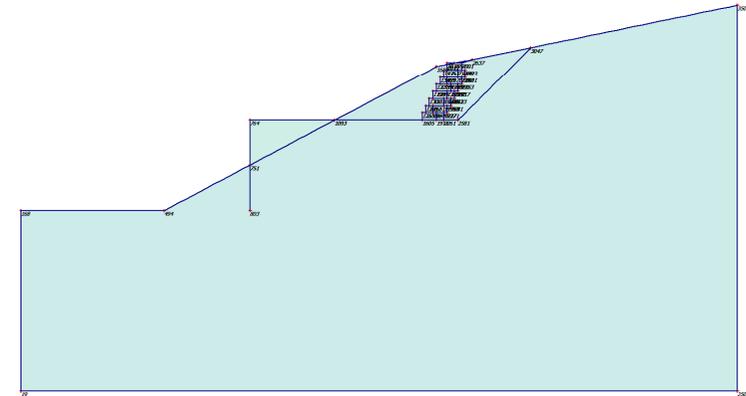


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [4] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
168	0,000	5,000	1725	29,750	12,750
494	10,000	5,000	1995	30,250	13,250
1625	29,000	15,000	2123	30,250	12,750
3507	50,000	19,250	1349	29,000	13,250
2507	50,000	-7,500	1221	29,000	13,750
19	0,000	-7,500	1783	30,000	13,750
764	16,000	11,250	1741	30,000	13,250
803	16,000	5,000	2091	30,500	13,750
751	16,000	8,158	2317	30,500	13,250

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
1605	28,000	11,250	1359	29,250	13,750
1093	21,875	11,250	1375	29,250	14,250
1255	28,000	11,750	1767	29,750	14,250
1921	29,000	11,750	1419	29,750	13,750
1911	29,000	11,250	2343	30,750	14,250
2261	29,500	11,250	2353	30,750	13,750
1937	29,500	11,750	1403	29,500	14,250
1615	28,250	11,750	1635	29,500	14,750
1265	28,250	12,250	2107	30,500	14,750
1651	28,750	12,250	1979	30,500	14,250
1661	28,750	11,750	2423	31,000	14,750
1953	29,750	12,250	2601	31,000	14,250
2271	29,750	11,750	1757	29,750	14,750
1317	28,500	12,250	2018	29,750	15,250
1301	28,500	12,750	2011	29,750	15,150
1689	29,500	12,750	2301	30,750	15,250
1699	29,500	12,250	2291	30,250	15,250
2281	30,000	12,250	2139	30,750	14,750
1963	30,000	12,750	2637	31,500	15,500
1333	28,750	12,750	2581	30,500	11,250
1199	28,750	13,250	3047	35,563	16,313
1715	29,750	13,250			

3. Mesh data

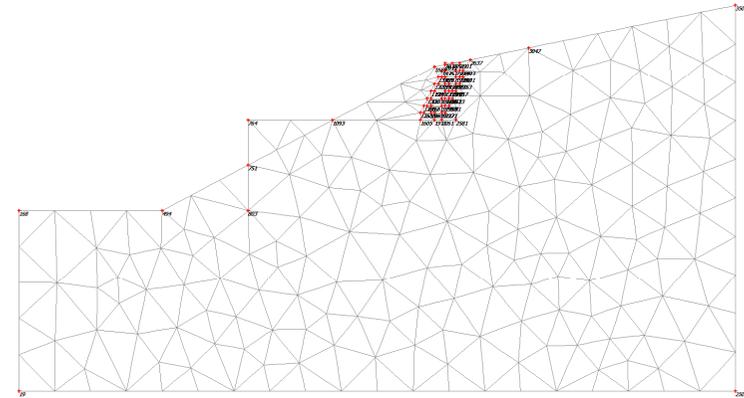


Fig. 2 Plot of the mesh with significant nodes

4. Material data

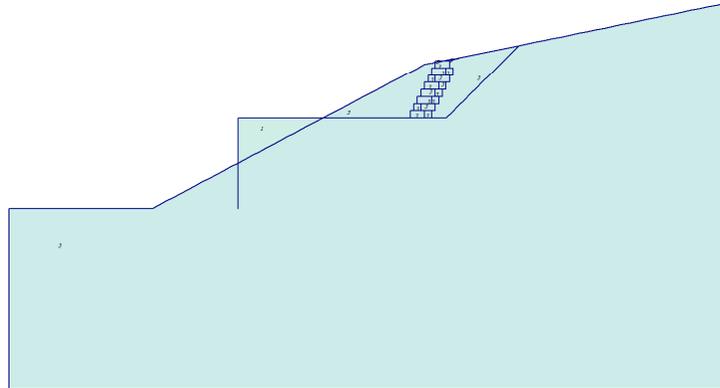


Fig. 3 Plot of geometry with material data sets

Table [5] Soil data sets parameters

<i>Linear Elastic</i>		2
		GAVION
Type		Drained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	18,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	18,00
k_x	[m/day]	0,000
k_y	[m/day]	0,000
e_{init}	[-]	0,500
c_k	[-]	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	25000,00

<i>Linear Elastic</i>		2
		GAVION
ν	[-]	0,250
G_{ref}	[kN/m ²]	10000,000
E_{oed}	[kN/m ²]	30000,000
E_{incr}	[kN/m ² /m]	0,00
y_{ref}	[m]	0,000
R_{inter}	[-]	1,000
Interface		Neutral
permeability		

<i>Mohr-Coulomb</i>		1	3
		ARENA	ARCILLA
Type		Drained	UnDrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	19,00	19,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	19,00	19,00
k_x	[m/day]	0,000	0,000
k_y	[m/day]	0,000	0,000
e_{init}	[-]	0,500	0,500
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	30000,000	10000,000
ν	[-]	0,350	0,350
G_{ref}	[kN/m ²]	11111,111	3703,704
E_{oed}	[kN/m ²]	48148,148	16049,383
c_{ref}	[kN/m ²]	1,00	50,00
ϕ	[°]	33,00	20,00
ψ	[°]	0,00	0,00
E_{inc}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00

Mohr-Coulomb		1	3
		ARENA	ARCILLA
Y_{ref}	[m]	0,000	0,000
$C_{increment}$	[kN/m ² /m]	0,00	0,00
$T_{str.}$	[kN/m ²]	0,00	0,00
$R_{inter.}$	[-]	1,00	1,00
Interface		Neutral	Neutral
permeability			

5. Calculation phases

Table [6] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0		-	0	0
iNICIAL	2	0	Plastic analysis	Staged construction	1	4
<Phase 1>	1	2	Phi/c reduction	Incremental multipliers	5	104
EXCAVACION	3	2	Plastic analysis	Staged construction	105	106
<Phase 4>	4	3	Phi/c reduction	Incremental multipliers	107	206
<Phase 5>	5	3	Plastic analysis	Staged construction	207	225
<Phase 6>	6	5	Phi/c reduction	Incremental multipliers	226	325

Table [7] Staged construction info

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
0	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.	2.			
2	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.	2.			
3	1.	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21.			
5	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.	2, 3, 21.			

6. Results for phase 2

6.1. Deformations

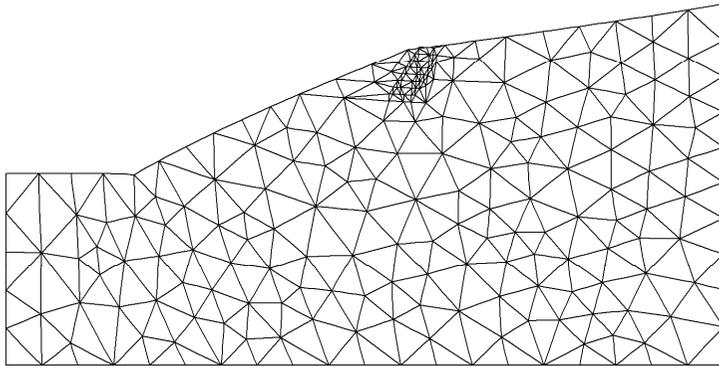


Fig. 4 Plot of deformed mesh
- Step no: 4 - (Phase: 2)

6.1.1. Plot of total displacements

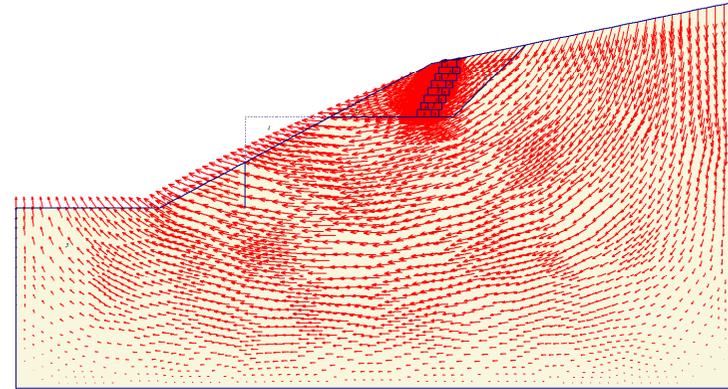


Fig. 5 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 4 - (Phase: 2)

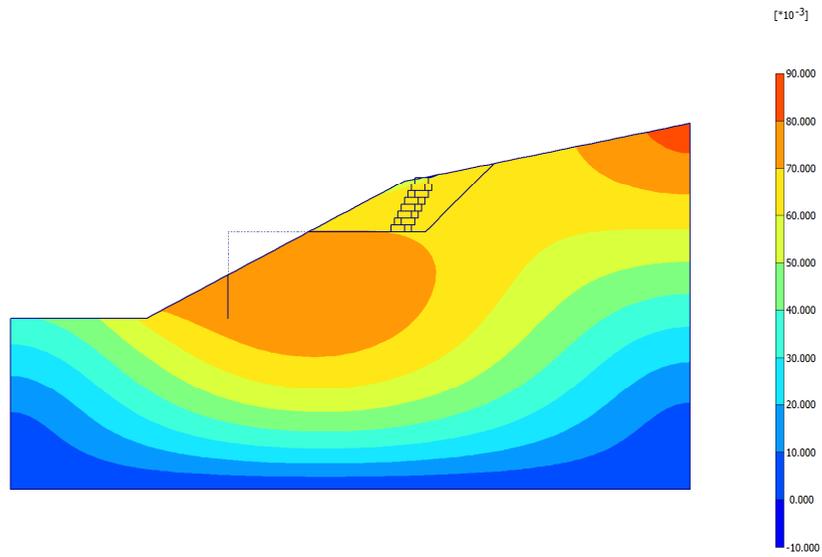


Fig. 6 Plot of total displacements (shadings)
- Step no: 4 - (Phase: 2)

6.2. Stresses

6.2.2. Plot of total stresses

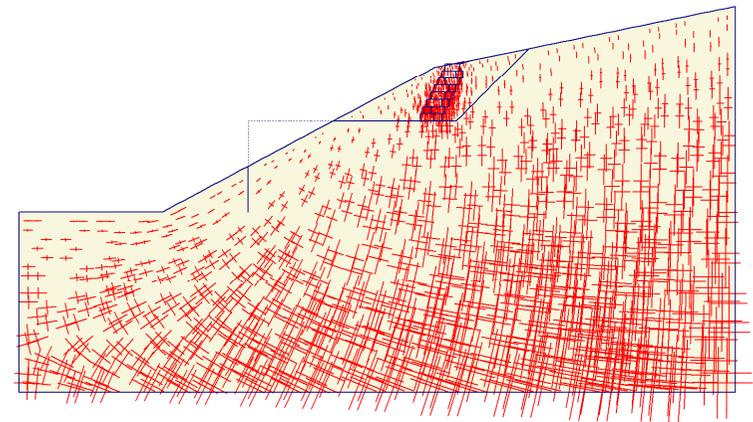


Fig. 7 Plot of total stresses (principal directions)
- Step no: 4 - (Phase: 2)

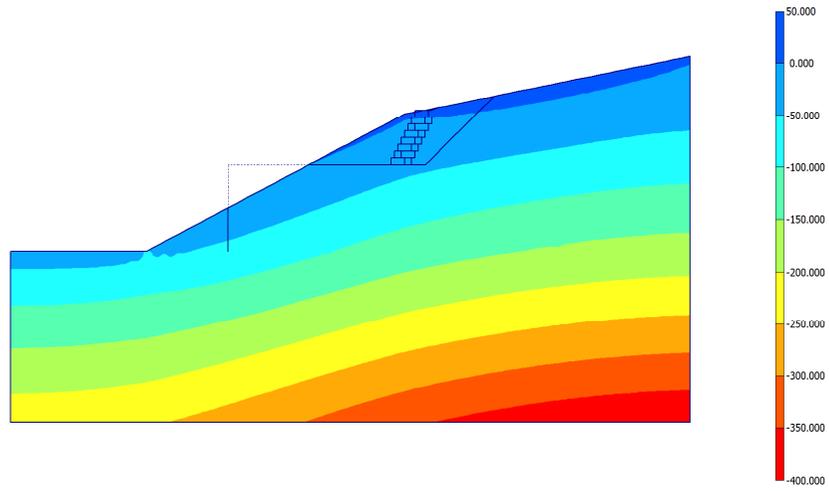


Fig. 8 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 4 - (Phase: 2)

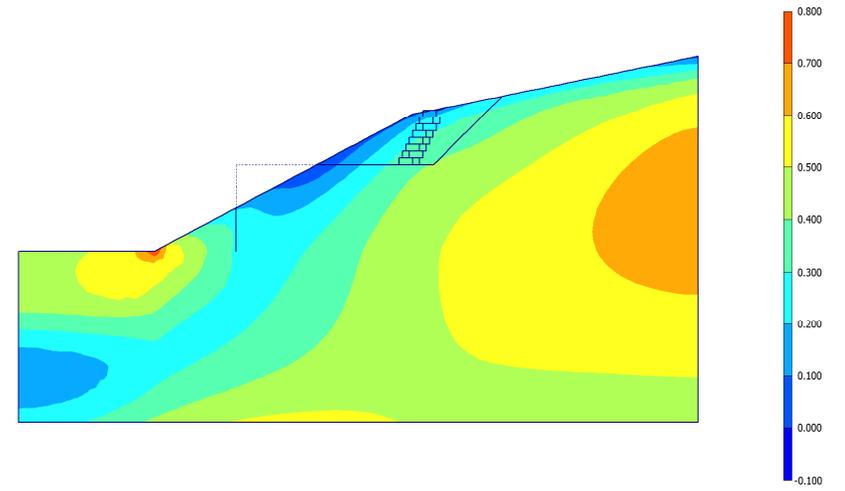


Fig. 9 Plot of total stresses (relative shear shadings)

- Step no: 4 - (Phase: 2)

7. Results for phase 3

7.3. Deformations

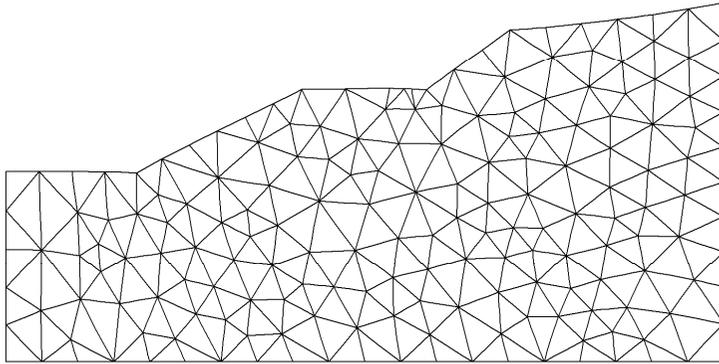


Fig. 10 Plot of deformed mesh
- Step no: 106 - (Phase: 3)

7.3.3. Plot of total displacements

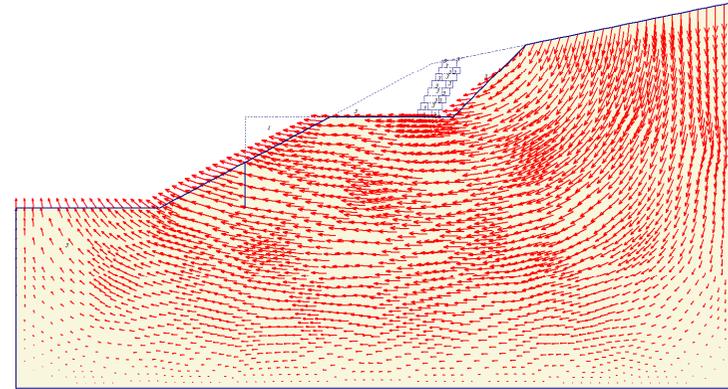


Fig. 11 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 106 - (Phase: 3)

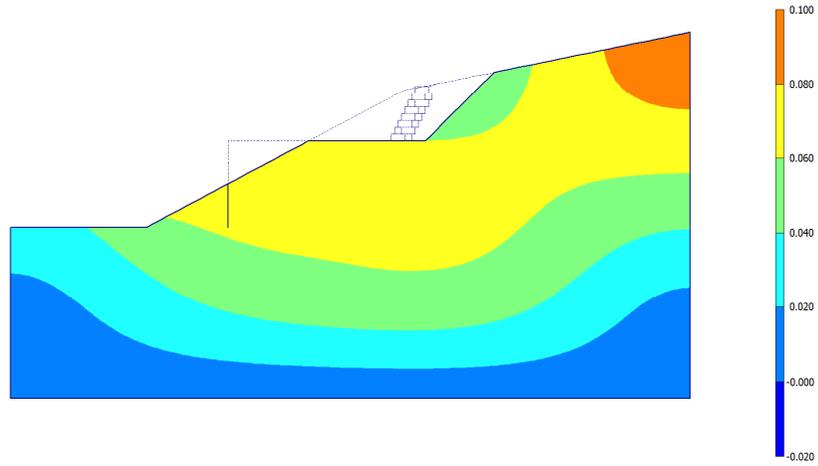


Fig. 12 Plot of total displacements (shadings)
 - Step no: 106 - (Phase: 3)

7.4. Stresses

7.4.4. Plot of total stresses

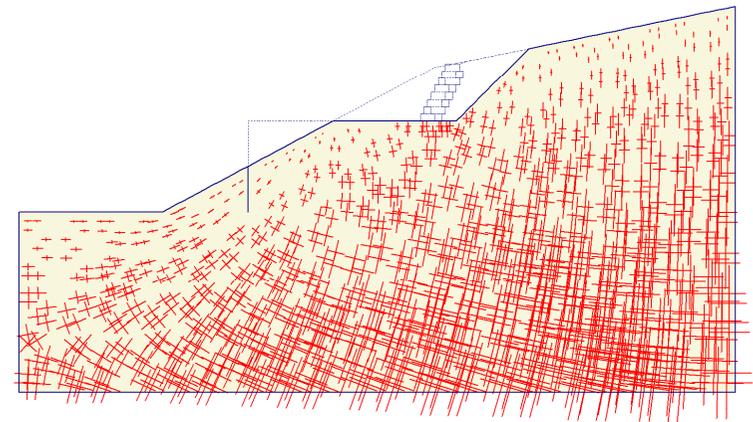


Fig. 13 Plot of total stresses (principal directions)
 - Step no: 106 - (Phase: 3)

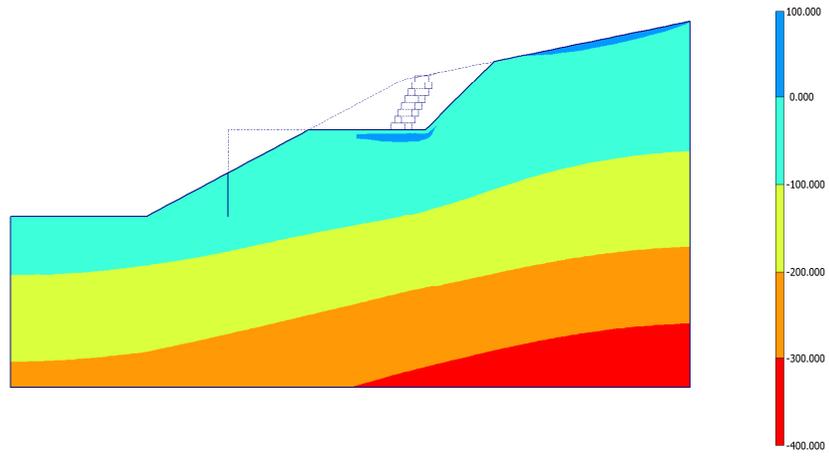


Fig. 14 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 106 - (Phase: 3)

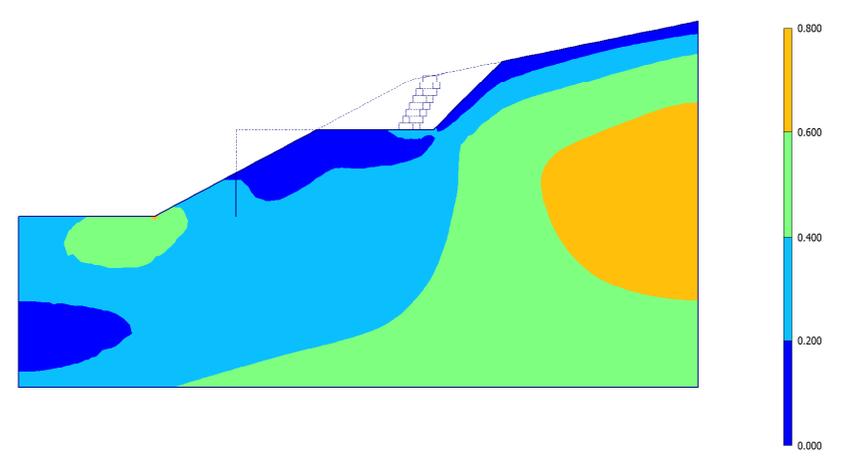


Fig. 15 Plot of total stresses (relative shear shadings)

- Step no: 106 - (Phase: 3)

8. Results for phase 5

8.5. Deformations

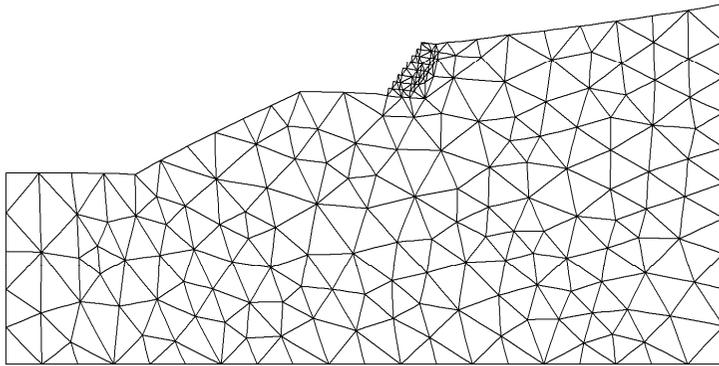


Fig. 16 Plot of deformed mesh
- Step no: 225 - (Phase: 5)

8.5.5. Plot of total displacements

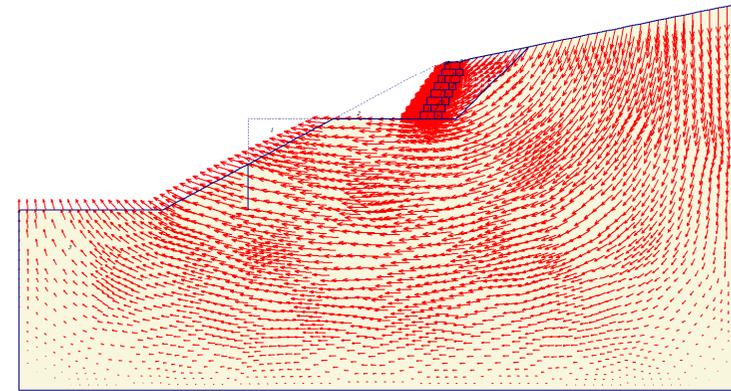


Fig. 17 Plot of total displacements (arrows)
- Step no: 225 - (Phase: 5)

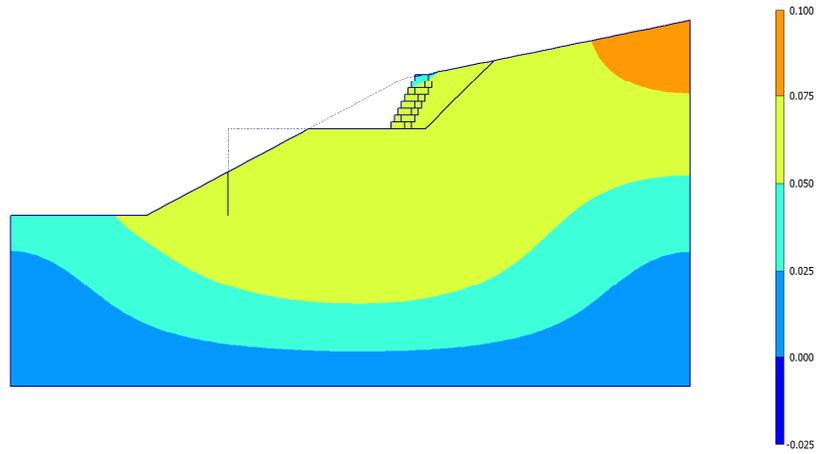


Fig. 18 Plot of total displacements (shadings)
 - Step no: 225 - (Phase: 5)

8.6. Stresses

8.6.6. Plot of total stresses

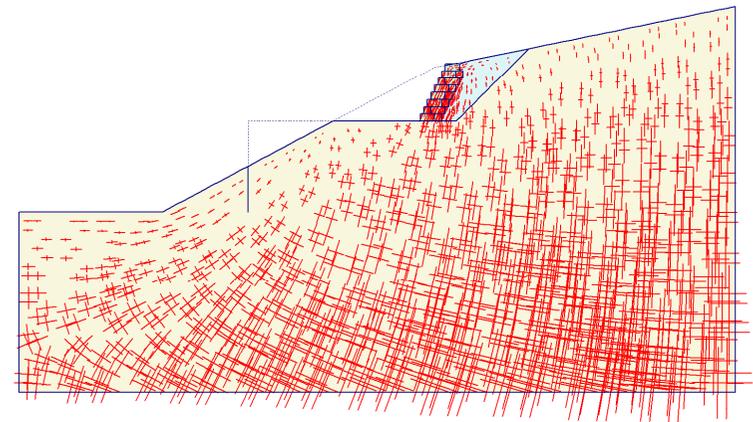


Fig. 19 Plot of total stresses (principal directions)
 - Step no: 225 - (Phase: 5)

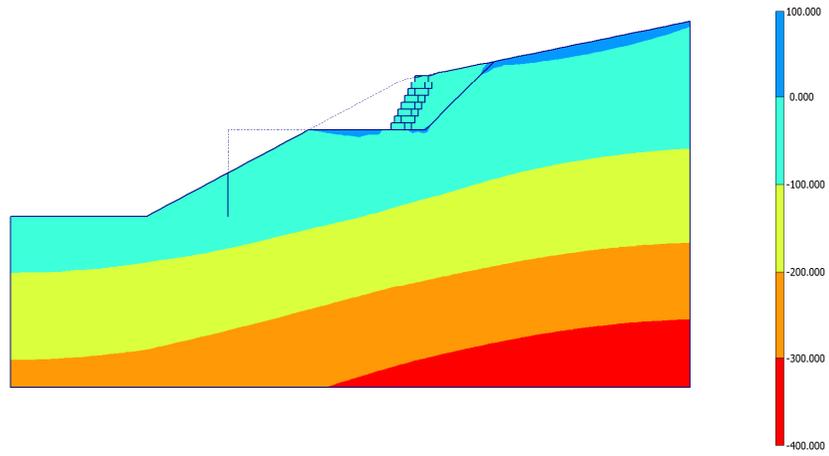


Fig. 20 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 225 - (Phase: 5)

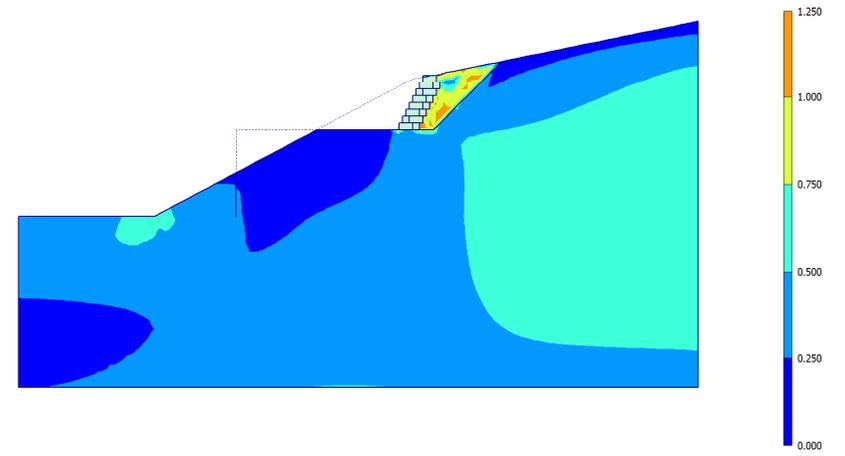
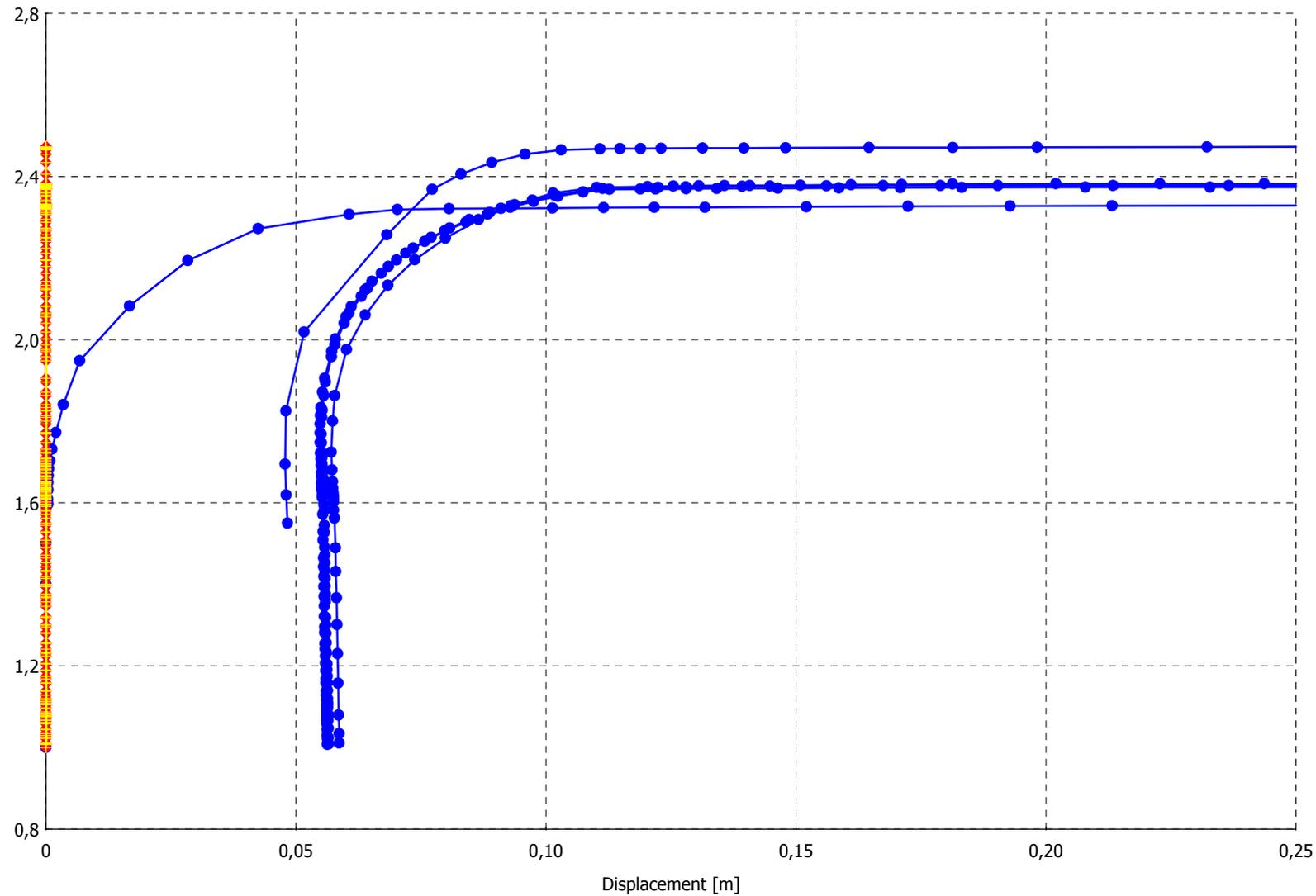


Fig. 21 Plot of total stresses (relative shear shadings)

- Step no: 225 - (Phase: 5)

Multiplier



- CABEZA TALUD
- ◆— Curve 2
- +— Curve 3



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 8.2.8.314

Project description

sjuan2

Project name

sanjuan2.PLX

Date

17/12/09

User name

Jesytel

REPORT

12/17/2009

User: Jesytel
Title: sjuanm1

Table of Contents

1. General Information.....	4
2. Geometry.....	5
3. Structures	6
4. Mesh data.....	7
5. Material data	8
6. Calculation phases.....	11
7. Results for phase 3	12
7.1. Deformations.....	12
7.1.1. Plot of total displacements	13
7.1.2. Plot of total strains	15
7.2. Stresses.....	16
7.2.3. Plot of total stresses.....	17
7.3. Structures	18
7.3.4. Geotextiles	18
7.3.4.1. Geotextiles	18
8. Results for phase 5	19
8.4. Deformations.....	19
8.4.5. Plot of total displacements	20
8.4.6. Plot of total strains	22
8.5. Stresses.....	23
8.5.7. Plot of total stresses.....	24
8.6. Structures	25
8.6.8. Geotextiles	25
8.6.8.2. Geotextiles	25
9. Results for phase 7	26
9.7. Deformations.....	26
9.7.9. Plot of total displacements	27
9.7.10. Plot of total strains	29
9.8. Stresses.....	30
9.8.11. Plot of total stresses.....	31
9.9. Structures	32

9.9.12. Geotextiles 32
 9.9.12.3. Geotextiles 32
 10. Results for phase 9 33
 10.10. Deformations..... 33
 10.10.13. Plot of total displacements 34
 10.10.14. Plot of total strains 36
 10.11. Stresses..... 37
 10.11.15. Plot of total stresses 38
 10.12. Structures 39
 10.12.16. Geotextiles 39
 10.12.16.4. Geotextiles 39

1. General Information

Table [1] units

Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Table [2] Model dimensions

	min.	max.
X	0,000	50,000
Y	-7,500	19,250

Table [3] Model

Model	Plane Strain
Element	15-Noded

2. Geometry

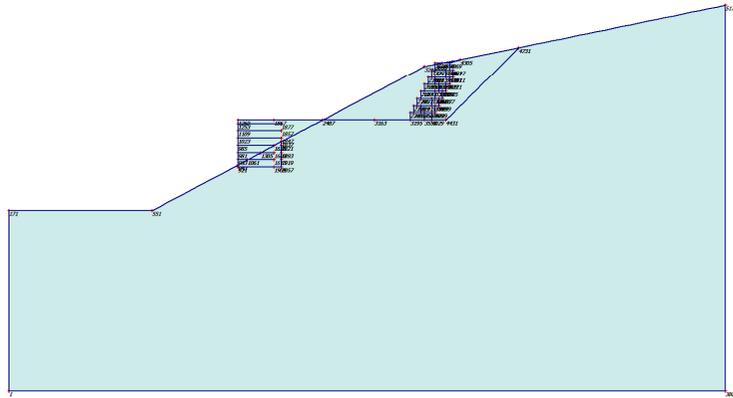


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

3. Structures

Table [4] Geotextiles

Geotextiles no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	refuerzo	2,500	953, 1061, 1613.
2	refuerzo	2,500	981, 1305, 1603.
3	refuerzo	2,500	985, 1635.
4	refuerzo	3,000	1023, 1847.
5	refuerzo	3,000	1109, 1857.
6	refuerzo	3,000	1253, 1877.

4. Mesh data

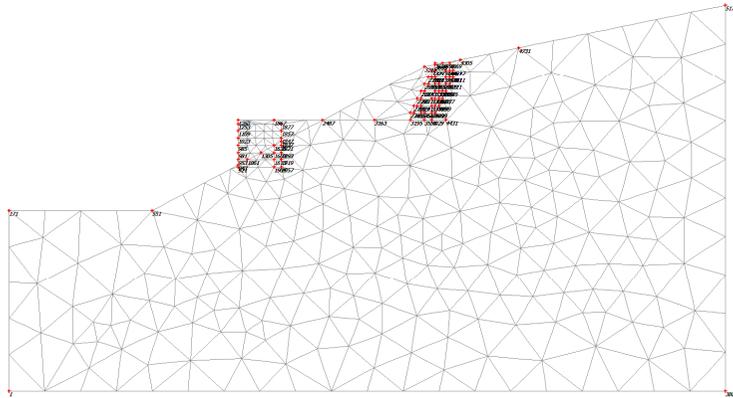


Fig. 2 Plot of the mesh with significant nodes

5. Material data

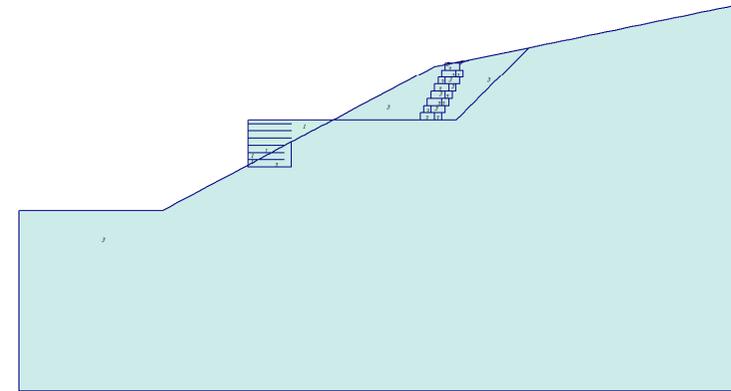


Fig. 3 Plot of geometry with material data sets

Table [5] Soil data sets parameters

<i>Linear Elastic</i>		2
		GAVION
Type		Drained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	18,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	18,00
k_x	[m/day]	0,000
k_y	[m/day]	0,000
e_{init}	[-]	0,500
c_k	[-]	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	25000,00

<i>Linear Elastic</i>		2	
		GAVION	
v	[-]	0,250	
G_{ref}	[kN/m ²]	10000,000	
E_{oed}	[kN/m ²]	30000,000	
E_{incr}	[kN/m ² /m]	0,00	
y_{ref}	[m]	0,000	
R_{inter}	[-]	1,000	
Interface permeability		Neutral	

<i>Mohr-Coulomb</i>		1	3
		ARENA	ARCILLA
Type		Drained	UnDrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	19,00	19,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	19,00	19,00
k_x	[m/day]	0,000	0,000
k_y	[m/day]	0,000	0,000
e_{init}	[-]	0,500	0,500
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	30000,000	10000,000
v	[-]	0,350	0,350
G_{ref}	[kN/m ²]	11111,111	3703,704
E_{oed}	[kN/m ²]	48148,148	16049,383
c_{ref}	[kN/m ²]	4,00	50,00
φ	[°]	33,00	20,00
ψ	[°]	0,00	0,00
E_{inc}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00

<i>Mohr-Coulomb</i>		1	3
		ARENA	ARCILLA
y_{ref}	[m]	0,000	0,000
c_{increment}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00
T_{str.}	[kN/m ²]	0,00	0,00
R_{inter.}	[-]	1,00	1,00
Interface permeability		Neutral	Neutral

Table [6] Geotextile data sets parameters

no.	Identification	EA	v
		[kN/m]	[-]
1	refuerzo	350,00	0,00

6. Calculation phases

Table [7] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0		-	0	0
iNICIAL	2	0	Plastic analysis	Staged construction	1	4
<Phase 1>	1	2	Phi/c reduction	Incremental multipliers	5	104
EXCAVACION	3	2	Plastic analysis	Staged construction	105	106
<Phase 4>	4	3	Phi/c reduction	Incremental multipliers	107	206
<Phase 5>	5	3	Plastic analysis	Staged construction	207	220
<Phase 6>	6	5	Phi/c reduction	Incremental multipliers	221	320
Excavacion desm	7	5	Plastic analysis	Staged construction	321	337
<Phase 8>	8	7	Phi/c reduction	Incremental multipliers	338	437
Trafico	9	7	Plastic analysis	Staged construction	438	439
<Phase 10>	10	9	Phi/c reduction	Incremental multipliers	440	539

7. Results for phase 3

7.1. Deformations

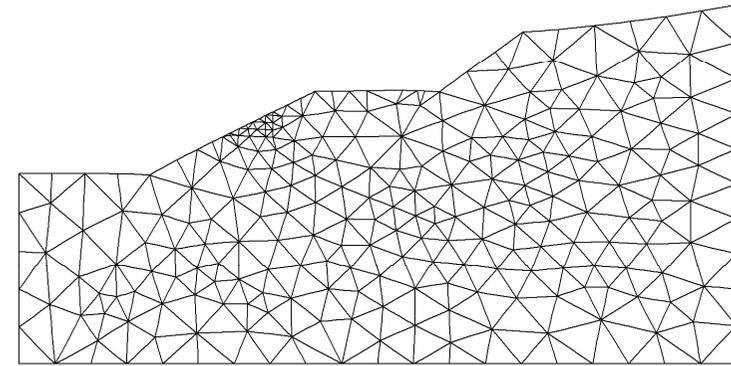


Fig. 4 Plot of deformed mesh

- Step no: 106 - (Phase: 3)

7.1.1. Plot of total displacements

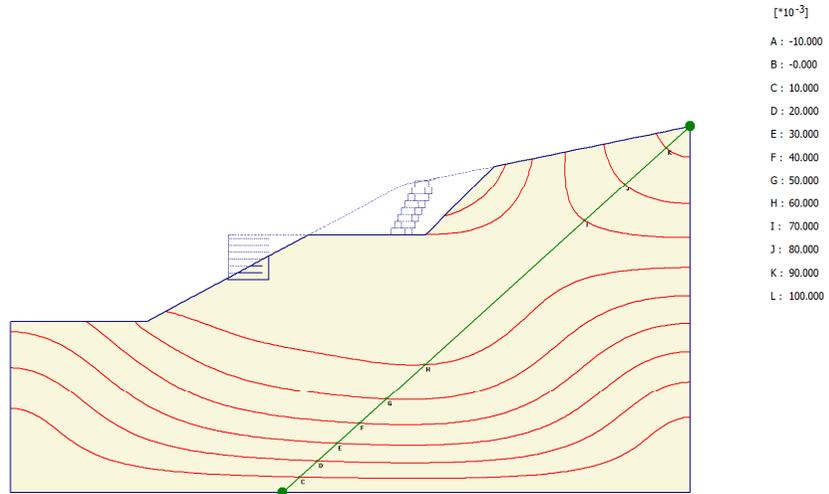


Fig. 5 Plot of total displacements (contour lines)
- Step no: 106 - (Phase: 3)

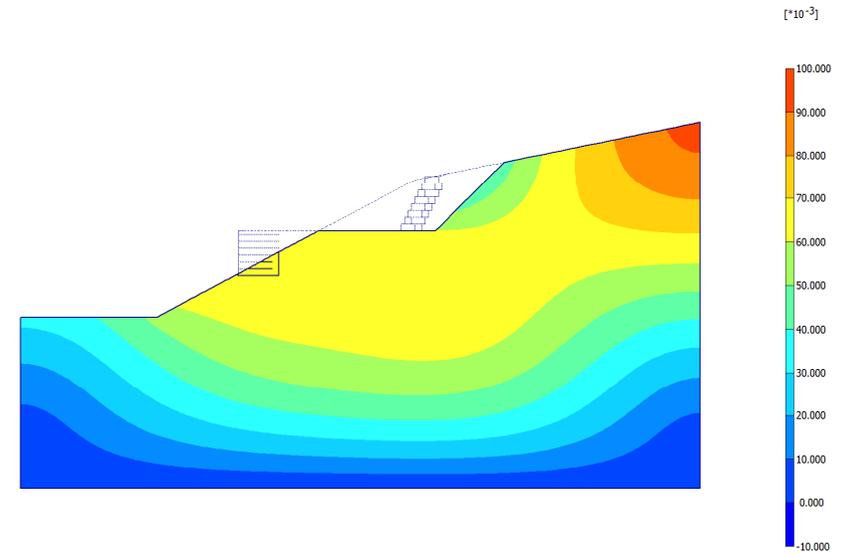


Fig. 6 Plot of total displacements (shadings)
- Step no: 106 - (Phase: 3)

7.1.2. Plot of total strains

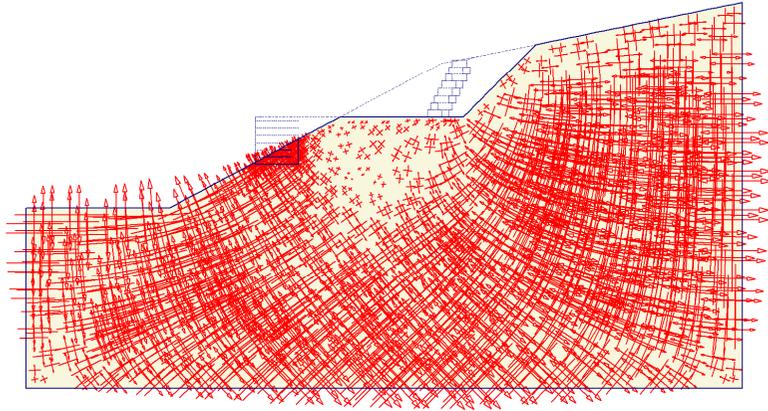


Fig. 7 Plot of total strains (principal directions)
- Step no: 106 - (Phase: 3)

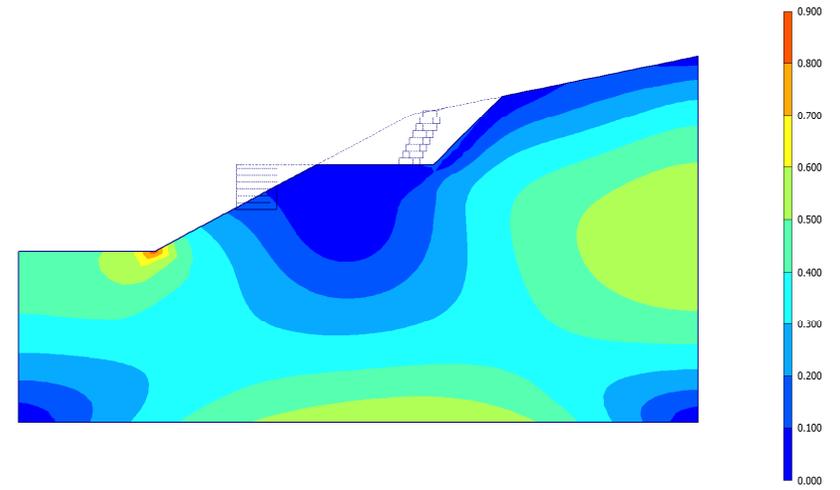


Fig. 8 Plot of total strains (shear shadings)
- Step no: 106 - (Phase: 3)

7.2. Stresses

7.2.3. Plot of total stresses

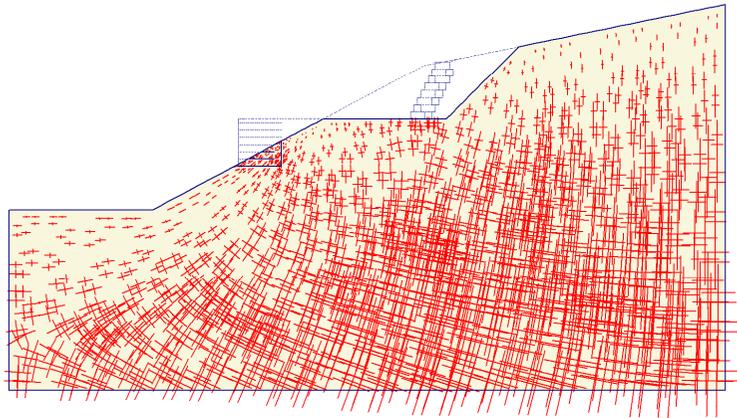


Fig. 9 Plot of total stresses (principal directions)

- Step no: 106 - (Phase: 3)

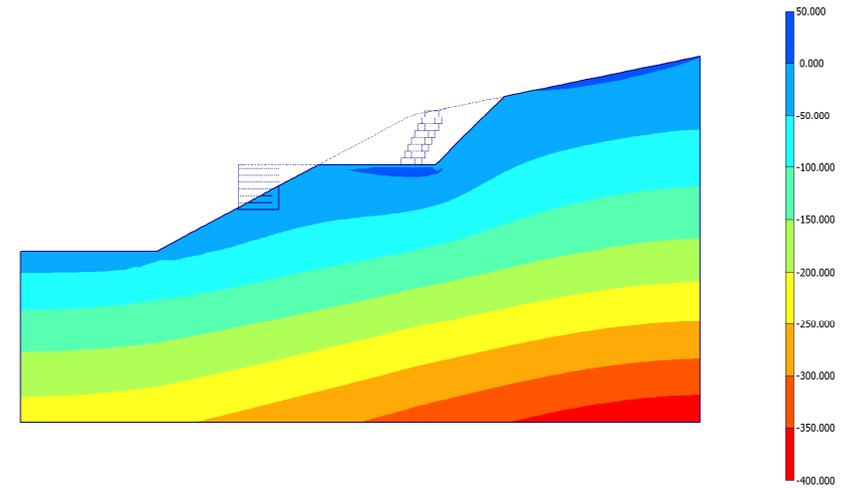


Fig. 10 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 106 - (Phase: 3)

7.3. Structures

7.3.4. Geotextiles

7.3.4.1. Geotextiles

8. Results for phase 5

8.4. Deformations

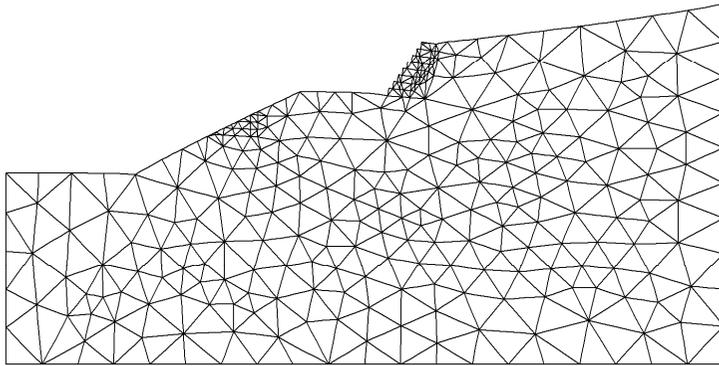


Fig. 11 Plot of deformed mesh
- Step no: 220 - (Phase: 5)

8.4.5. Plot of total displacements

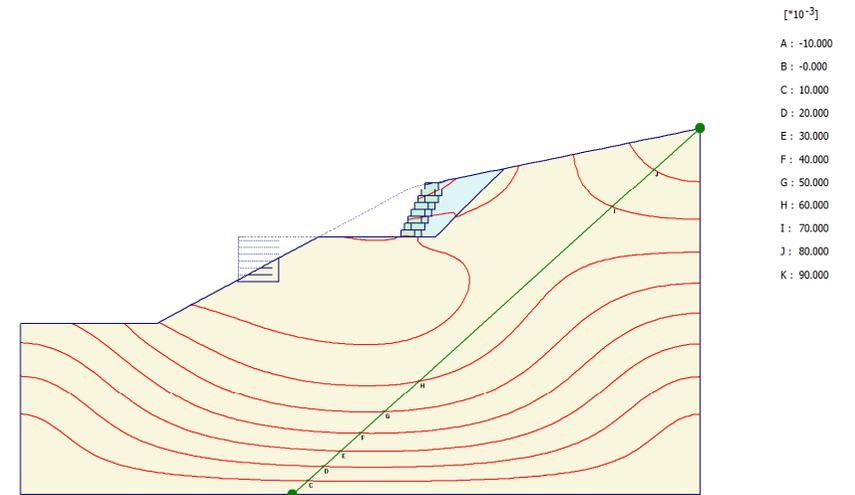


Fig. 12 Plot of total displacements (contour lines)
- Step no: 220 - (Phase: 5)

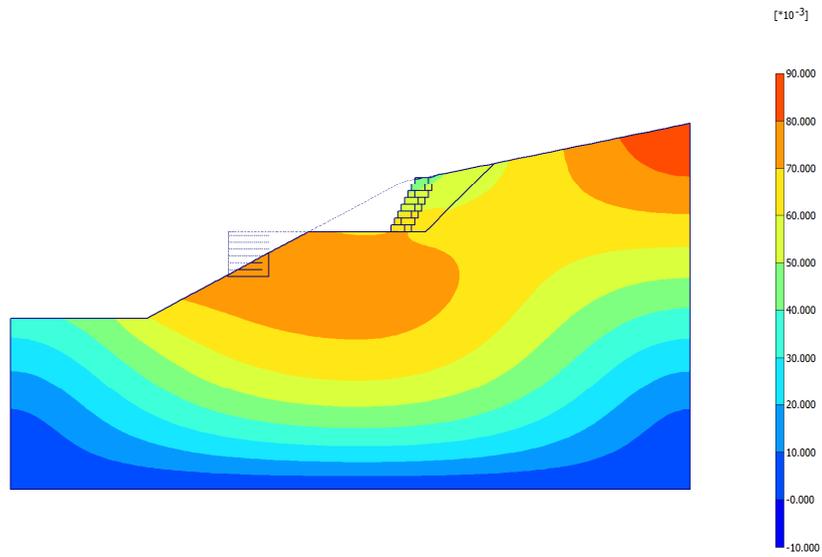


Fig. 13 Plot of total displacements (shadings)

- Step no: 220 - (Phase: 5)

8.4.6. Plot of total strains

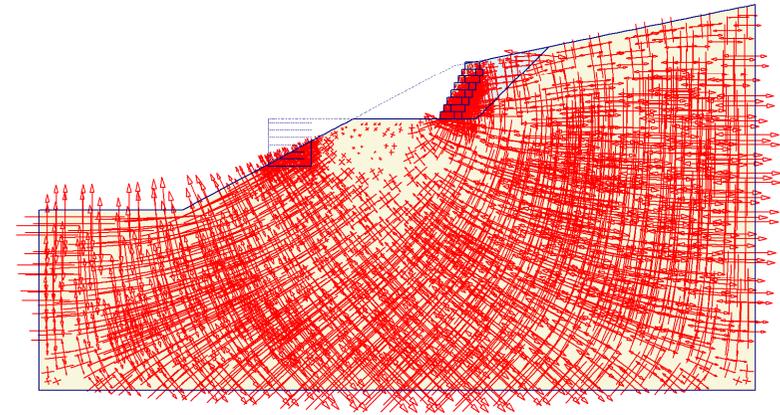


Fig. 14 Plot of total strains (principal directions)

- Step no: 220 - (Phase: 5)

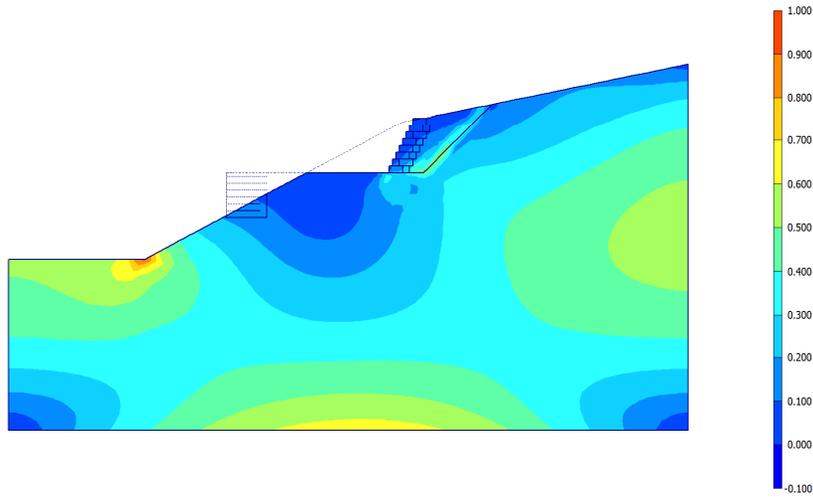


Fig. 15 Plot of total strains (shear shadings)

- Step no: 220 - (Phase: 5)

8.5. Stresses

8.5.7. Plot of total stresses

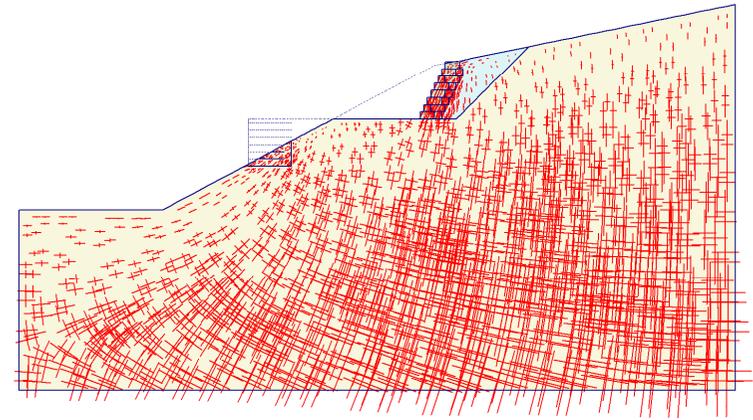


Fig. 16 Plot of total stresses (principal directions)

- Step no: 220 - (Phase: 5)

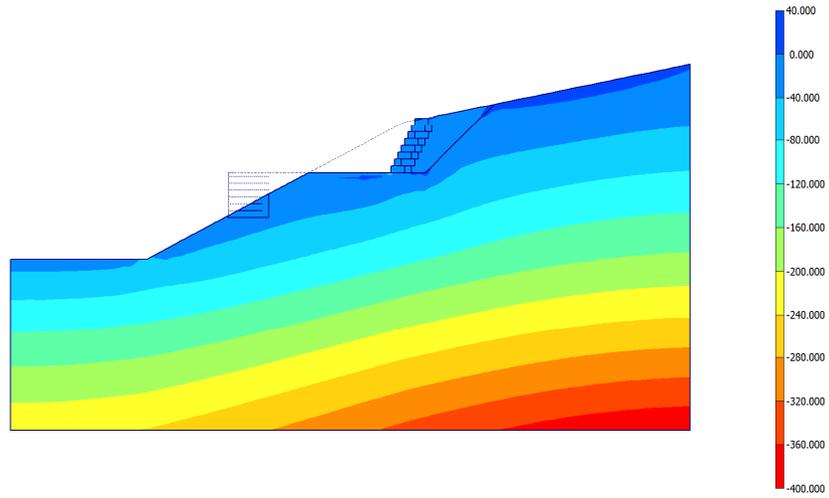


Fig. 17 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 220 - (Phase: 5)

8.6. Structures

8.6.8. Geotextiles

8.6.8.2. Geotextiles

9. Results for phase 7

9.7. Deformations

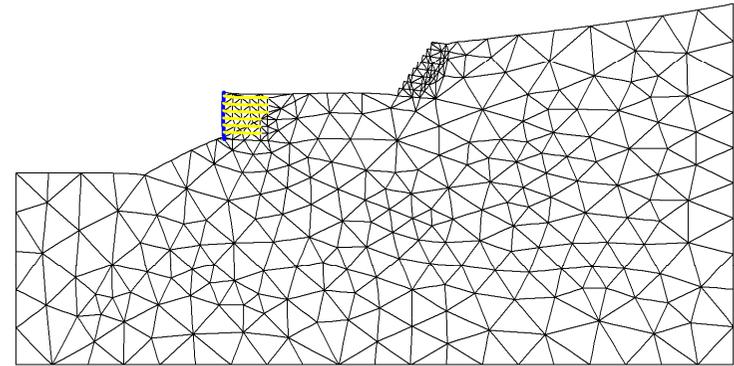


Fig. 18 Plot of deformed mesh

- Step no: 337 - (Phase: 7)

9.7.9. Plot of total displacements

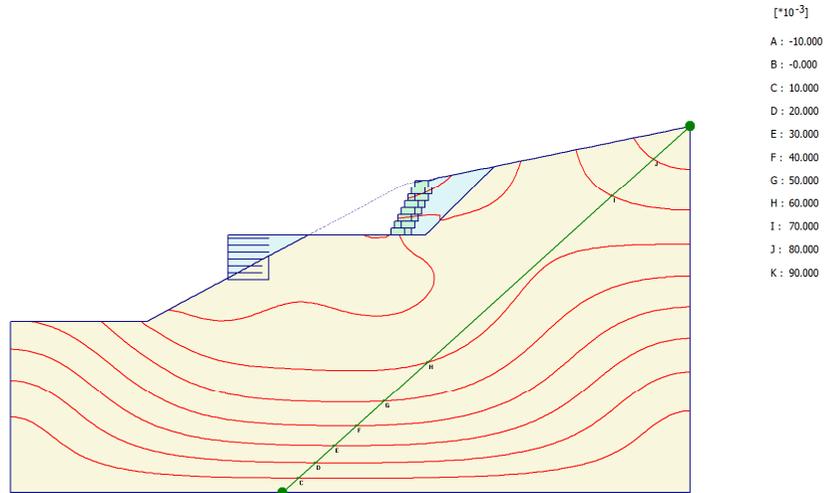


Fig. 19 Plot of total displacements (contour lines)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

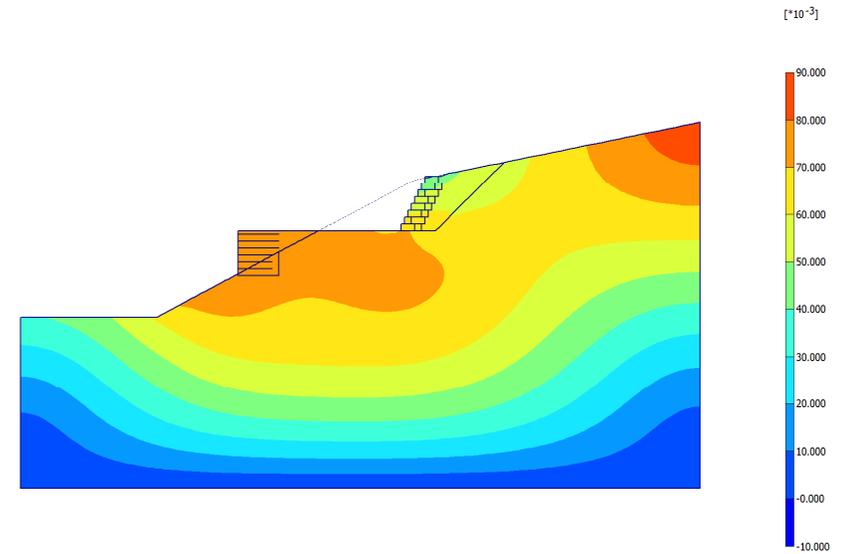


Fig. 20 Plot of total displacements (shadings)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

9.7.10. Plot of total strains

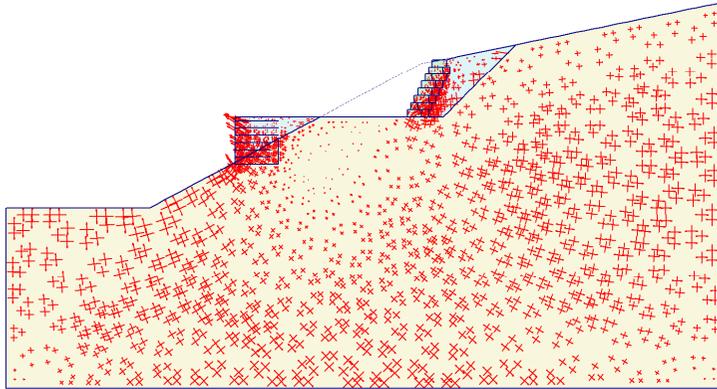


Fig. 21 Plot of total strains (principal directions)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

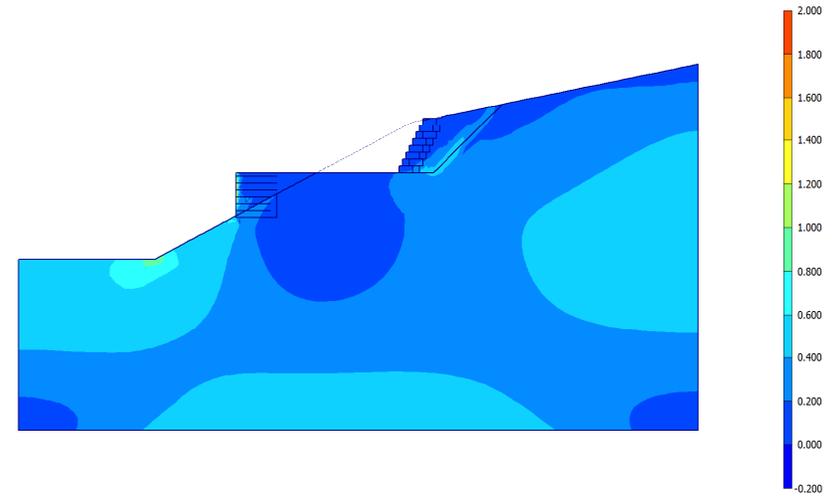


Fig. 22 Plot of total strains (shear shadings)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

9.8. Stresses

9.8.11. Plot of total stresses

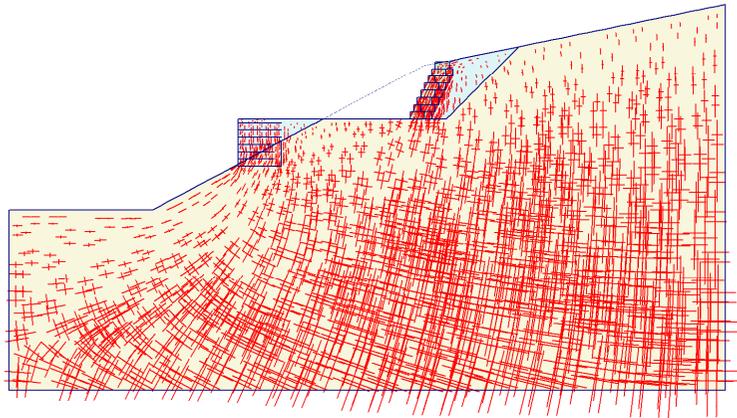


Fig. 23 Plot of total stresses (principal directions)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

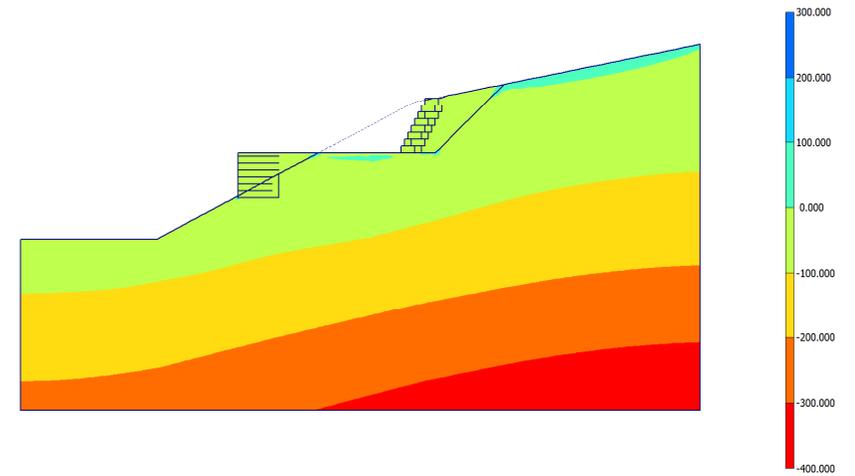


Fig. 24 Plot of total stresses (mean shadings)

- Step no: 337 - (Phase: 7)

9.9. Structures

9.9.12. Geotextiles

9.9.12.3. Geotextiles

10. Results for phase 9

10.10. Deformations

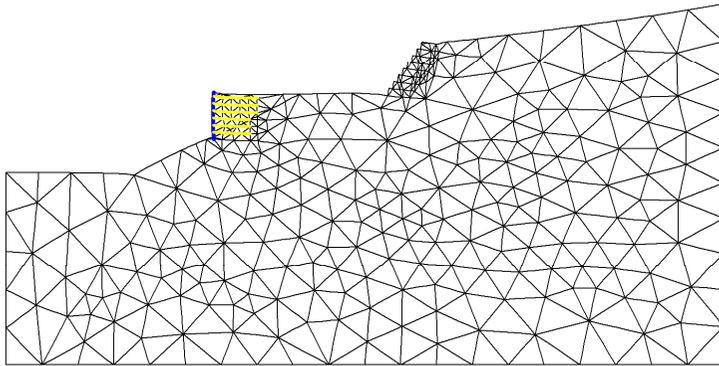


Fig. 25 Plot of deformed mesh
- Step no: 439 - (Phase: 9)

10.10.13. Plot of total displacements

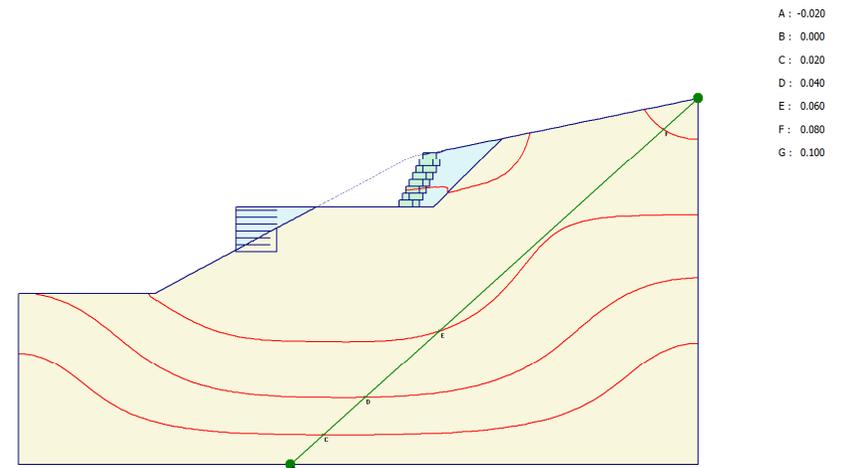


Fig. 26 Plot of total displacements (contour lines)
- Step no: 439 - (Phase: 9)

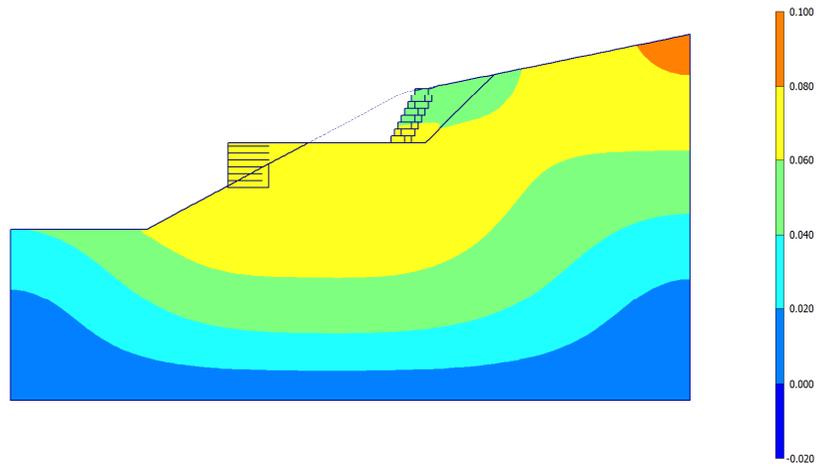


Fig. 27 Plot of total displacements (shadings)

- Step no: 439 - (Phase: 9)

10.10.14. Plot of total strains

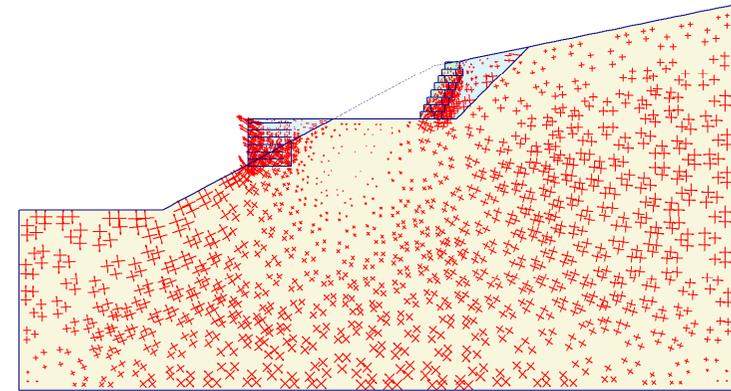


Fig. 28 Plot of total strains (principal directions)

- Step no: 439 - (Phase: 9)

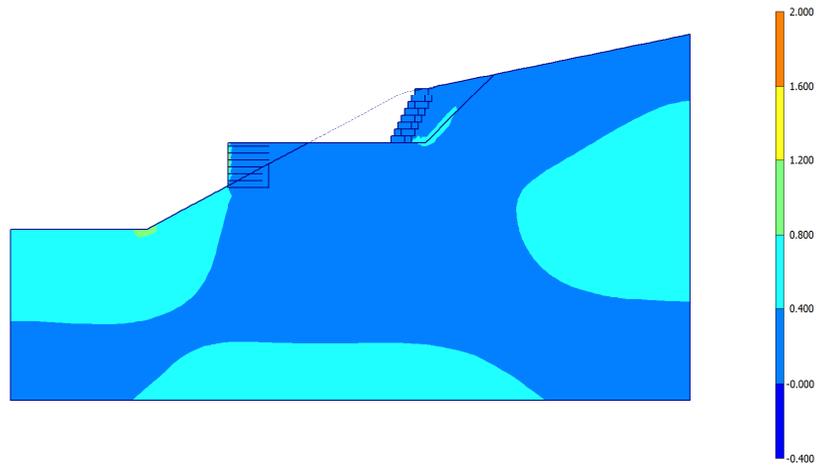


Fig. 29 Plot of total strains (shear shadings)

- Step no: 439 - (Phase: 9)

10.11. Stresses

10.11.15. Plot of total stresses

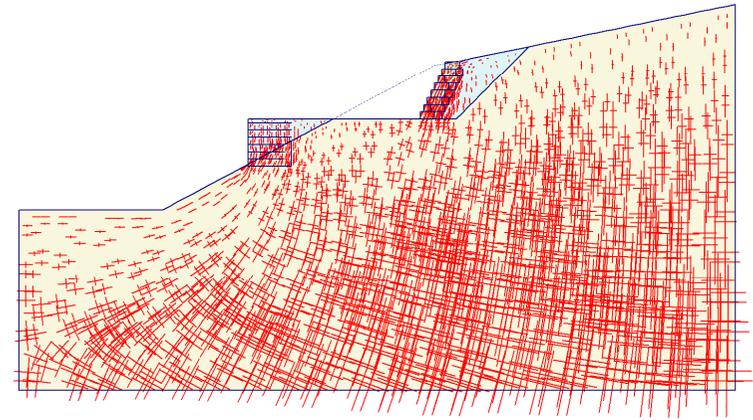


Fig. 30 Plot of total stresses (principal directions)

- Step no: 439 - (Phase: 9)

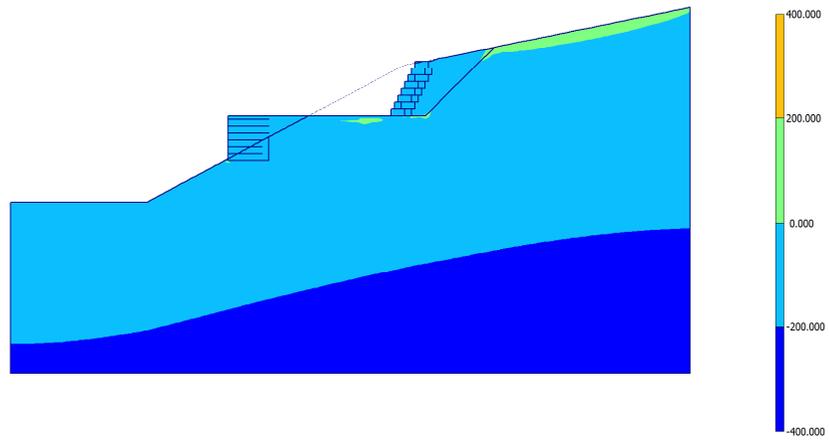


Fig. 31 Plot of total stresses (mean shadings)

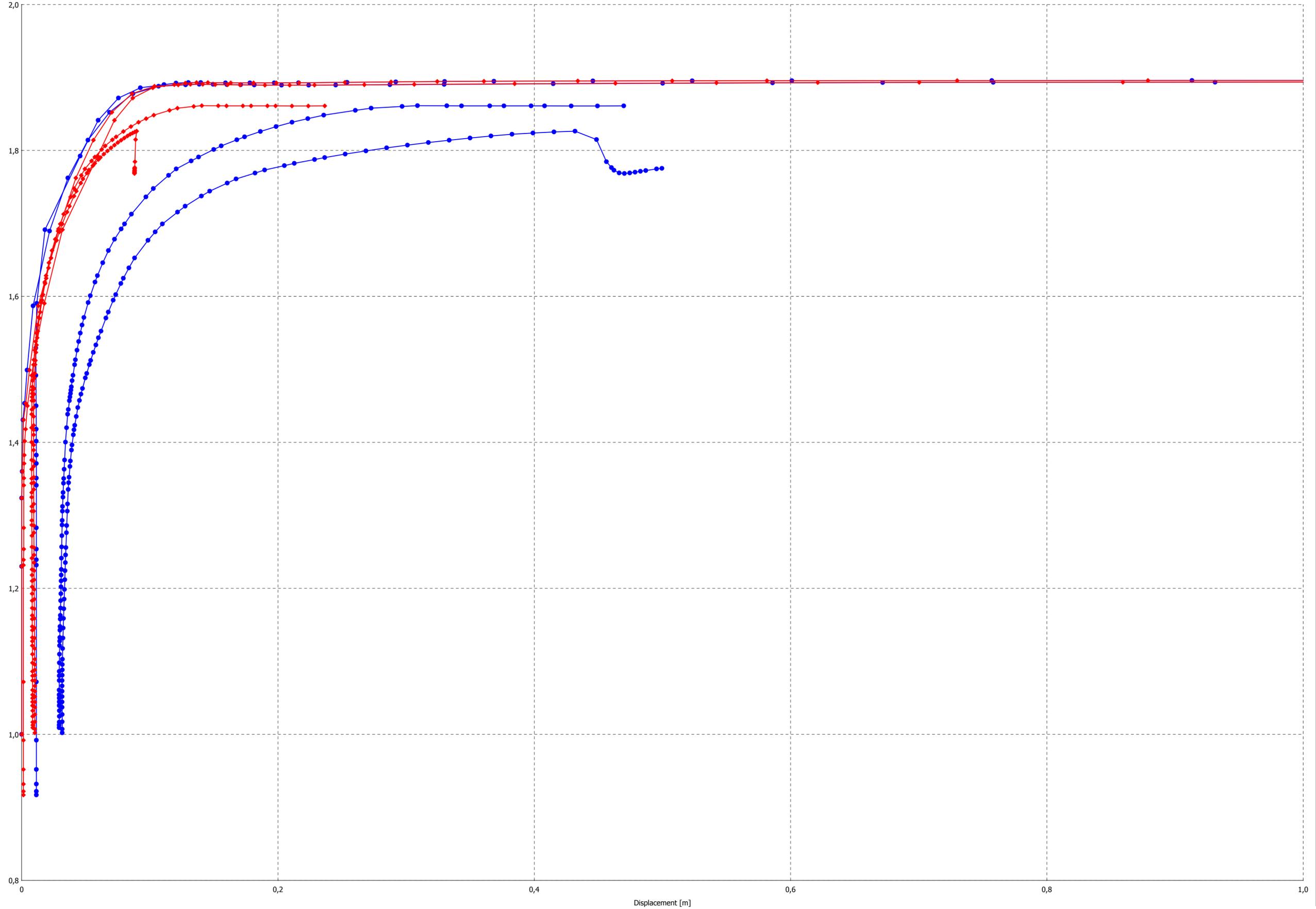
- Step no: 439 - (Phase: 9)

10.12. Structures

10.12.16. Geotextiles

10.12.16.4. Geotextiles

Multiplier



PIE TALUD
CABEZA TALUD

Project description

Project name

SANJUAN3.PLX

Date

17/12/09

User name

sjuan3

Jesytel