
ANEJO Nº3.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- TRABAJOS REALIZADOS.....	5
3.- ESTUDIO GEOLÓGICO	5
3.1.- Encuadre Geológico Regional	6
3.2.- Estratigrafía de la Zona de Estudio.....	7
3.2.1.- Margas Azules - Mioceno	8
3.2.2.- Aluviales, Terraza Aluvial - Cuaternario	8
3.2.3.- Rellenos Antrópicos	9
4.- HIDROGEOLOGÍA	10
5.- PROCEDENCIA DE MATERIALES	12
5.1.- Gravera la Cabaña (Sando).....	12
5.2.- Planta de Hormigones ANDEMOSA.....	13
6.- ESTUDIO GEOTÉCNICO – CAMPAÑA GEOTÉCNICA	13
6.1.- Trabajos de Campo - Calicatas	13
6.2.- Trabajos de Laboratorio - Ensayos.....	14
6.3.- Nivel Freático	16
7.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	16
7.1.- Tierra Vegetal- Horizonte Edáfico	16
7.2.- Rellenos Antrópicos.....	17
7.3.- Cuaternario Terrazas Aluviales y Llanura de Inundación	20
7.3.1.- Arcillas y limos algo arenosos – facies de techo	20
7.3.2.- Arenas limosas y gravas arenosas – facies de muro	22
8.- CARACTERIZACIÓN RESISTENTE	24
9.- TERRENO NATURAL Y EXPLANADA.....	27
10.- ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS OBRAS DE TIERRA	29
10.1.- Terraplén apoyado sobre nivel de rellenos superficiales de sellado.....	32
10.2.- Terraplén apoyado sobre nivel aluvial de arenas limosas y gravas arenosas	35

11.- ESTUDIO DE ASIENTOS	38
11.1.- Terraplén apoyado sobre nivel de rellenos superficiales de sellado.....	39
11.2.- Terraplén apoyado sobre nivel aluvial de arenas limosas y gravas arenosas	40
12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO DE LAS CIMENTACIONES	41
13.- CONCLUSIONES	43
APÉNDICE 1.- PLANTA GEOLÓGICA – LOCALIZACIÓN CAMPAÑA GEOTÉCNICA.....	46
APÉNDICE 2.- ACTAS TESTIFICACIÓN CALICATAS	47
APÉNDICE 3.- ENSAYOS DE LABORATORIO	48

ANEJO Nº 03.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

1.- INTRODUCCIÓN

En este Anejo se presenta el estudio geológico y geotécnico desarrollado para el “PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE”.

El primer Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía, planteó dentro del Nodo Logístico de Sevilla una gran área logística al Norte de la ciudad, adyacente a las instalaciones actuales de Adif en Majarabique. Esta actuación responde a las necesidades de ampliación del actual Centro de Transportes de Sevilla, ocupado al 100%, y al potencial logístico que presenta el Nodo, que cuenta con el puerto marítimo-fluvial de Sevilla y con conexión al Corredor Ferroviario Mediterráneo de la Red Transeuropea de Transporte.

La Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, mediante resolución de 16 enero de 2020, aprobó con carácter inicial el Plan Especial de Ordenación del Área Logística de Interés Autonómico de Majarabique. Tratándose de una actuación prioritaria para la Consejería, y al objeto de tratar de acortar los plazos necesarios para poder poner en servicio la 1ª fase de la actuación, se van a simultanear los trabajos de redacción y tramitación del proyecto de urbanización con la tramitación del documento urbanístico de desarrollo.

Para el estudio que se desarrolla en los apartados siguientes, se ha procedido en primer lugar a la revisión del marco geológico en el que se implantan las actuaciones de proyecto. Seguidamente, se ha procedido a la descripción de las formaciones geológicas existentes y de la geo-estratigrafía local definida tras el estudio de campo y de los ensayos realizados. Una vez conocido el marco geológico, y las características esperables de los materiales involucrados, se ha procedido a la ejecución de una campaña de investigación geotécnica que ha consistido en la ejecución de calicatas excavadas, con objeto de tener un conocimiento de detalle de los niveles más superficiales del terreno en aquellas zonas de las que se tiene constancia serán una parte importante del proyecto de urbanización, como es el caso de los viales primarios encargados de vehicular y direccionar el tráfico, y de los rellenos que darán forma a la urbanización del área logística.

Los objetivos de esta fase de investigación son lograr un conocimiento general de la geología de la zona, de las características geotécnicas generales de los materiales existentes y su distribución, así como alcanzar unas conclusiones sobre aspectos como el aprovechamiento de los materiales, las características de la explanada en viales, la capacidad portante del terreno, y la valoración de la resistencia del terreno como soporte de las cimentaciones que se diseñen.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

Una vez analizada la información geológico-geotécnica recopilada, la campaña geotécnica de investigación ha consistido en la propuesta de realización de diez (10) calicatas, para reconocimiento de las características geotécnicas más superficiales del terreno, que puedan servir al soporte y dimensionamiento de los viales de proyecto, y a la clasificación-caracterización de los materiales para su reutilización, quedando relegado a nivel de recomendaciones generales el estudio de las posibles cimentaciones y/o de los tratamientos geotécnicos que resulten necesarios, a partir de las investigaciones geotécnicas que se ejecutarán en la presente campaña. No obstante, la imposibilidad de acceso a determinadas parcelas de la zona de estudio, ha reducido la propuesta inicial de 10 prospecciones a 8 calicatas realizadas.

Los datos aportados por las investigaciones han sido interpretados al objeto de definir la naturaleza y caracterizar geotécnicamente todos los materiales investigados. El objetivo de la investigación realizada ha sido el de definir los siguientes aspectos:

- Condiciones geológicas generales del área de implantación.
- Características geotécnicas del subsuelo: identificación y descripción de la litología, espesores de capas hasta la profundidad investigada, y parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones, según EHE.
- Condiciones geotécnicas para los viales de proyecto
- Datos hidrogeológicos de la zona de estudio. Determinación de la presencia de nivel freático. Posibles fluctuaciones. Afección sobre las obras. Recomendaciones.
- Excavabilidad del terreno, estabilidad taludes.
- Grado de aprovechamiento de los materiales excavados.

3.- ESTUDIO GEOLÓGICO

En este apartado se sintetiza el ámbito geológico general en el que se enmarcan las actuaciones objeto de estudio, mediante una descripción de las formaciones geológicas existentes y de la geo-estratigrafía local definida tras el estudio de campo y de los ensayos realizados. Para la elaboración de este apartado se ha revisado la siguiente documentación:

- Serie MAGNA - Hoja nº 984 – SEVILLA - 1:50.000 del Mapa Geológico de España (IGME).
- Mapa Geológico continuo digital WMS-GEODE del IGME, correspondiente a la zona Z-2600 Cuenca del Guadalquivir,
- Geología de España (2004) Capítulo VI: Cuenca del Guadalquivir. Coordinado por J.A. González Delgado y colaboradores.
- “Microfábrica y mineralogía de las arcillas azules del Guadalquivir: Influencia en su comportamiento geotécnico”. CEDEX – González de Vallejo L. y Oteo Mazo C.
- “Mecanismo de alteración de arcillas margosas sobreconsolidadas y su relación con las propiedades ingenieriles”. V Simposio Nacional sobre Taludes y laderas Inestables. Tsige, M.; González de Vallejo, L. y Oteo, C.

3.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

Desde un punto de vista geológico regional, la zona de actuación del proyecto se localiza en la cuenca Neógena de la Depresión del Guadalquivir, cuyo borde Septentrional, con una dirección ONO-ESE, trunca bruscamente las directrices estructurales del Macizo Hespérico (dirección Hercínica NO-SE). El borde meridional, que marca el límite con las Zonas Externas de la Cordillera Bética, mantiene a grandes rasgos la dirección SO-NE, si bien no es tan neto como el anterior. La paleo-topografía de la Depresión se interpreta como una semifosa con dos direcciones preferenciales de hundimiento: una axial, NE-SO con un gradiente suave y uniforme y otra perpendicular NO-SE, de gradiente regional mucho más fuerte.

Según varios autores, su origen fue el resultado de la flexura del paleomargen Suribérico al producirse un engrosamiento cortical durante el Neógeno, producto del apilamiento de materiales Mesozoicos y Neógenos, como consecuencia del acercamiento de África Europa (*Portero et al. 1984, y Roldan 1995*), que da origen a la aparición de una cuenca de antepaís que se rellena por un conjunto de formaciones Neógenas y Cuaternarias que se disponen discordantes sobre el zócalo Paleozoico.

El relleno de la cuenca comienza con materiales margosos ricos en foraminíferos planctónicos, es decir, marinos pelágicos profundos, de edad Mioceno inferior que continúan con características similares durante el Mioceno medio y parte del superior. Hacia el Sur, no obstante, sobre los materiales del Mioceno inferior aparecen intercalaciones, progresivamente más importantes, de materiales alóctonos Mesozoicos y Terciarios: se trata de los primeros frentes de los mantos de corrimiento de la Cordillera Bética, que se deslizaron hacia el Norte sobre el surco recién creado (Olistostromas). Mientras duran los deslizamientos, la sedimentación autóctona es profundamente disturbada en la mayor parte de la depresión, sobre todo la meridional, pero los sedimentos mantienen características parecidas. Estas margas pelágicas, las moronitas, son de importancia capital para datar las grandes etapas de deformación en las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Durante el Mioceno superior,

continúa la sedimentación margosa marina profunda, mientras que sobre los mantos deslizados, que han elevado lógicamente el fondo marino, los sedimentos pasan a ser areniscas calcáreas bioclásticas que presentan características propias de un ambiente más somero, que emergía progresivamente hacia el Sur, donde se situaban los primeros relieves de la cordillera recién creada, en una posición equivalente a la de los relieves principales actuales y que comenzaban a erosionarse rápidamente. A lo largo del Mioceno terminal y del Plioceno el mar se retira progresivamente hacia las costas actuales. Durante el Plioceno se deja sentir más fuertemente la erosión, lo que indica que los relieves están emergiendo rápidamente, y se forman depósitos continentales importantes. Este fenómeno regresivo continúa a lo largo del Cuaternario, época en la que se acumulan importantísimas cantidades de sedimentos arrastrados por los ríos Guadalquivir y, en menor medida, Guadalete.

Dada la escala de la actuación, no procede la descripción del modelo Tectónico Regional, aunque se ha consultado la base de datos WMS QAFI (*Quaternary Active Faults Database of Iberia, IGME*), respecto de la identificación de fallas activas en la zona de estudio, y se ha verificado que no existen en la zona, estructuras de deformación ni accidentes tectónicos que puedan representar ninguna interacción geotécnica negativa respecto de la solución constructiva del proyecto de urbanización.

3.2.- ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La revisión de la hoja geológica nº 984 Sevilla, de la serie MAGNA del IGME, permite concluir que el modelo geológico presente en la zona de actuación está compuesto de muro a techo por las denominadas "margas azules" del Mioceno, cuyo techo se localiza a profundidades entre los 18-25 metros en el sector Oeste de la ciudad de Sevilla. Esta unidad arcillo-margosa, presenta una morfología oblicua hacia el Oeste.

Por encima de las margas azules se sitúan, mediante contacto erosivo, los sedimentos Cuaternarios de origen fluvio-aluvial asociados a la cuenca del Guadalquivir, integrados primeramente por gravas arenosas, situadas inmediatamente encima de las margas y de compacidad en general elevada. A los niveles de gravas se superpone un conjunto de arenas limosas y limos arenosos. Finalmente, los suelos más superficiales corresponden a arcillas y limos arcillosos de tonalidades mayoritarias marrones, de media a baja consistencia.

Para acotar las secuencias litológicas involucradas a escala local de trabajo en el entorno inmediato al Polígono Majarabique, se ha revisado el mapa geológico continuo digital disponible en la cobertura WMS-GEODE del IGME, correspondiente a la zona Z-2600 Cuenca del Guadalquivir, y se ha verificado que la zona de actuación se localiza mayoritariamente dentro de la unidad descrita como Sistema de 3ª Terraza Aluvial - Terraza Media, y muy escasamente en la zona más al Oeste, sobre la unidad descrita como Llanura de Inundación.

3.2.1.- MARGAS AZULES - MIOCENO

Caracterizan el muro de la secuencia litológica en la zona de actuación, aunque no afloran en la zona de las actuaciones de proyecto.

A esta unidad cabe catalogarla como arcilla margosa, pues siendo el contenido en carbonatos del orden del 20-25%, nos encontramos en la frontera inferior de lo que propiamente se denominan margas. De este modo, siguiendo el criterio de autores como Santiago Uriel, Carlos Oteo y Eduardo Manzano, se debe hablar de “arcillas margosas grises azuladas”.

Las arcillas margosas grises-azuladas son depósitos de fondo marino profundo y están compuestas por arcillas compactas. La coloración gris azulada es típica en corte fresco sin meteorizar, más amarillentas cuando están muy meteorizadas, y es consecuencia del ambiente reductor en el que se formaron o consolidaron. Si se encuentran in situ son compactas, duras (tanto mayor compacidad cuanto mayor es la profundidad a la que se encuentran) y con fractura concoidea, sobre todo en aquellos tramos en los que el contenido en carbonato es elevado. Se disponen horizontalmente o subhorizontales, con bastante continuidad lateral a lo largo de la Depresión.

La microfábrica es de tipo floculado y de organización más bien al azar, lo que corresponde a una matriz arcillosa y densa, originada por el estado de sobreconsolidación del sedimento. Estos materiales, con una estructura densa en estado sano, que le aporta una rigidez y resistencia a compresión importante, se van transformando de forma gradual a un suelo blando con apenas resistencia (*Huppert, 1988, Teylor & Spears, 1981*). En función del grado y forma de meteorización, los materiales van adquiriendo distintos elementos microestructurales siendo estos últimos los que gobiernan su comportamiento mecánico efectivo (*Tsigé, 2001*).

3.2.2.- ALUVIALES, TERRAZA ALUVIAL - CUATERNARIO

Dentro de la zona de estudio, el Cuaternario adquiere un gran desarrollo constituyendo una ancha franja paralela a la línea del curso del río Guadalquivir. Son por lo tanto sedimentos aluviales formados por sedimentos finos a techo y gravas más o menos sueltas o empastadas a muro, variando su grado de compacidad y consistencia en función de su edad y altitud de los depósitos. En total se distinguen cuatro niveles de terrazas, siendo la terraza Media la que presenta un mayor desarrollo en el entorno de la ciudad de Sevilla. El fuerte codo que realiza el río en Sevilla capital, produce una gran pérdida de carga en la corriente, lo que supone que en las zonas más bajas sólo se sedimenten arenas y limos arenosos de color marrón amarillento que quedan notablemente al descubierto en cualquiera de las cortas que se ejecutan en el río. Como elementos de conexión entre los niveles de terraza y la llanura de inundación asociada al cauce actual del Guadalquivir, se identifican abanicos aluviales indiferenciados.

Consecuentemente, la columna litoestratigráfica natural en la zona del Área Logística está constituida por sedimentos aluviales de granulometrías finas, principalmente arcillas y limos arcillosos, a techo, que se ordenan en secuencias positivas granocrecientes. En la vertical de facies evolucionan hacia secuencias granulares de arenas y gravas algo arenosas, normalmente mediante un nivel de tránsito de limos algo arenosos, que cierran la columna con la secuencia de gravas aluviales con bolos subredondeados ($\varnothing$ 5-10cm). El muro de la columna litoestratigráfica queda definido por la unidad Miocena de arcillas margosas grises-azuladas (margas azules) de la cuenca del Guadalquivir.

3.2.3.- RELLENOS ANTRÓPICOS

Colocados por encima de las unidades geológicas naturales de la zona de actuación, y como corresponde a la zona urbanizada en que se desarrolla la solución constructiva, la investigación de campo realizada ha identificado un nivel de rellenos de carácter antrópico, de composición y origen dual, en respuesta a labores de cierre y restauración de las graveras explotadas históricamente en la zona de actuación. En la zona objeto de estudio, se tiene constancia de que la gran mayoría de las parcelas han sido explotadas como graveras, comercializando los materiales granulares de los depósitos de terraza. Una vez finalizada la fase de explotación, las excavaciones realizadas fueron rellenadas y selladas artificialmente. Estos rellenos antrópicos ocupan ahora la práctica totalidad de la superficie en estudio, a excepción de pequeños retazos, por lo que han sido detectados por la mayor parte de las calicatas realizadas.

4.- HIDROGEOLOGÍA

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona en estudio se localiza sobre la masa de agua nº 05.46 Aluvial del río Guadalquivir-Sevilla (imagen 5.a).

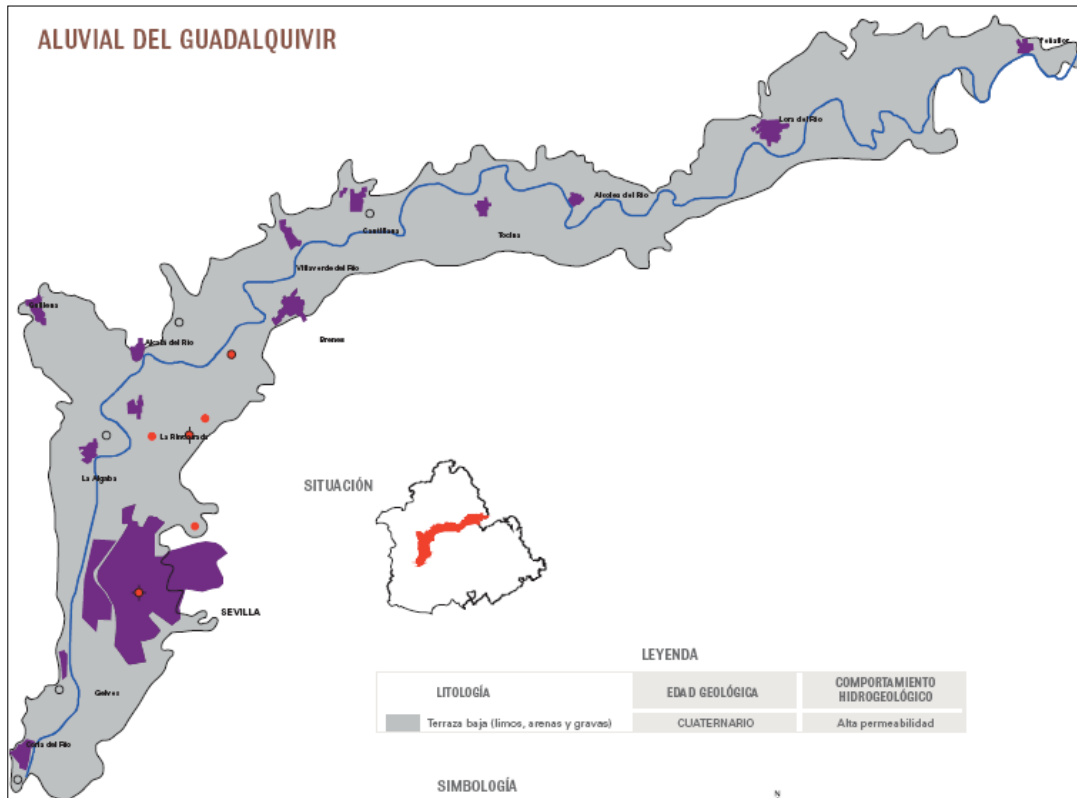


Imagen 4.a - Unidad Hidrogeológica 05.46 Aluvial de Guadalquivir (Atlas hidrogeológico de la provincia de Sevilla, IGME, 2003).

El acuífero Aluvial del Guadalquivir está integrado por las secuencias granulares aluviales depositadas en el valle del río Guadalquivir que constituyen su terraza más baja. El relleno aluvial, de edad Cuaternaria, se deposita básicamente sobre los niveles cohesivos de la unidad “Margas Azules” (Mioceno superior). Estas margas sirven de base impermeable al acuífero. La secuencia de depósito aluvial en la terraza más baja del Guadalquivir está integrada de forma genérica por la superposición de tres niveles sedimentarios. El nivel basal está formado por gravas medias y gruesas, cuyo tamaño de grano disminuye progresivamente hacia el techo. Por encima, se deposita un nivel de arenas gruesas con estratificaciones cruzadas, de escaso espesor sedimentario, que sirve de transición al nivel superior. Este último se caracteriza por un mayor contenido en materiales cohesivos, describiéndose sus sedimentos como niveles de limos y arenas finas con intercalaciones puntuales de nódulos calcáreos que evolucionan hacia techo hasta niveles de arcillas. El acuífero se localiza sobre los niveles inferiores aluviales, constituidos mayoritariamente por una componente granular, con un espesor que puede alcanzar los 20m con niveles freáticos comprendidos entre los 0m y 20m, donde las medidas por

debajo de los 10m son los más frecuentes y con unas variaciones estacionales que no superan los 2m. El sentido de flujo del agua subterránea, en el área de influencia es hacia el río Guadalquivir.

Respecto de la posición del freático para las actuaciones de obra asociadas a la urbanización de la 1ª Fase del Área Logística Majarabique cabe referir la influencia de la cercanía del cauce del Guadalquivir por el Oeste, aunque la lámina freática no se ha identificado en las excavaciones de campo realizadas, en ningún a de las calicatas excavadas, al menos hasta la profundidad máxima investigada. No obstante, con la intención de contar con la máxima información disponible sobre el funcionamiento hidráulico de la zona en estudio, se han recopilado los datos publicados por el IGME sobre el Inventario de Piezómetros de Registro pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (imagen 4.b).

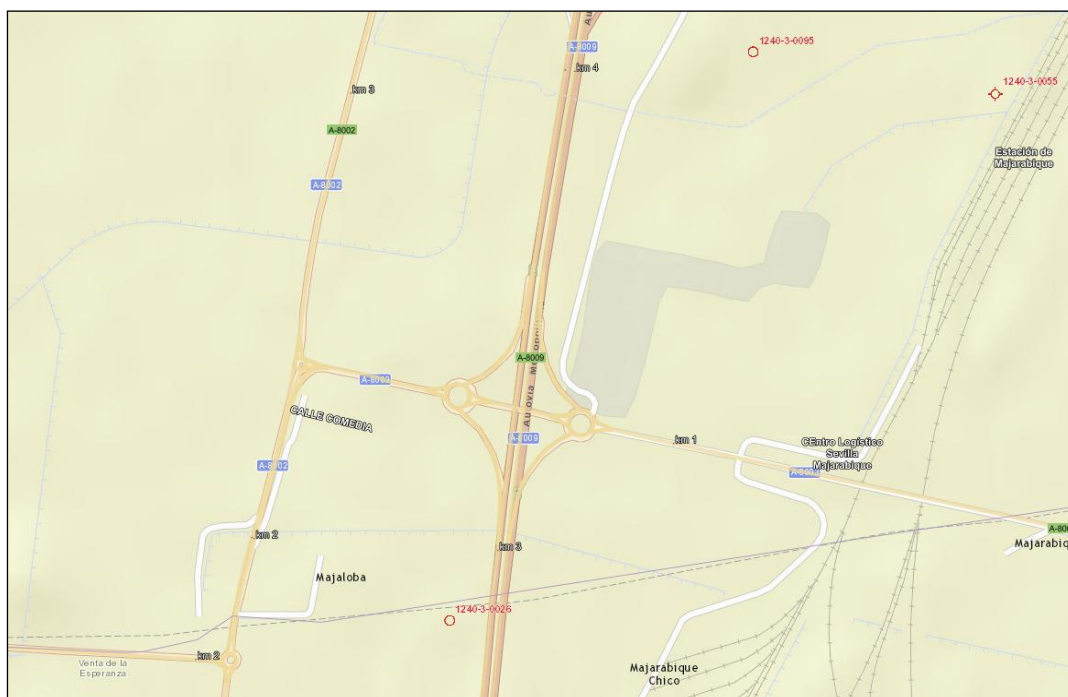


Imagen 4.b – Situación Piezómetros de registro en la zona de sustitución de la conducción. Procedencia WMS IGME.

Los piezómetros referenciados como P 1240-3-0048, P 1240-3-0094, P 1240-3-0095, P 1240-3-0026, P 1240-3-0055 y P 1240-3-0014, establecen que la profundidad del agua se encuentra entre 4,00-5,70m desde rasante.

5.- PROCEDENCIA DE MATERIALES

La tipología de materiales cuyo uso se prevé necesario en obra es el siguiente:

- Zahorra artificial para la formación de las capas de asiento y capas del firme.
- Áridos para la fabricación de hormigones

Los requisitos mínimos exigibles a los diferentes tipos de materiales para llevar a cabo las actuaciones de proyecto se establecen en la normativa vigente de referencia, es decir, en la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (ICAFIR), y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Dada la cercanía respecto de la implantación de Proyecto, se proponen los siguientes puntos para el suministro de los materiales necesarios en las unidades de obra:

5.1.- GRAVERA LA CABAÑA (SANDO)

Gravera que explota los materiales granulares de la secuencia Cuaternaria Aluvial que forma la llanura de inundación del río Guadalquivir, previa retirada de una montera de finos existentes en la parte superior. El espesor de los materiales granulares es variable entre 4,00-7,00m. Se explotan secuencias de gravas y arenas de composición silícea. La práctica totalidad de los materiales granulares más gruesos se encuentran bajo el nivel freático. Todos estos suelos aluviales se encuentran apoyados sobre las arcillas margosas grises azuladas que actúan como apoyo de muro. Una vez apartados los finos existentes en la parte superior de la terraza, se procede a la extracción de los materiales granulares mediante retro o pala cargadora. Posteriormente se procede a la restauración de la excavación mediante el llenado con rellenos inertes dejando los finos retirados en el inicio de la explotación para la parte superior. Con ello se consigue dejar la zona completamente restaurada.

- Propietario: Grupo SANDO - 955 79 42 01
- Planta Gravera: Crtra. Sevilla – Brenes km 5+800. Paraje local denominado La Jarilla (San José de La Rinconada).
- Estado actual: Activa.
- Instalaciones: la explotación cuenta con precibado, machaqueo y torres de clasificación.
- Reservas: suficientes para las necesidades del proyecto.

Nombre	Situación	Naturaleza	Productos	Distancia a la
Gravera LA CABAÑA	Crtra. Sevilla – Brenes	Gravas y arenas fluviales	Zahorra Natural Arenas	0,5 km

	km 5+800		hormigones Base drenante	
--	----------	--	-----------------------------	--

5.2.- PLANTA DE HORMIGONES ANDEMOSA

Planta de hormigones que para la elaboración de sus productos se apoya en la secuencia de gravas y arenas de composición silíceas de la gravera “La Cabaña”, propiedad del mismo grupo empresarial.

- Propietario: GRUPO SANDO
- Ensayos de laboratorio: Cuentan con certificado ISO 9002 y Certificado de Registro de Empresa.

6.- ESTUDIO GEOTÉCNICO – CAMPAÑA GEOTÉCNICA

En este apartado se desarrolla la descripción y caracterización geotécnica de las litologías que afloran y/o representan el sustrato de apoyo de las actuaciones de proyecto. Para ello se ha tenido como base de partida el estudio geológico desarrollado en el apartado 3, planteando posteriormente una campaña de investigación de campo a base de reconocimientos mecánicos. Los datos aportados por las investigaciones han sido interpretados al objeto de definir la naturaleza y caracterizar geotécnicamente todos los materiales investigados.

6.1.- TRABAJOS DE CAMPO - CALICATAS

Se entienden como calicatas las excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y eventualmente la realización de ensayos in situ. Durante la apertura/excavación de las calicatas, la resistencia de las litologías frente a la excavación con medios mecánicos simples queda reflejada como valoración a visu en la testificación, anotando la resistencia a la excavación a lo largo de la/s secuencia/s litológica/s, y en su caso la imposibilidad de continuación con la excavación. Se realizan fotografías del interior de las paredes de la calicata y de los acopios de material extraído. Una vez finalizada la calicata, ésta se vuelve a rellenar con los materiales extraídos y se compacta el terreno.

Ante la imposibilidad de acceso al emplazamiento propuesto para dos (2) de las diez calicatas inicialmente propuestas, definitivamente se han realizado 8 calicatas excavadas mediante retroexcavadora tipo mixta, distribuidas a lo largo de los viales proyectados. En las calicatas se han tomado muestras para su análisis en el laboratorio.

En la siguiente tabla se recogen las profundidades alcanzadas en las catas realizadas, y sus coordenadas de posicionamiento:

Calicata	Profundidad (m)	Muestras (m)	UTM H30 ETRS89	
			X	Y
C-1	3,60	MA-1 (1,00-2,00)	237974	4149746
C-2	3,50	No se toma muestra	237721	4149366
C-3	3,60	MA-1 (1,50-2,50)	237703	4149167
C-4	3,00	MA-1 (1,50-2,50)	237446	4148707
C-5	3,70	MA-1 (1,50-2,50)	237313	4149086
C-6	3,70	MA-1 (1,50-2,50)	237448	4149373
		MA-2 (2,50-3,50)		
C-7	3,60	No se toma muestra	X:237432	4149682
C-8 *	--	--	--	--
C-9 *	--	--	--	--
C-10	3,20	MA-1 (1,50-2,00)	X:236763	4149503

* situación no accesible por vallado de las parcelas, imposibilidad de localización de la propiedad

6.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO - ENSAYOS

Con el muestreo recuperado en las calicatas se ha realizado la oportuna batería de ensayos de laboratorio, atendiendo a las características de los materiales, y siguiendo las correspondientes Normas UNE. Se relacionan a continuación

- 7 análisis granulométricos por tamizado, según UNE 103101.
- 7 determinaciones de los límites de Atterberg, según UNE 103103 y 103104.
- 6 determinaciones del ión sulfato, según UNE 83963:2008.
- 6 determinaciones del grado de acidez Baumann-Gully, según UNE 83962:2008.
- 7 determinaciones del contenido en materia orgánica, según UNE 103204:1993.
- 7 determinaciones del contenido en sales solubles, según NLT 114/99.
- 7 ensayos de colapso, según NLT-254/99.
- 7 ensayos de hinchamiento libre en edómetro, según UNE 103601:1996.
- 7 ensayos de compactación tipo Próctor normal según UNE 103500:1994.
- 7 determinaciones del índice CBR, según UNE 103502:1995.

Las tablas siguientes recogen el conjunto de los valores obtenidos en la batería de ensayos aplicada al muestreo:

Muestras		Tipo	GRANULOMETRÍA PASO TAMIZ UNE (%)					
Calicata	Prof.		20	10	5	2	0,4	0,08
C-1	1,00-2,00	MA-1	96,00	92,00	90,00	90,00	89,00	66,80
C-3	1,50-2,50	MA-1	100,00	97,00	94,00	91,00	87,00	64,10
C-4	1,50-2,50	MA-1	100,00	99,00	95,00	90,00	86,00	75,00
C-5	1,50-2,50	MA-1	100,00	100,00	97,00	96,00	87,00	59,80
C-6	1,50-2,50	MA-1	100,00	92,00	89,00	88,00	87,00	66,50
C-6	2,50-3,50	MA-2	74,00	62,00	54,00	49,00	34,00	18,20
C-10	1,50-2,00	MA-1	100,00	100,00	99,00	99,00	97,00	25,20

Muestras		Tipo	LÍMITES DE			CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
Calicata	Prof. Muestra (m)		LL	LP	IP	USCS	AASHTO
C-1	1,00-2,00	MA-1	0,00	0,00	0,00	ML	A-4 (0)
C-3	1,50-2,50	MA-1	22,47	15,26	7,21	CL	A-4 (2)
C-4	1,50-2,50	MA-1	35,89	17,28	18,61	CL	A-6 (12)
C-5	1,50-2,50	MA-1	0,00	0,00	0,00	ML	A-4 (0)
C-6	1,50-2,50	MA-1	23,35	20,26	3,09	ML	A-4 (0)
C-6	2,50-3,50	MA-2	0,00	0,00	0,00	GM	A-1-b (0)
C-10	1,50-2,00	MA-1	0,00	0,00	0,00	SM	A-2-4 (0)
Muestras		Tipo	Ión	Sulfatos	Baumann-	Sales	Materia
Calicatas	Prof. Muestra (m)		Sulfato	(%) SO ₃	Gully	Solubles	Orgánica
C-1	1,00-2,00	MA-	81,00	0,01	3,00	0,61	0,16
C-3	1,50-2,50	MA-	--	--	--	0,56	0,22
C-4	1,50-2,50	MA-	87,00	0,01	6,00	0,47	0,15
C-5	1,50-2,50	MA-	86,00	0,01	2,00	0,52	0,24
C-6	1,50-2,50	MA-	81,00	0,01	2,00	0,44	0,12
C-6	2,50-3,50	MA-	94,00	0,01	2,00	0,30	0,07
C-10	1,50-2,00	MA-	99,00	0,01	2,00	0,46	0,11

Muestras		Hinchamiento	Índice Colapso	Próctor Normal		CBR		
Calicatas	Prof.			H.O.	D.M.	95%	100%	Hinch.
C-1	1,00-2,00	0,45	0,10	12,0	1,71	6,0	11,0	0,46
C-3	1,50-2,50	0,65	0,05	11,2	1,91	7,0	11,0	0,59
C-4	1,50-2,50	2,10	0,00	14,5	1,78	4,0	6,0	1,01
C-5	1,50-2,50	0,10	0,05	12,5	1,80	7,0	21,0	0,06
C-6	1,50-2,50	0,35	0,05	10,8	1,91	7,0	15,0	0,17
C-6	2,50-3,50	0,05	0,05	8,2	2,13	12,0	25,0	0,00
C-10	1,50-2,00	0,00	0,10	12,1	1,82	11,0	23,0	0,00

6.3.- NIVEL FREÁTICO

Durante la excavación de las calicatas se presta especial atención a la determinación de la posición del nivel freático, por la repercusión que representa respecto al diseño de cimientos, muros y estructuras, así como sobre el procedimiento de construcción. La acción más directa se traduce en empujes hidrostáticos sobre muros de sótano, subpresiones sobre obras de cimentación, y modificación del régimen de presiones intersticiales en el apoyo de obras de tierras.

No se ha identificado la presencia de lámina freática en ninguna de las calicatas excavadas, a excepción de un cierto incremento de la humedad al fondo de las calicatas C-6 y C-10. En ambas excavaciones se mantuvo la excavación abierta durante el tiempo suficiente para posibilitar la visualización directa de rezumes por las paredes laterales o al fondo, pero no se produjeron.

Como información adicional disponible, del histórico de prospecciones realizadas en la zona al objeto de anteriores proyectos (*Urbanización de la 1ª fase de Ampliación del Centro de Transportes de Mercancías de Sevilla, Sector 2, Majarabique; CTMS S.A.; 2011*), se pudo comprobar que la posición de la lámina freática puede oscilar entre 2,40-5,00 metros de profundidad según zonas, de donde se concluye que existe cierta diferencia respecto de la información disponible en el Inventario de Piezómetros de Registro pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (IGME), al menos en lo referente a la posición más elevada de la lámina freática. Esta diferencia puede ser consecuencia de la época de medición y/o del caudal del propio río en el momento de las mediciones.

7.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La campaña de investigación geotécnica realizada ha puesto de manifiesto que en la zona de estudio se identifican dos tipos de materiales conformando el terreno de apoyo para las actuaciones constructivas del proyecto. El mayoritario está conformado por rellenos antrópicos que rellenan las antiguas graveras, y otro minoritario, constituido por los depósitos aluviales de terraza media y llanura de inundación del río Guadalquivir. Se describen a continuación.

7.1.- TIERRA VEGETAL- HORIZONTE EDÁFICO

La testificación de las calicatas identifica un primer nivel de suelo con presencia de restos vegetales a modo de horizonte edáfico de coloración pardo marrón, y composición mayoritariamente arcillo-limosa, con un espesor del orden de 0,30-0,60 metros. Se han identificado los siguientes espesores:

Calicata	Potencia (m)
C-1	0,50

Calicata	Potencia (m)
C-2	0,30
C-3	0,30
C-4	0,30
C-5	0,40
C-6	0,60
C-7	0,30
C-10	0,40

Este nivel no constituye un material adecuado como soporte de viales y/o cimentaciones, por lo que en el apoyo de estas actuaciones (viales y/o cimentaciones), debiera ser excavado en toda su potencia y retirado a vertedero.

7.2.- RELLENOS ANTRÓPICOS

A lo largo de esta campaña geotécnica se ha podido comprobar en primer lugar la variabilidad en cuanto al espesor de estos rellenos y en segundo lugar como, en general, parecen estar divididos claramente en dos grupos distintos litológicamente, donde se diferencian unos rellenos con predominio de la matriz limo-arcillosa, que suelen encontrarse en superficie, habitualmente tapizando a modo de sellado a otros rellenos que se caracterizan por la gran cantidad de restos de obra, y que aparecen en profundidad, bajo los anteriores.

Se ha identificado la presencia de estos rellenos antrópicos en 5 de las 8 calicatas realizadas, con los siguientes espesores:

Calicata	Prof. Techo	Prof. Muro	Potencia (m)	Observaciones
C-1	0,50	3,60	3,10	Al cierre de las calicatas siguen apareciendo rellenos, por lo que la potencia del nivel de rellenos es holgadamente
C-2	0,30	3,50	3,20	
C-3	0,30	3,60	3,30	
C-5	0,40	3,70	3,30	
C-7	0,30	3,60	3,30	

La composición del nivel de rellenos, y modelo de vertido, se presentan claramente diferenciados, ya que en las cinco calicatas se diferencia un nivel de estos rellenos a muro compuesto por restos de obra, ladrillería, restos de terracería urbana, residuos plásticos y metálicos, cartónaje y plásticos, tapizado a techo por un nivel de rellenos compuesto mayoritariamente por limos arenosos y arcillas arenosas, colocado a modo de cierre/sellado del vertido colocado a muro.

Los espesores diferenciados de estos dos tipos de rellenos antrópicos son los siguientes:

	Rellenos SUPERFICIALES de cierre o			Rellenos INFERIORES restos de		
Calicata	Prof. Techo	Prof. Muro	Potencia	Prof.	Prof. Muro	Potencia
C-1	0,50	2,00	1,50	2,00	3,60	1,60
C-2	0,30	1,50	1,20	1,50	3,50	2,00
C-3	0,30	2,60	2,30	2,60	3,60	1,00
C-5	0,40	2,00	1,60	2,00	3,70	1,70
C-7	0,30	1,50	1,20	1,50	3,60	2,10

El nivel inferior no ha sido ensayado, aunque su aspecto puede identificarse a visu en las actas de testificación de las calicatas que se presenta en el apéndice 2 del presente documento. Su espesor debe entenderse como aparente, toda vez que en las calicatas sólo ha podido observarse la parte más superficial de este nivel, y al cierre de las mismas siguen apareciendo estos materiales. Del histórico de prospecciones realizadas en la zona al objeto de anteriores proyectos (*Urbanización de la 1ª fase de Ampliación del Centro de Transportes de Mercancías de Sevilla, Sector 2, Majarabique; CTMS S.A.; 2011*), se puede resumir que los espesores son del orden de entre 3,00-9,00 metros según zonas, dependiendo de la topografía que en su día fue rellenada.

El nivel superior sí ha sido ensayado, puesto que constituye un claro nivel de relleno estructural colocado intencionadamente para sellar el vertido inferior, y los valores obtenidos se resumen a continuación:

Muestras		Grupos granulométricos			Límites de Atterberg			USCS
Calicata	Prof. Muestra (m)	%	%	% Finos	LL	LP	IP	
C-1	1,00-2,00	10,00	23,20	66,80	0,00	0,00	0,00	ML
C-3	1,50-2,50	6,00	29,90	64,10	22,47	15,26	7,21	CL
C-5	1,50-2,50	3,00	37,20	59,80	0,00	0,00	0,00	ML
Máximo		10,00	37,20	66,80	22,47	15,26	7,21	ML =
Media		6,33	30,10	63,57	7,49	5,09	2,40	66,6%
Mínimo		3,00	23,20	59,80	0,00	0,00	0,00	

El reparto granulométrico de este nivel superior de rellenos se polariza hacia la fracción fina limo-arcillosa, con un contenido importante en la fracción arenas (de entre el 20-40%), y un contenido menos significativo en la fracción gravas (de entre el 3-10%). El contenido en finos presenta un valor medio del 63,57%, definido sobre un valor máximo del 66,80% y un valor mínimo del 59,80%. Con respecto a la plasticidad del suelo, los valores de los límites de Atterberg se han clasificado como Nulo-Bajo, con un 66,6% del muestreo clasificado como No Plástico. La muestra que sí presenta plasticidad está claramente compuesta por la facies fina más arcillosa.

El estudio de la composición química de este nivel ha presentado los siguientes valores:

Muestras	Ión Sulfato	Sulfatos	Baumann-Gully	Sales	Materia
----------	-------------	----------	---------------	-------	---------

Calicatas	Prof. Muestra (m)	EHE mg/kg	(%) SO ₃	(ml/kg)	Solubles (%)	Orgánica
C-1	1,00-2,00	81,00	0,01	3,00	0,61	0,16
C-3	1,50-2,50	--	--	--	0,56	0,22
C-5	1,50-2,50	86,00	0,01	2,00	0,52	0,24

Su contenido en materia orgánica en ninguna de las muestras supera el 1%, y lo mismo ocurre con las sales solubles, que se mantiene en valores inferiores al 1% en las 3 muestras ensayadas.

Los ensayos de laboratorio para la determinación de la Clase Específica de Exposición, y el Grado de Agresividad del terreno, mediante el análisis del contenido en sulfatos y el grado de acidez Bauman-Gully, han permitido concluir un Ambiente No Agresivo por sulfatos respecto de los hormigones.

Para conocer el escenario de puesta en obra de estos materiales, se han estudiado las condiciones de compactación PN y capacidad portante CBR, así como el hinchamiento libre y colapso bajo estas condiciones de compactación, remoldeando las muestras según el ensayo Próctor normal. Se han obtenido los valores siguientes:

Muestras		Hinchamiento	Índice	Próctor Normal		CBR		
Calicatas	Prof.	Libre (%)	Colapso	H.O.	D.M.	95%	100%	Hinch.
C-1	1,00-2,00	0,45	0,10	12,0	1,71	6,0	11,0	0,46
C-3	1,50-2,50	0,65	0,05	11,2	1,91	7,0	11,0	0,59
C-5	1,50-2,50	0,10	0,05	12,5	1,80	7,0	21,0	0,06

Los valores en los ensayos de hinchamiento libre son inferiores al 1%. A los efectos del artículo 330.4.4.2 *Suelos Expansivos del PG-3*, se consideran suelos expansivos aquellos en los que en una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad óptimas del ensayo PN según UNE 103500, supere un hinchamiento libre del tres por ciento (3%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no expansivos.

En cuanto al riesgo de colapso, ninguna de las tres muestras ensayadas ha presentado un índice de colapso superior al 1%. A los efectos del artículo 330.4.4.1 *Suelos Colapsables del PG-3*, se considerarán suelos colapsables aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad remoldeada del ensayo PN según UNE 103500, sufra un asiento superior al uno por ciento (1%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no colapsables.

En lo que respecta a la capacidad portante, los índices CBR obtenidos se muestran elevados, con valores genéricos superiores a 5 (al 95% del PN) en todas las muestras. El valor del hinchamiento en el ensayo CBR muestra la misma respuesta que los valores de hinchamiento libre sobre muestra remoldeada.

De acuerdo con los datos disponibles sobre el muestreo de este nivel de Rellenos, los materiales se clasifican como suelos de Categoría Tolerable según criterios PG-3, penalizado por un contenido en sales solubles $> 0,2\%$:

Calicata	Prof.Muestra (m)	% Finos	IP	Sales Solubles (%)	Materia Orgánica (%)	Hinchamiento Libre (%)	Índice Colapso (%)	Clasificación PG-3
C-1	1,00-2,00	66,80	0,00	0,61	0,16	0,45	0,10	Tolerable (S0)
C-3	1,50-2,50	64,10	7,21	0,56	0,22	0,65	0,05	
C-5	1,50-2,50	59,80	0,00	0,52	0,24	0,10	0,05	

7.3.- CUATERNARIO TERRAZAS ALUVIALES Y LLANURA DE INUNDACIÓN

Los depósitos Cuaternarios identificados en la zona de estudio se corresponden con el sistema de 3ª Terraza Aluvial (Terraza Media), y con las laminaciones de la llanura de inundación, asociados a la dinámica del Guadalquivir. Se corresponden con bancos no explotados en las graveras existentes en la zona, que por motivos que se desconocen quedaron relegados como retazos de material natural.

Se han identificado en 3 de las 8 calicatas realizadas, con los siguientes espesores:

Calicata	Prof. Techo	Prof. Muro	Potencia (m)	Observaciones
C-4	0,30	3,00	2,70	Al cierre de las catas se mantienen los niveles Cuaternarios diferenciados, por lo que la potencia
C-6	0,60	3,70	3,10	
C-10	0,40	3,20	2,80	

Tal y como adelantaba el modelo geológico descrito en el apartado 3.2.2., se trata de suelos aluviales de granulometrías finas a techo, principalmente arcillas y limos arcillosos, que en la vertical de facies evolucionan hacia secuencias granulares de arenas y gravas algo arenosas. Desde esta perspectiva se han diferenciado los siguientes sub-niveles geotécnicos:

7.3.1.- ARCILLAS Y LIMOS ALGO ARENOSOS – FACIES DE TECHO

El espesor de este nivel aluvial de techo presenta variaciones entre un mínimo de 1,90 metros (cata C-6), y un máximo de 2,70 metros (cata C-4). El reparto granulométrico de este sub-nivel de techo se polariza hacia la fracción fina con un contenido importante en la fracción arenas, del orden del 20-22%, y un contenido menos significativo en la fracción gravas, de entre el 5-10%. El contenido en finos queda condicionado por la componente arcillosa y/o la componente limosa, presentando un valor medio del 70,75%, definido sobre un valor máximo del 75,00% y un valor mínimo del 66,50%. Con respecto a la plasticidad del suelo, los valores de los límites de Atterberg se han clasificado como Bajo en la fracción limosa y Medio en la fracción arcillosa. El límite líquido presenta un valor medio de 29,62%, mientras que el índice de plasticidad alcanza un valor medio del 10,85%.

Muestras		Grupos granulométricos			Límites de Atterberg			USCS
Calicata	Prof. Muestra (m)	%	%	% Finos	LL	LP	IP	
C-4	1,50-2,50	5,00	20,00	75,00	35,89	17,28	18,61	CL
C-6	1,50-2,50	11,00	22,50	66,50	23,35	20,26	3,09	ML
Máximo		11,00	22,50	75,00	35,89	20,26	18,61	
Media		8,00	21,25	70,75	29,62	18,77	10,85	
Mínimo		5,00	20,00	66,50	23,35	17,28	3,09	

El estudio de la composición química ha presentado los siguientes valores:

Muestras		Ión Sulfato	Sulfatos	Baumann-Gully	Sales	Materia
Calicatas	Prof. Muestra (m)	EHE mg/kg	(%) SO ₃	(ml/kg)	Solubles (%)	Orgánica
C-4	1,50-2,50	87,00	0,01	6,00	0,47	0,15
C-6	1,50-2,50	81,00	0,01	2,00	0,44	0,12

El contenido en materia orgánica en ninguna de las muestras supera el 1%, y lo mismo ocurre con las sales solubles, que se mantiene en valores inferiores al 1% en las 2 muestras ensayadas.

Los ensayos de laboratorio para la determinación de la Clase Específica de Exposición, y el Grado de Agresividad del terreno, mediante el análisis del contenido en sulfatos y el grado de acidez Bauman-Gully, han permitido concluir un Ambiente No Agresivo por sulfatos respecto de los hormigones.

Para conocer el escenario de puesta en obra de estos materiales, se han estudiado las condiciones de compactación PN y capacidad portante CBR, así como el hinchamiento libre y colapso bajo estas condiciones de compactación, remoldeando las muestras según el ensayo Próctor normal. Se han obtenido los valores siguientes:

Muestras		Hinchamiento	Índice	Próctor Normal		CBR		
Calicatas	Prof. Muestra (m)	Libre (%)	Colapso	H.O.	D.M.	95%	100%	Hinch.
C-4	1,50-2,50	2,10	0,00	14,5	1,78	4,0	6,0	1,01
C-6	1,50-2,50	0,35	0,05	10,8	1,91	7,0	15,0	0,17

A los efectos del artículo 330.4.4.2 *Suelos Expansivos del PG-3*, se consideran suelos expansivos aquellos en los que en una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad óptimas del ensayo PN según UNE 103500, supere un hinchamiento libre del tres por ciento (3%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no expansivos. A los efectos del artículo 330.4.4.1 *Suelos Colapsables del PG-3*, se considerarán suelos colapsables aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad remoldeada del ensayo PN según UNE 103500, sufra un asiento superior al uno por ciento (1%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no colapsables.

En lo que respecta a la capacidad portante, los índices CBR obtenidos se muestran elevados, aunque minorados en la facies más arcillosa. El valor del hinchamiento en el ensayo CBR muestra la misma respuesta que los valores de hinchamiento libre sobre muestra remoldeada, también subordinado a la fracción arcillosa y/o limosa de la muestra.

De acuerdo con los datos disponibles sobre el muestreo de este nivel de arcillas y limos algo arenosos, los materiales se clasifican como suelos de Categoría Tolerable según criterios PG-3, penalizado por un contenido en sales solubles > 0,2%:

Calicata	Prof. Muestra (m)	% Finos	IP	Sales Solubles (%)	Materia Orgánica (%)	Hinchamiento Libre (%)	Índice Colapso (%)	Clasificación PG-3
C-4	1,50-2,50	75,00	18,61	0,47	0,15	2,10	0,00	Tolerable (S0)
C-6	1,50-2,50	66,50	3,09	0,44	0,12	0,35	0,05	

7.3.2.- ARENAS LIMOSAS Y GRAVAS ARENOSAS – FACIES DE MURO

La columna vertical de facies a muro de la secuencia Aluvial Cuaternaria, evoluciona hacia un nivel granular de gravas mediante un nivel tránsito de composición arenosa. Del histórico de prospecciones realizadas en la zona (*Urbanización de la 1ª fase de Ampliación del Centro de Transportes de Mercancías de Sevilla, Sector 2, Majarabique; CTMS S.A.; 2011*), se puede resumir que el espesor de este nivel varía entre 3,00-7,00 metros.

El reparto granulométrico de este sub-nivel de muro se polariza hacia la fracción granular media y gruesa, con un reparto equivalente entre secuencias arenosas y secuencias de gravas, siendo rasgo común la componente limosa de la fracción fina. La fracción arenas presenta un valor medio del 54,80%. La fracción gravas presenta un valor medio del 23,50%, mayor en la muestra GM. El contenido en finos, de carácter limos, presenta un valor medio del 21,70%, definido sobre un valor máximo del 25,20% y un valor mínimo del 18,20%. Con respecto a la plasticidad del suelo, los valores de los límites de Atterberg se han clasificado como Nulo, con el 100% del muestreo clasificado como No Plástico.

Muestras		Grupos granulométricos			Límites de Atterberg			USCS
Calicata	Prof. Muestra (m)	%	%	% Finos	LL	LP	IP	
C-6	2,50-3,50	46,00	35,80	18,20	0,00	0,00	0,00	GM
C-10	1,50-2,00	1,00	73,80	25,20	0,00	0,00	0,00	SM
Máximo		46,00	73,80	25,20	0,00	0,00	0,00	
Media		23,50	54,80	21,70	0,00	0,00	0,00	
Mínimo		1,00	35,80	18,20	0,00	0,00	0,00	

El estudio de la composición química ha presentado los siguientes valores:

Muestras		lón Sulfato	Sulfatos	Baumann-Gully	Sales	Materia
Calicatas	Prof. Muestra (m)	EHE mg/kg	(%) SO ₃	(ml/kg)	Solubles (%)	Orgánica
C-6	2,50-3,50	94,00	0,01	2,00	0,30	0,07
C-10	1,50-2,00	99,00	0,01	2,00	0,46	0,11

El contenido en materia orgánica en ninguna de las muestras supera el 1%, y lo mismo ocurre con las sales solubles, que se mantiene en valores inferiores al 1% en las 2 muestras ensayadas. Los ensayos de laboratorio para la determinación de la Clase Específica de Exposición, y el Grado de Agresividad del terreno, mediante el análisis del contenido en sulfatos y el grado de acidez Baumann-Gully, han permitido concluir un Ambiente No Agresivo por sulfatos respecto de los hormigones.

Para conocer el escenario de puesta en obra de estos materiales, se han estudiado las condiciones de compactación PN y capacidad portante CBR, así como el hinchamiento libre y colapso bajo estas condiciones de compactación, remoldeando las muestras según el ensayo Próctor normal. Se han obtenido los valores siguientes:

Muestras		Hinchamiento	Índice	Próctor Normal		CBR		
Calicatas	Prof.	Libre (%)	Colapso	H.O.	D.M.	95%	100%	Hinch.
C-6	2,50-3,50	0,05	0,05	8,2	2,13	12,0	25,0	0,00
C-10	1,50-2,00	0,00	0,10	12,1	1,82	11,0	23,0	0,00

A los efectos del artículo 330.4.4.2 *Suelos Expansivos del PG-3*, se consideran suelos expansivos aquellos en los que en una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad óptimas del ensayo PN según UNE 103500, supere un hinchamiento libre del tres por ciento (3%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no expansivos. A los efectos del artículo 330.4.4.1 *Suelos Colapsables del PG-3*, se considerarán suelos colapsables aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad remoldeada del ensayo PN según UNE 103500, sufra un asiento superior al uno por ciento (1%). Consecuentemente los suelos investigados se consideran no colapsables.

En lo que respecta a la capacidad portante, los índices CBR obtenidos se muestran elevados como corresponde a la facies granular del suelo. El valor del hinchamiento en el ensayo CBR muestra la misma respuesta que los valores de hinchamiento libre sobre muestra remoldeada.

De acuerdo con los datos disponibles sobre el muestreo de este nivel de arenas y gravas, los materiales se clasifican como suelos de Categoría Tolerable según criterios PG-3, penalizado por un contenido en sales solubles > 0,2%:

Calicata	Prof. Muestra (m)	% Finos	IP	Sales Solubles	Materia Orgánica	Hinchamiento Libre (%)	Índice Colapso	Clasificación PG-3
C-6	2,50-3,50	18,20	0,00	0,30	0,07	0,05	0,05	Tolerable

C-10	1,50-2,00	25,20	0,00	0,46	0,11	0,00	0,10	(S0)
------	-----------	-------	------	------	------	------	------	------

8.- CARACTERIZACIÓN RESISTENTE

Teniendo en consideración la escala de la campaña geotécnica realizada, y la tipología de ensayos disponibles para con el muestreo recuperado, a la hora de asignar parámetros resistentes a compresión y/o a cortante, y parámetros deformacionales, para cada uno de los niveles geotécnicos diferenciados, se hace necesario recurrir a las correlaciones bibliográficas aceptadas al uso en la documentación geotécnica publicada.

Así, resulta adecuado acudir primeramente a los valores propuestos por Hunt, 1984 (*Manual de Ingeniería de Taludes, Ayala Carcedo*), para suelos con predominio granular gravo-arenoso en función de su rango de compacidad, aceptando como válido que los rellenos granulares, se compactan con su propio peso hasta densidades relativas del orden de entre el 25- 50% (*aptdo. 4.9.7.1 Selección de Rellenos – ROM 0.5-05 Capítulo IV*). Para suelos con predominio cohesivo de la fracción limo-arcillosa, se acude a la propuesta de Bañón Blázquez, Luis; “*Propiedades Físicas Típicas de diversos Suelos, tabla 50*”, Construcción y Mantenimiento, Manual de Carreteras.

La tabla siguiente recoge los parámetros propuestos en función de los grupos USCS predominantes.

Material	COMPACIDAD	Dr (%)	Nspt	Densidad seca (g/cm ³)	Ángulo de rozamiento interno
GP: Gravas	Densa	75	70	2,04	38
mal	Medianamente densa	50	50	1,92	35
graduadas,	Suelta	25	< 20	1,83	32
GW: Gravas	Densa	75	90	2,21	40
bien	Medianamente densa	50	55	2,08	36
graduadas,	Suelta	25	< 28	1,97	32
SW: Arenas	Densa	75	65	1,89	37
bien	Medianamente densa	50	35	1,79	34
graduadas,	Suelta	25	> 15	1,7	30
SP: Arenas	Densa	75	50	1,76	36
mal	Medianamente densa	50	30	1,67	33
graduadas,	Suelta	25	< 10	1,59	29
SM: Arenas	Densa	75	45	1,65	35
limosas	Medianamente densa	50	25	1,55	32
	Suelta	25	< 8	1,49	29
ML: Limos	Densa	75	35	1,49	33
inorgánicos,	Medianamente densa	50	20	1,41	31
arenas muy	Suelta	25	< 4	1,35	27

Material	CONSISTENCIA	Densidad	Cohesión	Ángulo de rozamiento interno
CL: arcillas y Firme		1,90	10-15	25
arcillas	Media	1,80	5-10	20
arenosas	Blanda	1,70	2-5	17-18

En segundo lugar, a partir de esta propuesta genérica de valores, se estima adecuado compararlos con la relación de parámetros propuestos por autores de reconocida solvencia técnica como *Oteo Mazo, C.*; *Arozamena Cagigal, P.*; en su trabajo de análisis sobre los “*Problemas geotécnicos de la Línea 1 del Metro de Sevilla*”.

Las imágenes siguientes recogen los parámetros geotécnicos representativos publicados:

TABLA 1. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS GENERALES DE LOS SUELOS DE SEVILLA (OTEO, 1994)				
Propiedad	Material			
	Arcillas arenosas		Gravas	Margas azules
	Fracción plástica	No plástica		
% < tamiz 10	100	90-100	15-44	100
% < tamiz 200	83-96	12-82	1-8	91-100
% < 0,002 mm	9-36	7	-	37-66
Límite líquido	30-60	N.P.	-	40-70
Límite plástico	15-35	N.P.	-	25-45
% CO ₂	-		5-9**	10-15
Humedad (%)	15-40		5-10	20-30
Densidad seca (g/cm ³)	1,2-2,0 (1,6-1,8)*		2,1	1,4-1,8 (1,5-1,7)*
Índice de compresión, C _C	0,070-0,300		-	0,055-0,155**
Índice de entumecimiento, C _s	0,010-0,080		-	0,036-0,120
Resistencia a compresión simple (kp/cm ²)	0,50-3,0	0,17-0,90	-	4,6 y 10 - 12
Cohesión efectiva media C' (t/m ²)	1,1	0	0	1,2-3,0
Rozamiento efectivo medio, Ø°	27,5	35,0	35-45	25-34
Módulo de deformación en placa de carga (kp/cm ²)	-		260-540	Horiz. 1200-5700 Vert. 500-3100
Módulo de deformación en ensayos triaxiales (kp/cm ²)	-		-	Sin drenaje 560 Sin drenaje 350
Módulo edométrico en dispositivo de entumecimiento (decompresión) (kp/cm ²)	-		-	440-1900
(*) (1,6-1,8) = Intervalo de mayor acumulación				
(**) En las muestras cementadas: 20-25%				
(***) Los resultados de laboratorio pueden estar muy afectados por la toma de muestras.				

TABLA 2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS PARA EL CÁLCULO DE PANTALLAS CONTINUAS (OTEO, 2003)					
LITOLOGÍA	CÁLCULOS ELÁSTICOS		PESO ESPECÍFICO AP. (T/m ³)	RESIST. AL CORTE	
	MÓDULO DEFORM. (T/m ²)	MÓDULO POISSON		COHESIÓN (T/m ²)	ROZ. INTERNO (°)
RELLENOS	1.000	0,30	2,00	0,5	25
ARENAS	3.000	0,30	2,10	1,0	32
LIMOS-ARCILLAS	2.500	0,35	2,00	2,0	28
GRAVAS	6.000	0,30	2,10	0,0	37
"MARGAS"	8.500	0,35	2,05	4,0	28

Teniendo en consideración la revisión bibliográfica expuesta, resulta necesario acotar un perfil geotécnico a efectos de cálculo para con las soluciones constructivas que se diseñen asociadas al Área Logística, lo suficientemente conservador atendiendo a la información obtenida. A modo de resumen, los parámetros geotécnicos característicos que se proponen a efectos de cálculo para cada uno de los niveles geotécnicos diferenciados, se resumen en la tabla siguiente:

Nivel	γ ap(kN/m ³)	Cohesión Cu (kPa)	Cohesión C' (kPa)	Ángulo de rozamiento	NSPT	Coficiente de Poisson	Módulo de Deformación E (MPa)
Rellenos Superficiales	17	10	5-7	18-20	--	0,30	10
Aluvial Arcillas y	17-18	15	10	20-25	--	0,35	15-20
Aluvial Arenas y	18-20	--	2-5	28-38	25-50	0,30	30-60

9.- TERRENO NATURAL Y EXPLANADA

El dimensionamiento del firme se entiende como un proceso de cálculo estructural basado en dos elementos como son la explanada (o soporte de la estructura que lo constituye), y el tráfico (que representa el conjunto de solicitaciones a soportar por dicha estructura). En lo referente al ámbito de estudio del presente anejo geológico-geotécnico, la caracterización de la explanada, desde el punto de vista de su capacidad portante como soporte del firme de los futuros viales, se realiza mediante la clasificación del Cimiento del Firme. Dicha clasificación se apoya en la caracterización del terreno natural subyacente, y en la definición de las propiedades de las distintas capas de materiales de aportación que se dispongan sobre el mismo, en caso necesario.

Con la base de los parámetros geotécnicos obtenidos en la campaña de investigación realizada, y aplicando los criterios de clasificación y uso de la IDFRCA, se concluye que la totalidad del TNS de apoyo de las actuaciones constructivas estará compuesto por suelos de categoría TOLERABLE (S0), tanto en lo que se refiere al nivel de rellenos superficiales, colocados a modo de sellado de los vertidos inferiores, como en lo que se refiere al nivel aluvial de techo, compuesto por arcillas y limos algo arenosos.

Según la testificación de las calicatas, esta clasificación de la Categoría del suelo comprende, en el caso más restrictivo, hasta un espesor mínimo de 1,20 metros por debajo de la rasante del terreno, una vez retirado el horizonte edáfico. Estos espesores mínimos se han identificado en las calicatas C-2 y C-7, donde el nivel de rellenos superficial colocado a modo de sellado del nivel de rellenos inferior, se acota hasta una profundidad de 1,50 metros. En el resto de las prospecciones realizadas, el espesor de suelo clasificado de categoría TOLERABLE (S0), oscila entre 1,50-2,30 metros cuando se trata del nivel de rellenos, y hasta 3,00-3,70 metros cuando se trata de los niveles aluviales Cuaternarios.

La capacidad de soporte de los suelos de apoyo de las capas de asiento vendrá dada por el CBR característico de proyecto de los suelos que lo constituyen o que se consideren predominantes. Sobre este particular, el CBR obtenido en los ensayos no se ha mostrado como elemento penalizador de la capacidad portante del terreno, ya que en todos los muestreos analizados ha presentado valores superiores a 3, al 95% del PN. Consecuentemente, a efecto de los viales y ordenamiento viario en general, la explanada estará conformada por suelos Tolerables (S0) con un CBR mínimo de 4.

El módulo de elasticidad de los suelos tipo SIN, S00, S0 y S1, se obtendrá a partir del valor del CBR característico del proyecto mediante la expresión $E = 10 \cdot \text{CBR} \text{ (MPa)}$.

Muestras		CBR		Módulo de Elasticidad (ICAFIR)	CBR
Calicatas	Prof. Muestra (m)	95%	100%		característico
C-1	1,00-2,00	6,0	11,0	60	Valor propuesto
C-3	1,50-2,50	7,0	11,0	70	

C-4	1,50-2,50	4,0	6,0	40	CBR = 4
C-5	1,50-2,50	7,0	21,0	70	Módulo de Elasticidad
C-6	1,50-2,50	7,0	15,0	70	
C-6	2,50-3,50	12,0	25,0	120	Valor propuesto
C-10	1,50-2,00	11,0	23,0	110	E = 40 MPa

Desde el punto de vista de la plasticidad del terreno de apoyo, ante la posibilidad de que pudieran presentarse procesos de deformaciones plásticas por hinchamiento ($IP > 18$, e hinchamiento libre $> 3\%$), que se desarrollarían con mayores efectos negativos ante la alteración de las condiciones de equilibrio de la humedad natural, es oportuno reseñar que no se han identificado suelos de alta plasticidad, siendo únicamente la cata C-4, la que presenta un valor de $IP = 18,61\%$, aunque el valor del hinchamiento libre en este caso es inferior al 3% ($HL = 2,10\%$). El resto de los suelos investigados presentan valores de IP en la horquilla $0,00-7,21\%$, siendo notorio que el $57,14\%$ de las muestras han presentado valores No Plásticos de sus límites de Atterberg (4 de 7 muestras). A título práctico, no se considera necesario acometer saneos para los viales y actuaciones viarias que se dimensionen con rellenos de altura inferior a 2,00 metros. En el caso de que sean necesarios terraplenes de más de 2,00 metros de altura, éstos deberán de construirse con materiales de préstamo o canteras.

En cuanto a la presencia de agua en el terreno de apoyo, el sistema de drenaje se diseñará de forma que se garantice que la superficie del plano de explanada queda por encima del nivel de la capa freática. La profundidad mínima del nivel freático más alto previsible respecto al plano de explanada será la definida en la tabla siguiente, en función del tipo de suelo que caracteriza el terreno subyacente de cada tramo de cimiento homogéneo:

Profundidad mínima del nivel freático respecto al plano de explanada (ICAFIR)	
Terreno natural subyacente o núcleo de	Profundidad del nivel freático (cm)
Inadecuado o Marginal	160
Tolerable	140
Adecuado	120
Seleccionado	100

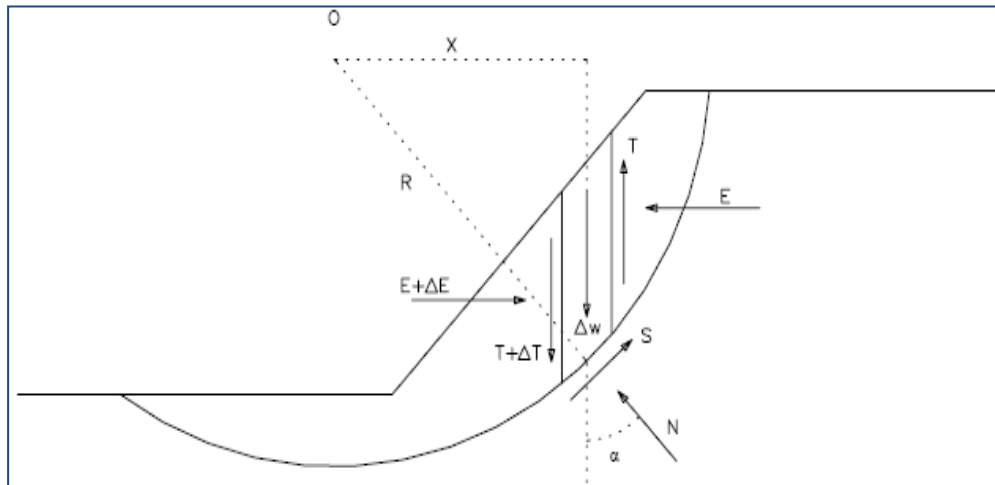
En el caso que nos ocupa el resguardo mínimo debiera ser de 1,40 metros (para terreno subyacente de categoría TOLERABLE S0). Aunque no se ha identificado la presencia de lámina freática en ninguna de las calicatas (a excepción de un cierto incremento de la humedad al fondo de las calicatas C-6 y C-10), del histórico de prospecciones realizadas en la zona (*Urbanización de la 1ª fase de Ampliación del Centro de Transportes de Mercancías de Sevilla, Sector 2, Majarabique; CTMS S.A.*;

2011), se pudo comprobar que la posición de la lámina freática puede oscilar entre 2,40-5,00 metros de profundidad según zonas. Consecuentemente queda garantizado que el plano de la explanada queda siempre suficientemente alejado del nivel de la capa freática, no siendo necesario adoptar medidas adicionales.

10.- ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS OBRAS DE TIERRA

Dada la topografía prácticamente llana de la zona no se prevén excavaciones en desmonte ni terraplenes de importancia. En todo caso la urbanización y ordenación viaria se diseña con rellenos de entre 2,50-3,50 metros de altura máxima.

En este apartado, se realiza un estudio de la estabilidad de estos terraplenes, mediante un modelo de equilibrio límite (MEL), que se basa en suponer las superficies de deslizamientos circulares. El método de determinación del factor de seguridad elegido ha sido el de Morgenstern–Price, para condiciones de equilibrio en rebanadas de espesor diferencial, que satisfacen el equilibrio de fuerzas y el equilibrio de momentos. La determinación del coeficiente de seguridad correspondiente a un posible círculo de deslizamiento, consiste en dividir la masa deslizante en rebanadas verticales, que se consideran como sólidos rígidos o bloques, y que, por tanto, deben satisfacer, cada uno, todas las condiciones de equilibrio.



Como se aprecia en la figura anterior, en cada una de las fajas actúa, además del peso propio (W), reacciones normales (N) y tangenciales (S) en su base y unos esfuerzos tangenciales (T) y normales (E) en sus dos lados verticales opuestos. El coeficiente de seguridad se determina hallando la relación entre los momentos con respecto al centro del círculo, de las tensiones tangenciales máximas resistentes que se pueden desarrollar, y de los pesos de cada una de las rebanadas en que se ha dividido la faja. El coeficiente de seguridad vendrá dado por la expresión:

$$F = \frac{\sum s_r \cdot \Delta X \cdot \sec \alpha \cdot R}{\sum \Delta W \cdot X}$$

además, se verifica que:

$$s_r = c' + \sigma'_n \cdot \operatorname{tg} \phi' = c' + \left(\frac{N}{\Delta X \cdot \sec \alpha} - u \right) \cdot \operatorname{tg} \phi'$$

que sustituyendo en la fórmula anterior queda:

$$F = \frac{R}{\sum \Delta W \cdot X} \sum (c' \cdot \Delta X \cdot \sec \alpha + (N - u \cdot \Delta X \cdot \sec \alpha) \cdot \operatorname{tg} \phi')$$

Hasta aquí, el planteamiento es igual que el del método de las fajas. El método de Morgenstern–Price, proyecta las fuerzas que actúan sobre la faja sobre la vertical, con lo cual desaparece E, resultando:

$$\Delta W + \Delta T = N \cdot \cos \alpha + S \cdot \sin \alpha$$

y como, además,

$$S = \frac{c' \cdot \Delta X \cdot \sec \alpha + (N - u \cdot \Delta X \cdot \sec \alpha) \cdot \operatorname{tg} \phi'}{F}$$

eliminando N y S resulta:

$$F = \frac{1}{\sum \Delta W \cdot \sin \alpha} \left[(c' \cdot \Delta x + (\Delta W - u \cdot \Delta x + \Delta T) \cdot \operatorname{tg} \phi') \cdot \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\operatorname{tg} \phi' \cdot \operatorname{tg} \alpha}{F}} \right]$$

con lo que, para resolver la expresión, es preciso obtener incremento de T y F por aproximaciones sucesivas. A efectos prácticos, el valor de F se obtiene con suficiente aproximación suponiendo que la variación de T es igual a 0.

En el caso de taludes parcialmente sumergidos, las expresiones siguen siendo válidas, pero teniendo en cuenta que la variación de W es la suma del peso total (el de la parte sumergida y el de la no sumergida). La presión intersticial “ u ”, será entonces no la total, sino el exceso sobre la hidrostática en el punto considerado. De esta forma el terreno queda dividido en dos zonas con presión intersticial negativa y positiva, siendo la línea de separación entre ambas el nivel freático. El estudio de las presiones y su relación con la disminución de la resistencia de los materiales (fricción y cohesión) principalmente para suelos cohesivos, se aborda mediante la ponderación del coeficiente de presión intersticial Ru para cada uno de los niveles involucrados (*Manual de Ingeniería de Taludes*, Ayala Carcedo; ITGE). El factor Ru relaciona la presión intersticial en cada punto de la superficie de deslizamiento con la presión total debida al peso del terreno en este punto. Aplicada a los métodos de rebanadas, y teniendo en cuenta que aproximadamente la relación entre el peso específico del terreno y el peso específico del agua es igual a 2, un valor de $Ru = 0,25$ supone una altura de agua de

aproximadamente el 50% de la altura de la rebanada (terreno parcialmente saturado) y un valor de $R_u = 0,5$ supone una altura de agua en cada rebanada igual al 100% de la altura total de la rebanada (terreno saturado en su totalidad).

En el caso de los terraplenes, la situación más desfavorable se produce a corto plazo durante el proceso de ejecución del relleno, sin disipación de las sobrepresiones intersticiales en el terreno de apoyo. En este sentido, el cálculo de estabilidad debe realizarse para una situación de corto plazo, y, para una situación a largo plazo (cuando las sobrepresiones se han disipado completamente). El comportamiento real del terreno estará en un ámbito intermedio entre estos dos estados, pues, por un lado, el total del terraplén no se coloca de forma inmediata sobre el terreno, con lo cual, cuando se alcanza la coronación del relleno ya se ha producido parte de la disipación, (mayor o menor según las características el sustrato), y por otro, el tiempo de ejecución, (teniendo en cuenta así mismo, la capacidad de drenaje del terreno de apoyo con el que se cuenta).

Para adoptar los criterios de seguridad que acotan la estabilidad, se han seguido las prescripciones indicadas en la Guía de Cimentaciones de Obras de Carreteras del Ministerio de Fomento (*apartado 4.4 - Estabilidad Global*):

Hipótesis de cálculo	F. Seguridad	F. Seguridad
Combinación Acciones Permanente	$\geq 1'50$	$\geq 1,30$
Combinación Acciones Transitoria Corto Plazo	$\geq 1'30$	$\geq 1,20$
Combinación Acciones Accidental con Sismo	$\geq 1'10$	$\geq 1,05$

Para la comprobación de la estabilidad en situación accidental con Sismo, se han determinado los siguientes valores para los coeficientes de aceleración sísmica de cálculo, horizontal y vertical, correspondientes a los valores de los términos municipales de Sevilla y de La Rinconada, coincidentes en este caso a efectos de cálculo:

Zona de Estudio	Aceleración básica	Coeficiente	Coeficiente
	ab	K	C
Sevilla / La Rinconada	0,07g	1,1	III / 1,6
Coeficiente de riesgo	Coeficiente	de	Coeficientes de aceleración sísmica
□	S	ACH	ACV
1,3	1,28	0,116	0,087

Para la combinación de Acciones Transitoria a Corto Plazo no se considera la afección por Sismo en los cálculos, dada la reducida probabilidad de ocurrencia durante el tiempo de construcción de los rellenos. Para la combinación de Acciones Casi Permanente a largo plazo, la sobrecarga de uso por

tráfico viario se ha estimado en 10kN/m^2 (sobrecarga de uso en terraplenes adyacentes a la estructura, según la I.A.P.).

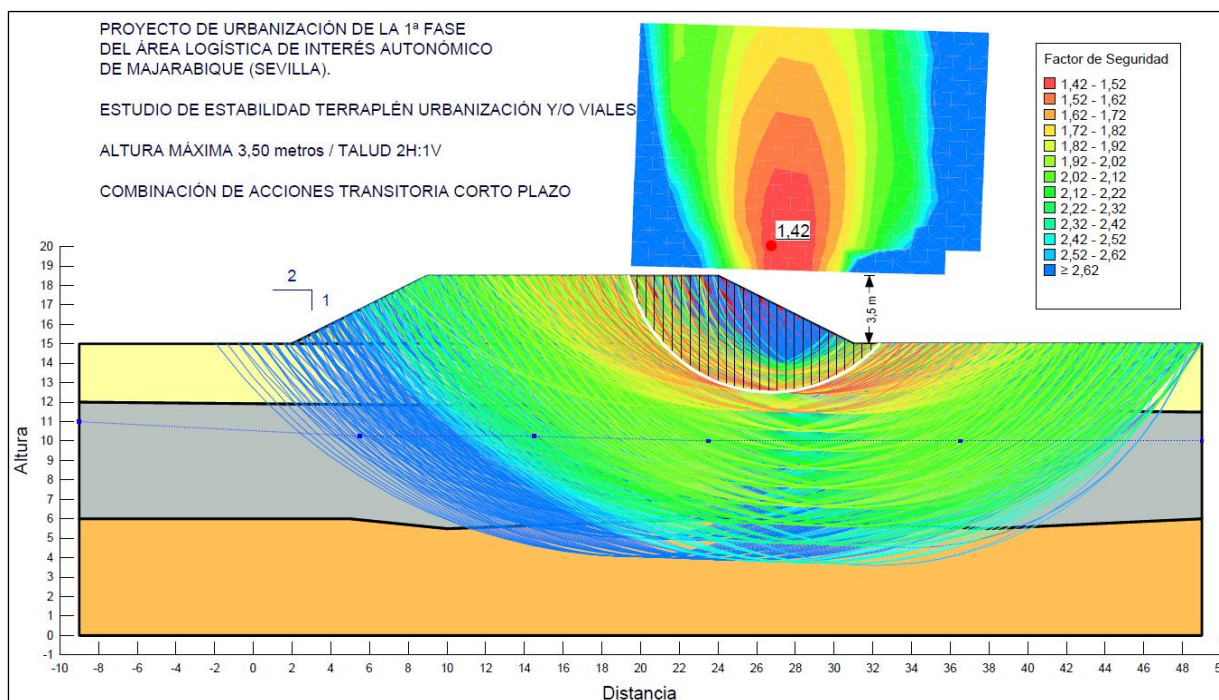
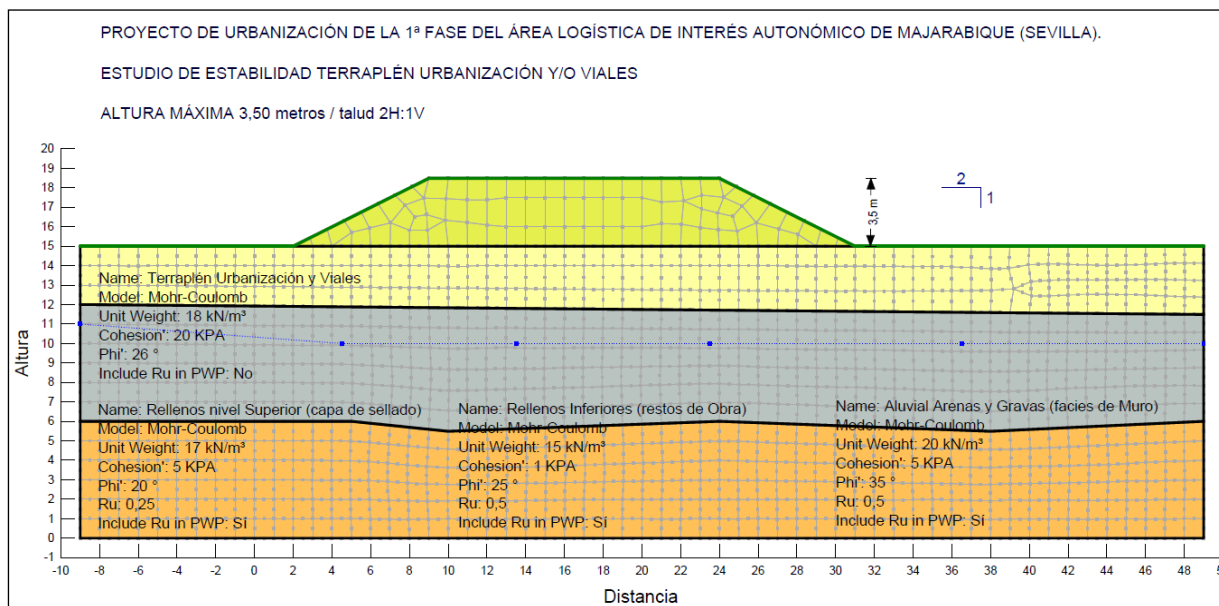
Los materiales que formarán el cuerpo de los rellenos procederán de instalaciones externas (canteras y/o graveras). Para caracterizar estos materiales del terraplén, compactados como mínimo al 100% de la densidad Próctor Normal, se han observado las indicaciones de NAVFAC 1971 para suelos compactados (*Manual de Ingeniería de Taludes*, Ayala Carcedo; ITGE), y Muelas Rodríguez, A.; (*Manual de Mecánica del Suelo y Cimentaciones*). Se adoptan los siguientes valores para los cálculos necesarios.

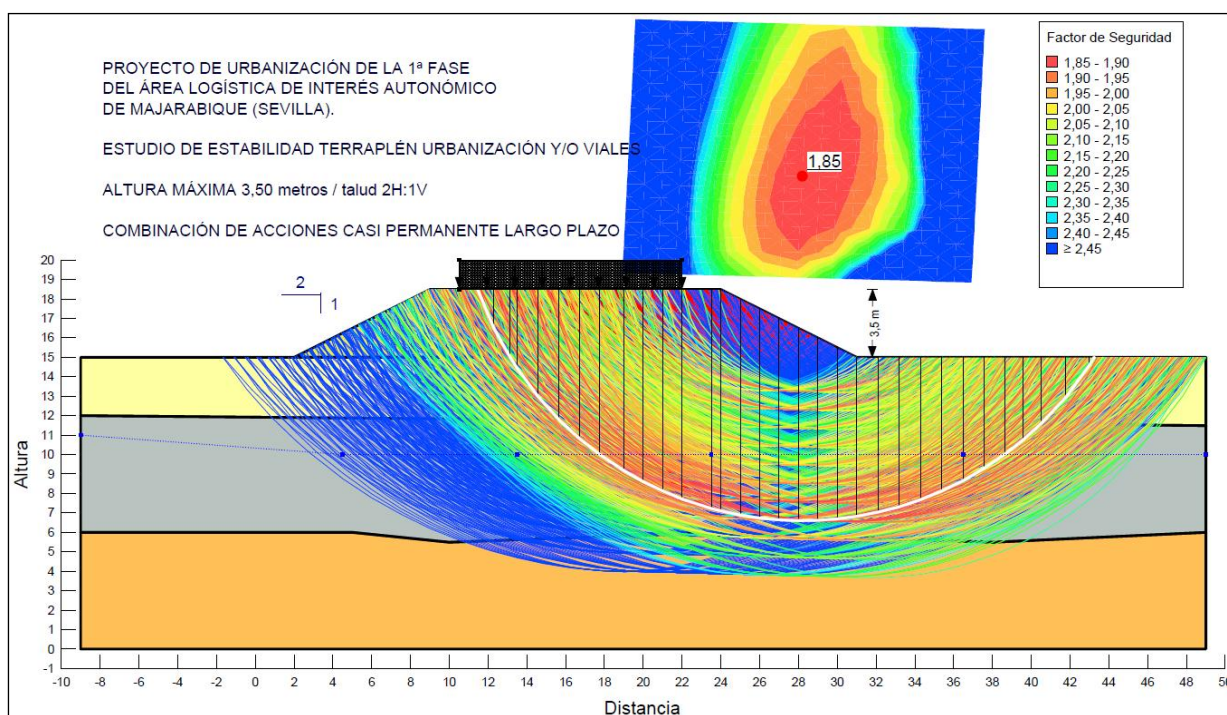
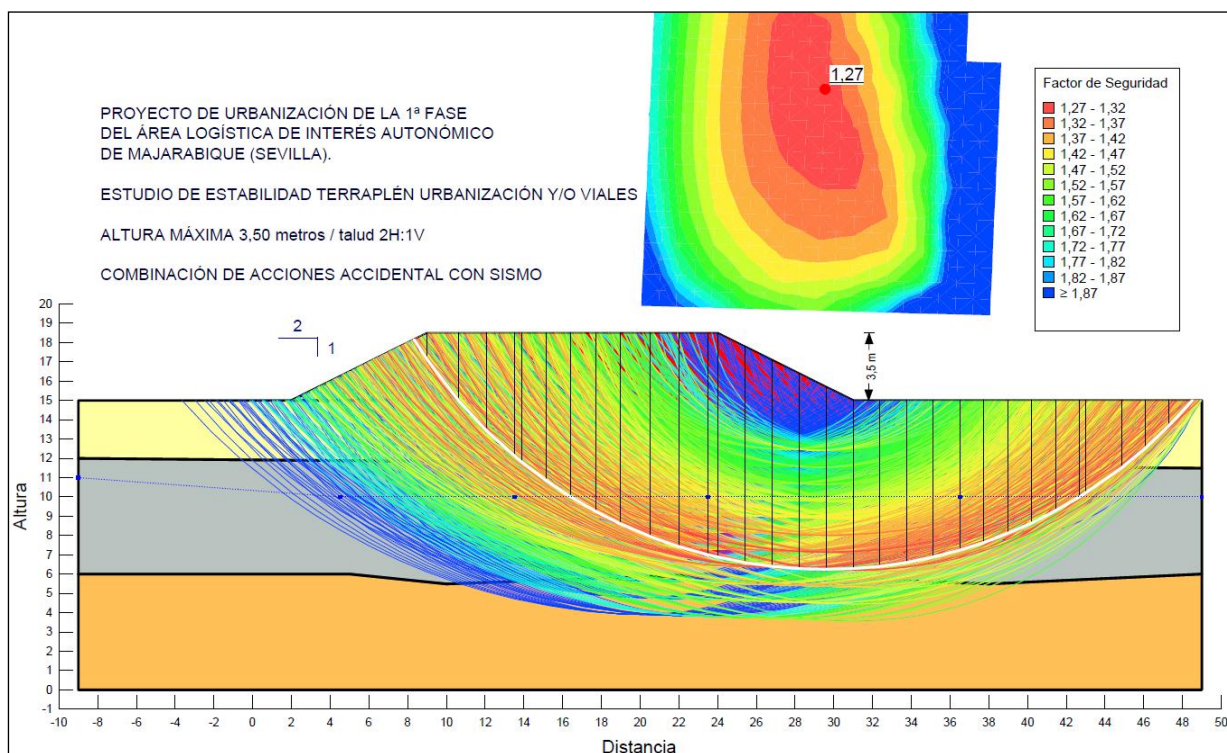
Tipo de material	γ_{ap}	$C'(\text{KP})$	$\phi'(^{\circ})$
Núcleo de Terraplén	18	20	26

10.1.- TERRAPLÉN APOYADO SOBRE NIVEL DE RELLENOS SUPERFICIALES DE SELLADO

En este caso el perfil de cálculo queda definido por el terraplén de urbanización y/o de los viales de servicio, apoyado sobre el nivel de rellenos superficiales caracterizados como suelos de categoría Tolerable S0 colocados como relleno estructural a modo de nivel de sellado del vertido inferior. Teniendo en consideración la escala de la campaña geotécnica realizada, se adoptan los siguientes parámetros y perfil de cálculo:

Nivel	γ_{ap} (kN/m^3)	Cohe sión C_u (kPa)	Cohe sión C' (kPa)	Ángul o de rozamiento ϕ' ($^{\circ}$)	Ru Coeficiente de presión intersticial
Núcleo de Terraplén	18	--	20	26	0,00
Rellenos Superficiales	17	10	5	20	0,25
Rellenos Inferiores	15	--	1	25	0,50
Aluvial Arenas y Gravas	20	--	5	35	0,50





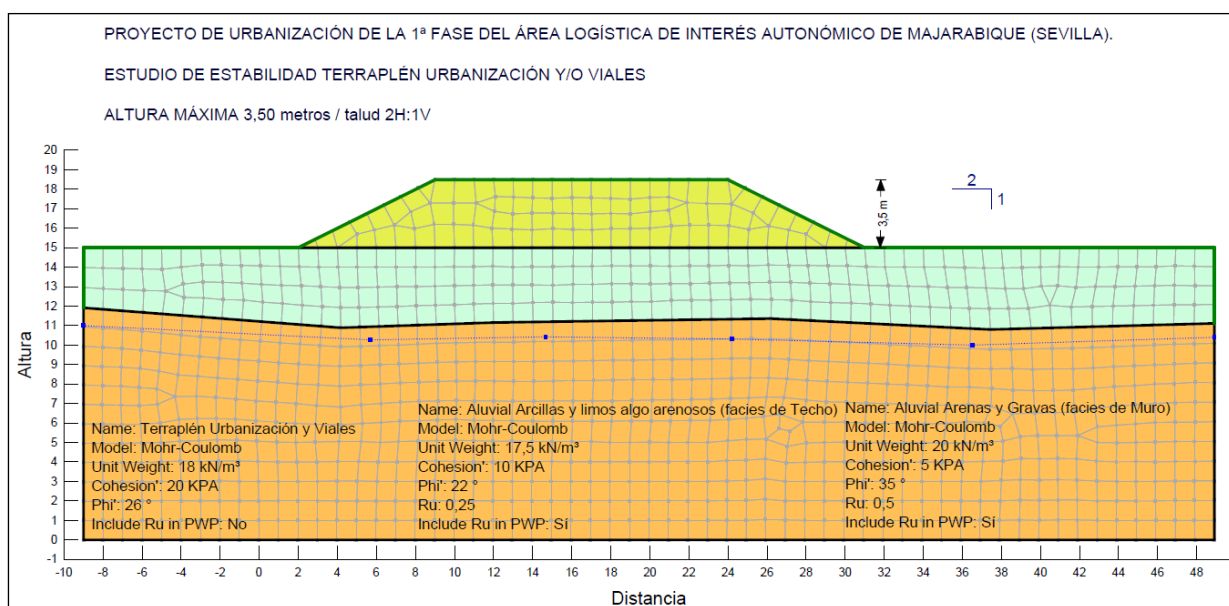
Combinación de Acciones de Cálculo	Coeficiente de Seguridad	Coeficiente de Seguridad	Clasificación talud 2H:1V
Transitoria Corto Plazo	1,42	≥ 1'30	Estable
Accidental con Sismo	1,27	≥ 1'10	Estable
Casi Permanente Largo Plazo + carga	1,85	≥ 1'50	Estable

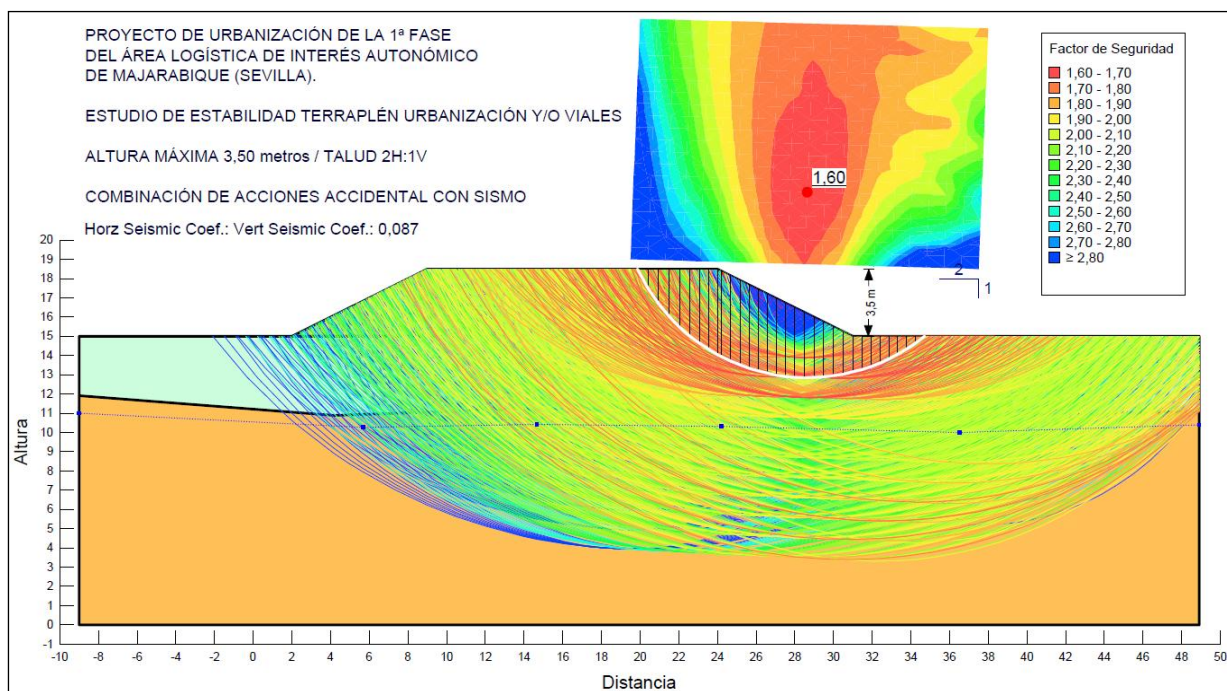
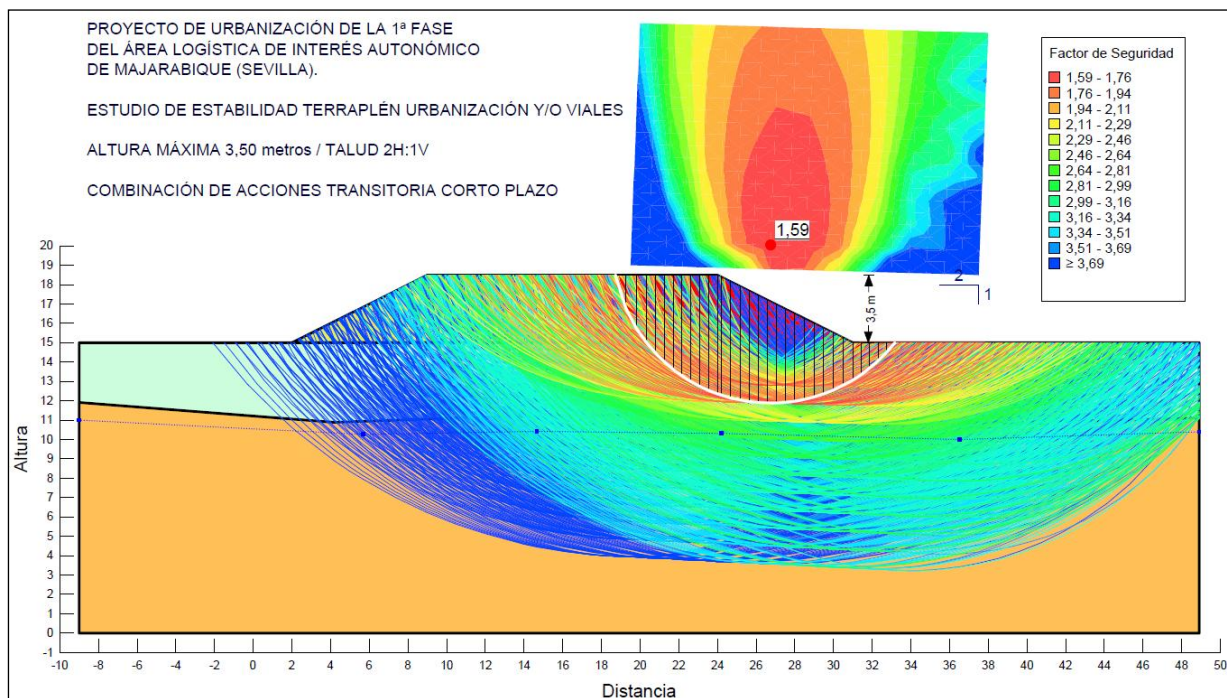
10.2.- TERRAPLÉN APOYADO SOBRE NIVEL ALUVIAL DE ARENAS LIMOSAS Y GRAVAS ARENOSAS

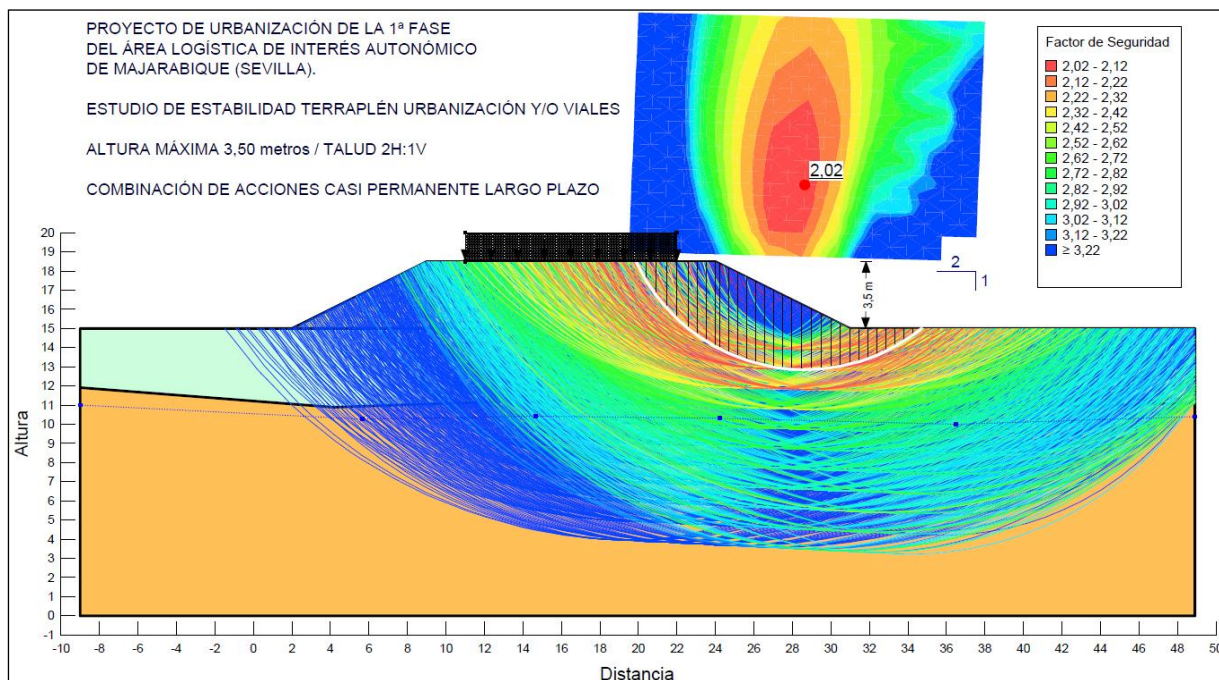
En este caso el perfil de cálculo queda definido por el terraplén de urbanización y/o de los viales de servicio, apoyado sobre la secuencia aluvial Cuaternaria compuesta por un nivel de arcillas y limos (facies de techo), que en la vertical de facies evoluciona hacia un nivel de arenas y gravas arenosas (facies de muro).

Teniendo en consideración la escala de la campaña geotécnica realizada, se adoptan los siguientes parámetros y perfil de cálculo:

Nivel	γ ap (kN/m ³)	Cohesión Cu (kPa)	Cohesión C' (kPa)	Ángulo de rozamiento	Ru de intersticial	Coeficiente presión
Núcleo de Terraplén	18	--	20	26	0,00	
Aluvial Arcillas y Limos	17,5	15	10	22	0,25	
Aluvial Arenas y Gravas	20	--	5	35	0,50	







Combinación de Acciones de Cálculo	Coeficiente de Seguridad	Coeficiente de Seguridad	Clasificación talud 2H:1V
Transitoria Corto Plazo	1,59	$\geq 1'30$	Estable
Accidental con Sismo	1,60	$\geq 1'10$	Estable
Casi Permanente Largo Plazo + carga	2,02	$\geq 1'50$	Estable

11.- ESTUDIO DE ASIENTOS

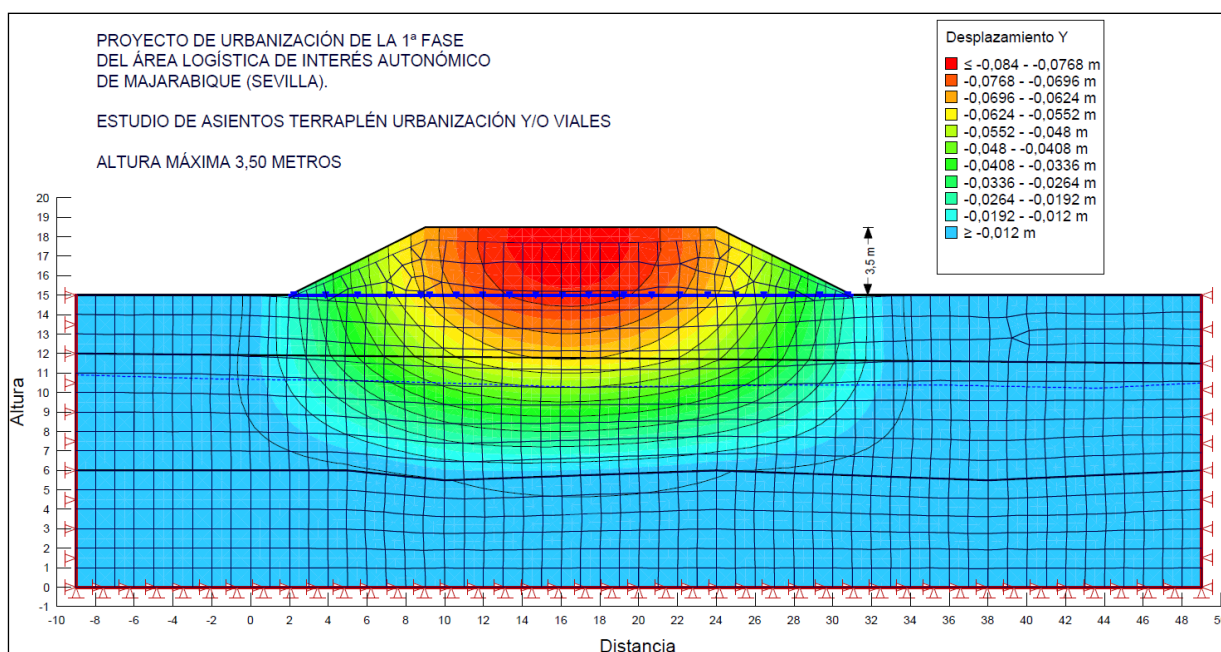
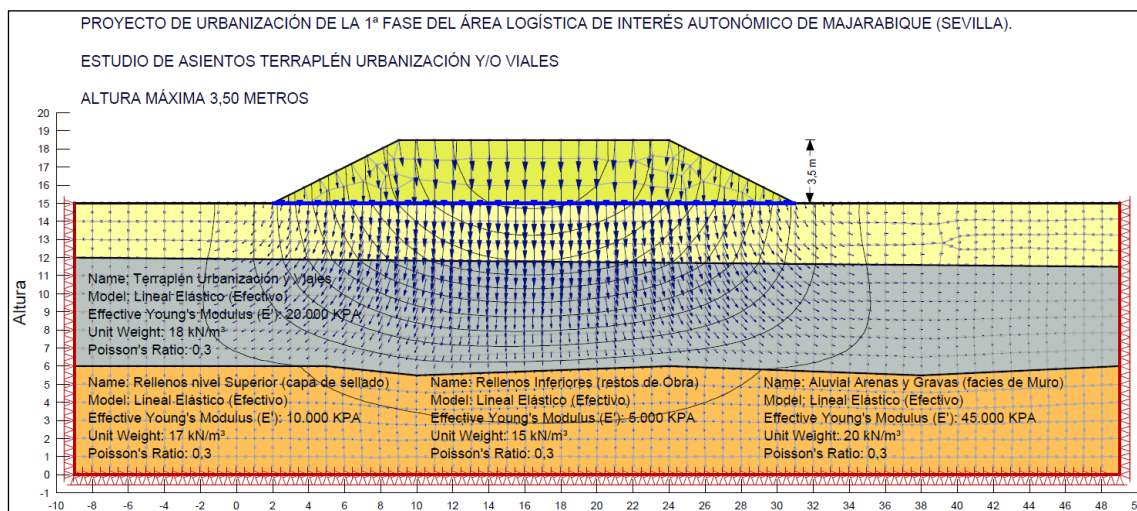
El estudio de los asientos sufridos por el terreno de apoyo como consecuencia de la carga de tierras originada por la colocación del relleno de la urbanización y/o de los viales de servicio se ha realizado mediante un modelo de elementos finitos (MEF), para un modelo de comportamiento elástico lineal.

El modelo de elementos finitos define una malla de elementos triangulares (de 15 nodos cada uno) basada en una sección transversal vertical representativa de la interacción TNS/TERRAPLÉN. Las situaciones modelizables corresponden a problemas de deformación plana, (Planestrain), en el caso de geometrías con una sección transversal 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 del terraplén. Para este modelo de deformación plana los desplazamientos y deformaciones en la dirección “Z” se consideran nulos, aunque se tienen en cuenta los esfuerzos en la misma dirección “Z”. Para el estudio del comportamiento del modelo además de la parametrización del terreno es necesario definir las propiedades de los contornos del modelo, en cuanto a modelización de cargas (carga-desplazamiento), y en cuanto a las condiciones de contorno nodales como restricciones de movimiento. De esta forma se han implementado los parámetros de rigidez elástica del suelo (módulo de Elasticidad y coeficiente de Poisson) y se ha desarrollado un modelo de análisis apoyado en los postulados de Hooke de elasticidad lineal isótropa, que permite una aproximación al comportamiento real del suelo mediante la determinación del asiento elástico total, a partir de los parámetros elásticos efectivos.

Los parámetros elásticos se han estimado en función de los parámetros geotécnicos obtenidos en la campaña geotécnica realizada, y en función del histórico documental disponible (*Urbanización de la 1ª fase de Ampliación del Centro de Transportes de Mercancías de Sevilla, Sector 2, Majarabique; CTMS S.A.; 2011*). Para los valores del Coeficiente de Poisson se han seguido las recomendaciones de la tabla D-24 del CTE DB SE-C Cimientos. Son los siguientes:

Nivel	γ_{ap} (kN/m ³)	Coeficiente de Poisson	Módulo de Deformación E (MPa)
Núcleo de Terraplén	18	0,30	20
Rellenos Superficiales	17	0,30	10
Aluvial Arcillas y Limos	17,5	0,35	20
Aluvial Arenas y Gravas	20	0,30	40

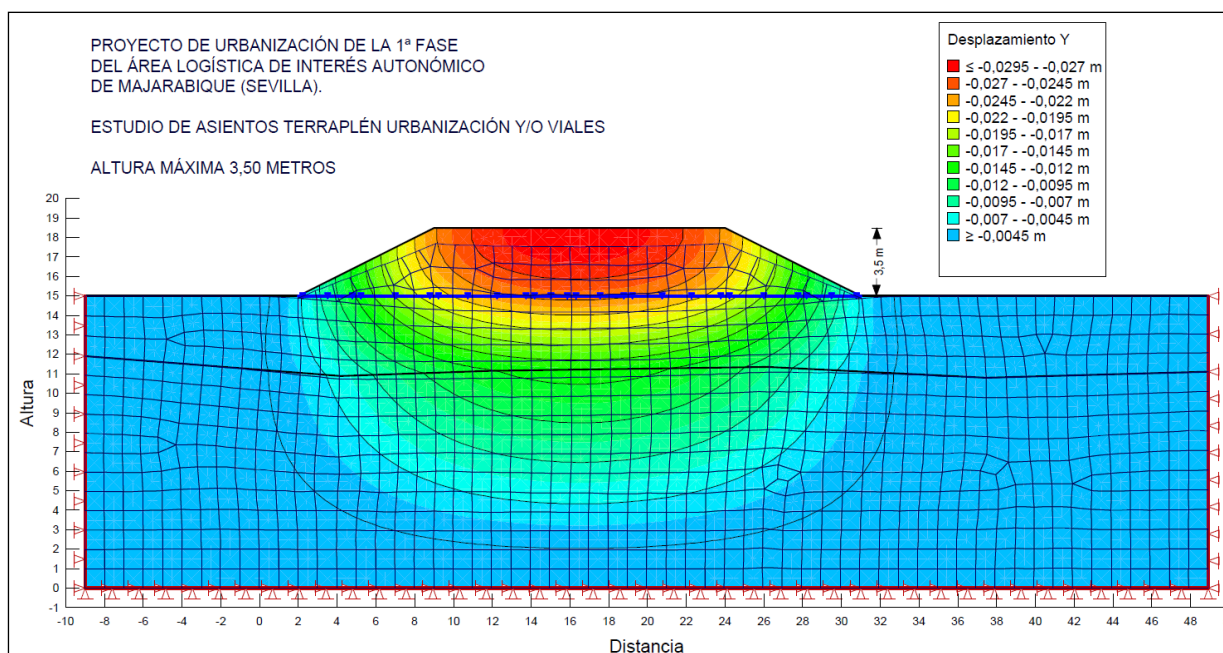
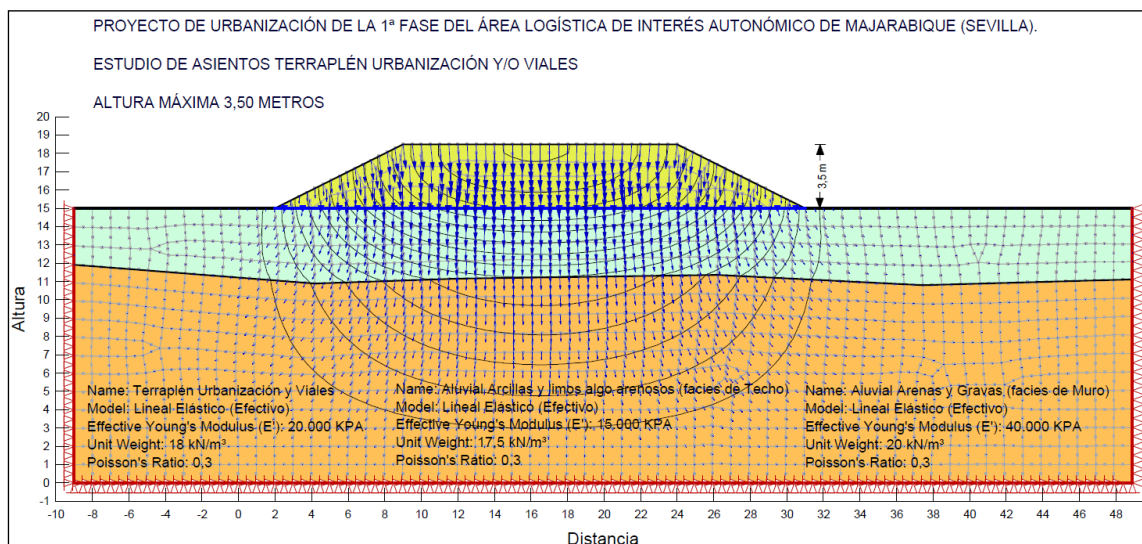
11.1.- TERRAPLÉN APOYADO SOBRE NIVEL DE RELLENOS SUPERFICIALES DE SELLADO



El análisis de los asientos arroja un valor de 8,4 cm que deberán ser valorados en el cálculo del movimiento de tierras.

Terraplén Urbanización y/o Viales (altura)	Asiento
3,50 m	8,40

11.2.- TERRAPLÉN APOYADO SOBRE NIVEL ALUVIAL DE ARENAS LIMOSAS Y GRAVAS ARENOSAS



El análisis de los asientos arroja un valor de 2,95 cm que deberán ser valorados en el cálculo del movimiento de tierras.

Terraplén Urbanización y/o Viales (altura)	Asiento
3,50 m	2,95

12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO DE LAS CIMENTACIONES

Con la base de la investigación geotécnica realizada resulta oportuno concluir que el terreno de apoyo mayoritario en la zona de estudio está compuesto por el nivel de rellenos antrópicos que rellenan las antiguas graveras, y en menor medida, de forma prácticamente aislada, por los depósitos aluviales de terraza media y llanura de inundación del río Guadalquivir.

Los parámetros resistentes de los niveles geotécnicos diferenciados se han estimado mediante las correlaciones bibliográficas aceptadas al uso en la documentación geotécnica publicada. Los cálculos de la carga admisible del terreno que se presentan en este apartado se apoyan en estos parámetros, y constituyen un escenario de posibilidades para la opción de zapatas individuales, para la opción de zapata corrida de ancho unitario, y para la opción de cimentación mediante losa, según dimensiones “tipo” estimadas entre las más habituales. Son las siguientes:

Zapatas individuales ancho “B” propuesto (m)			Losas ancho “B” propuesto (m)		
0,50	1,00	2,00	10,00	20,00	30,00

Teniendo en consideración la caracterización geotécnica realizada, la carga de hundimiento de una cimentación directa, se viene definida por la expresión de Brinch-Hansen propuesta en el CTE-SE-C (4.8 expresión analítica):

$$q_h = c_k \cdot N_c \cdot d_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot t_c + q_{0k} \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot t_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_k \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot t_\gamma$$

- q_h : presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno R_k .
- q_{0k} : presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base.
- c_k ; valor característico de la cohesión del terreno.
- B : ancho equivalente del cimiento.
- γ_k : peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento.
- N_c, N_q, N_γ . Factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno del terreno (ϕ_k). Se denominan factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.
- d_c, d_q, d_γ coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento.
- s_c, s_q, s_γ coeficientes correctores para considerar la forma en planta del cimiento.
- i_c, i_q, i_γ coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.

- t_c , t_q , t_y coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Atendiendo a las indicaciones del CTE (DBSE – C Cimientos), se adopta una metodología de cálculo para situaciones a corto plazo sin drenaje ($C = C_u$, $\phi = 0$). El ángulo de rozamiento interno es nulo, y la cohesión se corresponde con la resistencia al corte, no drenada, el factor N_c vale 5,14, N_g se anula, y con $N_q = 1$, se puede despreciar el factor en q , quedando de esta forma la expresión como sigue:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{FS} = \frac{5,14 \cdot C_u \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c}{3}$$

Los valores de cálculo obtenidos para las cimentaciones que se diseñen desplantadas sobre el nivel de rellenos superficiales se recogen en la tabla siguiente:

Cálculo de la presión de hundimiento y admisible						Opción cimentación desplantada sobre					
Situación de Cálculo: Corto Plazo						Nivel de Rellenos Superficiales / $S_u = 10$ kPa					
Ancho	Largo	Empotr.	Factores forma de la cimentación			Factores profundidad del plano cimentación			Carga		
B	L	D	sg	sq	sc	dg	dq	dc	Qh	Qadm	
m	m	m							Tn/m ²	kg/cm ²	kPa
Zapatas individuales											
0,50	1,00	1,00	0,85	1,01	1,10	1,00	1,44	1,38	19,2	0,64	62,76
1,00	1,00	1,00	0,70	1,03	1,20	1,00	1,31	1,27	19,0	0,63	61,78
2,00	2,00	1,00	0,70	1,03	1,20	1,00	1,19	1,16	17,3	0,58	56,88
1,00	2,00	1,00	0,85	1,01	1,10	1,00	1,31	1,27	17,6	0,59	57,86
Zapata Corrida											
1,00	20,00	1,00	0,99	1,00	1,01	1,00	1,31	1,27	16,4	0,55	53,94
1,00	35,00	1,00	0,99	1,00	1,01	1,00	1,31	1,27	16,3	0,54	52,96
Losa											
10,00	10,00	1,00	0,70	1,03	1,20	1,00	1,04	1,03	15,4	0,51	50,02
20,00	20,00	1,00	0,70	1,03	1,20	1,00	1,02	1,02	15,2	0,51	50,02
30,00	30,00	1,00	0,70	1,03	1,20	1,00	1,01	1,01	15,1	0,50	49,03

Para la opción de cimentación mediante zapatas (individual/corrida), el valor de la Q_{adm} se ha calculado entre un mínimo de 52,96 kPa y un máximo de 62,76 kPa en función de la relación de forma adoptada para la cimentación. Para la opción de cimentación mediante losa, el valor de la Q_{adm} se ha calculado entre un mínimo de 49,03 kPa y un máximo de 50,02 kPa en función de la relación de forma adoptada para la cimentación.

Por todo ello, en la zona donde aparecen los rellenos antrópicos se podrán estudiar cimentaciones superficiales sólo si las cargas transmitidas son muy bajas, del orden de 50-65 kPa, y los requerimientos de asientos admisibles por las estructuras no son muy restrictivos. En caso contrario, será necesario acudir a cimentaciones profundas (pilotes) empotrados posiblemente en el nivel de margas azules, ya que en muchos casos el espesor de las gravas aluviales no es suficiente para cumplir con la profundidad mínima de empotramiento requerida para los pilotes.

13.- CONCLUSIONES

El estudio desarrollado en este Anejo define el marco geológico sobre el que diseñarán las actuaciones constructivas asociadas al PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE, y, con la campaña geotécnica de investigación desarrollada, caracteriza los niveles geotécnicos diferenciados, y valora los principales condicionantes geotécnicos a tener en cuenta en el dimensionamiento de las referidas soluciones constructivas.

Desde un punto de vista geológico, la zona de estudio se localiza mayoritariamente dentro de la unidad descrita como Sistema de 3ª Terraza Aluvial (Terraza Media), y muy escasamente sobre la unidad descrita como Llanura de Inundación, asociadas ambas a los depósitos Cuaternarios de la cuenca del Guadalquivir.

La columna lito-estratigráfica natural está constituida a techo por depósitos aluviales de granulometrías finas (arcillas y limos arcillosos), que en la vertical de facies evolucionan hacia secuencias granulares (arenas y gravas algo arenosas).

Desde un punto de vista geotécnico, la campaña desarrollada ha puesto de manifiesto que, a una escala local, el terreno está representado mayoritariamente por el nivel de rellenos antrópicos colocado como restitución de los bancos explotados en las antiguas graveras de la zona, y en menor medida, de forma prácticamente aislada, por los depósitos aluviales de terraza media y llanura de inundación del río Guadalquivir.

La campaña geotécnica realizada ha permitido concluir que este nivel de rellenos se divide en un nivel superficial con predominio de la matriz limo-arcillosa, y en un nivel más profundo, que se corresponde con una especie de vertido incontrolado con gran cantidad de restos de obra, y que aparece bajo el primero. Los parámetros geotécnicos analizados permiten concluir que el nivel superior de rellenos constituye un claro nivel de relleno estructural colocado para sellar el vertido inferior. La campaña geotécnica realizada también ha permitido concluir que la secuencia Cuaternaria está compuesta a techo por arcillas y limos arcillosos, que en la vertical de facies evoluciona hacia secuencias de arenas y gravas algo arenosas. No se ha identificado el sustrato Mioceno de muro representado por la unidad de arcillas margosas grises azuladas (margas azules)

Todos los suelos investigados se han clasificado como suelos de Categoría TOLERABLE S0. No se han identificado suelos de alta plasticidad, siendo notorio que el 57,14% de las muestras han presentado valores No Plásticos de sus límites de Atterberg (4 de 7 muestras). No se han identificado suelos expansivos, siendo la cata C-4 la que presenta el valor más elevado del hinchamiento libre sobre muestra remoldeada, en este caso $HL = 2,10\%$. No se han identificado suelos colapsables. En lo que se refiere a la capacidad portante del terreno, el índice CBR obtenido en los ensayos no se ha mostrado como elemento penalizador ya que todos los muestreos analizados han presentado valores de CBR superiores a 3, al 95% del PN.

En lo que respecta a la composición química de los suelos investigados, el contenido en materia orgánica y el contenido en sales solubles, en ninguna de las muestras supera el 1%, por lo que tampoco supone un elemento penalizador que suponga la necesidad de adoptar medidas especiales de protección. En la misma dirección, los ensayos de laboratorio para la determinación de la Clase Específica de Exposición, y el Grado de Agresividad del terreno, mediante el análisis del contenido en sulfatos y el grado de acidez Bauman-Gully, han permitido concluir un Ambiente No Agresivo por sulfatos respecto de los hormigones.

Para conseguir la rasante de urbanización y/o de los viales, resulta necesario rellenar en terraplén con una altura máxima de entre 2,50-3,50 metros. El estudio de la estabilidad frente a deslizamiento para estos terraplenes se ha clasificado como estable para la relación de taludes 2H:1V. El análisis de los asientos en el terreno de apoyo como consecuencia de la carga de tierras para la formación de los terraplenes un valor máximo de 8,40 cm y mínimo de 2,95 cm, que deberán ser valorados en el cálculo del movimiento de tierras del Proyecto Constructivo, y en la admisibilidad de las cimentaciones que se coloquen sobre la rasante de la Urbanización.

En lo que respecta a la valoración de la carga admisible del terreno, se podrán estudiar cimentaciones superficiales sólo si las cargas transmitidas son muy bajas, del orden de 50-65 kPa, y los requerimientos de asientos admisibles por las estructuras no son muy restrictivos. En caso contrario, será necesario acudir a cimentaciones profundas (pilotes) empotrados posiblemente en el nivel de margas azules, ya que en muchos casos el espesor de las gravas aluviales no es suficiente para cumplir con la profundidad mínima de empotramiento requerida para los pilotes.

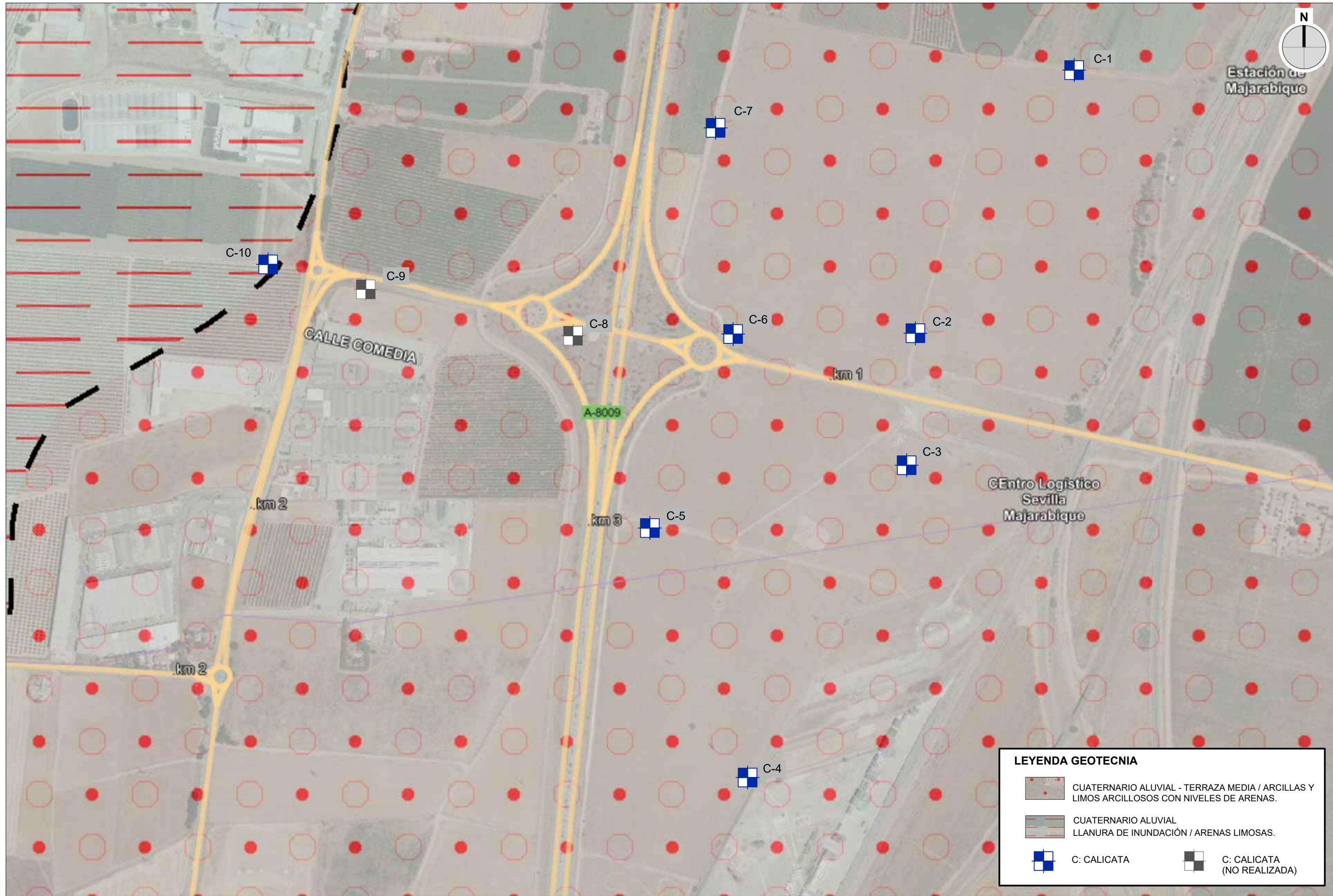
Hay que mencionar que todos los datos incluidos en el presente informe se deducen de los reconocimientos puntuales realizados al efecto según los criterios aceptados y la normativa vigente. No obstante, el hecho de que los mencionados reconocimientos sean muestras puntuales en el tiempo y el espacio, hace preciso establecer las debidas precauciones ante las posibles irregularidades, heterogeneidades y variaciones que pueden detectarse de forma natural en los materiales analizados. Por ello, es preciso que al inicio de las Obras el técnico competente compruebe visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo se corresponde con las previsiones aquí incluidas. Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados de los sondeos y del estudio del terreno, deberá estudiarse detalladamente el caso y completar la prospección si ello fuera necesario.

Todas las profundidades dadas en el presente informe, se refieren a la rasante actual del terreno, en la fecha de ejecución de los trabajos de campo.



Geólogo Colegiado nº 147 ICOGA

APÉNDICE 1.- PLANTA GEOLÓGICA – LOCALIZACIÓN CAMPAÑA GEOTÉCNICA



APÉNDICE 2.- ACTAS TESTIFICACIÓN CALICATAS

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA										CALICATA C-1									
OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA).																			
Nº REFERENCIA:																			
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo)																			
LOCALIZACIÓN 30S : X:237974 Y:4149746										MAQUINARIA: Retro Mixta Fermec 100 cv									
FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021										cazo de 60cm									
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0	Terreno vegetal. Arcillas algo limosas de color marrón pardo, con algunas raíces. Consistencia Suelta.																		
0,5																			
1,0	Limos algo arcillosos de coloración crema, con algunas gravillas de Ø centimétrico.																		
1,5																			
2,0	MA - 1 (1,00-2,00)																		
2,5	Rellenos de carácter antrópico compuestos por echadizos y restos de obra. Se identifican plásticos, ladrillería, restos de cerámica, cableado.																		
3,0																			
3,5																			
4,0	Profundidad fin de calicata: 3,60 m																		

Observaciones: al cierre de la calicata siguen apareciendo rellenos antrópicos, con las mismas características descritas hasta 3,60 metros

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA). Nº REFERENCIA:			CALICATA C-2															
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo) LOCALIZACIÓN 30S : X:237721 Y:4149366 FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021			MAQUINARIA: Retro Mixta JCB CAT 100 cv cazo de 60cm															
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones					
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo
0,0	Terreno vegetal. Arcillas algo limosas de color marrón pardo, con algunas raíces.																	
0,3																		
0,5	Arcillas limosas de colora marrón pardo, de consistencia suelta con algunas gravillas de Ø centimétrico.																	
1,0																		
1,2	Rellenos de carácter antrópico compuestos por echadizos y restos de obra. Se identifica ladrillería, restos de solería urbana, rtestos de cerámicas, y algunas gravas areniscosas.																	
1,5																		
2,0	Profundidad fin de calicata: 3,50 m																	
2,5																		
3,0																		
3,5																		
4,0																		

Observaciones: hasta corte de de calicata siguen identificándose rellenos antrópicos. No se toma muestra en esta calicata.

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA). Nº REFERENCIA:										CALICATA C-3									
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo) LOCALIZACIÓN 30S : X:237703 Y:4149167 FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021										MAQUINARIA:		Retro Mixta JCB 100 cv cazo de 60cm							
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0	Terreno vegetal. Limos con algo de arenas, de color marrón pardo, con algunas raíces.																		
0,3																			
0,5																			
1,0																			
1,5	Arcillas algo arenosas de color marrón. Material suelto, sin estructura sedimentaria. Aspecto de material aportado. MA - 1 (1,50-2,50)																		
2,3																			
2,5																			
3,0	Rellenos de carácter antrópico compuestos por echadizos y restos de obra, escombros de obra. Se identifican restos de hormigón, y ladrillos.																		
3,5																			
4,0	Profundidad fin de calicata: 3,60 m																		

Observaciones: al cierre de la calicata siguen apareciendo rellenos antrópicos, con las mismas características descritas hasta 3,60 metros

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA										CALICATA C-4									
OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA).																			
Nº REFERENCIA:																			
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo)																			
LOCALIZACIÓN 30S : X:237446 Y:4148707																			
FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021																			
										MAQUINARIA: Retro Mixta JCB 100 cv cazo de 60cm									
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0																			
0,3	Terreno vegetal. Limos arcillosos de color marrón pardo, con algunas raíces.																		
0,5																			
1,0																			
1,5	Arcillas limosas con algo de arenas, de color marrón claro. Muy Duras a muro, dificultad en la excavación. Presencia de nódulos calcáreos, de Ø centimétrico - 1,00cm.																		
2,7	MA - 1 (1,50-2,50)																		
2,0																			
2,5																			
3,0	Profundidad fin de calicata: 3,00 m																		
3,5																			
4,0																			

Observaciones: se corta la calicata a 3,00 metros de profundidad por imposibilidad de seguir con la excavación, por elevado grado de compacidad

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA										CALICATA C-5									
OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA).																			
Nº REFERENCIA:																			
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo)																			
LOCALIZACIÓN 30S : X:237313 Y:4149086																			
FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021																			
										MAQUINARIA: Retro Mixta JCB 100 cv cazo de 60cm									
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0	Terreno vegetal. Arcillas limosas de color marrón pardo, con algunas raíces.																		
0,4																			
0,5	Limos arcillosos y arcillas arenosas, de color marrón pardo oscuro, con algunas gravillas cuarcíticas redondeadas, de Ø centimétrico.																		
1,0																			
1,6	MA - 1 (1,50-2,50)																		
1,5																			
2,0	Rellenos de carácter antrópico compuestos por echadizos y restos de obra. Se identifican ladrillos macizos, cascotes y gravas gruesas.																		
2,5																			
3,0	Profundidad fin de calicata: 3,70 m																		
3,5																			
4,0																			

Observaciones: al cierre de la calicata siguen apareciendo rellenos antrópicos, con las mismas características descritas hasta 3,70 metros

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA). Nº REFERENCIA:										CALICATA C-6									
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo) LOCALIZACIÓN 30S : X:237448 Y:4149373 FECHA REALIZACIÓN: 20/04/2021										MAQUINARIA:		Retro Mixta JCB 100 cv cazo de 60cm							
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0																			
0,6	Terreno vegetal. Arcillas arenosas de color marrón pardo, con algunas raíces.																		
0,5																			
1,0																			
1,5	Limos arenosos, de color marrón claro, con algo de gravas redondeadas, de Ø centimétrico.																		
1,9	MA - 1 (1,50-2,50)																		
2,0																			
2,5																			
3,0	gravas y gravas algo arenosas, con laminaciones de limos. Terreno natural. Aluvial Cuaternario, con clara estructura sedimentaria. Algo de humedad a muro																		
3,5	MA-2 (2,50-3,50)																		
Profundidad fin de calicata: 3,70 m																			
4,0																			

Observaciones:

PETICIONARIO: BEPEFA INGENIERÍA										CALICATA C-10									
OBRA: PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE LA 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE INTERÉS AUTONÓMICO DE MAJARABIQUE (SEVILLA).																			
Nº REFERENCIA:																			
TESTIFICACIÓN: Alfonso Romero (Geólogo)																			
LOCALIZACIÓN 30S : X:236763 Y:4149503																			
FECHA REALIZACIÓN: 27/04/2021																			
										MAQUINARIA: Retro Mixta JCB 100 cv cazo de 60cm									
LITOLOGIA / POTENCIA/ PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DEL TERRENO/MUESTRA/NIVEL FREÁTICO	FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA	Grado de cementación				Resistencia a la excavación			Grado estabilidad de las paredes			Filtraciones						
			Nulo	Bajo	Medio	Alto	Baja	Media	Alta	No ripable	Estable	Caida material	Caida bloques	Desplome	Seco	Algo húmedo	Húmedo	Agua fluyendo	
0,0	Terreno vegetal. Limos arcillosos de color marrón pardo, con algunas raíces.																		
0,4																			
0,5	Arenas limo-arcillosas, arenas limosas, de color pardo marrón. Cuaternario Aluvial.																		
1,0																			
1,5	MA - 1 (1,50-2,00)																		
2,0																			
2,5	Profundidad fin de calicata: 3,20 m																		
3,0																			
3,5																			
4,0																			

Observaciones: se corta la calicata a 3,00 metros de profundidad por imposibilidad de seguir con la excavación, por elevado grado de compacidad

APÉNDICE 3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3313

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

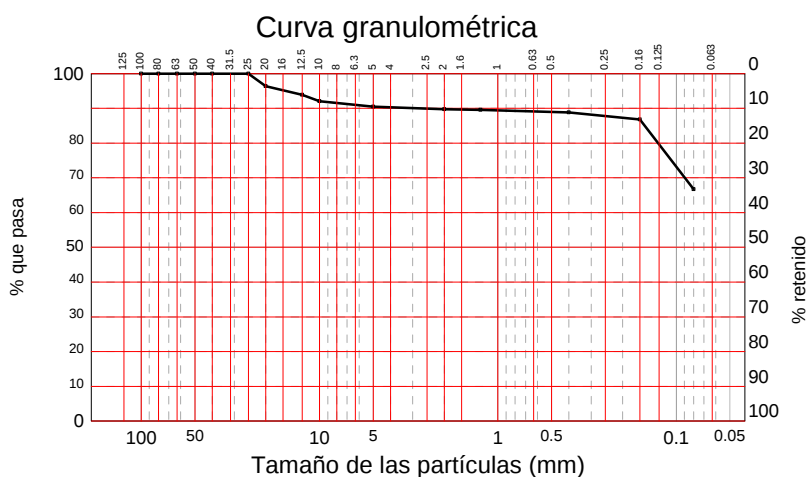
OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	96
12,5	94
10	92
5	90
2	90
1,25	90
0,4	89
0,16	87
0,08	66,8

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3313

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

Clasificación USCS S/ASTM D2487

ML : Limo arenoso

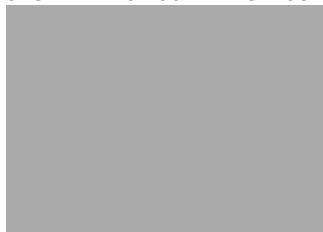
Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-4 (0)

Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3314

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	81
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	3
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3315

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,16
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3316**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/607**N° DE ALBARAN:** ORDEN DE ENSAYOS 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-1 MA-1 1,00-2,00**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	11,99
Humedad final	%	19,2
Densida seca inicial	g/cm ³	1,71
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	3
Lectura final	mm	3,09
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,45

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3317

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

Sales solubles sobre la muestra total	%	0,61
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPO

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3318

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

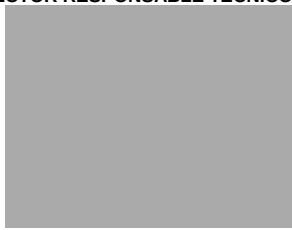
TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	12,01
HUMEDAD FINAL	%	17,93
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,67
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	2
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	1,65
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	1,63
INDICE DE COLAPSO	%	0,10
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,10

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3319

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/607

TIPO DE MUESTRA: SUELO

Nº DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

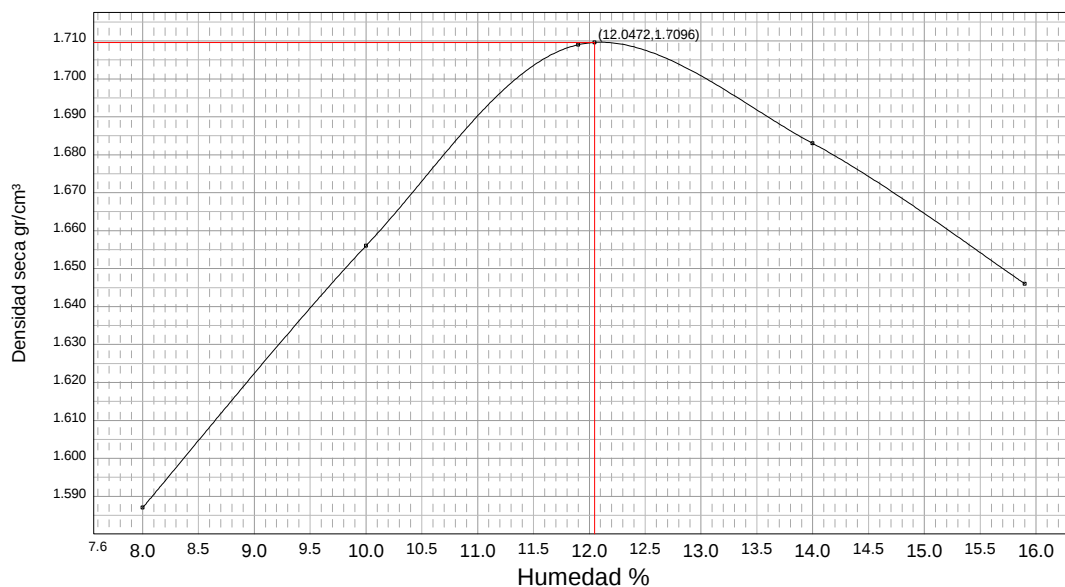
SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:
OBSERVACIONES:
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:
LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994
SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:
NO

Densidad máxima **1,710gr/cm³**

Humedad óptima **12,0 %**


En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3320

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/607

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: ORDEN DE ENSAYOS 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

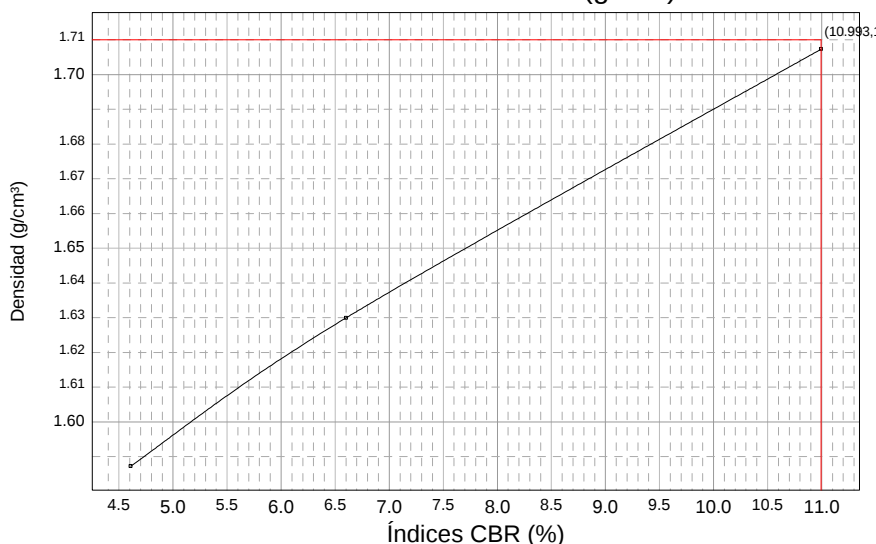
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-1 MA-1 1,00-2,00

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,710 g/cm³
Humedad óptima	12,0 %
Compactación (100 %)	1,710 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,625 g/cm³	6
98 %	1,676 g/cm³	9
100 %	1,710 g/cm³	11

Índice CBR (100 %)	11 %
Hinchamiento (100 %)	0,46 %
Absorción (100 %)	8,99 %
Humedad (100 %)	12,0 %

	MOLDE 10	MOLDE 17	MOLDE 35
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,587 g/cm³	1,630 g/cm³	1,707 g/cm³
Humedad	12,0 %	12,0 %	12,0 %
Absorción	12,22 %	10,87 %	8,99 %
Hinchamiento (3 días)	0,39 %	0,42 %	0,46 %
Índice C.B.R.	5	7	11

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 4,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3266

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/608

TIPO DE MUESTRA: SUELO

Nº DE ALBARAN: OE 1

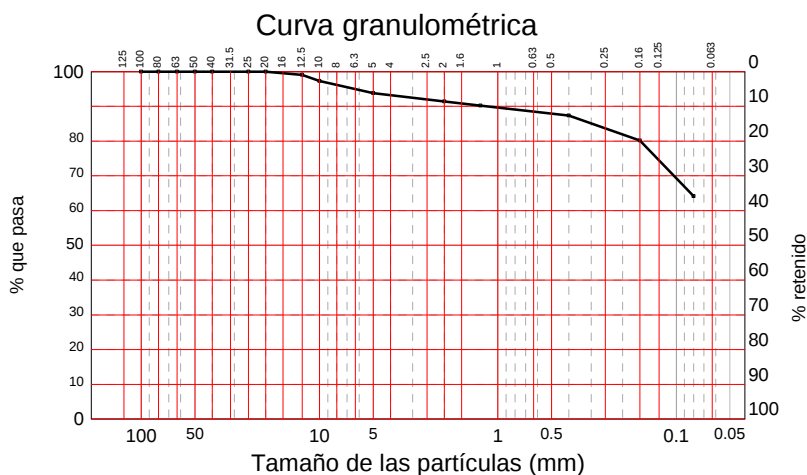
SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:
OBSERVACIONES:
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:
LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

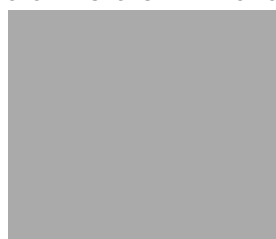
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	99
10	97
5	94
2	91
1,25	90
0,4	87
0,16	80
0,08	64,1

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	22,47
Límite plástico	15,26
Índice de plasticidad	7,21

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS




LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3266

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/608

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

Clasificación USCS S/ASTM D2487

CL : Arcilla baja plasticidad arenosa

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-4 (2)

Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3267

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/608

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,22
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



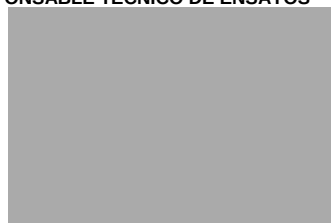
DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3268**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/608**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-3 MA-1 1,50-2,50**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	11,87
Humedad final	%	16,2
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,91
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	2
Lectura final	mm	2,13
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,65

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3269

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/608

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

Sales solubles sobre la muestra total	%	0,56
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3270

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/608

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	11,23
HUMEDAD FINAL	%	15,11
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,88
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	4
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	3,81
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	3,80
INDICE DE COLAPSO	%	0,05
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,05

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3271

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/608

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

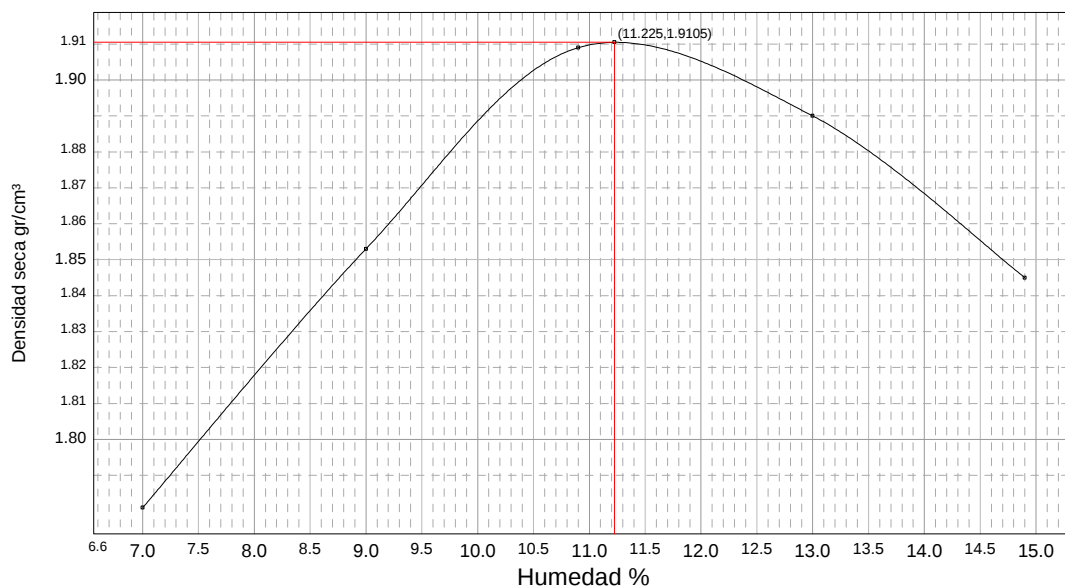
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

NO

Densidad máxima **1,910gr/cm³**

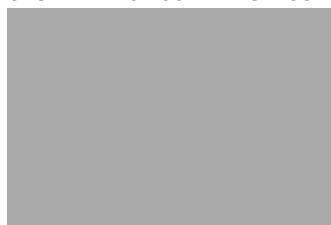
Humedad óptima **11,2 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3272

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/608

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

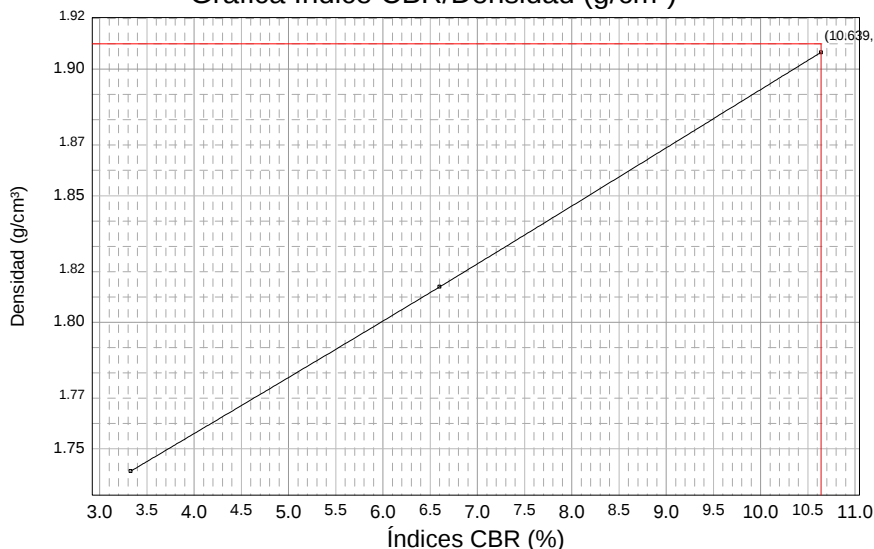
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-3 MA-1 1,50-2,50

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,910 g/cm³
Humedad óptima	11,2 %
Compactación (100 %)	1,910 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,815 g/cm³	7
98 %	1,872 g/cm³	9
100 %	1,910 g/cm³	11

Índice CBR (100 %)	11 %
Hinchamiento (100 %)	0,59 %
Absorción (100 %)	3,28 %
Humedad (100 %)	11,2 %

	MOLDE 8	MOLDE 15	MOLDE 44
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,741 g/cm³	1,814 g/cm³	1,907 g/cm³
Humedad	11,2 %	11,2 %	11,2 %
Absorción	7,03 %	5,06 %	3,28 %
Hinchamiento (4 días)	0,67 %	0,63 %	0,59 %
Índice C.B.R.	3	7	11

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3273

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/609

TIPO DE MUESTRA: SUELO

Nº DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

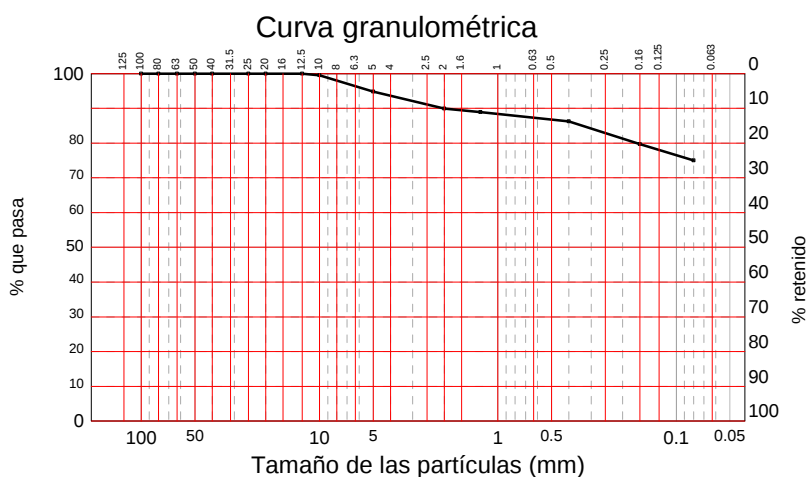
OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	99
5	95
2	90
1,25	89
0,4	86
0,16	80
0,08	75,0

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	35,89
Límite plástico	17,28
Índice de plasticidad	18,61

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3273

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

Clasificación USCS S/ASTM D2487

CL : Arcilla baja plasticidad con arena

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-6 (12)

Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3274

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,15
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3275**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/609**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-4 MA-1 1,50-2,50**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	14,47
Humedad final	%	19,9
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,78
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	3
Lectura final	mm	3,42
HINCHAMIENTO LIBRE	%	2,10

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3276

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

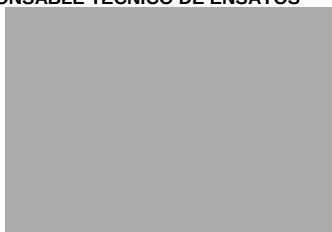
LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

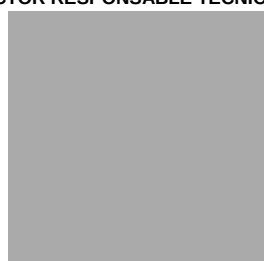
Sales solubles sobre la muestra total	%	0,47
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3277

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	14,52
HUMEDAD FINAL	%	18,94
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,75
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	3
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	2,79
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	2,79
INDICE DE COLAPSO	%	0,00
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,00

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3278

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

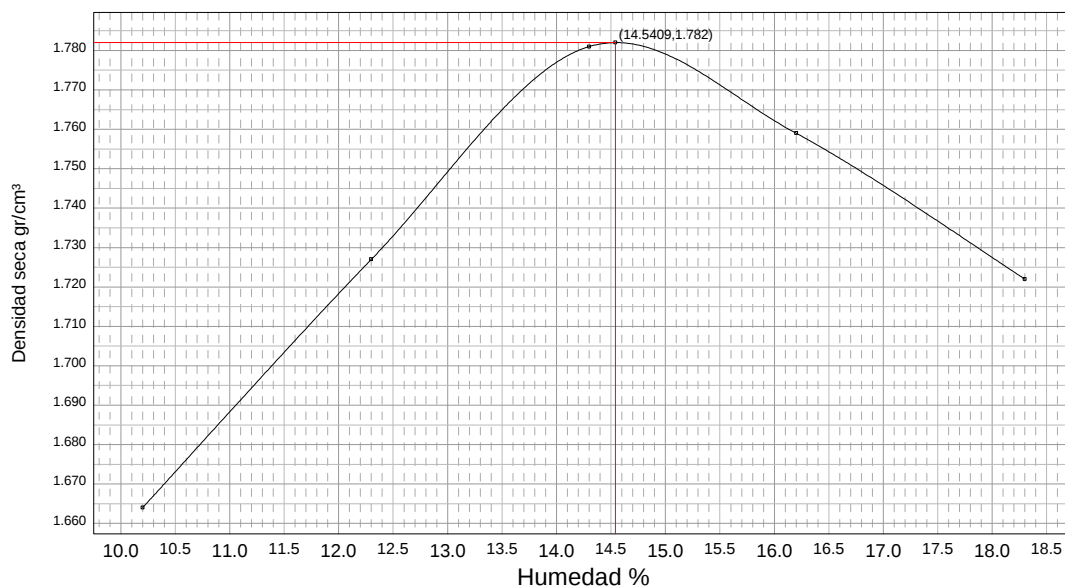
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

NO

Densidad máxima **1,782gr/cm³**

Humedad óptima **14,5 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3279

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/609

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

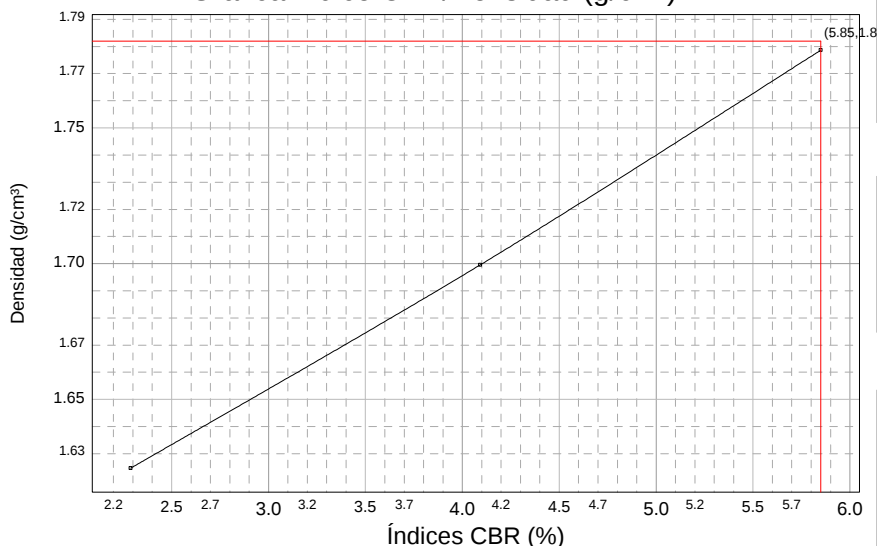
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,782 g/cm³
Humedad óptima	14,5 %
Compactación (100 %)	1,782 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,693 g/cm³	4
98 %	1,746 g/cm³	5
100 %	1,782 g/cm³	6

Índice CBR (100 %)	6 %
Hinchamiento (100 %)	1,01 %
Absorción (100 %)	3,05 %
Humedad (100 %)	14,5 %

	MOLDE 9	MOLDE 11	MOLDE 12
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,625 g/cm³	1,700 g/cm³	1,779 g/cm³
Humedad	14,5 %	14,5 %	14,5 %
Absorción	7,06 %	5,83 %	3,05 %
Hinchamiento (4 días)	0,77 %	0,91 %	1,01 %
Índice C.B.R.	2	4	6

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3280

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/609

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

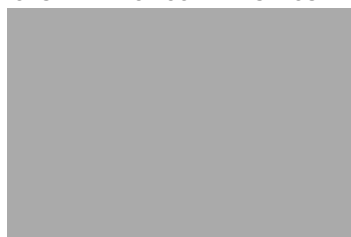
LOCALIZACIÓN: C-4 MA-1 1,50-2,50

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	87
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	6
Evaluación del conjunto	EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN	
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3281

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/610

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

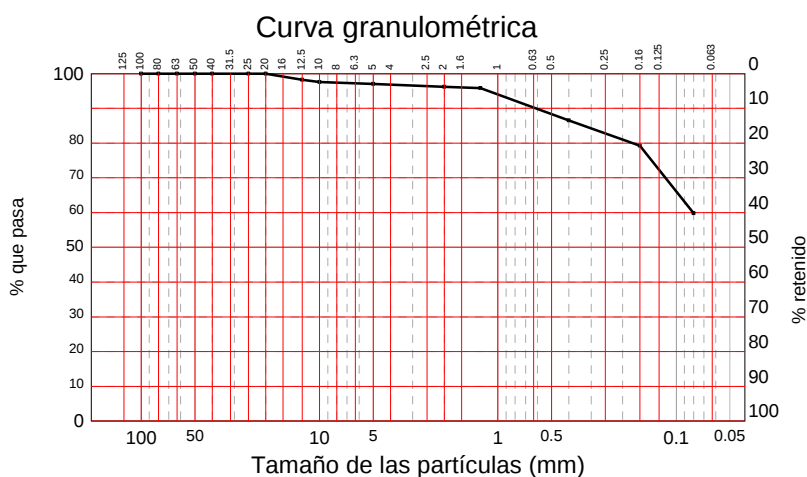
OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	98
10	98
5	97
2	96
1,25	96
0,4	87
0,16	79
0,08	59,8

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3281

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/610

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

Clasificación USCS S/ASTM D2487

ML : Limo arenoso

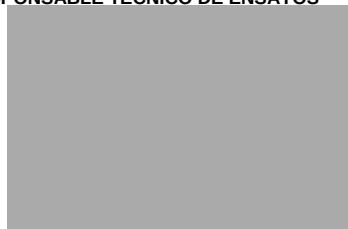
Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-4 (0)

Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3282

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/610

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,24
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3283**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/610**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-5 MA-1 1,50-2,50**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	11,98
Humedad final	%	16,2
Densida seca inicial	g/cm ³	1,74
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	1
Lectura final	mm	1,02
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,10

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3284

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/610

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

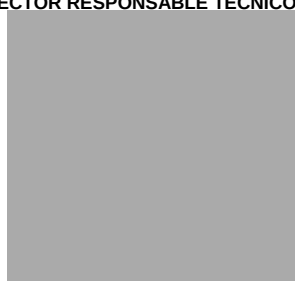
Sales solubles sobre la muestra total	%	0,52
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3285

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/610

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

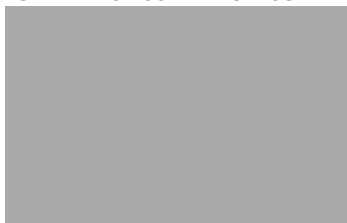
LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	12,03
HUMEDAD FINAL	%	15,16
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,70
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	3
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	2,80
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	2,79
INDICE DE COLAPSO	%	0,05
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,05

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3286

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/610

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

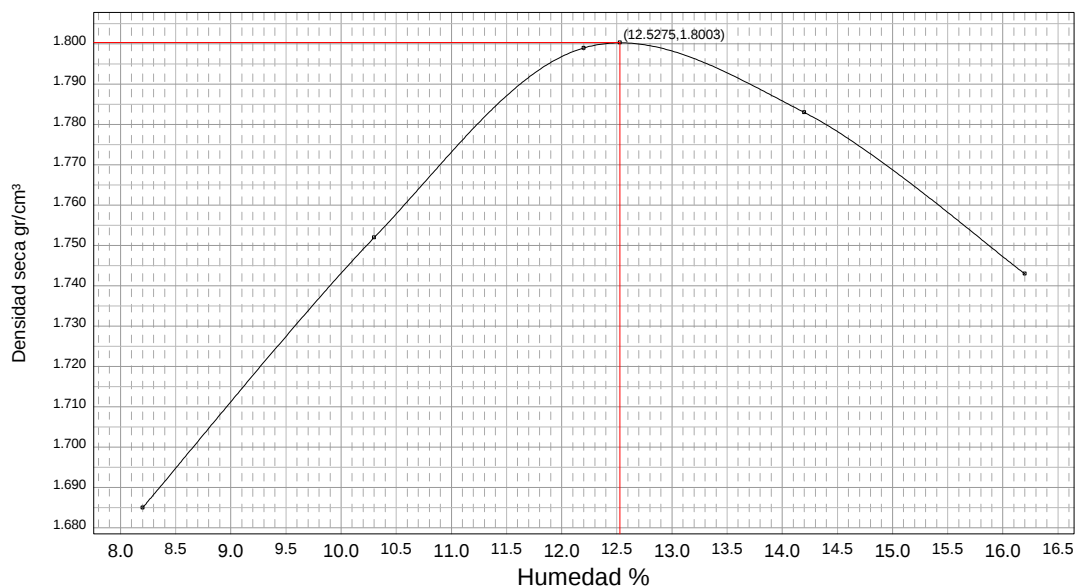
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

NO

Densidad máxima **1,800gr/cm³**

Humedad óptima **12,5 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3287

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/610

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

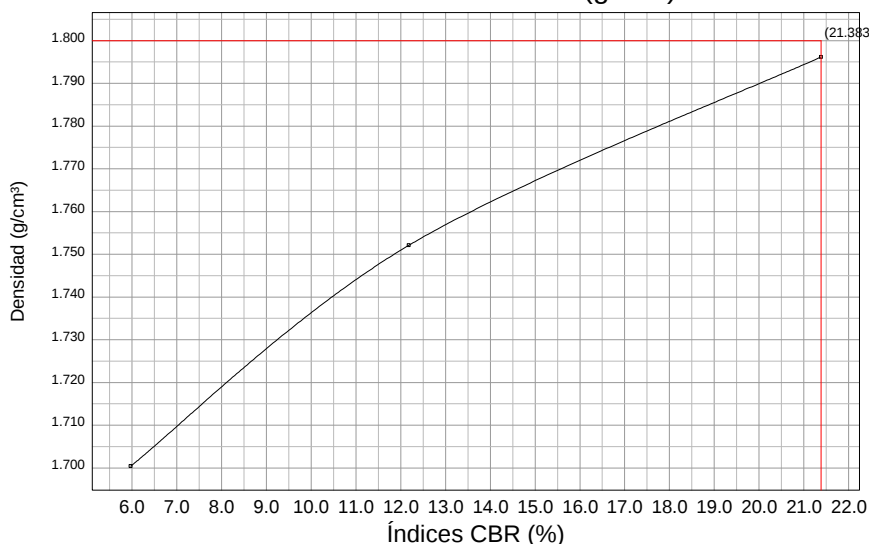
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,800 g/cm³
Humedad óptima	12,5 %
Compactación (100 %)	1,800 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,710 g/cm³	7
98 %	1,764 g/cm³	14
100 %	1,800 g/cm³	21

Índice CBR (100 %)	21 %
Hinchamiento (100 %)	0,06 %
Absorción (100 %)	3,53 %
Humedad (100 %)	12,5 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 40
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,700 g/cm³	1,752 g/cm³	1,796 g/cm³
Humedad	12,5 %	12,5 %	12,5 %
Absorción	7,20 %	5,31 %	3,53 %
Hinchamiento (3 días)	0,14 %	0,09 %	0,06 %
Índice C.B.R.	6	12	21

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3288

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/610

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-5 MA-1 1,50-2,50

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	86
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	2
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3289

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/611

TIPO DE MUESTRA: SUELO

Nº DE ALBARAN: OE 1

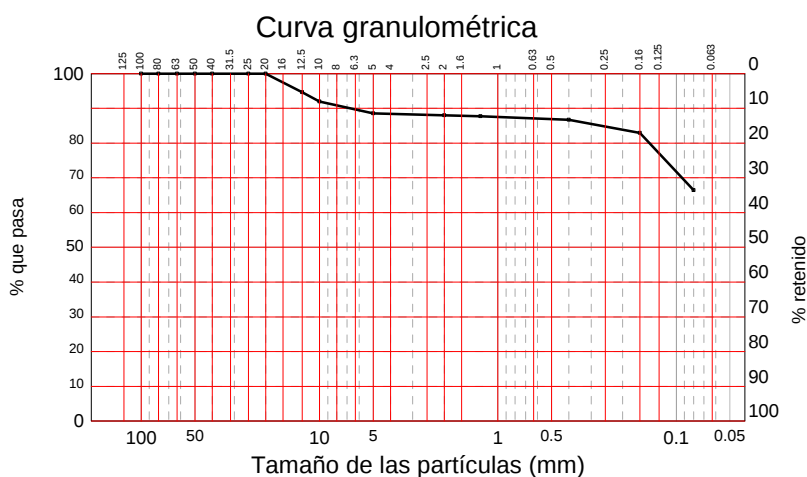
SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:
OBSERVACIONES:
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:
LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

Método de análisis

Lavado y tamizado



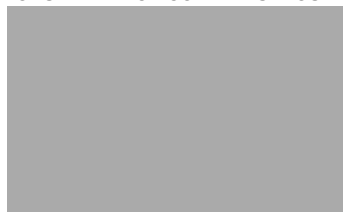
UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	95
10	92
5	89
2	88
1,25	88
0,4	87
0,16	83
0,08	66,5

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	23,35
Límite plástico	20,26
Índice de plasticidad	3,09

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS




LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3289

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/611

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

Clasificación USCS S/ASTM D2487

ML : Limo arenoso

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-4 (0)

Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3290

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/611

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,12
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3291**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/611**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-6 MA-1 1,50-2,50**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	10,80
Humedad final	%	16,3
Densida seca inicial	g/cm ³	1,93
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	3
Lectura final	mm	3,07
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,35

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3292

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/611

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

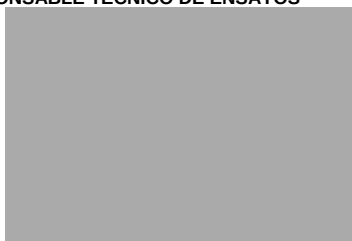
LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

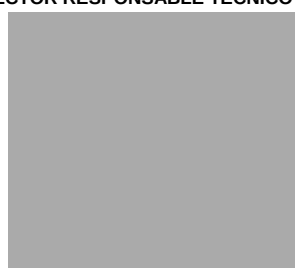
Sales solubles sobre la muestra total	%	0,44
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3293

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/611

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	10,83
HUMEDAD FINAL	%	15,30
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,89
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	5
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	4,79
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	4,78
INDICE DE COLAPSO	%	0,05
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,05

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3294

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/611

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

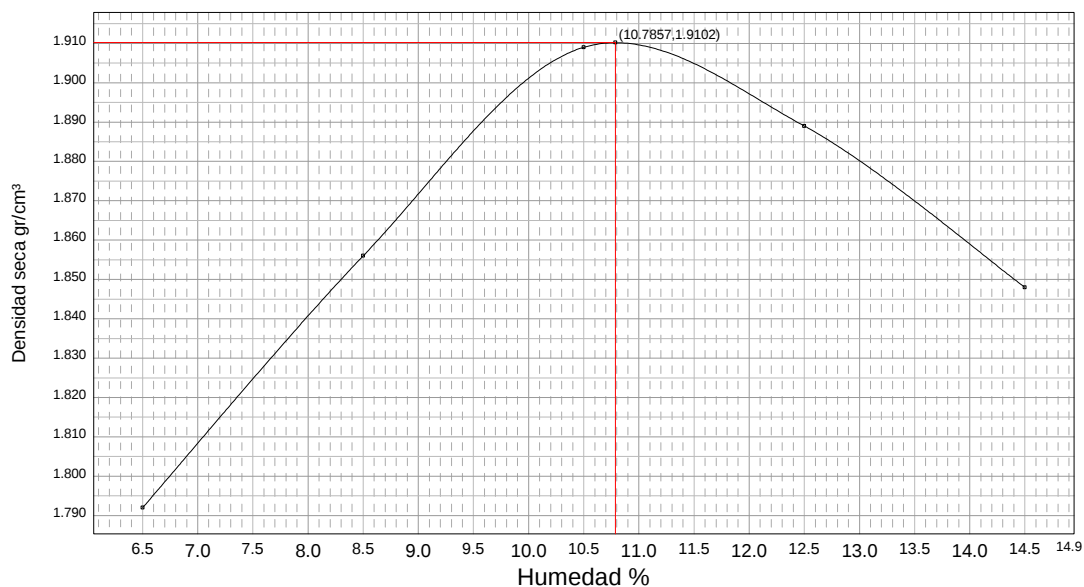
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

NO

Densidad máxima **1,910gr/cm³**

Humedad óptima **10,8 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3295

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/611

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

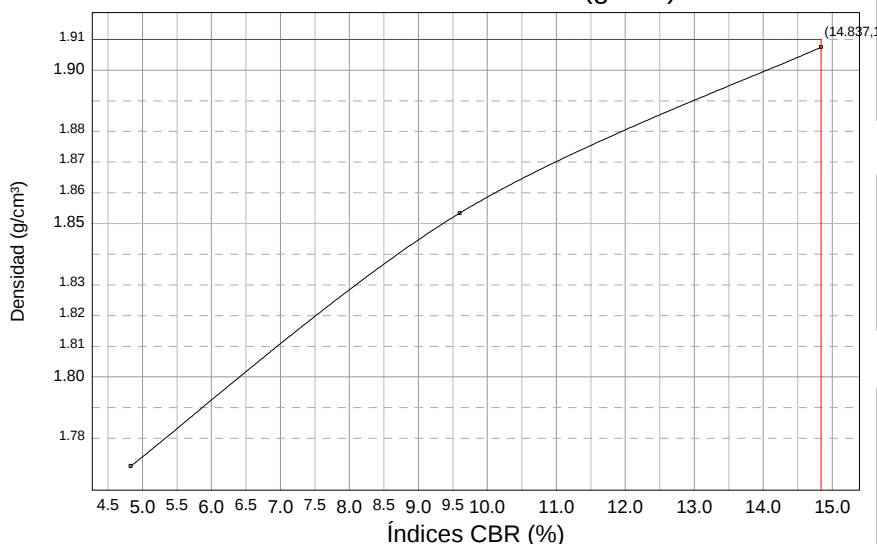
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,910 g/cm³
Humedad óptima	10,8 %
Compactación (100 %)	1,910 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,815 g/cm³	7
98 %	1,872 g/cm³	11
100 %	1,910 g/cm³	15

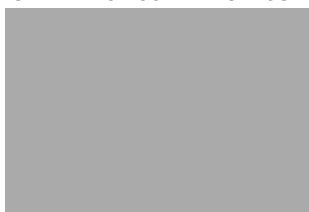
Índice CBR (100 %)	15 %
Hinchamiento (100 %)	0,17 %
Absorción (100 %)	3,91 %
Humedad (100 %)	10,8 %

	MOLDE 5	MOLDE 21	MOLDE 24
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,771 g/cm³	1,853 g/cm³	1,907 g/cm³
Humedad	10,8 %	10,8 %	10,8 %
Absorción	6,74 %	5,33 %	3,91 %
Hinchamiento (3 días)	0,30 %	0,24 %	0,17 %
Índice C.B.R.	5	10	15

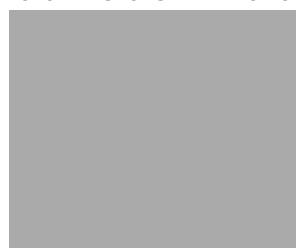
Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3296

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/611

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-1 1,50-2,50

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

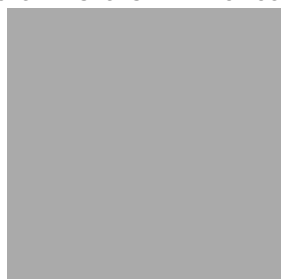
Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	81
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	2
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3297

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/612

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

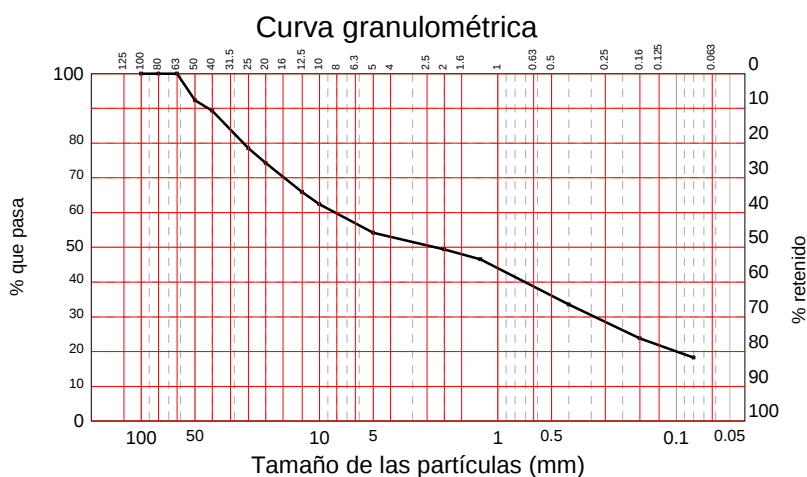
OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	92
40	89
25	78
20	74
12,5	66
10	62
5	54
2	49
1,25	47
0,4	34
0,16	24
0,08	18,2

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3297

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

Clasificación USCS S/ASTM D2487

GM : Grava limosa con arena

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-1-b (0)

Materiales granulares. Fragmentos de roca, grava y arena

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3298

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,07
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3299**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/612**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-6 MA-2 2,50-3,50**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	8,18
Humedad final	%	13,3
Densidad seca inicial	g/cm ³	2,11
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	3
Lectura final	mm	3,01
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,05

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3300

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

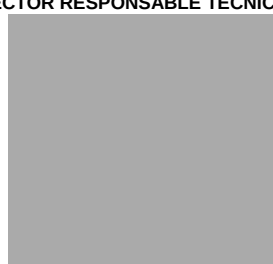
Sales solubles sobre la muestra total	%	0,30
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3301

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	8,22
HUMEDAD FINAL	%	12,13
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	2,07
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	3
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	2,84
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	2,83
INDICE DE COLAPSO	%	0,05
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,05

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3302

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

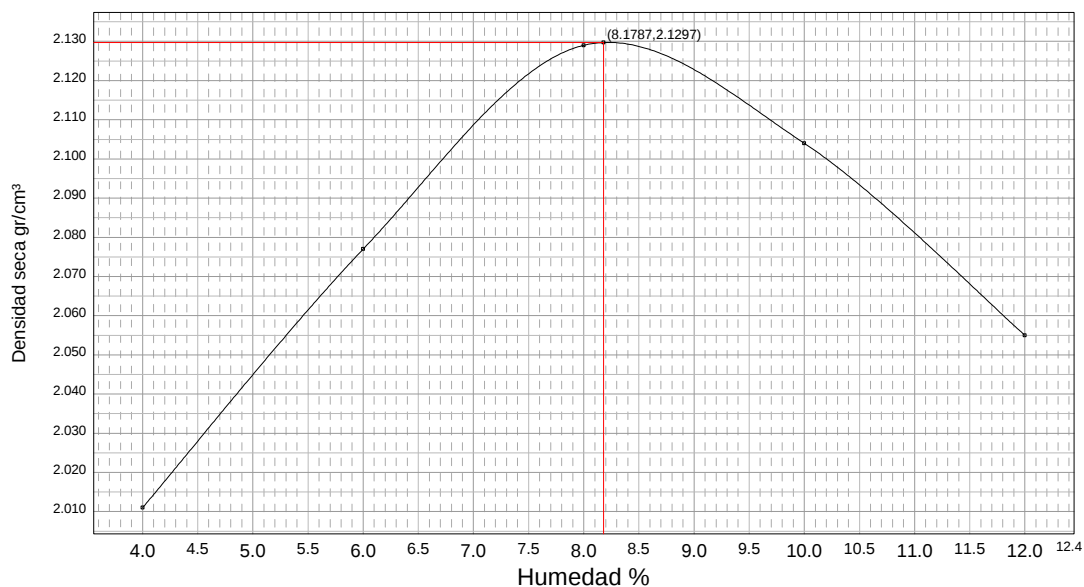
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

SI

Densidad máxima **2,130gr/cm³**

Humedad óptima **8,2 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3303

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/612

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

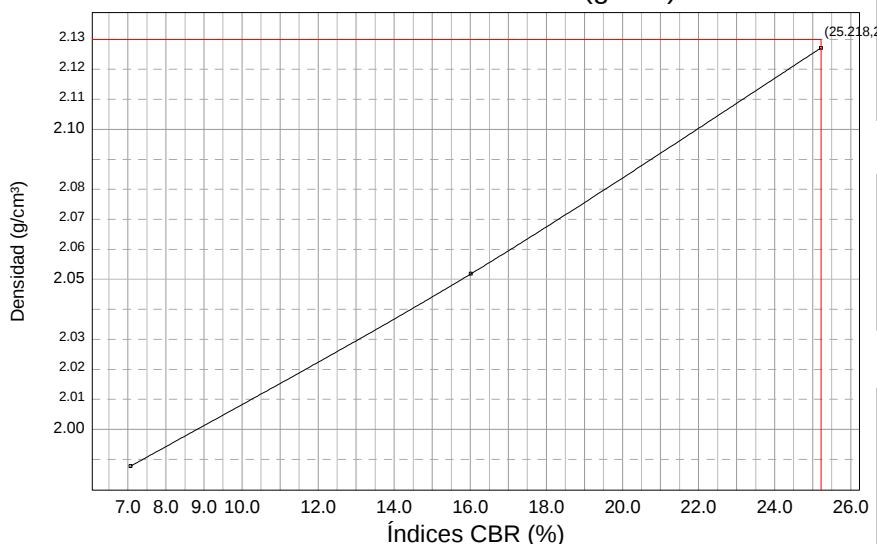
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	2,130 g/cm³
Humedad óptima	8,2 %
Compactación (100 %)	2,130 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	2,023 g/cm³	12
98 %	2,087 g/cm³	20
100 %	2,130 g/cm³	25

Índice CBR (100 %)	25 %
Hinchamiento (100 %)	0,00 %
Absorción (100 %)	1,18 %
Humedad (100 %)	8,2 %

	MOLDE 6	MOLDE 27	MOLDE 48
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,988 g/cm³	2,052 g/cm³	2,127 g/cm³
Humedad	8,2 %	8,2 %	8,2 %
Absorción	3,64 %	2,35 %	1,18 %
Hinchamiento (3 días)	0,05 %	0,02 %	0,00 %
Índice C.B.R.	7	16	25

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 26,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: Si
-------------------------	---	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3304

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/612

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-6 MA-2 2,50-3,50

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	94
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	2
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3305

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/613

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

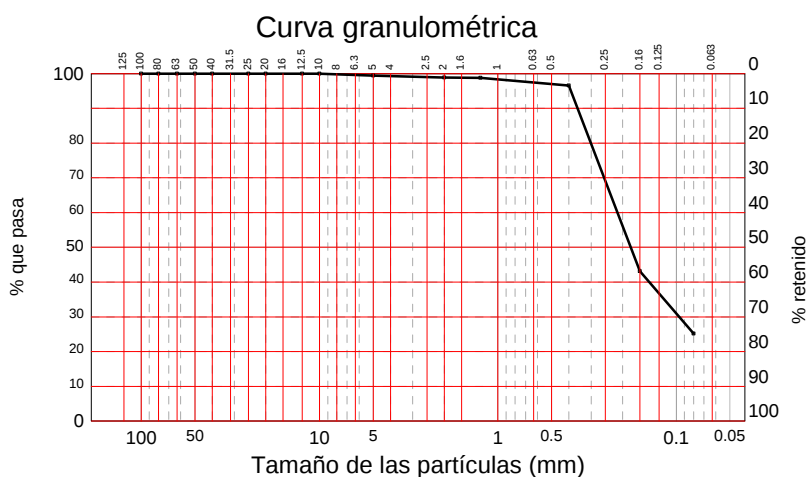
OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

Método de análisis

Lavado y tamizado



UNE 103100:95 UNE 103101:95

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	99
2	99
1,25	99
0,4	97
0,16	43
0,08	25,2

LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103 y UNE 103,104

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3305

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/613

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

Clasificación USCS S/ASTM D2487

SM : Arena limosa

Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)

Grupo: A-2-4 (0)

Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3306

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/613

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN
SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE
103204:1993 UNE 103204:1993 Err

% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,11
---	------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



Geolén Ingeniería, S.L., Málaga.

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS**OBRA:** S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)**TIPO DE MUESTRA:** SUELO**SUMINISTRADOR:** GEOLEN**LOTIFICACIÓN:****DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:****ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°:** 2021/3307**REFERENCIA DEL TRABAJO:** 2725**MUESTRA:** 01, 2021/613**N° DE ALBARAN:** OE 1**FECHA DE TOMA:** 20/04/2021**OBSERVACIONES:****LOCALIZACIÓN:** C-10 MA-1 1,50-2,00**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO.
S/UNE 103601:1996**

Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm ²	1963,50
Volumen	cm ³	39,27
Humedad inicial	%	12,12
Humedad final	%	17,8
Densidad seca inicial	g/cm ³	1,83
Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	2
Lectura final	mm	2
HINCHAMIENTO LIBRE	%	0,00

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS**



LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3308

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/613

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES DE LOS SUELOS S/ UNE 103205:2006 NLT 114:99

Sales solubles sobre la muestra total	%	0,46
---------------------------------------	---	-------------

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3309

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/613

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

ENSAYO DE COLAPSO EN SUELO. S/UNE EN 103406:2006 Y NLT-254:1999 (CTE)

TIPO DE PROBETA		ALTERADA REMOLDEADA
ALTURA DEL ANILLO PORTAPROBETA	mm	20
DIAMETRO INTERIOR DEL ANILLO	mm	50,5
SECCIÓN DE LA PROBETA	mm ²	2002,97
VOLUMEN DE LA PROBETA	cm ³	40,06
HUMEDAD INICIAL	%	12,10
HUMEDAD FINAL	%	16,57
DENSIDAD SECA INICIAL	g/cm ³	1,79
PRESIÓN DE INUNDACIÓN	KPa	200
ENERGIA DE COMPACTACIÓN		DEL PROCTOR NORMAL
PRESIÓN DE AJUSTE	KPa	3
LECTURA INICIAL DEL COMPARADOR	mm	2
LECTURA PREVIA A LA INUNDACIÓN	mm	1,83
LECTURA FINAL DEL COMPARADOR	mm	1,81
INDICE DE COLAPSO	%	0,10
POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO	%	0,10

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPO

DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3310

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/613

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

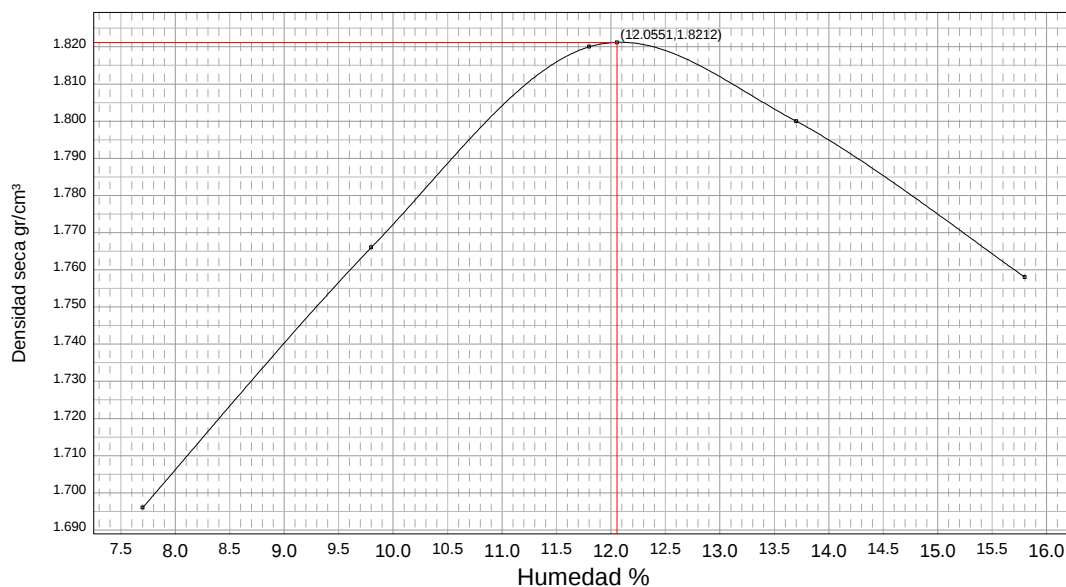
ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR NORMAL. S/UNE 103500:1994

SE REALIZA SUSTITUCION DEL MATERIAL:

NO

Densidad máxima **1,821gr/cm³**

Humedad óptima **12,1 %**



En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3311

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01,2021/613

TIPO DE MUESTRA: SUELO

N° DE ALBARAN: OE 1

SUMINISTRADOR: GEOLEN

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

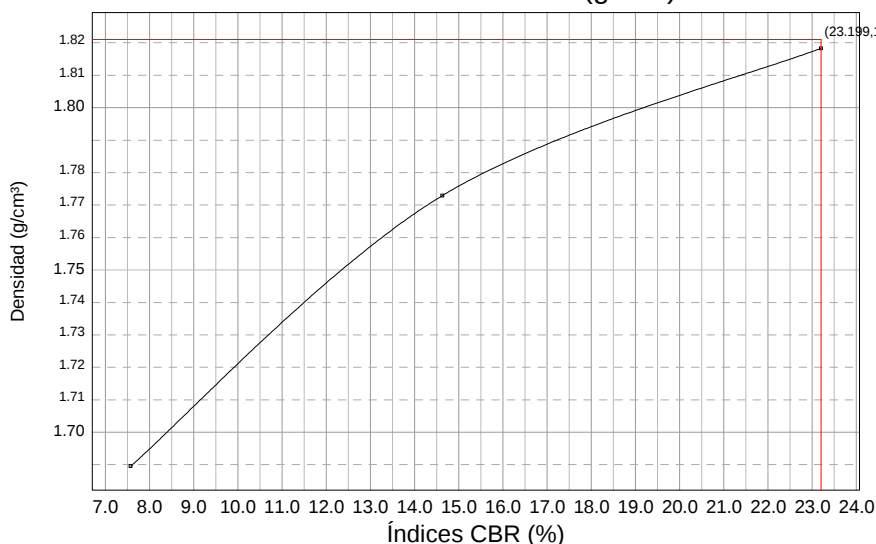
LOTIFICACIÓN:

OBSERVACIONES:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

Gráfica Índice CBR/Densidad (g/cm³)



Proctor Normal	
Densidad máxima	1,821 g/cm³
Humedad óptima	12,1 %
Compactación (100 %)	1,821 g/cm³

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,730 g/cm³	11
98 %	1,785 g/cm³	16
100 %	1,821 g/cm³	23

Índice CBR (100 %)	23 %
Hinchamiento (100 %)	0,00 %
Absorción (100 %)	2,54 %
Humedad (100 %)	12,1 %

	MOLDE 34	MOLDE 39	MOLDE 47
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,690 g/cm³	1,773 g/cm³	1,818 g/cm³
Humedad	12,1 %	12,1 %	12,1 %
Absorción	6,05 %	4,40 %	2,54 %
Hinchamiento (4 días)	0,03 %	0,01 %	0,00 %
Índice C.B.R.	8	15	23

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 14,0 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
-------------------------	--	--------------------------------	---

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS





LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRIT EN REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS DE
CONTROL DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN AND-L-020

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 e-mail: laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: UTE BEPEFA GIS

OBRA: S21/096 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE URBANIZACIÓN
DE 1ª FASE DEL ÁREA LOGÍSTICA DE MAJARABIQUE (SEVILLA)

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS N°: 2021/3312

REFERENCIA DEL TRABAJO: 2725

MUESTRA: 01, 2021/613

N° DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 20/04/2021

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: C-10 MA-1 1,50-2,00

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/UNE EN 83962:2008 Y 83963:2008

Contenido de sulfatos (SO ₄)	mg/kg	99
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	2
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO ₃)	%	0,01

En Antequera a 11 de mayo de 2021

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS



DIRECTOR RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

