

ESTUDIO GEOTÉCNICO



GEOTECNIA | CONSULTORES

OBRA
SITUACIÓN
PETICIONARIO
REFERENCIA
REG.SALIDA
FECHA

EDIFICIO PÚBLICO SAE
AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
AG280523 Ver.II
S092523APM
11/05/2023

WWW.GEOTECNIACONSULTORES.COM

Líderes y Pioneros en Geotecnia Eficiente

Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación (LCCE). Registro And L-219
Ensayos de Laboratorio realizados por Laboratorio And L-220

* Puntualmente, determinados ensayos pueden ser realizados por otros laboratorios y/o quedar fuera de los estándares de los registros públicos.

ÍNDICE

MEMORIA	3
1 DATOS GENERALES	4
2 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA CONSIDERADA	5
2.1 Legislación	5
2.2 Normativa	5
2.3 Otros criterios técnicos	5
2.4 C.T.E.	6
3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA ZONA. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 Morfología de la parcela	7
3.2 Geología de la zona	7
3.3 Reseña geotécnica bibliográfica	9
4 TRABAJOS	11
4.1 Campaña de reconocimiento	11
4.2 Trabajos de campo	12
4.3 Trabajos de laboratorio	18
4.4 Cota 0.00	21
4.5 Trabajos de gabinete	21
5 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	22
6 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	25
6.1 Cimentación Profunda. Pilotes	26
6.1.1 Pilotes	26
PREDIMENSIONADO PILOTES PERFORADOS (BARRENADOS CON CONTROL Y ENTUBADOS)	27
PREDIMENSIONADO PILOTES PREFABRICADOS HINCADOS	31
6.2 Cimentación superficial. Losa HA (Cimentación compensada)	33
6.2.1 Estados límite últimos (Tensión admisible de hundimiento)	34
6.2.2 Estados límite de servicio (Tensión admisible de servicio – Asientos)	34
6.3 Coeficiente Balasto	35
6.4 Distorsión angular (Asientos Diferenciales)	36
6.5 Nivel Freático	36
6.6 Agresividad	37
6.7 Exposición al gas Radón	38
6.8 Sismicidad	41
6.8.1 Recomendaciones diseño para sismo	43
6.9 Excavabilidad / Estabilidad	44
6.9.1 Estabilidad de paredes. Muro de contención – pantalla (micropilotes)	48
6.10 Permeabilidad	51
6.11 Expansividad	52
6.12 Resumen	53
7 ÍNDICE DE EFICIENCIA GEOTÉCNICA – PROPUESTAS DE MEJORA	54
8 APUNTES CONDICIONANTES GEOTECNICOS	56
9 PROPUESTA CONTROL EJECUCIÓN Y CONTROL CALIDAD	57
10 INSPECCION FINAL	58

ANEJOS

MEMORIA

1 DATOS GENERALES

PETICIONARIO: **SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO**

PERSONA CONTACTO: **EMILIO HERRERA** (Representante organismo)

ACTUACIÓN PREVISTA: **EDIFICIO PÚBLICO SAE**

OBJETIVO PRINCIPAL PRESENTE DOCUMENTO: **Caracterización geotécnica de la parcela y determinación de parámetros de diseño para la excavación, cimentación y estructura de contención de la actuación prevista.**

VERSIÓN II: **Se propone opción de cimentación compensada (losa HA) según edificio estructurado finalmente en sótano y 2 plantas (información facilitada). Propuesta inicial con sótano, planta baja y 4 plantas.**

DIRECCIÓN PROYECTO: **AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA**

REFERENCIA CATASTRAL: **3563308VF5636D0001PO**

COORDENADAS GPS: **N 36.740168 - W 3.522204**

PROYECTISTA: **Dato no facilitado**

EMPRESA RESPONSABLE INFORME GEOTÉCNICO Y ENSAYOS DE CAMPO: **GEOTECNIA CONSULTORES SL. B-93457505. Reg. LCCE. And-L-219**

EMPRESA RESPONSABLE ENSAYOS DE LABORATORIO: **LABORATORIO DE OBRA CIVIL, EDIFICACIÓN Y MATERIALES SL. B-93554640. Reg. LECCE. And-L-220**
*** Plan de Ensayos realizado por GEOTECNIA CONSULTORES SL**

MEMORIA GEOTÉCNICO: **ALBA PÉREZ MUÑOZ** (Ingeniera)
JOSÉ ANTONIO BUENO MORENO (Geólogo)

RESPONSABLE ENSAYOS CAMPO: **ALBA PÉREZ MUÑOZ**
Directora Laboratorio y Responsable Ensayos (Ingeniera)

SUPERFICIE PARCELA: **±800.00 m²**

HUELLA EDIFICACIÓN: **±517.70 m²** (información facilitada, ver. II)

CIMENTACIÓN PREVISTA: **Cimentación profunda / Cimentación superficial**

PLANTAS TOTALES: **Sótano, planta baja y planta alta**

NÚMERO DE SÓTANOS: **1**

PLANTAS SOBRE RASANTE: **2**

ENTORNO: **Zona de expansión del municipio**

Las conclusiones arrojadas en el presente anejo son válidas para la parcela y para la actuación aquí descrita. **Para determinar las condiciones geotécnicas de futuras construcciones en parcelas anejas o construcciones de mayor envergadura, serían necesarios estudios complementarios.**

2 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA CONSIDERADA

2.1 Legislación

- Ley 38/1999, 5 de noviembre de 1.999. LOE (Ley Orgánica de la Edificación).
- R.D.997/2002. 27 de septiembre de 2002. NSCE-02. Norma de Construcción Sismorresistente.
- R.D. 732/2019, de 20 de diciembre. C.T.E. (Código Técnico de la Edificación)
- R.D. 470/2021, de 29 de junio. C.E. (Código Estructural)
- Orden FOM/1382/2002. 16 de Mayo de 2002. PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes).
- R.D. 842/2002. 02 de agosto de 2002. R.B.T. (Reglamento de Baja Tensión)
- Orden FOM/3460/2003. 28 de noviembre de 2003. Secciones de firmes (Norma 6.1 IC de la instrucción de carreteras)
- O.C. 1/1999. 1 de enero de 1999. Instrucción para diseño de firmes de la Red de carreteras de Andalucía

2.2 Normativa

- UNE-17892-1:2014 – Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE-103-301:1994 – Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática.
- UNE-103-400:1993 – Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo.
- UNE-103-401:1998 – Determinación de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo.
- UNE-103-402:1998 – Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial.
- UNE-103-405:1994 – Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional de un suelo en edómetro.
- UNE-103-103:1994 – Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE-103-104:1993 – Determinación del límite plástico de un suelo.
- UNE-103-101:1995 – Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- UNE-103-601:1996 – Ensayo de hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- UNE-103-602:1996 – Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.
- UNE-103-202:1995 – Determinación cualitativa del contenido de sulfatos solubles de un suelo.
- UNE-EN ISO 22475-1:2010 – Investigación y ensayos geotécnicos. Métodos de toma muestra y mediciones piezométricas. Parte 1: Principios técnicos de ejecución
- UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 – Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo - SPT
- UNE 103-801:1994 – Prueba de penetración dinámica superpesada (DPSH)
- UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014 – Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo - DPSH
- XP P94-202:1995 – Toma de muestras de suelos y rocas. Metodología y procedimientos.
- ASTM D1587-00:2010 – Toma de muestra inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada Shelby.
- ASTM D2573-94:2007 – Ensayo de Molinete "Vane Test".
- ASTM D5873:14 – Ensayo para determinación de dureza de roca por el método de martillo esclerométrico.
- UNE ENV 1997-3:2002 – Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico. Parte 3: Ensayos de campo.

2.3 Otros criterios técnicos

- Guía Técnica IECA. Enero 2013. Diseño y ejecución de juntas en pavimentos y soleras de hormigón
- Ministerio de Fomento. 2006. Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera
- Ministerio de Fomento. 1998. Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carretera
- Ministerio de Fomento. 2005. Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera.

2.4 C.T.E.

Parte I (Marzo 2006) – Anejo I. Sobre el contenido del proyecto

“Anejos a la memoria. El proyecto contendrá tantos anejos como sean necesarios para la definición y justificación de las obras.

- **Información geotécnica**
- Cálculo de la estructura
- Protección contra el incendio
- Instalaciones del edificio
- Eficiencia energética
- Estudio de impacto ambiental
- Plan de control de calidad
- Estudio de Seguridad y Salud o Estudio”

C.T.E. SE-C (Marzo 2006) – Apartado 3. Informe geotécnico

“ 3.1. Generalidades

1 El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste u otras obras.

2 Las características del terreno de apoyo se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el estudio geotécnico.

3 El reconocimiento del terreno, que se fijará en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance, dependerá de la información previa del plan de actuación urbanística, de la extensión del área a reconocer, de la complejidad del terreno y de la importancia de la edificación prevista. Salvo justificación el reconocimiento no podrá ser inferior al establecido en este DB.

4 Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

5 Dado que las conclusiones del estudio geotécnico pueden afectar al proyecto en cuanto a la concepción estructural del edificio, tipo y cota de los cimientos, se debe acometer en la fase inicial de proyecto y en cualquier caso antes de que la estructura esté totalmente dimensionada.

6 La autoría del estudio geotécnico corresponderá al proyectista, a otro técnico competente o, en su caso, al Director de Obra y contará con el preceptivo visado colegial.”

3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA ZONA. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

3.1 Morfología de la parcela

GEOMETRIA PARCELA. Parcela rectangular de aproximadamente 36.00 m de largo y 22.00 m de ancho.

TOPONIMIA. Sin relevancia geotécnica. No consta.

GEOMORFOLOGÍA/PENDIENTE TERRENO/DESNIVELES. Entorno de topografía general plana, ligeramente suave. Topografía de la parcela prácticamente plana.

PRESENCIA DE TALUDES. No se observan taludes en la zona de influencia de la parcela.

VAGUADAS O ARROYOS. Arroyo más cercano actualmente localizado a unos 87.00 m al NO de la parcela y fuera de su zona de influencia. No obstante, según se aprecia en cartografía histórica, cabe destacar la existencia de un arroyo actualmente semiculto en procesos de urbanización que circulaba a unos 20.00 m al O de la parcela. La litología existente en la parcela queda influenciada por la presencia de estos arroyos (suelo aluvial), así como por la existencia de rellenos de regularización de dicho arroyo (Ver Anejo III para mayor detalle).

UTILIZACIÓN PREVIA DE LA PARCELA. Parcela sin edificar, sin construcciones previas según información catastral. Atendiendo a cartografías históricas se observa zona de uso agrícola, y posteriores alteraciones del entorno en procesos de urbanización y encaje de viales (alteración, regularización de la topografía – Ver Anejo III).

EDIFICACIONES PRÓXIMAS. Fachada principal al SO, en Av. Dr. Norman Bethune. En el resto de las medianeras quedan parcelas sin edificar y edificaciones aisladas (medianera derecha).

3.2 Geología de la zona

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la hoja de Motril, nº 1055 del mapa geológico de España. (www.igme.es). Según la información contenida en la memoria del mapa, los materiales presentes en la zona pertenecen al Cuaternario. *Gravas y arenas (Aluvial) / Unidad del Manto de Salobreña. Esquistos oscuros y cuarcitas con estaurólita y en su base distena.*

UNIDAD DEL MANTO DE SALOBREÑA

Tres son las unidades que pueden agruparse en el Manto de Salobreña: la unidad del Cortijo del Jaril, que llega hasta Motril; la unidad del Río Verde, que se extiende desde la costa, entre Salobreña y Almuñécar, hasta rebasar el límite N de la Hoja, y la unidad de El Rescate, que ocupa el Isleo de este nombre y localidad, al NNO de La Herradura.

Los materiales y las sucesiones son semejantes en las tres Unidades, que únicamente merecen cierta consideración desde el punto de vista tectónico, pero cuya similitud y parentesco parecen indiscutibles.

Tomaremos como referencia para la descripción el corte del Río Verde, que descubre todos los términos conocidos en el Manto de Salobreña. En él se distinguen, de abajo a arriba, 4 formaciones características: la del Saucillo, las cuarcitas de Jete, los micaesquistos de Jete y los mármoles de Otívar o de la Sierra del Chaparral.

Formación de Saucillo (o ξ_{se} , o ξ_{EB})

Está constituida por una potente serie de micaesquistos oscuros grafitosos, entre los que se intercalan bancos decimétricos de micacuarcitas, más abundantes hacia la base, y cuarzomicaesquistos.

La disposición general, que puede apreciarse en los cortes, muestra cómo las envolventes de los sucesivos pliegues se disponen verticalmente. Esto hace aumentar grandemente la potencia de la formación, potencia que llega a superar los 2 km.

Litológicamente la sucesión de materiales es bastante uniforme de abajo a arriba y únicamente puede efectuarse alguna diferenciación a partir de los minerales de metamorfismo reconocidos.

La formación del Saucillo es de un aspecto muy característico y a partir de su reconocimiento en alguna localidad tipo se la distingue con facilidad y certeza. Es por esto que se ha representado en conjunto, sin individualizar dentro de ella más que dos tramos de diferente composición mineralógica, originada por el metamorfismo progresivo que ha sufrido.

Entre sus micaesquistos los hay con biotita y estaurolita, con estaurolita y cianita y con sillimanita. Entre los componentes minerales más característicos suelen estar presentes: cuarzo, granate, andalucita, biotita, mica incolora, aparte de algunos otros accesorios o secundarios.

En la serie aparecen venas ricas en cuarzo, con una proporción variable de mica blanca y plagioclasas. Contienen con mucha frecuencia andalucita y en algunos casos cianita. También es frecuente que estas venas, de apariencia vagamente pegmatítica, estén fuertemente deformadas; creemos que se han formado por segregación a partir de los componentes de la roca encajante.

Dentro de esta misma formación y al S de Jete, la erosión ha descubierto un extenso afloramiento de cuarcitas con micaesquistos intercalados que poseen como mineral característico estaurolitas. Son de tonalidades más claras, grises y ricos en granates y demás componentes enumerados para los micaesquistos de la formación, excepto la biotita y el grafito. Son muy ricos en epidota y anfíboles cálcicos y no se ha encontrado cianita.

Creemos que estos materiales ocupan realmente una posición basal respecto de la unidad de Río Verde, pero pueden representar una escama individualizada en una extensión importante, de naturaleza intermedia entre las unidades del Manto de Salobreña y las del Manto de La Herradura. Efectivamente, hacia el O, entre el vértice Albita y la costa, se sitúan unos micaesquistos y cuarcitas emparentados con los que acabamos de citar; se hallan en posición basal dentro del manto, si se toma como referencia la superficie de traslación, representada en cartografía como contacto del manto, Estos mismos materiales descansan directamente sobre la Unidad del Jate en la ventana del Río Seco, aunque en este caso están muy laminados.

Entre el Río Seco y el vértice Albita, existe un afloramiento algo extenso de esta supuesta escama intermedia, que no ha podido ser diferenciada cartográficamente por las dificultades de observación y las condiciones del afloramiento. Otro tanto puede decirse del afloramiento de materiales semejantes, situado en las inmediaciones de Tamaray, cuyos contactos no se han podido fijar con certeza, pero cuya presencia parece segura.

En la formación del Saucillo y generalmente entre términos situados bastante al Sur, se encuentran intercalaciones de mármoles calizos y dolomíticos, a veces micáceos. La mayor parte de estos lentejones de mármoles, no presentan ningún problema a cuento a la interpretación de su posición, pero existen dos sobre los que conviene mantener un interrogante. Nos referimos a la masa de mármoles sobre la que se asienta Salobreña y la situación algo más al N, en el Acho. En ambos casos estos mármoles podrían pertenecer al Manto de La Herradura, ocupando respecto al de Salobreña una posición semejante a la que tienen dolomías marmorizadas del Pozuelo, en la extremidad E de la playa de Velilla. Es imposible resolver esta incógnita sin conocer la naturaleza de los materiales sobre los que reposan los mármoles de Salobreña.

Para terminar diremos que la formación del Saucillo debe pertenecer en su totalidad al Paleozoico y podría abarcar parte al menos del Paleozoico Superior (post-silúrico).

CUATERNARIO

Constituye los primeros depósitos discordantes sobre los Alpujárrides en esta área. Pueden distinguirse varios términos cuya edad relativa se llega a deducir alguna vez, pero cuya edad real desconocemos. Su génesis y su disposición son consecuencia de movimientos diferenciales de ascenso y descenso de unos sectores respecto a otros, si bien estos movimientos han sucedido a una elevación generalizada de la región, elevación puesta de manifiesto por las cotas excepcionalmente altas a las que se encuentran los afloramientos del Mioceno Superior próximos a la Hoja de Motril.

Como formaciones cuaternarias hemos distinguido diferentes litologías que corresponden, de una manera general, con términos diferenciables en la mayor parte de la extensión estudiada.

Con el símbolo Q_g agrupamos las formaciones aluviales y parte de las que constituyen acumulaciones de tipo deltaico, tales como las del Río Guadalfeo. La granulometría de estos materiales muestra la existencia de calibres variados en los granos, desde gravas gruesas hasta arenas menos frecuentemente limos. Estos materiales quedan interpenetrados lateralmente con las que aparecen como arenas de playa recientes, que agrupamos en el término general Q_s , y que se han cartografiado como franjas periféricas de los aluviales en la zona costera; en muchos casos los materiales de las playas son los propios aluviales, sin apenas modificaciones en su disposición y aspecto externo.

Aparte de los dos términos citados, y probablemente junto con los derrubios de pie de ladera, lo más reciente del Cuaternario, existen conglomerados cementados y sueltos, que coronan, en el sector de Maro, a una serie de arcillas rosadas y limos amarillos; otras veces, estos conglomerados, incluyendo algunas formaciones travertínicas, descansan directamente sobre formaciones metamórficas y muy frecuentemente bordean afloramientos de mármoles. No se han podido datar ninguno de estos términos, aunque se puede afirmar que los conglomerados cementados Q_{cg} son más modernos que las arcillas rosadas y limos amarillos Q_{as} ; sin embargo, los conglomerados deben ser más antiguos que cualquiera de los aluviales.

Para terminar con las formaciones cuaternarias, únicamente nos queda mencionar la formación de Travertino (Q_{tr}), que se ha señalado al S de Maro, contacta con términos arcillosos y conglomeráticos y su edad no se puede precisar, dentro del Cuaternario.

3.3 Reseña geotécnica bibliográfica

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la hoja de Málaga-Granada, nº 83 del mapa geotécnico de España (1:200.000). (www.igme.es).

Según la información contenida en el mapa, los materiales presentes en la zona de la parcela pertenecen al conjunto de DEPRESIONES INTERNAS, formas de relieve suaves (**III2**), y presentan las siguientes propiedades:

- Depósitos heterogéneos de distribución irregular. Esencialmente conglomerados, limos, arenas, areniscas, y calizas lacustres.
- Topografía de tipo intermedio, y variable en función del contexto.
- La permeabilidad varía en función del grupo litológico dominante, y el drenaje es en término medio aceptable.
- Comportamiento mecánico muy variable, y son previsibles asientos de magnitud media, si bien atenuado por el mayor grado de compactación y cementación.
- Debe estudiarse la posibilidad de aparición de asientos diferenciales.

Según la información contenida en el mapa, los materiales presentes a DOMINIO BETICO, formas de relieve acusadas (I1) con las siguientes características:

- Complejo litológico de carácter metamórfico, en el que dominan metapelitas y metaarenitas de tipo micasquistas y cuarcitas.
- Morfología acusada en general, acentuándose en Sierra Nevada.
- Impermeable, por lo que la posibilidad de existencia de acuíferos es nula. Se puede considerar la existencia de circulación de aguas de relación con las discontinuidades estructurales. Drenaje superficial muy bueno en general.
- Competencia mecánica buena, salvo donde concurren circunstancias con la fuerte tectonización o aparición de yesos.

4 TRABAJOS

4.1 Campaña de reconocimiento

En base a los datos aportados por el peticionario y los recopilados se ha planificado campaña geotécnica según C.T.E. SE-C (Marzo 2006).

Tabla 3.1. Tipo de construcción

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

⁽¹⁾ En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Tabla 3.2. Grupo de terreno

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior a 15° j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

La campaña de reconocimiento para la elaboración del anejo de geotecnia ha consistido en:

- Inspección geotécnica de la parcela y entorno
- Ensayos de campo. Sondeos con extracción de testigo continuo
- Ensayos de campo. Ensayos de penetración. Tipo DPSH-B
- Ensayos de campo. Ensayos SPT
- Ensayos de campo. Toma de muestras (C.TPR-C.MA)
- Ensayos de campo. Medición de nivel freático y toma de muestra
- Ensayos de laboratorio. Identificación física y química, deformabilidad y mecánicos

Para este caso, se consideró en principio campaña tipo **C2-T1**, finalmente se comprueban unos condicionantes geotécnicos de tipo **C2-T3**, debido a la presencia de rellenos antrópicos de >3.00 m de profundidad y tramos suelo suelto / blando (terreno natural variable).

4.2 Trabajos de campo

La ubicación de los trabajos de campo se ha diseñado teniendo en cuenta las recomendaciones del C.T.E.; considerando la ubicación más representativa posible, así como la menor afección posible a la futura cimentación.

SONDEOS MECÁNICOS

Son perforaciones de pequeño diámetro (66-101 mm) cuya finalidad es obtener información sobre los materiales o rocas que subyacen en ese punto. Dichas perforaciones pueden realizarse a percusión, rotación, o con barrena helicoidal, en función de la naturaleza del terreno.



Durante la ejecución de la perforación, la extracción del testigo se puede alternar con la ejecución de ensayos geotécnicos como la toma de muestras inalteradas y ensayos de penetración tipo S.P.T.

Para evitar desprendimientos del terreno en el interior del sondeo durante la ejecución de las distintas maniobras, suele procederse al revestimiento del mismo con tubería apropiada.

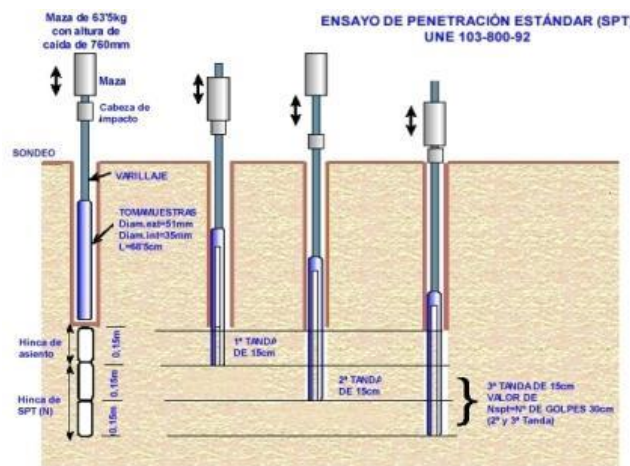
En la campaña de reconocimiento de la parcela se han realizado los siguientes sondeos:

REFERENCIA	COTA DE BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)
S1	16.60	27.45
S2	17.00	25.06
S3	17.35	25.33

Ver anejos de actas de sondeos y situación de ensayos

ENSAYOS S.P.T. (UNE-EN-ISO 22476-3:2006/A1 2014)

Para determinar el grado de resistencia del suelo que se va atravesando en la perforación del sondeo mecánico, se ha utilizado el dispositivo de golpeo S.P.T.



El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno un tomamuestras bipartido cuyo extremo inferior se dota de una “zapata” afilada que cortando al suelo lo introduce dentro de este tomamuestras de pequeño diámetro. Cuando los materiales atravesados son de naturaleza granular, grosera o rocosa, la obtención de una muestra con este ensayo es imposible. En estos casos, para realizar el ensayo se dispone de una puntaza cónica normalizada (puntaza ciega) que permite una correlación en la serie de golpes.

La hincada se realiza mediante golpeo de una masa de 63.5 +/- 0.5 Kg. de peso que cae desde una altura de 76 +/- 1 cm. No se cuentan los golpes de la hincada de los primeros 15 cm., porque se supone que el fondo del sondeo puede estar alterado. Se cuentan sin embargo el número de golpes necesarios para introducir el tomamuestras los 30 cm. siguientes, siendo “N”, el número de penetración estándar.

En la campaña de reconocimiento de la parcela se han realizado los ensayos S.P.T. siguientes:

REFERENCIA	PROFUNDIDAD (m)
SPT1-S1	3.00
SPT2-S1	6.20
SPT3-S1	9.00
SPT4-S1	12.00
SPT5-S1	15.40
SPT6-S1	18.00
SPT7-S1	21.60
SPT8-S1	25.00
SPT9-S1	27.30

Ver anejos de actas de sondeos y situación de ensayos

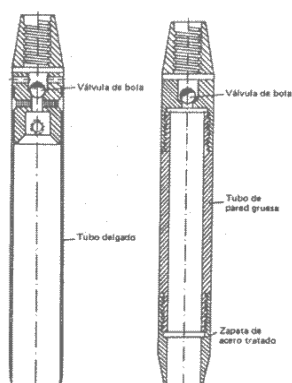
REFERENCIA	PROFUNDIDAD (m)
SPT1-S2	3.00
SPT2-S2	6.00
SPT3-S2	9.00
SPT4-S2	12.00
SPT5-S2	15.00
SPT6-S2	18.00
SPT7-S2	21.00
SPT8-S2	25.00
SPT1-S3	3.00
SPT2-S3	6.00
SPT3-S3	9.20
SPT4-S3	12.00
SPT5-S3	15.00
SPT6-S3	18.20
SPT7-S3	21.00
SPT8-S3	25.30

Ver anejos de actas de sondeos y situación de ensayos

TOMA DE MUESTRAS (XP P94-202:1995 - ASTM D1587-00:2010)

Para la toma de muestras se emplea un tomamuestras con o sin estuche interior, con intención de obtenerlas en las mejores condiciones de inalterabilidad posible y someterlas a posteriores ensayos.

En suelos cohesivos duros y rocas la dificultad del hincado permite considerar otro tipo de muestras inalterada procedentes del mismo testigo de perforación, parafinado la muestra una vez extraída de la batería de perforación.



Tomamuestras de Pared Delgada "Shelby" (izq.) y Tomamuestras de Pared Gruesa (dcha.)

Según CTE-SE-C: 2006 se distingue tres categorías de muestras inalteradas:

- A. Mantienen inalteradas todas las propiedades.
- B. Mantienen inalteradas las propiedades humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- C. No cumplen las especificaciones de la categoría B.

Tipo de muestras según categoría:

- A. MIS. Muestra Inalterada. Tomamuestra Pared delgada tipo Shelby sin estuche (diámetro exterior 70 – 80 mm)
- MISP. Muestra Inalterada. Tomamuestra Pared delgada tipo Shelby a percusión sin estuche (diámetro exterior 70 – 80 mm)
- B. MP. Muestra Protegida. Tomamuestra Pared Gruesa seccionado con estuche. (diámetro exterior. 98 – 85 – 78 mm)
- MPS. Muestra Protegida Sin Estuche. Tomamuestra Pared Gruesa seccionado sin estuche. (diámetro exterior. 98 – 85 – 78 mm)
- C. TPP. Testigo Protegido Percusión. (Diámetro exterior. 101 – 86 – 76 – 66 mm)
- TPR. Testigo Protegido Rotación. (Diámetro exterior. 116 – 101 – 86 mm)
- MA. Muestra Alterada.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD (m)
C.MA1-S1	7.20-7.80
C.TPR1-S1	17.70-18.00
C.MA1-S2	10.20-10.80
C.TPR1-S2	24.35-24.60
C.MA1-S3	5.40-6.00
C.TPR1-S3	13.20-13.50

Ver anejos de acta de sondeo y situación de ensayos

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA TIPO DPSH-B (UNE 103-801:1994)

Los ensayos de penetración dinámica continua se han realizado con un penetrómetro de accionamiento automático.



El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (20 cm²) por aplicación de una energía de impacto fija, mediante el golpeo de una maza de 63.5 +/- 0.5 Kg., que se deja caer desde una altura de 75 +/- 2 cm. En este ensayo se contabiliza el número de golpes cada 20 cm. de penetración (N₂₀).

El ensayo se da por finalizado cuando se den algunas de las siguientes condiciones:

- Se alcanza la profundidad que previamente se ha establecido,
- Se superen los 100 golpes para N_{20} .
- Cuando 3 valores consecutivos de N_{20} sean iguales o superiores a 75 golpes.
- El valor par de rozamiento supere los 200 N · m.

Este ensayo proporciona una medida indirecta, casi continua con la profundidad, de la resistencia y deformabilidad del terreno, a través de correlaciones con otras técnicas de reconocimiento (sondeo, calicatas, ensayos de laboratorio, etc.), o de expresiones empíricas.

En la campaña de reconocimiento se han realizado los siguientes ensayos de penetración:

REFERENCIA	COTA DE BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)
P1	16.75	15.00 (Rechazo)
P2	16.95	15.00 (Sin Rechazo)

Ver anejos de actas de ensayos de penetración y situación de ensayos

CORRECCIONES ENSAYOS PENETRACIÓN (SPT y DPSH-B)

Corrección ensayo SPT

Para el uso del valor "N" en la determinación de los parámetros de diseño de la cimentación y estructuras de contención se considerarán los siguientes factores de corrección según norma. Al valor N corregido lo denominaremos N_{C-SPT}

$$N_{C-SPT} = N_{60} = N \times (E_r/60) \times a \times s \times C_n$$

Siendo:

E_r = Energía real. Para la determinación de la energía real nos apoyaremos en la experiencia acumulada sobre las mediciones realizadas en los equipos del fabricante ROLATEC (proveedor de los dispositivos utilizados en los ensayos) según artículo de los Sr. Albert VENTAYOL LÁZARO (Geólogo) y Carlos FERNÁNDEZ TADEO (ICCP). Según esto se considerará lo siguiente

$E_r/60$	PROFUNDIDAD (m)
1.33	2.00 – 6.00
1.25	6.00 – 10.00
1.10	> 10.00

a = Corrección por pérdidas de energía debidas a la longitud del varillaje, según norma.

** puede considerarse ya incluido según detalle de tabla anterior

a	PROFUNDIDAD (m)
0.75	< 4.00
0.85	4.00 – 6.00
0.95	6.00 – 10.00
1.00	> 10.00

S = Corrección por ausencia/presencia camisa interior. En nuestro caso (ausencia de camisa) consideraremos 1.15 según rango establecido en norma

Cn = Corrección por tensión vertical efectivas en arenas. Se detalla a continuación algún ejemplo de valor típico para distintos tipos de suelo sin influencia de nivel freático y aplicando la formulación recogida en norma

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE TERRENO	Cn	TIPO DE TERRENO	Cn
2.00	ARENA MEDIA	1.26	ARENA MEDIA (N.F. desde superficie)	1.37
6.00		0.96		1.18
10.00		0.77		1.03
14.00		0.64		0.92
2.00	GRAVA MEDIA	1.24	GRAVA MEDIA (N.F desde superficie)	1.35
6.00		0.92		1.13
10.00		0.73		0.98
14.00		0.61		0.85
--	ARCILLA	1.00	ARCILLA	1.00

Corrección ensayo DPSH-B

Para el uso del valor "N₂₀" en la determinación de los parámetros de diseño de la cimentación y estructuras de contención, se propone igualmente correcciones al igual que para el ensayo SPT. A falta de un mayor detalle específico normalizado, se considerará el criterio expuesto a continuación. Al valor N₂₀ corregido lo denominaremos N_{C-DPSHB}

$$N_{C-DPSHB} = N_{20} \times (E_r/60) \times p$$

E_r = Energía real. Se tomará el mismo criterio que el usado para el ensayo SPT según lo detallado anteriormente

p = Corrección por el par de torsión. ** En la medida de lo posible se evitará el uso de resultados de ensayos con un par de torsión > 200 Nm

p	PAR DE TORSIÓN (Nm)
1.0	< 65
0.8	65 – 100
0.6	100 – 150
0.5	>200

MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO

El nivel freático es un valor que no debe considerarse estable, ya que se encuentra condicionado por múltiples factores como el régimen hidrológico de precipitaciones, los aportes y extracciones artificiales (riego y bombeos), etc., pudiendo ofrecer grandes oscilaciones en el tiempo que pueden o no repetirse anualmente.

No obstante y dada la importancia de este factor, cuando se realiza el anejo de geotécnica se presta la mayor atención posible a su acotación, debiéndose entender que la misma se refiere a la fecha de medición, pudiendo dar lugar a oscilaciones.

En la campaña de reconocimiento de la parcela se han realizado las siguientes mediciones de nivel freático:

ENSAYO	FECHA
S1	29/03/2023
S2	28/03/2023
S3	27/03/2023
P1	23/03/2023
P2	23/03/2023

Ver anejo de situación de ensayos

4.3 Trabajos de laboratorio

Con las muestras procedentes de la campaña de reconocimiento geotécnico se han realizado ensayos de laboratorio con el fin de determinar las características necesarias para el cálculo de los parámetros geotécnicos del terreno. En base al tipo de terreno y al tipo de edificación prevista, se han recogido las siguientes muestras:

REFERENCIA	PROFUNDIDAD (m)
C.MA1-S1 (alterada)	7.20-7.80
C.TPR1-S1 (testigo protegido)	13.20-13.50
C.MA1-S2 (alterada)	10.20-10.80
C.TPR1-S2 (testigo protegido)	24.35-24.60
C.MA1-S3 (alterada)	5.40-6.00
C.TPR1-S3 (testigo protegido)	17.70-18.00
Agua – S3 (muestra de agua)	17.20

Ver anejos de actas de catas / sondeos, actas de ensayos de laboratorio y situación de ensayos

Preparación de la muestra para el ensayo de suelo (UNE-103-100)

El objeto de este ensayo es describir la manera de efectuar la recepción y el almacenamiento de las muestras de suelo destinadas para el ensayo en laboratorio así como la preparación de la cantidad de ésta necesaria para realizar los distintos ensayos de suelos, de forma que sea representativa de la muestra total recibida en el laboratorio.

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN FÍSICA

Humedad natural (UNE-103-300)

Este ensayo especifica el método para la determinación de la humedad de una muestra de suelo mediante secado en estufa definida como el cociente, expresado en tanto por ciento, entre la masa de agua que pierde el suelo al secarlo y la masa de suelo seco.

Densidad seca y aparente (UNE-130-301)

Este ensayo se realiza para calcular la densidad de una muestra. Para ello se procede al pesado de la muestra y al cálculo de su volumen.

Granulometría por tamizado (UNE-103-101)

El objeto del análisis granulométrico consiste en confeccionar la curva granulométrica del suelo, que es indicativa de la distribución de los tamaños de las partículas. La granulometría de suelo por tamizado permite determinar los tantos por ciento de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el nº 200 de la ASTM.

Límites de Atterberg Límite líquido (UNE-103-103) – Límite plástico (UNE-103-104)

El límite líquido, que es el límite entre los estados semilíquido y plástico del suelo, se define como la humedad natural con la que un surco que separa dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de unos 13 mm, cuando se deja caer la cuchara de Casagrande 25 veces desde la altura de 1 cm.

El límite plástico, que es el límite entre los estados plásticos y semisólido del suelo, se define como el contenido de agua más bajo con el que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm de diámetro, sin que dichos cilindros se desmoronen.

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, y representa la magnitud del intervalo de humedad en el que el suelo tiene una consistencia plástica. Da idea del grado de cohesión del suelo; además, cuanto mayor es éste, menor es la permeabilidad del suelo.

A partir de este ensayo en conjunto con el ensayo de granulometría se realiza una clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD

Ensayo Lambe (UNE-103-600)

Permiten determinar la capacidad de los suelos a hinchar o retraer, debido al aumento o pérdida de volumen que genera la absorción o expulsión de agua en sus partículas.

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN QUÍMICA

Análisis cuantitativo de sulfatos (UNE-103-201)

El contenido en sulfatos determina la potencial agresividad del suelo frente al hormigón (Código Estructural). Su determinación consiste en obtener la proporción de sulfatos solubles en el suelo, pasándolos a disolución mediante agitación con agua y precipitando luego los sulfatos solubles con una disolución de cloruro bórico.

Agresividad agua (Código Estructural)

Determinación de la agresividad del agua al hormigón según lo establecido en el anejo 5 de la normativa estructural *Código Estructural*. Se determina el nivel de PH, contenido de residuo seco, contenido en sulfatos, contenido en magnesio, porcentaje de dióxido de carbono libre y contenido en amonio. Según los índices medidos, se establecen dosificaciones mínimas de cementos y/o el uso de cementos de características especiales, cemento sulforresistente (SR) o cemento resistente a agua de la marea (MR).

ENSAYOS DE CARACTERÍSTICAS RESISTENTES

Resistencia a Compresión Simple (UNE-103-400)

Mediante este ensayo se somete una muestra cilíndrica con una relación diámetro/altura establecida a un esfuerzo de compresión simple hasta determinar la tensión de rotura.

Corte Directo (UNE-103-401)

Con este ensayo se pretende la determinación de los parámetros resistente, cohesión y ángulo de rozamiento interno, de una muestra sometida a esfuerzo cortante. También se pueden obtener los parámetros de resistencia residual.

En base al tipo de terreno y al tipo de edificación prevista, se han realizados los siguientes ensayos:

Muestra	Referencia	MA1	TPR1	MA1	TPR1	MA1	TPR1	Agua
	Procedencia	S1	S1	S2	S2	S3	S3	S3
Ensayos	Tipo	Alterada	Testigo protegido	Alterada	Testigo protegido	Alterada	Testigo protegido	Muestra agua
	Profundidad	7.20-7.80	13.20-13.50	10.20-10.80	24.35-24.60	5.40-6.00	17.70-18.00	17.20
	Humedad Natural		X		X		X	
	Límites de Atterberg	X	X	X	X	X	X	
	Granulometría	X	X	X	X	X	X	
	Sulfatos	X	X	X	X	X	X	
	Compresión Simple		X		X		X	
	Lambe	X						
	Análisis de Agua							X
	Baumann Gully							
	Materia Orgánica							
	Edómetro							
	P. de Hinchamiento							
	Hinchamiento libre							
	Colapso							
	Densidad Aparente		X		X		X	
	Densidad Seca		X		X		X	
	Corte Directo		X				X	

Ver anejos de actas de sondeos / catas, actas de ensayos de laboratorio y situación de ensayos

4.4 Cota 0.00

Para la acotación de los trabajos de campo se utiliza el siguiente equipo de topografía:

- Equipo GPS. Marca LEICA. Modelo GG02. Referencia 205164. Calibración. 22/05/17
- PDA. Marca LEICA. Modelo ZENO 5. Referencia RV1ACD500124D2. Calibración. 31/08/16

La altura o profundidad, según proceda, de las investigaciones de campo se indica en términos relativos, y como cotas absolutas entre paréntesis en el plano perfil geotécnico.

Se utiliza como cota de referencia 0.00 la cota de acera en acceso estimado, 16.20.

A falta de información gráfica facilitada, se estima cota final de sótano de la edificación a cota 13.20 (-3.00 m respecto cota 0.00 considerada).

4.5 Trabajos de gabinete

Una vez completada la campaña de reconocimiento y realizados los trabajos de laboratorio, se procede a realizar los siguientes trabajos:

- Determinación de viabilidad de cimentación.
- Determinación de parámetros geotécnicos para el diseño de cimentación.
- Determinación de parámetros sísmicos.
- Valoración de la expansividad.
- Estabilidad de laderas y/o taludes (en su caso).
- Clasificación de la agresividad del terreno.
- Parametrización geotécnica del terreno (coeficiente de balasto, ángulo rozamiento, cohesión, etc.).
- Condicionantes geotécnicos.
- Recomendaciones.
- etc.

5 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

Las características del suelo son fundamentales a la hora de determinar los parámetros geotécnicos del mismo. Basándose en las inspecciones geotécnicas de la parcela y entorno, en los trabajos de campo y en los ensayos de laboratorio se ha confeccionado el siguiente perfil geotécnico:

Nivel I. Rellenos antrópicos

Acotación. Detectado en superficie y con una profundidad variable entre 4.50 – 4.80 m respecto terreno actual – cota de ensayos, según los distintos puntos estudiados en la parcela.

Encuadre Geológico. Materiales de alteración antrópica. Sin relevancia geológica.

Litología. Material desestructurado asociado a rellenos de regularización. Matriz de arena limoarcillosa, con bastantes bolos distribuidos erráticamente, así como restos de construcción y otros elementos anómalos. Tonalidad marrón oscura, ligeramente rojiza según tramos. Identificación cualitativa, no se han llevado a cabo ensayos de identificación de laboratorio, el estrato carece de relevancia por lo que no se ha considerado su realización.

Geotecnia. Propiedades geotécnicas marginales-residuales, debe superarse en profundidad para el encaje de cimentación, así como proceder a su retirada a vertedero.

Drenaje-Permeabilidad. Drenaje natural de la parcela deficiente por escorrentía. Permeabilidad media.

Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas)

Acotación. Desde muro de nivel anterior hasta profundidad variable entre 18.60 – 27.00 m respecto cota de terreno actual – cota de ensayos.

Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial).

Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. Por una parte, desde muro del nivel anterior hasta profundidad variable entre 14.40 – 22.80 m se aprecia un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (**Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso**, espesores entre 9.90 - 18.20 m) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel en transición al siguiente subnivel de materiales con tamaños de grano mayores generalmente, gravas y gravillas en matriz de arena arcillosa (**Subnivel II.2 – Aluvial grosero**, espesor medio de 4.20 m), con intercalación de tramos más cohesivos – arcillosos. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica, según la amplia variedad de tamaños de partículas presentes en el terreno (granulometría dispersa). Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados en ambos subniveles. Sin indicios de materia orgánica.

Clasificación II.1. USCS. CL. Arcilla arenosa / ML. Limo arenoso / SC. Arena arcillosa // AASHTO. A-6 Arcillas / A-4 Limos /. Aceptable a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismorresistente. Tipo III – IV.

Clasificación II.2. USCS. SC. Arena arcillosa con gravas // AASHTO. A-6. Arcillas. Aceptable a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismorresistente. Tipo III.

Geotecnia II.1. Propiedades geotécnicas medias – bajas. Consistencia rígida // Compacidad media, con tramos muy sueltos intercalados. Capacidad portante media – baja. Deformabilidad media - alta de medio desarrollo. Material no colapsable. Material de expansividad baja – residual según ensayo Lambe y plasticidad.

Geotecnia II.2. Propiedades geotécnicas medias – buenas. Compacidad densa / Consistencia rígida. Capacidad portante media – alta. Deformabilidad baja de medio – corto desarrollo. Material estable, no colapsable ni expansivo.

Permeabilidad. Permeabilidad media – baja generalizada. Humedad baja, aumentando en profundidad a saturado según presencia de nivel freático. Este se detecta entre 14.50 – 15.00 m en sondeos.

Agresividad. Materiales no agresivos.

Nivel III. Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos)

Acotación. Desde muro de nivel anterior hasta fin de exploraciones (identificación directa mediante sondeo hasta 27.45 m). No se alcanza el muro del estrato. No se ha podido determinar su potencia. Según experiencia geotécnica en la zona y documentación bibliográfica disponible, el estrato podría alcanzar, al menos, varios metros más. En todo caso, el bulbo de presiones principales de la construcción se desarrollará en el seno del tramo investigado.

Encuadre Geológico. Unidad del Manto de Salobreña. Esquistos oscuros y cuarcitas con estauroлита y en su base distena.

Litología. Sustrato rocoso de formación metamórfica y naturaleza laminar. Se trata de una transición de suelo – roca, con tramos más arcillosos/cohesivos alternando con tramos de roca alterada (gravas y cantos en matriz de arena limoarcillosa en el material recuperado). Litología homogénea generalizada, con granulometría dispersa. Tonalidad marrón pardo generalizada. Sin indicios de materia orgánica.

Clasificación (tramos arcillosos). USCS. CL. Arcilla arenosa // AASHTO. A-6 Aceptable a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismoresistente. Tipo II.

Geotecnia. Propiedades mecánicas buenas. Atendiendo a este material de transición roca – suelo con buenas propiedades según se deduce de los rechazos producidos en ensayos SPT en profundidad; puede asemejarse mecánicamente en conjunto a un suelo granular muy denso / suelo cohesivo muy rígido. Capacidad portante alta. Deformabilidad baja de medio desarrollo. Material estable, no colapsable ni expansivo. Apto para el apoyo de la cimentación siguiendo las indicaciones dadas en el presente informe.

Permeabilidad. Permeabilidad media. Humedad baja.

Agresividad. Materiales no agresivos.

Parámetros geotécnicos principales:

	I Rellenos antrópicos	II Aluvial (arcillas, arenas y gravas) II.1 Aluvial fino arenoso II.2 Aluvial grosero	III Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos)
Casagrande (U.S.C.S.)	--	CL / ML / SC (II.1) CL arenosa (II.2)	CL arenosa (tramos arcillosos)
N _{C-SPT} (medio)	2 – 15 (golpeo irregular)	9 – 40 (II.1), con tramos muy sueltos intercalados 0 – 4 38 – 41 (II.2)	50/Rechazo
Densidad aparente (T/m ³)	1.65*	2.32 (II.1) 2.25 (II.2)	2.25
Humedad (%)	--	9.7 (II.1) 11.2 (II.2)	16.6
Compacidad / Consistencia	Blanda	Media / Rígida, con tramos muy sueltos intercalados (II.1) Densa / Rígida (II.2)	Muy densa / Muy rígida
Angulo rozamiento interno (°)	12 – 15* (Φ')	20* (Φ') II.1 57.33 (Φ _{cu}) II.1 30* (Φ') II.2 53.92 (Φ _{cu}) II.2	24 – 26* (Φ')
Cohesión sin drenaje (kg/cm ²)	0.00* (A efectos de cálculos)	0.79 (C _u) II.1 3.24 (C _{cu}) II.1 0.73 (C _u) II.2 2.33 (C _{cu}) II.2	1.14 (C _u)
Módulo de deformación. E' (MPa)	5 – 8*	45 – 75*	100 – 200*
Resistencia compresión simple (kg/cm ²)	--	1.57 (q _u) II.1 1.45 (q _u) II.2	2.27 (q _u)
Permeabilidad (cm/s)	10 ⁻⁵ *	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁵ *	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁴ *
Resistividad (Ω·m)	50*	50 – 100*	200 – 250*
Índice de hinchamiento Lambe (MPa)	--	0.05 (II.1)	--

* Valores estimados – Criterio C.T.E.

Suelo	Análisis simplificado	Cohesión no drenada Cu (kPa)
Muy blando	Se escapa entre los dedos cuando se ejerce presión sobre él.	<20
Blando	Se puede moldear con una ligera presión de los dedos	20 a 40
Firme	Se puede moldear con una fuerte presión de los dedos	40 a 75
Rígido	No se puede moldear con los dedos, el pulgar deja una marca	75 a 150
Muy rígido	Se ralla con la uña	150 a 300
Duro		> 300

Tabla 1a - Norma Francesa XP-P 94-202. Clasificación de suelos cohesivos según resistencia mecánica a corto plazo

6 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

La parcela presenta unos condicionantes geotécnicos desfavorables, destacándose a continuación los siguientes factores de mayor relevancia:

- Topografía actual de la parcela prácticamente plana, la pendiente no se considera relevante a efectos del presente estudio.
- Nivel freático detectado a 14.50 – 15.00 m de profundidad según sondeos.
- Detectado Nivel I – Rellenos antrópicos desde superficie y con una profundidad variable entre 4.50 – 4.80 m respecto cota terreno actual – cota de ensayos.
- Terreno natural de propiedades geotécnicas variables. Por un lado, se detecta un nivel de suelo aluvial (Nivel II), compuesto por arcillas y arenas, así como gravas/gravillas en profundidad, con una consistencia rígida / compacidad media, destacando la intercalación de tramos muy sueltos. Este nivel mejora en el tramo final de gravas arenosas – arcillosas de compacidad densa. Y por otra parte, a continuación se detectan esquistos, como una transición suelo – roca de compacidad muy densa / consistencia muy rígida en general.
- Nivel II.1 Aluvial fino arenoso. Atendiendo a la existencia de tramos intercalados de golpeo bajo – nulo (material de baja densidad, alto índice de poros); hay que destacar la metaestabilidad por colapsabilidad media que presenta este tramo (valoración cualitativa).
- Nivel II.1 Aluvial fino arenoso. Material no expansivo (baja – residual según ensayo Lambe y plasticidad). No se considera relevante según importantes espesores de relleno (Nivel I) detectados en la capa activa; así como el bajo – nulo potencial expansivo detectado; lo que hace no previsible este riesgo.
- Materiales no agresivos.
- Según la excavación necesaria para el encaje del sótano previsto, esta daría lugar a 2 zonas de conflicto principales: invasión del vial en fachada y de la medianera derecha construida con un edificio y una construcción aislados. Para evitar poner en riesgo la integridad y estabilidad de ambas medianeras se recomienda ejecutar **muros – pantalla** en estas zonas (Ver Anejos V y VI para mayor detalle).

6.1 Cimentación Profunda. Pilotes

Teniendo en cuenta los condicionantes geotécnicos anteriores, se considera recomendable optar por una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en el Nivel III – Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos) a una profundidad necesaria para superar los espesores de rellenos – Nivel I detectado, así como el Nivel II – Aluvial (arcillas, arenas y gravas) de bajas – medias propiedades. Este se detecta hasta profundidades de 18.60 – 27.00 m respecto cota de terreno actual en la zona de emplazamiento del edificio previsto.

Independientemente de las cargas solicitadas para cada elemento de cimentación, se recomienda que todos ellos se empotren convenientemente en terreno natural – Nivel III.

Para el apoyo de **soleras interiores** en Nivel I se recomienda optar por una solera con doble armado y diseñada para soportar las cargas a flexión (solera autoportante). De este modo se asegura su correcto funcionamiento en el caso de asentamiento del terreno de apoyo y se evitan problemas de asentamiento diferencial.

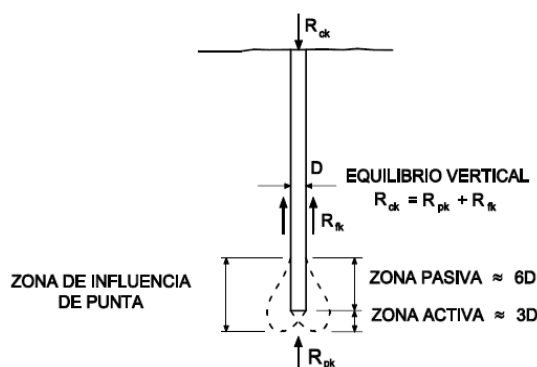
ESQUEMA GEOTÉCNICO SIMPLIFICADO

A objeto de simplificar la parametrización de estos elementos de cimentación, se considera la siguiente situación intermedia estimada según los niveles y su distribución observados en sondeos:

- **Nivel I (Rellenos).** Desde cota final de sótano hasta 1.50 m. Terreno consolidado, no se considera aporte de resistencia en este tramo.
- **Nivel II (Aluvial)** Desde 1.50 m hasta 19.50 m (18.00 m de espesor). Tramo que aporta resistencia por fuste.
- **Nivel III (Esquistos, transición suelo – roca).** A partir de 19.50 m. Tramo que aporta resistencia por fuste y punta.

6.1.1 Pilotes

Se considera apropiada la solución de utilización de pilotes in-situ, según la siguiente modelización:



La movilización de la carga por punta da lugar a la formación de zonas plastificadas por debajo de la punta del pilote, pero que se vuelven sobre sí misma para alcanzar al fuste del pilote en una cierta longitud. Estas zonas se denominan zona activa superior y zona activa inferior.

Se recuerda tener en cuenta el efecto de grupo en el diseño y cálculo de la cimentación cuando proceda, según la siguiente formulación recogida en el CTE.

$$\eta = \frac{\text{Carga de hundimiento del grupo}}{n \cdot \text{Carga hundimiento del pilote individual}} = \frac{R_{ckg}}{n \cdot R_{ck}}$$

Siendo n el numero de pilotes

PREDIMENSIONADO PILOTES PERFORADOS (BARRENADOS CON CONTROL Y ENTUBADOS)

A continuación, se detallan los parámetros de diseño recomendables para una cimentación por pilotes perforados; se considera hormigón tipo HA-25 y coeficientes de seguridad, $n = 3$. Se estudiarán los siguientes diámetros; 35 cm y 45 cm.

TOPE ESTRUCTURAL

Para la determinación del tope estructural se ha considerado las siguientes recomendaciones dadas en el CTE, en función del tipo de ejecución final:

Tabla 5.1. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes

Procedimiento	Tipo de pilote	Valores de σ (Mpa)	
Hincados	Hormigón pretensado o postesado	0,30 ($f_{ck} - 0,9 f_p$)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálicos	0,30 f_{yk}	
	Madera	5	
		Tipo de apoyo	
		Suelo firme	Roca
Perforados ⁽¹⁾	Entubados	5	6
	Lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenados sin control de parámetros	3,5	-
	Barrenados con control de parámetros	4	-

⁽¹⁾ Con un control adecuado de la integridad, los pilotes perforados podrán ser utilizados con topes estructurales un 25% mayores.

TOPE ESTRUCTURAL (Ton)	ø 35 cm	ø 45 cm
Barrenado con control 4,0 MPa	38.5	63.6
Entubados 5.0 MPa	48.1	79.5

CAPACIDAD GEOTÉCNICA POR ESTRATOS

Para **suelos cohesivos**, se utilizará la formulación siguiente según C.T.E. (F.2.1 *Determinación de la resistencia de hundimiento mediante soluciones analíticas para suelos finos*):

- Resistencia unitaria de hundimiento por punta

$$q_p = N_p c_u \quad (F.32)$$

siendo

c_u la resistencia al corte sin drenaje del suelo limoso o arcilloso, teniendo en cuenta la presión de confinamiento al nivel de la punta (entorno comprendido entre dos diámetros por encima y dos diámetros por debajo de ella) obtenida en célula triaxial o, en su caso, ensayo de compresión simple.

N_p depende del empotramiento del pilote, pudiéndose adoptar un valor igual a 9.

- Resistencia unitaria de hundimiento por fuste

$$\tau_f = \frac{100c_u}{100 + c_u} \quad (\tau_f \text{ y } c_u \text{ en kPa})$$

Para **suelos granulares**, se utilizará la formulación del apartado *Determinación de la resistencia de hundimiento mediante ensayos de penetración "in situ"*. Apartado F.2.2.1 – 6 del CTE.

- Resistencia unitaria de hundimiento por punta

$$q_p = f_N N \text{ (MPa)} \quad (F.34)$$

siendo

$f_N = 0,4$ para pilotes hincados

$f_N = 0,2$ para pilotes hormigonados in situ

N el valor medio de N_{SPT} . A estos efectos se obtendrá la media en la zona activa inferior y la media en la zona pasiva superior. El valor de N a utilizar será la media de las dos anteriores. (véase Figura 5.5)

- Resistencia unitaria de hundimiento por fuste

$$\tau_f = 2,5 N_{SPT} \text{ (kPa)}$$

(Coeficiente de seguridad $n = 3$, según tabla 2.1 del CTE. DB-SE-C)

Aplicando las formulaciones anteriores en cada nivel geotécnico y consideraciones de suelo cohesivo o granular según valoración general de cada nivel, se obtienen las siguientes resistencia por fuste / punta:

- Nivel I
 $q_r = 0.00$
- Nivel II (cohesivo, considerando la situación más desfavorable se desprecia el tramo final de gravas)
 $C_u = 0.79 \text{ kg/cm}^2 = 79 \text{ kPa}$
 $q_r = 14.71 \text{ kPa} = 0.15 \text{ kg/cm}^2$
- Nivel III (granular)
 $N = 50$
 $q_r = 41.70 \text{ kPa} = 0.42 \text{ kg/cm}^2$
 $q_p = 3.33 \text{ MPa} = 33.33 \text{ kg/cm}^2$

CAPACIDAD GEOTÉCNICA	Ø 35 CM	Ø 45 CM
Fuste (Ton/m.l) - Nivel I	0.00	0.00
Fuste (Ton/m.l) - Nivel II	1.62	2.08
Fuste (Ton/m.l) - Nivel III	4.58	5.89
Punta (Ton) - Nivel III	32.07	53.01

Según lo anterior, si se iguala la capacidad geotécnica al tope estructural, se obtienen las siguientes profundidades de empotramiento para **agotamiento geotécnico** del pilotes según situación modelizada.

Longitud pilotes hasta agotamiento geotécnico (m) (Nivel I + Nivel II + Empotramiento en Nivel III)	Ø 35 cm	Ø 45 cm
Barrenado con control 4,0 MPa	22.00**	22.50**
Entubados* 5.0 MPa	22.00	22.50

* Recomendable con camisa perdida, ya que entubados con camisa recuperable resultan más caros teniendo en cuenta las profundidades a alcanzar y presencia de NF (agresividad media)

**Longitud cerca del límite recomendado para este tipo de pilote

Longitud pilote (m)	RESISTENCIA (Ton)				Nivel
	Barrenado c/control Ø 35 cm	Barrenado c/control Ø 45 cm	Entubados Ø 35cm	Entubados Ø 45cm	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nivel I (Rellenos)
1.00					
2.00	0.81	1.04	0.81	1.04	Nivel II (Aluvial)
3.00	2.43	3.12	2.43	3.12	
4.00	4.05	5.20	4.05	5.20	
5.00	5.67	7.28	5.67	7.28	
6.00	7.29	9.36	7.29	9.36	
7.00	8.91	11.44	8.91	11.44	
8.00	10.53	13.52	10.53	13.52	
9.00	12.15	15.60	12.15	15.60	
10.00	13.77	17.68	13.77	17.68	
11.00	15.39	19.76	15.39	19.76	
12.00	17.01	21.84	17.01	21.84	
13.00	18.63	23.92	18.63	23.92	
14.00	20.25	26.00	20.25	26.00	
15.00	21.87	28.08	21.87	28.08	
16.00	23.49	30.16	23.49	30.16	
17.00	25.11	32.24	25.11	32.24	
18.00	26.73	34.32	26.73	34.32	
19.00	28.35	36.40	31.31	40.21	Nivel III (Transición suelo – roca)
20.00	31.45	40.39	31.45	40.39	
21.00	38.50	46.28	48.10	46.28	Empotramiento mínimo 6D (2.10 – 2.70 m)
22.00	38.50	63.60	48.10	79.50	
22.50		63.60		79.50	

Observaciones:

- Se considera el efecto de la resistencia por punta a partir del empotramiento mínimo **6D** en el Nivel III (CTE – Figura página 26).
- Las longitudes indicadas se refieren a las necesarias para alcanzar el **agotamiento geotécnico** de un pilote, la longitud final de estos dependerá de las cargas previstas en cada pilar y según número de pilotes por encepado.
- En las situaciones propuestas con este empotramiento mínimo 6D se obtienen capacidades geotécnicas de 72.68 Tn (Ø 35cm), 108.13 Tn (Ø 45cm), superando ampliamente el tope estructural en cada caso, por lo que habrá que tener en cuenta este aspecto en el diseño y distribución de la cimentación.

PREDIMENSIONADO PILOTES PREFABRICADOS HINCADOS

A continuación, se detallan los parámetros de diseño recomendables para una cimentación por pilotes hincados; se considera hormigón tipo HA-50, y coeficientes de seguridad, $n = 2$ (según tabla 2.1 del CTE. DB-SE-C). Se estudiarán las secciones: T – 350: Sección 35 cm // T – 400: Sección 40 cm.

TOPE ESTRUCTURAL

Para la determinación del tope estructural se ha considerado las siguientes recomendaciones dadas en el CTE, en función del tipo de ejecución final (Tabla 5.1. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes):

Tabla 5.1. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes			
Procedimiento	Tipo de pilote	Valores de σ (Mpa)	
Hincados	Hormigón pretensado o postesado	0,30 ($f_{ck} - 0,9 f_p$)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálicos	0,30 f_{yk}	
	Madera	5	
		Tipo de apoyo	
		Suelo firme	Roca
Perforados ⁽¹⁾	Entubados	5	6
	Lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenados sin control de parámetros	3,5	-
	Barrenados con control de parámetros	4	-

⁽¹⁾ Con un control adecuado de la integridad, los pilotes perforados podrán ser utilizados con topes estructurales un 25% mayores.

TOPE ESTRUCTURAL (Ton)	35 cm	40 cm
Hincados HA-50 (0.30 · 50MPa = 15.00 MPa)	183.8	240.0

CAPACIDAD GEOTÉCNICA POR ESTRATOS

Para el cálculo de los valores medios de resistencia en punta (q_p) y resistencia por fuste (q_f) en **suelos granulares y/o suelos cohesivos** se empleará la misma formulación recogida en la página 28.

(Coeficiente de seguridad $n = 2$, según tabla 2.1 del CTE. DB-SE-C)

Teniendo en cuenta las fórmulas anteriores, se ha determinado la capacidad geotécnica para el resto de los niveles:

- Nivel I
 $q_f = 0.00$
- Nivel II (cohesivo, considerando la situación más desfavorable se desprecia el tramo final de gravas)
 $C_u = 0.79 \text{ kg/cm}^2 = 79 \text{ kPa}$
 $q_f = 22.07 \text{ kPa} = 0.22 \text{ kg/cm}^2$

- Nivel III (granular)
N = 50
 $q_r = 62.50 \text{ kPa} = 0.63 \text{ kg/cm}^2$
 $q_p = 10.00 \text{ MPa} = 100.00 \text{ kg/cm}^2$

CAPACIDAD GEOTÉCNICA	Ø 35 CM	Ø 45 CM
Fuste (Ton/m.l) - Nivel I	0.00	0.00
Fuste (Ton/m.l) - Nivel II	3.09	3.53
Fuste (Ton/m.l) - Nivel III	8.75	10.00
Punta (Ton) - Nivel III	122.50	160.00

Según lo anterior, si se iguala la capacidad geotécnica al tope estructural, se obtienen las siguientes profundidades de empotramiento para **agotamiento geotécnico** del pilote, según situación modelizada:

Longitud pilotes hasta agotamiento geotécnico (m) (Nivel I + Nivel II + Empotramiento en Nivel III)	35 cm	40 cm
Hincados HA-50 (0.30-50MPa = 15.00 MPa)	22.00	22.50

Longitud pilote (m)	RESISTENCIA (Ton)		Nivel
	Hincados T-350	Hincados T-400	
0.00	0.00	0.00	Nivel I (Rellenos)
1.00			
2.00	1.55	1.77	Nivel II (Aluvial)
3.00	4.64	5.30	
4.00	7.73	8.83	
5.00	10.82	12.36	
6.00	13.91	15.89	
7.00	17.00	19.42	
8.00	20.09	22.95	
9.00	23.18	26.48	
10.00	26.27	30.01	
11.00	29.36	33.54	
12.00	32.45	37.07	
13.00	35.54	40.60	
14.00	38.63	44.13	
15.00	41.72	47.66	
16.00	44.81	51.19	
17.00	47.90	54.72	
18.00	50.99	58.25	
19.00	54.08	61.78	
20.00	60.00	68.54	Nivel III (Transición suelo – roca)
21.00	183.80	78.54	
22.00	183.80	240.00	
22.50		240.00	Empotramiento mínimo 6D** (2.35 – 2.70 m)

** $D_{eq35} = 0.39 \text{ m} / D_{eq40} = 0.45 \text{ m}$

Observaciones:

- Se considera el efecto de la resistencia por punta a partir del empotramiento mínimo **6D** en el Nivel III (CTE – Figura página 26).
- Las longitudes indicadas se refieren a las necesarias para alcanzar el **agotamiento geotécnico** de un pilote, la longitud final de estos dependerá de las cargas previstas en cada pilar y según número de pilotes por encepado.
- En las situaciones propuestas con este empotramiento mínimo 6D se obtienen capacidades geotécnicas de 200.00 Tn (T – 350), 253.54 Tn (T – 400), superando el tope estructural en cada caso, por lo que habrá que tener en cuenta este aspecto en el diseño y distribución de la cimentación.
- El **coeficiente de seguridad de 2.0** para esta opción de pilotes hincados se ha aplicado considerando la ejecución según métodos basados en pruebas dinámicas de hinca con control electrónico de la hinca y contraste con pruebas de carga, según se recoge en la tabla 2.1 del CTE. DB-SE-C.

6.2 Cimentación superficial. Losa HA (Cimentación compensada)

Según los mismos condicionantes geotécnicos anteriores, se considera apta una cimentación superficial mediante losa HA apoyada en el Nivel II – Aluvial (arcillas, arenas y gravas), **II.1 Aluvial fino arenoso**, a una profundidad mínima necesaria para superar el Nivel I – Rellenos antrópicos (detectado con profundidad de hasta 4.80 m respecto cota terreno actual – cota de ensayos).

Atendiendo al encaje del sótano previsto del edificio (profundidad no definida), este debe alcanzar hasta 4.80 m respecto cota actual de terreno, con el fin de superar los rellenos – Nivel I en toda la huella y asegurar el apoyo en el terreno natural – Nivel II.

Para un buen funcionamiento de la losa, donde se reduzcan lo máximo posible los asentos esperados, se recomienda llevar a cabo una **cimentación compensada**. Esta consiste en que la losa transmita una tensión igual o menor a la que había en el terreno antes de la excavación, evitando el hundimiento del edificio y consiguiendo asentos muy reducidos o despreciables. Por un lado, se pretende una disminución considerable de la alteración de las cargas del terreno y, por tanto, minimizar los asentos diferenciales esperables.

Se recomienda ejecutar una capa de gravas o bolos de hasta 30 cm bajo losa para asegurar un apoyo homogéneo, así como para mejorar la transmisión de tensiones al terreno y el aislamiento frente a la humedad.

6.2.1 Estados límite últimos (Tensión admisible de hundimiento)

Para la determinación de la tensión admisible frente al hundimiento, se ha considerado la siguiente formulación:

a) Para $B^* < 1,2 \text{ m}$

$$q_{adm} = 12 N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B^*} \right) \left(\frac{S_t}{25} \right) \text{ kN/m}^2$$

b) Para $B^* \geq 1,2 \text{ m}$:

$$q_d = 8 N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B^*} \right] \left(\frac{S_t}{25} \right) \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*} \right)^2 \text{ kN/m}^2$$

Esta formulación es la recogida en el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) en su apartado **4.3.3. Método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible en suelos granulares.**

La formulación está concebida en origen para el cálculo de zapatas. Los resultados arrojados para el caso de losas, desde el punto de vista del criterio de hundimiento, resultan conservadores.

Teniendo en cuenta los parámetros del terreno, la cimentación y edificio considerado, se obtiene una tensión máxima admisible de hundimiento, $q = 1.30 \text{ kg/cm}^2$.

6.2.2 Estados límite de servicio (Tensión admisible de servicio – Asientos)

Teniendo en cuenta el vaciado del solar para el encaje del sótano previsto, la cimentación se considera compensada, por lo que los asientos previsibles serán mínimos. **Esta consideración solo será aplicable si el proceso de construcción es continuado tras el vaciado del solar.**

A modo aproximado se detalla el siguiente balance considerado:

Carga del edificio:

- Cimentación: $0.50 \text{ m} \times 2.50 \text{ T/m}^3 = 1.25 \text{ T/m}^2$
- Edificio: $3 \text{ plantas} \times 1.00 \text{ T/m}^3 = 3.00 \text{ T/m}^2$

TOTAL = 4.25 T/m^2

Descarga en excavación:

- Nivel I: $4.80 \text{ m} \times 1.65 \text{ T/m}^3 = 7.92 \text{ T/m}^2$

TOTAL = 7.92 T/m^2

“Descarga de terreno > Carga del edificio → Cimentación compensada”

6.3 Coeficiente Balasto

El módulo de balasto (K) se define como el cociente entre la presión vertical, q, aplicada sobre un determinado punto de un cimiento directo y el asiento, s, experimentado por dicho punto.

$$K = q/s$$

Para la determinación del coeficiente de balasto se considera la siguiente tabla propuesta en el CTE para estimación del K_{30} .

Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto, K_{30}

Tipo de suelo	K_{30} (MN/m ³)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa compacta	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

Para este caso, se recomienda considerar:

$$K_{30} = 4 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Nivel I)}$$

$$K_{30} = 5 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Nivel II)}$$

$$K_{30} = 30 \text{ kg/cm}^3 \text{ (Nivel III)}$$

A partir de este dato se calcula el coeficiente de balasto de la cimentación teniendo en cuenta la siguiente formulación, recogida igualmente en el CTE.

- Para zapata cuadrada de ancho B, en terrenos cohesivos:
 $K = K_{30} \times 0.3/B$
- Para zapata cuadrada de ancho B, en terrenos granulares:
 $K = K_{30} \times (B + 0.3)^2/4B^2$
- Para zapata rectangular de ancho B y largo L, para cualquier suelo:
 $K' = K \times (1 + B/2L)$

6.4 Distorsión angular (Asientos Diferenciales)

Se recuerda la importancia de situar todos los elementos de cimentación en un mismo nivel geotécnico. Teniendo en cuenta esta recomendación, no se considera relevante el efecto de los asientos diferenciales por parte del terreno de apoyo para un reparto de cargas homogéneo. Es importante tener en cuenta este aspecto en el diseño del edificio y de la estructura de cimentación.

En el caso de variabilidad horizontal en el terreno de apoyo, se recomienda la utilización de junta estructural.

Tabla 2.2. Valores límite basados en la distorsión angular

Tipo de estructura	Límite
Estructuras isostáticas y muros de contención	1/300
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1/500
Estructuras de paneles prefabricados	1/700
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1/1000
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1/2000

Tabla 2.3. Valores límite basados en la distorsión horizontal

Tipo de estructura	Límite
Muros de carga	1/2000

Tabla 2.2 y 2.3. CTE-SE-C. Valores límite basados en la distorsión angular

6.5 Nivel Freático

Este dato no debe entenderse como fijo, pudiendo variar con las condiciones hídricas del entorno (lluvias, bombeos de pozos, etc).

En la campaña de reconocimiento de la parcela se han realizado las siguientes mediciones de nivel freático, con los siguientes resultados:

ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)
S1	15.00
S2	14.50
S3	14.40
P1	13.00
P2	No se detecta

Ver anejos de actas de sondeos y situación de ensayos

6.6 Agresividad

Para la determinación de la agresividad del suelo se tomarán como referencia los valores recogidos en la siguiente tabla del *Código Estructural*.

SUELO

Tabla 27.1.b. Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETRO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l)	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l)	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l)	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l)	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l)	75 - 150	50 - 75	<50
SUELO	GRADO ACIDEZ BAUMANN-GULLY	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco)	2000 - 3000	3000-12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Para este caso, se ha determinado el contenido de ion sulfato con un resultado de **42 – 157 mg SO₄²⁻ / kg de suelo seco**, por lo que **NO** se considera necesario el uso de hormigón con ambiente de exposición específico, **NI** cemento sulforresistente en cimentación y demás elementos en contacto directo con el terreno.

AGUA

Para la muestra de agua estudiada a 17.20 m, y considerando la cimentación profunda recomendada, se ha determinado el contenido de ion sulfato con un resultado de **690 mg SO₄²⁻ / L (Ataque medio)**, por lo que **SÍ** se considera necesario el uso de hormigón con ambiente de exposición específico **XA2**, y **SÍ cemento sulforresistente (SR)** en cimentación y demás elementos en contacto directo con el agua.

6.7 Exposición al gas Radón

Según la entrada en vigor en 2020 del RD 732/2019 de 20 Diciembre, por el que se modificaba el Código Técnico de la Edificación de RD 314/2006, de 17 de Marzo; se incluyó una nueva sección, HS 6, en el Documento Básico de condiciones de Salubridad DB-HS, en la que se desarrollan los conceptos y consideraciones sobre la protección frente al gas Radón.

El Radón presente en el interior de los edificios procede principalmente del terreno, penetrando a través de grietas, juntas y materiales porosos de los cerramientos del edificio en contacto con el suelo, por lo que las mayores concentraciones del gas se localizan en sótanos y plantas bajas.

Cuando el Radón llega al ambiente exterior se diluye rápidamente en el aire, pero cuando lo hace a un espacio cerrado y poco ventilado, como puede ser el interior de un edificio, puede concentrarse y representar un serio riesgo para la salud de las personas.

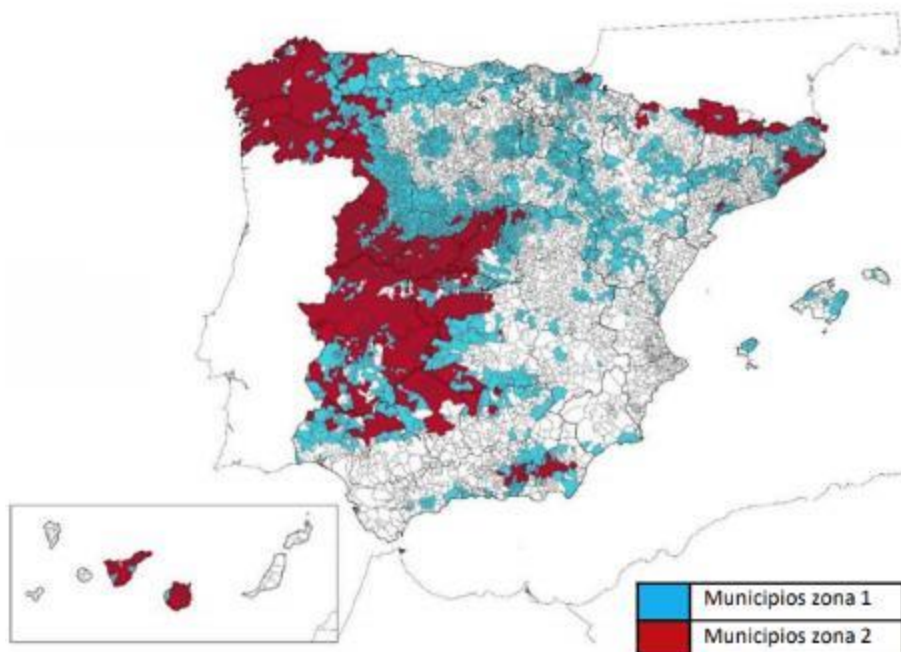
El principal factor que gobierna la concentración de Radón en el terreno es la distribución geoquímica del Uranio en los distintos tipos de rocas. Las rocas ricas en Uranio presentan mayores concentraciones del gas, aunque también se puede encontrar en formaciones geológicas de elevada fracturación que permita la permeabilidad desde otras formaciones geotécnicas adyacentes ricas en Uranio.

Las rocas graníticas y pizarrosas contienen de forma natural Uranio a partir del cual se genera Radio que a su vez creará el Radón.

Atendiendo a las regiones geológicas existentes en España se establecen tres zonas de potencial exposición:

- **Zona 0** o Zona No Clasificada / Baja Exposición. En general materiales terciarios y cuaternarios, con excepción de fondos con origen derivado de rocas graníticas o metasedimentarias.
- **Zona 1** o Zona de Media Exposición:
 - Zonas formación metamórficas – Oeste peninsular y Zona Mediterránea Meridional
 - Determinados metasedimentos – Zona Ciudad Real principalmente y también otras zonas puntuales
 - Algunas facies detríticas. Teruel, Soria, Cuenca, Guadalajara
- **Zona 2** o Zona de Alta Exposición:
 - Zonas formación metamórficas – Oeste peninsular y Zona Mediterránea Meridional
 - Determinados metasedimentos – Zona Ciudad Real principalmente y también otras zonas puntuales
 - Algunas facies detríticas. Teruel, Soria, Cuenca, Guadalajara

El Apéndice B. Clasificación de municipios en función del potencial de radón del DB HS6 incluye el listado de términos municipales en los que, en base a las medidas realizadas por el Consejo de Seguridad Nuclear, se considera que hay una probabilidad significativa de que los edificios allí construidos sin soluciones específicas de protección frente al radón presenten concentraciones de radón superiores al **nivel de referencia (300 Bq/m³)**.



Mapa de municipios según zonas de exposición al gas Radón. Fuente: www.codigotecnico.org

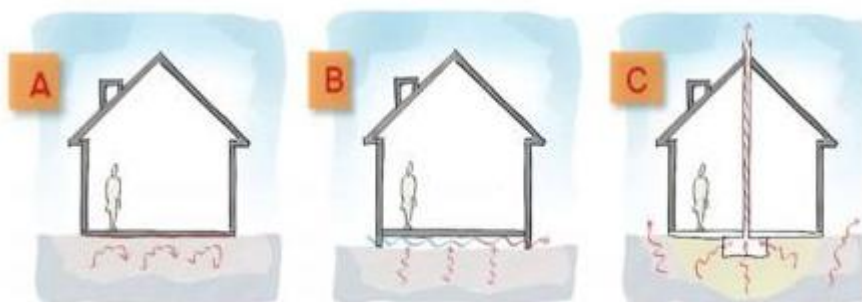
El DB HS6 se aplica a todos los edificios de nueva planta que se construyan en estos términos municipales (zona 1 y zona 2) y también a los edificios existentes en estas zonas en los que se vaya a realizar una intervención de reforma que afecte a algún elemento constructivo que influya en la concentración de radón, así como a las ampliaciones y a las zonas del edificio afectadas por un cambio de uso.

Las **soluciones constructivas mínimas** para aplicar en estos edificios serán las siguientes:

- Obra nueva:

En términos municipales ZONA 1 = **A** o **B**

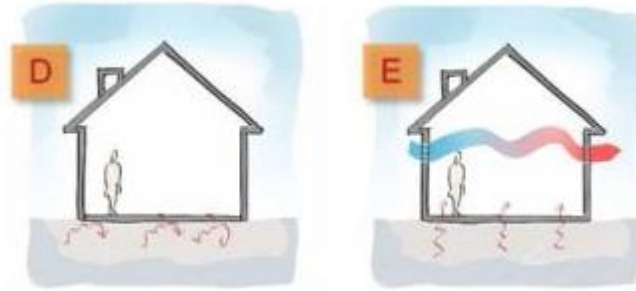
En términos municipales ZONA 2 = **A** + (**B** o **C**)



(A) Barrera de protección. (B) Cámara de aire ventilada. (C) Despresurización del terreno

Fuente: www.codigotecnico.org

- Edificios existentes. Otras soluciones para edificios existentes alternativas o complementarias a las propias de obra nueva (**A, B y C**) son el sellado de los cerramientos en contacto con el terreno (**D**) y la mejora de la ventilación (**E**).



(D) Sellado de cerramientos. (E) Mejora de la ventilación

Fuente: www.codigotecnico.org

Finalmente, hay que destacar que, en este caso, el DB HS6 no se aplicaría debido a que la actuación prevista **NO** se ubica en un municipio que aparezca en el Apéndice B de dicha normativa, en los que se considera que hay una probabilidad significativa de que los edificios allí construidos presenten concentraciones de radón superiores al nivel de referencia.

6.8 Sismicidad

Para la consideración de la acción sísmica se aplicará la Norma de Construcción Sismorresistente. NCSE-02.



Para el cálculo de dicha acción, la aceleración de cálculo (A_c), se consideran los siguientes parámetros, según la citada norma:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

A_b (Aceleración básica). Parámetro que depende de la localización geográfica de la parcela dentro del territorio nacional. La aceleración sísmica básica se expresa en función de la aceleración de la gravedad ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$).

ρ (Coeficiente adimensional de riesgo). Es función de la probabilidad aceptable de que exceda A_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

- Construcciones de importancia normal, $\rho = 1,0$
- Construcciones de importancia especial, $\rho = 1,3$
- Construcciones de importancia normal. Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- Construcciones de importancia especial. Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas.

Para este caso, $\rho = 1,0$.

S (Coeficiente de amplificación del terreno).

Este coeficiente toma el valor de:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \quad S = 1,0$$

Siendo:

K (Coeficiente de contribución). Coeficiente que tiene en cuenta la distinta contribución a la sismicidad de cada punto de la sismicidad de la península y la sismicidad de la falla Azores-Gibraltar.

C (Coeficiente del terreno). Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros, mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1, e_2, e_3, e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.

- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} > V_s > 400 \text{ m/s}$.

- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} > V_s > 200 \text{ m/s}$.

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s < 200 \text{ m/s}$.

Por otra parte, según el texto que aparece en la norma sísmica (NCSE-02. C.2.4, basado en la NTE-CEG), se elabora la siguiente tabla, diferenciando entre terreno granular y cohesivo:

Descripción del terreno	Coeficiente C		
	Granular N_{60}	Cohesivo q_u (kg/cm ²)	C
Tipo I: Roca compacta, suelo cementado	> 50	--	1.0
Tipo II: Roca alterada, granular denso o cohesivo duro	> 40	> 5.0	1.3
Tipo III: Suelo granular de compacidad media, cohesivo firme - muy firme	> 15	> 2.0	1.6
Tipo IV: Suelo granular suelto, cohesivo blando	< 15	< 2.0	2.0

* Si $C > 1.8$, se indican consideraciones especiales (NCSE-02 2.4)

** $N_{60} = N_{C-SPT}$ (valor corregido)

Atendiendo a la tabla anterior, para este caso tenemos los siguientes parámetros (esquema empleado para pilotes):

Nivel	Potencia	Tipo de terreno	Coeficiente
Nivel I	1.50	IV	2.00
Nivel II	18.00	IV – III	1.65
Nivel III	10.50	II	1.30

Parámetros diseño sismo	
A_b	0.14g
A_c	0.17g
K	1.00
C	1.55
S	1.20

6.8.1 Recomendaciones diseño para sismo

A continuación, se recogen varios criterios de diseño de cimentación y estructura según NBE-NCSE-02 en función de la A_c determinada en el apartado anterior.

CIMENTACIÓN

- Cuando $A_c \geq 0,16$ g los elementos de atado deberán ser vigas de hormigón armado.
- Cuando $A_c < 0,16$ g podrá considerarse que la solera de hormigón constituye el elemento de atado, siempre que se sitúe a nivel de las zapatas o apoyada en su cara superior, sea continua alrededor del pilar en todas las direcciones, tenga un espesor no menor de 15 cm, ni de 1/50 de la luz entre pilares y sea capaz de resistir el esfuerzo prescrito en el primer párrafo de este apartado.

MUROS DE FÁBRICA

- Cuando $A_c \geq 0,12$ g, en los muros de fábrica debe haber refuerzos verticales y horizontales a distancias menores de 5 m. Además, la diagonal de un paño entre refuerzos debe ser inferior a 40 veces el espesor del muro.

SOPORTES

- Cuando $A_c \geq 0,12$ g:
 - La dimensión mínima no será inferior a 0,25 m.
 - El armado longitudinal estará constituido por al menos tres barras en cada cara (seis en secciones circulares), con un intervalo no superior a 0,20 m.
- Además, cuando $A_c \geq 0,16$ g:
 - La dimensión mínima no será inferior a 0,30 m.
 - El intervalo entre barras longitudinales no será superior a 0,15 m.

6.9 Excavabilidad / Estabilidad

EXCAVABILIDAD

A efectos de excavabilidad el PG3 define tres tipos de materiales o medios:

- **Excavación en roca:** comprende a todas las masas rocosas o depósitos estratificados y/o cementados y roca maciza sin alteración o baja alteración (tipo III-II-I) que necesitan de métodos especiales para su excavación o extracción (prevoladura/voladura o martillo neumático de gran potencia). Velocidad de propagación sísmica, $V_p > 2000$ m/s.
- **Excavación en terreno de tránsito (suelo de alteración):** comprende los materiales formados por la descomposición de rocas (alteración tipo V-IV), para su excavación no son necesarios explosivos, pero sí sea precisa la utilización de escarificadores o rippers profundos y pesados. Puede ser necesario el uso puntual de martillo neumático. Velocidad de propagación sísmica, V_p entre 1000 m/s y 2000 m/s.
- **Excavación en tierras:** comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores (suelos cohesivos, granulares, rocas alteradas tipo VI). En general, materiales que requieren de maquinaria convencional para su excavación, o procesos manuales, utilizando herramientas sencillas. Velocidad de propagación sísmica, $V_p < 1000$ m/s.

Según lo anterior, se definen los siguientes tipos de excavabilidad para cada nivel geotécnico:

Nivel I. Rellenos antrópicos

Excavabilidad tipo Tierra

Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas)

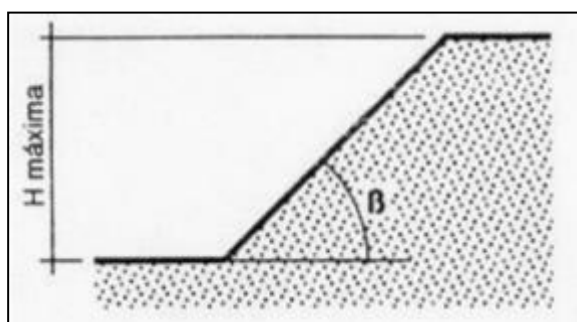
Excavabilidad tipo Tierra

ESTABILIDAD

Estabilidad de taludes. Corto plazo

En aquellas zonas con posibilidad de ataluzamiento en las excavaciones, se recomienda mantener las inclinaciones y alturas máximas en obra según las indicaciones de la Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos".

La siguiente tabla sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud β no mayor de 60° y de la resistencia a compresión simple del terreno.



Tipo de terreno	Ángulo de talud β	Resistencia a la compresión simple (kg/cm ²)				
		0.250	0.375	0.500	0.625	≥ 0.750
Arcillas y limos muy plásticos	30	2.40	4.60	6.80	7.00	7.00
	45	2.40	4.00	5.70	7.00	7.00
	60	2.40	3.60	4.90	6.20	7.00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2.40	4.90	7.00	7.00	7.00
	45	2.40	4.10	5.90	7.00	7.00
	60	2.40	3.60	4.90	6.30	7.00
Arcillas y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4.50	7.00	7.00	7.00	7.00
	45	3.20	5.40	7.00	7.00	7.00
	60	2.50	3.90	5.30	6.80	7.00

Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones (H. máx en m)

Según lo anterior, las características geotécnicas del terreno según lo detallado en el apartado 5 y las necesidades de excavación del proyecto, se proponen las siguientes inclinaciones máximas en obra:

- **Nivel I. 1H-1V** (estimada, no se aplica esta Norma por tratarse de un terreno suelto o blando)
- **Nivel II. 1H-2V** (considerando el terreno natural como arcilla arenosa / arena arcillosa)

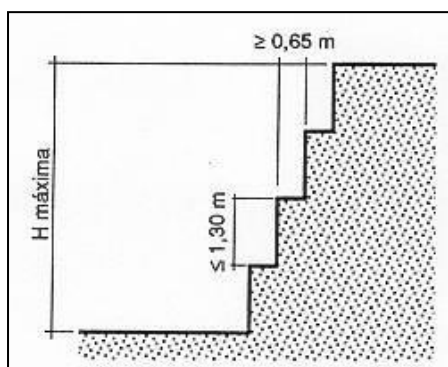
Inclinaciones máximas en obra recomendadas para condiciones secas / humedad baja. En condiciones de humedad elevada / presencia de agua, se deberá evaluar específicamente la estabilidad de los taludes a corto plazo.

Para profundidades inferiores a 1.30 m en terrenos con cohesión y sin solicitaciones de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

De manera alternativa, la altura máxima admisible $H_{\text{máx}}$ en cortes ataluzados del terreno provisionales, con ángulo comprendido entre 60° y 90° (talud vertical), sin solicitud de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse en la siguiente tabla en función de la resistencia a compresión simple de terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el “venteo” o pequeño desprendimiento, se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0.65 m y contramesetas no mayores de 1.30 m.

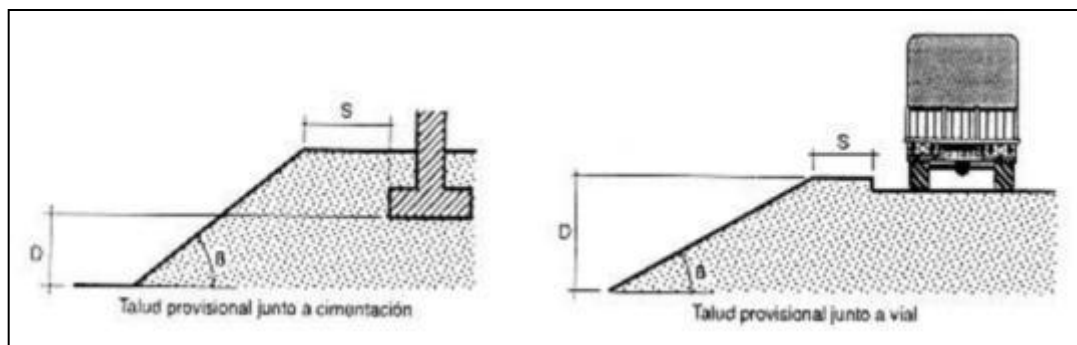
Resistencia a la compresión simple (kg/cm ²)	Peso específico aparente (g/cm ³)				
	2.20	2.10	2.00	1.90	1.80
0.25	1.06	1.10	1.15	1.20	1.25
0.30	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50
0.40	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10
0.50	2.10	2.20	2.30	2.45	2.60
0.60	2.60	2.70	2.80	2.95	3.10
0.70	3.00	3.15	3.30	3.50	3.70
0.80	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20
0.90	3.90	4.05	4.20	4.45	4.70
1.00	4.30	4.50	4.70	4.95	5.20
1.10	4.70	4.95	5.20	5.20	5.20
≥ 1.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20

Altura máxima admisible ($H_{\text{máx}}$ en m)



Adicionalmente, se tendrá en cuenta si el corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S", entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea **menor o igual** a los valores:

Tipo de sollicitación	Ángulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2



Estabilidad de taludes. Largo plazo

Para los taludes y contenciones de tierras definitivos se recomienda la utilización de estructuras de contención tipo hormigón armado o similar, para su diseño se recomienda utilizar parámetros recogidos en el apartado 5.

Coeficientes de Empuje		Nivel I (12°)	Nivel II (20°)	Relleno controlado en trasdós de muros ($\phi = 30^\circ$)
Reposo	$K_0 = 1 - \sin(\Phi)$	0.79	0.66	0.50
Activo	$K_a = \tan^2[45^\circ - (\Phi/2)]$	0.66	0.49	0.33
Pasivo	$K_p = \tan^2[45^\circ + (\Phi/2)]$	1.52	2.03	3.00

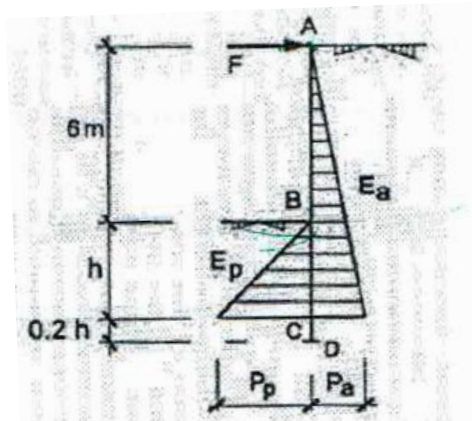
6.9.1 Estabilidad de paredes. Muro de contención – pantalla (micropilotes)

A continuación, se indican los parámetros y condicionantes más importantes a tener en cuenta para el diseño de pantallas.

Empotramiento mínimo de la pantalla

El empotramiento de la pantalla dependerá principalmente de la configuración geométrica de la misma: altura libre de terreno a contener, disposición de los anclajes y sobrecargas de uso.

Se realiza a modo de ejemplo el cálculo del empotramiento necesario para una pantalla con punto de sujeción próximo a coronación (CTE – F.3.1.2) de acuerdo con el siguiente croquis (altura libre 3.50 m y anclajes en extremo superior de pantalla):



El terreno a contener tiene una rasante horizontal y se considera nulo el rozamiento entre muro y terreno. Se aplican los coeficientes de empujes obtenidos en apartado anterior (*teoría de Rankine*) y los parámetros del terreno **Nivel I** (terreno en trasdós) dados en apartado 5.

Ley de empujes:

Activo

$$P_a = k_a \cdot \text{Peso específico} \cdot \text{Profundidad} = 0.66 \cdot 16.5 \cdot (3.50 + h) = 10.89 \cdot (3.50 + h)$$

$$E_a = 1/2 \cdot 10.89 \cdot (3.50 + h) \cdot (3.50 + h) = 5.45 \cdot (3.50 + h)^2$$

Pasivo

$$P_p = k_p \cdot \text{Peso específico} \cdot \text{Profundidad} = 1.52 \cdot 16.5 \cdot h = 25.08 \cdot h$$

$$E_p = 1/2 \cdot (25.08 \cdot h) \cdot h = 12.54 \cdot h^2$$

Tomamos momentos respecto del punto A de aplicación del tirante:

$$5.45 \cdot (3.50 + h)^2 \cdot [2/3 \cdot (3.50 + h)] = 12.54 \cdot h^2 \cdot (3.50 + 2/3 \cdot h)$$

$h = 5.29$ m, aumentando un 20% para garantizar la **estabilidad** (según CTE, F.63), se obtiene un empotramiento mín. de la pantalla de:

$$h + 0.2 \cdot h; \quad h_{\min} = \pm 6.40 \text{ m}$$

Mediante el equilibrio de las fuerzas horizontales podemos calcular el valor de la fuerza F en el anclaje por metro lineal de pantalla:

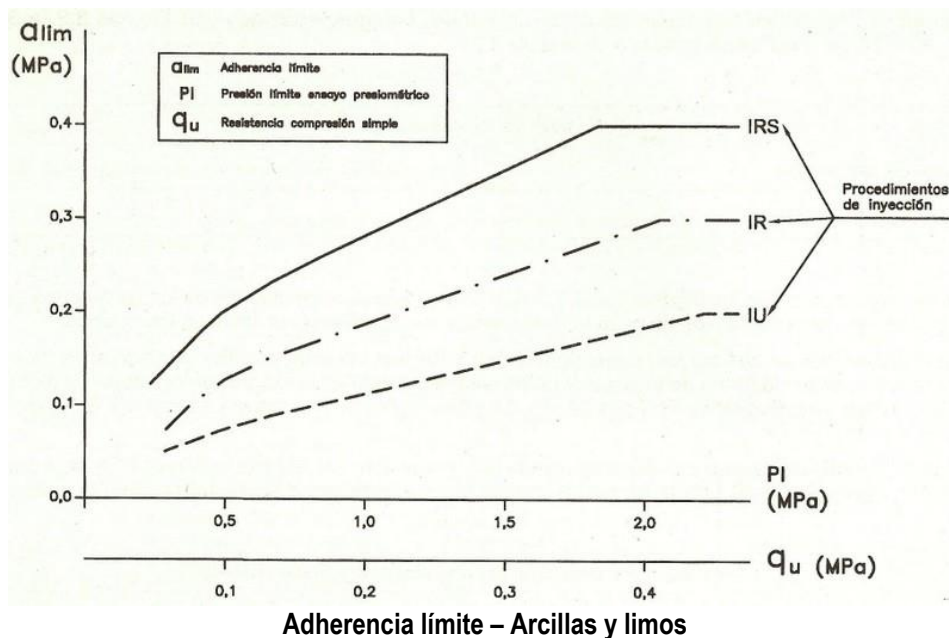
$$F = E_a - E_p = 421.1 - 350.9 = 70.2 \text{ KN / ml}$$

Adherencia límite del terreno

Los valores se pueden tomar de la guía del Ministerio de Fomento o de las Recomendaciones de la ACHE para anclajes al terreno obtenidas de las que en su día definió el Prof. Bustamante según la clase de terreno y el tipo de inyección de budo elegida:

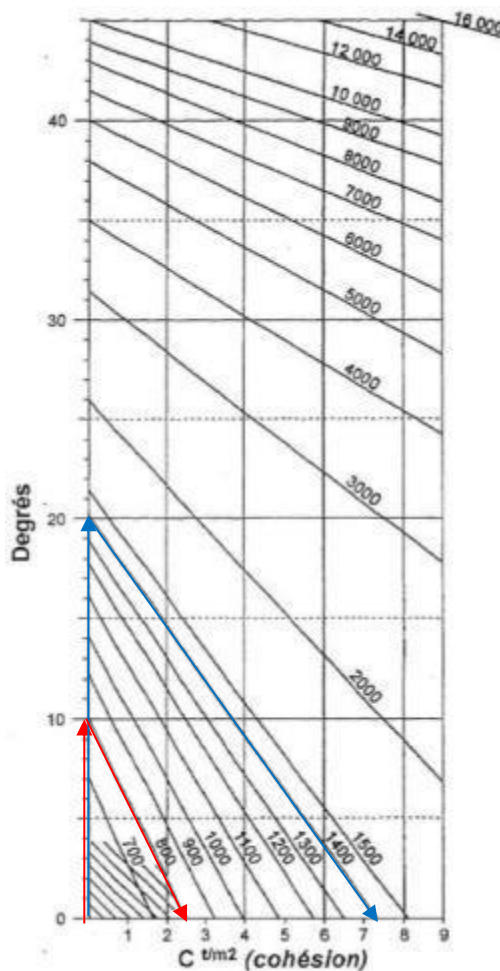
Terreno	Tipo de inyección	Adherencia (PMa)
Arenas y gravas flojas Arcillas y limos blandos	IU	0,05-0,20
	IR	0,12-0,25
	IRS	0,20-0,35
Arenas y gravas densas	IU	0,20-0,40
	IR	0,30-0,50
	IRS	0,35-0,60
Arcillas y limos de consistencia media a densa	IU	0,10-0,25
	IR	0,20-0,30
	IRS	0,30-0,40
Margas, margas yesíferas y calcareas	IU	0,20-0,50
	IR	0,35-0,60
	IRS	0,40-0,75
Roca alterada (Grado $\geq$ IV)	IU	0,25-0,70
	IR	0,30-0,80
	IRS	0,40-1,00

Teniendo en cuenta el ábaco adjunto a continuación y la resistencia a compresión simple, se considera aceptable utilizar valores cercanos a los más altos del rango de la tabla anterior.



Coeficiente de Balasto Horizontal

El cálculo del coeficiente se ha realizado según CHADEISSON, este parámetro únicamente tiene en cuenta las características del terreno (ϕ' y c') y aunque deja de lado la rigidez del elemento, la experiencia ha demostrado que su uso ofrece resultados razonables.



Ábaco de Chadeisson

Niveles	$c' (t/m^2)$	$\phi' (^\circ)$	Balasto (t/m^3)	Balasto (t/m^3) J.A. Agudelo
Nivel I ⁽¹⁾	0.00	10.0	800.0	774.0
Nivel II ⁽¹⁾	0.00	20.0	1400.0	1557.0

(1) Se ha considerado la cohesión efectiva (condiciones drenadas) con un valor de 0.00 quedando del lado de la seguridad

Se considera una buena aproximación a los valores de este ábaco la siguiente fórmula, desarrollada por **J.A. Agudelo Zapata**:

$$Kh(t/m^3) = (112.91 \cdot C + 384.73) \cdot e^{(0.0004 \cdot C^2 - 0.0052 \cdot C + 0.0699) \cdot \phi}$$

Con C, la cohesión en T/m² y el ángulo de rozamiento interno en grados.

6.10 Permeabilidad

Clasificación de grado de impermeabilidad para suelos y muros según clasificación establecida en CTE-HS1.

El grado de impermeabilización requerido, dependerá de dos factores:

- Coeficiente de permeabilidad del terreno (cm/s)
- Localización del nivel freático
 - Baja. Cota de solera de último sótano por encima de nivel freático.
 - Media. Cota de solera a misma profundidad o menos de dos metros.
 - Alta. Cota de solera dos metros o más por debajo de nivel freático.

MURO

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

CTE.HS1.Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

En nuestro caso, grado de impermeabilidad en muro **TIPO 1**

SUELO

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

CTE.HS1.Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido al suelo

En nuestro caso, grado de impermeabilidad en suelo **TIPO 1**

6.11 Expansividad

Parámetros considerados para la evaluación de la expansividad

Parámetro Control ¹	Referencia	C.MA1-S1
Muestra – Sondeo - Profundidad	--	7.20-7.80
Consistencia	> Media	Rígida
Índice de Plasticidad (Ip)	> 25	16.3
Límite Líquido (LL)	> 40	31.3
Límite Plástico (LP)	--	15.0
Presión Hinchamiento (Kg/cm ²)	> 1.2	--
Índice Hinchamiento Lambe (MPa)	0.15	0.05
CPV Lambe	4 (Crítico)	1
Índice de Liquidez (IL)	< 0.2	--
Contracción Lineal (%)	> 9	--
% Finos – Tamiz ° 200 (0.08mm)	> 60	56.1
Clasificación U.S.C.S.	--	CL

Atendiendo a la naturaleza del terreno, se considera probable un cierto potencial expansivo del mismo clasificado como **Bajo - Residual**. No se considera relevante este riesgo geológico, ni necesario profundizar en su investigación.

¹ Valoración de la expansividad en función de distintos parámetros. Mapa predictor de riesgos por expansividad de arcillas en España. F.J. Ayala.

6.12 Resumen

A continuación, se resumen los datos y los parámetros recomendados más importantes y recogidos en párrafos anteriores:

PARÁMETROS				
Tipo cimentación		CIMENTACIÓN PROFUNDA / SUPERFICIAL		
		PILOTES PERFORADOS “IN SITU” (Ver. I)	PILOTES PREFABRICADOS HINCADOS (Ver. I)	LOSA HA (Cimentación compensada, Ver.II)
Estructura Contención sótano		Muro HA / Muro – pantalla		
Profundidad mínima (m)		14.50 – 23.00 (Respecto cota de terreno actual – cota de ensayos)	4.50 – 4.80 (Respecto cota de terreno actual – cota de ensayos)	
Longitud mínima para agotamiento geotécnico del pilote (m)		22.00 – 22.50		
Cota de referencia 0.00		Información topográfica no facilitada (Acera en acceso estimado, 16.20)		
Nivel geotécnico de apoyo		Nivel III - Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos)	Nivel II – Aluvial (arcillas, arenas y gravas), II.1 Aluvial fino arenoso	
Tensión admisible de hundimiento (Kg/cm²)		Ver apartado 6.1.1 (PILOTES PERFORADOS)	Ver apartado 6.1.1 (PILOTES PREFABRICADOS)	1.30
Asientos totales (cm)		--		Cimentación compensada
Coeficiente de Balasto, K ₃₀ (Kg/cm³)		4 (Nivel I) 5 (Nivel II) 30 (Nivel III)		
N.F. (m)		14.50 – 15.00		
A _b (g)		0.14g		
A _c (g)		0.17g		
Coeficiente suelo (C)		1.55		
Coeficiente ampliación (S)		1.20		
Agresividad terreno		NO		
Agresividad agua		Ataque Medio (Ver apartado 6.6)		
Permeabilidad Tipo	MURO	1		
	SUELO	1		
Expansividad		Baja - Residual		

7 ÍNDICE DE EFICIENCIA GEOTÉCNICA – PROPUESTAS DE MEJORA

El presente apartado desarrollo recoge un método de CALIFICACIÓN GEOTÉCNICA desarrollado internamente por GEOTECNIA CONSULTORES SL. Este desarrollo toma de partida información de acuerdo a criterios de normativa actual (CTE) y valoraciones propias.

El objetivo final de esta CALIFICACIÓN GEOTECNICA es facilitar al usuario una valoración global y fácilmente entendible de la relevancia de los condicionantes geotécnicos del proyecto y del estudio geotécnico en el coste, seguridad y calidad final de la construcción.

TABLA PUNTUACIÓN Y VALORACIÓN POR CRITERIOS

CRITERIO 1. TIPO DE CONSTRUCCIÓN. TABLA 3.1 CTE SE C		CRITERIO 2. TIPO DE TERRENO. TABLA 3.2 CTE SE C	
0	C4	0	T3
2.5	C3	2.5	T2. Sismo Ab > 0.12g
5	C2	5	T2. Sismo Ab < 0.12g
7.5	C1	7.5	T1. Resto de casos
10	C0	10	T1. Terreno rocoso, muy duro o muy compacto y topografía plana
CRITERIO 3. CONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL ENTORNO		CRITERIO 4. PROFUNDIDAD RECONOCIMIENTO. TABLA 3.3 CTE SE C	
0	Zona Despoblada - Forestal	0	Reconocimiento menor que zona de excavación
2.5	Entorno Agrícola	2.5	Reconocimiento mayor que zona de excavación
5	Zona Expansión Urbana	5	Reconocimiento bulbo de presiones con Ensayos Penetración
7.5	Zona Urbana. Sin referencia < 500 m.	7.5	Reconocimiento bulbo de presiones principales
10	Zona Urbana. Con referencia < 500 m.	10	Cumplimiento íntegro recomendaciones CTE SE C
CRITERIO 5. NÚMERO ENSAYOS DE CAMPO. TABLA 3.4 CTE SE C		CRITERIO 6. DISTANCIA MÁXIMAS ENSAYOS CAMPO. TABLA 3.4 CTE SE C	
0	Menos de 3 puntos de reconocimiento	0	D > 5D. Criterio CTE
2.5	Sin cumplimiento criterio CTE. Si incluye mínimo 3 puntos	2.5	D < 5D. Criterio CTE
5	Cumplimiento número ensayos total. Exceso % ensayo penetración	5	D < 3D. Criterio CTE
7.5	Cumplimiento apoyado en ensayos próximos D < 3D CTE	7.5	D < 2D. Criterio CTE
10	Cumplimiento íntegro CTE	10	Cumplimiento íntegro CTE
CRITERIO 7. ENSAYOS LABORATORIO. TABLA 3.7 CTE SE C		CRITERIO 8. CONTENIDO ESTUDIO GEOTÉCNICO	
0	Carencia generalizada de ensayos de laboratorio	0	Solo actas de ensayos
2.5	Identificación cualitativa de algún estrato resistente	2.5	Interpretación cualitativa de resultados sin comprobación numérica
5	Identificación de todos los estratos resistentes (alguno someramente)	5	Desarrollo somero contenido CTE. Carencias generalizadas
7.5	Identificación completa de todos los estratos resistentes	7.5	Desarrollo contenido CTE. Carencia puntual o solución única
10	Cumplimiento íntegro CTE	10	Desarrollo contenido CTE. Distintas alternativas solución técnica
CRITERIO 9. INFORMACIÓN DEL PROYECTO		CRITERIO 10. Desarrollo cimentación, elementos contención, estructura	
0	No se tiene información	0	Conflicto técnico-económico global. Encarecimiento proyecto > 2 mínimo
2.5	Se conocen algunos parámetros edificación; huella y plantas	2.5	Conflicto técnico-económico alto. Encarecimiento cimiento > 2 mínimo
5	Se conocen parámetros y tipología, ubicación y huella edificación	5	Conflicto técnico-económico bajo. Encarecimiento cimiento < 2 mínimo
7.5	Información Completa. Carencia puntual de cotas	7.5	Diseño sin conflicto con condiciones geotécnicas
10	Información total. Incluido topografía y secciones	10	Adaptación total diseño geotécnico a condiciones geotécnicas

Se establecen 7 niveles, equivalentes a la clasificación de eficiencia energética, según letras A, B, C, D, E, F, G, donde la A corresponde a la situación geotécnica más favorable y la situación G corresponde a la situación más desfavorable respectivamente.

ÍNDICE EFICIENCIA GEOTÉCNICA

87.5 – 100 CLASIFICACIÓN TIPO A
72.5 – 85.0 CLASIFICACIÓN TIPO B
57.5 – 70.0 CLASIFICACIÓN TIPO C
45.0 – 55.0 CLASIFICACIÓN TIPO D
30.0 – 42.5 CLASIFICACIÓN TIPO E
15.0 – 27.5 CLASIFICACIÓN TIPO F
0.00 – 12.5 CLASIFICACIÓN TIPO G

A
B
C
D
E
F
G

A continuación, se detalla el índice de eficiencia geotécnica, junto con propuestas de mejora e índice mejorado resultante:

CRITERIOS		ÍNDICE EFICIENCIA GEOTÉCNICA	PROPUESTAS MEJORA	ÍNDICE MEJORADO
		C		B
PUNTUACIÓN		70		77.5
1	TIPO DE CONSTRUCCIÓN TABLA 3.1. CTE SE C	C2	----	C2
2	TIPO DE TERRENO TABLA 3.2. CTE SE C	T3	----	T3
3	CONOCIMIENTO GEOTÉCNICO ENTORNO	Zona urbana sin referencias < 500 m	----	Zona urbana sin referencias < 500 m
4	PROFUNDIDAD RECONOCIMIENTO TABLA 3.3. CTE SE C	Cumplimiento íntegro recomendaciones criterio CTE		Cumplimiento íntegro recomendaciones criterio CTE
5	NÚMERO ENSAYOS CAMPO TABLA 3.4. CTE SE C	Cumplimiento íntegro criterio CTE		Cumplimiento íntegro criterio CTE
6	DISTANCIAS MÁXIMAS CAMPO TABLA 3.4. CTE SE C	Cumplimiento íntegro criterio CTE		Cumplimiento íntegro criterio CTE
7	ENSAYOS DE LABORATORIO TABLA 3.7. CTE SE C	Identificación completa de todos los estratos resistentes	Completar campaña de laboratorio según recomendaciones recogidas en el CTE-SE-C. Tabla 3.7 – Ensayos de laboratorio	Cumplimiento íntegro recomendaciones criterio CTE
8	CONTENIDO ESTUDIO GEOTÉCNICO	Desarrollo contenido según CTE. Carencia puntual o solución única	----	Desarrollo contenido según CTE. Carencia puntual o solución única
9	INFORMACIÓN DE PROYECTO	Se conoce parámetros, tipología, ubicación y huella edificación	Disponer de información gráfica completa de la edificación prevista (encaje estimado)	Información total. Incluida información topográfica y secciones
10	ADAPTACIÓN DISEÑO PROYECTO CON CONDICIONES GEOTÉCNICAS	Necesidades de diseño sin conflicto con condiciones geotécnicas		Necesidades de diseño sin conflicto con condiciones geotécnicas

8 APUNTES CONDICIONANTES GEOTECNICOS

- **EXPANSIVIDAD.** Riesgo nulo. No se detectan materiales expansivos.
- **RELLENOS.** Riesgo alto. Detectado Nivel I – Rellenos antrópicos, desde superficie y con profundidad variable entre 4.50 – 4.80 m (respecto cota terreno actual – cota de ensayos). Debido a sus bajas propiedades, éste deberá ser superado para el encaje de la cimentación propuesta.
- **ESTABILIDAD MEDIANERAS.** Riesgo alto asociado al vial en fachada y medianera derecha construida (aisladas). Para evitar poner en riesgo la integridad y estabilidad de ambas medianeras se recomienda ejecutar muros – pantalla en estas zonas.
- **CAPACIDAD PORTANTE / ASIENTOS.** Capacidad portante alta (Nivel III, terreno de apoyo). Asientos aceptables. Condiciones favorables según soluciones propuestas en el presente informe.
- **ASIENTOS DIFERENCIALES.** Riesgo alto, asociado al Nivel I detectado, y variabilidad del Nivel II, con intercalación de tramos blandos / suelto de bajas propiedades. Este riesgo queda solventado con la cimentación profunda propuesta. Debe realizarse un control intensivo de la ejecución de la cimentación para asegurar el correcto empotramiento en el terreno natural (Nivel III). Este aparece a cotas distintas según la zona de la parcela, los espesores de rellenos varían considerablemente (situación modelizada de espesores intermedios).
- **FENÓMENOS KÁRSTICOS.** Riesgo bajo – nulo. No se considera probable este fenómeno según la naturaleza del material observado.
- **SUELOS COLAPSABLES.** Nivel II potencialmente colapsable (medio) según intercalación de tramos sueltos arenosos (valoración cualitativa). No se considera relevante ni previsible este riesgo, este nivel queda superado con la cimentación profunda – pilotes propuesta.
- **SISMICIDAD.** Riesgo elevado. Ver apartado específico con recomendaciones de ejecución para más detalle.
- **EROSIÓN MARINA.** Riesgo nulo. No procede.
- **INUNDACIÓN FLUVIAL.** Riesgo nulo – bajo. Fuera de la zona de influencia para un periodo de retorno de 500 años (Fuente: Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)).
- **DESLIZAMIENTO LADERA.** Riesgo nulo. No procede.
- **DESCALCE CIMENTACIÓN.** Riesgo bajo – nulo, no se considera relevante según entorno plano.

Las conclusiones que aparecen en este anejo se han deducido de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación razonable al conjunto de la parcela, lo cual no implica que puedan producirse variaciones, generadas por la heterogeneidad que pueda presentar el terreno.

9 PROPUESTA CONTROL EJECUCIÓN Y CONTROL CALIDAD

No obstante, de lo todo lo anterior, se considera de importancia el control de ejecución y supervisión geotécnica en obra, entre otros, para comprobar la profundidad real de apoyo de la cimentación ejecutada, así como la comprobación de la correspondencia del terreno de apoyo de la cimentación con el aquí recogido, tomando las medidas oportunas en caso de discrepancias.

Se dejan a continuación algunas recomendaciones de control de ejecución y control de calidad en obra (geotecnia y cimentación), en todo caso será potestativo de la dirección facultativa y/o proyectista el diseño del plan de control final, así como la elección definitiva del tipo de cimentación y soluciones geotécnicas en general, más allá de las recogidas en este documento.

Control de ejecución

Nivel de control recomendado	Complejidad Inspección
☐ Reducido/ Básico ☐ Normal / Estadístico ☒ Intenso ☐ Vigilancia continua	☐ Bajo - Sin puntos de conflicto ☐ Normal ☒ Alto - Larga experiencia ☐ Muy Alto - Formación específica

Puntos críticos de control

- Replanteo y vigilancia ejecución cimentación profunda – micropilotes
- Vigilancia nivel freático

Plan de control de materiales

Elemento/Tipo	Ensayos
Muros Hormigón Pilotes "in situ"	Hormigón y Acero. Lotes y Ensayos según Código Estructural Hormigón y Acero. Lotes y Ensayos según Código Estructural

Pruebas finales – puestas en servicio

Elemento/Tipo	Pruebas
Pilotes prefabricados / hincados Pilotes "in situ" Instalación enterrada saneamiento/fontanería	Pruebas dinámicas de penetración / Pruebas carga-Penetración Control estadístico de profundidad y continuidad - Ensayos impedancia o "Cross Hole" Pruebas de estanqueidad

Lo anterior deberá entenderse como un listado no exhaustivo de apoyo a la dirección facultativa y sin perjuicio de ensayos adicionales; control de recepción de materiales, comprobación de sellos de calidad, control topográfico, replanteo, etc.

Finalmente, decir que la elección final del tipo de cimentación, cota de cimentación, tensión admisible y resto de parámetros y seguimiento de recomendaciones consideradas en este anejo, será decisión en último término de la dirección facultativa del proyecto.

10 INSPECCION FINAL

Por último, se considera oportuna la siguiente recomendación.

Será responsabilidad del director de obra comprobar la profundidad real de apoyo de la cimentación ejecutada, así como la comprobación de la correspondencia del terreno de apoyo de la cimentación con el aquí recogido, tomando las medidas oportunas en caso de discrepancias.

Este informe consta de **58** páginas y **10** anejos

ANEJO I.	MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL ÁREA
ANEJO II.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
ANEJO III.	CARTOGRAFÍA HISTÓRICA
ANEJO IV.	FICHA CATASTRAL
ANEJO V.	SITUACIÓN DE ENSAYOS
ANEJO VI.	PERFILES GEOTÉCNICOS
ANEJO VII.	ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN
ANEJO VIII.	ACTA DE SONDEO
ANEJO IX.	ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
ANEJO X.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO

En Granada, a día 11 de mayo de 2023

Autores Memoria Geotécnico:



ALBA PÉREZ MUÑOZ
Ingeniera Técnica de Obras Públicas
Ingeniera Técnica de Minas

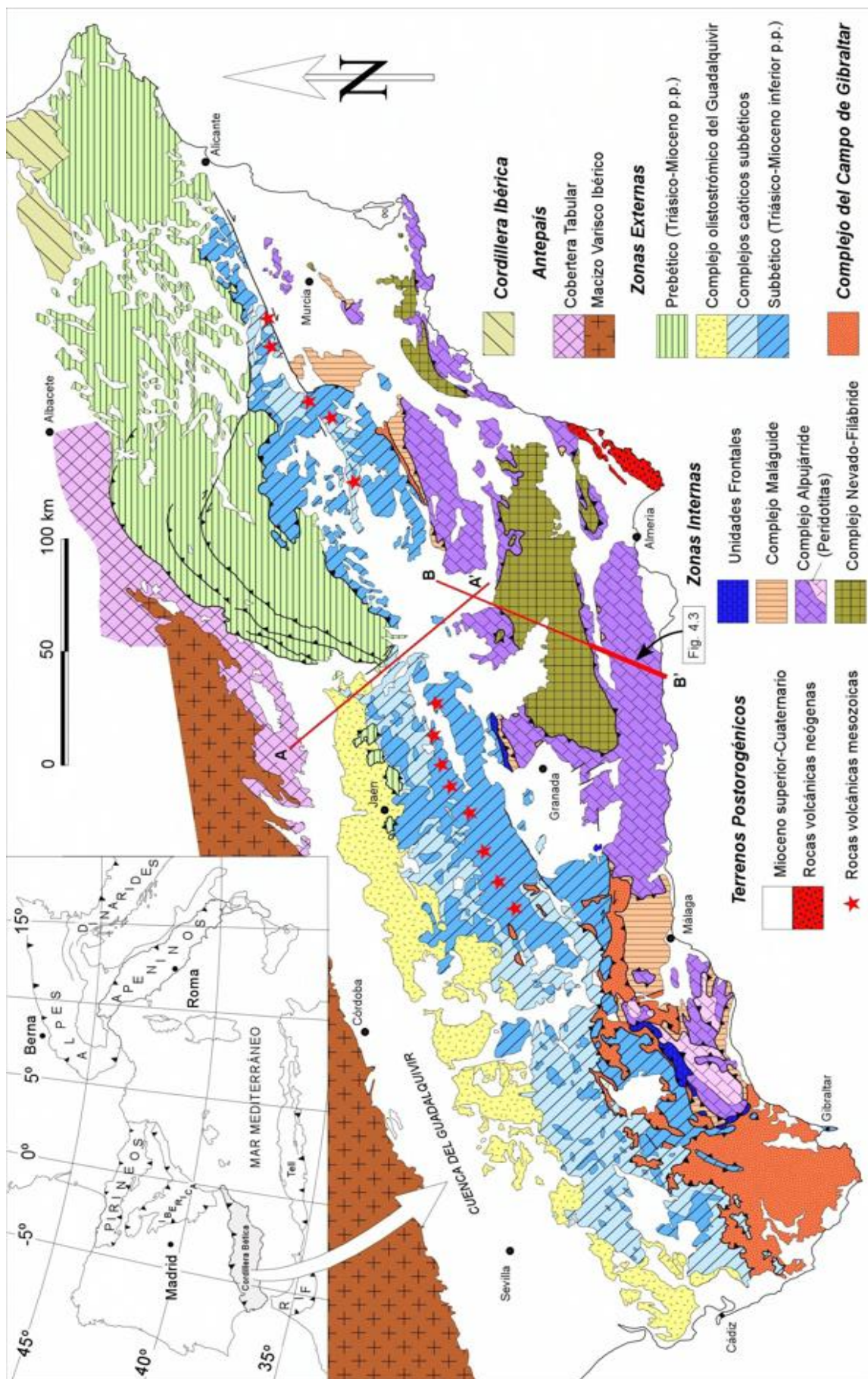


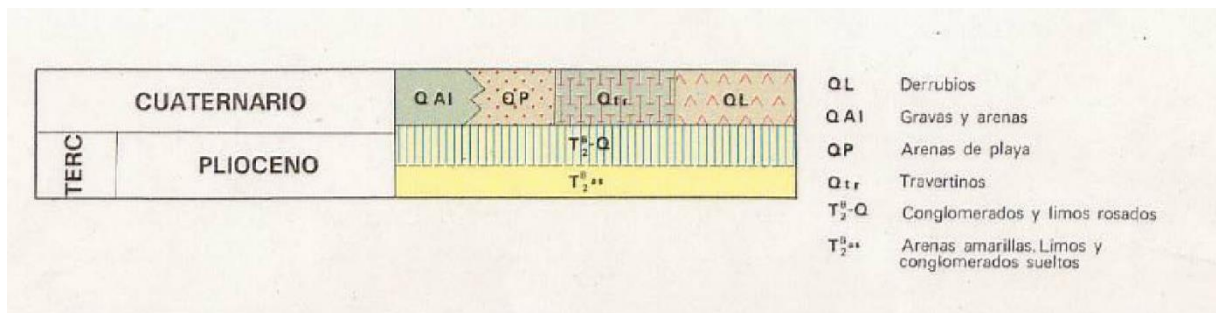
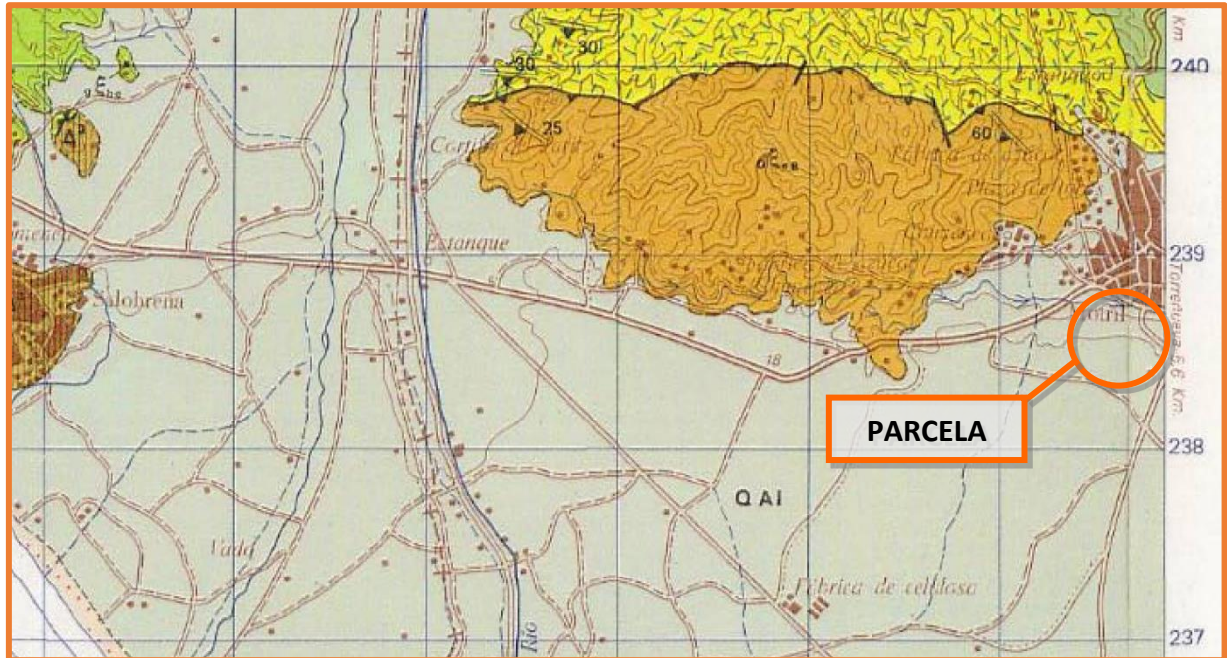
JOSÉ ANTONIO BUENO MORENO
Geólogo Geotécnico
Máster en Ingeniería Geológica

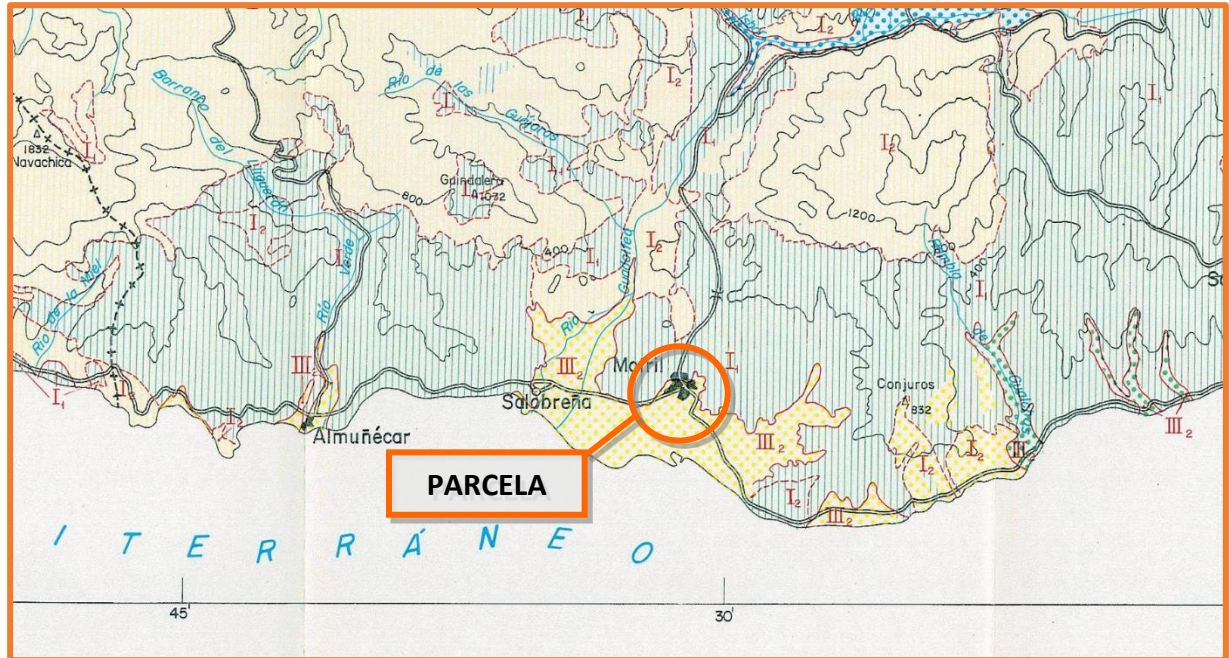
*El autor se reserva todos los derechos. Este informe y todos sus documentos anejos no podrán ser reproducidos, ni total ni parcialmente, sin el permiso previo del autor.

*Se permite la reproducción al peticionario y proyectista mencionados en el apartado 1 dentro de la actuación recogida en este mismo apartado.

ANEJO I – MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL ÁREA

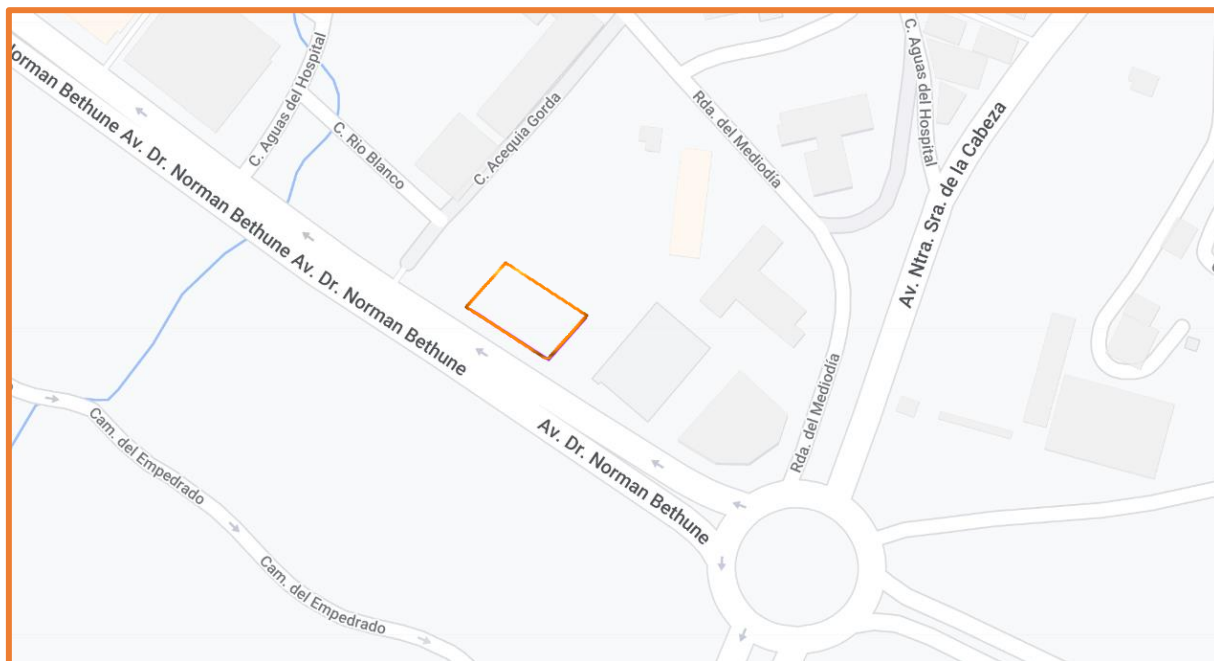






LEYENDA			
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo litológicos	Problemas de tipo litológicos	Problemas de tipo geomorfológicos	Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos
Problemas de tipo geomorfológicos	Problemas de tipo geotécnicos	Problemas de tipo litológicos y geotécnico.	
Problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos		Problemas de tipo geomorfológicos y geotécnicos	Problemas de tipo litológicos, geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos
Problemas de tipo litológicos y geotécnicos	Problemas de tipo litológico y geomorfológicos	Problemas de tipo litológicos, geomorfológicos y geotécnicos	
Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos		Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos	

ANEJO II – SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO



ORIENTACIÓN FOTO 3D: S-N (Fuente: Google Maps)

ANEJO III – CARTOGRAFÍA HISTÓRICA



ORTOFOTO AÑO 1956-57 (arroyos)



ORTOFOTO AÑO 2004
(alteración en la parcela, encaje de vial, acopio de materiales, etc.)



ORTOFOTO AÑO 2006 (alteración / regularización)

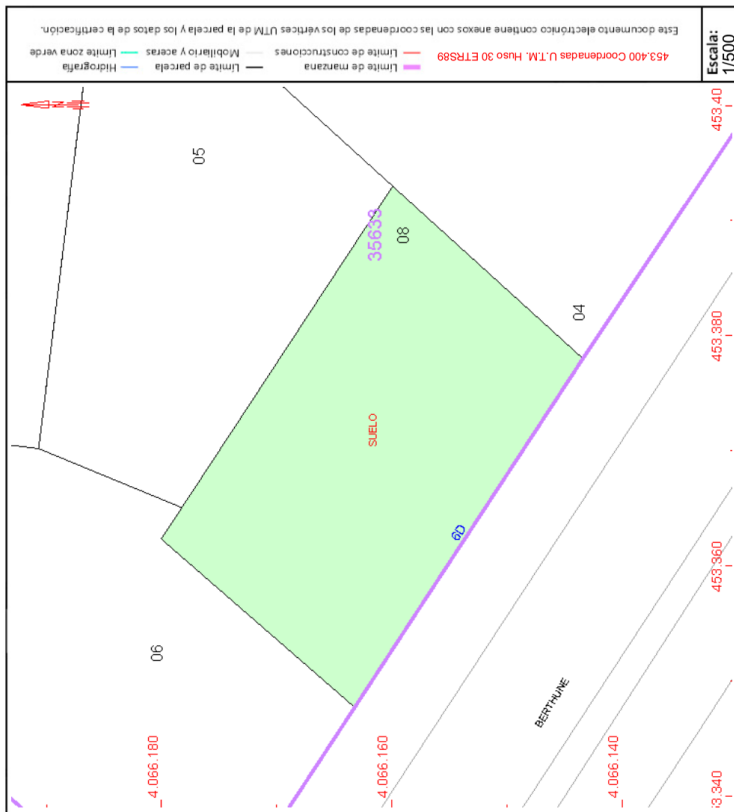
ANEJO IV – FICHA CATASTRAL

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 3563308VF5636D0001PO

PARCELA

Superficie gráfica: 800 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

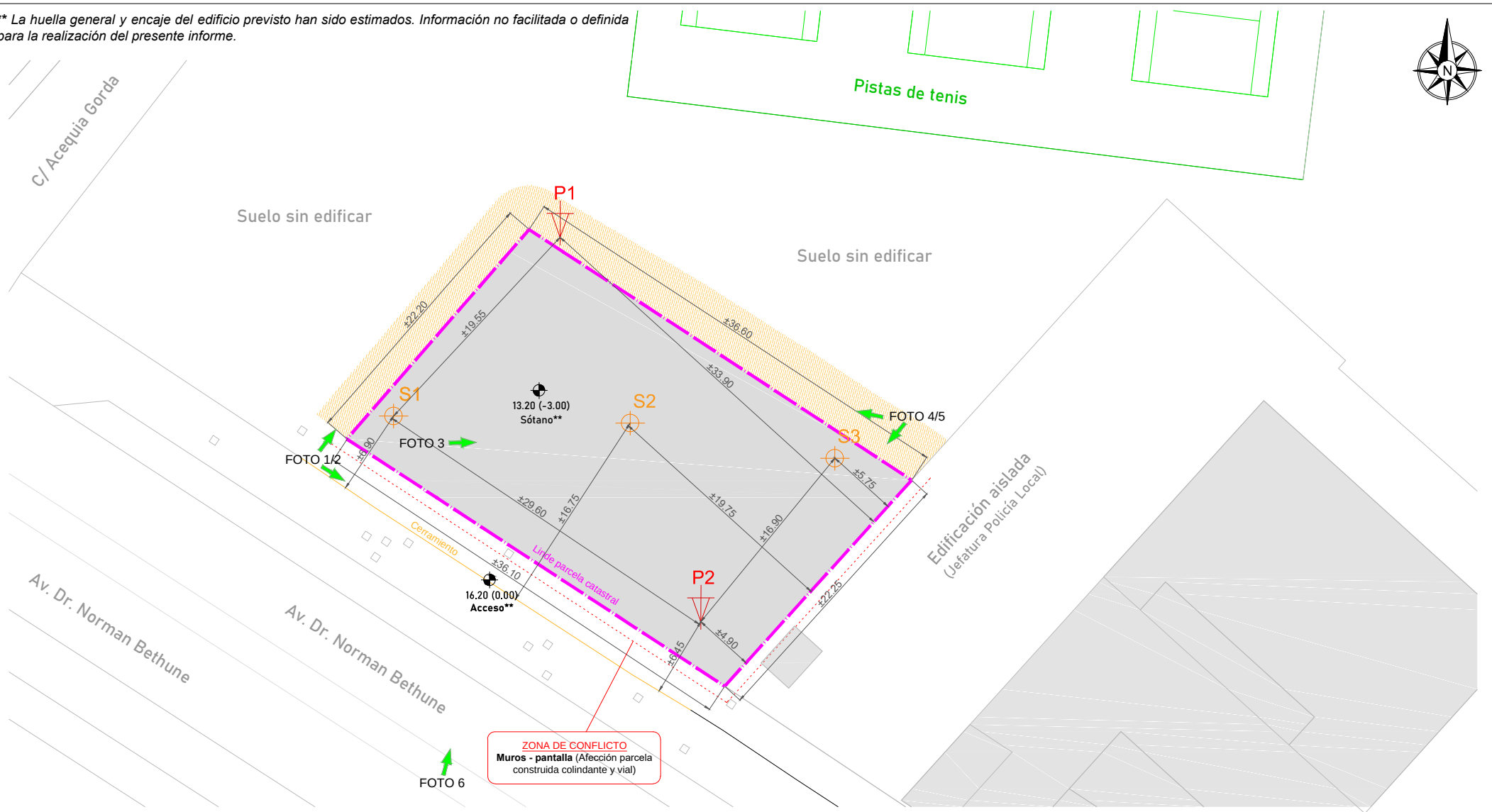
Localización:
AV DOCTOR NORMAN BETHUNE 6[D] Suelo
18600 MOTRIL [GRANADA]
Clase: URBANO
Uso principal: Suelo sin edif.
Superficie construida:
Año construcción:

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Viernes, 31 de Marzo de 2023

ANEJO V – SITUACIÓN DE ENSAYOS

**** La huella general y encaje del edificio previsto han sido estimados. Información no facilitada o definida para la realización del presente informe.**



SUPERFICIES

- Parcela: $\pm 800.00 \text{ m}^2$
100% Edificada**
- Área de excavación (aprox.)

LEYENDA

- Sondeo
- Penetro

COTA ENSAYO

- P1: 16.75
- P2: 16.95
- S1: 16.60
- S2: 17.00
- S3: 17.35

PETICIONARIO:
SERVICIO ANDALUZ
DE EMPLEO



OBRA:
EDIFICIO PÚBLICO SAE

REFERENCIA:
AG280523

AUTORA:
ALBA PÉREZ MUÑOZ
Ingeniera Técnica de Obras Públicas
Ingeniera Técnica de Minas

SITUACIÓN:
AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA

FECHA:
ABRIL 2023

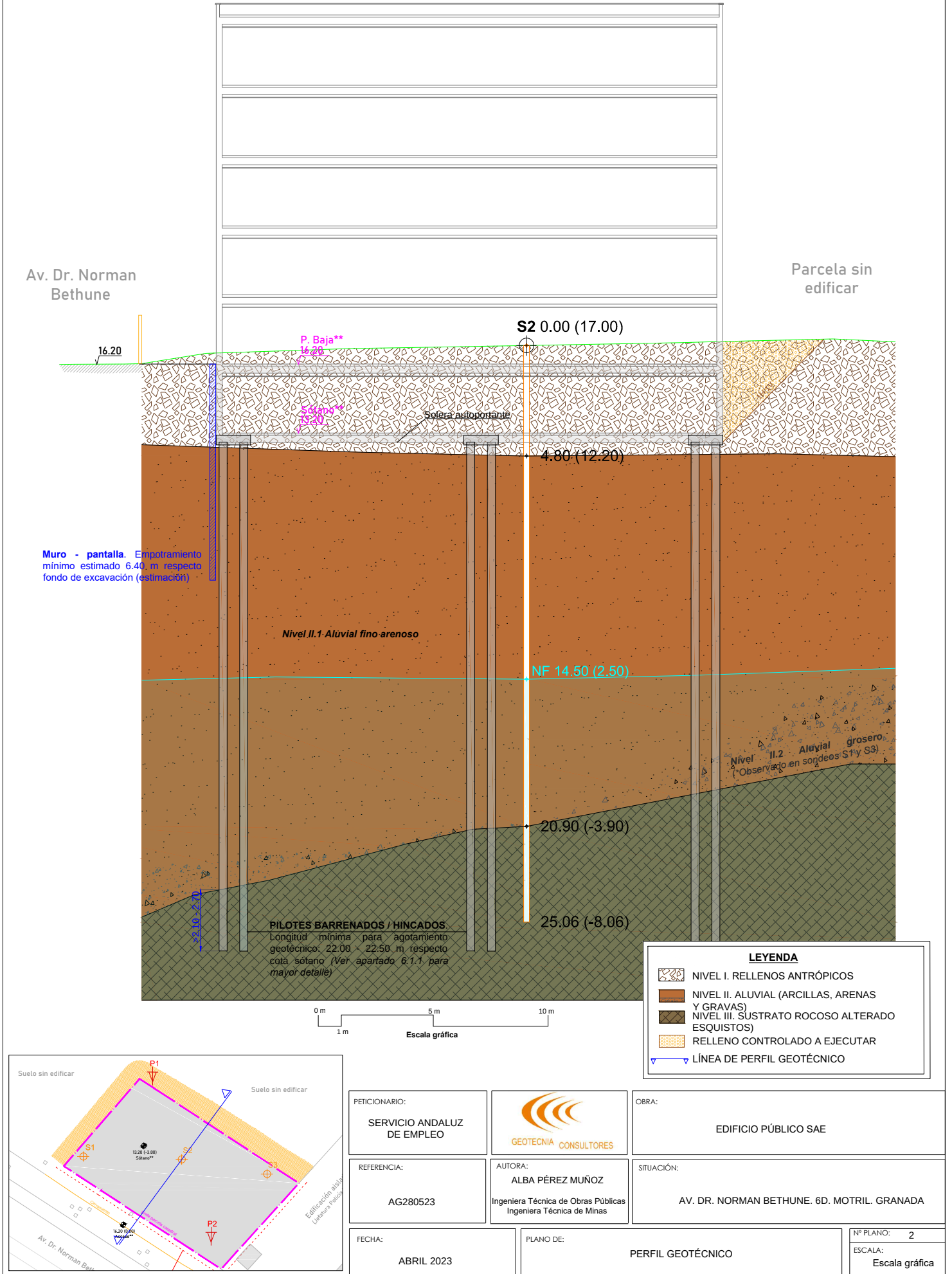
PLANO DE:
SITUACIÓN DE ENSAYOS

Nº PLANO 1
ESCALA
Sin escala

ANEJO VI - PERFILES GEOTÉCNICOS

(Se muestra el perfil más representativo del terreno según topografía y ensayos. No se ha considerado incluir perfiles adicionales por no aportar información de relevancia)

**** La huella general y encaje del edificio previsto han sido estimados. Información no facilitada o definida para la realización del presente informe.**



ANEJO VII – ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN

ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
(según norma UNE 103-801:1994)
ENSAYO N° 1

N° Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.IV.03.22.AEP

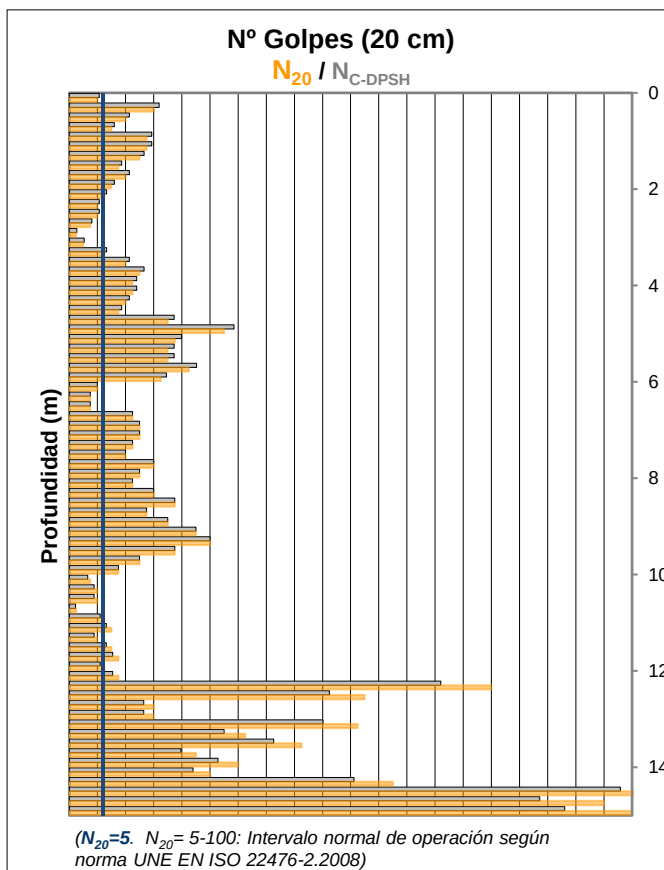
OBRA	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA	AG280523
REGISTRO SALIDA	S049623APM
FECHA	23/03/2023

Datos del ensayo

Modelo. ROLATEC ML-76-A Serie. 1268-613 /Verificación. 04/03/2022	Altura caída. 750 +/- 20 mm Peso maza: 63.5 +/- 0.5 Kg	Longitud varillaje. 100 cm Intervalo de golpeo. 20 cm	Puntaza. Área. 20 cm² Diámetro. 50.0 +/- 0.5 mm²
Ensayo tipo. DPSH-B Frecuencia de golpeo. 0.25 - 0.50 Hz	Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m²	Llave dinamométrica. IRIMO 3/4" Serie. 70461 / Calibración. 27/06/2022	Cabeza Impacto. Fija con holgura Amortiguadores. No

Tipo Puntaza. **Desechable**
Temperatura. **14.5-15.8°C**
Humedad: **63-63 %**
Climatología. **Sol**
N.F. **13.00 m**

PROF.	N ₂₀ N _c	PROF.	N ₂₀ N _c	PROF.	N ₂₀ N _c
0.2	4 4	5.2	15 16	10.2	3 3
0.4	12 13	5.4	14 15	10.4	4 4
0.6	8 9	5.6	14 15	10.6	4 4
0.8	6 6	5.8	17 18	10.8	1 1
1.0	11 12	6.0	13 14	11.0	5 4
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80
1.2	11 12	6.2	4 4	11.2	6 5
1.4	10 11	6.4	3 3	11.4	4 4
1.6	7 7	6.6	3 3	11.6	6 5
1.8	8 9	6.8	9 9	11.8	7 6
2.0	6 6	7.0	10 10	12.0	5 4
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80
2.2	5 5	7.2	10 10	12.2	7 6
2.4	4 4	7.4	9 9	12.4	60 53*
2.6	4 4	7.6	8 8	12.6	42 37
2.8	3 3	7.8	12 12	12.8	12 11
3.0	1 1	8.0	10 10	13.0	12 11
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80	Par (N/m).	< 95
3.2	2 2	8.2	9 9	13.2	41 36*
3.4	5 5	8.4	12 12	13.4	25 22
3.6	8 9	8.6	15 15	13.6	33 29
3.8	10 11	8.8	11 11	13.8	18 16
4.0	9 10	9.0	14 14	14.0	24 21
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80	Par (N/m).	< 95
4.2	9 10	9.2	18 18	14.2	20 18
4.4	8 9	9.4	20 20*	14.4	46 40*
4.6	7 7	9.6	15 15	14.6	89 78
4.8	14 15	9.8	10 10	14.8	76 67
5.0	22 23	10.0	7 7	15.0	80 70
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80	Par (N/m).	< 95



COTA DE BOCA: 16.75 m
COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- Rechazo debido a superar los 75 golpes durante 3 valores consecutivos de N₂₀.
- (*) Rebote de la maza en el golpeo.
- Tramos con golpes <5 (suelo suelto / blando).

Responsable de Ensayo



Alba Pérez Muñoz
ITOP / Ingeniera Técnica de Minas

Director de Laboratorio



Alba Pérez Muñoz
ITOP / Ingeniera Técnica de Minas



GEOTECNIA
CONSULTORES

ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA

(según norma UNE 103-801:1994)

ENSAYO N° 2

N° Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.IV.03.22.AEP

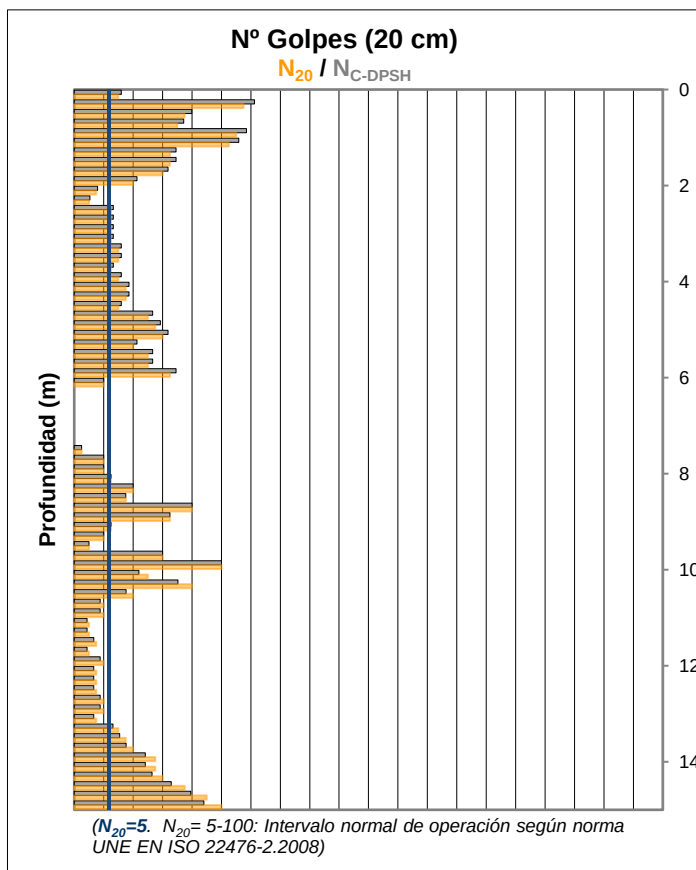
OBRA	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA	AG280523
REGISTRO SALIDA	S049723APM
FECHA	23/03/2023

Datos del ensayo

Modelo. ROLATEC ML-76-A Serie. 1268-613 /Verificación. 04/03/2022	Altura caída. 750 +/- 20 mm Peso maza: 63.5 +/- 0.5 Kg	Longitud varillaje. 100 cm Intervalo de golpeo. 20 cm	Puntaza. Área. 20 cm² Diámetro. 50.0 +/- 0.5 mm²
Ensayo tipo. DPSH-B Frecuencia de golpeo. 0.25 - 0.50 Hz	Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m²	Llave dinamométrica. IRIMO 3/4" Serie. 70461/ Calibración. 27/06/2022	Cabeza Impacto. Fija con holgura Amortiguadores. No

Tipo Puntaza. **Desechable**
Temperatura. **15.8-17.2°C**
Humedad: **63-68 %**
Climatología. **Sol**
N.F. --

PROF.	N ₂₀ N _c	PROF.	N ₂₀ N _c	PROF.	N ₂₀ N _c
0.2	6 6	5.2	12 13	10.2	10 9
0.4	23 24	5.4	8 9	10.4	16 14
0.6	15 16	5.6	10 11	10.6	8 7
0.8	14 15	5.8	10 11	10.8	4 4
1.0	22 23*	6.0	13 14	11.0	4 4
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80
1.2	21 22	6.2	4 4	11.2	2 2
1.4	13 14	6.4	0 0	11.4	2 2
1.6	13 14	6.6	0 0	11.6	3 3
1.8	12 13	6.8	0 0	11.8	2 2
2.0	8 9	7.0	0 0	12.0	4 4
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80
2.2	3 3	7.2	0 0	12.2	3 3
2.4	2 2	7.4	0 0	12.4	3 3
2.6	5 5	7.6	1 1	12.6	3 3
2.8	5 5	7.8	4 4	12.8	4 4
3.0	5 5	8.0	4 4	13.0	4 4
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80
3.2	5 5	8.2	5 5	13.2	3 3
3.4	6 6	8.4	8 8	13.4	6 5
3.6	6 6	8.6	7 7	13.6	7 6
3.8	5 5	8.8	16 16	13.8	8 7
4.0	6 6	9.0	13 13	14.0	11 10
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 95
4.2	7 7	9.2	5 5	14.2	11 10
4.4	7 7	9.4	4 4	14.4	12 11
4.6	6 6	9.6	2 2	14.6	15 13
4.8	10 11	9.8	12 12	14.8	18 16
5.0	11 12	10.0	20 20	15.0	20 18
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80	Par (N/m).	< 95



COTA DE BOCA: 16.95 m

COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- (*) Rebote de la maza en el golpeo.
- Tramos con golpes <5 (suelo suelto / blando).

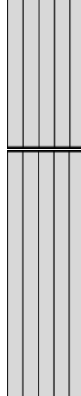
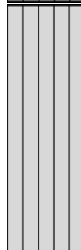
Responsable de Ensayo

Alba Pérez Muñoz
ITOP / Ingeniera Técnica de Minas

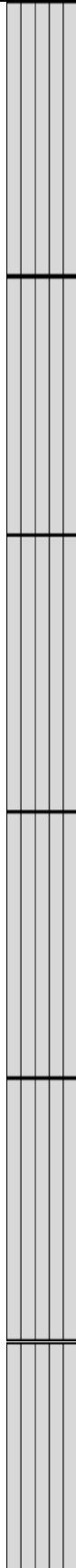
Director de Laboratorio

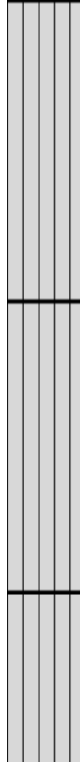
Alba Pérez Muñoz
ITOP / Ingeniera Técnica de Minas

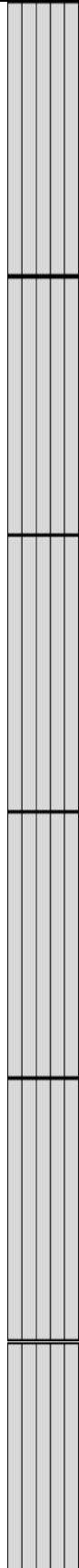
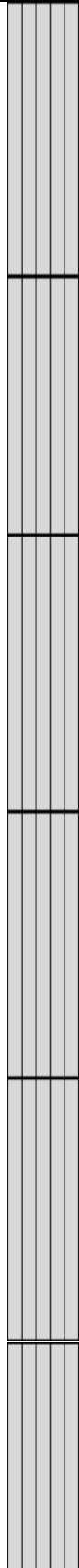
ANEJO VIII – ACTAS DE SONDEOS

				ACTA SONDEO 1 (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 – UNE-ENV 1997-3:2002 – UNE EN ISO 22475-1:2010)			
				Nº Registro Laboratorio. AND-L-219		R21.Ver.V.03.22.AS	
OBRA				EDIFICIO PÚBLICO SAE			
SITUACIÓN				AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA			
PETICIONARIO				SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO			
REFERENCIA				AG280523		REG.SALIDA	S049823APM
FECHA INICIO				28/03/2023		FECHA FIN	29/03/2023
MODELO SONDA				ROLATEC RL48L		REALIZADO	FRANCISCO MARTÍN
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT – VT – PB	PROF.	CORTE	DESCRIPCIÓN
	ROTACIÓN (101 mm.)		C.MA1-S1 7.20-7.80	SPT1-S1 3.00 4/4/5/7 (N _{C-SPT} = 10)	0.0		Nivel I. Rellenos antrópicos (0.00 – 4.60)
					0.5		Encuadre Geológico. Materiales de alteración antrópica. Sin relevancia geológica.
					1.0		Litología. Material desestructurado asociado a rellenos de regularización. Matriz de arena limoarcillosa, con bastantes bolos distribuidos erráticamente, así como restos de construcción y otros elementos anómalos. Tonalidad marrón oscura, ligeramente rojiza según tramos.
					1.5		
					2.0		
					2.5		
					3.0		
					3.5		
					4.0		
					4.5		
				SPT2-S1 6.20 4/4/4/3 (N _{C-SPT} = 11)	5.0		Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas). (4.60 – 27.00)
					5.5		Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial).
					6.0		Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. Por una parte, desde muro del nivel anterior hasta profundidad de 22.80 m se aprecia un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso, espesor 18.20 m) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel en transición al siguiente subnivel de materiales con tamaños de grano mayores generalmente, gravas y gravillas en matriz de arena arcillosa (Subnivel II.2 – Aluvial grosero, espesor 4.20 m), con intercalación de tramos más cohesivos – arcillosos. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica, según la amplia variedad de tamaños de partículas presentes en el terreno (granulometría dispersa. Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados en ambos subniveles. Sin indicios de materia orgánica.
					6.5		
					7.0		
					7.5		
					8.0		
					8.5		
					9.0		
					9.5		
SPT3-S1 9.00 11/11/18/21 (N _{C-SPT} = 40)	10.0		II.1 Consistencia rígida // Compacidad media, con tramos muy sueltos intercalados.				
	10.5		II.2 Compacidad densa / Consistencia rígida.				
	11.0						
	11.5						
	12.0						
	12.5						
	13.0						
	13.5						
	14.0						
	14.5						
NF 15.0	ROTACIÓN (86 mm.)		C.TPR1-S1 13.20-13.50	SPT4-S1 12.00 3/3/4/3 (N _{C-SPT} = 9)	15.0		
					15.5		
					16.0		
					16.5		
					17.0		
					17.5		
				SPT5-S1 15.40 5/6/9/11 (N _{C-SPT} = 19)	15.0		
					15.5		
					16.0		
					16.5		
					17.0		
					17.5		

ROTACIÓN (86 mm.)	SPT6-S1 18.00 6/9/11/17 (N_{C-SPT} = 25)	18.0	Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas). (4.60 – 27.00) Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial). Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. Por una parte, desde muro del nivel anterior hasta profundidad de 22.80 m se aprecia un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso, espesor 18.20 m) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel en transición al siguiente subnivel de materiales con tamaños de grano mayores generalmente, gravas y gravillas en matriz de arena arcillosa (Subnivel II.2 – Aluvial grosero, espesor 4.20 m), con intercalación de tramos más cohesivos – arcillosos. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica, según la amplia variedad de tamaños de partículas presentes en el terreno (granulometría dispersa. Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados en ambos subniveles. Sin indicios de materia orgánica. II.1 Consistencia rígida // Compacidad media, con tramos muy sueltos intercalados. II.2 Compacidad densa / Consistencia rígida.
	SPT7-S1 21.60 15/16/14/17 (N_{C-SPT} = 38)	18.5	
		19.0	
		19.5	
		20.0	
		20.5	
		21.0	
		21.5	
		22.0	
		22.5	
SPT8-S1 25.00 27/32/21/28 (N_{C-SPT} = 41)	23.0		
	23.5		
	24.0		
	24.5		
SPT9-S1 27.00 R(50)	25.0	Nivel III. Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos). (27.00 – 27.45) Litología. Sustrato rocoso de formación metamórfica y naturaleza laminar. Se trata de una transición de suelo – roca, con tramos más arcillosos/cohesivos alternando con tramos de roca alterada (gravas y cantos en matriz de arena limoarcillosa en el material recuperado).	
	25.5		
	26.0		
	26.5		
	27.0		
	27.45		
Fin de sondeo: 27.45 m / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: 16.60 m Cota X, Y: Ver plano situación ensayos – anejo V		Fecha medición N. F: 29/03/2023	DxH(mm.). VTG. 25.4x50.8 / VTM. 20x40 / VTP: 16x32 Diámetro varillaje. 10 mm (Hexagonal) - Velocidad. 6-30°/min
ENSAYOS: SPT - Cuchara bipartida sin camisa SPT (C) - Puntaza Ciega Serie. 0503-208 Verificación. 26/04/2022	Altura caída. 760 +/- 10 mm Peso maza. 63.5 +/- 0.5 Kg Frecuencia de golpeo. 0.25-0.50Hz	Longitud varillaje. 100 cm Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m²	Cabeza Impacto. Fija con holgura Peso Cabeza. 6 Kg Estabilizadores-Guías: 1 (superficial)
	A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión	D exterior = 80 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.125 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.145 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
	B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche	D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.02/0.03/0.03 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
	C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada	D exterior = 101mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.079 / C _a = 0.317 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.127 / C _a = 0.467 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.111 / C _a = 0.455 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.132 / C _a = 0.550 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: NO Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución: -- Paralización / Interrupción ensayo: -- Relleno posterior de sondeo: NO Temperatura. -- °C / Humedad: -- % / Climatología. Sol			
Responsable de Ensayo		Director de Laboratorio	
Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas		Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas	

				ACTA SONDEO 2 (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 – UNE-ENV 1997-3:2002 – UNE EN ISO 22475-1:2010)			
				Nº Registro Laboratorio. AND-L-219		R21.Ver.V.03.22.AS	
OBRA				EDIFICIO PÚBLICO SAE			
SITUACIÓN				AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA			
PETICIONARIO				SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO			
REFERENCIA				AG280523		REG.SALIDA	S049923APM
FECHA INICIO				27/03/2023		FECHA FIN	28/03/2023
MODELO SONDA				ROLATEC RL48L		REALIZADO	FRANCISCO MARTÍN
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT – VT – PB	PROF.	CORTE	DESCRIPCIÓN
	ROTACIÓN (101 mm.)			SPT1-S2 3.00 4/5/6/6 (N _{C-SPT} = 12)	0.0		Nivel I. Rellenos antrópicos (0.00 – 4.80)
					0.5		Encuadre Geológico. Materiales de alteración antrópica. Sin relevancia geológica.
					1.0		Litología. Material desestructurado asociado a rellenos de regularización. Matriz de arena limoarcillosa, con bastantes bolos distribuidos erráticamente, así como restos de construcción y otros elementos anómalos. Tonalidad marrón oscura, ligeramente rojiza según tramos.
					1.5		
					2.0		
					2.5		
					3.0		
					3.5		
					4.0		
					4.5		
				5.0		Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas). (4.80 – 20.90)	
				5.5		Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial).	
				SPT2-S2 6.00 5/5/4/5 (N _{C-SPT} = 11)		6.0	Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. En el presente sondeo sólo se detecta un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso, espesor 16.10 m) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica, según la amplia variedad de tamaños de partículas presentes en el terreno (granulometría dispersa. Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados. Sin indicios de materia orgánica.
						6.5	
						7.0	
						7.5	
				SPT3-S2 9.00 4/11/12/13 (N _{C-SPT} = 31)		8.0	
						8.5	
						9.0	
						9.5	
10.0							
10.5							
11.0							
11.5							
SPT4-S2 12.00 2/5/2/6 (N _{C-SPT} = 9)	12.0						
	12.5						
	13.0						
	13.5						
	14.0						
	14.5						
SPT5-S2 15.00 R(50/6)	15.0						
	15.5						
	16.0						
	16.5						
	17.0						
	17.5						

ROTACIÓN (86 mm.)		C.TPR1-S2 24.35-24.60	SPT6-S2 18.00 11/12/12/12 (N _{C-SPT} = 19)	18.0		Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas). (4.80 – 20.90)		
				18.5		Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial).		
				19.0		Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. En el presente sondeo sólo se detecta un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica. Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados. Sin indicios de materia orgánica.		
				19.5				
				20.0				
				20.5				
					SPT7-S2 21.00 34/R(50/2)	21.0		Nivel III. Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos). (20.90 – 25.06)
				21.5	Encuadre Geológico. Unidad del Manto de Salobreña. Esquistos oscuros y cuarcitas con estaurilita y en su base distena.			
				22.0	Litología. Sustrato rocoso de formación metamórfica y naturaleza laminar. Se trata de una transición de suelo – roca, con tramos más arcillosos/cohesivos alternando con tramos de roca alterada (gravas y cantos en matriz de arena limoarcillosa en el material recuperado). Litología homogénea generalizada, con granulometría dispersa. Tonalidad marrón pardo generalizada. Sin indicios de materia orgánica.			
				22.5				
				23.0				
				23.5				
				24.0				
				24.5				
				25.0	SPT8-S2 25.00 R(50/6)			
				25.06				
Fin de sondeo: 25.06 m / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: 17.00 m Cota X, Y: Ver plano situación ensayos – anejo V					Fecha medición N. F: 28/03/2023	DxH(mm.). VTG. 25.4x50.8 / VTM. 20x40 / VTP: 16x32 Diámetro varillaje. 10 mm (Hexagonal) - Velocidad. 6-30°/min		
ENSAYOS: SPT - Cuchara bipartida sin camisa SPT (C) - Puntaza Ciega Serie. 0503-208 Verificación. 26/04/2022		Altura caída. 760 +/- 10 mm Peso maza. 63.5 +/- 0.5 Kg Frecuencia de golpeo. 0.25-0.50Hz		Longitud varillaje. 100 cm Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m²		Cabeza Impacto. Fija con holgura Peso Cabeza. 6 Kg Estabilizadores-Guías: 1 (superficial)		
		A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión		D exterior = 80 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.125 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.145 / L _i = 600 mm / Sin estuche				
		B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche		D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.02/0.03/0.03 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Sin estuche				
		C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada		D exterior = 101mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.079 / C _a = 0.317 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.127 / C _a = 0.467 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.111 / C _a = 0.455 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.132 / C _a = 0.550 / L _i = 600 mm / Sin estuche				
Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: NO Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución: -- Paralización / Interrupción ensayo: -- Relleno posterior de sondeo: NO Temperatura. -- °C / Humedad: -- % / Climatología. Sol								
Responsable de Ensayo  Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas					Director de Laboratorio  Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas			

				ACTA SONDEO 3 (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 – UNE-ENV 1997-3:2002 – UNE EN ISO 22475-1:2010)			
				Nº Registro Laboratorio. AND-L-219		R21.Ver.V.03.22.AS	
OBRA				EDIFICIO PÚBLICO SAE			
SITUACIÓN				AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA			
PETICIONARIO				SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO			
REFERENCIA				AG280523		REG.SALIDA	S050023APM
FECHA INICIO				25/03/2023		FECHA FIN	27/03/2023
MODELO SONDA				ROLATEC RL48L		REALIZADO	FRANCISCO MARTÍN
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT – VT – PB	PROF.	CORTE	DESCRIPCIÓN
NF 14.4	ROTACIÓN (101 mm.)		C.MA1-S3 5.40-6.10	SPT1-S3 3.00 4/5/4/6 (N _{C-SPT} = 11)	0.0		Nivel I. Rellenos antrópicos (0.00 – 4.50)
					0.5		Encuadre Geológico. Materiales de alteración antrópica. Sin relevancia geológica.
					1.0		Litología. Material desestructurado asociado a rellenos de regularización. Matriz de arena limoarcillosa, con bastantes bolos distribuidos erráticamente, así como restos de construcción y otros elementos anómalos. Tonalidad marrón oscura, ligeramente rojiza según tramos.
					1.5		
					2.0		
					2.5		
					3.0		
					3.5		
					4.0		
					4.5		Nivel II. Aluvial (arcillas, arenas y gravas). (4.50 – 18.60)
				5.0	Encuadre Geológico. Cuaternario. Gravas y arenas (Aluvial).		
				5.5	Litología. Material de transición cohesivo – granular generalizado en todo el nivel. Dentro de este nivel se distinguen a su vez 2 subniveles de distinta litología, asociados a las diversas etapas de formación del suelo aluvial. Por una parte, desde muro del nivel anterior hasta profundidad de 14.40 m se aprecia un nivel de arcillas y limos arenosos / arena limoarcillosa (Subnivel II.1 – Aluvial fino arenoso, espesor 9.90 m) con algo de gravillas, especialmente a muro de subnivel en transición al siguiente subnivel de materiales con tamaños de grano mayores generalmente, gravas y gravillas en matriz de arena arcillosa (Subnivel II.2 – Aluvial grosero, espesor 4.20 m), con intercalación de tramos más cohesivos – arcillosos. Litología aceptablemente homogénea en cada subnivel (heterogénea en conjunto), y de baja uniformidad granulométrica, según la amplia variedad de tamaños de partículas presentes en el terreno (granulometría dispersa. Cabe destacar la presencia puntual de pequeños niveles cementados en ambos subniveles. Sin indicios de materia orgánica.		
				6.0			
				6.5			
				7.0			
				7.5			
				8.0			
				8.5			
				9.0	II.1 Consistencia rígida // Compacidad media, con tramos muy sueltos intercalados. II.2 Compacidad densa / Consistencia rígida.		
				9.5			
				10.0			
				10.5			
				11.0			
				11.5			
				12.0			
				12.5			
				13.0			
				13.5			
	14.0						
	14.5						
	15.0						
	15.5						
	16.0						
	16.5						
	17.0						
	17.5						
ROTACIÓN (86 mm.)		C.TPR1-S3 17.70-18.00	SPT5-S3 15.00 7/8/10/13 (N _{C-SPT} = 14)				

ROTACIÓN (86 mm.)			SPT6-S3 18.00 10/11/R(50/7)	18.0		Nivel III. Transición sustrato rocoso alterado – suelo (esquistos). (18.60 – 25.33) Encuadre Geológico. Unidad del Manto de Salobreña. Esquistos oscuros y cuarcitas con estaurólita y en su base distena. Litología. Sustrato rocoso de formación metamórfica y naturaleza laminar. Se trata de una transición de suelo – roca, con tramos más arcillosos/cohesivos alternando con tramos de roca alterada (gravas y cantos en matriz de arena limoarcillosa en el material recuperado). Litología homogénea generalizada, con granulometría dispersa. Tonalidad marrón pardo generalizada. Sin indicios de materia orgánica.
			SPT7-S3 21.00 R(50/2)	18.5		
				19.0		
				19.5		
				20.0		
				20.5		
				21.0		
				21.5		
				22.0		
				22.5		
				23.0		
			23.5			
			24.0			
			24.5			
			SPT8-S3 25.30 R(50/3)	25.0		
25.33						

Fin de sondeo: 25.33 m / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: 17.35 m Cota X, Y: Ver plano situación ensayos – anejo V		Fecha medición N. F: 27/03/2023	DxH(mm.). VTG. 25.4x50.8 / VTM. 20x40 / VTP: 16x32 Diámetro varillaje. 10 mm (Hexagonal) - Velocidad. 6-30º/min
ENSAYOS: SPT - Cuchara bipartida sin camisa SPT (C) - Puntaza Ciega Serie. 0503-208 Verificación. 26/04/2022	Altura caída. 760 +/- 10 mm Peso maza. 63.5 +/- 0.5 Kg Frecuencia de golpeo. 0.25-0.50Hz	Longitud varillaje. 100 cm Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m²	Cabeza Impacto. Fija con holgura Peso Cabeza. 6 Kg Estabilizadores-Guías: 1 (superficial)
	A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión	D exterior = 80 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.125 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.145 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
	B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche	D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = C _i = 0 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.02/0.03/0.03 / C _a = 0.24/0.28/0.32 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
	C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada	D exterior = 101mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.079 / C _a = 0.317 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.127 / C _a = 0.467 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.111 / C _a = 0.455 / L _i = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C ₀ = 0 / C _i = 0.132 / C _a = 0.550 / L _i = 600 mm / Sin estuche	
Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: NO Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución: *Al finalizar el sondeo, el nivel piezométrico se encuentra a 17.25 m. Paralización / Interrupción ensayo: -- Relleno posterior de sondeo: NO Temperatura. -- °C / Humedad: -- % / Climatología. Sol			

Responsable de Ensayo	Director de Laboratorio
Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas	Alba Pérez Muñoz ITOP / Ingeniera Técnica de Minas

ANEJO IX – ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2244								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE, Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S1 MA1										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 7,20-7,80 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">I.G</td> <td style="padding: 5px;">7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H.R.B</td> <td style="padding: 5px;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">USCS</td> <td style="padding: 5px;">CL</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	7	H.R.B	A-6	USCS	CL
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	7										
H.R.B	A-6										
USCS	CL										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2244						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE, Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S1 MA1														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 7,20-7,80 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,6	99,1	97,6	96,0	89,6	84,5	72,7	64,1	56,1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Abertura de Tamices (mm)	Pasa Acumulado (%)
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	99,6
10	99,8
6,3	97,6
5	96,0
2	89,6
1,25	84,5
0,400	72,7
0,160	64,1
0,08	56,1

OBSERVACIONES:

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT2244							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE, Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S1 MA1								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 7,20-7,80 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">31,3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15,0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">16,3</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	31,3	LÍMITE PLÁSTICO:	15,0	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	16,3
LÍMITE LÍQUIDO:	31,3								
LÍMITE PLÁSTICO:	15,0								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	16,3								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2244		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE, Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S1 MA1			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 7,20-7,80 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	119	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO LAMBE (UNE 103 600:96)			
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:			
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2244	
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo		
OBRA:	Edificio público SAE, Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada		
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023
PROCEDENCIA:	S1 MA1		
LOCALIZACIÓN:	Prof: 7,20-7,80 m		
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:			
Condiciones iniciales de humedad del suelo ensayado	Índice de hinchamiento (Mpa)	Cambio de volumen potencial	
Seco (50% H.R.)	0,05	1	

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2249								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S1 TPR1										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 13,20-13,50 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">I.G</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H.R.B</td> <td style="padding: 5px;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">USCS</td> <td style="padding: 5px;">SC finos CL</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	1	H.R.B	A-6	USCS	SC finos CL
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	1										
H.R.B	A-6										
USCS	SC finos CL										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2249						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S1 TPR1														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 13,20-13,50 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,5	93,7	88,3	85,2	79,6	76,7	66,6	60,9	49,0	42,2	36,8
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																
OBSERVACIONES:																

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2249							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S1 TPR1								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 13,20-13,50 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">30,0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">18,3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">11,7</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	30,0	LÍMITE PLÁSTICO:	18,3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,7
LÍMITE LÍQUIDO:	30,0								
LÍMITE PLÁSTICO:	18,3								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,7								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

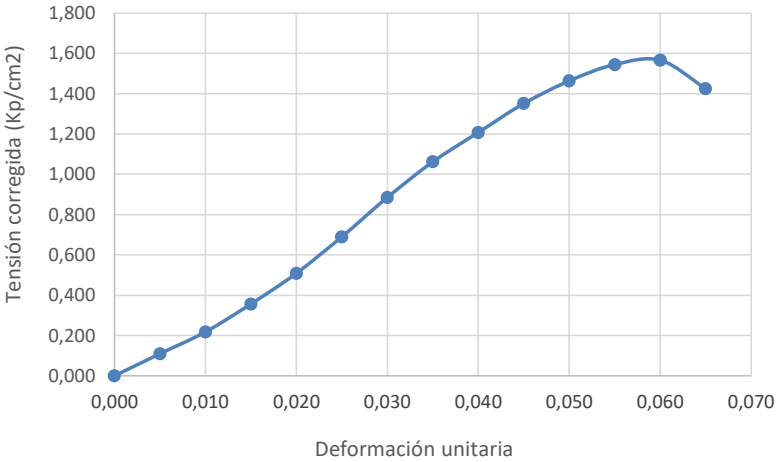


DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2249		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S1 TPR1			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 13,20-13,50 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	86	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE - 103-400:93)																														
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																														
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2249																												
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo																													
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada																													
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23																											
PROCEDENCIA:	S1 TPR1																													
LOCALIZACIÓN:	Prof: 13,20-13,50 m																													
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																														
ESTADO DE LA MUESTRA		PARÁMETROS DE LA PROBETA																												
INALTERADA	REMOLDEADA																													
X																														
	Humedad (%)	Densidad (gr/cm ³)																												
Forma de rotura 		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Diámetro</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">9,0</td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Lado</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Lado</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Sección</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">63,62</td><td style="padding: 2px;">cm²</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Altura</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">180,0</td><td style="padding: 2px;">mm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Volumen</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">1145,1</td><td style="padding: 2px;">cm³</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Humedad</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">#¡VALOR!</td><td style="padding: 2px;">%</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Densidad húmeda</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">2,32</td><td style="padding: 2px;">gr/cm³</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Densidad seca</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">#¡VALOR!</td><td style="padding: 2px;">gr/cm³</td></tr> </table>		Diámetro	9,0	cm	Lado		cm	Lado		cm	Sección	63,62	cm ²	Altura	180,0	mm	Volumen	1145,1	cm ³	Humedad	#¡VALOR!	%	Densidad húmeda	2,32	gr/cm ³	Densidad seca	#¡VALOR!	gr/cm ³
Diámetro	9,0	cm																												
Lado		cm																												
Lado		cm																												
Sección	63,62	cm ²																												
Altura	180,0	mm																												
Volumen	1145,1	cm ³																												
Humedad	#¡VALOR!	%																												
Densidad húmeda	2,32	gr/cm ³																												
Densidad seca	#¡VALOR!	gr/cm ³																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Resistencia a compresión simple</th></tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Kp/cm²</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Kpa</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,57</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">153,6</td> </tr> </table>		Resistencia a compresión simple		Kp/cm ²	Kpa	1,57	153,6	Curva de rotura 																						
Resistencia a compresión simple																														
Kp/cm ²	Kpa																													
1,57	153,6																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Deformación en rotura</th></tr> <tr><td colspan="2" style="padding: 2px; text-align: center;">%</td></tr> </table>		Deformación en rotura		%																										
Deformación en rotura																														
%																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Ángulo de rotura</th></tr> <tr><td colspan="2" style="padding: 2px;"></td></tr> </table>		Ángulo de rotura																												
Ángulo de rotura																														

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



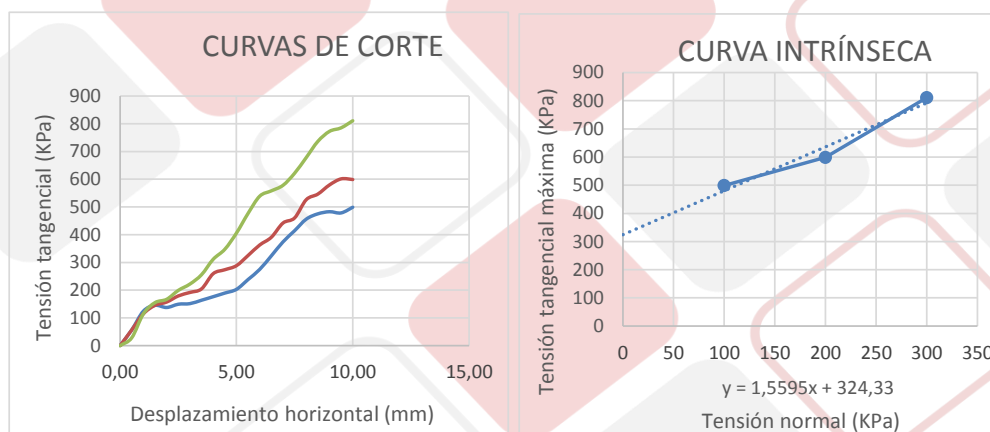
DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA DE SUELO, EN LA CAJA DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:98)

I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:

	CÓDIGO DEL LABORATORIO :	
	001-001-GT2249	
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo	
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada	
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS: 4-abr-23
PROCEDENCIA:	S1 TPR1	
LOCALIZACIÓN:	Prof: 13,20-13,50 m	

II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

TIPO DE ENSAYO REALIZADO: Consolidado- No Drenado, (CU).



Probeta nº:	1	2	3
Humedad inicial (%):	7,4	7,8	9,6
Humedad final (%):	10,3	11,9	12,8
Densidad aparente (g/cm3):	2,108	2,119	2,126
Densidad seca inicial (g/cm3):	1,963	1,966	1,941
Tensión normal aplicada (Kpa):	100	200	300
Tensión tangencial máxima (Kpa):	499,0	598,8	810,9

c' = cohesión (Kpa):	324,33
ϕ' = ángulo de rozamiento interno (°):	57,33

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2245								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S2 MA1										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 10,20-10,80 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">I.G</td> <td style="padding: 5px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H.R.B</td> <td style="padding: 5px;">A-4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">USCS</td> <td style="padding: 5px;">ML</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	4	H.R.B	A-4	USCS	ML
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	4										
H.R.B	A-4										
USCS	ML										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2245						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S2 MA1														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 10,20-10,80 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,7	99,5	98,8	98,4	95,3	93,4	82,6	67,6	54,8
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																
OBSERVACIONES:																

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT2245							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S2 MA1								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 10,20-10,80 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">32,6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">23,6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">9,0</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	32,6	LÍMITE PLÁSTICO:	23,6	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	9,0
LÍMITE LÍQUIDO:	32,6								
LÍMITE PLÁSTICO:	23,6								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	9,0								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2245		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S2 MA1			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 10,20-10,80 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	42	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2248								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 8D. Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S2 TPR2										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 24,35-34,60 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 2px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">I.G</td> <td style="padding: 2px;">5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">H.R.B</td> <td style="padding: 2px;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">USCS</td> <td style="padding: 2px;">CL</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	5	H.R.B	A-6	USCS	CL
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	5										
H.R.B	A-6										
USCS	CL										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2248						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 8D. Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S2 TPR2														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 24,35-34,60 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	97,7	96,1	89,0	86,2	76,1	68,8	59,1
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																
OBSERVACIONES:																

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT2248							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 8D. Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S2 TPR2								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 24,35-34,60 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">26,7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15,2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">11,5</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	26,7	LÍMITE PLÁSTICO:	15,2	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,5
LÍMITE LÍQUIDO:	26,7								
LÍMITE PLÁSTICO:	15,2								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,5								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2248		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 8D. Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S2 TPR2			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 24,35-34,60 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	137	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE - 103-400:93)																														
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																														
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2248																												
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo																													
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 8D. Motril. Granada																													
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23																											
PROCEDENCIA:	S2 TPR2																													
LOCALIZACIÓN:	Prof: 24,35-34,60 m																													
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																														
ESTADO DE LA MUESTRA		PARÁMETROS DE LA PROBETA																												
INALTERADA	REMOLDEADA																													
X																														
	Humedad (%)	Densidad (gr/cm ³)																												
Forma de rotura 		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Diámetro</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">7,2</td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Lado</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Lado</td><td style="padding: 2px;"></td><td style="padding: 2px;">cm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Sección</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">40,72</td><td style="padding: 2px;">cm²</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Altura</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">150,0</td><td style="padding: 2px;">mm</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Volumen</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">610,7</td><td style="padding: 2px;">cm³</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Humedad</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">16,6</td><td style="padding: 2px;">%</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Densidad húmeda</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">2,25</td><td style="padding: 2px;">gr/cm³</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Densidad seca</td><td style="padding: 2px; text-align: center;">1,93</td><td style="padding: 2px;">gr/cm³</td></tr> </table>		Diámetro	7,2	cm	Lado		cm	Lado		cm	Sección	40,72	cm ²	Altura	150,0	mm	Volumen	610,7	cm ³	Humedad	16,6	%	Densidad húmeda	2,25	gr/cm ³	Densidad seca	1,93	gr/cm ³
Diámetro	7,2	cm																												
Lado		cm																												
Lado		cm																												
Sección	40,72	cm ²																												
Altura	150,0	mm																												
Volumen	610,7	cm ³																												
Humedad	16,6	%																												
Densidad húmeda	2,25	gr/cm ³																												
Densidad seca	1,93	gr/cm ³																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Resistencia a compresión simple</th></tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Kp/cm²</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">Kpa</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center; color: blue;">2,27</td> <td style="padding: 2px; text-align: center; color: red;">222,6</td> </tr> </table>		Resistencia a compresión simple		Kp/cm ²	Kpa	2,27	222,6	Curva de rotura 																						
Resistencia a compresión simple																														
Kp/cm ²	Kpa																													
2,27	222,6																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Deformación en rotura</th></tr> <tr><td style="padding: 2px; text-align: center;">%</td></tr> </table>		Deformación en rotura		%																										
Deformación en rotura																														
%																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="2" style="padding: 2px;">Ángulo de rotura</th></tr> <tr><td style="padding: 2px;"></td></tr> </table>		Ángulo de rotura																												
Ángulo de rotura																														

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2246								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S3 MA1										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 5,40-6,00 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">I.G</td> <td style="padding: 5px;">11</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H.R.B</td> <td style="padding: 5px;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">USCS</td> <td style="padding: 5px;">CL</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	11	H.R.B	A-6	USCS	CL
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	11										
H.R.B	A-6										
USCS	CL										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2246						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S3 MA1														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 5,40-6,00 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,7	98,5	97,9	95,4	93,8	89,3	83,3	75,3
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																
OBSERVACIONES:																

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT2246							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S3 MA1								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 5,40-6,00 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">33,5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">15,9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">17,5</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	33,5	LÍMITE PLÁSTICO:	15,9	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	17,5
LÍMITE LÍQUIDO:	33,5								
LÍMITE PLÁSTICO:	15,9								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	17,5								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2246		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S3 MA1			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 5,40-6,00 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	141	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT2247								
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalúz de Empleo										
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23								
PROCEDENCIA:	S3 TPR1										
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,70-18,00 m										
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 5px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">I.G</td> <td style="padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">H.R.B</td> <td style="padding: 5px;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">USCS</td> <td style="padding: 5px;">SC finos CL</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	2	H.R.B	A-6	USCS	SC finos CL
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	2										
H.R.B	A-6										
USCS	SC finos CL										
OBSERVACIONES:											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)																
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:																
										CÓDIGO DEL LABORATORIO: 001-001-GT2247						
PETICIONARIO:		2805 Servicio Andalucía de Empleo														
OBRA:		Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada														
TIPO DE MATERIAL:		Suelo										FECHA TOMA DE MUESTRA:		04-abr-23		
PROCEDENCIA:		S3 TPR1														
LOCALIZACIÓN:		Prof: 17,70-18,00 m														
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:																
TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	98,7	95,9	93,7	88,9	86,7	77,4	72,0	56,9	48,5	41,9
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																
OBSERVACIONES:																

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)									
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2247							
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo								
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023						
PROCEDENCIA:	S3 TPR1								
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,70-18,00 m								
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE LÍQUIDO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">29,9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">LÍMITE PLÁSTICO:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">18,9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">11,0</td> </tr> </table>				LÍMITE LÍQUIDO:	29,9	LÍMITE PLÁSTICO:	18,9	ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,0
LÍMITE LÍQUIDO:	29,9								
LÍMITE PLÁSTICO:	18,9								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	11,0								
OBSERVACIONES:									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

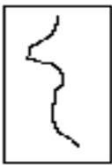
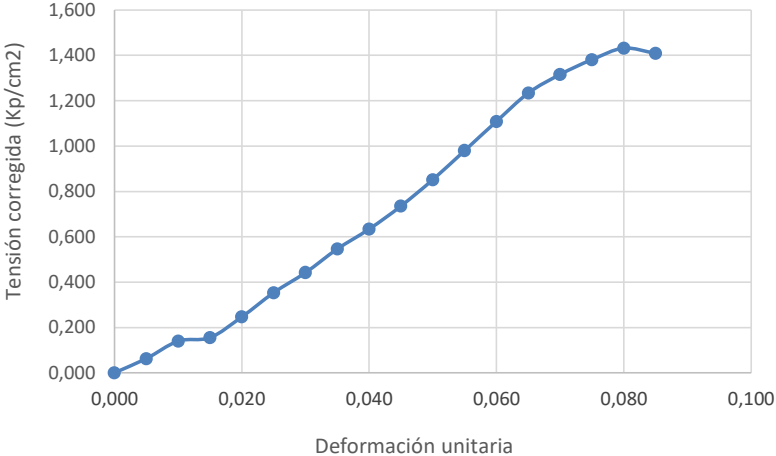


DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2247		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	04/04/2023	
PROCEDENCIA:	S3 TPR1			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,70-18,00 m			
II.- EXPRESION DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	157	2000-3000	3000-12000	> 12000
OBSERVACIONES:				

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE - 103-400:93)												
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:												
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2247										
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo											
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada											
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23									
PROCEDENCIA:	S3 TPR1											
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,70-18,00 m											
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:												
ESTADO DE LA MUESTRA		PARÁMETROS DE LA PROBETA										
INALTERADA	REMOLDEADA		Diámetro									
X			9,0 cm									
	Humedad (%)	Densidad (gr/cm³)	Lado									
			cm									
			Lado									
			cm									
			Sección									
			63,62 cm²									
			Altura									
			180,0 mm									
			Volúmen									
			1145,1 cm³									
			Humedad									
			11,2 %									
			Densidad húmeda									
			2,25 gr/cm³									
			Densidad seca									
			2,02 gr/cm³									
Forma de rotura												
												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Resistencia a compresión simple</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Kp/cm²</th> <th style="text-align: center;">Kpa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; color: blue;">1,45</td> <td style="text-align: center; color: red;">142,4</td> </tr> </tbody> </table>		Resistencia a compresión simple		Kp/cm²	Kpa	1,45	142,4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Deformación en rotura</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </tbody> </table>		Deformación en rotura	%	
Resistencia a compresión simple												
Kp/cm²	Kpa											
1,45	142,4											
Deformación en rotura												
%												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Ángulo de rotura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </tbody> </table>		Ángulo de rotura		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </tbody> </table>								
Ángulo de rotura												
 Curva de rotura												

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA DE SUELO, EN LA CAJA DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:98)			
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:			
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2247	
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo		
OBRA:	Edificio público SAE. Avda Dr Norman Bethune 6D Motril. Granada		
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	4-abr-23
PROCEDENCIA:	S3 TPR1		
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,70-18,00 m		
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:			
TIPO DE ENSAYO REALIZADO:	Consolidado- No Drenado, (CU).		
CURVAS DE CORTE CURVA INTRÍNSECA			
Probeta nº:	1	2	3
Humedad inicial (%):	13,7	13,4	14,5
Humedad final (%):	15,0	16,0	14,1
Densidad aparente (g/cm3):	2,099	2,107	2,111
Densidad seca inicial (g/cm3):	1,846	1,858	1,843
Tensión normal aplicada (Kpa):	100	200	300
Tensión tangencial máxima (Kpa):	374,2	499,0	648,7
c' = cohesión (Kpa):		232,80	
φ' = ángulo de rozamiento interno (°):		53,92	

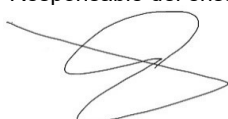
Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023

DETERMINACIONES SOBRE AGUAS PARA ESTABLECER SU AGRESIVIDAD, SEGÚN EL CÓDIGO ESTRUCTURAL				
I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT2250		
PETICIONARIO:	2805 Servicio Andalucía de Empleo			
OBRA:	Edificio público SAE. Avda. Dr Norman Bethune 6D. Motril. Granada			
TIPO DE MATERIAL:	Agua	FECHA DE TOMA DE MUJESTRAS:	4-abr-23	
PROCEDENCIA:	S3			
LOCALIZACIÓN:	Prof: 17,20 m			
II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETRO	VALORES OBTENIDOS	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
Valor del pH UNE-EN83952:2008	7,55	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Magnesio (Mg ²⁺) UNE 83955:2008	142 mg/l	300-1000	1000-3000	>3000
Amonio (NH ₄ ⁺) UNE83954:2008	0,4 mg/l	15-30	30-60	> 60
Sulfato (SO ₄ ²⁻) UNE 83956:2008	690 mg/l	200-600	600-3000	>3000
CO ₂ UN-EN 13577:2008	0 mg/l	15-40	40-100	>100
Residuo seco UNE 83957:2008	552 mg/l	75-100	50-75	<50
OBSERVACIONES:				

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez
Responsable del ensayo

Málaga, a 11 de abril de 2023



ANEJO X – REPORTAJE FOTOGRÁFICO

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 1

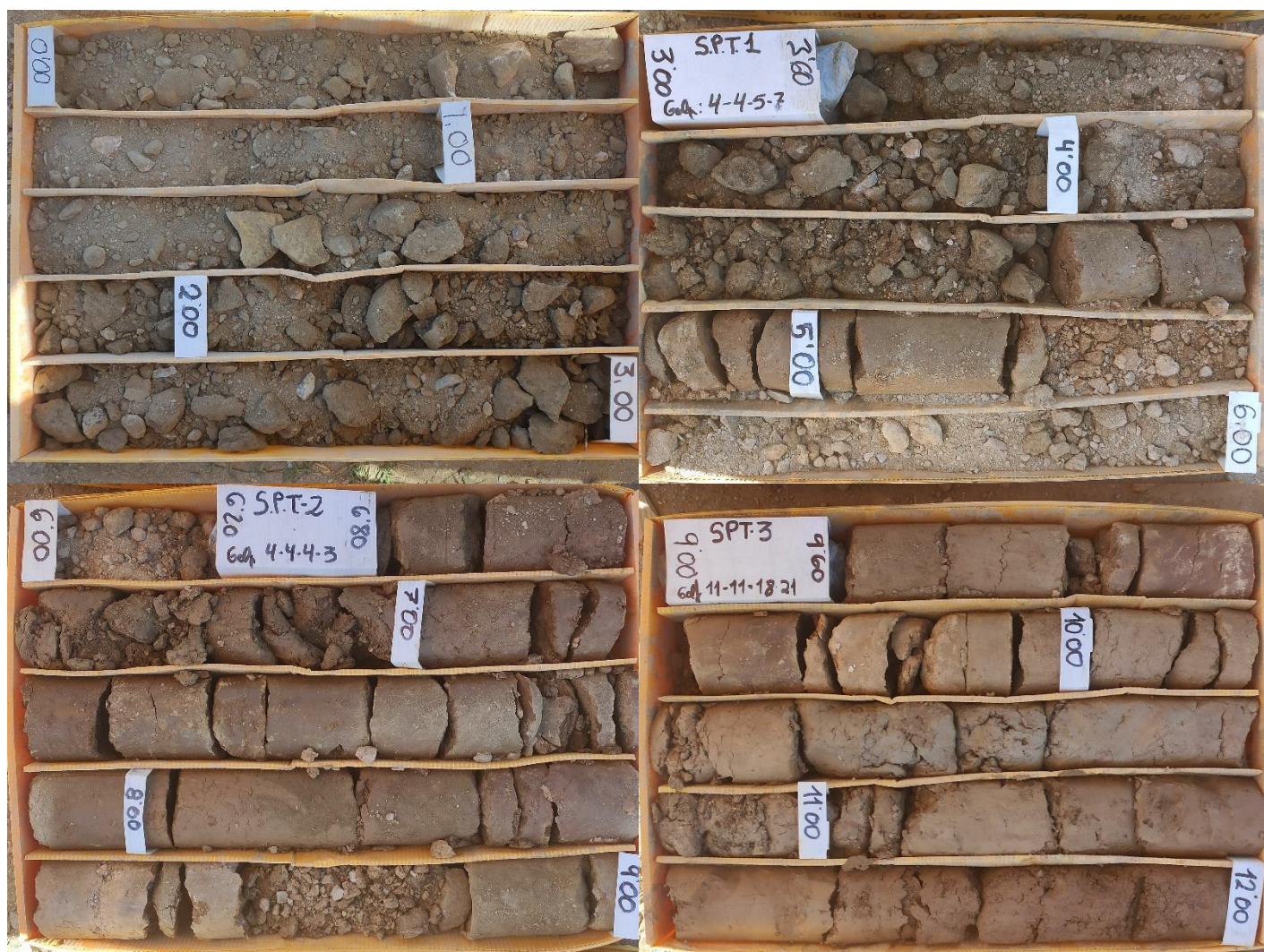


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 2

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



SONDEO Nº 1



CAJAS DE SONDEO Nº 1 (0.00 – 12.00 m)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523

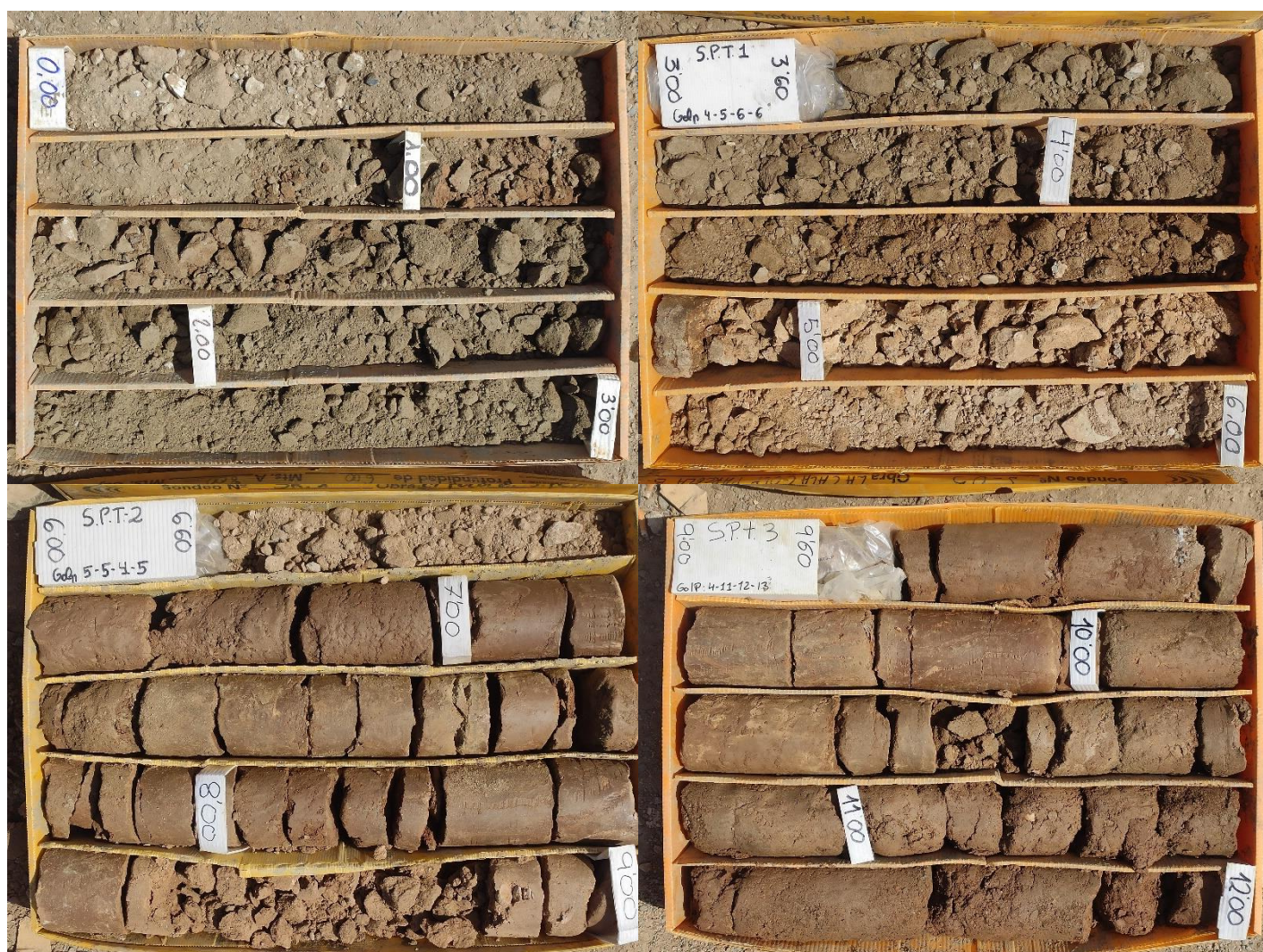


CAJAS DE SONDEO Nº 1 (12.00 – 27.45 m)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



SONDEO Nº 2



CAJAS DE SONDEO Nº 2 (0.00 – 12.00 m)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



CAJAS DE SONDEO N° 2 (12.00 – 25.06 m)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



SONDEO Nº 3



CAJAS DE SONDEO Nº 3 (0.00 – 12.00 m)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



CAJAS DE SONDEO Nº 3 (12.00 – 25.33)

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 1



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 2

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 3



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 4

OBRA:	EDIFICIO PÚBLICO SAE
SITUACIÓN:	AV. DR. NORMAN BETHUNE. 6D. MOTRIL. GRANADA
PETICIONARIO:	SERVICIO ANDALUZ DE EMPLEO
REFERENCIA:	AG280523



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 5



VISTA GENERAL DE LA PARCELA – FOTO 6 (Fachada en Av. Dr. Norman Bethune)

SEVILLA
ANDALUCIA OCCIDENTAL

CI RIOJA. 13. 1C
41.001. SEVILLA
Tlfno: 955 29 01 48
sevilla@geotecnico.org

GRANADA
ANDALUCIA ORIENTAL
CI CURRO CUCHARAS. 56. B 26
18.014. GRANADA
Tlfno: 958 99 11 04
granada@geotecnico.org

MÁLAGA
Alameda CAPUCHINOS. 12. 2B
29.014. MÁLAGA
Tlfno: 951 21 35 89
malaga@geotecnico.org

MARBELLA
COSTA SOL
CI HELIOS. 10. Bloque 21. Bajo C
BENALMÁDENA. 29.630. MÁLAGA
Tlfno: 951 94 32 08
marbella@geotecnico.org



GEOTECNIA | **CONSULTORES**

www.geotecniaconsultores.com