

## Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transportes

### **4440 Orden de 27 de marzo de 2007, de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transportes, por la que se publica la "Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos para Edificación en la Región de Murcia".**

A la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia corresponde, de conformidad con el R.D. 1.546/84 y en virtud de las competencias asumidas en materia de Vivienda, el Control de Calidad en la Edificación y, consecuentemente, promover las condiciones necesarias que permitan a los ciudadanos de la Región disfrutar de una vivienda digna y adecuada.

A lo largo de los últimos años, y con base a lo anterior, se ha venido trabajando en la mejora de la Calidad en la Edificación de nuestra Región, impulsando ayudas al fomento de la calidad y poniendo a disposición de los agentes intervinientes herramientas adecuadas para mejorar el proceso.

La Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), la importancia en el sector de la edificación de la nueva normativa, como la Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E.), publicada mediante R.D. 2.261/1998, la Ley 8/2005 para la Calidad en la Edificación de la Región de Murcia y el Código Técnico de la Edificación, publicado mediante R.D. 314/2006, configuran un panorama que establece la necesidad de documentar los proyectos con los necesarios estudios de suelo, que garanticen la adecuación de las cimentaciones y cargas transmitidas a las características del terreno.

Cada una en su ámbito, persiguen que se construyan edificios que presenten una estabilidad estructural garante y una vida útil adecuada.

La L.O.E. en su artículo 18 establece, para el cumplimiento de los requisitos relativos a la Seguridad Estructural, una serie de garantías que, en el apartado c), se concretan en la obligación del establecimiento de un seguro para daños que comprometan a la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

También, dada la importancia de las condiciones del suelo en relación con la estabilidad de la estructura, en el artículo 12 apartado b), establece la obligación del Director de Obra de verificar la adecuación de la cimentación a las características geotécnicas del terreno, responsabilizando al promotor, en el artículo 9 apartado b), a facilitar la documentación e información previa necesarias para la redacción del proyecto.

Por su parte, la E.H.E., en el punto 4.1 de su articulado de generalidades, establece que en los proyectos se requiera un Estudio geotécnico de los terrenos sobre los que se va a ejecutar obra, salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de ésta, debiendo figurar, conforme se establece en el apartado 4.2, los estudios del terreno necesarios en la Memoria del proyecto, como datos previos.

La Ley para la Calidad en la Edificación de la Región de Murcia, en su artículo 9.4, establece que "El promotor deberá encargar, con la aceptación del proyectista, los estudios geotécnicos e hidrológicos necesarios para el reconocimiento del terreno donde se ubique la edificación, y cualesquiera otros que resulten preceptivos, aportando al proyectista, así mismo, los datos del solar referidos a sus condiciones urbanísticas, dimensiones y servidumbres". Igualmente en su artículo 10.3 indica que "Reglamentariamente, se determinarán los contenidos que definan un proyecto. En todo caso, deberán contemplar el conocimiento del terreno y entorno donde se ubique, justificando la viabilidad geométrica del proyecto, incluyendo los estudios geotécnicos que en su caso sean exigibles, y cualesquiera otros que resulten preceptivos". Por último, en su artículo 28.1.g) establece que se considerarán infracciones muy graves "la no realización de estudios geotécnicos que, en su caso, se establezcan como obligatorios".

El Código Técnico de la Edificación, en el punto 2.1, sustentación del edificio, del Anexo I, establece que en el contenido del proyecto debe incluirse la justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación. Igualmente, el Documento Básico SE-C, Seguridad Estructural: Cimientos, establece en sus puntos 3.1.1 y 3.1.3, Estudio Geotécnico. Generalidades, que "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", y que "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". Por último, en su punto 3.3, Estudio Geotécnico, indica el contenido de este estudio.

Lo anterior, evidentemente, plantea la necesidad de conocer y documentar de forma garante las características del suelo donde se ubicarán las estructuras de los edificios.

Dado que son muchas y diversas las posibilidades de cumplir las exigencias anteriores con diversos tipos de estudios y más o menos ensayos, que definan las características del suelo, parece razonable establecer un marco de referencia o guía de planificación, que ayude a formalizar la concreción del petitum necesario previo a los proyectos.

En consecuencia, resulta necesario garantizar la realización, en su caso, de estudios geotécnicos proporcionados al nivel de riesgo de las edificaciones, en referencia, tanto a sus características, como a las del suelo donde se ubican.

Desde este punto de vista, la Administración Regional entendió oportuno publicar, en el año 2001, una Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región.

Dicha Guía ha constituido un instrumento de unificación, suficientemente contrastado, de los criterios mínimos recomendados, para distintas tipologías de edificios y en base a las zonas geotécnicas diferenciadas, en estudios geotécnicos para edificación en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Los criterios y especificaciones incluidos en el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural: Cimientos, del Código Técnico de la Edificación, no coinciden necesariamente con los recogidos en la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia del año 2001. Por ello, y dada la utilidad y buena acogida de la citada guía, surge la necesidad de adaptación de la misma a los tipos de construcciones, grupos de terrenos y criterios mínimos recogidos en el Código Técnico de la Edificación.

El carácter de la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos, contenida en el Anexo de esta Orden, podría enmarcarse dentro de los Documentos Reconocidos del Código Técnico de la Edificación, tal como especifica el artículo 4.2 del R.D. 314/2006.

Esta Guía o documento de referencia, consensuado y válido, podrá emplearse por los promotores y técnicos para realizar las previsiones necesarias, por los Laboratorios Acreditados y Entidades de Control como referencia genérica válida de sus asistencias, y por las aseguradoras para evaluar sus riesgos.

La Administración, por su parte, podrá garantizar al ciudadano un marco razonable de seguridad en la medida en que los estudios sobre el suelo se efectúen en referencia a la unidad de criterios propuesta por la Guía de planificación que se publica y, con unas mínimas comprobaciones adicionales, asegurar la correcta aplicación de los criterios mínimos y recomendaciones recogidas en el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural: Cimientos.

Por cuanto antecede, en el ejercicio de las competencias que me están atribuidas en la materia,

#### **Dispongo:**

##### **Artículo 1.º-**

Publicar el modelo de Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos para Edificación en la Región de Murcia adaptada al Código Técnico de la Edificación que se incluye en el Anexo de la presente Orden.

##### **Artículo 2.º-**

La documentación contenida en dicho Anexo, se entiende como documento de referencia a adoptar en el ámbito de la Región de Murcia, sin perjuicio de que se puedan adoptar otras reglas o criterios que se adecuen a la normativa de obligado cumplimiento.

#### **Disposición derogatoria**

A la entrada en vigor de la presente Orden quedará derogada la Orden de 23 de Octubre de 2001, por la que se publica la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia, modificada por la Orden de 5 de Marzo de 2002.

#### **Disposición final**

La presente Orden entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la Región.

Murcia a 27 de marzo de 2007.—El Consejero de Obras Públicas, Vivienda y Transportes, **Joaquín Bascuñana García**.

#### **Anexo**

##### **Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos para Edificación en la Región de Murcia adaptada al código técnico de la edificación**

##### **0.- INTRODUCCIÓN**

##### **0.0. OBJETO**

En el año 2.001 se publicó la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia (B.O.R.M. 3 de noviembre de 2.001). Dicha guía ha constituido un instrumento de unificación, suficientemente contrastado, de los criterios mínimos recomendados, para distintas tipologías de edificios y en base a las zonas geotécnicas diferenciadas, en estudios geotécnicos para edificación en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

En el momento actual, la reciente publicación, e inminente entrada en vigor del nuevo código técnico de la edificación (CTE), condiciona, en lo relativo a estudios geotécnicos, la obligatoriedad de aplicación de los criterios recogidos en el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos.

Los criterios y especificaciones incluidos en el citado documento básico no coinciden necesariamente con los recogidos en la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia del año 2.001. Por ello, y dada la utilidad y buena acogida de la citada guía, surge la necesidad de adaptación de la misma a los tipos de construcciones, grupos de terrenos y criterios mínimos recogidos en el CTE.

Como resultado de dicha adaptación, la nueva Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia-CTE constituye un instrumento sencillo (y al mismo tiempo detallado) para el dimensionamiento de la campaña geotécnica a realizar (en función del tipo de edificio y área de contacto con el terreno), acorde al CTE, para distintas zonas geotécnicas. Además se establecen las referencias para la confección de los pliegos de recomendaciones técnicas para la realización del estudio geotécnico.

La aplicación de esta nueva guía garantiza, con unas mínimas comprobaciones adicionales, la correcta aplicación de los criterios mínimos y recomendaciones recogidas en el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos.

##### **0.1. CONTENIDO DE LA GUÍA**

El contenido de la presente guía se ha estructurado en los siguientes apartados:

En primer lugar se explican los criterios y características geotécnicas de las distintas zonas diferenciadas en los Mapas de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia

(apartado 1) y su equivalencia con los grupos de terrenos definidos en el Documento Básico SE-C.

En el apartado 2 se exponen los procedimientos y los requisitos mínimos que se deben contemplar en la planificación de la campaña de investigación de estudios geotécnicos. La aplicación de la sistemática recogida en este capítulo debe permitir planificar un estudio geotécnico a profesionales de la edificación sean o no sean especialistas en Mecánica de Suelos y Cimentaciones y puede servir como comprobación del cumplimiento de los criterios mínimos y recomendaciones incluidas en el Documento Básico SE-C del CTE.

A continuación (apartado 3) se recoge el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de las actuaciones o métodos de investigación a emplear en el desarrollo de Proyectos de Estudios Geotécnicos para edificación en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia conforme a la normativa estatal (CTE).

Por último se incluye un anejo en el que se recogen algunos ejemplos de aplicación.

## 1.- ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA REGIÓN DE MURCIA

### 1.0 ANTECEDENTES. METODOLOGÍA

La Región de Murcia presenta una gran variedad geológica, geomorfológica, hidrogeológica y geotécnica. En este contexto, la realización de una cartografía geotécnica, que recoja la diversidad de comportamientos y problemática geotécnica de la región, exigiría un grado de detalle, una escala de trabajo y una compleja labor de síntesis o ampliación de los datos geotécnicos existentes que se escapan por completo del objeto y metodología de trabajo de esta publicación.

Las características y problemas geotécnicos básicos, así como las condiciones o aptitudes de cimentación, basados fundamentalmente en criterios geológicos, pueden ser reflejados, con ciertas abstracciones en cuanto a la homogeneidad de las unidades geológicas, a escalas de trabajo más acordes con el objetivo del presente trabajo.

En esta guía no se ha pretendido realizar una cartografía geotécnica de la Región propiamente dicha, sino más bien una zonificación en áreas de características litológico-geotécnicas similares que permitan establecer, en cada zona geotécnica, los criterios mínimos a contemplar en el reconocimiento o investigación geotécnica. De esta forma, y en función de las características de la construcción y la problemática geotécnica asociada a cada zona diferenciada, se proponen unos reconocimientos mínimos exigibles en cada caso que resultan acordes con las recomendaciones incluidas en el Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos.

La zonificación geotécnica de la Región de Murcia se ha reflejado en un mapa a escala 1:200.000, basado fundamentalmente en el Mapa Geológico de la Región de Murcia (ITGE, 1.994) y en el Mapa Geotécnico incluido en el Atlas del Medio Natural de la Región de Murcia (ITGE, 1.999). También se ha tenido en cuenta la información re-

cogida en otras publicaciones, como el Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España (IGME-CEDEX, 1.986), Mapa Geotécnico General (1.973 y 1.977) etc., cuya referencia pormenorizada se incluye en bibliografía.

La variabilidad litológico-geotécnica y la gran relevancia, desde un punto de vista constructivo, de Murcia, Cartagena-Mar Menor-La Manga, Lorca, Molina de Segura, Águilas y Mazarrón ha aconsejado la realización de mapas con mayor detalle cartográfico, concretamente a escala 1:25.000. Por otra parte, la publicación de los mapas geotécnicos de Cartagena y Lorca, en el marco de un convenio de cooperación entre el ITGE y la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la CARM, complementará, sin duda, algunos de los aspectos recogidos en la presente guía.

La superficie de la Región de Murcia se ha dividido, con criterios fundamentalmente litológicos, en siete zonas geotécnicas. Estas presentan, en su conjunto, unas características de homogeneidad suficientes para su delimitación o cartografía, al tiempo que para su asignación a los grupos de terrenos contemplados en el CTE, y el establecimiento de los criterios mínimos referidos a la "planificación de la campaña geotécnica para edificación en el ámbito de la Región de Murcia". Las áreas o zonas geotécnicas diferenciadas se indican a continuación.

#### 1.1 ZONA I (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS DURAS)

Se han incluido en esta zona todas aquellas áreas que presentan un subsuelo constituido por un sustrato rocoso de rocas competentes o duras. Estas pueden asignarse, abstrayéndonos de los condicionantes topográficos y previa comprobación de la ausencia de karstificación, al grupo T-1 (Terrenos Favorables) del CTE.

Comprenden a las rocas metamórficas (excepto filitas), tales como esquistos, cuarcitas, mármoles, gneises, etc.; rocas volcánicas, como diabasas, andesitas, basaltos, etc. y algunas rocas sedimentarias, como calizas, dolomías, calcarenitas y conglomerados.

Las rocas metamórficas y volcánicas están localizadas únicamente en el sur de la provincia, mientras que las sedimentarias referidas están distribuidas por toda la región.

Esta zona corresponde a terrenos, con una elevada capacidad portante, aptos para soportar cualquier tipo de estructuras mediante cimentación superficial y asentamientos, en condiciones habituales de carga, prácticamente inexistentes.

Los problemas geotécnicos comúnmente asociados a estas zonas serán los siguientes:

- Áreas de relieve abrupto y tectonizado. Inestabilidades puntuales o desprendimientos.

- Necesidad de estudios de estabilidad de ladera específicos.

- Ripabilidad difícil (se requerirá explosivos o voladuras).

- Posible presencia de Oquedades debidas a karstificación (en materiales calcáreos).

- Existencia de recubrimientos superficiales (naturales o antrópicos).

- Alteración de los niveles más superficiales.

### 1.2 ZONA II (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS BLANDAS)

Se incluyen en esta zona las áreas ocupadas por rocas blandas o con cierto grado de alteración superficial, tales como: filitas, areniscas, arcillitas, margas y margocalizas; alternancias litológicas con predominio de rocas blandas, como los depósitos tipo Flysh, cuyo comportamiento geomecánico mixto (roca-suelo) condiciona su aptitud ante las cimentaciones de las estructuras; y a los depósitos aluvio-coluviales Pliocenos (conglomerados, lutitas y argilitas consolidadas, etc) que, generalmente, configuran áreas de relieve positivo. Se han excluido de este grupo, por su problemática geotécnica particular, a aquellos terrenos con riesgo de expansividad alto (Zona IV).

Se asignan, previa comprobación de los condicionantes topográficos, al grupo T-1 (Terrenos Favorables) del CTE.

Ocupan relieves topográficamente deprimidos, con características geomorfológicas peculiares, como "badlands", redes de drenaje muy densas de tipo dendrítico, acarcavamientos, etc. Se agrupan en cuencas intermontañas o depresiones como las cuencas de Mula, Fortuna, Lorca, Tarragona, Calasparra, Moratalla, etc.

En general, la cimentación de las estructuras situadas en esta zona podrá resolverse por medio de cimentación superficial, con cargas de trabajo moderadas a altas, y asientos inducidos de carácter marcadamente elástico y escasa magnitud.

Los problemas geotécnicos más habituales serán:

- Alteración superficial localmente importante en los términos más margosos.

- Deslizamientos a favor de la estratificación en laderas naturales o taludes excavados

(necesidad de comprobación).

- Posibles asientos diferenciales debidos a heterogeneidad litológica.

### 1.3 ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES)

La componen todos aquellos depósitos coluviales o aluvio-coluviales (glacis, abanicos aluviales, coluviones, terrazas, piedemontes, etc.), de edad Cuaternario (los depósitos Pliocenos consolidados y, en ocasiones, fuertemente compactados se han incluido en la Zona II), cuya característica litológica fundamental es su heterogeneidad o heterometría (mezcla de partículas de diverso tamaño). Así, se engloban términos como conglomerados poco cementados (en lentejones o niveles discontinuos); costras calcáreas de naturaleza edáfica (irregulares, con grado de cementación variable y de reducido espesor); gravas, arenas, limos y arcillas.

En los mapas geotécnicos se ha señalado, con una trama específica, aquellas zonas en las que se estima la aparición de un acuífero superficial o nivel freático somero (zona III1).

La asignación de los mismos a un grupo de terreno, entre los contemplados en el CTE, no resulta automática o directa. Así, aquellas zonas con aparición de nivel freático somero (zona III1) corresponden claramente a terrenos incluidos en el grupo T-2 (Terrenos Intermedios) del CTE. En el resto, deberá optarse, en base a la experiencia geotécnica y constructiva de áreas próximas al proyecto de que se trate, entre la asignación al grupo T-1 (Terrenos favorables) o T-2 (Terrenos Intermedios) del CTE. En caso de no indicar ninguna opción, el programa establece por defecto un tipo de terreno T-2.

Ocupan depresiones tales como la del Campo de Cartagena y cuencas aluviales como la del Guadalentín; en todas ellas predomina el relieve subhorizontal.

Las condiciones constructivas serán más favorables en los materiales granulares (arenas y gravas). Los términos arcillosos tienen una capacidad portante más reducida; así, en los términos granulares o detríticos la cimentación podría resolverse mediante zapatas, con cargas de trabajo medias a altas, y en las zonas ocupadas por terrenos cohesivos o arcillosos mediante cimentación superficial o semiprofunda (pozos de cimentación), con cargas de trabajo bajas a medias.

Los problemas geotécnicos que pueden afectar a las condiciones de cimentación en esta zona son, entre otros, los siguientes:

- Inestabilidades puntuales en zonas proximales o adyacentes a relieves montañosos de pendiente moderada a alta. Ligeros abarrancamientos.

- Asientos diferenciales.

- Asientos de consolidación en términos arcillosos y con presencia de nivel freático superficial.

- Moderada expansividad de los niveles arcillosos.

### 1.4 ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS)

Corresponden a terrenos, predominantemente arcillosos o margosos y/o con frecuentes niveles de yesos, que presentan un alto riesgo de expansividad. Se han incluido en este grupo a las arcillas, margas y yesos del Trías Keuper y a las formaciones de margas con yesos del Mioceno que ocupan las depresiones intramontañosas de la región. En ambos casos originan morfologías fuertemente erosionadas y abarrancadas. Los primeros afloran en el tercio septentrional de la región, mientras que los segundos están representados fundamentalmente en las cuencas de Lorca, Mula y Fortuna, etc.

Estos terrenos corresponden, dada la presencia de yesos y/o características expansivas de los mismos, al grupo T-3 (Terrenos Desfavorables) del CTE.

La cimentación de las estructuras podría resolverse, previa toma de las precauciones adicionales y/o adecuación de los elementos de la estructura a la problemática geotécnica descrita a continuación, mediante cimentaciones superficiales o semiprofundas con tensiones o cargas de trabajo medias.



Esta zona resulta especialmente problemática, desde un punto de vista geotécnico, debido a las siguientes particularidades:

- Posible presencia de oquedades o huecos debidos a disolución de los niveles yesíferos (karstificación).
- Elevado contenido en sulfatos y agresividad del terreno frente al hormigón y elementos metálicos.
- Fenómenos de hinchamiento o expansividad motivados por cambios de humedad del terreno.
- Inestabilidades de laderas naturales o taludes excavados.
- Hundimientos y colapsos.

#### 1.5 ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS)

Está compuesta por terrenos temporalmente saturados, tales como aluviales recientes (arcillas, limos y arenas), blandos y normalmente consolidados, representados por ejemplo en la Vega Media del Río Segura (depósitos de llanura aluvial) y terrenos de tipo lagoon litoral (arcillas o limos orgánicos) que se distribuyen hacia la zona norte de La Manga y este del Mar Menor.

Proporcionan, en general, relieves o morfologías planas.

Corresponden al grupo T-3 (Terrenos Desfavorables) del CTE (suelos blandos).

La capacidad portante de estos suelos resulta baja a muy baja siendo necesario recurrir, en general, a la ejecución de losas de cimentación, en estructuras de poca carga o con excavación de sótanos, o cimentaciones profundas mediante pilotes que transmitan la carga a estratos o niveles profundos resistentes, en estructuras de mayores cargas.

Los problemas geotécnicos más habituales de estas zonas son los siguientes:

- Niveles freáticos altos o superficiales. Necesidad de entibación de excavaciones y medidas de drenaje.
- Oscilaciones significativas del nivel freático de carácter climatológico y/o antrópico. Infiltraciones o posibles asentamientos asociados a dichas variaciones.
- Asientos de consolidación importantes.
- Agresividad química del agua freática.
- Presencia de niveles orgánicos que pueden incrementar la cuantía y duración de los asentamientos.
- Moderada expansividad.

#### 1.6 ZONA VI (ARENAS LITORALES)

Constituida por los depósitos de arenas flojas con restos orgánicos y caparazones calcáreos que forman el cordón litoral de La Manga del Mar Menor.

Esta zona representa un área geográfica de pequeña extensión, aunque con una gran relevancia e importancia en cuanto a la actividad constructiva.

Estos terrenos se asignan (suelos sueltos) al grupo T-3 (Terrenos Desfavorables) del CTE.

La capacidad portante será baja. Las estructuras de hasta tres plantas podrán cimentarse, en algunos casos,

mediante cimentación superficial (zapatas). En general, en las estructuras de más de tres plantas deberá recurrirse a la ejecución de losa de cimentación (cargas moderadas) o cimentación profunda mediante pilotaje (cargas elevadas).

El nivel freático se encuentra a escasa profundidad. Esto condiciona, debido a la naturaleza detrítica y suelta de los terrenos, unas condiciones de estabilidad de zanjas o excavaciones deficientes (taludes inestables) y una necesidad de drenaje de la mismas, debido a su elevada permeabilidad, muy importante en caso de cortar dicho nivel freático.

Otros problemas geotécnicos a tener en consideración serán:

- Agresividad del agua freática.
- Asientos debidos a la compresibilidad de niveles orgánicos o con abundante materia orgánica.

#### 1.7 ZONA VII (ZONAS ESPECIALES)

Corresponden a aquellas áreas que tienen importantes irregularidades naturales o geológicas (oquedades o karstificación importante y conocida) o modificaciones antrópicas extensas (minas, galerías, escombreras, terrenos ganados al mar, etc.). Se asignan claramente al grupo T-3 (Terrenos Desfavorables) del CTE.

La distribución de las irregularidades en estas zonas es aleatoria e impredecible. Por este motivo resulta técnicamente imposible estimar, y menos aún intentar sistematizar, sin la ayuda de la realización de una campaña de investigación geotécnica específica y concreta, el comportamiento geotécnico del subsuelo.

Estas áreas se sitúan especialmente en las sierras mineras de Cartagena-La Unión y Mazarrón, y en las kársticas del Noroeste de la Región (Caravaca, Moratalla y Cehégín).

La planificación y ejecución de la campaña geotécnica en esta zona requerirá un tratamiento particularizado que dependerá de la experiencia y grado de conocimiento que posea del lugar el técnico o empresa encargada de la redacción del estudio geotécnico.

En el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a escala 1:200.000, en el que se representan las áreas geográficas ocupadas por las distintas zonas geotécnicas descritas y, a escala 1:25.000, las zonas de Murcia, Cartagena-Mar Menor-La Manga, Lorca, Molina de Segura, Águilas y Mazarrón. La información recogida en dichos mapas servirá, únicamente, para una primera valoración geotécnica del terreno y para facilitar la planificación de la campaña geotécnica y, por tanto, no sustituirá ni eximirá, en modo alguno, de la necesidad de realizar una investigación puntual para la resolución de problemas geotécnicos de obras concretas tal y como se contempla en la presente guía y Código Técnico de Edificación.

Por otra parte, y dada la imprecisión inherente a las escalas de los mapas (1:25.000 y 1:200.000), puede que en algunos casos no exista coincidencia entre los terrenos aparecidos en el transcurso de la campaña geotécnica y

los correspondientes a los Mapas de Zonificación Geotécnica. Por ello, deberá seguirse, en todos los casos, la metodología y procedimientos recogidos en el Autocontrol de Estudio Geotécnico (apartado 3.4).

El Técnico responsable del estudio geotécnico deberá proponer, de acuerdo a su experiencia y a las características geotécnicas concretas detectadas o deducidas en el transcurso de la investigación geotécnica, acerca de la ampliación de los trabajos, unidades o conceptos sobre mínimos exigidos a efectos de esta guía y CTE. Igualmente,

deberá tener en cuenta los posibles aspectos topográficos, hidrológicos, hidrogeológicos o geomorfológicos, no contemplados en los mapas, con incidencia en la actuación constructiva en cuestión.

A continuación se incluye un cuadro resumen en el que se recoge la equivalencia entre las zonas geotécnicas diferenciadas en la presente guía y los grupos de terrenos definidos en el CTE, así como las condiciones de cimentación "estimadas" y la posible problemática geotécnica asociada a cada una de dichas zonas.

| CTE     | Guía Murcia | Denominación                    | Cimentación usual  | Problemática geotécnica   |
|---------|-------------|---------------------------------|--|---|
| T-1     | Zona I      | Sustrato rocoso: Rocas duras    | Elevada capacidad portante. Cimentación superficial.   | -Inestabilidades puntuales.- Voladuras o explosivos.- Karstificación (calizas).- Recubrimientos y alteración superficial.   |
|         | Zona II     | Sustrato rocoso: Rocas blandas. | Cimentación superficial. Capacidad portante moderada a alta.   | -Alteración superficial.- Deslizamientos en laderas naturales o taludes.- Asientos diferenciales  |
| T-1/T-2 | Zona III    | Aluvio-coluvial                 | *Términos granulares:- Cimentación superficial. Capacidad portante media-alta* Términos cohesivos:- Cimentación superficial o semiprofunda (capacidad portante baja a media). Pozos o pilotaje en grandes estructuras. | - Abarrancamientos e inestabilidades en áreas proximales.- Asientos diferenciales.- Asientos en términos arcillosos con nivel freático elevado.- Expansividad moderada. |
| T-2     | Zona III1   | Nivel freático superficial      |  |   |
| T-3     | Zona IV     | Arcillas y margas con yesos     | Cimentación superficial o semiprofunda. Capacidad portante media.  | -Karstificación en yesos.- Agresividad del terreno.- Riesgo de expansividad elevado.- Inestabilidades de laderas naturales y taludes.                                   |
|         | Zona V      | Arcillas blandas y fangos       | Capacidad portante baja a muy baja. Estructuras de poca carga (losa o pilotaje) y de grandes cargas (pilotaje).  | -Asientos de consolidación.- Nivel freático elevado o superficial (entibación y drenajes). Variaciones significativas.- Agresividad química del agua freática           |
|         | Zona VI     | Arenas litorales                | Capacidad portante baja.- Edificios 1-3 plantas: En general, cimentación superficial.- Edificios de más de tres plantas: losa o pilotaje.  | -Nivel freático elevado. Drenajes e inestabilidad de taludes.- Agresividad química del agua freática.- Materia orgánica. Asientos adicionales.                          |
|         | Zona VII    | Zonas especiales                | Variables  | Problemas geotécnicos variados e impredecibles. Empleo de técnicas de investigación específicas.  |

Por último, recordar que en aquellas áreas con pendiente superior a 15° deberá efectuarse, conforme al Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos del CTE, estudios de estabilidad de ladera específicos. Estas áreas se distribuyen especialmente en las Zonas I (rocas duras) y II (rocas blandas) y ciertos puntos de las Zonas III (aluvio-coluvial) y IV (arcillas y margas con yesos).

Por su parte, en las litologías calcáreas y yesíferas de las Zonas I y IV, respectivamente, deberá comprobarse la ausencia de karstificación o, en su caso, recurrir a técnicas de investigación complementarias que permitan definir su entidad, distribución y posible afección a las actividades constructivas proyectadas. Esto último será igualmente de aplicación en caso de presencia de rellenos artificiales que puedan afectar a la cimentación de las estructuras.

2.- PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA

2.0. LISTA DE SÍMBOLOS EMPLEADOS

A continuación se recogen exclusivamente los símbolos o notación referida a los datos de partida necesarios para la planificación de la campaña geotécnica.

C: Tipo de edificio conforme al CTE.

R (m): Espesor de rellenos o recubrimientos superficiales conocido o estimado.

B (m): Dimensión menor del edificio. En edificios de geometría irregular lado menor del rectángulo equivalente.

L (m): Dimensión mayor del edificio. En edificios de geometría irregular lado mayor del rectángulo equivalente.

S (m<sup>2</sup>): Superficie o área de terreno ocupada por la proyección horizontal del edificio.

Z (m): Profundidad final de cimentación, debido a la excavación de sótanos o taludes.

2.1 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

En este apartado se describe el procedimiento, y los datos mínimos necesarios, para la planificación de la campaña de investigación de estudios geotécnicos para edificación en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. La información recogida explícitamente en las fichas correspondientes es imprescindible para el dimensionado del estudio geotécnico. Sin embargo, cualquier otro tipo de información adicional suministrada (usos previos, inestabilidades, deslizamientos, obstáculos enterrados, tipología y patologías de cimentaciones cercanas, estudios geotécnicos de la zona, relleno estructural para obras de urbanización, etc) resultará muy útil y de gran interés para el desarrollo, con mayor grado de detalle, del estudio geotécnico.

Los datos acerca de las características de las obras los expresa el proyectista (contenidos en el proyecto) y los datos de zonificación del suelo están contemplados en los Mapas Geotécnicos de la Región de Murcia (estos reco-

gen, tal y como se describe en el capítulo 1, los grupos de terrenos incluidos en el CTE). De esta forma, cualquier técnico sea o no necesariamente experto en geotecnia puede deducir todos los datos necesarios para la aplicación de esta guía.

Al final del presente capítulo (Anexos A y B) se incluyen la ficha de datos y fichas de planificación (Anexo A) y unos cuadros-guía de planificación de cada zona geotécnica (Anexo B) para el adecuado dimensionamiento de la campaña geotécnica. El procedimiento a seguir se esquematiza a continuación:

#### FICHA DE DATOS

(datos comunes)

A) Recogida de datos previos (edificio, promotor, arquitecto, solar, etc.).

B) Información de estructura (características de edificación, excavación máxima, rellenos estimados, solución provisional de cimentación, cargas a transmitir, etc.).

C) Datos del terreno: nivel freático (si se conoce su presencia) y zona geotécnica, de las definidas en el Mapa Geotécnico, en la que está incluida el solar o parcela. Estas zonas geotécnicas tienen, en algunos casos, una correspondencia directa con los grupos de terrenos diferenciados en el CTE (ver capítulo 1). En otros casos, se deberá confirmar la ausencia de karstificación o en la

Zona III (depósitos aluvio-coluviales), elegir entre terrenos favorables (T-1) o intermedios (T-2) en base a si estimamos una cimentación directa mediante elementos aislados o no, respectivamente (en este último caso, el programa establece por defecto un tipo de terreno T-2).

#### FICHAS Y CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

(de cada zona geotécnica)

D1) Datos de entrada en cuadros-guía de planificación (Tipo de construcción conforme a CTE- y área de contacto del edificio con el terreno).

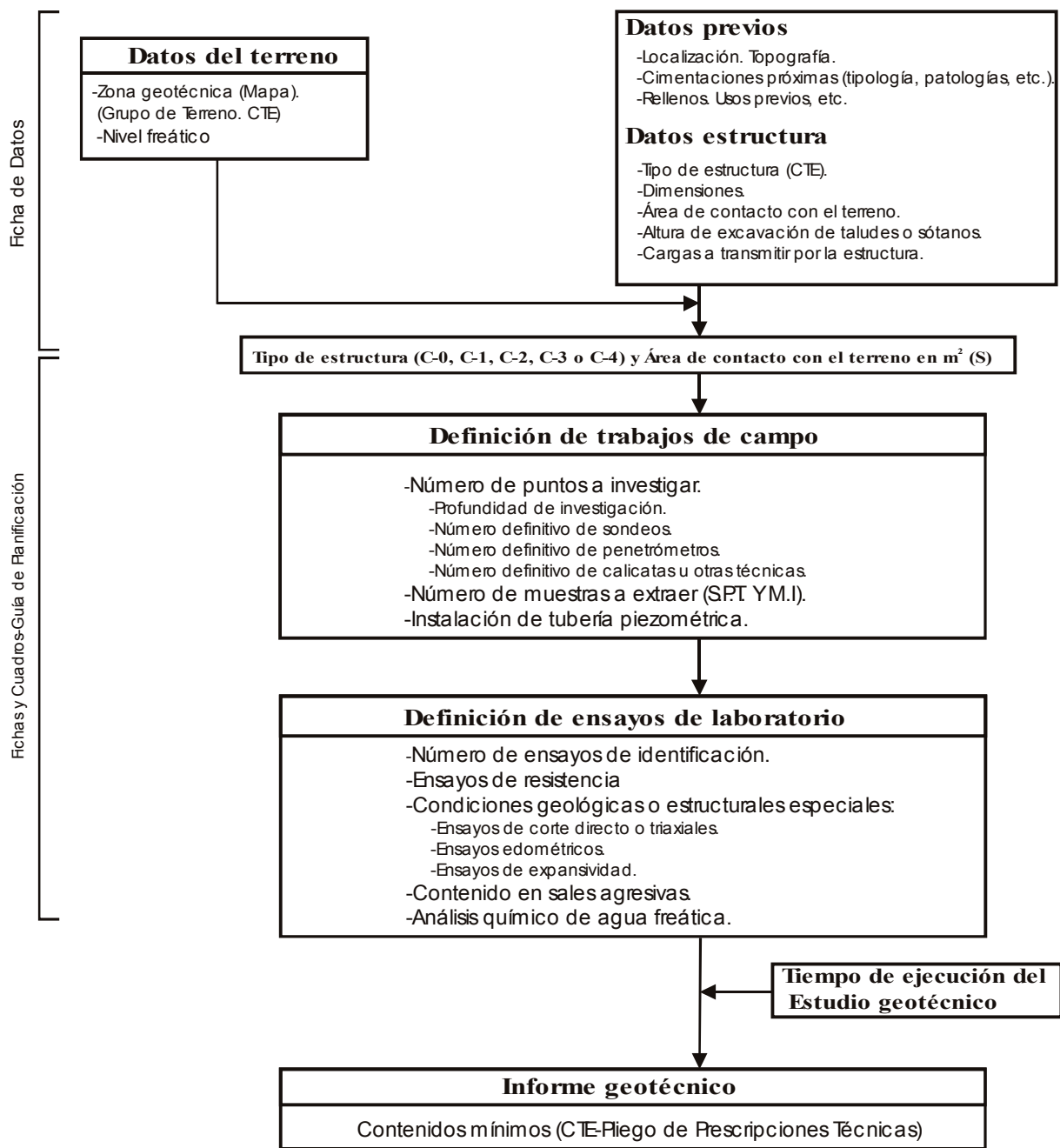
D2) Trabajos de campo (definición del número y profundidad de sondeos, penetrómetros, calicatas, otras técnicas, toma de muestras inalteradas o ensayos SPT, etc.).

D3) Ensayos de laboratorio (definición del número de ensayos de identificación, resistencia, edométricos, expansividad, contenido en sales agresivas y análisis químico de agua freática, etc.).

De esta forma, quedan definidos los contenidos de la campaña geotécnica a efectuar para la realización del estudio geotécnico. Esta debe completarse con la elaboración de un presupuesto en base a la planificación prevista.

A continuación se incluye un esquema del procedimiento de aplicación de la guía.

## ESQUEMA DE APLICACIÓN DE LA GUÍA





Los trabajos deberán efectuarse de acuerdo al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (capítulo 3) y el informe geotécnico deberá contemplar los contenidos mínimos y los aspectos indicados en el CTE y apartado 3.3.

## 2.2. DATOS PREVIOS

### 2.1.1. Edificio, promotor y proyectista

Corresponden a datos de la promoción y de los agentes implicados.

### 2.1.2. Solar

Comprenden datos de información del solar o parcela y documentación que se debe aportar.

1) Plano de emplazamiento urbanístico y plano del solar.

2) Características, servicios y obstáculos del solar.

- Topografía, accesos, disponibilidad de agua, existencia de conducciones de agua, eléctricas, gas o telecomunicaciones, etc. (resultan de interés para evaluar las dificultades de acceso y/o movimiento de la maquinaria de sondeos, para elegir los puntos de emplazamiento de la misma y para conocer si se dispone de agua para las perforaciones).

3) Datos complementarios (cota, tipología y patologías, en su caso, de cimentaciones próximas, espesor estimado de rellenos existentes -R-, etc.).

## 2.3. DATOS DE ESTRUCTURA

Estos datos resultan básicos para la correcta planificación de la campaña geotécnica.

1) Tipo de edificio (C).- La estructura proyectada se clasificará conforme a los tipos o categorías recogidas en el CTE.

2) Dimensiones del edificio: En edificios rectangulares, lado menor (B) y lado mayor (L) en metros. En edificios de geometría irregular, se recomienda estimar los lados "aproximados" del rectángulo equivalente.

3) Área de contacto con el terreno (S): Superficie de terreno ocupado por la proyección horizontal del edificio en m<sup>2</sup>.

4) Profundidad final de cimentación: Se deberá indicar la profundidad final de cimentación prevista, debido a la excavación de sótanos o taludes, (Z) en metros.

5) Datos complementarios

Resultará de interés, para el desarrollo con mayor grado de detalle del estudio geotécnico, cualquier información adicional referida a la tipología estimada o esperada de cimentación, sus posibles dimensiones y profundidad o, en su defecto, el orden de magnitud de las cargas a nivel de cimentación (tensión máxima y mínima repartida del edificio sobre el terreno, sin aplicar el coeficiente de mayoración, y cargas máximas y mínimas concentradas sobre soportes).

(En caso de disponer de plano del solar, y una vez reconocido el mismo por la aplicación informática (extensiones jpg, dxf, dwg, etc.), la propia aplicación obtendrá de forma automática las dimensiones del edificio y el área de contacto con el terreno).

## 2.4. DATOS DEL TERRENO

1) Zona geotécnica: Observar el Mapa Geotécnico y localizar la zona geotécnica y tipo de suelo en el que se encuentra incluido el solar o parcela a investigar (en caso de que el solar se encuentre entre dos terrenos o muy próximo al límite entre ambos se tomará siempre las condiciones del terreno más desfavorable).

Las zonas especiales (Zona VII) no se recogen, debido a sus particularidades o problemática geotécnica específica, en la presente Guía de Planificación.

[Estas zonas geotécnicas tienen, en algunos casos, una correspondencia directa con los grupos de terrenos diferenciados en el CTE. En otros casos (Zona I y Zona IV), se deberá confirmar la ausencia de karstificación o, en el caso de la Zona III (depósitos aluvio-coluviales), si estimamos una cimentación directa mediante elementos aislados (T-1) o no (T-2). En este último caso, el programa establece por defecto un tipo de terreno T-2].

| CTE          | Guía Murcia | Denominación   | Denominación (CTE)  |
|--------------|-------------|--|---|
| T-1          | Zona I      | Sustrato rocoso:<br>Rocas duras  | Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados   |
|              | Zona II     | Sustrato rocoso:<br>Rocas blandas.   |   |
| T-1 /<br>T-2 | Zona III    | Aluvio-coluvial  | Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o presentan rellenos con espesores inferiores a 3,0 m.   |
| T-2          | Zona III1   | A l u v i o -<br>c o l u v i a l ( N i v e l<br>f r e á t i c o<br>s u p e r f i c i a l ) |   |
| T-3          | Zona IV     | A r c i l l a s y<br>m a r g a s c o n<br>y e s o s  | Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. (suelos expansivos o colapsables, suelos blandos, terrenos kársticos o variables, rellenos antrópicos con espesores superiores a 3,0 m, zonas susceptibles de deslizamientos, co-ladas volcánicas delgadas o con cavidades, pendiente superior a 15°, suelos residuales o terrenos de marisma) |
|              | Zona V      | A r c i l l a s b l a n d a s y<br>f a n g o s   |   |
|              | Zona VI     | A r e n a s l i t o r a l e s  |   |
|              | Zona VII    | Z o n a s<br>e s p e c i a l e s   |   |

Las zonas con espesores de rellenos superiores a 3,0 m (por debajo de la cota prevista de cimentación), presencia de cavidades (naturales o artificiales) o zonas susceptibles de deslizamiento requerirán una investigación geotécnica particularizada y, por tanto, no se contemplan en la presente guía. A efectos de planificación, deberán cumplirse al menos los criterios indicados en el CTE para el grupo de terrenos T-3 (Terrenos desfavorables).

2) Nivel freático: Como información complementaria se indicará si se tiene algún conocimiento o referencia de la existencia y/o posición del nivel freático en áreas o solares próximos.

## 2.5. PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

Una vez obtenidos y cumplimentados los datos comunes anteriores (Ficha de Datos), deberá completarse, con ayuda de los Cuadros-Guía de Planificación (Anexo B), los datos de dimensionamiento de la campaña geotécnica en las Fichas de Planificación (Anexo A) de la zona geotécnica concreta en la que se ubique el solar o edificio a investigar.

A continuación se describen los criterios contemplados en esta guía para la planificación de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, indicando las particularidades de cada zona geotécnica:

2.5.1. DATOS DE PARTIDA

1) Tipo de edificio (C): Para la aplicación de esta guía se ha seguido la clasificación del tipo de construcción recogida en el CTE (2.006), según se detalla en la siguiente tabla:

| Tipo de edificio | Descripción  |
|------------------|--|
| C-0              | Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup> |
| C-1              | Otras construcciones de menos de 4 plantas   |
| C-2              | Construcciones entre 4 y 10 plantas  |
| C-3              | Construcciones entre 11 y 20 plantas   |
| C-4              | Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas                                |

Nota:

\*En el cómputo de plantas se incluyen sótanos y áticos.

A efectos prácticos, la diferenciación de edificios influye sobre la densidad, profundidad y grado de detalle del análisis geotécnico.

2) Área de contacto con el terreno (S): se consignará el valor de la superficie de terreno ocupada por la proyección horizontal del edificio en m<sup>2</sup> incluido en la Ficha de Datos.

(En caso de disponer de plano del solar, y una vez reconocido el mismo por el programa de planificación (extensiones jpg, dxf, dwg, etc..), el propio programa obtendrá de forma automática las dimensiones del edificio y área de contacto con el terreno. Esto podrá hacerse igualmente para superficies regulares aunque no se disponga de plano de solar)

La planificación contenida en la presente guía resulta válida, únicamente, para edificios con una superficie máxima ocupada de 10.000 m<sup>2</sup>. Para superficies mayores a dicho valor, y según se indica en el CTE, se podrá reducir la densidad de puntos hasta un límite del 50 %, de los obtenidos mediante los criterios recogidos en el mismo, aplicado sobre el exceso de la superficie.

[En caso de edificaciones aisladas, con un número de plantas inferior a cuatro y cuyo área urbanizada en relación a la superficie ocupada por las edificaciones sea muy extensa, se podrá contemplar, como criterio para la planificación de la campaña geotécnica, una distancia entre puntos de investigación no superior a 30-35 metros y al menos un punto de investigación por edificio, entrando en la columna correspondiente a la categoría de edificio y número de puntos de investigación obtenido. Estos casos no se contemplan en la presente guía]

Una vez consignados los datos de partida indicados, estaremos en condiciones de entrar, en la columna correspondiente, en los cuadros-guía de planificación (Anexo B) de cada zona geotécnica concreta.

2.5.2. TRABAJOS DE CAMPO

1) Número de puntos de investigación (N): El Código Técnico de la Edificación (CTE) contempla, con carácter general, un mínimo de tres puntos de investigación, así como las distancias máximas (dmáx) entre puntos de reconocimiento indicadas en la tabla siguiente.

| Tipo de edificio | T-1 | T-2 |
|------------------|-----|-----|
| C-0, C-1         | 35  | 30  |
| C-2              | 30  | 25  |
| C-3              | 25  | 20  |
| C-4              | 20  | 17  |

Distancias máximas dmáx (m) entre puntos de reconocimiento (CTE)

La aplicación informática de la presente guía determina el número de puntos de investigación, a partir de la superficie y/o morfología del solar, mediante dos modos o vías distintas:

- En caso de disponer de plano del solar, y una vez reconocido el mismo por el programa (extensiones jpg, dxf, dwg, etc.), el usuario deberá ir situando los puntos de investigación correspondientes en la superficie ocupada por el edificio (modo manual). Esto podrá hacerse, aunque no se disponga de plano del solar, para superficies regulares. A este respecto, no se permitirá sobrepasar las distancias máximas (o áreas de influencia de los mismos) entre puntos de reconocimiento anteriormente indicados. Las superficies de influencia finales para los puntos de investigación obtenidos deberán ser superiores al 90 % del área de contacto con el terreno. Este modo permite una determinación del número de puntos de investigación más precisa y rigurosa y resulta, por tanto, más recomendable.

- En caso de superficies irregulares y no disponibilidad de plano de solar, y una vez introducidos por el usuario las dimensiones equivalentes del edificio (B, L) y área de contacto con el terreno, el programa obtendrá automáticamente (modo automático) el número de puntos de investigación. La obtención de los mismos se efectúa en base a una "malla" de cuadrados inscritos en el interior de una circunferencia de diámetro equivalente a la distancia máxima entre puntos (CTE), que cubra la superficie ocupada por el edificio. Este procedimiento resulta aproximado y puede inducir a un número mayor de puntos, para grandes superficies y dimensiones cuadrangulares, o un número menor de los mismos para superficies irregulares o muy alargadas. Por tanto, requerirá una comprobación posterior de que las distancias entre los puntos de investigación no exceden de las distancias máximas recogidas en el Documento Básico SE-C del CTE.

[En las fichas y cuadros-guía de planificación se recogen, para cada área de contacto con el terreno y categoría de edificio, los valores o expresiones empleadas para la determinación del número de puntos de investigación]

2) Sondeos (Nsondeos): El número inicial de puntos de investigación podrá, según las zonas geotécnicas y conforme a los porcentajes de sustitución indicados en el CTE, sustituirse por penetraciones dinámicas. Como resultado de esta sustitución, y aplicando las expresiones o

valores mínimos recogidos en los cuadros-guía, resultará un número final de sondeos.

| Tipo de edificio | n.º mínimo |     | % de sustitución |     |
|------------------|------------|-----|------------------|-----|
|                  | T-1        | T-2 | T-1              | T-2 |
| C-0              | ---        | 1   | ---              | 66  |
| C-1              | 1          | 2   | 70               | 50  |
| C-2              | 2          | 3   | 70               | 50  |
| C-3              | 3          | 3   | 50               | 40  |
| C-4              | 3          | 3   | 40               | 30  |

Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentajes de sustitución (CTE)

3) Profundidad de sondeos (Ptotal): La profundidad orientativa de los sondeos se determinará conforme a los valores o expresiones recogidas en los cuadros-guía de planificación. Estos se resumen a continuación

| PROFUNDIDAD TOTAL ORIENTATIVA DE SONDEOS (m) |         |          |           |           |          |         |          |
|--|---------|----------|-----------|-----------|----------|---------|----------|
| T. Edificio/Z. Geotécnica                    | I (T-1) | II (T-1) | III (T-1) | III (T-2) | IV (T-3) | V (T-3) | VI (T-3) |
| C-0, C-1                                     | 3       | 6        | 8         | 15        | 8        | 18      | 15       |
| C-2  | 6       | 9        | 12        | 20        | 12       | 25      | 20       |
| C-3  | 9       | 12       | 14        | 25        | 14       | 30      | 25       |
| C-4  | 12      | 15       | 16        | 30        | 16       | 35      | 30       |

\*Nota: Las profundidades indicadas están referidas al nivel final de excavación. A estas se les sumará, en su caso, el espesor de rellenos artificiales (R) o profundidad final de cimentación (Z).

Estas profundidades se han establecido adaptando las profundidades orientativas recogidas en el CTE a las características litológicas y geotécnicas de los terrenos existentes en cada una de las zonas geotécnicas diferenciadas en la presente guía.

| Tipo de edificio | T-1 | T-2 |
|------------------|-----|-----|
| C-0, C-1         | 6   | 18  |
| C-2              | 12  | 25  |
| C-3              | 14  | 30  |
| C-4              | 16  | 35  |

Profundidades orientativas (m) de reconocimiento (CTE)

Nota: valores de profundidades bajo el nivel final de excavación

En todo caso, y conforme al CTE, deberá comprobarse que la profundidad final de los reconocimientos resulta suficiente para alcanzar una cota del terreno por debajo de la cual no se desarrollarán asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio. Esta puede establecerse como aquella profundidad tal que el aumento neto de tensión en el terreno, como consecuencia del peso del edificio, sea igual o inferior al 10 % de la tensión efectiva vertical existente en el terreno a esa cota antes de la construcción del mismo, a menos que se halla alcanzado anteriormente una unidad geotécnica resistente tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produzcan deformaciones apreciables. En este caso, deberá comprobarse el espesor de esta última en al menos 2 m, más 0,3 m adicionales por cada planta que tenga la construcción.

En el caso de cimentaciones profundas se llevarán a cabo las comprobaciones indicadas en el párrafo anterior, suponiendo que la cota de aplicación de la carga del edificio sobre el terreno es la correspondiente a una profundidad igual a las dos terceras partes de la longitud de los pilotes. En pilotes columna se comprobará que la profundidad investigada alcanza aproximadamente cinco diámetros por debajo de la punta del pilote.

4) Penetrómetros (Np): El CTE contempla únicamente la sustitución de sondeos por penetrómetros (las calicatas se admiten, junto a penetrómetros, exclusivamente para edificios de categoría C-0). No obstante, y dado que éstos últimos no resultan adecuados en las zonas geotécnicas I, II y IV, debido a sus dificultades de ejecución y limitaciones de profundidades a alcanzar, se considera de mayor utilidad la excavación de calicatas.

[Los ensayos de penetración dinámica están especialmente indicados en terrenos granulares finos (arenas). El análisis y tratamiento de los golpes obtenidos en suelos arcillosos o con un porcentaje apreciable en grava gruesa, cantos y bolos, deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas. A este respecto, y cuando la importancia del edificio lo justifique, se pueden contrastar con los valores de velocidad de transmisión de las ondas S obtenidas mediante ensayos de tipo "cross-hole" o "down-hole"]

Los porcentajes de sustitución de penetrómetros por sondeos están comprendidos entre el 30 y 70 %. Estos porcentajes se han indicado en una de las tablas anteriores, para distintas categorías de edificio y grupo de terreno, y resultan coincidentes con los definidos en el CTE.

La sustitución de sondeos por penetrómetros únicamente resultará válida cuando la profundidad alcanzada por estos últimos sea, como mínimo, superior a la de cimentación ( $P_{\text{penetrómetro}} > P_{\text{cimentación}}$ ).

5) Calicatas (Nc): En la presente guía, y a efectos de la excavación de calicatas, se contempla, en las Zonas Geotécnicas II (sustrato rocoso. Rocas blandas) y IV (arcillas y margas con yesos), la posible sustitución, con unos porcentajes comprendidos entre el 30 y 70 %, del número inicial de sondeos por penetrómetros o calicatas. Estos porcentajes se han indicado en los párrafos anteriores, para distintas categorías de edificio y grupo de terreno, y resultan coincidentes con los definidos en el CTE.

Esta sustitución resultará únicamente válida, a efectos de esta guía, cuando pueda observarse el suelo por debajo de la cota de cimentación prevista.

Por otro lado, y en los reconocimientos geotécnicos de los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1 de la zona III, se contempla únicamente la ejecución de dos calicatas y un ensayo de penetración dinámica continua.

En general, y si se conoce la existencia de rellenos o recubrimientos superficiales con espesores no superiores a 3,0 metros, las calicatas pueden resultar muy útiles para definir, de forma rápida y económica, el espesor de los mismos en distintos puntos.

Las calicatas deberán hacerse, conforme a las reglas de la buena práctica, en zonas o a profundidades tales que no alteren las propiedades geotécnicas de los terrenos que constituirán el apoyo de la cimentación. En todos los casos, y especialmente en calicatas excavadas en las zonas V y VI, deberán tomarse las precauciones y normas de seguridad debidas para asegurar la correcta estabilidad de las paredes y garantizar la no afección de zonas próximas.

6) Otras técnicas: El Documento Básico SE-C Cimientos del CTE establece que la prospección del terreno puede llevarse a cabo mediante sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración, calicatas o métodos geofísicos. Asimismo, se indica expresamente que no pueden utilizarse exclusivamente métodos geofísicos para la caracterización del terreno, debiendo siempre contrastarse sus resultados mediante sondeos mecánicos.

[“Las técnicas geofísicas se podrán aplicar para la caracterización geotécnica y geológica, con el objeto de complementar datos, mejorar su correlación, acometer el estudio de grandes superficies y determinar los cambios laterales de facies, no siendo aconsejable en cascos urbanos consolidados”].

Los macizos rocosos deberán quedar suficientemente caracterizados mediante los criterios recogidos en el Documento Básico SE-C del CTE, con objeto de poder definir índices, tales como el RMR, indicativos del comportamiento global del macizo.

7) Valores finales de puntos de investigación: Sondeos (Nsondeos), calicatas (Nc), penetrómetros (Np) u otras técnicas (Nt). Se resumirán en este apartado el número total de sondeos, calicatas y penetrómetros obtenidos, en cada caso, como resultado de aplicar las expresiones, valores mínimos, criterios o porcentajes de sustitución indicados anteriormente.

8) Longitud total de sondeos (Lsondeos): Resultará de multiplicar el número final de sondeos por la profundidad total de sondeos ( $L_{\text{sondeos}} = N_{\text{sondeos}} \times P_{\text{total}}$ )

9) Muestras Inalteradas y Ensayos de penetración Estandar (S.P.T.): El intervalo de muestreo mínimo previsto es de una muestra (Inalterada o S.P.T.) cada 2,5 metros de sondeo, excepto en la zona geotécnica II (Sustrato rocoso-Rocas blandas) en la que se establece una frecuencia de muestreo cada 3,0 metros de sondeo y en la zona geotécnica I (sustrato rocoso-Rocas duras) en la que se contempla únicamente la obtención de muestras o testigos parafinados.

El tipo de muestra (inalterada o S.P.T.) dependerá de la naturaleza del terreno. En terrenos granulares se efectuarán ensayos S.P.T. (muestras de categoría B) y en terrenos cohesivos predominantemente muestras inalteradas (muestras de categoría A). En algunos terrenos (arcillas de consistencia dura, margas o rocas) se procederá al parafinado de trozos de testigo, convenientemente seleccionados, obtenidos durante la perforación. En cualquier caso, no deberá quedar sin muestrear ningún estrato o unidad geotécnica.

[En el Documento Básico SE-C del CTE se especifican los diferentes tipos de tomamuestras, métodos de hinca y categorías de las muestras obtenidas (Tabla D-8). Los aspectos fundamentales de los mismos se recogen en el capítulo 3.1 de la presente guía].

En suelos con un porcentaje apreciable de grava gruesa, cantos y bolos, o cuando la importancia del edificio lo justifique, se pueden contrastar los golpes SPT con los valores de velocidad de transmisión de las ondas S obtenidas mediante ensayos de tipo “cross-hole” o “down-hole”. Estos últimos ensayos serán obligatorios, conforme al CTE, para edificios de tipo C-2 y C-3 y aceleración sísmica superior a 0,08g.

En el interior de los sondeos, y a criterio del técnico responsable del estudio geotécnico, podrán realizarse otros ensayos tales como ensayos de molinete (Vane Test), presiométrico (PMT), Lefranc, Lugeon, etc.

Además de las muestras señaladas, el reconocimiento geotécnico debe incluir la toma de muestras de agua de los distintos acuíferos atravesados, con el fin de prever posibles problemas de agresividad o contaminación.

10) Tubería piezométrica: Este apartado se contemplará, para la planificación de la campaña geotécnica, en el caso de que se sospeche que el nivel freático se sitúe a profundidades próximas a la futura cota de cimentación o se estime que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas. En estos casos se colocará tubería piezométrica en al menos la mitad de los sondeos efectuados, con un mínimo de un sondeo y redondeado por defecto al número entero superior. De esta forma, se podrán controlar y medir sus posibles variaciones.

Las condiciones de ejecución y utilización de los trabajos de campo y ensayos in situ se indican en el Anejo C y en las tablas D.6 y D.7 del Documento Básico SE-C del CTE.

[Una vez definidos los puntos de investigación geotécnica, el programa permite cierta modificación de los mismos. Así, podrá aumentarse el número inicial de puntos, disminuir el porcentaje de sustitución de sondeos por penetrómetros y calicatas o modificar la profundidad de los sondeos al alza (debido a la existencia de un elevado espesor de suelos blandos o en caso de cimentación de losas de grandes dimensiones) o a la baja (presencia de un estrato resistente a una profundidad discreta). En este último caso, deberá comprobarse la continuidad del estrato en una profundidad mínima de  $2 \text{ m} + 0,3 \times n^{\circ} \text{ plantas}$ ]

### 2.5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

La realización de cualquier ensayo de laboratorio incluye la extracción y/o preparación de la muestra conforme a la normativa correspondiente. Además, y de todas las muestras obtenidas en sondeos y calicatas, se hará una descripción detallando aquellos aspectos que no son objeto de ensayo, como el color, olor, litología de las gravas, presencia de escombros o rellenos artificiales, etc, así como eventuales defectos en la calidad de la muestra, para ser incluida en alguna de las categorías A o B.



El número recomendado de determinaciones de cada uno de los ensayos o grupos de ensayos diferenciados se ha establecido adaptando el número orientativo de los mismos, recogido en el Documento Básico SE-C del CTE, a las características litológicas y geotécnicas de los terrenos existentes en cada una de las zonas geotécnicas diferenciadas en la presente guía. Estas se consideran suficientes para la determinación, con suficiente fiabilidad, del parámetro geotécnico analizado. Las determinaciones indicadas se podrán obtener mediante ensayos de laboratorio, o si es factible con ensayos in situ, aplicando las oportunas correlaciones.

El número de ensayos de identificación y resistencia contemplado en las fichas y cuadros-guía de planificación corresponde a cada unidad geotécnica afectada por las obras o cargas de cimentación. Estos deberán, por tanto, multiplicarse por el número de unidades geotécnicas finalmente definidas (una unidad geotécnica puede definirse, siguiendo los criterios contenidos en el CTE, como los terrenos o conjunto de terrenos existentes en el subsuelo que pueden agruparse en una unidad de características geotécnicas similares).

[Durante la planificación de la campaña geotécnica puede indicarse el número de unidades geotécnicas que se estima existan en el subsuelo. En caso contrario, la aplicación informática aplicará por defecto dos unidades geotécnicas en las zonas III, V y VI y una unidad geotécnica en las zonas I, II y IV. Esto se explica en base a la mayor extensión estratigráfica, vertical y horizontal, de estas últimas]

1) Ensayos de identificación: Comprenden, a efectos de los criterios de planificación contemplados en la presente guía, a los ensayos de identificación más habituales tales como descripción visual, granulometría por tamizado y determinación de los límites de Atterberg.

[En rocas duras, únicamente podrá efectuarse una descripción visual de las mismas]

Para su planificación se tomarán, según el caso y zona geotécnica que corresponda, el valor o resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero superior más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto con el terreno y categoría de edificio. A continuación se resumen los criterios de planificación contemplados en cada zona geotécnica.

| T. Edificio / Z. Geotécnica |   | C-0<br>C-1 (<1.850m <sup>2</sup> ) | C-1(≥1.850 m <sup>2</sup> ), C-2  | C-3, C-4   |
|-----------------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Ensayos de identificación   | I/II                                    | 2 × U                              | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3 \times U$ (min 3xU)                                | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4 \times U$ (min 4xU)                 |
|                             | III (T-1)                               | 2 × U<br>(<800 m <sup>2</sup> )    | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3 \times U$ (min 3xU)<br>(>800 m <sup>2</sup> - C-1) |  |
|                             | III <sub>1</sub> (T-2)<br>IV<br>V<br>VI | C-0<br><br>3 × U                   | C-1, C-2<br><br>$\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4 \times U$ (min 4xU)                | C-3, C-4<br><br>$\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 6 \times U$ (min 6xU) |

\*Nota: U: número de unidades geotécnicas.

Los resultados de los ensayos granulométricos permitirán, en base a un baremo de proporción en peso de cada fracción de suelo, asignar una denominación a los suelos con una palabra, según su componente principal, que se acompañará de calificativos y sufijos según sus componentes secundarios (tablas D.20 y D.21 del Documento Básico SE-C).

Estos ensayos deberán efectuarse en todos los estratos o unidades geotécnicas afectadas por la cimentación

y deberán distribuirse, a priori, con bastante uniformidad a lo largo de los sondeos.

2) Ensayos de resistencia: En este grupo se incluye, conforme a la tabla D.18 del Documento Básico SE-C, ensayos de resistencia a la compresión simple, corte directo o ensayo triaxial (en cualquier situación de consolidación y drenaje). Estos ensayos proporcionan adicionalmente la humedad natural, densidad seca y aparente de las muestras ensayadas.



Los criterios adoptados para la obtención del número de ensayos de resistencia se recoge en la siguiente tabla.

| T. Edificio / Z. Geotécnica  |                              | C-0<br>C-1 (<1.850m <sup>2</sup> ) | C-1 (≥1.850m <sup>2</sup> ) | C-2   | C-3, C-4  |   |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| Ensayos de resistencia       | I/II                         | 2 × U                              |                             | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3 \times U$ (min 3xU)    | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4 \times U$<br>(min 4xU) |   |
|                              | III(T-1)                     | C-0                                | C-1 (<800m <sup>2</sup> )   | C-1 (>800 m <sup>2</sup> ), C-2                         |   |   |
|                              |                              | --                                 | 2 × U                       | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3 \times U$ (min 3xU)    |   |   |
|                              | III <sub>1</sub> (T-2)<br>IV | C-0                                |                             | C-1   | C-2   | C-3, C-4  |
|                              |                              | 2 × U                              |                             | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3 \times U$<br>(min 3xU) | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4 \times U$<br>(min 4xU) | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 6 \times U$<br>(min 6xU) |
|                              |                              | 3 × U                              |                             | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4 \times U$ (min 4xU)    |   | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 6 \times U$<br>(min 6xU) |
|                              |                              | VI                                 |                             |   |   |   |
| Correlaciones con golpes SPT |                              |                                    |                             |   |   |   |

\*Nota: U: número de unidades geotécnicas.

En terrenos de naturaleza rocosa (Zona I y testigos rocosos competentes de la Zona II), estos ensayos corresponderán, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita, a compresión simple en roca o carga puntual.

La elección del tipo de ensayo, o condiciones de consolidación y drenaje del mismo, dependerá de los criterios del Técnico responsable del estudio geotécnico. No obstante, a efectos de esta guía, además del número de ensayos de resistencia obtenidos, se efectuarán ensayos adicionales de corte directo o triaxiales siempre que existan con anterioridad o, como consecuencia de que la profundidad final de cimentación sea superior a 2,5 metros, se generen taludes de excavación o desmontes de alturas superiores a dichas magnitudes o, en su caso, exista una pendiente topográfica mayor de 15.º

| Ensayos de corte directo o triaxiales     |  |
|---|--|
| Taludes o excavación de sótanos Z > 2,5 m | Nsondeos > 3 o Z ≥ 5 m. (mínimo 2 ensayos) |
| Pendiente topográfica > 15 °              | Nsondeos 3 y Z < 5 m. (mínimo 1 ensayo)    |

En caso de rocas competentes, gravas o arenas, los parámetros resistentes obtenidos en estos ensayos podrán estimarse por medio de correlaciones empíricas basadas en el estado de fracturación del macizo rocoso (rocas), ensayos S.P.T. u otros ensayos In Situ (arenas y gravas). En terrenos arcillosos podrá también obtenerse mediante ensayos in situ (Vane-Test, etc..)

3) Ensayos edométricos: Estos ensayos se realizarán, con objeto de determinar la compresibilidad y los asentos de cimentaciones superficiales apoyados en arcillas normalmente consolidadas, en la zona V (arcillas blandas y fangos) y en arcillas medias o blandas, incluidas en la zona III1 (depósitos aluvio-coluviales), y generalmente asociadas con la existencia de nivel freático a escasa profundidad. Los valores orientativos contemplados en la presente guía se indican a continuación:

| T. Edificio / Z. Geotécnica |                            | C-0 | C-1 | C-2                                       | C-3, C-4                                     |
|-----------------------------|----------------------------|-----|-----|---|--|
| Ensayos edométricos         | III<br>(III <sub>1</sub> ) | 1   |     | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 2$ (min 2) | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3$<br>(min 3) |
|                             | V                          |     |     |   |  |

\* Nota: En caso de cimentaciones profundas (pilotes) apoyadas en estratos resistentes no resultará necesario la realización de este tipo de ensayos.

El número de ensayos obtenido corresponde a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por las cargas de la cimentación.

4) Ensayos de expansividad: Estos ensayos tienen por objeto calificar y/o cuantificar los posibles cambios de volumen que pueden experimentar los suelos frente a cambios de humedad. En principio, para la planificación de la campaña geotécnica recogida en esta guía, sólo se ha contemplado la realización de estos ensayos en la zona geotécnica IV (Arcillas y margas con yesos) susceptible de presentar estos problemas. Sin embargo, el técnico responsable del estudio geotécnico deberá proponer, en el transcurso de la investigación y en base a su experiencia geotécnica, su realización en otras zonas.

Los criterios de planificación adoptados en la presente guía se recogen a continuación.

| ZONA IV (T-3).- Arcillas y margas con yesos |   |   |
|---|---|---|
| Categoría de edificio                       | C-0, C-1 (<1.350 m²)                      | C-1 (≥1.350 m²), C-2, C-3, C-4            |
| Ensayos de Expansividad                     | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 2$ (min 2) | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3$ (min 3) |

Estos ensayos se efectuarán, conforme al CTE, en muestras de categoría A (muestras inalteradas) y consistirán, por tanto, en determinaciones (cuantitativas) de la presión de hinchamiento en edómetro. No obstante, a efectos de esta guía, se considera válida la combinación de estos últimos con la ejecución de ensayos de hinchamiento Lambe (cualitativos) sobre muestras de cualquier categoría.

5) Contenido en sales agresivas: La acidez Baumann-Gully y el contenido en sulfatos permiten clasificar la agresividad química del terreno frente al hormigón conforme a los parámetros recogidos en la Norma EHE.

El criterio adoptado para la obtención del número de determinaciones o ensayos químicos contemplado en la presente guía se recoge en la siguiente tabla.

| T. Edificio/ Z. Geotécnica   | C-0 C-1 (<1.850m²)   | C-1 (≥1.850m²), C-2 | C-3, C-4  |
|------------------------------|----------------------|---------------------|---|
| Contenido en sales agresivas | I<br>II              | 2                   | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3$ (min 3)                 |
|                              | III (T-1)            | 2 (< 800 m²)        | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3$ (min 3) (> 800 m²- C-1) |
|                              | III<br>IV<br>V<br>VI | C-0                 | C-1, C-2  |
|                              |                      | 2                   | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 3$ (min 3)                 |
|                              |                      |                     | $\sqrt{\frac{S}{2.000}} \times 4$ (min 4)                 |

El número de ensayos obtenido se aplicará a cada una de las unidades geotécnicas en contacto directo con los hormigones de cimentación o muros de sótano. En cimentaciones profundas, deberán analizarse todos los niveles o estratos atravesados por los pilotes.

6) Análisis químico de agua freática: En el caso de que el nivel freático se sitúe a profundidades próximas a la futura cota de cimentación o se estime, a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico, que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas, se efectuarán análisis químicos del agua freática, como mínimo en el 50 % de los sondeos, conforme a los criterios y parámetros recogidos en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Por último, indicar que en los cuadros-guía y fichas de planificación no se han incluido algunos ensayos (granulometrías por sedimentación, límite de retracción, peso específico de partículas, ensayo de colapso, ensayos de compactación, contenido en materia orgánica o carbonatos, etc.) cuya realización, debido a sus particularidades o escasa representatividad, dejamos a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico.

## 2.6. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

La ejecución completa de un estudio geotécnico puede subdividirse en tres etapas, en general consecutivas, aunque en ocasiones (grandes campañas) pueden solaparse parcialmente los trabajos de las distintas etapas (trabajos de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete).

|                               | Tipo de ensayo  | Tiempo de ejecución estimado   |
|-------------------------------|---|--------------------------------|
| <b>TRABAJOS DE CAMPO</b>      | Sondeos   | 1 semana: 40-50 m.l. de sondeo |
|                               | Penetrómetros   | 1 día: 3-5 penetrómetros       |
|                               | Calicatas   | 1 día: 8-10 calicatas          |
| <b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b> | E. Identificación   | 3-4 días: 10 ensayos           |
|                               | Compresiones simples  | 3-4 días: 10 ensayos           |
|                               | Corte directo o ensayo triaxial   | 1 semana: 1 ensayo             |
|                               | Ensayos edométricos   | 2 semanas: 1 ensayo            |
|                               | Ensayos químicos  | 2-3 días: 3-5 ensayos          |
| <b>TRABAJOS DE GABINETE</b>   | Tiempo medio de ejecución de trabajos de campo y ensayos de laboratorio (Tg=( Tcampo+Elab)/2) |                                |

En los estudios geotécnicos más habituales, con un número total no superior a cinco o seis puntos de investigación, pueden estimarse los siguientes tiempos de ejecución para las distintas etapas:

| TIEMPO DE DURACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO- N ≤ 6 |                                      |                 |
|--|--------------------------------------|-----------------|
| T. CAMPO                                     | ENSAYOS DE LABORATORIO               | T. GABINETE     |
| 1 semana                                     | Con ensayos edométricos: 2-3 semanas | 1,0-1,5 semanas |
|  | Sin ensayos edométricos: 1,5 semanas |                 |

Por tanto, el tiempo mínimo para un estudio geotécnico de estas características (4-6 puntos de investigación y sin ensayos edométricos) se estima en unas tres o cuatro semanas. Si además incluye la realización de ensayos edométricos (Zona V y algunos lugares de la Zona III) debe preverse una duración de unas seis semanas.

[Los tiempos y duraciones indicadas en los párrafos anteriores corresponden a los mínimos ideales; es decir, suponiendo una disponibilidad inmediata de maquinaria de sondeos, equipos y personal de laboratorio. La duración total del estudio geotécnico dependerá, por tanto, del grado de disponibilidad y/o ocupación de los equipos de sondeo y laboratorio].

En campañas geotécnicas de más importancia deberá consultarse o acordar unos plazos de entrega con la empresa geotécnica encargada de los trabajos. En todo caso, y teniendo en cuenta que pueden solaparse parcialmente los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se considera, a título orientativo, que un mes y medio (seis semanas) es un plazo razonable en la mayoría de los casos.

En zonas geotécnicas especiales (Zona VII) o en cálculos muy laboriosos deben preverse, debido al empleo de técnicas especiales o complejidad de cálculos, unos márgenes de tiempo adicionales.

## Anexo A.- Ficha de datos y fichas de planificación

**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |  |
|----------|--------------|--|
| Edificio | Denominación |  |
|          | Dirección    |  |
|          | Localidad    |  |

|          |                  |         |
|----------|------------------|---------|
| Promotor | Razón comercial  |         |
|          | Representado por | TLF/FAX |
|          | Dirección        |         |
|          | Localidad        |         |

|            |           |         |
|------------|-----------|---------|
| Arquitecto | Nombre    | TLF/FAX |
|            | Dirección |         |
|            | Localidad |         |

|       |  |       |             |             |                 |         |  |
|-------|--|-------|-------------|-------------|-----------------|---------|--|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       | SI          |             | NO              |         |  |
|       | Topografía                                 | LLana | Accidentada |             | Muy accidentada |         |  |
|       | Acceso                                     |       | Libre       | Con permiso |                 | Difícil |  |
|       | Disponibilidad de agua                     |       | SI          |             | NO              |         |  |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       | SI          |             | NO              |         |  |

|                       |   |                     |
|-----------------------|---|---------------------|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. |                     |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | <b>R=</b> <b>m.</b> |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |                     |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

| Tipo de edificio (CTE)                                      |                     |  |
|---|---------------------|--|
| Dimensiones (m)- <b>B x L</b> (B<L)                         |                     | Área de contacto con el terreno <b>S=</b> <b>m<sup>2</sup></b> |
| Profundidad final de cimentación                            | <b>Z=</b> <b>m.</b> |  |
| DATOS COMPLEMENTARIOS                                       |                     |  |
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas             | Cargas de la Estructura  |
|   | Losa                |  |
|   | Pilotaje            |  |
|   |                     | Concentradas sobre soportes                                    |
|   |                     | Tensión repartida sobre el terreno                             |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |  |               |  |
|---|--------------|--|---------------|--|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         |  | Tipo de suelo |  |
| Tipo de terreno (CTE)                                   |              |  |               |  |
| Nivel freático  | SI (prof. m) |  | NO            |  |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA I (TERRENOS T-1)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA I- SUSTRATO ROCOSO (ROCAS DURAS) |  |                             |                             |                           |                           |  |  |
|---------------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de edificio                      | C-0 (1-3 )                             | C-1 (1-3 )                  | C-2 (4-10)                  | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |  |
| Área de contacto con el terreno (S)   | < 300 m <sup>2</sup> (sup. Construida) | < 1.850 m <sup>2</sup>      | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      |  |  |
|                                       |  | 1.850-10.000 m <sup>2</sup> | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                    | C-0 y C-1 (3 + Máx R o Z)<br>C-2 (6 + Máx R o Z)<br>C-3 (9 + Máx R o Z)<br>C-4 (12 + Máx R o Z)          | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )                                |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos   | Valores mínimos (3, 6, 9 o 12 m)   |  |
| Otras técnicas (1)  | Valor indicado en columna correspondiente                                       |  | nº otras Técnicas  |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado a nº entero inferior).  | C-1, C-2 (70 %)<br>C-3 (50 %)<br>C-4 (40 %)  |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(expresiones o mínimos indicados).        | Profundidad (m)<br><b>P<sub>total</sub></b>  | Longitud total sondeos<br>$L_{sondeos} = N_{sondeos} \times P_{total}$ |
| Testigo parafinado  | 1 cada 3 m de sondeo (mínimo 2)   |  | nº muestras  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) | m.l de tubería Piezométrica  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación | No necesaria   |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio   | C-0  | C-1  |        | C-2    |        | C-3  |      | C-4  |                   |            |
|---|--|--|--------|--------|--------|--|------|------|-------------------|------------|
|   |  | <1.850   | ≥1.850 | <1.350 | ≥1.350 | <950   | ≥950 | <600 | ≥600              |            |
| Área de contacto con terreno                                      |  |  |        |        |        |  |      |      |                   |            |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se considera una) |  |  |        |        |        |  |      |      |                   |            |
| Descripción Visual  | $2 \times U$   | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU) |        |        |        | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |      |      |                   | Nº Ensayos |
| Densidad  |  |  |        |        |        |  |      |      |                   | Nº Ensayos |
| Compresión simple o carga puntual                                 |  |  |        |        |        |  |      |      |                   | Nº Ensayos |
| Contenido en sales agresivas (3)                                  | 2  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)            |        |        |        | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)            |      |      |                   | Nº Ensayos |
| Análisis químico de agua freática (2)                             | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |  |        |        |        |  |      |      | Número de Ensayos |            |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |        |        |        |  |      |      |                   |            |



## ZONA I

- (1) Los penetrómetros no resultan adecuados para sustratos rocosos. En su caso, podrán emplearse técnicas geofísicas suficientemente contrastadas o sondeos mecánicos que permitan alcanzar las profundidades indicadas. Adicionalmente, las calicatas pueden resultar útiles para definir la existencia de rellenos, recubrimientos superficiales o espesor de roca meteorizada.
  - (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra en el 50 % de los sondeos).
  - (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- Los macizos rocosos deberán quedar suficientemente caracterizados mediante los criterios recogidos en el Documento Básico SE-C del CTE, con objeto de poder definir índices, tales como el RMR, indicativos del comportamiento global del macizo.
  - Los terrenos kársticos en calizas deberán quedar suficientemente delimitados e investigados.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA II (TERRENOS T-1)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA II- ROCAS BLANDAS)             |  |                             |                             |                           |                           |  |  |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de edificio                    | C-0 (1-3 )                             | C-1 (1-3 )                  | C-2 (4-10)                  | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |  |
| Área de contacto con el terreno (S) | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | < 1.850 m <sup>2</sup>      | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      |  |  |
|                                     |  | 1.850-10.000 m <sup>2</sup> | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |   |  |  |                             |  |
|---|---|--|--|-----------------------------|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |   |  |  |                             |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                    | C-0 y C-1 (6 + Máx R o Z)<br>C-2 (9 + Máx R o Z)<br>C-3 (12 + Máx R o Z)<br>C-4 (15 + Máx R o Z)         | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  |                             |  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos   | Valores mínimos (6, 9, 12 o 15 m)  |  |                             |  |
| Penetrómetros o Calicatas (1)   | Valor indicado en columna correspondiente                                       |  | Nº Penetrómetros o calicatas   |                             |  |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado al nº entero inferior). | C-1, C-2 (70 %)<br>C-3 (50 %)<br>C-4 (40 %)  |  |                             |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> ).<br>(expresiones o mínimos indicados).       | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |                             |  |
| MI / SPT /T.Parafinado  | 1 cada 3 m de sondeo  |  |  | nº muestras                 |  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |  | m.l de tubería Piezométrica |  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación | No necesaria   |  |                             |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio   | C-O   | C-1  |        | C-2   |        | C-3               |      | C-4  |      |
|---|---|--|--------|---|--------|-------------------|------|------|------|
|   |   | <1.850   | ≥1.850 | <1.350  | ≥1.350 | <950              | ≥950 | <600 | ≥600 |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se considera una) |   |  |        |   |        |                   |      |      |      |
| Ensayos de identificación   | 2 x U   | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$<br>(mín. 3xU) |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU)   |        | Nº Ensayos        |      |      |      |
| Ensayos de resistencia  |   |  |        |   |        | Nº Ensayos        |      |      |      |
| Contenido en sales agresivas (3)                                  | 2   | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)                  |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)  |        | Nº Ensayos        |      |      |      |
| C. Directo o E. Triaxial  | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°   |  |        | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |        | Nº Ensayos        |      |      |      |
| Análisis químico de agua freática (2)                             | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.<br>No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |        |   |        | Número de Ensayos |      |      |      |

## ZONA II

- (1) Los penetrómetros no resultan adecuados para sustratos rocosos. En su caso podrán excavarse calicatas con una profundidad superior a la cota de cimentación o, en caso contrario, deberán realizarse sondeos mecánicos.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra en el 50 % de los sondeos).
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA III (TERRENOS T-1)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES |   |                                |                             |                           |                           |  |  |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de edificio                      | C-0 (1-3)                                 | C-1 (1-3)                      | C-2 (4-10)                  | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |  |
| Área de contacto con el terreno (S)   | < 300 m <sup>2</sup><br>(Sup. Construida) | ≤ 800 m <sup>2</sup>           | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      |  |  |
|                                       |   | 800 < S < 1.850 m <sup>2</sup> |                             |                           |                           |  |  |
|                                       |   | 1.850-10.000 m <sup>2</sup>    | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |   |  |  |   |     |
|---|---|--|--|---|-----|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |   |  |  |   |     |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                    | C-0 y C-1 (8 + Máx R o Z)<br>C-2 (12 + Máx R o Z)<br>C-3 (14 + Máx R o Z)<br>C-4 (16 + Máx R o Z)        |  | Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) |     |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos   | Valores mín. (8, 12, 14 o 16 m)  |  |   |     |
| Calicatas (1)   | Valor indicado en columna correspondiente                                       |  |  | Nº calicatas                            |     |
| Penetrómetros (2)   | Valor indicado en columna correspondiente                                       |  |  | Nº penetrómetros                        |     |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado al nº entero inferior)  | C-1 (70 %)<br>C-2 (60 %)<br>C-3 (50 %)<br>C-4 (40 %)   |  |   |     |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valores mínimos indicados) | Profundidad (m)<br><b>P<sub>total</sub></b>  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |   |     |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo  |  |  | nº muestras                             |     |
| Tubería Piezométrica (3)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |  | m.l de tubería Piezométrica             | --- |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación | No necesaria   |  |   |     |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1   | C-2  | C-3    | C-4   |      |      |                   |      |
|--|--|---|------|--------|---|------|------|-------------------|------|
| Área de contacto con terreno                                       |  | ≤ 800   | >800 | <1.350 | ≥1.350  | <950 | ≥950 | <600              | ≥600 |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |      |        |   |      |      |                   |      |
| Ensayos de identificación  | 2 x U  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU) |      |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU)   |      |      | Nº Ensayos        |      |
| Ensayos de resistencia   | ---  |   |      |        |   |      |      | Nº Ensayos        |      |
| C. Directo o E. Triaxial   | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |   |      |        | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      | Nº Ensayos        |      |
| Ensayo edométrico (4)  | ---  | (4)   |      |        | (4)   |      |      | Nº Ensayos        |      |
| Contenido en sales agresivas (5)                                   | 2  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)            |      |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)  |      |      | Nº Ensayos        |      |
| Análisis químico de agua freática (3)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |      |        |   |      |      |                   |      |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |      |        |   |      |      |                   |      |
|  |  |   |      |        |   |      |      | Número de Ensayos |      |

### ZONA III (T-1)

- (1) En el caso de edificios de categoría C-0 se contempla la posibilidad de ejecución de una penetración dinámica y dos calicatas. En este caso, las calicatas deben alcanzar una profundidad no inferior a 3,0 m desde la cota de cimentación.
- (2) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (3) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra de agua en el 50% de los sondeos).
- (4) Los ensayos edométricos se realizarán en arcillas medias o blandas. A este respecto se aplicarán los criterios indicados en el capítulo 2.
- (5) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.



**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA III/III<sub>1</sub> (TERRENOS T-2)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA III/ III <sub>1</sub> - DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES |  |  |                             |  |                           |  |                           |  |                           |
|--|--|--|-----------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| Tipo de edificio   | C-0 (1-3 )                             |  | C-1 (1-3 )                  |  | C-2 (4-10)                |  | C-3 (11-20)               |  | C-4 (monum o > 20)        |
| Área de contacto con el terreno (S)                      | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) |  | < 1.350 m <sup>2</sup>      |  | < 950 m <sup>2</sup>      |  | < 600 m <sup>2</sup>      |  | < 450 m <sup>2</sup>      |
|  |  |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> |  | 950-10.000 m <sup>2</sup> |  | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  | 450-10.000 m <sup>2</sup> |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |  |                                       |   |  |
|---|--|--|---------------------------------------|---|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |  |                                       |   |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                                 | C-0 y C-1 (15 + Máx R o Z)<br>C-2 (20 + Máx R o Z)<br>C-3 (25 + Máx R o Z)<br>C-4 (30 + Máx R o Z)       |                                       | Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) |  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (15, 20, 25 o 30 m)   |                                       |   |  |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |  |                                       |   | Nº Penetrómetros   |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior más próximo). | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |                                       |   |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valores mínimos).                       |  | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub> |   | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  |                                       |   | nº muestras  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.              | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |                                       | m.l de tubería Piezométrica             |  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación              | No necesaria   |                                       |   |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-O  | C-1   |        | C-2   |      | C-3   |      | C-4  |      |                   |
|--|--|---|--------|---|------|---|------|------|------|-------------------|
| Área de contacto con terreno                                       |  | <1.350  | ≥1.350 | <950  | ≥950 | <600  | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |        |   |      |   |      |      |      |                   |
| Ensayos de identificación  | 3 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU)              |        |   |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín 6xU)   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Ensayos de resistencia   | 2 x U  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$<br>(mín. 3xU)               |        | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$<br>(mín. 4xU) |      |   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| C. Directo o E. Triaxial   |  | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15° |        |   |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Ensayo edométrico (3)  | 1  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)                             |        |   |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Contenido en sales agresivas (4)                                   | 2 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)                         |        |   |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |        |   |      |   |      |      |      | Número de Ensayos |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |        |   |      |   |      |      |      |                   |

**ZONA III/III<sub>1</sub> (T-2)**

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra de agua en la mitad de los sondeos).
- (3) Ensayos edométricos a realizar en cada unidad geotécnica de arcillas medias o blandas.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA IV (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA IV- ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS |  |                             |                           |                           |                           |  |  |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de edificio                     | C-0 (1-3 )                             | C-1 (1-3 )                  | C-2 (4-10)                | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |  |
| Área de contacto con el terreno (S)  | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      | < 450 m <sup>2</sup>      |  |  |
|                                      |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                               | C-0 y C-1 (8 + Máx R o Z)<br>C-2 (12 + Máx R o Z)<br>C-3 (14 + Máx R o Z)<br>C-4 (16 + Máx R o Z)        | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (8, 12, 14 o 16 m)  |  |
| Penetrómetros o calicatas (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |  | Nº Penetrómetros o calicatas   |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado al nº entero inferior más próximo) | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo)                         | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |
|   | MI o SPT   | 1 cada 2,5 m de sondeo   | nº muestras  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.            | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) | m.l de tubería Piezométrica  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación            | No necesaria   |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio   | C-O  | C-1  |        | C-2  |      | C-3  |      | C-4  |      |                   |
|---|--|--|--------|--|------|--|------|------|------|-------------------|
|   |  | <1.350   | ≥1.350 | <950   | ≥950 | <600   | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se considera una) |  |  |        |  |      |  |      |      |      |                   |
| Ensayos de identificación   | 3 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |        |  |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU) |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Ensayos de resistencia  | 2 x U  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU)     |        | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |      |  |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Ensayos de expansividad (4)                                       | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)                |        |  |      |  |      |      |      | Nº Ensayos        |
| C. Directo o E. Triaxial  | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |  |        |  |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)           |      |      |      | Nº Ensayos        |
|   |  |  |        |  |      | N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo)            |      |      |      |                   |
| Contenido en sales agresivas (3)                                  | 2  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín.3)             |        |  |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)            |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Análisis químico de agua freática (2)                             | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación                 |  |        |  |      |  |      |      |      | Número de Ensayos |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |        |  |      |  |      |      |      |                   |

#### ZONA IV

- (1) Los penetrómetros no resultan recomendables en estos terrenos. En su caso podrán excavar calicatas con una profundidad superior a la cota de cimentación o, en caso contrario, deberán realizarse sondeos mecánicos.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.
- (4) A efectos de esta guía, se considera válida la combinación de ensayos de presión de hinchamiento (cuantitativos) junto con ensayos de hinchamiento Lambe (cualitativos).

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA V (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS   |  |                             |                           |                           |                           |  |  |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de edificio                    | C-0 (1-3)                              | C-1 (1-3)                   | C-2 (4-10)                | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |  |
| Área de contacto con el terreno (S) | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      | < 450 m <sup>2</sup>      |  |  |
|                                     |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                     | C-0 y C-1 (18 + Máx R o Z)<br>C-2 (25 + Máx R o Z)<br>C-3 (30 + Máx R o Z)<br>C-4 (35 + Máx R o Z)       | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (18, 25, 30 o 35 m)   |  |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |  | Nº Penetrómetros   |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior). | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo).              | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> X P <sub>total</sub> |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  | nº muestras  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.  | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) | m.l de tubería Piezométrica  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación  | No necesaria   |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1   |        | C-2  |      | C-3   |      | C-4  |      |                   |
|--|--|---|--------|------|------|---|------|------|------|-------------------|
|  |  | <1.350  | ≥1.350 | <950 | ≥950 | <600  | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |        |      |      |   |      |      |      |                   |
| Ensayos de identificación  | 3 x U  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |        |      |      | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU)   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Ensayos de resistencia   |  |   |        |      |      |   |      |      |      | Nº Ensayos        |
| C. Directo o E. Triaxial   | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |   |        |      |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Edómetro (4)   | 1  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)            |        |      |      | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)  |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Contenido en sales agresivas (3)                                   | 2  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín.3)             |        |      |      | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)  |      |      |      | Nº Ensayos        |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |        |      |      |   |      |      |      | Número de Ensayos |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |        |      |      |   |      |      |      |                   |



### ZONA V

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por los cargas de cimentación. Estos ensayos no resultarán necesarios para cimentaciones profundas (pilotes) apoyados en un estrato resistente

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA VI (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA VI- ARENAS LITORALES           |   |  |                             |  |                           |  |                           |  |                           |
|-------------------------------------|---|--|-----------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| Tipo de edificio                    | C-0 (1-3)                                 |  | C-1 (1-3)                   |  | C-2 (4-10)                |  | C-3 (11-20)               |  | C-4 (monum o > 20)        |
| Área de contacto con el terreno (S) | < 300 m <sup>2</sup><br>(Sup. Construida) |  | < 1.350 m <sup>2</sup>      |  | < 950 m <sup>2</sup>      |  | < 600 m <sup>2</sup>      |  | < 450 m <sup>2</sup>      |
|                                     |   |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> |  | 950-10.000 m <sup>2</sup> |  | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  | 450-10.000 m <sup>2</sup> |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |  |                                       |  |  |
|---|--|--|---------------------------------------|--|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |  |                                       |  |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                                 | C-0 y C-1 (15 + Máx R o Z)<br>C-2 (20 + Máx R o Z)<br>C-3 (25 + Máx R o Z)<br>C-4 (30 + Máx R o Z)       |                                       |  | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (15, 20, 25 o 30 m)   |                                       |  |  |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |  |                                       |  | Nº Penetrómetros   |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior más próximo). | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |                                       |  |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo).                          |  | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub> |  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  |                                       |  | nº muestras  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.              | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |                                       |  | m.l de tubería Piezométrica  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación              | No necesaria   |                                       |  |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1   | C-2         | C-3   | C-4         |                   |
|--|--|---|-------------|---|-------------|-------------------|
| Área de contacto con terreno                                       |  | <1.350   ≥1.350   | <950   ≥950 | <600   ≥600   | <450   ≥450 |                   |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |             |   |             |                   |
| Ensayos de identificación (3)                                      | 3xU  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |             | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU) |             | Nº Ensayos        |
| Ensayos de resistencia (4)   | (4)  | (4)   |             | (4)   |             | Nº Ensayos        |
| Contenido en sales agresivas (5)                                   | 2  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)            |             | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)            |             | Nº Ensayos        |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |             |   |             | Número de Ensayos |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |             |   |             |                   |

## ZONA VI

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras de categoría B. En caso de muestras de categoría A, se realizarán, además, determinaciones de densidad aparente y compresiones simples.
- (4) Los parámetros de  $C$  y  $\phi$  podrán obtenerse a partir de correlaciones con el SPT.
- (5) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.

### Notas generales:

-Las zonas especiales (Zona VII) no se recogen, debido a sus particularidades o problemática geotécnica específica, en la presente Guía de Planificación.

-Las superficies superiores a 10.000 m<sup>2</sup> no se incluyen en esta guía. En estos casos, se podrá reducir la densidad de puntos con un límite del 50 % de los obtenidos mediante las tablas anteriores aplicada sobre el exceso de la superficie (Documento Básico SE-C del CTE).

-En caso de superficies irregulares y no disponibilidad de plano del solar, el programa calcula de forma automática el número de puntos de investigación. En este caso, deberá comprobarse que las distancias entre los puntos de investigación obtenidos no exceden de las  $d_{m\acute{a}x}$  recogidas en el Documento Básico SE-C del CTE.

-Las profundidades de reconocimiento indicadas son orientativas. Estas deberán ser suficientes para alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollen asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio tal y como se recoge en el Documento Básico SE-C del CTE. En el caso de cimentaciones profundas deberán efectuarse igualmente las comprobaciones indicadas en el citado CTE.

-El CTE contempla únicamente la sustitución de sondeos por penetrómetros. No obstante, y dado que estos no resultan adecuados en las zonas geotécnicas I, II y IV, debido a sus dificultades de ejecución y profundidades a alcanzar, se considera de mayor utilidad la excavación de calicatas.

-Los ensayos de laboratorio indicados corresponden a las unidades geotécnicas especificadas (el programa informático considera por defecto una unidad geotécnica en las Zonas I, II y IV y dos unidades geotécnicas en el resto –Zonas III, V y VI-). Los ensayos de contenido en sales agresivas corresponden a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón o muros de sótano. Los ensayos edométricos se efectuarán a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por las cargas de cimentación. Estos últimos no serán necesarios en caso de cimentaciones profundas (pilotes) apoyadas en un estrato resistente. Las determinaciones podrán obtenerse mediante ensayos de laboratorio, o si es factible con ensayos in situ, aplicando las oportunas correlaciones si fueran necesarias.

-En el epígrafe de ensayos de resistencia se incluyen ensayos de resistencia a la compresión simple, corte directo (UU o CD) y ensayo triaxial en cualquier situación de consolidación y drenaje. La elección del tipo de ensayo dependerá del Técnico responsable del estudio geotécnico. No obstante, a efectos de esta guía, además del número de ensayos de resistencia obtenidos, se realizará un ensayo triaxial o C. Directo cuando existan con anterioridad o, como consecuencia de que la profundidad final de cimentación sea superior a 2,5 metros, se generen taludes de excavación o desmontes de alturas superiores a dichas magnitudes. Para alturas  $\geq 5$  m. o  $N_{\text{sondeos}} > 3$  se realizarán al menos dos determinaciones.

-En áreas con pendientes superiores a 15°, el estudio geotécnico deberá incluir la comprobación de la estabilidad de las laderas o taludes naturales.

-Los terrenos kársticos en yesos o calizas, rellenos antrópicos con espesores superiores a 3,0 m (por debajo de la cota prevista de cimentación) y áreas susceptibles de sufrir deslizamientos, no se contemplan en la presente guía. A efectos de planificación deberán contemplarse al menos los criterios indicados en el CTE para el grupo de terrenos T-3 (terrenos desfavorables).

-En edificios de los tipos C-2 y C-3, y cuando la aceleración sísmica básica sea superior a 0,08 g, será obligatoria la realización de ensayos “down-hole” o “cross-hole” (norma ASTM: D 4428) con el fin de identificar la velocidad de propagación  $V_s$  de las ondas S. Esta permite clasificar las distintas unidades geotécnicas de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

Anexo b.- Cuadros-Guía de Planificación

Zona I.- Rocas Duras

GRUPO DE TERRENO T-1 (TERRENOS FAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN

| Categoría de edificio<br>Área de contacto con el terreno (S) | C-0 (sup. const < 300 m <sup>2</sup> ) | C-1 (1-3 plantas)      |                                   | C-2 (4-10 plantas)     |                                   | C-3 (11-20 plantas)  |                                   | C-4 (monum o > 20 plantas) |                                   |
|--|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
|  |  | < 1.850 m <sup>2</sup> | 1.850-10.000 m <sup>2</sup>       | < 1.350 m <sup>2</sup> | 1.350-10.000 m <sup>2</sup>       | < 950 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup>         | < 600 m <sup>2</sup>       | 600-10.000 m <sup>2</sup>         |
| Nº PUNTOS (N) (1)  | 3                                      | 3                      | $N = \frac{S}{610}$<br>(mínimo 4) | 3                      | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                          | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) |
| NMÍN SONDEOS Nsondeos (1)                                    | 1                                      | 1                      | 0,30 N                            | 2                      | 0,30 N                            | 3                    | 0,50 N                            | 3                          | 0,60 N                            |
| % SUSTITUCIÓN  | --                                     | --                     | 70                                | --                     | 70                                | --                   | 50                                | --                         | 40                                |
| PROFUNDIDAD  | 3                                      | 3                      | 3                                 | 6                      | 6                                 | 9                    | 9                                 | 12                         | 12                                |
| TESTIGO PARAFINADO   | 1 cada 3 m (mínimo 2)                  | 1 cada 3 m (mínimo 2)  | 1 cada 3 m                        | 1 cada 3 m             | 1 cada 3 m                        | 1 cada 3 m           | 1 cada 3 m                        | 1 cada 3 m                 | 1 cada 3 m                        |
| OTRAS TÉCNICAS (2)   | 2                                      | 2                      | N-Nsondeos                        | 1                      | N-Nsondeos                        |                      | N-Nsondeos                        |                            | N-Nsondeos                        |

ENSAYOS DE LABORATORIO

| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se considera una) |                                   | U=  |
|--|-----------------------------------|---|
| LABORATORIO (1)  | Descripción visual                | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U \quad (\text{mínimo } 4 \times U)$ |
|  | Densidad                          |   |
|  | Compresión simple o carga puntual |   |
|  | Contenido en sales agresivas (3)  |   |
|  | 2 x U                             | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U \quad (\text{mínimo } 3 \times U)$ |
|  | 2                                 | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \quad (\text{mínimo } 3)$                   |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Otras Técnicas: Penetrómetros, geofísica o sondeos mecánicos.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.

| Zona II.- Rocas Blandas   |                                  |                   |  |  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
|---|----------------------------------|-------------------|--|--|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| GRUPO DE TERRENO T-1 (TERRENOS FAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN |                                  |                   |  |  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
| Categoría de edificio   | C-0 (sup. const < 300 m²)        | C-1 (1-3 plantas) |  | C-2 (4-10 plantas)                                       |                                   | C-3 (11-20 plantas) |                                   | C-4 (monum o > 20 plantas) |                                   |  |
|   |                                  | < 1850 m²         | 1850-10.000 m²   | < 1350 m²  | 1350-10.000 m²                    | < 950 m²            | 950-10.000 m²                     | < 600 m²                   | 600-10.000 m²                     |  |
| Nº PUNTOS (N) (1)   | 3                                | 3                 | $N = \frac{S}{610}$<br>(mínimo 4)                          | 3  | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                   | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                          | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) |  |
| N MÍN SONDEOS Nsondeos (1)  | 1                                | 1                 | 0,30 N   | 2  | 0,30 N                            | 3                   | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                          | 0,60 N                            |  |
| % SUSTITUCIÓN   | --                               | --                | 70   | --   | 70                                | --                  | 50                                | --                         | 40                                |  |
| PENETRÓMETROS O CALICATAS (2)   | 2                                | 2                 | N-Nsondeos   | 1  | N-Nsondeos                        | --                  | N-Nsondeos                        | --                         | N-Nsondeos                        |  |
| PROFUNDIDAD   | 6                                | 6                 | 6  | 9  | 9                                 | 12                  | 12                                | 15                         | 15                                |  |
| M/ SPT/ T. PARAFINADO   | 1 cada 3 m                       | 1 cada 3 m        | 1 cada 3 m   | 1 cada 3 m   | 1 cada 3 m                        | 1 cada 3 m          | 1 cada 3 m                        | 1 cada 3 m                 | 1 cada 3 m                        |  |
| <b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>   |                                  |                   |  |  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se considera una)              |                                  |                   |  |  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
| LABORATORIO (1)   | Ensayos de identificación        | 2 x U             | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mínimo 3xU) | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4) |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
|   | Ensayos de resistencia           | (4)               | (4)  | (4)  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
|   | C. Directo o Triaxial            | 2                 | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)            | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mínimo 4)          |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |
|   | Contenido en sales agresivas (3) |                   |  |  |                                   |                     |                                   |                            |                                   |  |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Los penetrómetros no resultan adecuados para sustratos rocosos. En su caso, podrán excavar calicatas o deberán realizarse únicamente sondeos mecánicos.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- (4) Un ensayo triaxial o corte directo en excavaciones o taludes de alturas superiores a 2,5 m. Para alturas o profundidades ≥ 5 m o Nsondeos > 3 se realizarán, al menos, dos ensayos.



**Zona III.- Depósitos Aluvio-coluviales**

**GRUPO DE TERRENO T-1 (TERRENOS FAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN**

| Categoría de edificio      | C-0 (Sup. const <math>\leq 300 \text{ m}^2</math>) |              | C-1 (1-3 plantas)                 |                                   | C-2 (4-10 plantas)    |                                   | C-3 (11-20 plantas) |                                   | C-4 (monum o > 20 plantas) |                                   |
|----------------------------|--|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
|                            | Área de contacto con el terreno (S)                |              | $800 < S < 1.850$                 | $1.850-10.000 \text{ m}^2$        | $< 1.350 \text{ m}^2$ | $1.350-10.000 \text{ m}^2$        | $< 950 \text{ m}^2$ | $950-10.000 \text{ m}^2$          | $< 600 \text{ m}^2$        | $600-10.000 \text{ m}^2$          |
| Nº PUNTOS (N) (1)          | 3  | 3            | $N = \frac{S}{610}$<br>(mínimo 4) | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                     | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                   | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                          | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) |
| N MIN SONDEOS Nsondeos (I) | --   | 1            | 2                                 | 0,30 N                            | 2                     | 0,30 N                            | 3                   | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                          | 0,60 N                            |
| % SUSTITUCIÓN              | --   | --           | --                                | 70%                               | --                    | 60                                | --                  | 50                                | --                         | 40                                |
| Nº PENETRACIONES DINÁMICAS | 1  | 2            | 1                                 | N-Nsondeos                        | 1                     | N-Nsondeos                        | --                  | N-Nsondeos                        | --                         | N-Nsondeos                        |
| Nº CALICATAS               | 2  | --           | --                                | --                                | --                    | --                                | --                  | --                                | --                         | --                                |
| PROFUNDIDAD                | 8  | 8            | 8                                 | 8                                 | 12                    | 12                                | 14                  | 14                                | 16                         | 16                                |
| MI o SPT                   | --   | 1 cada 2,5 m | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m          | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m        | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m               | 1 cada 2,5 m                      |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se consideran dos) |                           | U=   |
|---|---------------------------|--|
| LABORATORIO (1)   | Ensayos de identificación | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU) |
|   | Ensayos de resistencia    | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mínimo 3xU) |
| C. Directo o E. Triaxial                                      | 2 x U                     | (4)  |
| Ensayo edométrico   |                           | (2)  |
| Contenido en sales agresivas (3)                              | 2                         | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)            |
|   |                           | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mínimo 4)            |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Los ensayos edométricos se realizarán en arcillas medias o blandas. A este respecto se aplicarán los criterios indicados en el capítulo 2.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- (4) Un ensayo triaxial o corte directo en excavaciones o taludes de alturas superiores a 2,5 m. Para alturas o profundidades  $\geq 5$  m o Nsondeos  $> 3$  se realizarán, al menos, dos ensayos.

**Zona III y Zona III<sub>1</sub>.- Depósitos Aluvio-coluviales**

**GRUPO DE TERRENO T-2 (TERRENOS INTERMEDIOS) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN**

| Categoría de edificio<br>Área de contacto con el terreno (S) | C-0 (sup. const < 300 m <sup>2</sup> ) |                                   | C-1 (1-3 plantas)    |                                   | C-2 (4-10 plantas)   |                                   | C-3 (11-20 plantas)  |                                   | C-4 (monum o > 20 plantas) |  |
|--|--|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
|  | < 1.350 m <sup>2</sup>                 | 1.350-10.000 m <sup>2</sup>       | < 950 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup>         | < 600 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup>         | < 450 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup>         |                            |  |
| Nº PUNTOS (N) (1)  | 3                                      | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{150}$<br>(mínimo 4) |                            |  |
| Nº MÍN SONDOS Nsondeos (1)                                   | 1                                      | 0,50 N                            | 3                    | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                    | 0,60 N                            | 3                    | 0,70 N                            |                            |  |
| % SUSTITUCIÓN  | --                                     | 50                                | --                   | 50                                | --                   | 40                                | --                   | 30                                |                            |  |
| Nº PENETRACIONES DINÁMICAS                                   | 2                                      | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        |                            |  |
| PROFUNDIDAD  | 15                                     | 15                                | 20                   | 20                                | 25                   | 25                                | 30                   | 30                                |                            |  |
| Ml o SPT   | 1 cada 2,5 m                           | 1 de cada 2,5 m                   | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      |                            |  |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se consideran dos) |              | U=  |
|---|--------------|---|
| Ensayos de identificación                                     | $3 \times U$ | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU)  |
| Ensayos de resistencia  | $2 \times U$ | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU) $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU) |
| C. Directo o E. Triaxial                                      |              | (4)   |
| Ensayo edométrico (2)   | 1            | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mínimo 2)   |
| Contenido en sales agresivas (3)                              | 2            | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)   |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Ensayos edométricos a realizar en cada unidad geotécnica de arcillas medias o blandas. Estos ensayos no resultarán necesarios para cimentaciones profundas (pilotes) apoyadas en un estrato resistente.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- (4) Un ensayo triaxial o corte directo en excavaciones o taludes de alturas superiores a 2,5 m. Para alturas o profundidades  $\geq 5$  m o Nsondeos  $> 3$  se realizarán, al menos, dos ensayos.

**Zona IV.- Arcillas y margas con yesos**

**GRUPO DE TERRENO T-3 (TERRENOS DESFAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN**

| Categoría de edificio<br>Área de contacto con el terreno (S) | C-0 (sup. const < 300 m <sup>2</sup> ) |                                   | C-1 (1-3 plantas)    |                                   | C-2 (4-10 plantas)   |                                   | C-3 (11-20 plantas)  |                                   | C-4 (monum. o > 20 plantas) |  |
|--|--|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|
|  | < 1.350 m <sup>2</sup>                 | 1.350-10.000 m <sup>2</sup>       | < 950 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup>         | < 600 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup>         | < 450 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup>         |                             |  |
| Nº PUNTOS (N) (1)  | 3                                      | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{150}$<br>(mínimo 4) |                             |  |
| N MIN SONDEOS Nsondeos (1)                                   | 1                                      | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                    | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                    | 0,60 N                            | 3                    | 0,70 N                            |                             |  |
| % SUSTITUCIÓN  | --                                     | 50                                | --                   | 50                                | --                   | 40                                | --                   | 30                                |                             |  |
| PENETRÓMETROS O CALICATAS (2)                                | 2                                      | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        |                             |  |
| PROFUNDIDAD  | 8                                      | 8                                 | 12                   | 12                                | 14                   | 14                                | 16                   | 16                                |                             |  |
| MI o SPT   | 1 cada 2,5 m                           | 1 de cada 2,5 m                   | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      |                             |  |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se considera una) |   | U=  |
|--|---|---|
| Ensayos de identificación                                    | $3 \times U$                                  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU)  |
| Ensayos de resistencia                                       | $2 \times U$                                  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$<br>(min. 3xU) |
| C. Directo o E. Triaxial                                     |   | (4)   |
| Ensayos de expansividad                                      | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (min. 2) | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)             |
| Contenido en sales agresivas (3)                             | 2   | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)             |
|  |   | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mínimo 4)             |

**LABORATORIO (1)**

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Los penetrometros no resultan adecuados en estos terrenos. En su caso podrán realizarse calicatas o sondeos mecánicos.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- (4) Un ensayo triaxial o corte directo en excavaciones o taludes de alturas superiores a 2,5 m. Para alturas o profundidades ≥ 5 m o Nsondeos > 3 se realizarán, al menos, dos ensayos.

**Zona V.- Arcillas blandas y fangos**

**GRUPO DE TERRENO T-3 (TERRENOS DESFAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN**

| Categoría de edificio<br>Área de contacto con el terreno (S) | C-0 (sup. const < 300 m <sup>2</sup> ) | C-1 (1-3 plantas)     |                                   | C-2 (4-10 plantas)   |                                   | C-3 (11-20 plantas)  |                                   | C-4 (monum. o > 20 plantas) |                                   |
|--|--|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|  |  | <1.350 m <sup>2</sup> | 1.350-10.000 m <sup>2</sup>       | < 950 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup>         | < 600 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup>         | < 450 m <sup>2</sup>        | 450-10.000 m <sup>2</sup>         |
| Nº PUNTOS (N) (1)  | 3                                      | 3                     | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) | 3                           | $N = \frac{S}{150}$<br>(mínimo 4) |
| N MÍN SONDEOS Nsondeos (1)                                   | 1                                      | 2                     | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                    | 0,50 N<br>(mínimo 3)              | 3                    | 0,60 N                            | 3                           | 0,70 N                            |
| % SUSTITUCIÓN  | --                                     | --                    | 50                                | --                   | 50                                | --                   | 40                                | --                          | 30                                |
| Nº PENETRACIONES DINÁMICAS                                   | 2                                      | 1                     | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        | --                          | N-Nsondeos                        |
| PROFUNDIDAD  | 18                                     | 18                    |                                   | 25                   | 25                                | 30                   | 30                                | 35                          | 35                                |
| MI o SPT   | 1 cada 2,5 m                           | 1 de cada 2,5 m       | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m                | 1 cada 2,5 m                      |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se consideran dos) |                           | U=   |
|---|---------------------------|--|
| LABORATORIO (1)   | Ensayos de identificación | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU) |
|   | Ensayos de resistencia    |  |
| C. Directo o E. Triaxial                                      |                           | (3)  |
| Edómetro (4)  | 1                         | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mínimo 2)            |
| Contenido en sales agresivas (2)                              | 2                         | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)            |
|   |                           | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mínimo 6xU) |
|   |                           | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3)            |
|   |                           | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mínimo 4)            |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.
- (3) Un ensayo triaxial o corte directo en excavaciones o taludes de alturas superiores a 2,5 m. Para alturas o profundidades ≥ 5 m o Nsondeos > 3 se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por las cargas de cimentación. Estos ensayos no resultarán necesarios para cimentaciones profundas (pilotes) apoyados en un estrato resistente.

| Zona VI.- Arenas litorales   |  |   |  |   |  |                                   |                      |                                   |                             |
|--|--|---|--|---|--|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| GRUPO DE TERRENO T-3 (TERRENOS DESFAVORABLES) – CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN |  |   |  |   |  |                                   |                      |                                   |                             |
| Categoría de edificio<br>Área de contacto con el terreno (S)                 | C-0 (sup. const < 300 m <sup>2</sup> ) |   | C-1 (1-3 plantas)  |   | C-2 (4-10 plantas)   |                                   | C-3 (11-20 plantas)  |                                   | C-4 (monum. o > 20 plantas) |
|  | < 1.350 m <sup>2</sup>                 | 1.350-10.000 m <sup>2</sup>                     | < 950 m <sup>2</sup>                                       | 950-10.000 m <sup>2</sup>                       | < 600 m <sup>2</sup>                                       | 600-10.000 m <sup>2</sup>         | < 450 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup>         |                             |
| Nº PUNTOS (N) (1)  | 3                                      | $N = \frac{S}{450}$<br>(mínimo 4)               | 3  | $N = \frac{S}{310}$<br>(mínimo 4)               | 3  | $N = \frac{S}{200}$<br>(mínimo 4) | 3                    | $N = \frac{S}{150}$<br>(mínimo 4) |                             |
| N MÍN SONDEOS Nsondeos (1)   | 2                                      | 0,50 N<br>(mínimo 3)                            | 3  | 0,50 N<br>(mínimo 3)                            | 3  | 0,60 N                            | 3                    | 0,70 N                            |                             |
| % SUSTITUCIÓN  | --                                     | 50  | --   | 50  | --   | 40                                | --                   | 30                                |                             |
| Nº PENETRACIONES DINÁMICAS   | 1                                      | N-Nsondeos                                      | --   | N-Nsondeos                                      | --   | N-Nsondeos                        | --                   | N-Nsondeos                        |                             |
| PROFUNDIDAD  | 15                                     | 15  | 20   | 20  | 25   | 25                                | 30                   | 30                                |                             |
| MI o SPT   | 1 cada 2,5 m                           | 1 de cada 2,5 m                                 | 1 cada 2,5 m   | 1 cada 2,5 m                                    | 1 cada 2,5 m   | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m         | 1 cada 2,5 m                      | 1 cada 2,5 m                |
| <b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>  |  |   |  |   |  |                                   |                      |                                   |                             |
| nº de unidades geotécnicas, U (por defecto se consideran dos)                |  |   |  |   |  |                                   |                      |                                   |                             |
| Ensayos de identificación  | $3 \times U$                           |   | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mínimo 4xU) |   | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mínimo 6xU) |                                   |                      |                                   |                             |
| Ensayos de resistencia (2)   | (2)                                    |   |  |   |  |                                   |                      |                                   |                             |
| Contenido en sales agresivas (3)   | 2                                      | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mínimo 3) |  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mínimo 4) |  |                                   |                      |                                   |                             |

- (1) Redondeado al nº entero superior más próximo.
- (2) Los parámetros de C y φ podrán obtenerse a partir de correlaciones con el SPT.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigones de cimentación o muros de sótano.

### 3.- PLIEGO DE RECOMENDACIONES DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

#### 3.0. GENERALIDADES. ENTIDADES QUE INTERVIENEN

En los apartados siguientes se recogen las especificaciones mínimas de las actuaciones o métodos de investigación a emplear en el desarrollo del proyecto de Estudios Geotécnicos para edificación en el ámbito de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Estas especificaciones mínimas son acordes con lo indicado en el Documento Básico de Seguridad Estructural - Cimientos (SE-C) del Código Técnico de Edificación (CTE).

En todos los casos los procedimientos empleados, para la realización de los trabajos geotécnicos, deberán seguir las normas existentes, según R.D. 1230/89 y Orden Ministerial 2060/2002 de 2 de agosto, para las áreas GTC (sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos) y GTL (ensayos de laboratorio de geotecnia). En caso de no existir norma para algunos de los trabajos a ejecutar, se deberán especificar las condiciones de ensayo, maquinaria y metodología empleada. La sucesiva aparición de nuevas normas o actualización de las existentes sustituirá a las contenidas en el presente documento.

Las entidades que intervienen en el desarrollo del Proyecto de Estudio Geotécnico se indican a continuación.

- Contratación.- corresponde a la entidad contratante facilitar los datos previos y datos de estructura que figuran en la Ficha de Datos, así como cualquier información complementaria que resulte de interés (perfiles y secciones del terreno y estructura, estudios geotécnicos de edificios próximos, etc.).

\*La propiedad o entidad promotora del edificio que contrata el estudio geotécnico de acuerdo a las indicaciones técnicas del proyectista.

\*El Proyectista de la edificación establece, en estrecha colaboración con el Técnico responsable del estudio geotécnico, los métodos de investigación y el alcance del estudio geotécnico. En su caso aprobará las modificaciones propuestas por el responsable del estudio geotécnico en el transcurso de la campaña de investigación.

- Ejecución de los trabajos.- los trabajos se podrán realizar por una o varias empresas de forma coordinada.

\*Técnico responsable del estudio geotécnico: Será el responsable del mismo y deberá tener capacidad técnica y competencia para la planificación e interpretación de los ensayos y elaboración del informe geotécnico.

\*Consultora geotécnica: Estará representada por un técnico competente que podrá actuar como Técnico responsable o director del estudio geotécnico. Se ocupará de la supervisión y dirección de los trabajos de campo, la planificación de los ensayos de laboratorio y la elaboración de la memoria o informe geotécnico.

\*Laboratorio acreditado en trabajos de campo: Los trabajos de campo deberán efectuarse por un laboratorio

acreditado en el área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimientos geotécnicos (GTC), conforme a R.D. 1230/89 y O.M. 2060/2002 de 2 de agosto. El laboratorio actuará bajo las indicaciones del técnico responsable del estudio geotécnico, al cual entregará, al finalizar los trabajos, actas de sondeos, pruebas, ensayos y muestras obtenidas.

\*Laboratorio acreditado en mecánica de suelos: Los ensayos de laboratorio se efectuarán por un laboratorio acreditado en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL), conforme a R.D. 1230/89 y O.M. 2060/2002 de 2 de agosto. Este será, igualmente, el depositario de las muestras obtenidas en los trabajos de campo. Al finalizar los trabajos emitirá actas de los ensayos de laboratorio realizados.

#### 3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Comprenden el conjunto de operaciones, calicatas, sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración o métodos geofísicos que tienen por objeto obtener, del lugar de las obras, los datos del subsuelo necesarios para el proyecto de la cimentación.

A continuación se describen los trabajos de campo contenidos o citados en la presente guía.

##### 3.1.1. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

El emplazamiento de los puntos de reconocimiento se realizará con una precisión mínima de 0,5 metros en el plano topográfico o plano del solar suministrado por el promotor o arquitecto. En caso de no disponer de plano topográfico, la cota de embocadura de los puntos de investigación se establecerá con una precisión de 0,1 metros respecto a un elemento o plano horizontal de referencia fácilmente reconocible o, en su defecto, en cotas absolutas. La empresa encargada del estudio geotécnico deberá comprobar y, en su caso, podrá exigir que los planos facilitados resulten adecuados a estos fines.

En caso de requerir una localización con mayor exactitud a la indicada se realizará un trabajo topográfico posterior. Para ello, la empresa de sondeos debe haber marcado en el solar los puntos de investigación y sus correspondientes referencias.

Los puntos de reconocimiento establecidos en la guía responden a criterios mínimos. Por tanto, la totalidad de sondeos, calicatas y penetrómetros deben localizarse dentro de la superficie ocupada por el edificio (en algunos casos puede que tenga que preverse un acondicionamiento de accesos con anterioridad a la ejecución de la campaña geotécnica). Estos puntos de reconocimiento deben distribuirse regularmente y, eventualmente, concentrados en zonas especialmente conflictivas.

##### 3.1.2. SONDEOS MECÁNICOS

Los sondeos mecánicos se realizarán a rotación y con recuperación continua de testigo. Estos sondeos consisten en la ejecución de una perforación mediante el avance por rotación de una corona circular hueca, unida a una batería igualmente hueca, en cuyo interior se aloja el



testigo. El resultado es un taladro cilíndrico del que se ha extraído el suelo. La perforación se interrumpe, periódicamente, para realizar la toma de las muestras específicas. El procedimiento de ejecución seguirá las normas ASTM D-2113 y XP P94-202.

[En el apartado 3.1.13 se recogen otros trabajos de campo complementarios entre los que figuran algunos métodos de perforación distintos a los definidos anteriormente]

Los sondeos se efectuarán, en condiciones normales, con un diámetro nominal de 100 mm. En el caso de sondeos profundos, o cuando la naturaleza del terreno no lo permita, este diámetro podrá disminuirse hasta un valor mínimo de 75 mm. Además, este diámetro deberá ser un 15 % superior al tamaño de las mayores partículas de suelo previstas.

Una vez extraído el tubo portatestigos del sondeo, se sacará cuidadosamente el testigo del mismo colocándolo en una caja de cartón o madera preparada al efecto, disponiendo separadores entre las diferentes maniobras realizadas e identificando el sondeo, profundidad y las cotas de toma de muestras (SPT, inalteradas, testigos parafinados, etc.).

En roca se perforará a rotación con agua, utilizando batería doble o triple, y con extracción de testigo continuo. Las coronas de perforación serán las más adecuadas a las características del terreno (widia o diamante) y la longitud de avance o maniobra no será en ningún caso mayor de 3 metros. En formaciones blandas o fracturadas, esta longitud no deberá exceder de 1,5 metros.

El testigo se clasificará, midiéndose la recuperación obtenida. En roca, además del porcentaje de recuperación, se determinará el índice R.Q.D (Rock Quality Designation). Este índice, expresado como tanto por ciento, se obtendrá como cociente entre la longitud total del testigo, considerando solamente aquellas partes del mismo de al menos 10 cm de longitud, y la longitud de perforación en cada maniobra. Aquellas fracturas que evidencien haber sido producidas durante la perforación o manipulación de los testigos, no se considerarán como tales a los efectos de determinar el índice R.Q.D.

Para estabilizar los sondeos, si fuera preciso, se utilizará entubación metálica o revestimiento. En ningún caso, la entubación penetrará en el terreno a mayor profundidad que la prevista para la ejecución de ensayos o toma de muestras.

[En caso de terrenos muy problemáticos, se podrán emplear lodos bentoníticos o polímeros para la estabilización de las paredes de los sondeos. En estos casos se deberá justificar la solución adoptada, indicando las precauciones tomadas para asegurar la limpieza del sondeo previa a la toma de muestras y la no perturbación del suelo a muestrear]

### 3.1.3. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS, PARAFINADAS O S.P.T.

Estas muestras o ensayos se efectúan, a distintas profundidades, en el interior de un sondeo. El fondo de

la perforación deberá limpiarse convenientemente antes de realizar cualquier operación de toma de muestras o ensayos. Esta limpieza se efectuará de tal forma que se asegure que el suelo a ensayar no resulta alterado por la operación.

Los suelos granulares (arenas y gravas) no permiten la obtención de muestras inalteradas de calidad, por lo que se efectuarán ensayos de penetración estándar (S.P.T.) a intervalos no mayores de 2,5 m y siempre que cambie la naturaleza del terreno.

En los suelos arcillosos o cohesivos se tomarán muestras inalteradas a intervalos no mayores de 5 m, mediante tomamuestras de pared delgada o gruesa, intercaladas con ensayos de penetración estándar, de modo que se obtenga una muestra o se realice un ensayo SPT al menos cada 2,5 m. Cuando la elevada dureza del terreno no permita tomar muestras inalteradas convencionales, se parafinarán porciones, representativas y convenientemente seleccionadas, del testigo obtenido (testigos parafinados).

En todo caso, e independientemente de las mediciones obtenidas, no deberá quedar sin muestrear ningún estrato o nivel geotécnico afectado por la cimentación.

Se especifican tres categorías de muestras: a) muestras de categoría A: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables; b) muestras de categoría B: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables; c) muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

#### 3.1.3.1. Ensayos de penetración estándar (S.P.T.)

El equipo utilizado y el procedimiento operativo del ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 22476-3/06.

El ensayo de penetración estándar o S.P.T consiste en introducir en el terreno un tomamuestras tubular de acero, con 51 mm de diámetro exterior y 35 mm de diámetro interior, mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm. La longitud ensayada es de 45 cm, contabilizando el número de golpes que corresponde a cada penetración parcial de 15 cm. El resultado del ensayo (Golpeo SPT o N) es el número que se obtiene como suma de los golpes correspondientes a las penetraciones parciales de los dos últimos tramos.

En gravas la zapata podrá ser reemplazada por una puntaza cónica de acero macizo de 51 mm de diámetro y 60 grados de ángulo cónico (en estos casos no se obtiene muestra). El empleo de puntaza cónica resulta aconsejable para tamaños de granos o partículas superiores a 38 mm.

El mecanismo de golpeo será automático conforme a lo exigido para la acreditación en el Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos (GTC).

En caso de que se alcancen los 50 golpes en cualquiera de los intervalos de 15 cm se dará por finalizado el ensayo y se anotará, en el registro del mismo, el símbolo R (Rechazo).

Las muestras obtenidas conservan la naturaleza (incluida la humedad) pero no la estructura del suelo, tratándose de una muestra de categoría B.

3.1.3.2. Muestras inalteradas

Corresponden a aquellas muestras que conservan la naturaleza y estructura del suelo. Estas muestras se tomarán, de acuerdo a los procedimientos normalizados ASTM D-1587/00 y XP P94-202, en el tipo de terrenos (suelos cohesivos) e intervalos indicados en el apartado 3.1.3, mediante tomamuestras de pared delgada, tipo Shelby, o seccionado, de pistón, de pared gruesa.

El tomamuestras de pared delgada tendrá de 1 a 2 mm de espesor, longitud mínima de 45 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. La toma de la muestra se efectuará a velocidad constante, hincando lentamente el tomamuestras en el terreno mediante presión o con un sólo golpe. En este último caso, se deberán prever dispositivos que aseguren que la profundidad hundida con el golpe no sobrepasa la longitud libre en el interior del tubo tomamuestras.

[En terrenos arcillosos con resistencias al ensayo con penetrómetro de bolsillo inferiores a 100 kPa, resultará aconsejable el tipo de tomamuestras descrito en el párrafo anterior]

Para la toma de muestras inalteradas por golpeo se utilizará el tomamuestras seccionado, de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud mínima de 45 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. La secuencia y demás condiciones de hinca de estos tomamuestras serán las mismas que para la realización del ensayo S.P.T, con idea de facilitar la correlación con dicho ensayo.

El tomamuestras deberá sellarse con tapones de goma, parafina u otro procedimiento que asegure la conservación de la humedad natural de la muestra.

Para las muestras de categoría A, se recomienda que los tomamuestras que se empleen se ajusten a las especificaciones de la siguiente tabla, en función del tipo de suelo en que se ejecute la toma y el diámetro interior Di de la zapata utilizada:

| Tipo de suelo                              | Sistema de hincado | Diámetro interior Di | Despeje interior D | Relación de Áreas Ra | Espesor Zapata del tomamuestras E | Angulo de zapata de corte |
|--|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Arcillas, Limos, Arenas finas              | Presión            | > 70 mm              | ≤ 1%               | ≤ 15                 | ≤ 2 mm                            | ≤ 5°                      |
| Arenas medias<br>Arenas gruesas<br>Mezclas | Presión<br>Golpeo  | > 80 mm              | ≤ 3 %              | ≤ 15                 | ≤ 5 mm                            | ≤ 10°                     |

Con los valores de las siguientes expresiones:

$$D = \frac{D_e - D_i}{D_i} \times 100$$

$$R = \frac{D_e^2 - D_i^2}{D_i^2} \times 100$$

$$E = \frac{D_e - D_i}{2}$$

siendo De el diámetro exterior de la zapata del tomamuestras y Di el diámetro interior de la zapata del tomamuestras

3.1.3.3. Muestras parafinadas

En suelos cohesivos de consistencia muy firme o dura (arcillas, lutitas, margas), en los que no sea posible la toma de muestras inalteradas convencionales, se apartarán porciones de testigo, representativas y convenientemente seleccionadas, de la mayor longitud posible. Estas porciones, previa limpieza superficial, se recubrirán con material no absorbente y el conjunto se protegerá con un baño de parafina, de espesor suficiente, para asegurar la invariabilidad de sus condiciones de humedad. El diámetro mínimo de las muestras parafinadas será de 70 mm.

3.1.3.4. Otros tipos de muestras

Los trozos de testigo rocoso (rocas duras y blandas) continuo extraídos de los sondeos mediante batería doble o triple pueden constituir muestras de gran calidad. El procedimiento de embalaje y protección debe ser similar al descrito para las muestras parafinadas.

Cualquier otro tipo de muestras o tomamuestras a emplear deberá ser aprobado por el técnico responsable o director del estudio geotécnico.

3.1.4. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Cuando se atravesase el nivel freático en alguno de los puntos de reconocimiento (sondeos o calicatas), a profundidades próximas a la futura cota de cimentación, o se estime que las oscilaciones del mismo o que el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas, se procederá a la toma de muestras de agua freática para el estudio de su agresividad.

Las muestras de agua se tomarán en recipientes perfectamente limpios, dotados de cierre hermético, procediéndose al llenado de los mismos después de enjuagarlos varias veces con el agua a muestrear. El tamaño de la muestra será como mínimo de dos litros.

La toma, denominación, transporte y análisis químicos de muestras de agua freática se ejecutará siguiendo el Anejo 5 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### 3.1.5. PIEZÓMETROS

En caso de atravesar el nivel freático, a profundidades próximas a la futura cota cimentación, o se estime que las oscilaciones del mismo o que el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas se colocará, en al menos la mitad de los sondeos, un tubo perforado o ranurado desde su base hasta 1,5 metros por encima del nivel freático, de PVC o metálico, para la medición del nivel freático y sus posibles variaciones. Estos tubos tendrán un diámetro útil comprendido entre 60 y 100 mm y los extremos de los mismos deberán taparse y protegerse adecuadamente.

El tubo piezométrico alcanzará el fondo del sondeo y se rodeará de un filtro de arena o gravilla en su espacio anular. En superficie, el espacio anular debe quedar sellado y se colocará una tapa en el extremo superior del tubo piezométrico.

Si se ha perforado con agua, se realizará un achique de la misma, controlando el nivel de achique y las posibles recuperaciones del mismo, de modo que se garantice la comprobación y posición del nivel freático.

### 3.1.6. IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE MUESTRAS

Todas las muestras obtenidas en los sondeos deberán estar perfectamente identificadas, al menos, con los siguientes datos:

- Lugar, nombre o referencia de estudio geotécnico.
- Número identificativo de sondeo.
- Cotas del principio y del final.
- Tipo de muestra y, en su caso, diámetro interior del tomamuestras.

- Longitud de ensayo, longitud de muestra recuperada y golpes parciales para su obtención.

- Número de muestra (todas las muestras se numerarán consecutivamente).

### 3.1.7. PARTES DE CAMPO DE SONDEOS

Este documento impreso se confecciona durante el desarrollo de las operaciones de perforación y debe contener toda la información que pueda ser relevante para la confección del estudio geotécnico. Este parte debe recoger, como mínimo, el registro de los siguientes datos:

- Empresa de sondeos, nombre y titulación del técnico responsable o supervisor de los trabajos de campo.

- Lugar, nombre o referencia de estudio geotécnico.
- Situación y número de identificación de sondeo.
- Fecha de comienzo y terminación de sondeo.
- Nombre de sondista y operador.
- Identificación de maquinaria utilizada.
- Tipo de batería, corona y útiles de perforación.

- Diámetros de perforación y, en su caso, del revestimiento.

- Profundidades y descripciones de las capas o terrenos atravesados.

- Longitudes de avance en cada maniobra y porcentaje de recuperación de testigos.

- Normativa o procedimiento empleado para la toma de los distintos tipos de muestras.

- Cotas del principio y del fondo, tipo, longitud, golpes parciales, diámetros exterior e interior y número de cada muestra obtenida.

- Incidencias durante la perforación (dureza, dificultad o facilidad de perforación, pérdida del líquido de perforación, empleo de lodos bentoníticos, etc.)

- Profundidad y momento (fecha y hora) de medición del nivel freático. Observaciones sobre sus variaciones.

- Colocación y longitud, en su caso, de tubería piezométrica instalada en sondeo.

### 3.1.8. ENVASE, PROTECCIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

Todas las muestras y testigos obtenidos se envasarán y protegerán convenientemente para evitar su alteración durante el transporte o almacenamiento y se enviarán, con la mayor brevedad posible, al laboratorio. Las cajas deberán estar, igualmente, protegidas de la intemperie.

Las muestras inalteradas, parafinadas o S.P.T. deberán conservarse en el laboratorio en un ambiente de temperatura y humedad controlados. En este caso, únicamente se procederá a la apertura de los envases de las muestras que vayan a ensayarse y sólo en el momento de la realización de los ensayos correspondientes.

### 3.1.9. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA

Los ensayos de penetración dinámica se harán preferentemente del tipo DPSH (Prueba de Penetración Dinámica Superpesada), conforme a la Norma UNE-103.801/94.

[En el apartado 3.1.13 se recogen algunos trabajos de campo complementarios entre los que figuran otros tipos de ensayos de penetración distintos a los indicados anteriormente]

Este ensayo consiste en la hinca de una puntaza maciza de 20 cm<sup>2</sup>, de sección circular, 51 mm de diámetro y un ángulo de 90°, acoplada al extremo inferior de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 33 mm. El conjunto es golpeado, mediante un mecanismo automático, por una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 76 cm, registrándose el número de golpes "N20" necesarios para lograr penetraciones sucesivas de 20 cm en el terreno; cada metro de penetración debe medirse y anotarse, igualmente, el par necesario para girar el tren de varillaje una vuelta y media. Los resultados obtenidos proporcionan una medida indirecta de la resistencia del terreno, determinándose estas propiedades mediante correlaciones empíricas. Estos ensayos están especialmente indicados en terrenos granulares finos (arenas). El análisis y tratamiento de los golpes obtenidos en otros terrenos (limos, arcillas o gravas) deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas.

El ensayo se dará por finalizado cuando se alcance la profundidad previamente establecida, cuando se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm ( $N_{20} > 100$ ), cuando tres valores consecutivos  $N_{20}$  sean iguales o superiores a 75 cm o cuando el valor del par de rozamiento supere los 200 N.m. En el primero de estos casos, la profundidad alcanzada no debe ser inferior a la profundidad total definida en la planificación de la campaña geotécnica.

En el caso de que se produzca rechazo a una profundidad inferior a la de cimentación ( $P_{penetrómetro} < P_{cimentación}$ ), deberá repetirse el ensayo desplazando el equipo a un punto próximo al anterior.

No permiten la obtención de muestras.

Los resultados se adjuntarán en gráficos o curvas de penetración-número de golpes. En dicho impreso se incluirán, asimismo, los siguientes datos:

- Empresa que realiza los trabajos y maquinaria empleada.
- Lugar, nombre o referencia de estudio geotécnico.
- Situación y número de identificación del penetrómetro.
- Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa.
- Longitud de cada varilla. Masa por metro de varilla, incluido niples de unión.
- Masa, altura y mecanismo del dispositivo de golpeo.
- Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.
- Incidencias del ensayo (interrupciones superiores a cinco minutos, pérdidas de verticalidad mayores al 5%, penetraciones sin golpeo, etc.).

### 3.1.10. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁTICA

Los ensayos de penetración dinámica podrán sustituirse, en suelos blandos, por ensayos de penetración con el cono (CPT) o piezocono (CPTU). El procedimiento, ejecución y presentación de resultados de estos ensayos se ajustarán a lo indicado en la norma UNE 103-804.93.

El ensayo de penetración con el cono (CPT) tiene por objetivo principal la medida, de modo continuo, o a intervalos de profundidad determinados, de la resistencia a la penetración del cono (resistencia por punta), y si se deseara, de la resistencia a la penetración total y/o la resistencia a la fricción lateral local en un manguito de fricción. El equipo empleado debe ser capaz de medir independientemente la resistencia en punta y el rozamiento lateral.

El ensayo de penetración con el piezocono (CPTU) es una variante del anterior, con la particularidad complementaria de que permite medir las presiones de poro o presiones intersticiales del suelo durante la penetración. Asimismo, si se desea, es posible medir, realizando pausas en la penetración, el tiempo de disipación de dichas presiones intersticiales. La medida de esta presión se realiza a través de un elemento poroso intercalado en el cono. Este elemento, por su delicadeza, requiere especiales cuidados de calibrado, limpieza y desaireación. En este ensayo hay que tener presente que es necesario realizar previamente un pequeño sondeo hasta el contacto con el

nivel freático o hasta penetrar ligeramente en el terreno bajo dicho nivel.

Los resultados, en ambos tipos de ensayos, se adjuntarán en gráficos adecuados y con los datos precisos de localización, equipo y utensilios empleados, cota, etc., como en el caso de las penetraciones dinámicas.

### 3.1.11. CALICATAS

Las calicatas consisten en realizar una excavación manual o mecánica (retroexcavadoras o similares) hasta una profundidad no inferior a 3 m (pueden alcanzarse profundidades de 4-5 metros), salvo que aparezca roca o que las características del suelo o la presencia de agua lo impidan, para observar las características de los terrenos superficiales, tomar muestras en bloque inalteradas o muestras alteradas no superficiales. Éstas tendrán las dimensiones necesarias en planta para permitir su inspección y descripción, la realización de fotografías en color y la obtención de eventuales tomas de muestras u otros ensayos.

Las calicatas resultarán útiles para detectar la presencia de rellenos o recubrimientos superficiales o comprobar la naturaleza y continuidad estratigráfica lateral de los terrenos más superficiales. Éstas deberán excavar, conforme a reglas de la buena práctica, en zonas o a profundidades tales que no alteren las propiedades geotécnicas de los terrenos que constituirán el apoyo de la cimentación. En todos los casos, y especialmente en calicatas excavadas en las zonas V y VI, deberán tomarse las precauciones y normas de seguridad debidas para asegurar la correcta estabilidad de las paredes de excavación y garantizar la no afección a zonas próximas (entibación, vallado, señalización, etc.).

Tras la terminación de los trabajos se procederá al relleno de la calicata con los materiales extraídos, alisándose la superficie en la medida de lo posible. Antes de proceder a dicha restitución, y si se observase la existencia de humedad o un rezume de agua, se mantendrá abierta la excavación durante unos 30 minutos con el fin de valorar y estimar en lo posible la cota del mismo y la permeabilidad del terreno.

La toma de muestras inalteradas en calicatas se ajustará a la norma UNE 7371/75.

Las muestras deberán etiquetarse correctamente para permitir su identificación (referencia de obra, número de calicata, cota, tipo y número de muestra, etc.).

Las calicatas serán supervisadas y descritas, en todo momento, por un técnico competente, indicando la maquinaria empleada para su excavación y adjuntando un corte estratigráfico del terreno en el que se indique el estado del mismo en cuanto a humedad, dureza o compacidad de cada estrato, así como las condiciones de excavabilidad y estabilidad de las paredes de la calicata.

### 3.1.12. TÉCNICAS GEOFÍSICAS

En el marco de la presente guía no se pueden utilizar exclusivamente métodos geofísicos para caracterizar el terreno, debiendo siempre contrastarse sus resultados con sondeos mecánicos.



En general, se podrán aplicar las técnicas geofísicas para la caracterización geotécnica y geológica, con el objeto de complementar datos, mejorar su correlación, acometer el estudio de grandes superficies y determinar cambios laterales de facies, no siendo aconsejable en cascos urbanos consolidados.

Cuando se trate de grandes superficies a construir, y con el fin de obtener información complementaria que ayude a distribuir los puntos de reconocimiento así como la profundidad a alcanzar en cada uno de ellos, se podrán utilizar las siguientes técnicas:

a) Sísmica de refracción: para obtener información sobre la profundidad a la que se encuentran el nivel freático y la unidad geotécnica resistente, siempre y cuando se trate de formaciones relativamente horizontales (buzamiento inferior a 15°) y la velocidad,  $V_p$ , de las ondas P aumenta con la profundidad. El valor  $V_p$  que se obtenga en cada una de las capas analizadas podrá utilizarse para estimar su grado de ripabilidad.

b) Resistividad eléctrica: técnica SEV "sondeo eléctrico vertical" para obtener información sobre la profundidad del nivel freático y los espesores de las distintas capas horizontales del terreno (ASTM: G 57-78). Técnica tomografía eléctrica para identificar los diferentes niveles del subsuelo y sus cambios laterales, identificación del nivel freático (detección de cavidades o desarrollos cársticos).

c) Otras técnicas geofísicas tales como Geo-radar (para obtener información sobre servicios enterrados, conducciones, depósitos, fluidos, nivel freático, unidades geológicas y cambios laterales de las litologías), magnetometría, VLF, calicateo electromagnético, gravimetría, etc.; que puedan aportar una información adicional.

En zonas cársticas o cuando se sospeche la existencia de cavidades relativamente superficiales se podrán utilizar, además de las antes mencionadas, técnicas microgravimétricas siempre y cuando se den las condiciones ambientales adecuadas y se utilicen equipos que permitan expresar los perfiles finales de las anomalías de Bouguer en unidades de  $10^{-7}$  m/s<sup>2</sup>.

La realización, procesado e interpretación de los trabajos recogidos en los tres apartados anteriores se llevarán a cabo teniendo en cuenta las ventajas y limitaciones que entraña el uso de técnicas geofísicas e integrando los resultados en el marco geológico, geotécnico y morfológico del área estudiada.

En zonas sísmicas y para edificios de los tipos C-1 y C-2 se recomienda la utilización de ensayos "down-hole" o "cross-hole" (norma ASTM: D 4428) con el fin de identificar la velocidad de propagación  $V_s$  de las ondas S que permite clasificar las distintas unidades geotécnicas de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente. Para edificios de los tipos C-2 y C-3 será obligatoria la realización de dicho tipo de ensayos cuando la aceleración sísmica básica sea superior a 0,08 g.

Los ensayos "cross-hole" y "down-hole" podrán también utilizarse para caracterizar la deformabilidad de arcillas

preconsolidadas y suelos con un porcentaje apreciable de grava gruesa, cantos y bolos.

Con el fin de contribuir a una mejor definición de los perfiles geotécnicos del terreno mejorando las correlaciones que se puedan establecer entre sus distintas unidades geotécnicas, para la realización del estudio geotécnico se podrá exigir la testificación geofísica de los sondeos que se realicen, debiendo para ello elegir la combinación más adecuada de las siguientes diagráfias: a) gamma-natural; b) gamma-gamma; c) neutrón-neutrón; d) resistividad y potencial espontáneo; e) sónica; f) térmica.

### 3.1.13. TRABAJOS DE CAMPO COMPLEMENTARIOS

Se incluyen en este epígrafe otros trabajos complementarios no descritos anteriormente y que podrán emplearse, con las limitaciones o condiciones indicadas, en la investigación geotécnica de campo.

#### - Sondeos

El método normal de obtención de datos del suelo, a efectos de esta guía, es el sondeo mecánico descrito en el apartado 3.1.2, debido a que puede utilizarse en todas las circunstancias y obtiene un testigo de mayor calidad. Otros métodos de perforación pueden ser los siguientes:

\*Perforación con barrena helicoidal. ASTM D-1452.

\*Perforación con Cola de pez, trialeta o tricono.

\*Perforación a percusión o rotopercusión.

\*Otros procedimientos actuales o futuros.

El empleo de alguno de estos métodos de avance complementarios deberán ser aprobados por el director del proyecto, a propuesta del técnico responsable del estudio geotécnico.

En estos casos, deberá incrementarse la frecuencia de muestreo a valores no inferiores a 1,5 metros y asegurar, tanto la limpieza del sondeo antes de la toma de muestras, como la no perturbación del terreno a muestrear.

#### - Ensayos en el interior de sondeos

Los ensayos habituales a realizar en el interior de los sondeos son los ya indicados SPT y toma de muestras inalteradas. No obstante se pueden llevar a cabo ensayos adicionales, tales como:

| Ensayo                                   | Descripción   | Aplicación   |
|--|---|--|
| Ensayo presiométrico (P.M.T.) ENV-199-3  | Dilatación, por gas a presión, de una célula cilíndrica contra las paredes de un sondeo midiendo la deformación volumétrica correspondiente a cada presión hasta llegar, eventualmente, a la rotura del terreno | Presión límite y deformabilidad de suelos granulares, arcillas duras, etc.                             |
| Ensayo de molinete (Vane Test) ENV-199-3 | Rotación de unas aspas dispuestas a 90° e introducidas en el terreno, midiendo el par necesario para hacerlas girar hasta que se produce el corte del suelo   | Para determinar la resistencia al corte de arcillas blandas por encima o por debajo del nivel freático |

#### - Ensayos de penetración dinámica

A efectos de esta guía se estima como el tipo normal o preferente de ensayos de penetración dinámica a efectuar los ensayos DPSH (Prueba de Penetración Dinámica

Superpesada). Sin embargo, y si las condiciones del terreno son las adecuadas, podrá optarse, a propuesta del técnico responsable del estudio geotécnico, por la realización de otros ensayos de penetración dinámica recomendados y normalizados por la ISSMFE (Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Comité Técnico de Pruebas de Penetración en Suelos).

\*Prueba de Penetración Dinámica Pesada (DPH).- conforme a las especificaciones y

procedimiento operativo recogido en la UNE 103802.

\*Prueba Dinámica Media (DPM).

\*Prueba Dinámica Ligera (DPL).

- Ensayos de permeabilidad "in situ"

Si las características concretas del proyecto lo aconsejan (drenajes y excavaciones por debajo del nivel freático) se procederá a la realización de ensayos de permeabilidad "in situ" en el interior de los sondeos.

El tipo de ensayo, Lugeon o Lefranc, se decidirá según la naturaleza y estado del terreno. En roca se realizarán ensayos Lugeon, reservándose los ensayos Lefranc para suelos granulares o cohesivos y rocas blandas o rocas duras muy fracturadas.

En ambos casos se aportará la descripción del método seguido, y las relaciones presión-admisión y carga de agua-admisión, para cada tramo ensayado, con el fin de poder estimar la permeabilidad y/o inyectabilidad del terreno.

Se deberá tener un conocimiento suficiente de las propiedades hidráulicas del terreno, de modo que se pueda clasificar dentro de las categorías contempladas en el documento básico HS de salubridad del CTE:

Coefficiente 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 |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|

- Ensayos de carga de terrenos con placa

El ensayo se efectuará conforme a la Norma UNE 7391/75. Dicho ensayo consiste, básicamente, en la aplicación sobre el terreno de una carga variable sobre una superficie determinada (placa), midiendo los valores correspondientes de asientos-tiempos para cada escalón de carga. La excavación de los últimos 15 cm de la superficie de apoyo debe efectuarse a mano e inmediatamente antes de la colocación de la placa de ensayo, igualando con arena y cuidando que su espesor sea el mínimo posible. Los resultados se expresan en un gráfico presión unitaria-asientos.

La presión sobre la placa se incrementará hasta un máximo, se disminuirá después, midiendo la recuperación al menos en dos puntos y escalonadamente hasta el origen, pudiendo ser los correspondientes al 100, 50 y 0 % de la tensión media prevista para la cimentación. El número de escalones, presión a aplicar y velocidad de asentamiento máxima (estabilización de deformaciones) se establecerá, conforme a lo indicado en la norma, según el tipo de terreno y finalidad del ensayo.

Los datos obtenidos proporcionan información acerca de la resistencia y deformabilidad de los terrenos afectados por el bulbo de presiones de la carga aplicada (aproximadamente 2 veces la anchura de la placa). Por tanto, estos ensayos sólo resultan fiables cuando el terreno es homogéneo, aumenta su resistencia en profundidad o cuando la superficie cargada en el ensayo sea similar a la futura cimentación real.

Estos ensayos podrán efectuarse, a propuesta del director del proyecto o técnico responsable del estudio geotécnico, como medio para obtener información complementaria o adicional del terreno y no podrán, a efectos de esta guía, sustituir ni reemplazar en modo alguno a los puntos de investigación obtenidos en la planificación de la campaña geotécnica.

### 3.1.14. MÉTODOS NORMALIZADOS DE ENSAYO (TRABAJOS DE CAMPO)

A continuación se indican las normativas a emplear para la ejecución de algunos de los ensayos de campo descritos.

UNE 7371:75 Toma de muestras inalteradas en calicatas o pozos

UNE-EN ISO 22476-3/06. Investigación y E. Geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 3: Ensayo de penetración estándar.

UNE 103 801:1994 Prueba de penetración dinámica superpesada.

UNE 103 802:1998 Geotecnia. Prueba de penetración dinámica pesada.

UNE 103 804:1993 Geotecnia. Procedimiento internacional de referencia para el ensayo de penetración con el cono (CPT).

ASTM : G57-78 (G57-95a) Standard Test Method for field measurement of soil resistivity using the Wenner Four-Electrode Method.

ASTM : D 4428/D4428M-00 Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing.

ASTM D 1587:00 Toma de muestras inalteradas en sondeos con tomamuestras de pared delgada tipo Shelby

ASTM D 2113:99 Toma De muestras a rotación con tubo tomamuestras simple y doble (batería simple y doble)

XP P94-202 Reconocimiento y análisis de suelos. Toma de muestras de suelo y rocas. Metodología y procedimientos.

La normativa indicada en los apartados anteriores será válida hasta el momento en que sea sustituida por nuevas normas o por la actualización de las existentes.

### 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Una parte fundamental del estudio geotécnico lo constituyen los ensayos de laboratorio. Después de las inspecciones y trabajos de campo (área GTC), el técnico responsable del estudio geotécnico confeccionará el plan de ensayos de laboratorio más adecuado a las características de las construcciones previstas y terrenos detectados.



El cuidado en el tratamiento de las muestras, la disposición de equipos en correcto estado de mantenimiento y calibración, la cualificación y experiencia de los operarios y el control de las condiciones ambientales constituyen los parámetros fundamentales a contemplar durante la ejecución de los ensayos.

En la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia existen una serie de laboratorios acreditados al amparo de la orden FOM 2060/2002. Esto supone, para estos laboratorios, la obligatoriedad de disposición de equipos humanos y técnicos, el cumplimiento de una serie de requisitos y estar sujetos a una serie de inspecciones periódicas por parte de la administración.

La realización de cualquier ensayo de laboratorio incluye la extracción y/o preparación de la muestra conforme a la normativa correspondiente (UNE 103.100/95).

A continuación se describen los ensayos de laboratorio más frecuentes indicando, básicamente, los objetivos y parámetros obtenidos en cada uno de estos ensayos.

### 3.2.1. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

Comprenden un conjunto de ensayos que se consideran básicos para el conocimiento de las propiedades geotécnicas de un suelo. Se engloban, bajo este epígrafe, a una serie de ensayos que pueden clasificarse como ensayos de identificación y estado.

A partir de la determinación de dichas propiedades se pueden identificar determinados comportamientos mecánicos y de cambios de volumen. Así, por ejemplo, unas características de densidad, plasticidad y humedad baja son indicativas de posibles suelos colapsables y las granulometrías finas junto a plasticidades elevadas denotan un posible riesgo de expansividad.

En la siguiente tabla se indican los ensayos básicos que deben efectuarse en cada tipo de muestras.

| Tipo de muestras     | Ensayos básicos  |
|----------------------|--|
| Muestras Inalteradas | Descripción visual, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado y límites de Atterberg. |
| Muestras S.P.T.      | Descripción visual, humedad natural, granulometría por tamizado y límites de Atterberg.                    |
| Testigos de roca     | Descripción visual, densidad aparente y resistencia a la compresión simple en roca.                        |

Nota: estos ensayos se efectuarán siempre que la calidad de las muestras lo permita en los porcentajes o valores recogidos en los cuadros-guía de planificación de cada zona geotécnica.

#### 3.2.1.1. Descripción visual

Consiste en la identificación y descripción visual de la muestra. Ésta deberá ajustarse a los términos y expresiones recogidas en la norma UNE-EN ISO 14688-1/03 y Erratum /04.

#### 3.2.1.2. Humedad natural

Contenido en humedad de una muestra inalterada o, en su caso, S.P.T. El contenido en agua del suelo se obtiene mediante la diferencia de peso entre el estado natural y después de secado en estufa, según norma UNE 103.300.

#### 3.2.1.3. Densidad aparente

Consiste en la determinación, conforme a la norma UNE 103.301, de la densidad aparente de un suelo definida como el cociente entre la masa de dicho suelo y su volumen. Para ello se toman dos muestras de una determinada masa de un suelo. A una de ellas se le calcula la humedad, según lo descrito en el apartado anterior, y a la otra su volumen. Este último se determina por diferencia de pesadas, después de haber sido recubierta la muestra con una capa de parafina de masa conocida e introducida en una balanza hidrostática con la muestra sumergida en agua.

#### 3.2.1.4. Análisis granulométricos

Tienen por finalidad determinar la distribución en tamaños de los granos o partículas que constituyen un suelo. Dicha distribución condiciona, en gran medida, las características y propiedades geotécnicas del mismo.

El análisis granulométrico por tamizado (UNE 103.101) consiste en hacer pasar una muestra representativa del suelo a ensayar por un conjunto de tamices apilados, con tamaño de mallazo decreciente hacia abajo, hasta un tamaño de apertura de 0,08 mm, obteniéndose el peso retenido en cada uno de ellos. Los resultados se expresan en tanto por ciento, en peso, que pasa por cada tamiz y se representan en un gráfico o curva granulométrica. La denominación de los diferentes tamaños de las partículas se efectúa mediante diversas clasificaciones.

El material que pasa por el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE) corresponde a partículas de tamaño limo y arcilla. La determinación de la fracción correspondiente a cada uno de ellas se puede efectuar mediante el análisis granulométrico por sedimentación (UNE 103.102). Este procedimiento está basado en la ley de Stokes que define la velocidad de caída de una esfera sumergida en un fluido. Para ello, se mezcla en una probeta agua con cierta cantidad de suelo seco, se agita el conjunto hasta conseguir una suspensión uniforme y se estudia, una vez colocada la probeta en posición vertical, la sedimentación de las partículas. Los diámetros de las esferas, que se suponen equivalentes a las partículas del suelo, se obtienen a partir de las lecturas de un densímetro que se introduce regularmente en la probeta.

En la presente guía se contempla, de forma preceptiva, únicamente la realización de análisis granulométricos por tamizado. La realización o no de ensayos por sedimentación queda, por tanto, a criterio del técnico redactor del estudio geotécnico, en función de los objetivos del mismo y parámetros a determinar.

Los suelos ensayados se denominarán, en función del tamaño de sus partículas, conforme a la siguiente división granulométrica.

EN ESTA PÁGINA CONCLUYE EL FASCÍCULO I



**FASCÍCULO II  
DE LA PÁGINA 10229 A LA 10312**

**BORM**

| CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA                 |       |       |        |       |       |        |       |       |        |       |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Tamaño de los granos en mm. (Norma DIN 4022) |       |       |        |       |       |        |       |       |        |       |
| 0,002  |       |       | 0,06   |       |       | 2      |       |       | 60     |       |
| ARCILLA                                      | LIMO  |       |        | ARENA |       |        | GRAVA |       |        | BOLOS |
|  | Fino  | Medio | Grueso | Fina  | Media | Gruesa | Fina  | Media | Gruesa |       |
|  | 0,006 |       | 0,02   | 0,2   |       | 0,6    | 6     |       | 20     |       |

La descripción del suelo se hará de acuerdo al Anejo D del Documento Básico SE-C del CTE, distinguiendo entre suelos granulares (aquellos con menos de un 35 % de finos) y suelos finos (aquellos con más de un 35 % de finos):

Denominación de suelos granulares (1)

| Denominación      |                     | % de arcilla y limo |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| Nombre principal  | Grava o arena       | -                   |
| Nombre secundario | Arenosa o con grava | -                   |
| Con indicios de   | Limos o arcillas    | 1 – 10              |
| Algo              | Limosa o arcillosa  | 10 – 20             |
| Bastante          | Limosa o arcillosa  | 25 – 35             |

Denominación de suelos finos (1)

| Denominación      |                        | % de arena y grava |
|-------------------|------------------------|--------------------|
| Nombre principal  | Arcilla o limo         | < 35               |
| Nombre secundario | Arenosa/so o con grava | 35-65              |

(1) Los términos arcilla o arcillosa de la tabla se deben emplear cuando se trata de finos plásticos y los términos limo o limosa, cuando los finos son no plásticos o poco plásticos según el criterio de Casagrande.

3.2.1.5. Límites de Atterberg

Cuando se mezcla una arcilla con suficiente cantidad de agua se llega a formar un fluido viscoso, decimos entonces que se encuentra en “estado líquido”. Si vamos reduciendo el contenido en agua, la arcilla empieza a tomar cuerpo hasta ofrecer cierta resistencia a la deformación, decimos entonces que se encuentra en “estado plástico.” Los valores de los límites de Atterberg definen la frontera entre los estados semisólido-plástico (límite plástico) y plástico-semilíquido (límite líquido) de un suelo arcilloso. Estos valores se expresan como cantidad de humedad necesaria para que se verifiquen determinadas condiciones normalizadas en los ensayos correspondientes.

El límite líquido se determina conforme a la norma UNE 103.103. Para ello se amasa la fracción de suelo de tamaño inferior a 0,4 mm con agua. Esta masa se coloca en la cuchara de Casagrande. Se abre un surco con un acanalador y se comienza a dar vueltas a la manivela, con una cadencia determinada, con lo que se levanta la cuchara y cae desde una altura de un centímetro. Se prosigue hasta que las paredes del surco se unan en una longitud de unos 12 mm. Si esto ocurre después de dar 25 vueltas a la manivela, el suelo tiene el contenido en humedad correspondiente al límite líquido.

El límite plástico se obtiene según la norma UNE 103.104. Consiste en formar elipsoides con una masa de suelo, entre la palma de la mano y una superficie que no absorba mucha humedad, hasta llegar a una humedad tal que se puedan conseguir trozos de unos 6 mm. de longitud y un diámetro de 3 mm. coincidiendo con el inicio del cuarteamiento o resquebrajamiento del suelo.

El índice de plasticidad corresponde al intervalo de humedades comprendido entre el límite líquido y el límite plástico.

Las características plásticas de esta fracción condicionan especialmente las propiedades del conjunto del suelo. En suelos limosos o arenosos, esta fracción de suelo amasada con agua no adquiere características plásticas (suelos no plásticos).

La clasificación de Casagrande, o Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), permite clasificar el suelo a partir de los resultados obtenidos en el análisis granulométrico y límites de Atterberg.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (U.S.C.S.)

| GRUPOS PRINCIPALES   |   | CLASES   | DESCRIPCIÓN   |  |
|--|---|--|---|--|
| Suelos de grano grueso:  | Gravas y suelos con gravas: Más del 50 % de la fracción gruesa es retenida en el tamiz 5 UNE. | Gravas limpias(poco o nada de finos)             | GW  | Gravas bien graduadas.Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos |
|  |   | Gravas con finos(considerable cantidad de finos) | GP  | Gravas mal graduadas.Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos  |
|  |   |  | GM  | Gravas limosas.Mezclas de grava-arena-limo.                                |
|  |   | GC   | Gravas arcillosas.Mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla |  |
| Más del 50 % de material es retenido en el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE). | Arenas y suelos arenosos: Más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5 UNE.         | Arenas limpias(poco o nada de finos)             | SW  | Arenas bien graduadas.Arenas con gravas, poco o nada de finos.             |
|  |   | Arenas con finos(considerable cantidad de finos) | SP  | Arenas mal graduadas.Arenas con gravas, poco o nada de finos.              |
|  |   |  | SM  | Arenas limosas.Mezclas de arena y limo                                     |
|  |   | SC   | Arenas arcillosas.Mezclas de arena y arcilla                      |  |

| GRUPOS PRINCIPALES   |   | CLASES | DESCRIPCIÓN   |
|--|---|--------|---|
| Suelos de grano fino:<br><br>Más del 50 % de material pasa por el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE) | Limos y arcillas:(límite líquido menor de 50) | ML     | Limos inorgánicos y arenas muy finas; arenas arcillosas o limosas; limos arcillosos poco plásticos. |
|  |   | CL     | Arcillas inorgánicas poco plásticas; arcillas con gravas, arcillas arenosas y limosas.              |
|  |   | OL     | Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de poca plasticidad                                    |
|  | Limos y arcillas:(límite líquido mayor de 50) | MH     | Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas.                            |
|  |   | CH     | Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.  |
|  |   | OH     | Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.                                 |
| SUELOS MUY ORGÁNICOS   |   | PT     | Suelos turbosos u otros de alto contenido orgánico.   |

Nota: La clasificación de los suelos de grano fino se debe efectuar con el diagrama de plasticidad de Casagrande, en función de los valores del límite líquido e índice de plasticidad.

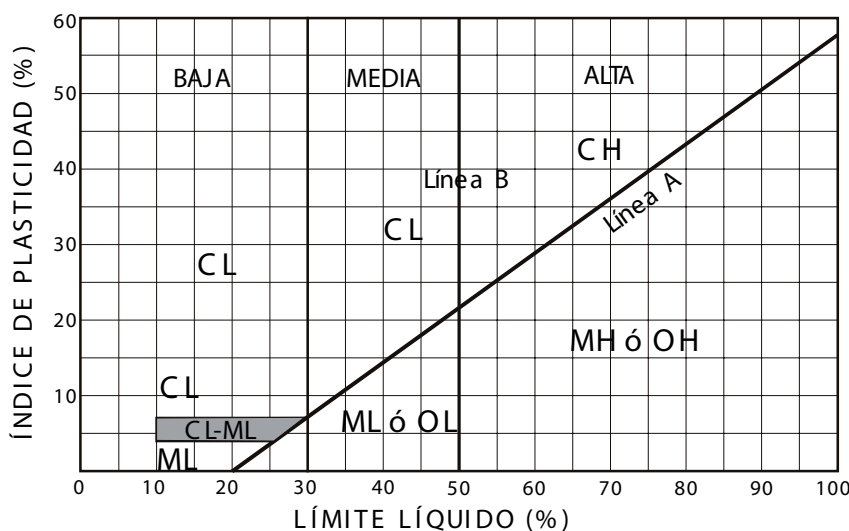


DIAGRAMA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

3.2.2. ENSAYOS DE RESISTENCIA

Se trata de de ensayos que permiten determinar, de forma directa, los parámetros resistentes del terreno, siendo necesarias muestras de categoría A para su ejecución. Cuando no se disponga de muestras adecuadas, estos parámetros podrán ser estimados mediante correlaciones empíricas con ensayos in situ.

3.2.2.1. Compresión simple

El ensayo de resistencia a la compresión simple de probetas de suelo consiste en determinar la carga máxima capaz de soportar un suelo en condiciones de compresión uniaxial. Se efectúa sobre muestras inalteradas talladas con unas relaciones altura/diámetro determinadas. Las condiciones de ejecución del ensayo se ajustarán a la norma UNE 103.400.

La muestra se somete, en una prensa, a una carga creciente y se van midiendo las deformaciones verticales para intervalos de carga determinados. El ensayo continúa

hasta que la carga comienza a disminuir o la deformación axial de la probeta alcance el 15 %. El resultado se expresa en un gráfico o curva tensión-deformación.

La resistencia a la compresión simple de los suelos se podrá describir en los términos recogidos en la siguiente tabla.

| Consistencia | Resistencia a la compresión simple (kPa) | NSPT (orientativo) Hunt 1984 |
|--------------|--|------------------------------|
| Dura         | >400                                     | >30                          |
| Muy firme    | 200-400                                  | 15-30                        |
| Firme        | 100-200                                  | 8-15                         |
| Media        | 50-100                                   | 4-8                          |
| Blanda       | 25-50                                    | 2-4                          |
| Muy blanda   | 0-25                                     | < 2                          |

En testigos rocosos el ensayo se efectuará conforme a la norma UNE 22950-1. La clasificación de la resistencia de la roca puede efectuarse según la siguiente tabla.

| Resistencia de la roca | sc (MPa) |
|------------------------|----------|
| Especialmente débil    | < 1      |
| Muy baja               | 1-5      |
| Baja                   | 5-25     |
| Media                  | 25-50    |
| Alta                   | 50-100   |
| Muy alta               | 100-250  |
| Extremadamente alta    | > 250    |

### 3.2.2.2 Ensayo de corte directo

Los ensayos de corte directo seguirán la norma UNE 103.401. Estos ensayos, al igual que los triaxiales (apartado 3.2.2.3), se realizarán, debido a su utilidad para el dimensionamiento de muros o análisis de las condiciones de estabilidad de taludes de desmonte o naturales, siempre que existan con anterioridad o, como consecuencia de que la profundidad final de cimentación sea superior a 2,5 metros, se generen taludes de excavación o desmontes de alturas superiores a dichas magnitudes, o en su caso, exista una pendiente topográfica mayor de 15°.

Estos ensayos consisten en la aplicación de esfuerzos verticales o normales, sobre una muestra de suelo, y medir los esfuerzos horizontales o tangenciales necesarios para producir su rotura sobre un plano horizontal prefijado. Para ello, se coloca la muestra en una caja o célula de corte dividida en dos mitades horizontales y se desplaza una mitad de la célula respecto a la otra a una velocidad de deformación constante. Se realizan tres determinaciones con distintos esfuerzos verticales.

Los resultados se llevan a un gráfico tensiones normales-tensiones tangenciales. Los puntos obtenidos deben resultar sensiblemente alineados en una línea recta. La ordenada en origen de la recta corresponde al valor de cohesión, mientras que el ángulo de la recta con el eje de abscisas es el ángulo de rozamiento interno del suelo.

Los impresos de resultados deberán especificar si ha habido consolidación inicial o si se ha permitido el drenaje durante el ensayo.

#### 3.2.2.3. Ensayos triaxiales

Estos ensayos se realizan mediante aparatos triaxiales. La norma de aplicación es la UNE 103.402/98.

El procedimiento operativo general del ensayo es el siguiente: se talla o remoldea una probeta cilíndrica, se envuelve con una membrana de goma fina y se colocan dos placas porosas arriba y debajo de la misma. Se rellena con agua la cámara comprendida entre el cilindro exterior del aparato y el suelo y se aplica una presión hidrostática o lateral ( $s_3$ ) a la muestra (inicialmente se puede aplicar una "presión de cola" al interior de la muestra). A continuación se aplica una carga vertical llamada desviador ( $s_1$  - $s_3$ ). En el ensayo de tensión controlada, se van aumentando sucesivamente las tensiones del desviador por escalones crecientes, previa estabilización de las deformaciones de la probeta de suelo, hasta que llega un momento en el que las deformaciones no se estabilizan. En este momento, hemos sobrepasado la carga de rotura.

Una vez finalizado el ensayo de una probeta podemos representar el círculo de Mohr correspondiente a la

rotura, pues la tensión principal menor será igual a la presión hidrostática,  $s_3$ , y el desviador,  $s_1$  - $s_3$ , será igual a la carga aplicada al pistón dividida por la sección media de la probeta en el momento de la rotura. Repitiendo este proceso en tres probetas, con tres presiones laterales diferentes, se obtendrán los correspondientes círculos de Mohr, cuya envolvente define el ángulo de rozamiento interno y la cohesión corresponderá, al igual que en el ensayo de corte directo, a la ordenada en origen de esta envolvente en un gráfico tensiones normales (abscisas)-tensiones tangenciales (ordenadas).

Las condiciones de realización de este ensayo (consolidación previa, drenaje o medida de presiones intersticiales), al igual que el ensayo de corte directo, serán establecidas por el técnico responsable del estudio geotécnico.

Las actas de resultados contendrán las curvas de consolidación previa, si las hay, las curvas tensión-deformación y el diagrama de los círculos de Mohr en presiones totales y, si hay medidas de presión intersticial durante la rotura, en presiones efectivas.

### 3.2.3. ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD

#### 3.2.3. Ensayo edométrico

Tiene por objeto estudiar la compresibilidad unidimensional de un suelo y resulta de gran aplicabilidad para el cálculo de asentamientos en suelos arcillosos blandos y saturados. El ensayo se ajustará a lo indicado en la norma UNE 103.405. En la presente guía se contempla su realización en la zona V (arcillas blandas y fangos) y arcillas medias o blandas, incluidas en la zona III1 (depósitos aluvio-coluviales) y generalmente asociadas con la existencia de nivel freático a escasa profundidad.

Consisten en someter a una muestra de suelo, confinada lateralmente y drenada, a escalones crecientes de carga vertical midiendo las deformaciones producidas. Para ello se introduce una muestra en una célula edométrica. El incremento de presiones se realiza procurando que cada escalón sea el doble que el anterior y el paso al escalón siguiente se efectúa una vez estabilizada la deformación. Posteriormente se realiza una descarga controlada de presiones midiendo, también, la recuperación de la muestra. Normalmente se deben aplicar al menos seis escalones consecutivos de carga y dos de descarga. Se trata de un ensayo lento en el tiempo (cada escalón se mantiene al menos 24 horas). Para cada escalón de carga se determina el índice de poros "e" del suelo. Las cargas utilizadas deberán rebasar ampliamente la tensión prevista para las cimentaciones.

Los resultados se representan en un gráfico índice de poros-logaritmo de presiones.

#### 3.2.4. ENSAYOS DE EXPANSIVIDAD

Estos ensayos permiten calificar y/o cuantificar los posibles cambios de volumen que pueden experimentar los suelos frente a cambios de humedad. En principio, únicamente se ha contemplado la realización de estos ensayos en la zona geotécnica IV (Arcillas y margas con yesos).



No obstante, el técnico responsable del estudio geotécnico deberá decidir, conforme a su criterio y experiencia geotécnica, su realización en otro tipo de terrenos.

En muestras inalteradas (categoría A) se deberán efectuar ensayos de presión de hinchamiento o hinchamiento libre, y en muestras alteradas (o S.P.T) ensayos de hinchamiento Lambe.

#### 3.2.4.1 Ensayo de presión de hinchamiento

Es el ensayo de referencia para determinar el grado de expansividad del terreno y consiste, básicamente, en impedir el aumento de volumen de una muestra inalterada o remoldeada de suelo, colocada en una célula edométrica e inundada, mediante la aplicación de incrementos de carga verticales. Cuando no se aprecie tendencia en la variación del volumen de la probeta con el tiempo, se considera que se ha alcanzado el equilibrio y se da por finalizado el ensayo. Se denomina, por tanto, presión de hinchamiento a la presión vertical necesaria para mantener sin cambio de volumen una probeta confinada lateralmente, cuando se inunda de agua. Posteriormente se procede a descargar por escalones hasta una presión de 10 kPa. Los re-

sultados obtenidos se expresan en un gráfico en el que se representan los tantos por ciento de hinchamiento y la presión que actúa sobre la muestra en cada escalón de descarga. La ejecución del ensayo se ajustará a la norma UNE 103.602

#### 3.2.4.2 Ensayo de hinchamiento Lambe

Permite evaluar mediante un ensayo rápido la peligrosidad de un suelo desde el punto de vista de la expansividad. Dicho ensayo consiste en medir la presión que ejerce una muestra alterada (previamente amasada en unas condiciones determinadas, sometida a una presión de 40 N e inundada en el aparato Lambe) al cabo de dos horas, determinando un incremento de presión (Mpa) que se designa como "índice de hinchamiento" o "índice Lambe". Este valor se relaciona con el denominado "cambio potencial de volumen" que proporciona una idea, cualitativa, de la peligrosidad del suelo (no crítico, marginal, crítico y muy crítico). El procedimiento de ejecución del ensayo se describe en la norma UNE 103.600.

En la siguiente tabla se recogen algunos ejemplos de los criterios de expansividad más comúnmente utilizados.

| Expansividad | I.P. (%) | L.L.(%) | % pasa T-200 | Actividad I.P./# 2 $\mu$ Skempton mod. | Potencial de hincham. (Seed) % | I.Lambe (kPa) | P.hincham. (kPa). | Hincham. probable en sup. (cm.) | % Hincham. libre |
|--------------|----------|---------|--------------|--|--------------------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|------------------|
| Baja         | <18      | <30     | <30          | <0,5                                   | 0-1,5                          | <80           | <30               | 0-1                             | <1               |
| Media        | 15-28    | 30-40   | 30-60        | 0,5-0,7                                | 1,5-5,0                        | 80-150        | 30-120            | 1-3                             | 1-5              |
| Alta         | 25-40    | 40-60   | 60-95        | 0,7-1,0                                | 5-25                           | 150-230       | 120-300           | 3-7                             | 3-10             |
| Muy alta     | >35      | >60     | >95          | >1,0                                   | >25                            | >230          | >300              | >7                              | >10              |

Criterios de expansividad (recopilados por Rodríguez Ortiz, 1.975)

#### 3.2.5. ENSAYOS QUÍMICOS

El contenido de determinadas sustancias químicas en el terreno o en el agua freática condicionan la agresividad del medio frente al hormigón y puede aconsejar la utilización de cementos sulforresistentes.

##### 3.2.5.1. Análisis químicos en muestras de suelo

La acidez de Baumann-Gully y el contenido en sulfatos de un suelo permite comprobar la agresividad del mismo frente a los hormigones de la cimentación. Estos ensayos se efectuarán conforme al Anejo 5 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

La presencia de materia orgánica puede condicionar el comportamiento de los suelos ante diversas acciones (mayor compresibilidad) o su aceptación o rechazo para su empleo como relleno estructural. El procedimiento de ensayo se describe en la norma UNE 103.204 (método del permanganato potásico).

Los carbonatos pueden aparecer en los suelos como material cementante. Su determinación se realiza mediante el ataque de una muestra de suelo con un ácido y posterior medición, con el denominado calcímetro de Bernard, del desprendimiento de CO<sub>2</sub>. El procedimiento de ensayo se describe en la norma UNE 103.200.

En la planificación de la campaña geotécnica contenida en la presente guía se ha contemplado, siguiendo las

indicaciones del Anejo 5 de la norma EHE, únicamente la realización de ensayos de contenido en sulfatos. El técnico redactor del estudio geotécnico decidirá, durante el transcurso de los trabajos, acerca de la conveniencia de la realización de ensayos de determinación del contenido en materia orgánica y/o carbonatos.

##### 3.2.5.2. Análisis químicos en muestras de agua freática

En la presente guía se contempla, de forma preceptiva, la realización de un análisis químico del agua freática en caso de que el nivel freático se sitúe a profundidades próximas a la futura cota cimentación o se estime, a criterio del técnico responsable del estudio geotécnico, que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.

Los parámetros investigados en estos análisis deben ser, conforme a los criterios indicados en el Anejo 5 de la EHE, los siguientes: pH, magnesio (Mg<sup>2+</sup>), amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ácido carbónico (CO<sub>2</sub>) agresivo y residuo seco a 110° C.

La acidez Baumann-Gully y el contenido en sulfatos, detectados en muestras de suelo, y de determinados componentes químicos, presentes en el agua freática, permiten clasificar la agresividad química del suelo y aguas frente al hormigón. En la tabla siguiente se recoge la clasificación de la agresividad química recogida en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

| Tipo de Medio | PARÁMETROS                              | Tipo de Exposición |              |               |
|---------------|---|--------------------|--------------|---------------|
|               |   | Qa                 | Qb           | Qc            |
|               |   | Ataque Débil       | Ataque Medio | Ataque Fuerte |
| AGUA          | Valor del pH                            | 6,5-5,5            | 5,5-4,5      | < 4,5         |
|               | CO2 agresivo (mg CO2/l)                 | 15-40              | 40-100       | >100          |
|               | Ión Amonio (mg NH4+/l)                  | 15-30              | 30-60        | >60           |
|               | Ión Magnesio (mg Mg2+/l)                | 300-1.000          | 1.000-3.000  | >3.000        |
|               | Ión Sulfato (mg SO42-/l)                | 200-600            | 600-3.000    | >3.000        |
|               | Residuo seco a 110° C (mg/l)            | 75-150             | 50-75        | < 50          |
| SUELO         | Grado de Acidez Baumann-Gully           | > 20               |              |               |
|               | Ión Sulfato (mg SO42-/kg de suelo seco) | 2.000-3.000        | 3.000-12.000 | > 12.000      |

**Clasificación de la agresividad química (EHE)**

Esta normativa (EHE) recomienda el empleo de cementos que posean resistencia adicional a los sulfatos, según la UNE 80303/96, para una exposición tipo Qb, es decir, siempre que el contenido en sulfatos del terreno sea igual o mayor a 3.000 mg/Kg (SO42- en suelos <sup>3</sup> 3.000 mg/Kg) y de 600 mg/l en el agua freática (SO42- en aguas <sup>3</sup> 600 mg/l).

**3.2.6. OTROS ENSAYOS DE LABORATORIO**

Se incluyen en este apartado algunos ensayos de laboratorio, no descritos anteriormente, cuya planificación y realización quedan a criterio del técnico responsable del estudio geotécnico.

- Densidad relativa de las partículas de un suelo. UNE 103302.
- Determinación de la porosidad de un terreno. UNE 7045.
- Ensayo de colapso en suelos. UNE 103406/06

Los suelos limosos de estructura floja, parcialmente saturados y en presencia de sobrecargas, pueden experimentar asientos importantes o colapsos, frente a inundaciones de agua.

Este ensayo tiene por objeto determinar la magnitud del colapso unidimensional que se produce cuando se inunda un suelo semisaturado. Para su identificación y/o cuantificación, se aplica a una muestra de suelo, inalterada o remoldeada, parcialmente saturada y colocada en una célula edométrica, a escalones crecientes de carga, hasta alcanzar el valor de presión vertical para el que se desea conocer el colapso y se espera hasta que cesan o se estabilizan los asientos y, a continuación, se inunda. Se define como colapso a la disminución de altura que experimenta una probeta de suelo en unas determinadas condiciones de estado (densidad y humedad), confinada lateralmente y sometida a una presión vertical constante, al ser inundada. Los resultados obtenidos se expresan mediante el Índice de colapso (I) y Potencial porcentual de colapso (Ic) definidos en la citada norma. A efectos de este ensayo se considera que los suelos que experimenten colapsos superiores al 1 % pueden ser problemáticos frente al efecto del agua.

- Otros ensayos (se indicarán los procedimientos o normativas aplicados en cada caso).

**3.2.7. MÉTODOS NORMALIZADOS DE ENSAYOS (E. LABORATORIO)**

La normativa para la realización de los ensayos de mecánica de suelos es amplia y, en general, se dispone de normas nacionales suficientes, bien sea de la serie UNE 7.XXX o NLT (Normas del Laboratorio de Transporte). Actualmente se está procediendo a la revisión de toda esta normativa y ya se dispone de un buen número de normas UNE-103.XXX.

A continuación se indican las normativas a emplear para la ejecución de los ensayos de laboratorio más habituales en la realización de estudios geotécnicos.

**ENSAYOS DE SUELOS**

| Propiedad         | Ensayos   | Norma            |
|-------------------|---|------------------|
| Identificación    | Granulometría por tamizado                                      | UNE 103101 :1995 |
|                   | Granulometría por sedimentación                                 | UNE 103102 :1995 |
|                   | Comprobación de la no plasticidad                               | UNE 103104 :1993 |
|                   | Límite líquido  | UNE 103103 :1994 |
|                   | Límite plástico   | UNE 103104 :1993 |
|                   | Límite de retracción  | UNE103108 :1996  |
| Estado            | Humedad natural   | UNE 103300 :1993 |
|                   | Peso específico aparente  | UNE103301 :1994  |
|                   | Peso específico de las partículas                               | UNE103302 :1994  |
| Resistencia       | Compresión simple   | UNE 103400 :1993 |
|                   | Corte directo en cualquier situación de consolidación y drenaje | UNE103401 :1998  |
|                   | Triaxial en cualquier situación de consolidación y drenaje      | UNE 103402 :1998 |
| Deformabilidad    | Ensayo edométrico   | UNE103405 :1994  |
| Colapsabilidad    | Inundación en edómetro  | UNE 103-406/06   |
| Expansividad      | Presión de hinchamiento nulo en edómetro                        | UNE 103602 :1996 |
|                   | Hinchamiento libre en edómetro                                  | UNE 103601 :1996 |
|                   | Ensayo Lambe  | UNE 103600 :1996 |
| Contenido químico | Contenido en carbonatos   | UNE 103200 :1993 |
|                   | Contenido cualitativo de sulfatos                               | UNE 103202 :1995 |
|                   | Contenido en materia orgánica                                   | UNE 103204 :1993 |

La normativa indicada resultará válida hasta que se proceda a su sustitución debido a la aparición de nuevas normas o a la actualización de las existentes.

**ENSAYOS DE ROCAS**

|             |  |                           |
|-------------|--|---------------------------|
| Estado      | Humedad natural                          | ISRM parte 1:1977         |
|             | Porosidad                                | ISRM parte 1:1977         |
|             | Densidad                                 | ISRM parte 1:1977         |
|             | Absorción                                | ISRM parte 1:1977         |
| Resistencia | Compresión simple                        | UNE 22-950 1ª parte:1990  |
|             | Carga puntual                            | NLT 225 :1996             |
|             | Brasileño                                | UNE 22-950 2ª parte :1990 |
|             | Resistencia al corte en discontinuidades |                           |
| Durabilidad | Desmoronamiento                          | NLT 255 :1996             |
|             | Ciclos de sequedad-Humedad               | NLT 251:1996              |

**3.3. INFORME GEOTÉCNICO**

El estudio o informe geotécnico es la descripción o resumen de la prospección realizada, los datos y resultados obtenidos y su interpretación, la confección de tablas y gráficos explicativos, así como la justificación geotécnica de las recomendaciones sobre el tipo y condiciones de cimentación y constructivas que deben constituir las conclusiones del mismo.

El informe geotécnico deberá ser elaborado por el proyectista, director de obra u otro técnico competente

(Técnico responsable o Director de estudio geotécnico), constará con el preceptivo visado colegial e incluirá los apéndices o anejos que sean pertinentes. El formato será libre aunque deberá contener los siguientes aspectos o apartados:

#### 3.3.1. ÍNDICE DE DOCUMENTOS.

Se aportará la relación y paginación de los diversos apartados y apéndices o anejos del informe.

#### 3.3.2. ANTECEDENTES.

En este apartado se incluirán necesariamente los siguientes datos:

\* Empresa o entidad contratante.

\* Proyectista.

\* Localización y descripción topográfica del lugar.

\* Descripción del edificio proyectado. Las características del edificio deben contener los datos necesarios para la planificación de la campaña geotécnica definida en la presente guía. Dichos datos corresponden, según los apartados 2.2 y 2.3, a los siguientes:

- Categoría del edificio según el Documento Básico SE-C del CTE.

- Dimensiones y área de contacto del edificio con el terreno.

- Número de plantas incluido sótanos y áticos.

- Profundidad o altura máxima de desmontes, excavación o terraplenes.

- Luces media y máxima entre apoyos contiguos.

- Presencia y espesor, en su caso, de rellenos superficiales.

- Cimentaciones próximas: tipología, patologías, etc.

- Cargas a transmitir.

\*Laboratorios acreditados que han realizado los trabajos de campo y laboratorio.

#### 3.3.3. RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Se desglosará en dos apartados: trabajos de campo y ensayos de laboratorio.

##### 3.3.3.1. Trabajos de campo

- Número total y profundidades alcanzadas en sondeos, penetrómetros y calicatas (con inclusión de cotas relativas de embocaduras, según lo descrito en el apartado 3.1.1).

- Número y tipos de muestras tomadas. Normativa empleada (tipo y diámetro de tomamuestras o puntaza, dispositivo de golpeo, etc.).

- Tabla o cuadro resumen de ensayos SPT y muestras inalteradas: sondeo, cotas, golpes parciales, N30 o NSPT, tipo de suelo, etc.

- Comentarios o aspectos más relevantes deducidos a partir de la campaña de campo.

##### 3.3.3.2. Ensayos de laboratorio

- Número y tipo de ensayos de laboratorio efectuados. Normativa empleada en cada caso.

- Descripción breve del alcance de cada uno de ellos.

- Cuadros-resumen de los resultados obtenidos. Comentarios de los aspectos más relevantes.

#### 3.3.4. GEOLOGÍA GENERAL

En este apartado se describirán los aspectos geológicos generales de la zona investigada y sus implicaciones geotécnicas. Se tratarán, entre otros, los siguientes aspectos:

- Marco geológico general: Estratigrafía y tectónica.

- Zona geotécnica (Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia- Anejo 1 y tipo de terreno CTE).

- Hidrología e hidrogeología.

- Geomorfología.

- Riesgos geológicos (inundación, estabilidad de laderas naturales, karstificación, expansividad, etc.).

La extensión y grado de detalle de cada uno de estos aspectos dependerá de las características de la edificación y la problemática geológica concreta asociada a la localización de la misma.

#### 3.3.5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Comprenderá, en base a las prospecciones efectuadas y resultados obtenidos, la descripción geológica y geotécnica del subsuelo de la zona o solar investigado.

\*Estratigrafía local.-

Se describirá la naturaleza litológica, espesores y disposición de los terrenos o capas detectados (en apéndices o anejos se incluirán perfiles o correlaciones estratigráficas deducidas a partir de la información obtenida en los distintos puntos de investigación).

En su caso, se indicará la dirección e inclinaciones o buzamientos de los estratos, estabilidad natural, presencia de fallas o huecos, cartografía geológica en superficie, etc.

\*Características geotécnicas.-

Las distintas capas y materiales detectados se sintetizarán en unidades geotécnicas de características similares, que deberán quedar perfectamente definidas en lo relativo a su distribución, extensión, espesores, rasgos litológicos y propiedades geotécnicas. Para ello se deberán realizar los perfiles geotécnicos longitudinales y transversales que mejor representen la distribución de estas unidades. Conforme al CTE, en el caso de edificios de categoría C-0 y C-1 el número mínimo de perfiles será de dos, mientras que en el resto será de tres.

Cada unidad geotécnica se caracterizará a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio efectuados y se identificará en los términos recogidos en las tablas contenidas en el Anejo D del Documento Básico SE-C del CTE. A partir de estos resultados, y en base a cálculos directos o correlaciones empíricas, se definirán las magnitudes de los parámetros geotécnicos asignados a cada una de estas unidades que intervengan en cualquiera de los cálculos contenidos en el informe.

### 3.3.6. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Se indicarán las posibles soluciones o alternativas de cimentación y todos los aspectos referidos a otras partes de la obra o proyecto sobre las que influye el suelo. Estas deben ser lo más amplias y menos restrictivas posibles con objeto de no limitar la libertad de elección del proyectista o calculista:

\*Tipo de cimentación, cargas admisibles y asientos.

- Zonificaciones del terreno cuando sean recomendables distintos tipos de cimentación o la ocupación de áreas preferenciales.

- Cota de apoyo de cimentación.

- Presión vertical admisible (y de hundimiento) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.

- Presión vertical admisible de servicio (asientos tolerables) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.

- En el caso de pilotes, resistencia al hundimiento desglosada en resistencia por punta y por fuste.

- Parámetros geotécnicos del terreno para el dimensionado de elementos de contención. Empujes del terreno: activo, pasivo y reposo.

- Datos de la ley "tensiones en el terreno-desplazamiento" para el dimensionado de elementos de pantallas u otros elementos de contención.

- Módulos de balasto para idealizar el terreno en cálculos de dimensionado de cimentaciones y elementos de contención, mediante modelos de interacción suelo-estructura.

- Resistencia del terreno frente a acciones horizontales.

- Asientos y asientos diferenciales, esperables y admisibles para la estructura del edificio y de los elementos de contención que se pretende cimentar.

\* Excavabilidad, nivel freático, agresividad y condiciones de estabilidad.

- Calificación del terreno desde el punto de vista de su ripabilidad, procedimiento de excavación y terraplenado más adecuado. Taludes estables en ambos casos, con carácter definitivo y durante la ejecución de las obras.

- Situación del nivel freático y variaciones previsibles. Influencia y consideración cuantitativa de los datos para el dimensionado de cimentaciones, elementos de contención, drenajes, taludes e impermeabilizaciones.

- Proximidad a ríos o corrientes de agua que pudieran alimentar el nivel freático o dar lugar a la socavación de los cimientos, arrastres, erosiones o disoluciones.

- Cuantificación de la agresividad del terreno y de las aguas que contenga, para su calificación al objeto de establecer las medidas adecuadas a la durabilidad especificada en cimentaciones y elementos de contención, de acuerdo a la normativa vigente.

- Cuantificación de cuantos datos relativos al terreno y a las aguas que contenga sean necesarios para el

dimensionado del edificio, en aplicación de la normativa vigente.

- Cuantificación de los problemas que pueden afectar a la excavación especialmente en el caso de edificaciones o servicios próximos existentes y las afecciones a éstos.

- Relación de asuntos concretos, valores determinados y aspectos constructivos a confirmar después de iniciada la obra, al inicio de las excavaciones, o en el momento adecuado que así se indique, y antes de ejecutar la cimentación, los elementos de contención o los taludes previstos.

\*Sismicidad.

Al igual que en el resto del territorio nacional, la peligrosidad sísmica en la Región de Murcia queda definida según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, mediante dos parámetros: el coeficiente de contribución, K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremoto que cabe esperar y la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , valor de la aceleración horizontal característica del terreno, expresado en relación al valor de la gravedad y determinado de forma probabilística para un periodo de retorno de quinientos años. El coeficiente de contribución tiene un valor unidad, constante en toda la región, mientras que la aceleración sísmica básica oscila entre 0,07 g y 0,16 g.

Si bien la mencionada Norma contempla la exención en su aplicación a determinados tipos estructurales de importancia normal, cuando la aceleración sísmica básica es inferior a 0,08 g, a efectos prácticos resulta de obligada aplicación en la mayor parte de los casos.

Por ello, deberá identificarse, además de los parámetros mencionados (K y  $a_b$ ), la clasificación de cada unidad geotécnica a efectos de su comportamiento sísmico según la NCSE-02, definiendo el coeficiente de suelo C en cada sondeo como promedio del valor de cada unidad geotécnica ponderado con su espesor. Si la profundidad de investigación no alcanza los 30 m se justificará el valor asignado a cada estrato por debajo de la profundidad explorada. Si los resultados de los distintos sondeos son diferentes se evaluará, justificadamente, el valor C que se debe utilizar para obtener la acción sísmica del emplazamiento, así como el cálculo de dicho efecto en el edificio y sus cimientos.

\*Otras consideraciones

Se indicarán, dependiendo de las condiciones geológicas del entorno y las características particulares de la estructura, otras precauciones a adoptar durante la ejecución de los trabajos o vida útil de la estructura.

- Profundidad del nivel freático y oscilaciones. Necesidades y problemática del bombeo o achique del agua, permeabilidades estimadas, subpresión, sifonamiento, etc.

- Riesgo de inundación (precauciones y soluciones).

- Agresividad del terreno y aguas.

- Suelos colapsables o expansivos. Problemática y soluciones a adoptar.



- Karst, huecos o cavernas. Problemática y forma de evitar su influencia.

- Aspectos o elementos que requieran ser comprobados durante la construcción.

- Cimentaciones profundas: tipo de pilote recomendado, valores de resistencias unitarias por fuste y punta, empotramiento, etc.

- Trabajos complementarios a realizar en fases posteriores, antes o durante la obra, a fin de subsanar las limitaciones que se hayan podido observar.

### 3.3.7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este apartado se incluirá un resumen de las conclusiones y recomendaciones indicadas en el apartado anterior, pudiendo hacer alusión a cualquier apartado del informe en el que se detallen o expliquen las características geotécnicas del terreno, factores de riesgo o los procedimientos y/o condiciones de cimentación recomendadas.

### 3.3.8. APÉNDICES O ANEJOS

El informe geotécnico debe contener, como mínimo, y si no se intercalan o presentan junto con el texto, los siguientes apéndices o anejos:

#### \*Planos

Contendrá el plano o planos suficientes para permitir, a cualquier persona ajena a la realización de los trabajos geotécnicos, la determinación inequívoca del emplazamiento del solar o parcela en el municipio y la situación de los trabajos de campo o puntos de investigación en el mismo.

#### \*Columnas litológicas de sondeos.

En este anejo se recogerán las columnas litológicas de los sondeos efectuados, señalando la cota relativa de embocadura de los mismos e incluyendo los siguientes datos:

- Datos identificativos (cliente, obra, empresa, número de sondeo, situación, fechas, etc.).

- Maquinaria empleada.

- Diámetro de perforación, tipo de batería, revestimiento y coronas utilizadas.

- Porcentaje de recuperación de testigos.

- Profundidades y descripción de la naturaleza litológica de los terrenos detectados.

- Nivel freático y variaciones observadas.

- Normativa o procedimiento empleado para la toma de los distintos tipos de muestras.

- Cotas del principio y del fondo, tipo, golpes parciales y diámetro exterior e interior de cada muestra.

- Resultados más significativos de los ensayos de laboratorio efectuados (ensayos de identificación, corte directo o triaxial, edométricos, ensayos de expansividad, análisis químicos, otros, etc.).

- Observaciones (incidencia de la perforación o toma de muestras, colocación de tubería piezométrica)

En sondeos en roca deberán incluirse, además de los indicados, las longitudes de avance de cada maniobra y el índice RQD (Rock Quality Designation).

#### \*Diagramas de penetración.

Se adjuntarán los gráficos o curvas de penetración dinámica (profundidad-número de golpes) o estática (pro-

fundidad-resistencia por punta y lateral). En dichos gráficos se incluirán, asimismo, los datos indicados en los apartados 3.1.9 y 3.1.10, según la normativa empleada en cada caso.

#### \*Columnas litológicas de calicatas.

Las columnas estratigráficas de las calicatas contendrán, al menos, los siguientes datos:

- Identificación de los trabajos (empresa, lugar y referencia de obra).

- Identificación de la calicata (número, situación y fecha de realización).

- Tipo y potencia de maquinaria (retroexcavadora) empleada.

- Columna estratigráfica, indicando espesores y naturaleza de los terrenos. Tipo y profundidad a la que se han tomado las muestras.

- Situación del nivel freático o posibles humedades y rezumes de agua.

- Condiciones de estabilidad de las paredes (deficiente, regular o adecuada).

- Condiciones de excavabilidad (fácil, media, difícil).

- Cuadro resumen con los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.

En algunos casos resultará conveniente incluir secciones o detalles de las mismas acotando y/o especificando la naturaleza de determinados elementos (cimentaciones de edificios próximos, soleras, viales, etc.) o terrenos (suelo vegetal, echadizos artificiales, etc.).

#### \*Otros ensayos de campo.

Se recogerán en este apéndice cualquier otro tipo de ensayos de campo que se hayan realizado en trabajos diferentes a sondeos, penetrómetros o calicatas (como por ejemplo técnicas geofísicas, vane test, presiómetros, ensayos de permeabilidad "in situ", ensayos de carga de terrenos con placa, etc.). En estos casos deberá indicarse el tipo de ensayo, dispositivo utilizado y la descripción del método y normativa empleada para su ejecución.

#### \*Perfiles o correlaciones estratigráficas entre sondeos

En base a la información obtenida, fundamentalmente en sondeos y/o calicatas, se incluirán perfiles o correlaciones estratigráficas interpretativas en las que se señale la escala horizontal y vertical.

Estos perfiles se realizarán agrupando materiales de características similares que permitan definir la unidades geotécnicas indicadas en el apartado 3.3.5. y deberán elegirse los que mejor representen la distribución de las mismas. Conforme al CTE, el número mínimo de perfiles a realizar para edificios de categoría C-0 y C-1 será de dos y para el resto de edificios de tres.

#### \*Actas de ensayos.

En este anejo se recogerán las actas de todos los ensayos sujetos a acreditación y efectuados por el laboratorio acreditado. La presentación de estos resultados se ajustará a la normativa exigida en las áreas de acreditación implicadas: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos in situ para reconocimiento geotécnicos (GTC) y Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL).

Por otro lado, y con objeto de facilitar la comprobación o revisión de los datos contenidos en el informe por cualquier persona ajena a su realización, se recomienda incluir, al principio de este anejo, un cuadro resumen de los ensayos de laboratorio ordenados por sondeos (y/o calicatas) y por profundidades, e identificando las diferentes muestras.

**\*Cálculos justificativos**

Datos geotécnicos, procedimientos y resultados de los cálculos efectuados para la determinación de la carga admisible, asentamientos, estabilidad de taludes naturales y otros parámetros de proyecto (coeficiente o módulo de balasto, cohesión, ángulo de rozamiento del terreno, etc.). Se detallarán las bases de partida, las hipótesis, formulaciones o correlaciones empíricas empleadas, los cálculos efectuados, los coeficientes de seguridad adoptados y los valores finales recomendados.

**\*Reportaje fotográfico**

Se deberá incluir un reportaje fotográfico relativo al solar, excavaciones, calicatas, emplazamiento de maquinaria y cajas portatestigos de sondeos, etc.

**\*Anejos varios**

En este anejo se podrán aportar algunos datos complementarios que, no habiéndose incluido anteriormente, resulten de interés tales como una lista de símbolos o expresiones empleadas, clasificación granulométrica, diagrama de plasticidad de Casagrande, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.S.), tablas o correlaciones incluidas en el CTE, etc.

#### 3.4. AUTOCONTROL DE ESTUDIO GEOTÉCNICO

La planificación de campaña geotécnica recogida en la presente guía, así como en el CTE, constituye una programación preliminar de referencia estimada en función de las características previsibles del subsuelo de cada uno de los tipos de terreno diferenciados (T-1, T-2 y T-3), para la ejecución del proyecto de estudio geotécnico.

Por tanto, y como resulta práctica habitual en la realización de estudios geotécnicos, en determinados momentos del transcurso de la campaña de investigación geotécnica y/o durante la excavación o construcción de las cimentaciones, el técnico responsable del estudio geotécnico y/o el director del proyecto de edificación deben analizar la información geotécnica disponible y decidir acerca de la necesidad o no de ampliación de dicha campaña de reconocimiento.

En el esquema adjunto (autocontrol de estudio geotécnico) se observa que durante la ejecución del proyecto de estudio geotécnico pueden considerarse los siguientes momentos clave de toma de decisiones:

**\*Planificación de la campaña geotécnica:**

Se realiza o dimensiona a partir de datos del terreno (Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia y tipo de terreno CTE), datos previos y datos de estructura (Ficha de Datos).

**\*Inicio de reconocimiento geotécnico (Trabajos de campo):** en los primeros momentos del inicio de la campaña de reconocimiento geotécnico resulta fundamental efectuar las siguientes comprobaciones.

- Coincidencia entre los terrenos realmente aparecidos y los correspondientes al Mapa de Zonificación Geotécnica

de la Región de Murcia y CTE. En caso de no coincidencia, dada la imprecisión inherente a la escala de los mapas, deberá revisarse conforme al tipo de los mismos (T-1, T-2 o T-3), la planificación de la campaña geotécnica inicial.

- Estimación provisional del tipo de cimentación (en función de las características resistentes del terreno aparecido -golpeos SPT, toma de muestras inalteradas y ensayos de penetración dinámica- y las cargas a transmitir por la estructura) y comprobación de las profundidades mínimas indicadas en el CTE. Este establece las siguientes comprobaciones:

a. Debe comprobarse que la profundidad alcanzada por los reconocimientos ha sido suficiente para alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollarán asentamientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio.

b. Dicha cota podrá definirse como la correspondiente a una profundidad tal que en ella el aumento neto de tensión en el terreno bajo el peso del edificio sea igual o inferior al 10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno en esa cota antes de construir el edificio, a menos que se haya alcanzado una unidad geotécnica resistente tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produzcan deformaciones apreciables.

c. La unidad geotécnica resistente a la que se hace referencia en el párrafo anterior debe comprobarse en una profundidad de al menos 2 m, más 0,3 m adicionales por cada planta que tenga la construcción.

d. En el caso de que se prevean cimentaciones profundas se llevarán a cabo las comprobaciones indicadas en los párrafos a y b suponiendo que la cota de aplicación de la carga del edificio sobre el terreno es la correspondiente a una profundidad igual a las dos terceras partes de la longitud de los pilotes. Salvo justificación, en el caso de pilotes columna se comprobará que la profundidad investigada alcanza aproximadamente cinco diámetros (5D) por debajo de la punta del pilote previsible a utilizar.

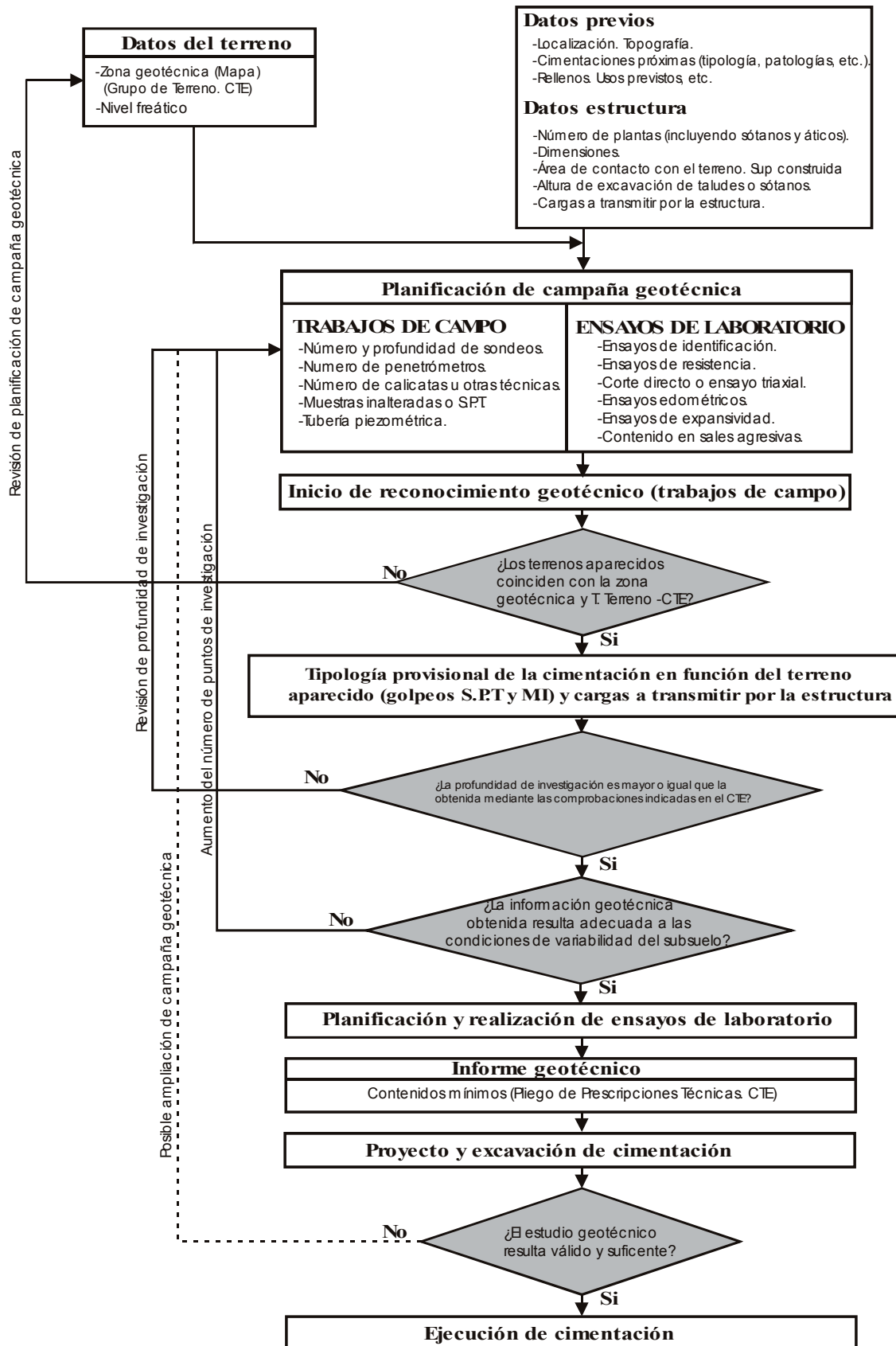
**\*Finalización de trabajos de campo y ensayos "in situ":** deberá analizarse si la información geotécnica disponible (obtenida a partir de los puntos de investigación definidos en la presente guía) resulta suficiente, para un conocimiento adecuado de la configuración geológica y geotécnica del subsuelo, a las condiciones reales de variabilidad del terreno. En caso contrario, el técnico responsable o director del estudio geotécnico propondrá la ampliación de dicha campaña.

**\*Confirmación del estudio geotécnico antes de la ejecución:** Una vez iniciada la obra y las excavaciones, a la vista de los terrenos excavados y de la situación precisa de los elementos de cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en caso de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

Por otro lado y si en el estudio geotécnico se han indicado expresamente algunos aspectos o elementos que deban ser comprobados durante la construcción, las observaciones de los mismos se recogerán en un anexo al informe.



**AUTOCONTROL DE ESTUDIO GEOTÉCNICO**



4.- BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (1.999).- Geotecnia. Ensayos de Campo y de Laboratorio.
- CARM (2.001).- Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia.
- Código Técnico de la Edificación. CTE (2.006). Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos.
- IGME (1.987).- Manual de Taludes.
- IGME (1.986).- Registro de Datos en Sondeos de Reconocimiento.
- INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN (2.000).- Guía para la Planificación de Estudios Geotécnicos.
- Rodríguez Ortiz, J.M., Serra Gesta, J y Oteo Mazo, C. (1.980).- Curso Aplicado de Cimentaciones. Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos.
- Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, J.L (1.975).- Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los Suelos y las Rocas. Editorial Rueda.
- MOPU (1.975).- NTE- CEG. Estudios Geotécnicos.

**MAPAS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA**

- Guillén Mondéjar, F (1.994).- Mapa Geológico de la Cuenca Neógena de Lorca (Tesis Doctoral: "La evolución Espacio-Temporal de la Cuenca de Lorca (Murcia). Aspectos Geológicos y Mineralógicos Básicos". Universidad de Murcia.
- IGME (1.974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 977 (Cartagena).
- IGME (1.974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 978 (Llano del Beal).
- IGME (1.976).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 934 (Murcia).
- IGME (1.974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 912 (Mula).
- IGME (1.981).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 953 (Lorca).
- IGME (1.974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 975 (Puerto Lumbreras).
- IGME (1.973). Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 72 (Elche).
- IGME (1.977). Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 79 (Murcia).
- IGME (1.984).- Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos para Ordenación Urbana de Murcia. Escalas 1:5.000 y 1.25.000.
- IGME-CEDEX (1.986).- Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España. Escala 1:1.000.000.

- ITGE (1.994).- Mapa Geológico Región de Murcia. Escala 1:200.000.
- ITGE (1.999).- Atlas del Medio Natural de la Región de Murcia. Mapa Geotécnico. Escala 1:200.000.
- Ovejero Zappino, G (1979).- Mapa Geológico y de las Mineralizaciones de la Sierra de Cartagena. E 1:20.000 (Inédito).

**Anejo 1**

**Ejemplos de Aplicación**

**EJEMPLO 1**

- Descripción.-

Parcela de 3.000 m<sup>2</sup> en la Urbanización de La Alcayna (Molina de Segura) en la que se tiene previsto construir una hilera de dúplex adosados que ocuparán una superficie de 1.500 m<sup>2</sup>, con unas dimensiones de 15 x 100 m. Las viviendas constarán de 2 plantas, sin sótano o semisótano alguno.

La topografía actual de la parcela es prácticamente llana y no existen obstáculos que puedan dificultar el acceso de la maquinaria de sondeos.

Las edificaciones próximas se encuentran cimentadas mediante zapatas superficiales.

Se estima un espesor de rellenos superficial en torno a un metro.

La Zona Geotécnica en la que se ubica la parcela corresponde (conforme al Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia) a la Zona IV (Arcillas y margas con yesos. Terrenos T-3).

No se conoce la presencia de nivel freático superficial.

- Aplicación y mediciones.-

En las páginas siguientes se recogen las fichas de planificación cumplimentadas. A continuación se incluye un resumen de las mediciones de los trabajos geotécnicos resultantes de la aplicación.

**TRABAJOS DE CAMPO**

|    |   |
|----|---|
| 1  | -Transporte de maquinaria de sondeos y equipo especializado al lugar de las obras |
| 2  | -Emplazamiento en sondeo  |
| 18 | -m.l. de perforación (2 sondeos de 9 m)   |
| 2  | -Penetrómetros o calicatas  |
| 8  | -Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo SPT        |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 4 | -Ensayos de identificación    |
| 3 | -Ensayos de resistencia       |
| 3 | -Ensayos de expansividad      |
| 3 | -Contenido en sales agresivas |

**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |                                    |
|----------|--------------|------------------------------------|
| Edificio | Denominación | Residencial XXXX -EJEMPLO 1        |
|          | Dirección    | Urbanización La Alcayna. Parcela Y |
|          | Localidad    | Molina de Segura                   |

|          |                  |         |
|----------|------------------|---------|
| Promotor | Razón comercial  |         |
|          | Representado por | TLF/FAX |
|          | Dirección        |         |
|          | Localidad        |         |

|            |           |         |
|------------|-----------|---------|
| Arquitecto | Nombre    | TLF/FAX |
|            | Dirección |         |
|            | Localidad |         |

|       |  |       |       |             |             |                 |         |   |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|---------|---|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       |       |             | SI          | X               | NO      |   |
|       | Topografía                                 | Llana | X     | Accidentada |             | Muy accidentada |         |   |
|       | Acceso                                     |       | Libre | X           | Con permiso |                 | Difícil |   |
|       | Disponibilidad de agua                     |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. | Zapatas superficiales. No se conocen patologías. En áreas algo más alejadas grietas debido a expansividad |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | R= <b>1,0 m.</b>  |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |   |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

|                                  |                  |                                 |                               |
|----------------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Tipo de edificio (CTE)           | C-1              |                                 |                               |
| Dimensiones (m)-B x L (B<L)      | 15 x 100         | Área de contacto con el terreno | S= <b>1.500 m<sup>2</sup></b> |
| Profundidad final de cimentación | Z= <b>0,0 m.</b> |                                 |                               |

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

|   |          |   |                         |                                    |  |
|---|----------|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas  | X | Cargas de la Estructura | Concentradas sobre soportes        |  |
|   | Losa     |   |                         | Tensión repartida sobre el terreno |  |
|   | Pilotaje |   |                         |                                    |  |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |    |               |                             |
|---|--------------|----|---------------|-----------------------------|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         | IV | Tipo de suelo | Arcillas y margas con yesos |
| Tipo de terreno (CTE)                                   | T-3          |    |               |                             |
| Nivel freático  | SI (prof. m) |    | NO            | X                           |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA IV (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA IV- ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS |  |                             |   |                           |                           |                           |  |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Tipo de edificio                     | C-0 (1-3)                              | C-1 (1-3)                   | X | C-2 (4-10)                | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |
| Área de contacto con el terreno (S)  | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | < 1.350 m <sup>2</sup>      |   | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      | < 450 m <sup>2</sup>      |  |
|                                      |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | X | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  | 4  |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                               | C-0 y C-1 (8 + Máx R o Z)<br>C-2 (12 + Máx R o Z)<br>C-3 (14 + Máx R o Z)<br>C-4 (16 + Máx R o Z)        |  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (8, 12, 14 o 16 m)  |  |
| Penetrómetros o calicatas (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  | N-N <sub>sondeos</sub>   |  |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado al nº entero inferior más próximo) | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)<br><b>50%</b>                                       |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo)                         | 2  | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  |
|   |  |  | 9  |
|   |  |  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |
|   |  |  | 18   |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  | nº muestras  |
|   |  |  | 8  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.            | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación            | No necesaria   |  |
|   |  |  | m.l de tubería Piezométrica  |
|   |  |  | ---  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio   | C-0  | C-1  | C-2   | C-3   | C-4               |
|---|--|--|---|---|-------------------|
| Área de contacto con terreno                                      |  | <1.350   ≥1.350  | <950   ≥950   | <600   ≥600   | <450   ≥450       |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se considera una) |  |  |   |   |                   |
| Ensayos de identificación   | 3 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |   | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU)  |                   |
| Ensayos de resistencia  | 2 x U  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$<br>(mín. 3xU)  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$<br>(mín. 4xU) |   |                   |
| Ensayos de expansividad (4)                                       | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$<br>(mín. 2)   | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)                |   |   |                   |
| C. Directo o E. Triaxial  | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica >15°                           |  |   | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |                   |
| Contenido en sales agresivas (3)                                  | 2  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín.3)             |   | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)   |                   |
| Análisis químico de agua freática (2)                             | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación                 |  |   |   | Número de Ensayos |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |   |   |                   |
|   |  |  |   |   | ---               |

#### ZONA IV

- (1) Los penetrómetros no resultan recomendables en estos terrenos. En su caso podrán excavar calicatas con una profundidad superior a la cota de cimentación o, en caso contrario, deberán realizarse sondeos mecánicos.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.
- (4) A efectos de esta guía, se considera válida la combinación de ensayos de presión de hinchamiento (cuantitativos) junto con ensayos de hinchamiento Lambe (cualitativos).

**EJEMPLO 2****-Descripción.-**

Solar de 1.200 m<sup>2</sup> en la ciudad de Lorca en el que se tiene previsto construir un edificio que constará de sótano y cuatro plantas. El edificio ocupará la totalidad del solar con unas dimensiones de 20 x 60 m.

La topografía del solar es prácticamente llana y no existen obstáculos que puedan dificultar el acceso de la maquinaria de sondeos.

Las edificaciones próximas se encuentran cimentadas, según los casos, mediante zapatas superficiales o losa de cimentación.

Se estima un espesor de rellenos artificiales próximo a dos metros.

La excavación media para la ejecución de la planta de sótano se sitúa del orden de tres metros.

La Zona Geotécnica en la que se ubica el solar corresponde (conforme al Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia) a la Zona III/III<sub>1</sub> (Depósitos aluvio-coluviales. Terrenos T-2).

No se conoce la presencia de nivel freático superficial (profundidades superiores a 10 metros).

**-Aplicación y mediciones.-**

En las páginas siguientes se recogen las fichas de planificación cumplimentadas. A continuación se incluye un resumen de las mediciones de los trabajos geotécnicos resultantes de la aplicación.

**TRABAJOS DE CAMPO**

|    |  |
|----|--|
| 1  | -Transporte de maquinaria de sondeos y equipo especializado al lugar de las obras      |
| 3  | -Emplazamiento en sondeo   |
| 69 | -m.l. de perforación (3 sondeos de 23 m)   |
| 1  | -Emplazamiento de penetrómetro   |
| 1  | -Ensayo de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta 23 m de profundidad o rechazo |
| 28 | -Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo SPT             |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 8 | -Ensayos de identificación    |
| 8 | -Ensayos de resistencia       |
| 1 | -C. Directo o E. Triaxial     |
| 2 | -Ensayos edométricos          |
| 3 | -Contenido en sales agresivas |



**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |                        |
|----------|--------------|------------------------|
| Edificio | Denominación | Edificio XX- EJEMPLO 2 |
|          | Dirección    | C/ abecede, s/n        |
|          | Localidad    | Lorca                  |

|          |                  |         |
|----------|------------------|---------|
| Promotor | Razón comercial  |         |
|          | Representado por | TLF/FAX |
|          | Dirección        |         |
|          | Localidad        |         |

|            |           |         |
|------------|-----------|---------|
| Arquitecto | Nombre    | TLF/FAX |
|            | Dirección |         |
|            | Localidad |         |

|       |  |       |       |             |             |                 |         |  |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|---------|--|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       |       | SI          | X           | NO              |         |  |
|       | Topografía                                 | LLana | X     | Accidentada |             | Muy accidentada |         |  |
|       | Acceso                                     |       | Libre | X           | Con permiso |                 | Difícil |  |
|       | Disponibilidad de agua                     |       |       | SI          |             | NO              | X       |  |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       |       | SI          |             | NO              | X       |  |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. | Zapatas superficiales y losa de cimentación.<br>No se conocen patologías. |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | R= 2,0 m.   |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |   |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

|                                  |           |                                 |                         |
|----------------------------------|-----------|---------------------------------|-------------------------|
| Tipo de edificio (CTE)           | C-2       |                                 |                         |
| Dimensiones (m)-B x L (B<L)      | 20 x 60   | Área de contacto con el terreno | S= 1.200 m <sup>2</sup> |
| Profundidad final de cimentación | Z= 3,0 m. |                                 |                         |

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

|   |          |   |                         |                                    |  |
|---|----------|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas  | X | Cargas de la Estructura | Concentradas sobre soportes        |  |
|   | Losa     | X |                         | Tensión repartida sobre el terreno |  |
|   | Pilotaje |   |                         |                                    |  |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |                      |               |                             |
|---|--------------|----------------------|---------------|-----------------------------|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         | III/III <sub>1</sub> | Tipo de suelo | Depósitos aluvio-coluviales |
| Tipo de terreno (CTE)                                   | T-2          |                      |               |                             |
| Nivel freático  | SI (prof. m) |                      | NO            | X                           |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA III/III<sub>1</sub> (TERRENOS T-2)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA III/ III <sub>1</sub> - DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES |  |                             |                           |   |                           |                           |  |
|--|--|-----------------------------|---------------------------|---|---------------------------|---------------------------|--|
| Tipo de edificio   | C-0 (1-3)                              | C-1 (1-3)                   | C-2 (4-10)                | X | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |
| Área de contacto con el terreno (S)                      | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | < 1.350 m <sup>2</sup>      | < 950 m <sup>2</sup>      |   | < 600 m <sup>2</sup>      | < 450 m <sup>2</sup>      |  |
|  |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> | 950-10.000 m <sup>2</sup> | X | 600-10.000 m <sup>2</sup> | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  | 4  |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                                 | C-0 y C-1 (15 + Máx R o Z)<br>C-2 (20 + Máx R o Z)<br>C-3 (25 + Máx R o Z)<br>C-4 (30 + Máx R o Z)       | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (15, 20, 25 o 30 m)   | 23   |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  | N-N <sub>sondeos</sub>   | Nº Penetrómetros   |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior más próximo). | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valores mínimos).                       | 3  | Profundidad (m) P <sub>total</sub>   |
|   |  |  | 23   |
|   |  |  | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> |
|   |  |  | 69   |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  | nº muestras  |
|   |  |  | 28   |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.              | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) | m.l de tubería Piezométrica  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación              | No necesaria   |  |
|   |  |  | ---  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1   |        | C-2  |      | C-3   |      | C-4  |      |                   |     |
|--|--|---|--------|--|------|---|------|------|------|-------------------|-----|
| Área de contacto con terreno                                       |  | <1.350  | ≥1.350 | <950   | ≥950 | <600  | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |     |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |        |  |      |   |      |      |      | 2                 |     |
| Ensayos de identificación  | 3 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU)              |        |  |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU)  |      |      |      | Nº Ensayos        | 8   |
| Ensayos de resistencia   | 2 x U  | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU)                  |        | $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |      |   |      |      |      | Nº Ensayos        | 8   |
| C. Directo o E. Triaxial   |  | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15° |        |  |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      |      | Nº Ensayos        | 1   |
| Ensayo edométrico (3)  | 1  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)                         |        |  |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)   |      |      |      | Nº Ensayos        | 2   |
| Contenido en sales agresivas (4)                                   | 2 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)                         |        |  |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)   |      |      |      | Nº Ensayos        | 3   |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |        |  |      |   |      |      |      | Número de Ensayos | --- |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |        |  |      |   |      |      |      |                   |     |

**ZONA III/III<sub>1</sub>(T-2)**

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra de agua en la mitad de los sondeos).
- (3) Ensayos edométricos a efectuar a cada unidad geotécnica de arcillas medias o blandas.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.

### **EJEMPLO 3**

#### **-Descripción.-**

Solar de 1.500 m<sup>2</sup> en la ciudad de Murcia en el que se tiene previsto construir un edificio que constará de dos sótanos y seis plantas. El edificio ocupará una superficie de unos 800 m<sup>2</sup>, con unas dimensiones próximas a 20 x 40 m.

La topografía del solar es prácticamente llana y no existen obstáculos que puedan dificultar el acceso de la maquinaria de sondeos.

Las edificaciones próximas, similares a la proyectada, se encuentran cimentadas mediante losa de cimentación.

Se estima un espesor de rellenos artificiales cercano a un metro.

La excavación media para la ejecución de las dos plantas de sótano es del orden de seis metros de profundidad.

La Zona Geotécnica en la que se ubica el solar corresponde (conforme al Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia) a la Zona V (Arcillas blandas y fangos. Terrenos T-3).

Según información de zonas próximas, el nivel freático se sitúa a unos ocho metros de profundidad. Las posibles variaciones y/o oscilaciones del mismo pueden alcanzar, directa o indirectamente (efecto de capilaridad), cotas próximas a la de cimentación.

La empresa que presupuesta el estudio geotécnico posee información de sondeos próximos, en los que el sustrato de gravas (capa competente) se sitúa a una profundidad próxima a 19 metros.

#### **-Aplicación y mediciones.-**

En las páginas siguientes se recogen las fichas de planificación cumplimentadas. A continuación se incluye un resumen de las mediciones de los trabajos geotécnicos resultantes de la aplicación.

#### **TRABAJOS DE CAMPO**

|      |   |
|------|---|
| 1    | -Transporte de maquinaria de sondeos y equipo especializado al lugar de las obras |
| 3    | -Emplazamiento en sondeo  |
| 70,2 | -m.l. de perforación (3 sondeo de 23,4 m)   |
| 29   | -Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo SPT        |
| 23,4 | -m.l. de tubería piezométrica instalada en sondeo                                 |

#### **ENSAYOS DE LABORATORIO**

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 8 | -Ensayos de identificación         |
| 8 | -Ensayos de resistencia            |
| 2 | -C. Directo o E. Triaxial          |
| 2 | -Ensayos edométricos               |
| 3 | -Contenido en sales agresivas      |
| 2 | -Análisis químico de agua freática |

**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |                         |  |  |
|----------|--------------|-------------------------|--|--|
| Edificio | Denominación | Edificio XXX- EJEMPLO 3 |  |  |
|          | Dirección    | C/ eefehachei, 25       |  |  |
|          | Localidad    | Murcia                  |  |  |

|          |                  |  |         |  |
|----------|------------------|--|---------|--|
| Promotor | Razón comercial  |  |         |  |
|          | Representado por |  | TLF/FAX |  |
|          | Dirección        |  |         |  |
|          | Localidad        |  |         |  |

|            |           |  |         |  |
|------------|-----------|--|---------|--|
| Arquitecto | Nombre    |  | TLF/FAX |  |
|            | Dirección |  |         |  |
|            | Localidad |  |         |  |

|       |  |       |       |             |             |                 |         |   |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|---------|---|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       |       |             | SI          | X               | NO      |   |
|       | Topografía                                 | LLana | X     | Accidentada |             | Muy accidentada |         |   |
|       | Acceso                                     |       | Libre | X           | Con permiso |                 | Difícil |   |
|       | Disponibilidad de agua                     |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |

|                       |   |   |        |
|-----------------------|---|---|--------|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. | Losa de cimentación.<br>No se conocen patologías. |        |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | R=  | 1,0 m. |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |   |        |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

|                                  |           |                                 |                       |
|----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------|
| Tipo de edificio (CTE)           | C-2       |                                 |                       |
| Dimensiones (m)-B x L (B<L)      | 20 x 40   | Área de contacto con el terreno | S= 800 m <sup>2</sup> |
| Profundidad final de cimentación | Z= 6,0 m. |                                 |                       |

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

|   |          |   |                         |                                    |  |
|---|----------|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas  |   | Cargas de la Estructura | Concentradas sobre soportes        |  |
|   | Losa     | X |                         | Tensión repartida sobre el terreno |  |
|   | Pilotaje |   |                         |                                    |  |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |     |               |                           |
|---|--------------|-----|---------------|---------------------------|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         | V   | Tipo de suelo | Arcillas blandas y fangos |
| Tipo de terreno (CTE)                                   | T-3          |     |               |                           |
| Nivel freático  | SI (prof. m) | 8,0 | NO            |                           |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA V (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS   |  |  |                             |  |                           |   |                           |  |                           |  |
|-------------------------------------|--|--|-----------------------------|--|---------------------------|---|---------------------------|--|---------------------------|--|
| Tipo de edificio                    | C-0 (1-3 )                             |  | C-1 (1-3 )                  |  | C-2 (4-10)                | X | C-3 (11-20)               |  | C-4 (monum o > 20)        |  |
| Área de contacto con el terreno (S) | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) |  | < 1.350 m <sup>2</sup>      |  | < 950 m <sup>2</sup>      | X | < 600 m <sup>2</sup>      |  | < 450 m <sup>2</sup>      |  |
|                                     |  |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> |  | 950-10.000 m <sup>2</sup> |   | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |          |  |             |  |                             |             |
|---|--|----------|--|-------------|--|-----------------------------|-------------|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |          |  | <b>3</b>    |  |                             |             |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                     |          | C-0 y C-1 (18 + Máx R o Z)<br>C-2 (25 + Máx R o Z)<br>C-3 (30 + Máx R o Z)<br>C-4 (35 + Máx R o Z)       |             | Profundidad Final (P <sub>total</sub> )  | <b>23,4 (*)</b>             |             |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  |          | Valores mín. (18, 25, 30 o 35 m)   |             |  |                             |             |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |          | ---  |             | Nº Penetrómetros   | ---                         |             |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior). |          | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %)   |             |  |                             |             |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo).              | <b>3</b> | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  | <b>23,4</b> | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> | <b>70,2</b>                 |             |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |          |  |             |  | nº muestras                 | <b>29</b>   |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.  |          | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |             |  | m.l de tubería Piezométrica | <b>23,4</b> |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación  |          | No necesaria   |             |  |                             |             |

(\*) Profundidad conocida del firme (19 m) + 2,0 m + 0,3 x 8 (nº Plantas) = 23,4 m

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1  |        | C-2  |      | C-3   |      | C-4  |      |                   |          |
|--|--|--|--------|------|------|---|------|------|------|-------------------|----------|
|  |  | <1.350   | ≥1.350 | <950 | ≥950 | <600  | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |          |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |  |        |      |      |   |      |      |      | <b>2</b>          |          |
| Ensayos de identificación  | 3 x U  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |        |      |      | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU)  |      |      |      | Nº Ensayos        | <b>8</b> |
| Ensayos de resistencia   |  |  |        |      |      |   |      |      |      | Nº Ensayos        | <b>8</b> |
| C. Directo o E. Triaxial   | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |  |        |      |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      |      | Nº Ensayos        | <b>2</b> |
| Edómetro (4)   | 1  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)            |        |      |      | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)   |      |      |      | Nº Ensayos        | <b>2</b> |
| Contenido en sales agresivas (3)                                   | 2  | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín.3)             |        |      |      | $E = \sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)   |      |      |      | Nº Ensayos        | <b>3</b> |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |  |        |      |      |   |      |      |      | Número de Ensayos | <b>2</b> |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |        |      |      |   |      |      |      |                   |          |



### ZONA V

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por las cargas de cimentación. Estos ensayos no resultarán necesarios para cimentaciones profundas (pilotes) apoyadas en un estrato resistente.

**EJEMPLO 4****-Descripción.-**

Solar de 400 m<sup>2</sup> en la ciudad de Murcia en el que se tiene previsto construir dos dúplex adosados que constarán de semisótano común y dos plantas. El área cargada será de 180 m<sup>2</sup>, en forma rectangular de dimensiones 12 x 15 m.

La topografía del solar es prácticamente llana y no existen obstáculos que puedan dificultar el acceso de la maquinaria de sondeos.

Las edificaciones próximas, similares a la proyectada, se encuentran cimentadas mediante losa de cimentación.

Se estima un espesor de rellenos artificiales de un metro y una profundidad de excavación necesaria para la ejecución de semisótano y cimentación de 2,50 m.

La Zona Geotécnica en la que se ubica el solar corresponde (conforme al Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia) a la Zona V (Arcillas blandas y fangos. Terrenos T-3).

Según información de zonas próximas, el nivel freático se sitúa a unos cinco metros de profundidad. Las posibles variaciones y/o oscilaciones del mismo pueden alcanzar, directa o indirectamente (efecto de capilaridad), cotas próximas a la de cimentación.

La empresa que presupuesta el estudio geotécnico posee información de sondeos próximos en los que no se ha detectado el sustrato competente de gravas hasta unas profundidades de 36 m.

**-Aplicación y mediciones.-**

En las páginas siguientes se recogen las fichas de planificación cumplimentadas. A continuación se incluye un resumen de las mediciones de los trabajos geotécnicos resultantes de la aplicación.

**TRABAJOS DE CAMPO**

|      |  |
|------|--|
| 1    | -Transporte de maquinaria de sondeos y equipo especializado al lugar de las obras        |
| 2    | -Emplazamiento en sondeo   |
| 41   | -m.l. de perforación (2 sondeo de 20,5 m)  |
| 1    | -Emplazamiento de penetrómetro   |
| 1    | -Ensayo de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta 20,5 m de profundidad o rechazo |
| 17   | -Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo SPT               |
| 20,5 | -m.l. de tubería piezométrica instalada en sondeo  |

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 8 | -Ensayos de identificación         |
| 8 | -Ensayos de resistencia            |
| 2 | -Ensayos edométricos               |
| 3 | -Contenido en sales agresivas      |
| 1 | -Análisis químico de agua freática |

**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |                          |
|----------|--------------|--------------------------|
| Edificio | Denominación | Edificio XXXX- EJEMPLO 4 |
|          | Dirección    | C/ jotakaeleme, 8        |
|          | Localidad    | Murcia                   |

|          |                  |  |         |  |
|----------|------------------|--|---------|--|
| Promotor | Razón comercial  |  |         |  |
|          | Representado por |  | TLF/FAX |  |
|          | Dirección        |  |         |  |
|          | Localidad        |  |         |  |

|            |           |  |         |  |
|------------|-----------|--|---------|--|
| Arquitecto | Nombre    |  | TLF/FAX |  |
|            | Dirección |  |         |  |
|            | Localidad |  |         |  |

|       |  |       |       |             |             |   |                 |         |  |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------------|---|-----------------|---------|--|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       |       |             | SI          | X | NO              |         |  |
|       | Topografía                                 | LLana | X     | Accidentada |             |   | Muy accidentada |         |  |
|       | Acceso                                     |       | Libre | X           | Con permiso |   |                 | Difícil |  |
|       | Disponibilidad de agua                     |       |       |             | SI          |   | NO              | X       |  |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       |       |             | SI          |   | NO              | X       |  |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. | Losa de cimentación.<br>No se conocen patologías. |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | R= 1,0 m.   |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |   |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

|                                  |           |                                 |                       |
|----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------|
| Tipo de edificio (CTE)           | C-1       |                                 |                       |
| Dimensiones (m)-B x L (B<L)      | 12 x 15   | Área de contacto con el terreno | S= 180 m <sup>2</sup> |
| Profundidad final de cimentación | Z= 2,5 m. |                                 |                       |

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

|   |          |   |                         |                                    |  |
|---|----------|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas  |   | Cargas de la Estructura | Concentradas sobre soportes        |  |
|   | Losa     | X |                         | Tensión repartida sobre el terreno |  |
|   | Pilotaje |   |                         |                                    |  |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |     |               |                           |
|---|--------------|-----|---------------|---------------------------|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         | V   | Tipo de suelo | Arcillas blandas y fangos |
| Tipo de terreno (CTE)                                   | T-3          |     |               |                           |
| Nivel freático  | SI (prof. m) | 5,0 | NO            |                           |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA V (TERRENOS T-3)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS   |  |                             |   |                           |  |                           |  |                           |  |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|---|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|
| Tipo de edificio                    | C-0 (1-3)<br>< 300 m <sup>2</sup><br>(Sup. Construida) | C-1 (1-3)                   | X | C-2 (4-10)                |  | C-3 (11-20)               |  | C-4 (monum o > 20)        |  |
| Área de contacto con el terreno (S) |  | < 1.350 m <sup>2</sup>      | X | < 950 m <sup>2</sup>      |  | < 600 m <sup>2</sup>      |  | < 450 m <sup>2</sup>      |  |
|                                     |  | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> |   | 950-10.000 m <sup>2</sup> |  | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  | 450-10.000 m <sup>2</sup> |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |  |  |  |   |  |    |  |  |
|---|--|--|--|---|--|----|--|--|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |  |  |  | 2                                       |  |    |  |  |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                     | C-0 y C-1 (18 + Máx R o Z)<br>C-2 (25 + Máx R o Z)<br>C-3 (30 + Máx R o Z)<br>C-4 (35 + Máx R o Z)       |  | Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) | 20,5   |    |  |  |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos  | Valores mín. (18, 25, 30 o 35 m)   |  |   |  |    |  |  |
| Penetrómetros (1)   | Valor indicado en columna correspondiente  |  |  |   | Nº Penetrómetros   | 1  |  |  |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos. (redondeado al nº entero inferior). |  | C-1 (50 %)<br>C-2 (50 %)<br>C-3 (40 %)<br>C-4 (30 %) --- |   |  |    |  |  |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valor mínimo).              | 2  | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>                    | 20,5                                    | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> | 41 |  |  |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo   |  |  |   | nº muestras  | 17 |  |  |
| Tubería Piezométrica (2)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.  | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |  | m.l de tubería Piezométrica             | 20,5   |    |  |  |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación  | No necesaria   |  |   |  |    |  |  |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-O  | C-1  |        | C-2  |      | C-3   |      | C-4  |      | 2                 |     |
|--|--|--|--------|------|------|---|------|------|------|-------------------|-----|
|  |  | <1.350   | ≥1.350 | <950 | ≥950 | <600  | ≥600 | <450 | ≥450 |                   |     |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |  |        |      |      |   |      |      |      | 2                 |     |
| Ensayos de identificación  | 3 x U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |        |      |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 6 \times U$ (mín. 6xU)  |      |      |      | Nº Ensayos        | 8   |
| Ensayos de resistencia   |  |  |        |      |      |   |      |      |      | Nº Ensayos        | 8   |
| C. Directo o E. Triaxial   | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |  |        |      |      | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)<br>N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo) |      |      |      | Nº Ensayos        | --- |
| Edómetro (4)   | U  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 2$ (mín. 2)            |        |      |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)   |      |      |      | Nº Ensayos        | 2   |
| Contenido en sales agresivas (3)                                   | 2  | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín.3)             |        |      |      | E = $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)   |      |      |      | Nº Ensayos        | 3   |
| Análisis químico de agua freática (2)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |  |        |      |      |   |      |      |      | Número de Ensayos | 1   |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |  |        |      |      |   |      |      |      |                   |     |

### ZONA V

- (1) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámicas, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (2) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, si se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas.
- (3) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.
- (4) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica de naturaleza arcillosa afectada por las cargas de cimentación. Estos ensayos no resultarán necesarios para cimentaciones profundas (pilotes) apoyadas en un estrato resistente.

## **EJEMPLO 5**

### **-Descripción.-**

Solar de 540 m<sup>2</sup> en la ciudad de Caravaca en el que se tiene previsto construir un edificio que constará de sótano y cuatro plantas. El edificio ocupará la totalidad del solar con unas dimensiones de 18 x 30 m.

La topografía del solar es prácticamente llana y no existen obstáculos que puedan dificultar el acceso de la maquinaria de sondeos.

Las edificaciones próximas se encuentran cimentadas mediante zapatas aisladas.

La excavación media para la ejecución de la planta de sótano será de tres metros y no se conoce la existencia de rellenos antrópicos en la zona.

La Zona Geotécnica en la que se ubica el solar corresponde (conforme al Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia) a la Zona III (Depósitos aluvio-coluviales. Terrenos T-1).

No se conoce la presencia de nivel freático superficial (profundidades superiores a 10 metros).

### **-Aplicación y mediciones.-**

En las páginas siguientes se recogen las fichas de planificación cumplimentadas. A continuación se incluye un resumen de las mediciones de los trabajos geotécnicos resultantes de la aplicación.

### **TRABAJOS DE CAMPO**

|    |  |
|----|--|
| 1  | -Transporte de maquinaria de sondeos y equipo especializado al lugar de las obras      |
| 2  | -Emplazamiento en sondeo   |
| 30 | -m.l. de perforación (2 sondeos de 15 m)   |
| 1  | -Emplazamiento de penetrómetro   |
| 1  | -Ensayo de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta 15 m de profundidad o rechazo |
| 12 | -Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo SPT             |

### **ENSAYOS DE LABORATORIO**

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 6 | -Ensayos de identificación    |
| 6 | -Ensayos de resistencia       |
| 1 | -C. Directo o E. Triaxial     |
| 3 | -Contenido en sales agresivas |



**FICHA DE DATOS****A.- DATOS PREVIOS**

|          |              |                         |
|----------|--------------|-------------------------|
| Edificio | Denominación | Edificio XXX- EJEMPLO 5 |
|          | Dirección    | C/ eñeeneope, s/n       |
|          | Localidad    | Caravaca                |

|          |                  |         |
|----------|------------------|---------|
| Promotor | Razón comercial  |         |
|          | Representado por | TLF/FAX |
|          | Dirección        |         |
|          | Localidad        |         |

|            |           |         |
|------------|-----------|---------|
| Arquitecto | Nombre    | TLF/FAX |
|            | Dirección |         |
|            | Localidad |         |

|       |  |       |       |             |             |                 |         |   |
|-------|--|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|---------|---|
| Solar | Plano de emplazamiento urbanístico y solar |       |       |             | SI          | X               | NO      |   |
|       | Topografía                                 | LLana | X     | Accidentada |             | Muy accidentada |         |   |
|       | Acceso                                     |       | Libre | X           | Con permiso |                 | Difícil |   |
|       | Disponibilidad de agua                     |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |
|       | Conducciones de agua o eléctricas          |       |       |             | SI          |                 | NO      | X |

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Datos Complementarios | Cimentaciones próximas. Tipología, Patologías, etc. | Zapatas superficiales<br>No se conocen patologías. |
|                       | Rellenos existentes. Espesor (m)                    | R= 0,0 m.  |
|                       | Otros, edificios colindantes, etc.                  |  |

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

|                                  |           |                                 |                       |
|----------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------|
| Tipo de edificio (CTE)           | C-2       |                                 |                       |
| Dimensiones (m)-B x L (B<L)      | 20 x 60   | Área de contacto con el terreno | S= 540 m <sup>2</sup> |
| Profundidad final de cimentación | Z= 3,0 m. |                                 |                       |

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

|   |          |   |                         |                                    |  |
|---|----------|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación | Zapatas  | X | Cargas de la Estructura | Concentradas sobre soportes        |  |
|   | Losa     |   |                         | Tensión repartida sobre el terreno |  |
|   | Pilotaje |   |                         |                                    |  |

**C.- DATOS DEL TERRENO**

|   |              |     |               |                             |
|---|--------------|-----|---------------|-----------------------------|
| Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia) | ZONA         | III | Tipo de suelo | Depósitos aluvio-coluviales |
| Tipo de terreno (CTE)                                   | T-1          |     |               |                             |
| Nivel freático  | SI (prof. m) |     | NO            | X                           |

*Nota: completar con la ficha de planificación de la zona geotécnica que corresponda.*

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN-ZONA III (TERRENOS T-1)**

**D.1.- DATOS DE PARTIDA**

| ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES |  |                                |                             |   |                           |                           |  |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|--|
| Tipo de edificio                      | C-0 (1-3 )                             | C-1 (1-3 )                     | C-2 (4-10)                  | X | C-3 (11-20)               | C-4 (monum o > 20)        |  |
| Área de contacto con el terreno (S)   | < 300 m <sup>2</sup> (Sup. Construida) | ≤ 800 m <sup>2</sup>           | < 1.350 m <sup>2</sup>      | X | < 950 m <sup>2</sup>      | < 600 m <sup>2</sup>      |  |
|                                       |  | 800 < S < 1.850 m <sup>2</sup> | 1.350-10.000 m <sup>2</sup> |   | 950-10.000 m <sup>2</sup> | 600-10.000 m <sup>2</sup> |  |
|                                       |  | 1.850-10.000 m <sup>2</sup>    |                             |   |                           |                           |  |

**D.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

|   |   |   |  |   |  |     |
|---|---|---|--|---|--|-----|
| Nº inicial de sondeos (N)<br>(valores o expresiones indicadas)<br>redondeadas al número entero superior más próximo |   | 3   |  |   |  |     |
| Profundidad sondeos (m)   | Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)                    | C-0 y C-1 (8 + Máx R o Z)<br>C-2 (12 + Máx R o Z)<br>C-3 (14 + Máx R o Z)<br>C-4 (16 + Máx R o Z) |  | Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) | 15   |     |
|   | Sin rellenos superficiales ni sótanos   | Valores mín. (8, 12, 14 o 16 m)   |  |   |  |     |
| Calicatas (1)   | Valor indicado en columna correspondiente ----                                  |   |  | Nº calicatas                            | ---  |     |
| Penetrómetros (2)   | Valor indicado en columna correspondiente N-N <sub>sondeos</sub>                |   | C-1 (70 %)<br>C-2 (60 %)<br>C-3 (50 %)<br>C-4 (40 %)   | Nº penetrómetros                        | 1  |     |
|   | Porcentaje máximo de sustitución de sondeos (redondeado al nº entero inferior)  |   |  |   |  | --- |
| Nº definitivo de sondeos  | Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )<br>(Expresiones o valores mínimos indicados) | 2   | Profundidad (m)<br>P <sub>total</sub>  | 15                                      | Longitud total sondeos<br>L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub> | 30  |
| MI o SPT  | 1 cada 2,5 m de sondeo  |   |  | nº muestras                             | 12   |     |
| Tubería Piezométrica (3)  | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. |   | Colocar en la mitad de los sondeos (mínimo 1 sondeo) (redondeando por defecto al número entero inferior) |   | m.l de tubería Piezométrica  | --- |
|   | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación |   | No necesaria   |   |  |     |

**D.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

Completar con los valores indicados en los cuadros-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (C-0, C-1, C-2, C-3 o C-4) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Los ensayos de laboratorio se efectuarán, sobre los testigos de los sondeos, siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

| Categoría de edificio  | C-0  | C-1   |      | C-2    |        | C-3   |      | C-4  |      |                   |     |
|--|--|---|------|--------|--------|---|------|------|------|-------------------|-----|
| Área de contacto con terreno                                       |  | ≤ 800   | >800 | <1.350 | ≥1.350 | <950  | ≥950 | <600 | ≥600 |                   |     |
| número de unidades geotécnicas (U) (por defecto se consideran dos) |  |   |      |        |        |   |      |      |      | 2                 |     |
| Ensayos de identificación  | 2 x U  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3 \times U$ (mín. 3xU) |      |        |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4 \times U$ (mín. 4xU) |      |      |      | Nº Ensayos        | 6   |
| Ensayos de resistencia   | ---  | 2 x U   |      |        |        |   |      |      |      | Nº Ensayos        | 6   |
| C. Directo o E. Triaxial   | Taludes o excavación sótanos Z > 2,5 m<br>Pendiente topográfica > 15°                          |   |      |        |        | N <sub>sondeos</sub> > 3 o Z ≥ 5 m (2 ensayos)          |      |      |      | Nº Ensayos        | 1   |
|  |  |   |      |        |        | N <sub>sondeos</sub> ≤ 3 y Z < 5 m (1 ensayo)           |      |      |      |                   |     |
| Ensayo edométrico (4)  | ---  | (4)   |      |        |        | (4)   |      |      |      | Nº Ensayos        | --- |
| Contenido en sales agresivas (5)                                   | 2  | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 3$ (mín. 3)            |      |        |        | E= $\sqrt{\frac{S}{2000}} \times 4$ (mín. 4)            |      |      |      | Nº Ensayos        | 3   |
| Análisis químico de agua freática (3)                              | Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación.                |   |      |        |        |   |      |      |      | Número de Ensayos | --- |
|  | No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario) |   |      |        |        |   |      |      |      |                   |     |

### ZONA III (T-1)

- (1) En el caso de edificios de categoría C-0 se contempla la posibilidad de ejecución de una penetración dinámica y dos calicatas. En este caso, las calicatas deben alcanzar una profundidad no inferior a 3,0 m desde la cota de cimentación.
- (2) A efectos de la sustitución de sondeos por penetraciones dinámica, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser superior a la cota de cimentación.
- (3) La instalación o colocación de tubería piezométrica y la realización de análisis químicos de agua freática se considerarán, a efectos de planificación de la campaña geotécnica, se estima que el nivel freático se sitúa a profundidades próximas a la futura cota cimentación o que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas (mínimo una muestra de agua en el 50% de los sondeos).
- (4) Los ensayos edométricos se realizarán en arcillas medias o blandas. A este respecto se aplicarán los criterios indicados en el capítulo 2.
- (5) Ensayos a efectuar a cada unidad geotécnica en contacto con hormigón de cimentación o muros de sótano.