

# I. COMUNIDAD AUTÓNOMA

## 1. DISPOSICIONES GENERALES

### Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio

#### **11094 Orden por la que se publica la "Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región de Murcia".**

A la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia corresponde, de conformidad con el R.D. 1546/84 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 entrada en vigor de la Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.) y la importancia en el sector de la edificación de nueva normativa, como la Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E.), publicada mediante R.D. 2261/1998, 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, L.O.E. y E.H.E., 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.

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 entiende oportuno publicar una Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región, que ayude a cumplir con la exigencia normativa y a planificar de forma adecuada y proporcionada, el ámbito de las investigaciones geotécnicas, en cada caso.

El carácter de la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos, contenida en el Anexo de esta Orden, podría enmarcarse, como las Normas Tecnológicas de las Edificación (N.T.E.), dentro del grupo de normas que ayudan y traducen, de modo operativo, los conceptos generales que establecen las Normas Básicas e Instrucciones de obligado cumplimiento y de aplicación general.

Esta Guía o documento de referencia, consensado 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.

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

DISPONGO:

#### **Artículo 1º.-**

Publicar el modelo de Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos que se incluye en el Anexo de la presente Orden.

#### **Artículo 2º.-**

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 adecúen a la normativa de obligado cumplimiento.

#### **Disposición final**

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

Murcia a 23 de octubre de 2001.—El Consejero de Obras Públicas y Ordenación del Territorio, **José Pablo Ruiz Abellán**.

#### **0.- INTRODUCCIÓN**

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

La guía de planificación de estudios geotécnicos pretende ser un instrumento que ayude a unificar los criterios mínimos, para distintas tipologías de edificios y en base a las zonas geotécnicas diferenciadas (Mapa Geotécnico incluido en el anejo 1), en estudios geotécnicos para

edificación en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

En este sentido, se presenta una forma sencilla (y al mismo tiempo detallada) para el dimensionamiento de la campaña geotécnica a realizar (en función del tipo de edificio y área de contacto con el terreno) para distintas zonas geotécnicas y determinar los datos que son necesarios para el diseño de la cimentación. Además se establecen las referencias para la confección de los pliegos de condiciones técnicas para la realización del estudio geotécnico.

#### 0.1. NECESIDAD DE LA GUÍA

En el momento actual, los estudios geotécnicos se dimensionan o planifican, en el mejor de los casos, por las empresas, consultoras especializadas o técnicos correspondientes, en función de la experiencia geotécnica de cada uno de ellos. En algunas ocasiones, esta labor de planificación (y la investigación geotécnica posterior), se ve condicionada por presiones comerciales o económicas o plazos de ejecución, resultando una dispersión en criterios y unidades de reconocimiento que conducen a presupuestos y cuantías económicas dispares en casos semejantes.

En otros casos, los datos geotécnicos se deducen, sin aplicar procedimientos técnicos, mediante la observación de la excavación de la cimentación, conocimiento de la tipología de cimentación de edificios próximos y comportamientos del suelo en situaciones similares, lo cual conduce a soluciones de cimentación no siempre acertadas o técnicamente adecuadas.

La presente Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos establece unos requisitos técnicos mínimos que deben contemplar todos los estudios geotécnicos sirviendo, por tanto, de vehículo o instrumento de normalización de la planificación de la investigación y el presupuesto económico asociado.

#### 0.2. 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 el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia incluido en el Anejo 1 (apartado 1).

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 servirá para que las empresas especializadas elaboren sus ofertas con una referencia común.

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

Por último se incluyen una serie de anejos en los que se recogen el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia (Anejo 1), algunos ejemplos de aplicación (Anejo 2) y las fichas y cuadros-guía de aplicación necesarios para la planificación de la campaña geotécnica (Anejo 3).

## 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. En este sentido, y con objeto de simplificar la tarea de planificación de la campaña geotécnica, se ha intentado reducir al máximo el número de zonas geotécnicas diferenciadas.

La zonificación geotécnica de la Región de Murcia contenida en la presente guía (Anejo 1) se ha reflejado en un mapa a escala 1:200.000, basado fundamentalmente en el Mapa Geológico de la Región de Murcia (ITGE, 1994) y en el Mapa Geotécnico incluido en el Atlas del Medio Natural de la Región de Murcia (ITGE, 1999). También se ha tenido en cuenta la información recogida en otras publicaciones, como el Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España (IGME-CEDEX, 1986), Mapa Geotécnico General (1973 y 1977) 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 y Molina de Segura ha aconsejado la realización de mapas con mayor detalle cartográfico, concretamente a escala 1:25.000. Por otra parte, está prevista la elaboración, en el marco de un convenio de cooperación entre el ITGE y la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la CARM, de los mapas geotécnicos de Cartagena y Lorca; la información en dichos mapas complementará sin duda, en el momento de su publicación, 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 que consideramos suficientes para el establecimiento de los criterios mínimos en lo referente 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.

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 asentos, 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.

-Ripabilidad difícil (se requerirá explosivos o voladuras).

-Oquedades o huecos debidos a karstificación (en materiales calcáreos).

-Presencia 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 alto 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. Se han excluido de este grupo, por su problemática geotécnica particular, a aquellos terrenos con riesgo de expansividad alto (Zona IV).

Ocupan relieves topográficamente deprimidos, con características geomorfológicas peculiares, como "badlands", redes de drenaje muy densas del 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 podría resolverse por medio de cimentación superficial, con cargas de trabajo moderadas a altas, y asentos inducidos de carácter marcadamente elástico y escasa magnitud.

Los problemas geotécnicos más habituales serán:

-Alteración superficial localmente importante de los términos más margosos.

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

-Posibles asentos 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 cualquier edad geológica (aunque predomina la cuaternaria), cuya característica litológica fundamental es su heterogeneidad y heterometría (mezcla de partículas de diverso tamaño); se exceptúan los casos en los que el nivel freático es somero, que se incluyen en la Zona V. 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 general, desde un punto de vista geotécnico, constituyen un conjunto heterogéneo formado por depósitos escasamente seleccionados con gradaciones granulométricas que pueden variar, en un mismo solar o sondeo, desde partículas de grandes tamaños (bolos o gravas) hasta los tamaños más finos (arcillas y limos).

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 motivados por apoyo heterogéneo de cimentaciones en terrenos de diferente naturaleza.

-Asientos de consolidación en términos arcillosos.

-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, sur de las de Mula y Fortuna, etc.

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.

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 asientos 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.

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.).

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 Cehegín).

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 Anejo 1 se incluye 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 y Molina de Segura. 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.

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

A continuación se incluye un cuadro resumen en el que se recogen las condiciones de la cimentación «estimadas» y la posible problemática geotécnica asociada a cada una de las zonas geotécnicas diferenciadas.

Zona Geotécnica	Denominación	Cimentación usual	Problemática geotécnica
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
Zona III	Aluvio-coluvial	<i>*Términos granulares:</i> -Cimentación superficial. Capacidad portante media-alta <i>*Términos cohesivos:</i> -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.
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.

## 2.- PLANIFICACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

### 2.0. LISTA DE SÍMBOLOS EMPLEADOS

A continuación se recogen los símbolos o notación referida a las unidades o conceptos necesarios para la planificación de la campaña geotécnica.

n: Número máximo de plantas del edificio, incluido sótanos y áticos (a efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta).

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): Altura o profundidad máxima de excavación de sótanos o taludes.

$l_M$  (m): Luz máxima de vigas y forjados entre soportes.

Uso: público (hospitalario, docente, administrativo, espectáculos, centros comerciales, etc.) o privado (viviendas).

E1: Edificios de 1 a 3 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

E2: Edificios de 4 a 10 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

E3: Edificios de 11 a 20 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

N: Número de puntos de investigación.

$P_{total}$  (m): Profundidad total de los sondeos.

$N_{sondeos}$ : Número final de sondeos.

Nc: Número de calicatas.

Np: Número de penetrómetros.

$L_{sondeos}$  (m): Longitud total de sondeos ( $N_{sondeos} \times P_{total}$ ).

### 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 el ámbito de 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 (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 obras los expresa el proyectista (contenidos en el proyecto) y los datos de zonificación del suelo están contemplados en el Mapa Geotécnico de la Región de Murcia incluido en el Anejo 1. 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 incluye 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 (estas fichas y cuadros se recogen nuevamente en el Anejo 3). 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, uso, luces máximas, 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 recogidas en el Mapa Geotécnico, en la que está incluida el solar.

#### FICHAS Y CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

(de cada zona geotécnica)

D1) Datos de entrada en cuadros-guía de planificación (número de plantas -Categoría de edificio- y área de contacto del edificio con el terreno).

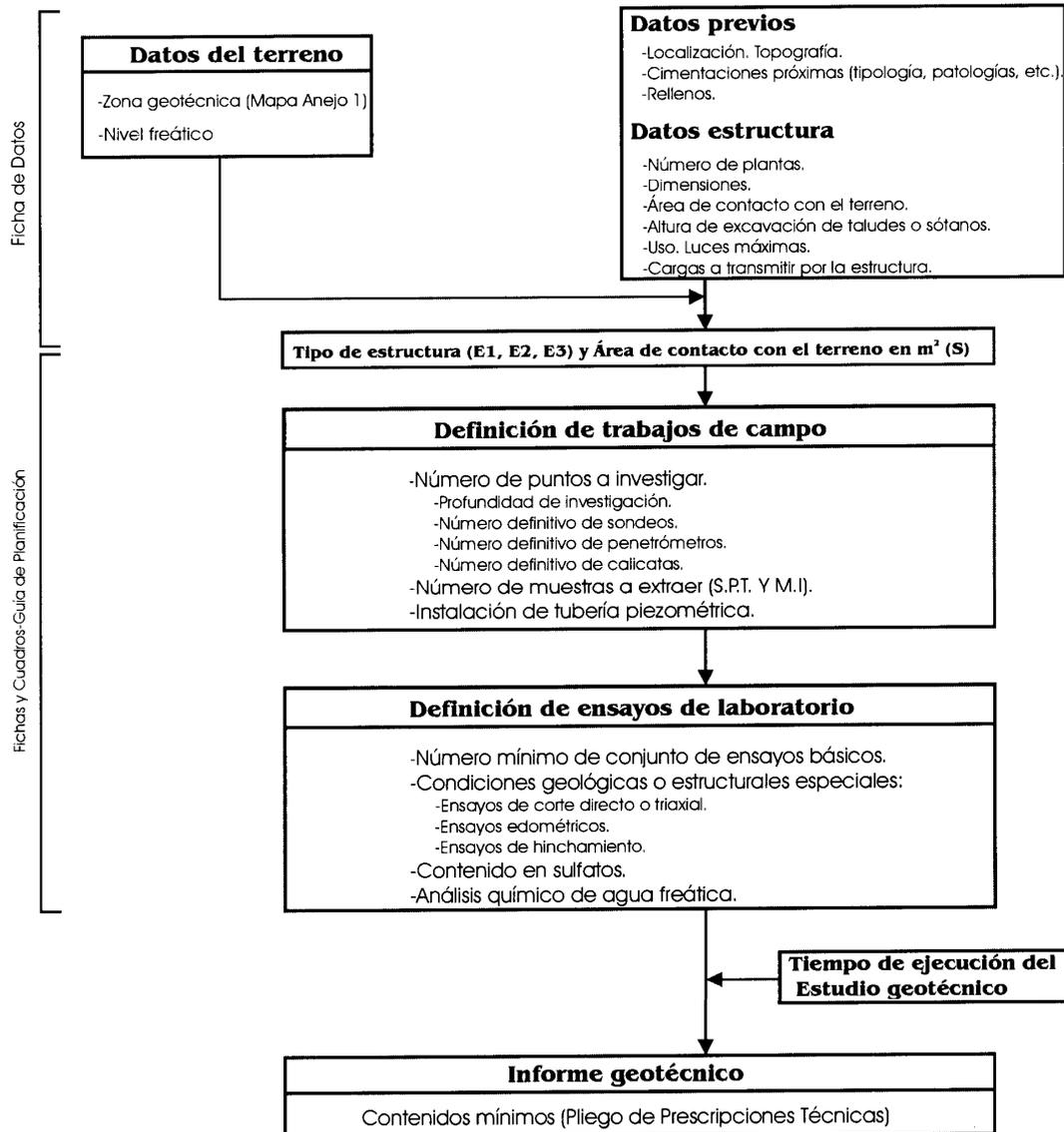
D2) Trabajos de campo (definición del número y profundidad de sondeos, penetrómetros, calicatas, toma de muestras inalteradas o ensayos SPT, etc.).

D3) Ensayos de laboratorio (definición del número de ensayos básicos, corte directo o triaxial, ensayos edométricos, ensayos de hinchamiento, análisis químico de suelos y agua freática, etc.).

De esta forma, quedan definidos los contenidos mínimos 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**



Nota: el esquema anterior corresponde a la Aplicación Normal de la guía. Existen algunos casos en los que, en función de la categoría de edificio y tipo de terreno, se puede optar por una Aplicación Reducida (ver apartado 2.5.2).

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 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 y documentación que se debe aportar.

1) Plano de emplazamiento urbanístico y plano del solar (E 1:500 o mayor).

2) Superficie del solar (área -A- en m<sup>2</sup>).

3) 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).

4) 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) Número de plantas (n).- Corresponde al número máximo de plantas del edificio, incluyendo sótanos y áticos (a efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta).

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 (rectángulo con área similar al edificio y relación de lados L/B menor).

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

4) Excavación de sótanos y taludes: Se deberá indicar la altura o profundidad máxima de excavación de los taludes o sótanos previstos (Z) en metros.

5) Uso del edificio: Privado (viviendas) o público (hospitalario, docente, administrativo, espectáculos, centros comerciales, etc.).

6) Luces máximas (I<sub>M</sub>) de vigas y forjados entre soportes (metros).

En función del uso del edificio y las luces máximas se incrementa la valoración del nivel de riesgo del edificio y, a efectos de esta guía, se puede aumentar la categoría de edificio e intensidad de la campaña geotécnica (ver apartado 2.5.1.).

### 7) 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 -t/m<sup>2</sup>-, sin aplicar el coeficiente de mayoración, y cargas máximas y mínimas -t- concentradas sobre soportes).

## 2.4. DATOS DEL TERRENO

1) Zona geotécnica: Observar el Mapa Geotécnico del Anejo 1 y localizar la zona geotécnica y tipo de suelo en el que se encuentra incluido el solar 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).

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 o, en su caso, en la Ficha de Aplicación Reducida.

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) Número de plantas (n): Para la aplicación de esta guía se ha efectuado una clasificación aproximada de la categoría de edificio, siguiendo la NTE (1975), según se indica en la siguiente tabla:

Categoría de edificio	Descripción
E1	Edificios de 1 a 3 plantas (incluyendo sótanos y áticos).
E2	Edificios de 4 a 10 plantas (incluyendo sótanos y áticos)
E3	Edificios de 11 a 20 plantas

#### Notas:

\*Los edificios de más de 20 plantas, estructuras singulares o de carácter monumental requerirán una investigación particularizada, conteniendo, al menos, los requisitos establecidos para edificios E3.

\*A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta.

En función del uso del edificio (público o privado) y las luces máximas (I<sub>M</sub>) se puede incrementar, debido al aumento de la valoración del nivel de riesgo, la categoría de edificio considerado.

Uso y luces máximas	Incremento de un nivel o Categoría de edificio
Uso público o luz máxima (I <sub>M</sub> ) ≥ 7m	SI
Uso privado y luz máxima (I <sub>M</sub> ) < 7m	NO

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

1) 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 edificaciones aisladas, cuya 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 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. En estos casos, el porcentaje de sustitución de sondeos por calicatas y/o penetrómetros podrá alcanzar un valor del 60 %].

### 2.5.2. TIPOS DE APLICACIÓN

Una vez consignados los datos de partida indicados en el apartado anterior, estaremos en condiciones de entrar, en la columna correspondiente, en los *cuadros-guía de planificación* (anexo B) de cada zona geotécnica concreta (*Aplicación Normal*).

No obstante, y si se cumplen los requisitos o condiciones que se indican a continuación, podrá optarse por una *Aplicación Reducida* de la guía. Esta aplicación reducida estará particularizada al tipo de terreno en el que se ubique la estructura (Ficha de Aplicación Reducida- Anexo A).

Zona Geotécnica	Aplicación Reducida	Investigación Geotécnica Mínima Aplicación Reducida
Zona I (Rocas duras)	-Edificios E1 y E2 (cualquier superficie)	-Reconocimiento geológico que defina la continuidad estratigráfica del sustrato rocoso en una profundidad $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación
Zona II (Rocas blandas)	-Edificios E1 ( $S \leq 250 \text{ m}^2$ )	-2 calicatas (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación)
Zona III (depósitos aluvio-coluviales)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación) <b>(1)</b>
Zona IV (arcillas y margas con yeso)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación)
Zona V (arcillas blandas y fangos)	-Viv. Unifamiliares de 1 planta y $S \leq 150 \text{ m}^2$	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación). -Toma de Muestra Inalterada. -Ensayos de resistencia y deformabilidad.
Zona VI (arenas litorales)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de la cota de cimentación)
Zona VII (zonas especiales)	La planificación de la campaña geotécnica requerirá un tratamiento particularizado no recogido en la presente guía.	

(1) En caso de aparición de un sustrato continuo de gravas podrá obviarse, por su escasa utilidad, la realización del ensayo de penetración dinámica y se efectuaran dos calicatas.

En aquellos casos en los que, cumpliéndose los requisitos indicados en la tabla anterior, se opte por una Aplicación Reducida de la guía deberá confeccionarse un informe geotécnico que contemple, al menos, los siguientes aspectos:

- Referencia y situación de la obra.
- Descripción de trabajos geotécnicos o investigación geológica efectuada.
- Tipo de terrenos y continuidad lateral y vertical de los mismos.
- Muestras tomadas, resultados de los ensayos «in situ» y laboratorio.
- Cargas admisibles y asientos esperados para las tensiones de trabajo propuestas, riesgos geológicos, etc.
- Conclusiones claras al respecto de que, a la vista de las condiciones geológico-geotécnicas del subsuelo, no resulta necesario recurrir a la ejecución de sondeos mecánicos o Aplicación Normal de la Guía.
- Anejos varios (plano de situación y solar, fotografías panorámicas o de detalle, columnas litológicas de calicatas y/o diagramas de penetración, etc.).

### 2.5.3. TRABAJOS DE CAMPO

1) Número de puntos de investigación (N): Se aplicará, en la zona geotécnica en la que se localiza el solar y, según el caso, el valor, mínimos indicados o el resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto con el terreno y categoría de edificio.

2) Sondeos ( $N_{\text{sondeos}}$ ): El número inicial de puntos de investigación podrá, según las zonas y conforme a los porcentajes de sustitución indicados en cada caso, sustituirse por penetrómetros o calicatas. Como resultado de esta sustitución resultará un número final de sondeos.

3) Profundidad de sondeos ( $P_{\text{total}}$ ): La profundidad de los sondeos se determinará conforme a las expresiones recogidas en la siguiente tabla:

PROFUNDIDAD TOTAL DE SONDEOS				
Categoría de Edificio	Zona V	Zona VI	Zonas I, II, III y IV	
			Con rellenos superficiales o sótanos (R o Z>0)	Sin rellenos superficiales ni sótanos (R y Z=0)
EDIFICIO E1	Capa competente o mínimo de 20 - Z/2	Capa competente o mínimo de 15 m.	$P_{total} = P_{min}(E1, E2) + \max(R \text{ o } Z) - Z/3$	$P_{total} = P_{min}(E1, E2)$
EDIFICIO E2	C. Competente + 3 m. o mínimo de 25 m.	C. Competente+ 3 m. o mínimo de 20 m.		
EDIFICIO E3	C. Competente + 3 m. o mínimo de 35 m.	C. Competente+ 3 m. o mínimo de 30 m.	$P_{total} = P_{min}(E3) + \max(R \text{ o } Z)$	$P_{total} = P_{min}(E3)$

Nota: La magnitud Z/3 corresponde a un factor corrector de profundidad debido a la compensación de cargas producida por la excavación y a la mejora "estimada" del terreno con la profundidad (Z: profundidad de excavación de sótanos).

4) Penetrómetros (Np): En las zonas geotécnicas I y II no se recomienda, debido a las dificultades de su ejecución o escasa utilidad, la realización de ensayos de penetración dinámica y en la zona IV se considera de mayor utilidad la excavación de calicatas. Por tanto, estos ensayos se contemplan, a efectos de esta guía, en las zonas geotécnicas III, V y VI. En estas dos últimas zonas, podrán sustituirse por ensayos de penetración estática (penetrómetros estáticos).

[Los penetrómetros, en caso de Aplicación Reducida en las Zonas III, IV, V y VI, se efectuarán con los requisitos o condicionantes indicados en el apartado 2.5.2]

[Los ensayos de penetración dinámica 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]

Los criterios para la planificación de penetraciones dinámicas se indican a continuación:

ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES (1)		
Edificios E1 y E2	E1: 801-3.000 m <sup>2</sup>	-Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de dos sondeos.
	E2: 601-3.000 m <sup>2</sup>	
	> 3.000 m <sup>2</sup>	Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de 3 sondeos.
Edificios E3	Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de 3 sondeos.	

(\*) En cualquier caso, la sustitución de sondeos por penetrómetros únicamente resultará válida cuando la profundidad alcanzada por los penetrómetros sea superior a tres metros por debajo de la cota de cimentación ( $P_{penetrómetro} \geq P_{cimentación} + 3 \text{ m}$ ).

ZONA V (Arcillas blandas y fangos) y ZONA VI (Arenas litorales)
Se contemplará el resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto y categoría de edificio, con los valores mínimos indicados en su caso.

[En caso de existir una capa de rellenos superficiales de cierta potencia, los ensayos de penetración pueden ser muy útiles para definir el límite o contacto rellenos-terreno natural].

1) Calicatas (Nc): En general, y si se conoce la existencia de rellenos o recubrimientos superficiales, es conveniente averiguar el espesor de dichos rellenos o echadizos mediante la realización de calicatas con retroexcavadora. El número de calicatas a excavar se deja a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico. A modo orientativo se aconseja efectuar una calicata cada 500 m<sup>2</sup>, con un mínimo de dos.

En los casos de Aplicación Reducida de la Guía las calicatas constituyen, debido a su utilidad para detectar la presencia de recubrimientos superficiales o comprobar la continuidad estratigráfica lateral y/o vertical del terreno, una de las técnicas de reconocimiento geotécnico mínimo indicadas o recomendadas.

En las zonas II (sustrato rocoso. Rocas blandas) y IV (arcillas y margas con yesos) se contempla la posible sustitución de hasta un 40 % del número inicial de sondeos por calicatas. Los criterios recogidos en la presente guía se indican a continuación:

<b>ZONAS II Y IV</b>	
Edificios E1 y E2	Sustitución de sondeos por calicatas en un porcentaje no superior al 40 % con un mínimo de 2 sondeos.  *(En la zona IV si al efectuar la sustitución quedan menos de tres sondeos, deberá incrementarse en una calicata el número inicial de puntos de investigación).
Edificios E3	Sustitución de sondeos por calicatas en un porcentaje no superior al 40 % con un mínimo de 3 sondeos.

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

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.

1) Valores finales de puntos de investigación: Sondeos ( $N_{\text{sondeos}}$ ), calicatas (Nc) y penetrómetros (Np). Se resumirán en este apartado el número total de sondeos, calicatas y penetrómetros obtenido, en cada caso, como resultado de aplicar las expresiones, criterios o porcentajes de sustitución indicados anteriormente.

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

3) Muestras Inalteradas y Ensayos de penetración Standard (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 de una muestra cada tres metros de sondeo y en la zona geotécnica I (sustrato rocoso-Rocas duras) en la que no se contempla la realización de este tipo de muestras.

El tipo de muestra (inalterada o S.P.T.) dependerá de la naturaleza del terreno. En terrenos granulares se efectuarán ensayos S.P.T. y en terrenos cohesivos predominantemente muestras inalteradas. En algunos terrenos (arcillas de consistencia dura, margas o rocas) se procederá al parafinado de trozos de testigo, convenientemente seleccionados, obtenidos durante la perforación.

4) 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 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 inferior. De esta forma, se podrán controlar y medir sus posibles variaciones.

#### 2.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

La realización de cualquier ensayo de laboratorio incluye la extracción y/o preparación de la muestra conforme a la normativa correspondiente.

1) Conjunto de ensayos básicos: Se han englobado bajo este epígrafe a una serie de ensayos comunes que, en general, y a excepción del ensayo de resistencia a la compresión simple, corresponden a ensayos de identificación y estado del suelo.

Este conjunto de ensayos básicos comprende en muestras inalteradas (descripción visual, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado, límites de Atterberg y resistencia a la compresión simple) y en muestras de S.P.T. (descripción visual, humedad natural -opcional-, granulometría por tamizado y límites de Atterberg).

En terrenos de naturaleza rocosa (Zona I y testigos rocosos competentes de la Zona II), estos ensayos básicos corresponderían a descripción visual, densidad aparente y compresión simple en roca. Estos dos últimos se realizarán siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

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

Como mínimo, e independientemente de los cuadros-guía de planificación, deberá ensayarse una muestra de cada estrato o nivel geotécnico afectado por la cimentación y los ensayos deberán distribuirse, a priori, con bastante uniformidad a lo largo de los sondeos.

2) Corte directo o ensayo triaxial: La realización de estos ensayos resultará preceptiva, a efectos de esta guía de mínimos, siempre que existan con anterioridad o se generen, debido a las actuaciones constructivas, taludes de desmonte o excavación de sótanos con alturas o profundidades superiores a cuatro metros o, en su caso, exista una pendiente topográfica mayor del 15 %. Las condiciones de estos ensayos, referidas a condiciones de consolidación o drenaje, se efectuarán según los criterios del Técnico responsable del estudio geotécnico.

Taludes o excavación de sótanos $Z > 4$ m	$N_{\text{sondeos}} \geq 4$ o $Z \geq 9$ m. se realizarán dos ensayos
Pendiente topográfica $> 15\%$	$N_{\text{sondeos}} < 4$ y $Z < 9$ m. se realizará un ensayo
Taludes o excavación de sótanos $Z \leq 4$ m.	No obligatorios

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) o ensayos S.P.T. (arenas y gravas).

1) Ensayos edométricos: Estos ensayos se realizarán en la zona V (arcillas blandas y fangos) y en arcillas medias o blandas (con resistencias a la compresión simple inferiores a  $1 \text{ Kg/cm}^2$ ), incluidas en la zona III (depósitos aluvio-coluviales) y generalmente asociadas con la existencia de nivel freático a escasa profundidad. Los criterios mínimos contemplados en la presente guía se indican a continuación:

<b>Zona III (<math>Q_u &lt; 1 \text{ Kp/cm}^2</math>)</b>	
<b>Nº de sondeos</b>	<b>Nº de ensayos edométricos</b>
1 sondeo	1 ensayo edométrico
$\geq 2$ sondeos	1 ensayo cada dos sondeos (mínimo dos ensayos)

<b>Zona V</b>
1 ensayo edométrico por sondeo (Edificios E2: mínimo 2 ensayos)

1) Ensayos de hinchamiento: 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.

<b>ZONA IV.- Arcillas y margas con yesos</b>			
<b>Nº de sondeos</b>	<b>Nº de ensayos</b>	<b>Tipo de ensayos</b>	<b>Profundidades</b>
1 sondeo	2 ensayos	Ensayos de presión de hinchamiento en muestras inalteradas	Inferiores a 5 m.
$\geq 2$ sondeos	1 ensayo por sondeo		

Nota: A efectos de su planificación se debe contemplar la mitad de ensayos de presión de hinchamiento y la otra mitad de ensayos Lambe.

1) Contenido en sulfatos: El contenido en sulfatos solubles se determinará en al menos una muestra por sondeo, con un mínimo de dos determinaciones, excepto en terrenos rocosos (Zona I) en los que se podrá realizar un único ensayo.

2) Análisis químico de agua freática: En el 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, se efectuará un análisis químico del agua freática que contemple los criterios y parámetros indicados 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, peso específico de partículas, ensayo de colapso, 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.

Al final del Anexo A y Anejo 3 se incluye una ficha justificativa de aplicación de la campaña geotécnica contemplada en la presente guía. En dicha ficha deben de recogerse las unidades o mediciones de trabajos o ensayos realmente ejecutados y, en el caso de que estas unidades sean inferiores a las indicadas en la guía, se deberá aportar una justificación razonada de las decisiones o soluciones adoptadas.

#### 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).

A continuación se indican las duraciones *aproximadas* de las distintas técnicas de reconocimiento, ensayos o etapas de un estudio geotécnico.

	Tipo de ensayo	Tiempo de ejecución estimado
<b>TRABAJOS DE CAMPO</b>	Sondeos	1 semana: 40-50 m.l. de sondeo
	Penetrómetros	1 día: 2-3 penetrómetros
	Calicatas	1 día: 8-10 calicatas
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	Ensayos básicos	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: 1 ensayo
<b>TRABAJOS DE GABINETE</b>	Tiempo medio de ejecución de trabajos de campo y ensayos de laboratorio ( $T_g = T_{\text{campo}} + E_{\text{lab}}/2$ )	

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

<b>TIEMPO DE DURACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO- N ≤ 5</b>		
<b>T. CAMPO</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>T. GABINETE</b>
1 semana	Con ensayos edométricos: 2 semanas	1 semana
	Sin ensayos edométricos: 1 semana	

Por tanto, el tiempo mínimo para un estudio geotécnico de estas características (4-5 puntos de investigación y sin ensayos edométricos) se estima en unas tres semanas. Si además incluye la realización de ensayos edométricos (Zona V y algunos lugares de la Zona III) debe preverse una duración de unas cuatro 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 llegar a un acuerdo 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 (E 1:500)		SI		NO	
	Superficie	A=	m <sup>2</sup>			
	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)	R= m.
	Otros, edificios colindantes, etc.	

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

Nº de plantas (incluido sótanos) n (1)			
Dimensiones (m)-B x L (B<L)		Área de contacto con el terreno S= m <sup>2</sup>	
Excavación de sótanos o taludes		Z= m.	
Uso Privado		Incremento	Uso público o
Uso Público		Categoría de	I <sub>M</sub> ≥ 7 m
Luz máxima	I <sub>M</sub> =	Edificación	Uso privado y I <sub>M</sub> < 7m.
		NO	
DATOS COMPLEMENTARIOS			
Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación	Zapatillas		Cargas de la Estructura
	Losa		
	Pilotaje		
			Concentradas sobre soportes (t)
			Tensión repartida sobre el terreno (T/m <sup>2</sup> )

**C.- DATOS DEL TERRENO**

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

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

(1) A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta.

### FICHAS DE PLANIFICACIÓN

## D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA I

### D.1.- DATOS DE PARTIDA

ZONA I- SUSTRATO ROCOSO (ROCAS DURAS)							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>	
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			

### D.2.- TRABAJOS DE CAMPO

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

N° de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) <small>redondeadas al número entero más próximo</small>			
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (no necesarios) E2 (6 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (8 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (6 o 8 m)	
Longitud total de Sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	$L_{sondeos} = N_{sondeos} \times P_{total}$		L= (m)
Calicatas (2)	Con rellenos superficiales (R) o roca meteorizada	Se recomienda una calicata cada 500 m <sup>2</sup> (mínimo 2)	Número de Calicatas
	Sin rellenos superficiales	No necesarias	
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 (E1, E2 o E3) 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.

Descripción Visual	Uno por sondeo	N° Ensayos	
Densidad aparente	Uno por sondeo	N° Ensayos	
Compresión simple	Uno por sondeo	N° Ensayos	
Contenido en sulfatos	Uno por sondeo	N° Ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos en edificios de hasta 10 plantas (E1 y E2). En estos casos deberá efectuarse un reconocimiento geológico que defina los posibles espesores de recubrimiento y/o meteorización, así como la continuidad estratigráfica vertical y lateral del sustrato rocoso en una profundidad no inferior a tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista (Aplicación Reducida). En cualquier caso deberá emitirse el informe correspondiente (ver apartado 3.3).
- (2) Las calicatas resultarán útiles para definir la existencia de rellenos, recubrimientos superficiales o espesor de roca meteorizada. A efectos de la presente guía resultan "recomendables" en caso de existir dichos rellenos.
- (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.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA II****D.1.- DATOS DE PARTIDA**

ZONA II- SUSTRATO ROCOSO (ROCAS BLANDAS)						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal		

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

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo					
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (6+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (8 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (10 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)		
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (6, 8 o 10 m)			
Calicatas (2)	Sustitución de hasta un 40 % de sondeos	E1-E2 (mínimo 2 sondeos) E3 (mínimo 3 sondeos)	Número de Calicatas		
	Número de calicatas indicada en columna				

Valores definitivos Sondeos y calicatas	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )		Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )		Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )
	Número de calicatas (N <sub>c</sub> )				
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT cada 3 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)				Número total de 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 (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Pueden darse dos posibilidades:

A) *Naturaleza esencialmente rocosa o competente*: Se realizarán, sobre los testigos de los sondeos, los siguientes ensayos siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

Descripción Visual	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Densidad aparente	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Compresión simple	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Contenido en sulfatos	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

B) *Naturaleza margosa o arcillosa*: "En la planificación de la campaña se debe contemplar el número de ensayos correspondiente a una naturaleza arcillosa o margosa".

Conjunto de (4) Ensayos Básicos	1 por sondeo con los mínimos indicados		Número de Ensayos
	Valores indicados en columna		
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No necesarios	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo 2 ensayos)		Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos en edificios E1 de hasta 250 m<sup>2</sup> (Aplicación Reducida) En este caso deberán efectuarse 2 calicatas y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3).
- (2) Las calicatas podrán sustituir hasta un 40 % del número inicial de sondeos con los mínimos indicados. La sustitución será válida si se puede observar el suelo hasta 3 m por debajo de la cota de cimentación prevista. En superficies mayores de 1.000 m<sup>2</sup> y N=2 se recomienda la ejecución de alguna/s calicata/s que permitan comprobar la continuidad lateral del sustrato y el espesor de recubrimiento o roca meteorizada.
- (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.
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica > 15 %. En caso de alturas o profundidades ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 se realizarán, al menos, dos ensayos.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA III****D.1.- DATOS DE PARTIDA**

ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)		$\leq 250 \text{ m}^2$		$\leq 250 \text{ m}^2$		$\leq 250 \text{ m}^2$	
		251-800 $\text{ m}^2$		201-600 $\text{ m}^2$		201-3.000 $\text{ m}^2$	
		801-3.000 $\text{ m}^2$		601-3.000 $\text{ m}^2$		> 3.000 $\text{ m}^2$	
		> 3.000 $\text{ m}^2$		> 3.000 $\text{ m}^2$			
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) <small>redondeadas al número entero más próximo</small>					
Profundidad sondeos (m)	Con rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (11 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (14 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)		
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 11 o 14 m)			
Penetrómetros	Valor indicado en columna correspondiente		Número de penetrometros		
	(2) Sustitución de hasta un 50 % de sondeos	E1 (801-3.000 $\text{ m}^2$ ) mín 2 sondeos E2 (601-3.000 $\text{ m}^2$ ) mín 2 sondeos E3 (mínimo 3 sondeos)			
Nº definitivos sondeos y penetrómetros	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )		Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	
	Número de penetrómetros (N <sub>p</sub> )				
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)			Número total de 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 correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)	Número de Ensayos	
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios	
Ensayo Edométrico (6)	Arcillas medias o blandas	1 ensayo cada 2 sondeos (mínimo 2) 1 sondeo=1 ensayo	Número de Ensayos
	Otros terrenos	No obligatorios	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)	Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida) En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata, y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3), o en caso de aparición de un sustrato continuo de gravas podrá obviarse la realización del ensayo de penetración dinámica y se efectuarán dos calicatas.
- (2) Podrán sustituirse hasta un 50 % de sondeos por penetrómetros con un mínimo de tres sondeos, excepto en edificios E1 (801-3.000  $\text{m}^2$ ) y E2 (601-3.000  $\text{m}^2$ ) en los que podrán dejarse únicamente dos sondeos. A efectos de esta sustitución, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser igual a:  $P_{\text{penetrom}} \geq P_{\text{cimentación}} + 3 \text{ m}$ .
- (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.
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m. En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o Nsondeos  $\geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (6) Los ensayos edométricos se efectuarán en arcillas con valores de resistencia a la compresión simple  $< 1 \text{ kp/cm}^2$ .

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA IV****D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA IV- ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal		

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo			
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (10 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (12 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 10 o 12 m)	
Calicatas	(2) Sustitución de hasta un 40% de sondeos	E1-E2 (mín. 2 sondeos) (2) E3 (mínimo 3 sondeos)	Número de Calicatas
	(3) En edificios E1 y E2 con N= 2 y S> 1.000 m <sup>2</sup> deberá efectuarse al menos una calicata adicional.		

Valores definitivos Sondeos y calicatas	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )
	Número de calicatas (N <sub>c</sub> )		
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número total de muestras
Tubería Piezométrica (4)	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 incluidos en el cuadro-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (5)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número de Ensayos
	Valores o mínimos indicados en columna		
Corte directo o Ensayo triaxial (6)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios	
Ensayos de Hinchamiento (7)	Uno por sondeo (profundidad < 5 m.). En caso de 1 sondeo (mínimo 2 ensayos)	E. Lambe (m. alteradas o SPT)	Nº Lambe 50%
		E. Presión hinchamiento (muestras inalteradas)	Nº P <sub>h</sub> (50%)
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (4)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida) En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3).
- (2) Podrán sustituirse hasta un 40 % de sondeos por calicatas con un mínimo de tres sondeos, excepto en edificios E1 y E2 en los que podrán dejarse únicamente dos sondeos si se incrementa en una calicata el número de puntos de investigación. La sustitución será válida si se puede observar el suelo hasta 3 m por debajo de la cota de cimentación prevista.
- (3) En edificios E1 y E2 con  $N= 2$  y  $S > 1.000 \text{ m}^2$  deberá efectuarse al menos una calicata adicional que permita comprobar la continuidad lateral de los terrenos.
- (4) 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.
- (5) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (6) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica  $> 15 \%$ . En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o  $N_{\text{sondeos}} \geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (7) A efectos de planificación de campaña se debe contemplar la mitad de ensayos de presión de hinchamiento y la otra mitad de ensayos Lambe.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA V****D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>		1.001-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>	
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (**E1, E2 o E3**) y área de contacto con el terreno o superficie (**S**).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo					
Profundidad Sondeos (2) (m)	E1	Valor mínimo (Prof. capa competente o 20- Z/2 m)		Profundidad Final (m) (P <sub>total</sub> )	
	E2	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 25 m)			
	E3	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 35 m.)			
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>			L=	(m)
Penetrómetros	Expresiones recogidas en columnas redondeadas al número entero más próximo (con los mínimos indicados)			Nº penetrómetros	
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)			Número total de 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 correspondientes a la categoría de edificación (**E1, E2 o E3**) y área de contacto con el terreno o superficie (**S**).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	3 o 4 por sondeo, según los casos, con los mínimos indicados		Número de Ensayos	
	Valores indicados en columna			
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos	Número de Ensayos	
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo		
E. Edométrico (6)	1 ensayo por sondeo (edificios E2: mínimo 2 ensayos)		Nº ensayos	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)			

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de una planta y superficie ( $S \leq 150 \text{ m}^2$ ) (Aplicación Reducida). En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y procederse a la toma o tallado de una muestra inalterada, a la que se le efectuarán los ensayos de resistencia y deformabilidad que se estimen convenientes para definir, con un grado de seguridad suficiente, la tipología y características de la cimentación recomendada, así como los posibles asentamientos inducidos. Por último, deberá emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3.3).
- (2) En caso de no conocer la profundidad de la capa competente, se tomará el valor o expresiones indicadas, siendo Z la altura o profundidad de excavación de sótanos.
- (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.
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica  $> 15 \%$ . En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o Nsondeos  $\geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (6) En edificios E3 (11-20 plantas) se presupone que la cimentación deberá resolverse mediante pilotes. En estas condiciones la realización de ensayos edométricos queda a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA VI**

**D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA VI- ARENAS LITORALES						
Número de	Sin incremento categoría de edificación		E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)	E3(11-20 plantas)
Plantas (n)	Con incremento categoría de edificación		E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)	E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>		251-1.000 m <sup>2</sup>		1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)					Aplicación Normal	

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo			
Profundidad (2) Sondeos (m)	E1 (valor mínimo: de prof. capa competente o 15 m.) (2)		Profundidad Final (m) (P <sub>total</sub> )
	E2 (valor mínimo de: prof. capa competente+ 3m o 20 m.) (2)		
	E3 (valor mínimo de: prof. capa competente+ 3m o 30 m.) (2)		
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>		L= (m)
Penetrómetros	Expresiones recogidas en columnas redondeadas al número entero más próximo (con los mínimos indicados)		Nº penetrómetros
Ensayos SPT (3)	Un ensayo SPT cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Nº SPT
Tubería Piezométrica (4)	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 incluidos en el cuadro-guía correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (5)	2 o 3 por sondeo, según los casos, con los mínimos indicados	Número de Ensayos
	Valores indicados en columna	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)	Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (4)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)	

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida) En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3.3).
- (2) En caso de no conocer la profundidad de la capa competente, se tomarán los valores indicados (E1:15 m, E2: 20 m, E3: 30 m).
- (3) En caso de detectar niveles limosos o arcillosos se tomarán muestras inalteradas de los mismos.
- (4) 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.
- (5) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras de SPT. En caso de haber tomado muestras inalteradas se realizarán, además, determinaciones de la densidad aparente y resistencia a la compresión simple. Los parámetros necesarios para el dimensionamiento de muros de sótano podrán obtenerse (terrenos granulares) mediante correlaciones empíricas basadas en los ensayos S.P.T.

FICHAS DE PLANIFICACIÓN  
D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA VII

La planificación y ejecución de la campaña geotécnica requerirá un tratamiento particularizado en función de la experiencia y conocimiento geotécnico que posea de la zona el Técnico responsable del Estudio Geotécnico.

**FICHA DE APLICACIÓN REDUCIDA**

<b>ZONA I (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS DURAS)</b>	
Edificios E1 y E2 (cualquier superficie)	
Trabajos de campo	Reconocimiento geológico (métodos directos o indirectos) que defina la continuidad lateral y vertical del sustrato en una profundidad $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación.
Ensayos de laboratorio	No necesarios

<b>ZONA II (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS BLANDAS)</b>	
Edificios E1 ( $S \leq 250 \text{ m}^2$ )	
Trabajos de campo	2 calicatas (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	No necesarios (en caso de que las muestras lo permitan, se recomienda efectuar 1 ensayo básico (1), 1 ensayo de hinchamiento Lambe y 1 contenido en sulfatos)

<b>ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1) y 1 contenido en sulfatos

*\*En caso de aparición de un sustrato continuo de gravas, podrá obviarse la ejecución del penetrómetro y se realizarán dos calicatas*

<b>ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1), 1 ensayos de hinchamiento Lambe y 1 contenido en sulfatos

<b>ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 planta y $S \leq 150 \text{ m}^2$	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación). 1 toma o tallado de muestra inalterada.
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1), 1 compresión simple, 1 ensayo edométrico y 1 contenido en sulfatos.

<b>ZONA VI (ARENAS LITORALES)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1) y 1 contenido en sulfatos

(1) En este tipo de muestras, el ensayo básico comprende: descripción visual, humedad natural (opcional), granulometría por tamizado y límites de atterberg.

**CONTENIDO DE INFORME GEOTÉCNICO (común a todas las Zonas Geotécnicas)**

Referencia y situación de obra, descripción de trabajos geotécnicos o investigación geológica efectuada, tipo de terrenos y continuidad lateral y vertical de los mismos en una profundidad no inferior a tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista, muestras tomadas, resultados de ensayos "in situ" o laboratorio, cargas admisibles y asentamientos esperados para las tensiones de trabajo propuestas, riesgos geológicos, etc.

También incluirán una serie de anejos (plano de situación y solar, fotografías panorámicas o de detalle, columnas litológicas de calicatas o diagramas de penetración, etc.) y unas conclusiones claras al respecto de que, a la vista de las condiciones geológico-geotécnicas del subsuelo, no resulta necesario recurrir a la ejecución de sondeos mecánicos o Aplicación Normal de la Guía.

**FICHA JUSTIFICATIVA DE APLICACIÓN DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA**

Promotor	
Proyecto	
Situación	Fecha:

DATOS ESTRUCTURA				DATOS DEL TERRENO			
Nº plantas (incluido sótanos)				Zona Geotécnica (1)			
Categoría de edificio	E1	E2	E3	Nivel freático (1)		Si (prof. m)	No
Área de contacto con el terreno	(S)= m <sup>2</sup>			(1) Se indicará la cota del nivel freático y Zona Geotécnica (definitiva) a la que pertenecen los terrenos detectados en la investigación geotécnica.			
Excavación de sótanos o taludes	Z= m						
Rellenos existentes. Espesor	R= m						
Uso privado y l <sub>M</sub> < 7 m	Uso público o l <sub>M</sub> ≥ 7 m						
Incremento de Categoría de edificación	Si	No					

TIPO DE APLICACIÓN	
Aplicación Normal	Aplicación Reducida

**A) TRABAJOS DE CAMPO**

	Unidades Guía de Planificación	Unidades Ejecutadas (2)
Número inicial de sondeos o puntos de investigación (N)		-----
Profundidad de investigación (P <sub>total</sub> )		
Número final de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )		
Número final de penetrómetros (N <sub>p</sub> )		
Número final de calicatas (N <sub>c</sub> )		
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )		
Número de muestras a extraer (S.P.T y M. Inalterada)		
m.l. de Tubería piezométrica instalada en sondeo		
Otros ensayos "in situ"		

**B) ENSAYOS DE LABORATORIO**

	Unidades Guía de Planificación	Unidades Ejecutadas (2)
Número de conjunto de ensayos básicos		
Corte directo o ensayo triaxial		
Ensayos edométricos		
Ensayos de hinchamiento (P. Hinchamiento + E. Lambe)		
Contenido en sulfatos solubles		
Análisis químico de agua freática		
Otros ensayos de laboratorio		

(2) En caso de que las unidades realmente ejecutadas sean inferiores a las indicadas en la Guía de planificación se deberá justificar adecuadamente en el apartado de observaciones.

EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES Y CIMENTACIÓN			
Coincidencia entre terrenos aparecidos y los definidos en estudio geotécnico	Si	No (3)	

(3) En caso de no coincidencia de terrenos, se deberá indicar decisión o solución adoptada en apartado de observaciones.

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ANEXO B.- CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

<b>ZONA I (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS DURAS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN</b>						
<b>Categoría de edificio</b>		<b>E1: 1-3 PLANTAS</b>		<b>E2: 4-10 PLANTAS</b>		<b>E3: 11-20 PLANTAS</b>
<b>Área de contacto con el terreno (S)</b>		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº sondeos (N <sup>sondeos</sup> )	1 (1)	2 (1)	3 (1)	1	S/1.000 (mínimo 2 sondeos)
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	6 m.	6 m.	6 m.	8 m.	8 m.
<b>M</b>	Nº Calicatas (2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO (sobre testigos de los sondeos)</b>						
	Descripción visual	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo
	Peso específico aparente	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo
	Compresión simple	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo
	Contenido en sulfatos	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo

**Notas:**

(1), (2) Ver ficha de planificación de zona I.

ZONA II (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS BLANDAS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN										
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS			E2: 4-10 PLANTAS			E3: 11-20 PLANTAS		
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº inicial de sondeos (N)	--- (1)	S/1000 (mínimo 2 sondeos)	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.500} \right]$	1	S/800 (mínimo 2 sondeos)	$4 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$	1	S/600 (mínimo 2 sondeos)	$5 + \left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	---	6 m.	6 m.	8 m.	8 m.	8 m.	10 m.	10 m.	10 m.
<b>M</b>	Nº Calicatas (2)	2 (1)	(2)	(2)	---	(2)	(2)	---	(2)	(2)
<b>P</b>	MI o SPT	---	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>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	---	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo (mínimo 3)	1 por sondeo	2	1 por sondeo (mínimo 4)	1 por sondeo
<b>L</b>	Corte directo o E.Triaxial (5)	---	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
<b>A</b>	Sulfatos solubles	---	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:** (1), (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona II.

ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN												
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS				E2: 4-10 PLANTAS				E3: 11-20 PLANTAS		
		≤ 250 m <sup>2</sup>	251- 800 m <sup>2</sup>	801-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251- 600 m <sup>2</sup>	601-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº inicial de sondeos (N)	1 (1)	2	$2 + \left[ \frac{S - 800}{1.000} \right]$	$4 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$	1	2	$2 + \left[ \frac{S - 600}{800} \right]$	$5 + \left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$	2	S/500 (mínimo 3 sondeos)	$6 + \left[ \frac{S - 3.000}{800} \right]$
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	8 m.	8 m.	8 m.	8 m.	11 m.	11 m.	11 m.	11 m.	14 m.	14 m.	14 m.
<b>M</b>	Nº penetrómetros (2)	8 m.	8 m.	(2)	(2)	1	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
<b>P</b>	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	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m
<b>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	2	4	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 5 m.l. de sondeo	2	4	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 6 m.l. de sondeo (mínimo 8)	5	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 7 m.l. de sondeo (mínimo 10)
<b>L</b>	C.directo o E.Triaxial (5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
<b>A</b>	E.Edométrico (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
<b>B</b>	Sulfatos solubles	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo

Notas: (1), (2), (4), (5) y (6) Ver ficha de planificación de zona III.

ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN									
Categoría de edificio	E1: 1-3 PLANTAS			E2: 4-10 PLANTAS			E3: 11-20 PLANTAS		
	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>Área de contacto con el terreno (S)</b>									
<b>C</b>									
<b>A</b>	1 (1)	S/800 (mínimo 2 sondeos)	$4 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$	1	S/600 (mínimo 2 sondeos)	$5 + \left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$	2	S/500 (mínimo 3 sondeos)	$6 + \left[ \frac{S - 3.000}{800} \right]$
<b>M</b>	8 m.	8 m.	8 m.	10 m.	10 m.	10 m.	12 m.	12 m.	12 m.
<b>P</b>	---	(2) (3)	(2)	1	(2) (3)	(2)	---	(2)	(2)
<b>O</b>	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
<b>L</b>									
<b>A</b>	2	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 5 m.l. de sondeo	2	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 6 m.l. de sondeo	5	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 7 m.l. de sondeo
<b>B</b>									
<b>O</b>									
<b>R</b>	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
<b>A</b>	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>T</b>									
<b>O</b>									
<b>R</b>	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>I</b>									
<b>O</b>									

**Notas:** (1), (2), (3), (5), (6) y (7) Ver ficha de planificación de zona IV.

ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN									
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS					E2: 4-10 PLANTAS		
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº sondes (N <sub>sondes</sub> )	1 (1)	1	2	3	1	1	2	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{3.000} \right]$
<b>A</b>	Profundidad (m) (2)	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.
<b>M</b>	Nº Penetrómetros (Np)	---	S/500 (mínimo 1) 1 cada 2,5 m	S/1.200 1 cada 2,5 m	S/1.500 1 cada 2,5 m	---	S/500 (mínimo 1) 1 cada 2,5 m	S/1.200 1 cada 2,5 m	S/1.500 1 cada 2,5 m
<b>P</b>	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
<b>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	4	4	3 por sondeo	3 por sondeo	4	4	4 por sondeo	3 por sondeo
<b>L</b>	Corte directo o E.Triaxial (5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
<b>A</b>	E. Edométrico	1	1	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>T</b>	Sulfatos solubles	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>O</b>									
<b>R</b>									
<b>I</b>									
<b>O</b>									

**Notas:** (1), (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona V.

<b>ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN (Continuación)</b>			
<b>E3: 11-20 PLANTAS</b>			
Categoría de edificio	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	2	2	3
<b>A</b>	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )
<b>M</b>	C. Competente+3 m.	C. Competente+3 m.	C. Competente+3 m.
<b>P</b>	o 35 m.	o 35 m.	o 35 m.
<b>O</b>	—	S/500 (mínimo 1)	S/1.000
	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m
<b>L</b>	8	8	4 por sondeo
<b>A</b>	Conjunto de	Conjunto de	3 por sondeo
<b>B</b>	Ensayos Básicos (4)	Ensayos Básicos (4)	(mínimo 12)
<b>O</b>	Corte directo o E. Triaxial (5)	Corte directo o E. Triaxial (5)	(5)
<b>R</b>	E. Edométrico (6)	E. Edométrico (6)	(6)
<b>A</b>	Sulfatos solubles	Sulfatos solubles	Sulfatos solubles
<b>T</b>	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>O</b>	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>R</b>	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>I</b>	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>O</b>	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:**

- (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona V.
- (6) En edificios de este tipo (11-20 plantas) se presupone, a efectos de esta guía, que la cimentación deberá resolverse mediante pilotes. En estas condiciones no resultan de interés los ensayos edométricos cuya realización queda, por tanto, a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico.

<b>ZONA VI (ARENAS LITORALES).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN</b>									
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS					E2: 4-10 PLANTAS		
		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	1 (1)	1	2	3	1	1	2	3 + $\left[ \frac{S-3.000}{3.000} \right]$
<b>A</b>	Profundidad (m) (2)	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m
<b>M</b>	Nº Penetrómetros (Np)	—	S/500 (mínimo 1)	S/1.200	S/1.500	S/500 (mínimo 1)	S/500 (mínimo 1)	S/1.200	S/1.500
<b>P</b>	Ensayos SPT (3)	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
<b>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (5)	3	3	2 por sondeo	2 por sondeo	3	3	3 por sondeo	3 por sondeo
<b>L</b>	Sulfatos solubles	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:** (1), (2), (3) y (5) Ver ficha de planificación de zona VI.

<b>ZONA VI (ARENAS LITORALES).- CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN (Continuación)</b>				
<b>E3: 11-20 PLANTAS</b>				
<b>Categoría de edificio</b>	<b>Área de contacto con el terreno (S)</b>	<b>251-1.000 m<sup>2</sup></b>	<b>1.001-3.000 m<sup>2</sup></b>	<b>&gt; 3.000 m<sup>2</sup></b>
<b>C</b>	Nº sondeos (N <sub>SONDEOS</sub> )	2	3	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{2.000} \right]$
<b>A</b>	Profundidad (m) (2)	C.Competente+3 m o 30 m	C.Competente+3 m o 30 m	C.Competente+3 m o 30 m
<b>M</b>	Nº Penetrómetros (N <sub>p</sub> )	S/500 (mínimo 1)	S/800	S/1.000
<b>P</b>	Ensayos SPT (3)	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m
<b>L</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (5)	6	3 por sondeo	3 por sondeo
<b>A</b>	Sulfatos solubles	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:**

(2), (3) y (5) Ver ficha de planificación de zona VI.

<b>ZONA VII (ZONAS ESPECIALES).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN</b>			
<b>Categoría de edificio</b>	<b>E1: 1-3 PLANTAS</b>	<b>E2: 4-10 PLANTAS</b>	<b>E3: 11-20 PLANTAS</b>
<b>TRABAJOS DE CAMPO</b>	<p>La planificación y ejecución de la campaña geotécnica requerirá un tratamiento particularizado en función de la experiencia y conocimiento geotécnico que posea de la zona el Técnico responsable del Estudio Geotécnico.</p>		
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>			

### 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS 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.

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 de 15 de febrero de 1999, para las áreas ST (toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas «in situ» de suelos) y SE (mecánica de suelos). En caso de no existir norma para algunos de los trabajos a ejecutar, se deberán especificar las condiciones de ensayo, maquinaria y metodología empleada.

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

-Contratación.- corresponde al 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 toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas «in situ» de suelos (Área ST), conforme a R.D. 1230/89 y O.M. de 15 de febrero de 1999. 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 mecánica de suelos (Área SE), conforme a R.D. 1230/89 y O.M. de 15 de febrero de 1999. Este será, igualmente, el depositario de las muestras obtenidas en los trabajos de campo. Al finalizar los trabajos entregará acta de los ensayos realizados al técnico responsable del estudio geotécnico.

#### 3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Comprenden el conjunto de operaciones 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. 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 la norma ASTM D-2113.

[En el apartado 3.1.12 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.



# BOLETIN OFICIAL DE LA REGION DE MURCIA

---

Depósito legal: MU-395/1982

SÁBADO, 3 DE NOVIEMBRE DE 2001

Número 255

---

Franqueo concertado número 29/5

FASCÍCULO II  
DE LA PÁGINA 14971 A LA 15010

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 (vidia 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 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).

#### 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 103-800-92.

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 toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas «in situ» de suelos (ST).

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.

#### 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-1587/83 y D-3550/84, 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 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 tener 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 1 kg/cm<sup>2</sup>, resultará aconsejable tomar el tipo de muestras descrito en el párrafo anterior]

En la toma de muestras inalteradas por golpeo se utilizará el tomamuestras seccionado, de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud mínima 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.

### 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 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 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 3.1.12 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 "N<sub>20</sub>" 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 que previamente se haya establecido, cuando se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm (N<sub>20</sub>>100), cuando tres valores consecutivos N<sub>20</sub> 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 menos de tres metros por debajo de la profundidad de cimentación ( $P_{\text{penetrómetro}} < P_{\text{cimentación}} + 3 \text{ m}$ ), 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 varillaje, 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 de 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 tipo 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. 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 rotoperforación.

\*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 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.

#### -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 de mínimos, sustituir ni reemplazar en modo alguno a los puntos de investigación obtenidos en la planificación de la campaña geotécnica.

### 3.1.13. 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.

Sondeos mecánicos a rotación		ASTM D-2113
Toma de muestras en sondeos	S.P.T.	UNE 103.800/92
	Muestras inalteradas	ASTM D-1587/83 ASTM D-3550/84
Penetraciones	Dinámicas DPH	UNE 103.801/94
	Estáticas (CPT y CPTU)	UNE 103.804/93
Toma de muestras de agua freática		Anejo 5 EHE
Toma de muestras inalteradas en calicatas		UNE 7371/75

## 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 ST), 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 del RD/1230-89. 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 (ASTM D-2488 y UNE 103.100/95).

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

### 3.2.1. CONJUNTO DE ENSAYOS BÁSICOS

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, en general, y a excepción del ensayo de resistencia a la compresión simple, corresponden a 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, límites de Atterberg y resistencia a la compresión simple.
Muestras S.P.T.	Descripción visual, humedad natural (opcional), 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 mínimos 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 ASTM D-2488.

### 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.

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, conforme a la norma ASTM D-2488, de la siguiente forma: Se escribirá como sustantivo la fracción de suelo que sea mayor del 50 %; las otras fracciones se describirán como otros componentes, adjetivos o terminaciones siguientes de acuerdo con el porcentaje en peso que haya respecto al total:

5-10 % trazas o indicios de

10-20 % algo de

20-40 % oso; osa (limoso, arenosa, etc.)

> 40 % y (grava, arena, limo, etc.)

### 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.)**

<b>GRUPOS PRINCIPALES</b>		<b>CLASES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Suelos de grano grueso:  Más del 50 % de material es retenido en el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE).	<b>Gravas y suelos con gravas:</b>  Más del 50 % de la fracción gruesa es retenida en el tamiz 5 UNE.	Gravas limpias (poco o nada de finos)	<b>GW</b> Gravas bien graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
			<b>GP</b> Gravas mal graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
		Gravas con finos (considerable cantidad de finos)	<b>GM</b> Gravas limosas. Mezclas de grava-arena-limo.
			<b>GC</b> Gravas arcillosas. Mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla
	<b>Arenas y suelos arenosos:</b>  Más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5 UNE.	Arenas limpias (poco o nada de finos)	<b>SW</b> Arenas bien graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
			<b>SP</b> Arenas mal graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
Arenas con finos (considerable cantidad de finos)		<b>SM</b> Arenas limosas. Mezclas de arena y limo	
		<b>SC</b> Arenas arcillosas. Mezclas de arena y arcilla	
Suelos de grano fino:  Más del 50 % de material pasa por el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE)	<b>Limos y arcillas:</b> (límite líquido menor de 50)	<b>ML</b> Limos inorgánicos y arenas muy finas; arenas arcillosas o limosas; limos arcillosos poco plásticos.	
		<b>CL</b> Arcillas inorgánicas poco plásticas; arcillas con gravas, arcillas arenosas y limosas.	
		<b>OL</b> Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de poca plasticidad	
	<b>Limos y arcillas:</b> (límite líquido mayor de 50)	<b>MH</b> Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas.	
		<b>CH</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.	
		<b>OH</b> Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
<b>SUELOS MUY ORGÁNICOS</b>		<b>PT</b> 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.

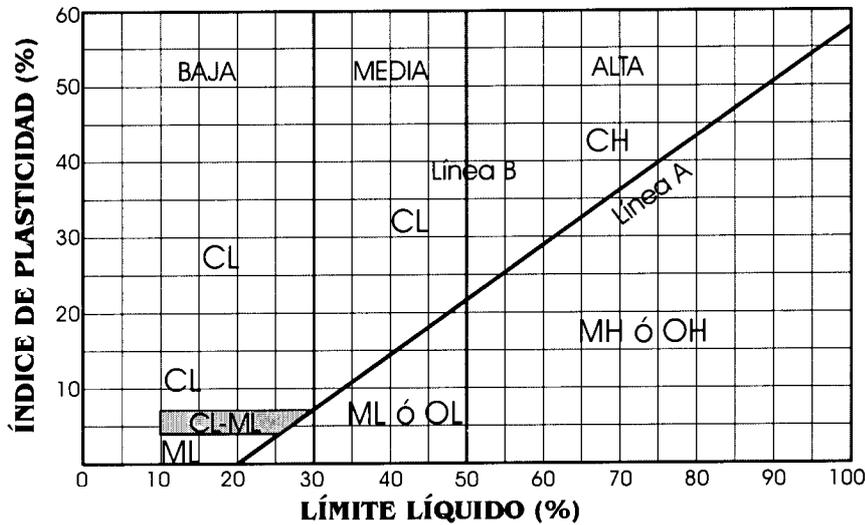


DIAGRAMA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

3.2.1.6. Compresiones simples

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 continua 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 (Terzaghi y Peck, 1955).

Consistencia	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>SPT</sub> (orientativo) Hunt 1984
Dura	>4,0	>30
Muy firmes	2,0-4,0	15-30
Firmes	1,0-2,0	8-15
Medias	0,5-1,0	4-8
Blanda	0,25-0,5	2-4
Muy blanda	0-0,25	< 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 (Jiménez Salas, 1975).

Resistencia de la roca	$\sigma_c$ (Kp/cm <sup>2</sup> )
Muy baja	< 50
Baja	50-200
Media	200-1.000
Alta	1.000-2.000
Muy alta	> 2.000

### 3.2.2. ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Los ensayos de corte directo seguirán la norma UNE 103.401. Estos ensayos, al igual que los triaxiales (apartado 3.2.3), resultarán preceptivos a efectos de esta guía (apartado 2.5.3), 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 se generen, debido a las actuaciones constructivas, taludes de desmonte o excavación de sótanos con alturas o profundidades superiores a cuatro metros o, en su caso, exista una pendiente topográfica superior al 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.

### 3.2.3. 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 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.

El acta de resultados contendrá 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.

### 3.2.4. ENSAYOS EDMÉTRICOS

Tiene por objeto estudiar la compresibilidad unidimensional de un suelo y resulta de gran aplicabilidad para el cálculo de asientos 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 (con resistencias a la compresión simple inferiores a 1 Kg/cm<sup>2</sup>), incluidas en la zona III (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.

### 3.2.5. ENSAYOS DE HINCHAMIENTO

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 (o parafinadas) se deberán efectuar ensayos de presión de hinchamiento y en muestras alteradas (o S.P.T) ensayos de hinchamiento Lambe.

El ensayo de presión de hinchamiento 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 resultados 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

El 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/ # 2μ Skempton mod.	Potencial de hincham. (Seed) %	I.Lambe (Kp/cm <sup>2</sup> )	P.hincham. (Kp/cm <sup>2</sup> ).	Hincham. probable en sup. (cm.)	% Hincham. libre
Baja	<18	<30	<30	<0,5	0-1,5	<0,8	<0,3	0-1	<1
Media	15-28	30-40	30-60	0,5-0,7	1,5-5,0	0,8-1,5	0,3-1,2	1-3	1-5
Alta	25-40	40-60	60-95	0,7-1,0	5-25	1,5-2,3	1,2-3,0	3-7	3-10
Muy alta	>35	>60	>95	>1,0	>25	>2,3	>3	>7	>10

**Criterios de expansividad (recopilados por Rodríguez Ortíz, 1975)**

### 3.2.6. 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.

#### 3.2.6.1. 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 en los suelos puede condicionar el comportamiento de éstos ante diversas acciones (mayor compresibilidad) o su aceptación o rechazo para su empleo como relleno estructural. Los distintos procedimientos de ensayo se describen en la norma UNE 103.204 (método del permanganato potásico) o UNE 7368 (método del agua oxigenada).

Los carbonatos pueden aparecer en los suelos como material cementante. La presencia de agua, contenido en materia orgánica y profundidad puede condicionar su solubilidad e incidir, por tanto, en las propiedades físicas del suelo en cuestión. Su determinación se realiza mediante el ataque de una muestra de suelo con un ácido y medir, con el denominado calcímetro de Bernard, el desprendimiento de CO<sub>2</sub>. El procedimiento de ensayo se describe en la norma UNE103.200.

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 acidez Baumann-Gully y 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.

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

En la presente guía de mínimos 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 ( $Mg^{2+}$ ), amonio ( $NH_4^+$ ), sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ), ácido carbónico ( $CO_2$ ) agresivo y residuo seco a  $110^\circ C$ .

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 Agresivo	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
	CO <sub>2</sub> agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	>100
	Ión Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l)	15-30	30-60	>60
	Ión Magnesio (mg Mg <sup>2+</sup> /l)	300-1.000	1.000-3.000	>3.000
	Ión Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3.000	>3.000
	Residuo seco a $110^\circ C$ (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	Grado de Acidez Baumann-Gully	> 20		
	Ión Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /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 ( $SO_4^{2-}$  en suelos  $\geq 3.000$  mg/Kg) y de 600 mg/l en el agua freática ( $SO_4^{2-}$  en aguas  $\geq 600$  mg/l).

### 3.2.7. 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. NLT-254/99

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 remodelada, 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 (I<sub>c</sub>) 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).

### 3.2.8. 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.

Extracción y descripción visual de muestras		ASTM D-2488
Preparación de muestras		UNE 103.100
Humedad natural		UNE 103.300
Densidad aparente		UNE 103.301
Análisis granulométrico	Por tamizado	UNE 103.101
	Por sedimentación	UNE 103.102
Límite líquido		UNE 103.103
Límite plástico		UNE 103.104
Rotura a compresión simple en suelos		UNE 103.400
Rotura a compresión simple en rocas		UNE 22950-1
Ensayo de corte directo		UNE 103.401
Ensayos triaxiales		UNE 103.402
Ensayos edométricos		UNE 103.405
Ensayos de hinchamiento	H. libre en edómetro	UNE 103.601
	P. hinchamiento en edómetro	UNE 103.602
	E. Lambe	UNE 103.600
Ensayos químicos	Acidez Baumann-Gully	Anejo 5 EHE
	Sulfatos	Anejo 5 EHE
	Materia orgánica	UNE 103.204 / UNE 7368
	Carbonatos	UNE 103.200
Análisis químico agua freática		Anejo 5 EHE

### 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.

[En aquellos casos en los que, cumpliéndose los requisitos indicados en la tabla incluida en el apartado 2.5.2, se opte por una Aplicación Reducida de la Guía deberá confeccionarse un informe geotécnico, firmado por técnico competente, que contemple, al menos, los siguientes aspectos: Referencia y situación de la obra, descripción de trabajos geotécnicos o investigación geológica efectuada, tipo de terrenos y continuidad lateral y vertical de los mismos en una profundidad no inferior a tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista, muestras tomadas, resultados de ensayos «in situ» o laboratorio, cargas admisibles y asientos esperados para las tensiones de trabajo propuestas, riesgos geológicos, etc. También incluirán una serie de anejos (plano de situación y solar, fotografías panorámicas o de detalle, columnas litológicas de calicatas o diagramas de penetración, etc.) y unas conclusiones claras al respecto de que, a la vista de las condiciones geológico-geotécnicas del subsuelo, no resulta necesario recurrir a la ejecución de sondeos mecánicos o Aplicación Normal de la Guía].

El informe geotécnico deberá ser elaborado por un técnico competente (Técnico responsable o Director de estudio geotécnico) 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:

-Uso del edificio.

-Forma y dimensiones. 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 máximas de vigas y forjados.
- Presencia y espesor, en su caso, de rellenos superficiales.
- Cimentaciones próximas: tipología, patologías, etc.
- Cargas a transmitir.

\*Empresas 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 S.P.T. y muestras inalteradas: sondeo, cotas, golpes parciales,  $N_{30}$  o  $N_{SPT}$ , tipo de suelo, etc.

-Comentarios o aspectos más relevantes deducidos en 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).

-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 indicarán la dirección e inclinaciones o buzamientos de los estratos, estabilidad natural, presencia de fallas o huecos, cartografía geológica en superficie, etc.

##### \*Características geotécnicas.\*

Los distintos terrenos o litologías detectadas se asignarán a capas de características geotécnicas similares, detallándose, en cada caso, los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio efectuados. A partir de ellos, y en base a cálculos directos, correlaciones empíricas o experiencia geotécnica del técnico responsable del estudio geotécnico, se definirán, de forma clara, las magnitudes de los parámetros geotécnicos que intervengan en cualquiera de los cálculos contenidos en el informe asignados a cada una de estas capas.

#### 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.\*

-Modelos o tipologías de cimentación propuestas.

-Cotas de apoyo.

-Tensiones admisibles (factor de seguridad).

-Asientos previsibles.

-Interacciones con edificios próximos.

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

##### \*Excavabilidad y condiciones de estabilidad.\*

-Excavabilidad (ripabilidad) de las capas que puedan ser afectadas por labores de movimiento de tierras (procedimientos y maquinaria recomendados para la ejecución de excavaciones, vaciados y/o pilotajes).

-Parámetros para la estimación de los empujes y condiciones de drenaje de los muros de contención o sótano. Problemas de excavación e interacción con edificios próximos.

-Condiciones de estabilidad de taludes naturales o artificiales del terreno. Problemática y posibles soluciones.

*\*Sismicidad.*

La práctica totalidad de la región de Murcia, excepto La Unión y Cartagena, se incluye, conforme a la Norma Sismorresistente (NCSE-94), en una amplia zona a la que se le asigna un valor de aceleración horizontal del terreno (aceleración sísmica básica-  $a_b$ ), en relación al valor de la gravedad y para un periodo de retorno de quinientos años, superior a 0,06.

En aquellos casos en los que sea de obligada aplicación dicha normativa (aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , igual o superior a 0,06g, siendo g la aceleración de la gravedad), el informe geotécnico deberá contener los valores de las aceleraciones básica,  $a_b$  y el coeficiente de contribución K referido al municipio en el que se sitúa el solar o zona investigada. Igualmente, se clasificarán, a efectos de aplicación de la norma, los materiales aparecidos en el subsuelo, indicando los valores del Coeficiente de suelo (C) de los mismos.

*\*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 márgenes de variación. Necesidades y problemática del bombeo o achique del agua, permeabilidades estimadas, 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.

### 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 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 básicos, corte directo o triaxial, edométricos, ensayos de hinchamiento, 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 R.Q.D. (Rock Quality Designation).

*\*Diagramas de penetración.*

Se adjuntarán los gráficos o curvas de penetración dinámica (profundidad-número de golpes) o estática (profundidad-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 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 señalen las escalas horizontal y vertical.

La presentación de estos perfiles no implica necesariamente que la naturaleza y espesores de las capas del terreno sean, fuera de los puntos concretos de investigación, los indicados en el perfil.

*\*Ensayos de laboratorio.*

En este anejo se recogerán las actas de todos los ensayos efectuados por el laboratorio acreditado. La presentación de estos resultados se ajustará a la normativa exigida en el Área de Acreditación de Mecánica de Suelos (SE).

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 correspondiente a fotografías del 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 lista de símbolos o expresiones empleadas, clasificación granulométrica, diagrama de plasticidad de Casagrande, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.S), etc.

### 3.4. AUTOCONTROL DE ESTUDIO GEOTÉCNICO

La planificación de campaña geotécnica recogida en la presente guía constituye una programación preliminar de referencia, a efectos de mínimos y estimada en función de las características previsibles del subsuelo en cada una de las zonas geotécnicas diferenciadas, 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 conveniencia 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), 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 (Anejo 1). En caso de no coincidencia deberá revisarse, conforme a la naturaleza litológica de los mismos, 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 obtenidas en los cuadros-guía de aplicación. Las profundidades finales deberán ser, en todos los casos, mayores o iguales que las siguientes:

\*Zapatatas:  $P_{\min} = \text{cota de apoyo de cimentación} + 2 \text{ veces el ancho de la zapata. (o sustrato rocoso en los últimos tres metros de los sondeos).}$

\*Losa de cimentación:  $P_{\min} = \text{cota de apoyo de losa} + \text{dimensión menor del edificio. (o sustrato firme en los últimos cinco metros de los sondeos).}$

\*Pilotaje:  $P_{\min}$  = cota de apoyo del pilotaje + 5 veces el diámetro de los pilotes.

(En aquellos lugares en los que no es previsible la aparición de un nivel resistente a profundidades razonables - determinadas áreas de Zonas V y VI- deberán alcanzarse los valores mínimos indicados en los cuadros-guía de aplicación).

En caso contrario, deberá aumentarse la profundidad de investigación inicialmente obtenida en la planificación de campaña.

\*Finalización de trabajos de campo y ensayos «in situ»: deberá analizarse si la información geotécnica disponible (obtenida a partir de los puntos de investigación mínimos 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.

\*Proyecto y excavación de cimentación: En caso de que el proyectista observe que los materiales aparecidos, o posición del nivel freático, resultan diferentes a los descritos en el estudio geotécnico, el técnico responsable o director del mismo deberá efectuar una inspección de los terrenos. Como resultado de dicha visita técnica, se emitirá una carta-informe en la que se llegue a algunas de estas conclusiones:

-El estudio geotécnico es suficiente y no requiere efectuar ampliación de campaña geotécnica y/o modificaciones en la cimentación.

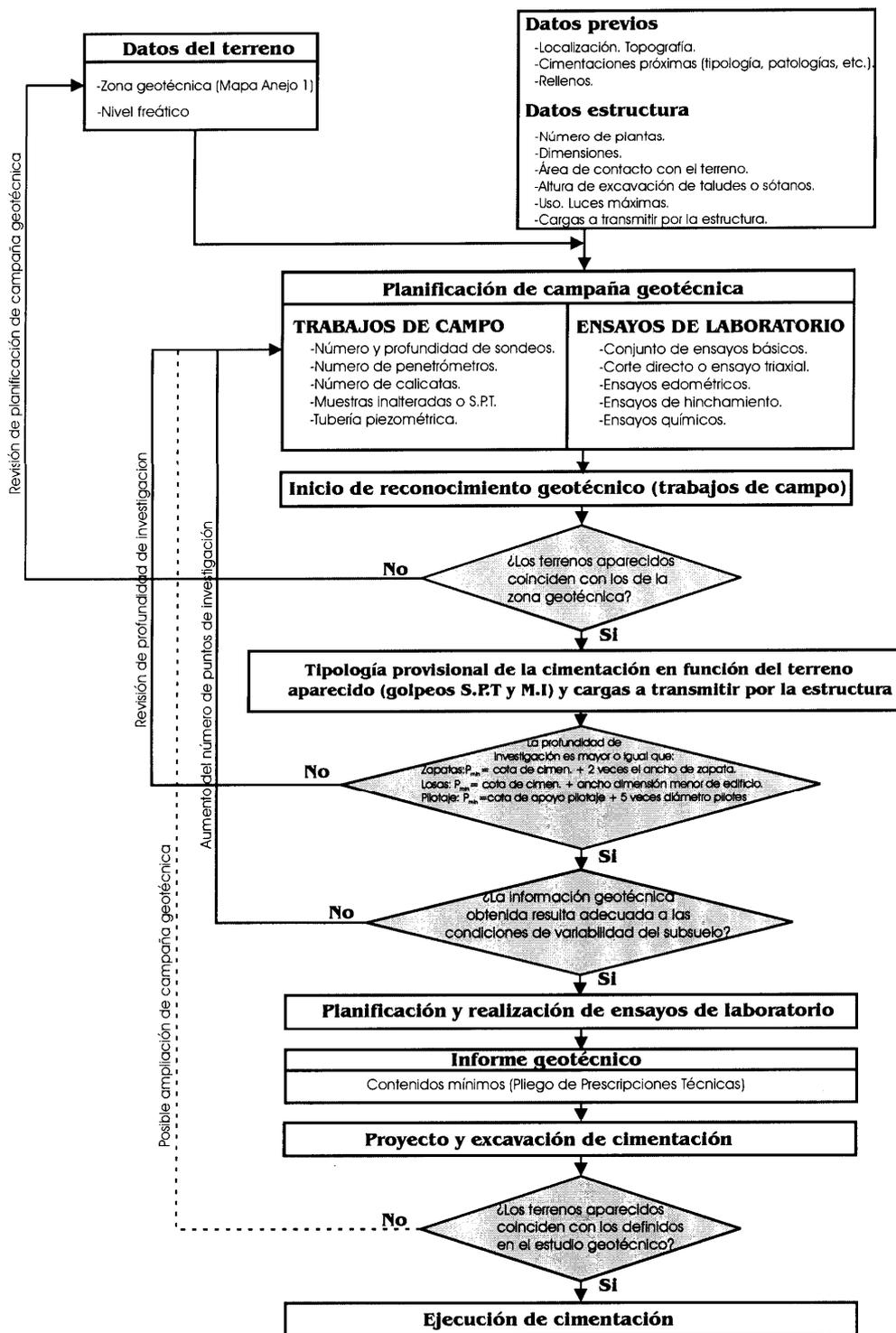
-El estudio geotécnico es suficiente aunque se recomiendan ligeras modificaciones en la cimentación, justificadas mediante cálculos o recomendaciones adicionales.

-El estudio geotécnico es insuficiente y se recomienda la ampliación de la campaña geotécnica.

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.

Por último indicar que en el caso de que la campaña geotécnica no haya contemplado los mínimos, referidos tanto a trabajos de campo como a ensayos de laboratorio, establecidos en la presente guía se deberá justificar o razonar adecuadamente.

# AUTOCONTROL DE ESTUDIO GEOTÉCNICO



#### 4.- BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (1999).- Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico. Parte 1: Reglas Generales.
- AENOR (1999).- Geotecnia. Ensayos de Campo y de Laboratorio.
- IGME (1987).- Manual de Taludes.
- IGME (1986).- Registro de Datos en Sondeos de Reconocimiento.
- INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN (2000).- Guía para la Planificación de Estudios Geotécnicos.
- Rodríguez Ortiz, J.M., Serra Gesta, J y Oteo Mazo, C. (1980).- Curso Aplicado de Cimentaciones. Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos.
- Jiménez Salas, J.A. y Justo Alpañes, J.L (1975).- Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los Suelos y las Rocas. Editorial Rueda.
- MOPU (1975).- NTE- CEG. Estudios Geotécnicos.
- MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA
- Guillén Mondéjar, F (1994).- 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 (1974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 977 (Cartagena).
- IGME (1974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 978 (Llano del Beal).
- IGME (1976).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 934 (Murcia).
- IGME (1974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 912 (Mula).
- IGME (1981).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 953 (Lorca).
- IGME (1974).- Mapa Geológico. Serie Magna. E 1:50.000. Hoja 975 (Puerto Lumbreras).
- IGME (1973). Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 72 (Elche).
- IGME (1977). Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000. Hoja 79 (Murcia).
- IGME (1984).- Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos para Ordenación Urbana de Murcia. Escalas 1:5.000 y 1.25.000.
- IGME-CEDEX (1986).- Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España. Escala 1:1.000.000.
- ITGE (1993).- Mapa Geológico Región de Murcia. Escala 1:200.000.
- ITGE (1999).- 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).

#### ÍNDICE

##### 0.- INTRODUCCIÓN

0.0. OBJETO

0.1. NECESIDAD DE LA GUÍA

0.2. CONTENIDO DE LA GUÍA

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

1.0 ANTECEDENTES. METODOLOGÍA

1.1 ZONA I (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS DURAS)

1.2 ZONA II (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS BLANDAS)

1.3 ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES)

1.4 ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS)

1.5 ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS)

1.6 ZONA VI (ARENAS LITORALES)

1.7 ZONA VII (ZONAS ESPECIALES)

##### 2.- PLANIFICACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.0. LISTA DE SÍMBOLOS EMPLEADOS

2.1 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

2.2. DATOS PREVIOS

2.3. DATOS DE ESTRUCTURA

2.4. DATOS DEL TERRENO

2.5. PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. DATOS DE PARTIDA

2.5.2. TIPOS DE APLICACIÓN

2.5.3. TRABAJOS DE CAMPO

2.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.6. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEXO A.- FICHA DE DATOS Y FICHAS DE PLANIFICACIÓN

ANEXO B.- CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

##### 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

- 3.0. GENERALIDADES. ENTIDADES QUE INTERVIENEN
- 3.1. TRABAJOS DE CAMPO
  - 3.1.1. LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN
  - 3.1.2. SONDEOS MECÁNICOS
  - 3.1.3. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS, PARAFINADAS O S.P.T.
  - 3.1.4. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA
  - 3.1.5. PIEZÓMETROS
  - 3.1.6. IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE MUESTRAS
  - 3.1.7. PARTES DE CAMPO DE SONDEOS
  - 3.1.8. ENVASE, PROTECCIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS
  - 3.1.9. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
  - 3.1.10. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁTICA
  - 3.1.11. CALICATAS
  - 3.1.12. TRABAJOS DE CAMPO COMPLEMENTARIOS
  - 3.1.13. MÉTODOS NORMALIZADOS DE ENSAYO (TRABAJOS DE CAMPO)
- 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 3.2.1. CONJUNTO DE ENSAYOS BÁSICOS
  - 3.2.2. ENSAYO DE CORTE DIRECTO
  - 3.2.3. ENSAYOS TRIAXIALES
  - 3.2.4. ENSAYOS EDMÉTRICOS
  - 3.2.5. ENSAYOS DE HINCHAMIENTO
  - 3.2.6. ENSAYOS QUÍMICOS
  - 3.2.7. OTROS ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 3.2.8. MÉTODOS NORMALIZADOS DE ENSAYOS (E. LABORATORIO)
- 3.3. INFORME GEOTÉCNICO
  - 3.3.1. ÍNDICE DE DOCUMENTOS.
  - 3.3.2. ANTECEDENTES.
  - 3.3.3. RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS
  - 3.3.4. GEOLOGÍA GENERAL
  - 3.3.5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO
  - 3.3.6. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
  - 3.3.7. RESUMEN Y CONCLUSIONES
  - 3.3.8. APÉNDICES O ANEJOS
- 3.4. AUTOCONTROL DE ESTUDIO GEOTÉCNICO
- 4.- BIBLIOGRAFÍA

#### ANEJOS

- ANEJO 1.- MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA REGIÓN DE MURCIA
- ANEJO 2.- EJEMPLOS DE APLICACIÓN
- ANEJO 3.- FICHAS Y CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

**GUÍA DE PLANIFICACIÓN  
DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA EDIFICACIÓN  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Versión final

#### ANEJO 1

MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA  
DE LA REGIÓN DE MURCIA

#### ANEJO 2 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 duplex 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 edificación se destina a uso privado y las luces máximas son inferiores a seis metros.

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 yeso).

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)
1	-Excavación de calicata mediante retroexcavadora
7	-Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo S.P.T

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

4	-Conjunto de ensayos básicos (Apertura y descripción visual de muestras, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado, límites de atterberg y compresión simple en suelos)
1	-Ensayo de hinchamiento Lambe
1	-Ensayo de presión de hinchamiento
2	-Contenido en sulfatos de muestras de suelo

**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 (E 1:500)				SI	X	NO	
	Superficie		A= 3.000 m <sup>2</sup>					
	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=	1,0	m.
	Otros, edificios colindantes, etc.			

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

Nº de plantas (incluido sótanos) n (1)	2 plantas			
Dimensiones (m)-B x L (B<L)	15 x 100		Área de contacto con el terreno	S= 1.500 m <sup>2</sup>
Excavación de sótanos o taludes	Z=	0,0 m.		
Uso Privado	X	Incremento Categoría de Edificación	SI	Uso público o l <sub>M</sub> ≥ 7 m
Uso Público			NO	Uso privado y l <sub>M</sub> < 7m.
Luz máxima	l <sub>M</sub> = 6 metros			X
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>				
Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación	Zapatas	X		Cargas de la Estructura
	Losa			
	Pilotaje			
				Concentradas sobre soportes (t)
				Tensión repartida sobre el terreno (T/m <sup>2</sup> )

**C.- DATOS DEL TERRENO**

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

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

(1) A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA IV- EJEMPLO 1**

**D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA IV- ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)	X	E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)		$\leq 250 \text{ m}^2$		$251-3.000 \text{ m}^2$	X	$> 3.000 \text{ m}^2$	
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			X

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

N° inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo		2			
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (10 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (12 + Máximo R o Z)		Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)	9
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 10 o 12 m)			
Calicatas	(2) Sustitución de hasta un 40% de sondeos	E1-E2 (mínimo 2 sondeos) E3 (mínimo 3 sondeos)		Número de Calicatas	1
	(3) En edificios E1 y E2 con N= 2 y S> 1.000 m <sup>2</sup> deberá efectuarse al menos una calicata adicional.				

Valores definitivos Sondeos y calicatas	N° de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	2	Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	9	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	18
	Número de calicatas (N <sub>c</sub> )					1
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)				Número total de muestras	7
Tubería Piezométrica (4)	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.1 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 incluidos en el cuadro-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (5)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)			Número de Ensayos	4
	Valores o mínimos indicados en columna				
Corte directo o Ensayo triaxial (6)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo		Número de Ensayos	---
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios			
Ensayos de Hinchamiento (7)	Uno por sondeo (profundidad < 5 m.). En caso de 1 sondeo (mínimo 2 ensayos)	E. Lambe (m. alteradas o SPT)		N° Lambe 50%	1
		E. Presión hinchamiento (muestras inalteradas)		N° P <sub>h</sub> (50%)	1
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)			N° ensayos	2
Análisis químico de agua freática (4)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)			Número de Ensayos	---
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)				

\*Notas al dorso

**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 edificación se destina a uso privado y las luces máximas son inferiores a seis metros.

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 (Depósitos aluvio-coluviales).

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
26	-m.l. de perforación (2 sondeos de 13 m)
1	-Emplazamiento de penetrómetro
1	-Ensayo de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta 13 metros de profundidad
10	-Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo S.P.T

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

5	-Conjunto de ensayos básicos (Apertura y descripción visual de muestras, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado, límites de atterberg y compresión simple en suelos)
2	-Contenido en sulfatos de muestras de suelo

## FICHA DE DATOS

## A.- DATOS PREVIOS

Edificio	Denominación	Edificio XX- EJEMPLO 2
	Dirección	C/ yyyyyyy, nº c
	Localidad	Lorca

Promotor	Razón comercial	
	Representado por	TLF/FAX
	Dirección	
	Localidad	

Arquitecto	Nombre	TLF/FAX
	Dirección	
	Localidad	

Solar	Plano de emplazamiento urbanístico y solar (E 1:500)		SI	X	NO	
	Superficie	A= 1.200 m <sup>2</sup>				
	Topografía	LLana	X	Accidentada	Muy accidentada	
	Acceso	Libre	X	Con permiso		Difficil
	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. No se conocen patologías.
	Rellenos existentes. Espesor (m)	R= 2,0 m.
	Otros, edificios colindantes, etc.	

## B.- DATOS ESTRUCTURA

Nº de plantas (incluido sótanos) n (1)	5 plantas		
Dimensiones (m)-B x L (B<L)	20 x 60	Área de contacto con el terreno S= 1.200 m <sup>2</sup>	
Excavación de sótanos o taludes	Z= 3,0 m.		
Uso Privado	X	Incremento	
Uso Público		Categoría de Edificación	
Luz máxima	l <sub>M</sub> = 6 metros	SI	Uso público o l <sub>M</sub> ≥ 7 m
		NO	Uso privado y l <sub>M</sub> < 7m.
			X

## DATOS COMPLEMENTARIOS

Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación	Zapatas	X	Cargas de la Estructura	Concentradas sobre soportes (t)
	Losa	X		Tensión repartida sobre el terreno (T/m <sup>2</sup> )
	Pilotaje			

## C.- DATOS DEL TERRENO

Zona geotécnica (ver plano geotécnico Región de Murcia)	ZONA	III	Tipo de suelo	Depósitos aluvio-coluviales
Nivel freático	SI (prof. m)		NO	X

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

(1) A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA III- EJEMPLO 2**

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

ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)	X	E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>			≤ 250 m <sup>2</sup>		≤ 250 m <sup>2</sup>
	251-800 m <sup>2</sup>			201-600 m <sup>2</sup>		201-3.000 m <sup>2</sup>
	801-3.000 m <sup>2</sup>			601-3.000 m <sup>2</sup>	X	> 3.000 m <sup>2</sup>
	> 3.000 m <sup>2</sup>			> 3.000 m <sup>2</sup>		
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)		Aplicación Normal				X

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo		3			
Profundidad sondeos (m)	Con rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (11 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (14 + Máximo R o Z)		Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)	13
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 11 o 14 m)			
Penetrómetros	Valor indicado en columna correspondiente			Número de penetrometros	1
	(2) Sustitución de hasta un 50 % de sondeos	E1 (801-3.000 m <sup>2</sup> ) mín 2 sondeos E2 (601-3.000 m <sup>2</sup> ) mín 2 sondeos E3 (mínimo 3 sondeos)			

Nº definitivos sondeos y penetrómetros	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	2	Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	13	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	26
	Número de penetrómetros (N <sub>p</sub> )					1
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)			Número total de muestras	10	
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 correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número de Ensayos	5
	Valores o mínimos indicados en columna			
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos	---
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios	Ensayos	
Ensayo Edométrico (6)	Arcillas medias o blandas	1 ensayo cada 2 sondeos (mínimo 2) 1 sondeo=1 ensayo	Número de Ensayos	---
	Otros terrenos	No obligatorios	Ensayos	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos	2
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos	---
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)			

\*Notas al dorso

**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 edificación se destina a uso privado y las luces máximas son inferiores a seis metros.

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).

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
1	-Emplazamiento en sondeo
22	-m.l. de perforación (1 sondeo de 22 m)
2	-Emplazamiento de penetrómetro
2	-Ensayo de penetración dinámica continua tipo DPSH hasta 19-20 metros de profundidad
9	-Ud. de toma de muestra inalterada, parafinada o realización de ensayo S.P.T
22	-m.l. de tubería piezométrica instalada en sondeo

ENSAYOS DE LABORATORIO

4	-Conjunto de ensayos básicos (Apertura y descripción visual de muestras, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado, límites de atterberg y compresión simple en suelos)
1	-Ensayo de corte directo o triaxial
2	-Ensayo edométrico
2	-Contenido en sulfatos de muestras de suelo
1	-Análisis químico de agua freática

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

Edificio	Denominación	Edificio jjjj- EJEMPLO 3
	Dirección	C/ hhhhhhhh
	Localidad	Murcia

Promotor	Razón comercial	
	Representado por	TLF/FAX
	Dirección	
	Localidad	

Arquitecto	Nombre	TLF/FAX
	Dirección	
	Localidad	

Solar	Plano de emplazamiento urbanístico y solar (E 1:500)			SI	X	NO	
	Superficie	A= 1.500 m <sup>2</sup>					
	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.	Losas de cimentación. No se conocen patologías.	
	Rellenos existentes. Espesor (m)	R=	1,0 m.
	Otros, edificios colindantes		

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

Nº de plantas (incluido sótanos) n (1)	8 plantas		
Dimensiones (m)-B x L (B<L)	20 x 40		Área de contacto con el terreno S= 800 m <sup>2</sup>
Excavación de sótanos o taludes	Z= 6,0 m.		
Uso Privado	X	Incremento	Uso público o
Uso Público		Categoría de Edificación	l <sub>M</sub> ≥ 7 m
Luz máxima	l <sub>M</sub> = 6 metros		Uso privado y l <sub>M</sub> < 7m. X
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>			
Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación	Zapatillas		Cargas de la Estructura
	Losas	X	
	Pilotaje		
			Concentradas sobre soportes (t)
			Tensión repartida sobre el terreno (T/m <sup>2</sup> )

**C.- DATOS DEL TERRENO**

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

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

(1) A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA V- EJEMPLO 3**

**D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación		E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)	X	E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación		E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>		251-1.000 m <sup>2</sup>	X	1.001-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)					Aplicación Normal		X

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) <small>redondeadas al número entero más próximo</small>		1	
Profundidad Sondeos (2) (m)	E1	Valor mínimo (Prof. capa competente o 20- Z/2 m)	
	E2	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 25 m)	
	E3	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 35 m.)	
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>		L= 22 (m)
Penetrómetros	Expresiones recogidas en columnas redondeadas al número entero más próximo (con los mínimos indicados)		Nº penetrómetros 2
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número total de muestras 9
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)	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación	No necesaria	
		m.l de tubería Piezométrica	22

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

Completar con los valores correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	3 o 4 por sondeo, según los casos, con los mínimos indicados		Número de Ensayos	4
	Valores indicados en columna			
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos	Número de Ensayos	1
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo		
E. Edométrico (6)	1 ensayo por sondeo (Edificios E2= mínimo 2 ensayos)		Nº ensayos	2
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos	2
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos	1
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)			

\*Notas al dorso

ANEJO 3  
FICHAS Y CUADROS-GUÍA 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 (E 1:500)		SI		NO	
	Superficie	A=	m <sup>2</sup>			
	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)	R= m.
	Otros, edificios colindantes, etc.	

**B.- DATOS ESTRUCTURA**

Nº de plantas (incluido sótanos) n (1)		
Dimensiones (m)-B x L (B<L)		Área de contacto con el terreno S= m <sup>2</sup>
Excavación de sótanos o taludes		Z= m.
Uso Privado	Incremento Categoría de Edificación	SI
Uso Público		NO
Luz máxima I <sub>M</sub> =		Uso público o I <sub>M</sub> ≥ 7 m
		Uso privado y I <sub>M</sub> < 7m.
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>		
Solución provisional y dimensiones estimadas de cimentación	Zapatas	Cargas de la Estructura
	Losa	
	Pilotaje	
		Concentradas sobre soportes (t)
		Tensión repartida sobre el terreno (T/m <sup>2</sup> )

**C.- DATOS DEL TERRENO**

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

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

(1) A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA I**

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

ZONA I- SUSTRATO ROCOSO (ROCAS DURAS)							
Número de	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Plantas (n)	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>	
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			

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

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) <small>redondeadas al número entero más próximo</small>			
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (no necesarios) E2 (6 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (8 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (6 o 8 m)	
Longitud total de Sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>		L= (m)
Calicatas (2)	Con rellenos superficiales (R) o roca meteorizada	Se recomienda una calicata cada 500 m <sup>2</sup> (mínimo 2)	Número de Calicatas
	Sin rellenos superficiales	No necesarias	
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 (E1, E2 o E3) 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.

Descripción Visual	Uno por sondeo	Nº Ensayos	
Densidad aparente	Uno por sondeo	Nº Ensayos	
Compresión simple	Uno por sondeo	Nº Ensayos	
Contenido en sulfatos	Uno por sondeo	Nº Ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos en edificios de hasta 10 plantas (E1 y E2). En estos casos deberá efectuarse un reconocimiento geológico que defina los posibles espesores de recubrimiento y/o meteorización, así como la continuidad estratigráfica vertical y lateral del sustrato rocoso en una profundidad no inferior a tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista (Aplicación Reducida). En cualquier caso deberá emitirse el informe correspondiente (ver apartado 3.3).
- (2) Las calicatas resultarán útiles para definir la existencia de rellenos, recubrimientos superficiales o espesor de roca meteorizada. A efectos de la presente guía resultan "recomendables" en caso de existir dichos rellenos.
- (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.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA II**

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

ZONA II- SUSTRATO ROCOSO (ROCAS BLANDAS)						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal		

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

Localizar en los cuadros-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo				
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (6+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (8 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (10 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)	
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (6, 8 o 10 m)		
Calicatas (2)	Sustitución de hasta un 40 % de sondeos	E1-E2 (mínimo 2 sondeos) E3 (mínimo 3 sondeos)	Número de Calicatas	
	Número de calicatas indicada en columna			

Valores definitivos Sondeos y calicatas	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	
	Número de calicatas (Nc)			
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT cada 3 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número total de 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 (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S). Pueden darse dos posibilidades:

C) *Naturaleza esencialmente rocosa o competente*: Se realizarán, sobre los testigos de los sondeos, los siguientes ensayos siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

Descripción Visual	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Densidad aparente	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Compresión simple	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Contenido en sulfatos	Uno por sondeo	Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

D) *Naturaleza margosa o arcillosa*: "En la planificación de la campaña se debe contemplar el número de ensayos correspondiente a una naturaleza arcillosa o margosa".

Conjunto de (4) Ensayos Básicos	1 por sondeo con los mínimos indicados		Número de Ensayos	
	Valores indicados en columna			
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos	
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No necesarios	Ensayos	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo 2 ensayos)		Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos	
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)			

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos en edificios E1 de hasta 250 m<sup>2</sup> (Aplicación Reducida) En este caso deberán efectuarse 2 calicatas y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3).
- (2) Las calicatas podrán sustituir hasta un 40 % del número inicial de sondeos con los mínimos indicados. La sustitución será válida si se puede observar el suelo hasta 3 m por debajo de la cota de cimentación prevista. En superficies mayores de 1.000 m<sup>2</sup> y N=2 se recomienda la ejecución de alguna/s calicata/s que permitan comprobar la continuidad lateral del sustrato y el espesor de recubrimiento o roca meteorizada.
- (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
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica > 15 %. En caso de alturas o profundidades ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 se realizarán, al menos, dos ensayos.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA III**

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

ZONA III- DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		≤ 250 m <sup>2</sup>		≤ 250 m <sup>2</sup>
		251-800 m <sup>2</sup>		201-600 m <sup>2</sup>		201-3.000 m <sup>2</sup>
		801-3.000 m <sup>2</sup>		601-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
		> 3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>		
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal		

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (**E1, E2 o E3**) y área de contacto con el terreno o superficie (**S**).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo				
Profundidad sondeos (m)	Con rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (11 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (14 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)	
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 11 o 14 m)		
Penetrómetros	Valor indicado en columna correspondiente		Número de penetrometros	
	(2) Sustitución de hasta un 50 % de sondeos	E1 (801-3.000 m <sup>2</sup> ) mín 2 sondeos E2 (601-3.000 m <sup>2</sup> ) mín 2 sondeos E3 (mínimo 3 sondeos)		
Nº definitivos sondeos y penetrómetros	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )		Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )
	Número de penetrómetros (N <sub>p</sub> )			
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)			Número total de 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 correspondientes a la categoría de edificación (**E1, E2 o E3**) y área de contacto con el terreno o superficie (**S**).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número de Ensayos
	Valores o mínimos indicados en columna		
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios	Ensayos
Ensayo Edométrico (6)	Arcillas medias o blandas	1 ensayo cada 2 sondeos (mínimo 2) 1 sondeo=1 ensayo	Número de Ensayos
	Otros terrenos	No obligatorios	Ensayos
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		Ensayos

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida). En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata, y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3), o en caso de aparición de un sustrato continuo de gravas, podrá obviarse la ejecución del penetrómetro y se realizarán dos calicatas.
- (2) Podrán sustituirse hasta un 50 % de sondeos por penetrómetros con un mínimo de tres sondeos, excepto en edificios E1 (801-3.000  $\text{m}^2$ ) y E2 (601-3.000  $\text{m}^2$ ) en los que podrán dejarse únicamente dos sondeos. A efectos de esta sustitución, la profundidad mínima alcanzada por los penetrómetros deberá ser igual a:  $P_{\text{penetrom}} \geq P_{\text{cimentación}} + 3 \text{ m}$ .
- (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.
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica  $> 15 \%$ . En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o Nsondeos  $\geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (6) Los ensayos edométricos se efectuarán en arcillas con valores de resistencia a la compresión simple  $< 1 \text{ kp/cm}^2$ .

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA IV**

**D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA IV- ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS							
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)	
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>		251-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>	
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal			

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº inicial de sondeos (N) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo			
Profundidad sondeos (m)	Con recubrimientos, rellenos superficiales (R) o sótanos (Z)	E1 (8+ Máximo R o Z- Z/3) E2 (10 + Máximo R o Z- Z/3) E3 (12 + Máximo R o Z)	Profundidad Final (P <sub>total</sub> ) (m)
	Sin rellenos superficiales ni sótanos	Valores mínimos (8, 10 o 12 m)	
Calicatas	(2) Sustitución de hasta un 40% de sondeos	E1-E2 (mín. 2 sondeos) (2) E3 (mínimo 3 sondeos)	Número de Calicatas
	(3) En edificios E1 y E2 con N= 2 y S> 1.000 m <sup>2</sup> deberá efectuarse al menos una calicata adicional.		

Valores definitivos Sondeos y calicatas	Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	Profundidad (m) (P <sub>total</sub> )	Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )
	Número de calicatas (N <sub>c</sub> )		
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número total de muestras
Tubería Piezométrica (4)	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 incluidos en el cuadro-guía de aplicación correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (5)	1 cada 5-6-7 m.l. sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número de Ensayos
	Valores o mínimos indicados en columna		
Corte directo o Ensayo triaxial (6)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	No obligatorios	
Ensayos de Hinchamiento (7)	Uno por sondeo (profundidad < 5 m.). En caso de 1 sondeo (mínimo 2 ensayos)	E. Lambe (m. alteradas o SPT)	Nº Lambe 50%
		E. Presión hinchamiento (muestras inalteradas)	Nº P <sub>h</sub> (50%)
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (4)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida) En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3).
- (2) Podrán sustituirse hasta un 40 % de sondeos por calicatas con un mínimo de tres sondeos, excepto en edificios E1 y E2 en los que podrán dejarse únicamente dos sondeos si se incrementa en una calicata el número de puntos de investigación. La sustitución será válida si se puede observar el suelo hasta 3 m por debajo de la cota de cimentación prevista.
- (3) En edificios E1 y E2 con  $N=2$  y  $S > 1.000 \text{ m}^2$  deberá efectuarse al menos una calicata adicional que permita comprobar la continuidad lateral de los terrenos.
- (4) 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.
- (5) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (6) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica  $> 15 \%$ . En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o Nsondeos  $\geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (7) A efectos de planificación de campaña se debe contemplar la mitad de ensayos de presión de hinchamiento y la otra mitad de ensayos Lambe.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN**

**D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA V**

**D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA V- ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS						
Número de Plantas (n)	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>		1.001-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>

Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)	Aplicación Normal
--	-------------------

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo			
Profundidad Sondeos (2) (m)	E1	Valor mínimo (Prof. capa competente o 20- Z/2 m)	
	E2	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 25 m)	
	E3	Valor mínimo (Prof. capa competente+ 3m o 35 m.)	
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>		L= (m)
Penetrómetros	Expresiones recogidas en columnas redondeadas al número entero más próximo (con los mínimos indicados)		Nº penetrómetros
Muestra inalterada O SPT	Una muestra inalterada o SPT (dependiendo de la naturaleza del terreno) cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)		Número total de 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)	
	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 correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de Ensayos Básicos (4)	3 o 4 por sondeo, según los casos, con los mínimos indicados		Número de Ensayos
	Valores indicados en columna		
Corte directo o Ensayo triaxial (5)	Taludes o excavación sótanos Z > 4 m.	Z ≥ 9 m. o Nsondeos ≥ 4 -- 2 ensayos	Número de Ensayos
	Taludes o excavación sótanos Z ≤ 4 m.	Z < 9 m. o Nsondeos < 4 --- 1 ensayo	
E. Edométrico (6)	1 ensayo por sondeo (edificios E2: mínimo 2 ensayos)		Nº ensayos
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)		Nº ensayos
Análisis químico de agua freática (3)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)		Número de Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso



# BOLETIN OFICIAL DE LA REGION DE MURCIA

---

Depósito legal: MU-395/1982

SÁBADO, 3 DE NOVIEMBRE DE 2001

Número 255

---

Franqueo concertado número 29/5

**FASCÍCULO III**  
**DE LA PÁGINA 15011 A LA 15050**

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de una planta y superficie  $(S) \leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida). En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y procederse a la toma o tallado de una muestra inalterada, a la que se le efectuarán los ensayos de resistencia y deformabilidad que se estimen convenientes para definir, con un grado de seguridad suficiente, la tipología y características de la cimentación recomendada, así como los posibles asientos inducidos. Por último, deberá emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3.3).
- (2) En caso de no conocer la profundidad de la capa competente, se tomará el valor o expresiones indicadas, siendo Z la altura o profundidad de excavación de sótanos.
- (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.
- (4) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras inalteradas.
- (5) 1 ensayo triaxial o corte directo en taludes o excavación de sótanos mayores de 4 m o con pendiente topográfica  $> 15 \%$ . En caso de alturas o profundidades  $\geq 9 \text{ m}$ . o Nsondeos  $\geq 4$  se realizarán, al menos, dos ensayos.
- (6) En edificios E3 (11-20 plantas) se presupone que la cimentación deberá resolverse mediante pilotes. En estas condiciones la realización de ensayos edométricos queda a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA VI****D.1.- DATOS PREVIOS**

ZONA VI- ARENAS LITORALES						
Número de	Sin incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Plantas (n)	Con incremento categoría de edificación	E1(1-3 plantas)		E2(4-10 plantas)		E3(11-20 plantas)
Área de contacto con el terreno (S)	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>		1.001-3.000 m <sup>2</sup>		> 3.000 m <sup>2</sup>
Aplicación Reducida (Ficha de Aplicación Reducida) (1)				Aplicación Normal		

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

Localizar en el cuadro-guía de aplicación la columna correspondiente a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Nº de sondeos (N <sub>sondeos</sub> ) (1) (valores mínimos o expresiones indicadas) redondeadas al número entero más próximo			
Profundidad (2) Sondeos (m)	E1 (valor mínimo: de prof. capa competente o 15 m.) (2)	Profundidad Final (m) (P <sub>total</sub> )	
	E2 (valor mínimo de: prof. capa competente+ 3m o 20 m.) (2)		
	E3 (valor mínimo de: prof. capa competente+ 3m o 30 m.) (2)		
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )	L <sub>sondeos</sub> = N <sub>sondeos</sub> x P <sub>total</sub>	L=	(m)
Penetrómetros	Expresiones recogidas en columnas redondeadas al número entero más próximo (con los mínimos indicados)	Nº penetrómetros	
Ensayos SPT (3)	Un ensayo SPT cada 2,5 metros de sondeo (redondeando al número entero más próximo)	Nº SPT	
Tubería Piezométrica (4)	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 incluidos en el cuadro-guía correspondientes a la categoría de edificación (E1, E2 o E3) y área de contacto con el terreno o superficie (S).

Conjunto de	2 o 3 por sondeo, según los casos, con los mínimos indicados	Número de	
Ensayos Básicos (5)	Valores indicados en columna	Ensayos	
Sulfatos solubles	1 ensayo por sondeo (mínimo dos ensayos)	Nº ensayos	
Análisis químico de agua freática (4)	Oscilaciones de nivel freático o ascenso capilar próximo a cota de cimentación. (1 análisis químico)	Número de	Ensayos
	No se atraviesa el nivel freático o no tendrá influencia en cota de cimentación (no necesario)		

\*Notas al dorso

### NOTAS

- (1) A criterios del técnico redactor podrá considerarse innecesario la realización de sondeos para viviendas unifamiliares de 1 o 2 plantas y superficie (S)  $\leq 150 \text{ m}^2$  (Aplicación Reducida) En este caso deberá efectuarse 1 penetrómetro y 1 calicata y emitirse el correspondiente informe (Ver apartado 3. 3).
- (2) En caso de no conocer la profundidad de la capa competente, se tomarán los valores indicados (E1:15 m, E2: 20 m, E3: 30 m).
- (3) En caso de detectar niveles limosos o arcillosos se tomarán muestras inalteradas de los mismos.
- (4) 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.
- (5) En la planificación se debe contemplar el conjunto de ensayos básicos en muestras de SPT. En caso de haber tomado muestras inalteradas se realizarán, además, determinaciones de la densidad aparente y resistencia a la compresión simple. Los parámetros necesarios para el dimensionamiento de muros de sótano podrán obtenerse (terrenos granulares) mediante correlaciones empíricas basadas en los ensayos S.P.T.

**FICHAS DE PLANIFICACIÓN****D.- PLANIFICACIÓN CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN- ZONA VII**

La planificación y ejecución de la campaña geotécnica requerirá un tratamiento particularizado en función de la experiencia y conocimiento geotécnico que posea de la zona el Técnico responsable del Estudio Geotécnico.

**FICHA DE APLICACIÓN REDUCIDA**

<b>ZONA I (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS DURAS)</b>	
Edificios E1 y E2 (cualquier superficie)	
Trabajos de campo	Reconocimiento geológico (métodos directos o indirectos) que defina la continuidad lateral y vertical del sustrato en una profundidad $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación.
Ensayos de laboratorio	No necesarios

<b>ZONA II (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS BLANDAS)</b>	
Edificios E1 ( $S \leq 250 \text{ m}^2$ )	
Trabajos de campo	2 calicatas (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	No necesarios (en caso de que las muestras lo permitan, se recomienda efectuar 1 ensayo básico (1), 1 ensayo de hinchamiento Lambe y 1 contenido en sulfatos)

<b>ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1) y 1 contenido en sulfatos

*\*En caso de aparición de un sustrato continuo de gravas, podrá obviarse la ejecución del penetrómetro y se realizarán dos calicatas*

<b>ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1), 1 ensayos de hinchamiento Lambe y 1 contenido en sulfatos

<b>ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 planta y $S \leq 150 \text{ m}^2$	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación). 1 toma o tallado de muestra inalterada.
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1), 1 compresión simple, 1 ensayo edométrico y 1 contenido en sulfatos.

<b>ZONA VI (ARENAS LITORALES)</b>	
Vivienda unifamiliar de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ - máximo 1 planta de sótano	
Trabajos de campo	1 penetrómetro y 1 calicata (profundidad de investigación $\geq 3$ metros por debajo de cota de cimentación).
Ensayos de laboratorio	1 ensayo básico (1) y 1 contenido en sulfatos

(1) En este tipo de muestras, el ensayo básico comprende: descripción visual, humedad natural (opcional), granulometría por tamizado y límites de atterberg.

**CONTENIDO DE INFORME GEOTÉCNICO (común a todas las Zonas Geotécnicas)**

Referencia y situación de obra, descripción de trabajos geotécnicos o investigación geológica efectuada, tipo de terrenos y continuidad lateral y vertical de los mismos en una profundidad no inferior a tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista, muestras tomadas, resultados de ensayos "in situ" o laboratorio, cargas admisibles y asientos esperados para las tensiones de trabajo propuestas, riesgos geológicos, etc.

También incluirán una serie de anejos (plano de situación y solar, fotografías panorámicas o de detalle, columnas litológicas de calicatas o diagramas de penetración, etc.) y unas conclusiones claras al respecto de que, a la vista de las condiciones geológico-geotécnicas del subsuelo, no resulta necesario recurrir a la ejecución de sondeos mecánicos o Aplicación Normal de la Guía.

**FICHA JUSTIFICATIVA DE APLICACIÓN DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA**

Promotor			
Proyecto			
Situación		Fecha:	

DATOS ESTRUCTURA				DATOS DEL TERRENO			
Nº plantas (incluido sótanos)				Zona Geotécnica (1)			
Categoría de edificio	E1	E2	E3	Nivel freático (1)	Si (prof. m)	No	
Área de contacto con el terreno	(S)= m <sup>2</sup>			(1) Se indicará la cota del nivel freático y Zona Geotécnica (definitiva) a la que pertenecen los terrenos detectados en la investigación geotécnica.			
Excavación de sótanos o taludes	Z= m						
Rellenos existentes. Espesor	R= m						
Uso privado y l <sub>M</sub> < 7 m	Uso público o l <sub>M</sub> ≥ 7 m						
Incremento de Categoría de edificación	Si	No					

TIPO DE APLICACIÓN	
Aplicación Normal	Aplicación Reducida

**A) TRABAJOS DE CAMPO**

	Unidades Guía de Planificación	Unidades Ejecutadas (2)
Número inicial de sondeos o puntos de investigación (N)		-----
Profundidad de investigación (P <sub>total</sub> )		
Número final de sondeos (N <sub>sondeos</sub> )		
Número final de penetrómetros (N <sub>p</sub> )		
Número final de calicatas (N <sub>c</sub> )		
Longitud total de sondeos (L <sub>sondeos</sub> )		
Número de muestras a extraer (S.P.T y M. Inalterada)		
m.l. de Tubería piezométrica instalada en sondeo		
Otros ensayos "in situ"		

**B) ENSAYOS DE LABORATORIO**

	Unidades Guía de Planificación	Unidades Ejecutadas (2)
Número de conjunto de ensayos básicos		
Corte directo o ensayo triaxial		
Ensayos edométricos		
Ensayos de hinchamiento (P. Hinchamiento + E. Lambe)		
Contenido en sulfatos solubles		
Análisis químico de agua freática		
Otros ensayos de laboratorio		

(2) En caso de que las unidades realmente ejecutadas sean **inferiores** a las indicadas en la Guía de planificación se deberá justificar adecuadamente en el apartado de observaciones.

EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES Y CIMENTACIÓN			
Coincidencia entre terrenos aparecidos y los definidos en estudio geotécnico	Si	No (3)	

(3) En caso de no coincidencia de terrenos, se deberá indicar decisión o solución adoptada en apartado de observaciones.

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

<b>ZONA I (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS DURAS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN</b>							
Categoría de edificio	E1: 1-3 PLANTAS		E2: 4-10 PLANTAS		E3: 11-20 PLANTAS		
	Cualquier superficie	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>Área de contacto con el terreno (S)</b>							
<b>C</b> N°sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	--- (1)	1 (1)	2 (1)	3 (1)	1	S/1.000 (mínimo 2 sondeos)	3 + $\left[ \frac{S - 3.000}{1.500} \right]$
<b>A</b> Profundidad mínima (m)	----	6 m.	6 m.	6 m.	8 m.	8 m.	8 m.
<b>M</b> N° Calicatas (Z)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO (sobre testigos de los sondeos)</b>							
Descripción visual	----	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo	1 por sondeo
Peso específico aparente	----	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo	1 por sondeo
Compresión simple	----	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo	1 por sondeo
Contenido en sulfatos	----	1	1 por sondeo	1 por sondeo	1	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:**

(1), (2) Ver ficha de planificación de zona I.

ZONA II (SUSTRATO ROCOSO. ROCAS BLANDAS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN										
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS			E2: 4-10 PLANTAS			E3: 11-20 PLANTAS		
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº inicial de sondeos (N)	--- (1)	S/1000 (mínimo 2 sondeos)	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.500} \right]$ (2)	1	S/800 (mínimo 2 sondeos)	$4 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$ (2)	1	S/600 (mínimo 2 sondeos)	$5 + \left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$ (2)
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	---	6 m.	6 m.	8 m.	8 m.	8 m.	10 m.	10 m.	10 m.
<b>M</b>	Nº Calicatas (2)	2 (1)	(2)	(2)	---	(2)	(2)	---	(2)	(2)
<b>P</b>	MI o SPT	---	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>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	---	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo (mínimo 3)	1 por sondeo	2	1 por sondeo (mínimo 4)	1 por sondeo
<b>L</b>	Corte directo o E.Triaxial (5)	---	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
<b>A</b>	Sulfatos solubles	---	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo

Notas: (1), (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona II.

<b>ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN</b>													
Categoría de edificio			E1: 1-3 PLANTAS				E2: 4-10 PLANTAS				E3: 11-20 PLANTAS		
Área de contacto con el terreno (S)			≤ 250 m <sup>2</sup>	251-800 m <sup>2</sup>	801-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-600 m <sup>2</sup>	601-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº inicial de sondeos (N)	1 (1)	2	$2 + \left[ \frac{S - 800}{1.000} \right]$	$4 + \left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$	1	2	$2 + \left[ \frac{S - 600}{800} \right]$	$5 + \left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$	2	S/500 (mínimo 3 sondeos)	$6 + \left[ \frac{S - 3.000}{800} \right]$	
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	8 m.	8 m.	8 m.	8 m.	11 m.	11 m.	11 m.	11 m.	14 m.	14 m.	14 m.	
<b>M</b>	Nº penetrómetros (2)	---	(2)	(2)	(2)	1	---	(2)	(2)	---	(2)	(2)	
<b>P</b>	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	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m	
<b>O</b>		2	4	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 5 m.l. de sondeo	2	4	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 6 m.l. de sondeo (mínimo 8)	5	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 7 m.l. de sondeo (mínimo 10)	
<b>L</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	
<b>A</b>	C. directo o E. Triaxial (5)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	
<b>B</b>	E. Edométrico (6)	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	
<b>R</b>	Sulfatos solubles	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	

**Notas:** (1), (2), (4), (5) y (6) Ver ficha de planificación de zona III.

ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN										
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS			E2: 4-10 PLANTAS			E3: 11-20 PLANTAS		
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº inicial de sondeos (N)	1 (1)	S/800 (mínimo 2 sondeos)	4 + $\left[ \frac{S - 3.000}{1.200} \right]$	1	S/600 (mínimo 2 sondeos)	5 + $\left[ \frac{S - 3.000}{900} \right]$	2	S/500 (mínimo 3 sondeos)	6 + $\left[ \frac{S - 3.000}{800} \right]$
<b>A</b>	Profundidad mínima (m)	8 m.	8 m.	8 m.	10 m.	10 m.	10 m.	12 m.	12 m.	12 m.
<b>M</b>	Nº Calicatas (2)	---	(2)(3)	(2)	1	(2)(3)	(2)	---	(2)	(2)
<b>P</b>	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
<b>O</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (5)	2	1 cada 5 m.l. de sondeo (mínimo 4)	1 cada 5 m.l. de sondeo	2	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 6 m.l. de sondeo (mínimo 8)	5	1 cada 5 m.l. de sondeo	1 cada 7 m.l. de sondeo (mínimo 10)
<b>L</b>	Corte directo o E.Triaxial (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
<b>A</b>	E. Hinchamiento (7)	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>R</b>	Sulfatos solubles	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>I</b>										
<b>O</b>										

**Notas:** (1), (2), (3), (5), (6) y (7) Ver ficha de planificación de zona IV.

ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN									
Categoría de edificio Área de contacto con el terreno (S)		E1: 1-3 PLANTAS			E2: 4-10 PLANTAS				
		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	1 (1)	2	3	1	1	2	3 + $\left[ \frac{S - 3.000}{3.000} \right]$	
<b>M</b>	Profundidad (m) (2)	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente o 20-Z/2 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	C. Competente+3 m. o 25 m.	
<b>P</b>	Nº Penetrómetros (N <sub>p</sub> )	---	S/1.200	S/1.500	---	S/500 (mínimo 1)	S/1.200	S/1.500	
<b>O</b>	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	
<b>L</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (4)	4	3 por sondeo	3 por sondeo	4	4	4 por sondeo	3 por sondeo	
<b>B</b>	Corte directo o E. Triaxial (5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	
<b>O</b>	E. Edométrico	1	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	
<b>A</b>	Sulfatos solubles	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	

**Notas:** (1), (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona V.

ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN (Continuación)					
E3: 11-20 PLANTAS					
Categoría de edificio	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	
<b>Área de contacto con el terreno (S)</b>					
<b>C</b> N° sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	2	2	3	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{2.000} \right]$	
<b>A</b> Profundidad (m) (2)	C. Competente+3 m. o 35 m.				
<b>M</b> N° Penetrómetros (N <sub>p</sub> )	---	S/500 (mínimo 1)	S/800	S/1.000	
<b>P</b> Ml o SPT	1 cada 2,5 m				
<b>O</b> Conjunto de Ensayos Básicos (4)	8	8	4 por sondeo	3 por sondeo (mínimo 12)	
<b>R</b> Corte directo o E. Triaxial (5)	(5)	(5)	(5)	(5)	
<b>A</b> E. Edométrico (6)	(6)	(6)	(6)	(6)	
<b>T</b> Sulfatos solubles	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo	

**Notas:**

- (2), (4) y (5) Ver ficha de planificación de zona V.
- (6) En edificios de este tipo (11-20 plantas) se presupone, a efectos de esta guía, que la cimentación deberá resolverse mediante pilotes. En estas condiciones no resultan de interés los ensayos edométricos cuya realización queda, por tanto, a criterio del técnico responsable del estudio geotécnico.

ZONA VI (ARENAS LITORALES).- CUADRO-GUÍA DE PLANIFICACIÓN									
Categoría de edificio		E1: 1-3 PLANTAS				E2: 4-10 PLANTAS			
Área de contacto con el terreno (S)		≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>	≤ 250 m <sup>2</sup>	251-1.000 m <sup>2</sup>	1.001-3.000 m <sup>2</sup>	> 3.000 m <sup>2</sup>
<b>C</b>	Nº sondcos (N <sub>sondeos</sub> )	1 (1)	1	2	3	1	1	2	3 + $\left[ \frac{S - 3.000}{3.000} \right]$
<b>A</b>	Profundidad (m) (2)	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente o 15 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m	C. Competente+3 m o 20 m
<b>M</b>	Nº Penetrómetros (Np)	1 cada 2,5 m	S/500 (mínimo 1)	S/1.200	S/1.500	---	S/500 (mínimo 1)	S/1.200	S/1.500
<b>O</b>	Ensayos SPT (3)	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
<b>L</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (5)	3	3	2 por sondeo	2 por sondeo	3	3	3 por sondeo	3 por sondeo
<b>B</b>	Sulfatos solubles	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo	2	2	1 por sondeo	1 por sondeo

**Notas:** (1), (2), (3) y (5) Ver ficha de planificación de zona VI.

<b>ZONA VI (ARENAS LITORALES).- CUADRO GUÍA DE PLANIFICACIÓN (Continuación)</b>				
<b>E3: 11-20 PLANTAS</b>				
<b>Categoría de edificio</b>	<b>≤ 250 m<sup>2</sup></b>	<b>251-1.000 m<sup>2</sup></b>	<b>1.001-3.000 m<sup>2</sup></b>	<b>&gt; 3.000 m<sup>2</sup></b>
<b>C</b>	Nº sondeos (N <sub>sondeos</sub> )	2	3	$3 + \left[ \frac{S - 3.000}{2.000} \right]$
<b>A</b>	Profundidad (m) (2)	C. Competente+3 m o 30 m	C. Competente+3 m o 30 m	C. Competente+3 m o 30 m
<b>M</b>	Nº Penetrómetros (Np)	---	S/500 (mínimo 1)	S/1.000
<b>P</b>	Ensayos SPT (3)	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m	1 cada 2,5 m
<b>L</b>	Conjunto de Ensayos Básicos (5)	6	3 por sondeo	3 por sondeo
<b>B</b>	Sulfatos solubles	1 por sondeo	1 por sondeo	1 por sondeo
<b>O</b>				
<b>R</b>				
<b>A</b>				
<b>T</b>				
<b>O</b>				
<b>R</b>				
<b>I</b>				
<b>O</b>				

**Notas:**

(2), (3) y (5) Ver ficha de planificación de zona VI.

## COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA GUÍA:

D. Andrés Puche Muñoz.  
Ldo. C. Geológicas.  
Master Ingeniería Geológica U.C.M.

## DIRECCIÓN POR LA ADMINISTRACIÓN:

D. José María Rosique Martínez  
Arquitecto  
Dña. Teresa Barceló Clemares  
Arquitecto Técnico

## MAPAS GEOTÉCNICOS:

D. Ignacio Manteca Martínez. Dr. C. Geológicas. Profesor Titular U. Politécnica de Cartagena.  
D. Tomás Rodríguez Estrella. Dr. C. Geológicas. Profesor Titular U. Politécnica de Cartagena.

## COLABORADORES:

D. Antonio Alcántara Peyres. Ldo. C. Geológicas.  
D. Francisco Javier Vázquez Dols. Ldo. C. Geológicas.  
D. Gonzalo Bianqui Mínguez. Ldo. C. Geológicas.  
Dña. Josefina Martínez Requena. Lda. C. Geológicas.  
D. Pascual García-Estañ López. Ldo. C. Geológicas.  
D. Pedro Robles Marín. Ingeniero Técnico de Minas.

### 3. OTRAS DISPOSICIONES

#### Consejería de Trabajo y Política Social

#### RESUELVO

**10881 Convenio de Colaboración entre la Caja de Ahorros de Murcia y la Comunidad Autónoma de Murcia, Consejería de Trabajo y Política Social, sobre actuaciones en materia de política social.**

Visto el texto del Convenio de Colaboración entre la Caja de Ahorros de Murcia y la Comunidad Autónoma de Murcia, Consejería de Trabajo y Política Social, sobre actuaciones en materia de política social, suscrito por el Consejero de Trabajo y Política Social en fecha 18 de octubre de 2001 y teniendo en cuenta que tanto el objeto del Convenio como las obligaciones establecidas en el mismo, regulan un marco de colaboración que concierne al interés público de la Consejería de Trabajo y Política Social, y a los efectos de lo dispuesto en el artículo 14 del Decreto Regional 56/1996, de 24 de julio, sobre tramitación de los Convenios en el ámbito de la Administración Regional,

Publicar en el «Boletín Oficial de la Región de Murcia» el texto del Convenio de Colaboración entre la Caja de Ahorros de Murcia y la Comunidad Autónoma de Murcia, Consejería de Trabajo y Política Social, sobre actuaciones en materia de política social.

Murcia a 18 de octubre de 2001.— El Secretario General de la Consejería de Trabajo y Política Social, **Juan F. Martínez-Oliva Aguilera.**

**Convenio de Colaboración entre la Caja de Ahorros de Murcia y la Comunidad Autónoma de Murcia, Consejería de Trabajo y Política Social, sobre actuaciones en materia de política social**

En Murcia a 18 de octubre de 2001