

ESTUDIO GEOLÓGICO PREVIO

Los trabajos se realizarán a partir de la información bibliográfica y cartográfica disponible. Se incluirán los planos geológicos y geomorfológicos existentes, a escala 1:25.000, del Gobierno de Navarra, y la documentación existente en el Instituto Tecnológico y Geominero de España, así como cualquier otra que estuviese disponible.

El adjudicatario contactará a través del Director del Contrato con la Sección de Seguridad en la Construcción y Control de Calidad del Servicio de Estudios Proyectos para evaluar conjuntamente la información básica y definir los estudios de detalle a realizar.

La información básica se completará con un estudio de fotogeología de la zona, que deberá incluirse en el Proyecto, y una campaña de apoyo sobre el terreno con el fin de determinar con exactitud los siguientes datos:

- geomorfología;
- espesores y características de los mantos de alteración y materiales de recubrimiento;
- litología, estratigrafía e historia geológica;
- geología estructural y tectónica, haciendo especial hincapié en la detección de paleodeslizamientos y otros riesgos geológicos, en su caso;
- hidrogeología;
- sismicidad.

Con toda la información procedente de los estudios y reconocimientos efectuados se confeccionará un plano de planta geológica a escala 1:5.000, con un ancho de banda mínimo de 500 m. Estos planos deberán incluir la siguiente información:

- **Representación de la obra** (en caso de disponer de un pre-encaje de la misma). Incluirá la representación de los ejes de tronco y ramales con referencias a sus distancias al origen, las calzadas con las ocupaciones de desmontes y terraplenes según los taludes definidos en el proyecto, posición de las estructuras indicando su denominación.
- **Representación geológica**. Se indicarán con colores las diferentes unidades geológicas del sustrato, separando, siempre que sea posible, diferentes litologías existentes dentro de cada una de ellas. Se indicarán con diferente tono las zonas de afloramientos sanos de las zonas cubiertas por suelos de alteración. En este último caso se harán referencias puntuales sobre los espesores de suelos existentes según las observaciones de campo. Lo mismo es aplicable a las formaciones de recubrimiento cuaternarias. Cada unidad geológica o formación superficial diferenciada tendrá asociada una sigla, tanto en planos como en leyenda.
- **Representación hidrogeológica**. Se representarán mediante simbología adecuada los cursos de agua permanentes, lagunas y charcas. Se indicarán además las zonas húmedas o de aparición de freatofitas. Se deberán marcar los manantiales y pozos. En los primeros se indicará el caudal aproximado, mientras que en los segundos se indicará la profundidad a la que aparece el agua.
- **Representación geomorfológica**. Se representará mediante simbología las diferentes formas del terreno, utilizando diversos colores para cada uno de los agentes morfogénicos (fluvial, gravitacional, cárstico, antrópico...). Se prestará una especial atención a aquellos procesos que dependiendo de su intensidad puedan afectar a la obra.
- **Representación de los reconocimientos realizados**. Se representarán con simbología adecuada los diferentes reconocimientos realizados, tanto

mecánicos (sondeos, penetrómetros y calicatas) como geofísicos o de caracterización (puntos de observación y estaciones geomecánicas).

Para todos los macizos rocosos que hayan de excavar se describirán sus discontinuidades, así como los tipos de roca existentes. El número de discontinuidades a medir será el necesario para determinar con precisión el comportamiento mecánico del macizo rocoso.

En el caso de suelos se debe identificar su origen, potencia y distribución, indicando su posible comportamiento a partir de las clasificaciones habituales de la Mecánica del Suelo.

Esta información se acompañará de los planos a escala 1:200.000 y 1:50.000 existentes.

Todos los planos deben ir acompañados de su correspondiente leyenda e incluirán la representación de los principales ejes del trazado.

ESTUDIO GEOTÉCNICO

EMPRESA Y TÉCNICO RESPONSABLE DEL ESTUDIO

El Consultor deberá especificar en la oferta (mediante carta de compromiso) la empresa que realizará los sondeos, los ensayos y el estudio geotécnico. En caso de efectuarlos con medios propios, lo manifestará expresamente.

En cualquier caso el Consultor deberá aportar la acreditación de los equipos de trabajos de campo y de ensayos de laboratorio, según la Orden del Ministerio de Fomento 2060/2002, de 2 de Agosto, por las que se aprueban las disposiciones reguladoras de las áreas de acreditación de Laboratorios de Ensayos para el Control de Calidad de la edificación, especialmente en lo que se refiere a los grupos de áreas de geotecnia (GT) y áreas de viales (VS).

El Consultor deberá proponer a la Dirección del Contrato, para su aprobación, el Técnico cualificado -por su conocimiento de suelos y geología (experiencia de, al menos, 5 años)-, que dirigirá los trabajos de campo y de laboratorio, y la documentación deberá ir firmada por dicho Técnico con el VºBº del Consultor.

El técnico deberá estar presente en todo momento durante el trabajo de campo para:

- Testificar los sondeos, describiendo la naturaleza y estado de los materiales encontrados en los sondeos, así como las condiciones de perforación (recuperación, RQD, etc.)
- encargarse de la toma de muestras y de la realización de los ensayos de campo necesarios y anotar las anomalías o incidencias que ocurran.

En todos los casos, el responsable final de la información recogida y los análisis efectuados será el Consultor principal quien deberá revisarlos y validarlos expresamente.

El Consultor deberá comunicar a la Dirección del Contrato con al menos una (1) semana de antelación el inicio de la campaña geotécnica, así como el teléfono de contacto del técnico responsable.

La Dirección del Contrato podrá convocar, tanto al Consultor como al técnico responsable de la campaña, a una reunión o visita de campo para supervisar los trabajos en ejecución.

ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR

La información geológico-geotécnica se elaborará partiendo de los datos recogidos en el apartado “Estudio geológico y procedencia de materiales”, de la observación directa del terreno, de la toma de muestras de suelo y de la realización de prospecciones y ensayos.

La campaña de reconocimientos y ensayos de campo y laboratorio se llevará a cabo de acuerdo con las prescripciones recogidas en la *nota de servicio 3/2012 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos del Ministerio de Fomento “Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras”*, e irá enfocada a elaborar el anejo de geología y geotecnia con el contenido que se detalla en el apartado 11.4 del pliego de prescripciones técnicas del contrato.

No obstante, durante la redacción del proyecto deberá realizar todos los trabajos adicionales que requiera el cumplimiento de los objetivos citados en los apartados siguientes.

Como mínimo e independientemente de los ensayos para la cimentación de estructuras, deberán realizarse reconocimientos (catas, sondeos, ensayos de penetración dinámica, etc.) que permitan reconocer:

- Todos los desmontes. Los ensayos deberán permitir reconocer hasta una profundidad mínima de 3 m por debajo de la cota final explanada (salvo que antes se encuentre roca) para garantizar la correcta evaluación de la superficie de explanada, la validez del material y los métodos de excavación.
- Los asientos de los terraplenes de más de 5 m de altura o 50.000 m³ de volumen. Los ensayos deberán permitir reconocer las características del asiento en una profundidad de entre un tercio y la mitad de su altura (para detectar problemas de asiento).
- En cuanto a las calicatas, la cifra de una cata cada 200 metros debe considerarse como un parámetro de referencia sólo soslayable cuando se está absolutamente seguro de la uniformidad de las formaciones y previa aprobación de la Dirección del Proyecto.

La investigación debe plantearse escalonada, para que se tenga un conocimiento del terreno que vaya de lo general a lo particular, haciéndose aquellas investigaciones, catas y penetraciones dinámicas que contribuyan a detectar problemas no previstos y reservando algunos reconocimientos para la resolución de dudas y cambios posteriores.

Finalmente se llevarán a cabo pruebas complementarias específicas para cada tipo de suelo o roca, según los procedimientos indicados en las normas existentes para cada tipo de trabajo o ensayo.

La localización de todos los reconocimientos previstos deberá quedar reflejada en planos de planta y perfil longitudinal del trazado. Todos los planos deberán ir acompañados de su correspondiente leyenda e incluirán la representación de los principales ejes del trazado.

VALIDACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA A REALIZAR

El adjudicatario deberá presentar la propuesta de campaña geotécnica sobre un plano de escala, al menos, 1:5.000 sobre la que estará representada tanto el trazado (con indicación de desmontes, terraplenes, estructuras –estribos y pilas-, túneles, obras de drenaje relevantes –marcos-) así como la información disponible de campañas anteriores.

Se indicará para cada reconocimiento:

- o Su emplazamiento
- o Tipo y profundidad que se alcanzará
- o Ensayos que se realizarán en ellos
- o Un plano en el que se recoja el emplazamiento propuesto de cada uno
- o El acceso disponible

Una vez presentada por el Consultor de forma justificada la campaña a realizar, el Consultor, a través de la Dirección de Proyectos, contactará con la Sección de Geología y geotecnia para:

- Analizar conjuntamente la documentación entregada
- Realizar una visita conjunta al campo
- Evaluar la idoneidad de la propuesta del Consultor o la necesidad de completarla
- Proponer nuevos reconocimientos.

REALIZACIÓN DE LAS PROSPECCIONES DE CAMPO

Las prospecciones de campo y tomas de muestras se llevarán a cabo según los procedimientos indicados en las normas vigentes para cada tipo de trabajo o ensayo.

Calicatas

Se realizarán de manera manual o mecánicamente, mediante retroexcavadora de potencia suficiente para excavar suelos y rocas meteorizadas, hasta una profundidad de unos cuatro (4) metros. La Dirección del Contrato se reserva la facultad de requerir el empleo de maquinaria especial cuando considere necesario alcanzar mayores profundidades.

Se indicará el tipo de maquinaria usada y su potencia.

Las calicatas 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 en saco o inalteradas, u otros ensayos. En ningún caso tendrán una anchura inferior a 0,60 m.

En el momento de su excavación deberá estar presente un técnico cualificado, aceptado por la Administración, quien se encargará de supervisar y describir cada calicata, adjuntar un corte estratigráfico del terreno y analizar el estado del mismo en cuanto a humedad, dureza o compacidad de cada estrato.

En caso de alcanzarse una profundidad inferior a 1,50 metros por imposibilidad de seguir excavando debido a la existencia de bolos, encostramientos carbonatados o de otra naturaleza, se repetirá la calicata en un punto próximo. A efectos de medición y abono se computará una sola calicata (en el caso de que la campaña geotécnica no esté incluida en el precio del contrato adjudicado). La Dirección podrá requerir el empleo de martillo neumático.

La toma de muestras se efectuará siempre en la pared de la calicata, seleccionando con precisión el nivel que se quiere muestrear e indicándose exactamente la profundidad del muestreo. En ningún caso se tomarán muestras del material existente en el fondo de la calicata ni a profundidad inferior a medio metro.

Si el fin de la calicata es el de acceder a una cota o estrato de interés para la realización de un ensayo de carga con placa, el fondo de la misma se dejará ligeramente por encima de la cota de ensayo, de modo que este exceso se elimine en el momento de la realización del ensayo para evitar o disminuir la posible descompresión del terreno, sobre todo si la profundidad fuese superior a 1,00 m. Así mismo se darán las dimensiones adecuadas en planta para permitir la correcta realización del ensayo y asegurar la estabilidad de las paredes.

Antes de proceder a la restitución del terreno extraído, si se observasen indicios de humedad o rezume de agua, se mantendrá abierta la excavación al menos durante 30 minutos con el fin de valorar y estimar la posible permeabilidad del terreno.

Se procederá al adecuado cierre y compactación de las calicatas abiertas de manera que se restituya la totalidad del terreno extraído.

Todas las calicatas serán descritas por un geólogo, adjuntando un corte estratigráfico del terreno, así como el estado del mismo en cuanto a humedad, dureza o compacidad de cada estrato. Durante la ejecución de las calicatas se procederá a la medición de la resistencia al corte sin drenaje mediante el aparato vane-test de bolsillo en las paredes de las calicatas. Se tomarán igualmente medidas con el penetrómetro de bolsillo. Si fuera necesario, se tomarán muestras inalteradas en las paredes de las calicatas.

Cada calicata recibirá una identificación formada por una letra que indique plataforma, desmonte, relleno, préstamo, yacimiento o estructura, y un número de orden dentro de cada tipo. Todas las calicatas se representarán, reflejando su identificación, en los planos geológicos a escala 1:5.000.

Toma de muestras granulares

En las calicatas se tomarán muestras en saco para la realización de ensayos en el número y cuantía que se determinen. La cantidad por cada muestra será la suficiente para poder realizar al menos granulometría completa, un ensayo Proctor modificado y un CBR. Dicha cantidad será determinada en función del tamaño máximo de los granos del material. Se considera que el peso de cada muestra deberá ser de al menos unos 60 kg para los materiales más finos.

El envasado de las muestras se realizará en sacos de plástico de suficiente consistencia para su transporte y de modo que se evite durante el mismo la pérdida de finos. De cada muestra en saco se tomará una fracción suficiente para la determinación de la humedad natural. Esta fracción se recogerá en un envase hermético. Cada envase será etiquetado correctamente para su identificación utilizando al menos dos (2) etiquetas adhesivas, una de las cuales, se colocará en el interior del saco como medida de seguridad.

Sondeos mecánicos

Los sondeos y demás trabajos contratados se ejecutaran siguiendo las normas de buena práctica, en orden a conseguir una satisfactoria identificación de los suelos y rocas encontrados, y la recuperación de muestras representativas, En cualquier caso el Contratista seguirá las indicaciones que reciba, en el campo, por parte de la Dirección.

Situación de sondeos

Los sondeos se llevarán a cabo en los puntos previstos en la campaña geotécnica propuesta, en donde los datos obtenidos permitan asegurar el cumplimiento

del objeto de su perforación, cuidando de minimizar la ocupación de viales, la afección al tráfico y la perturbación del entorno.

En los lugares a sondear en que deban ser tenidas en cuenta medidas de seguridad para protección de servicios urbanos o instalaciones enterradas, se hará previamente la preparación del terreno con los medios auxiliares adecuados. Si fuera necesario, se realizarán calicatas por medios manuales hasta superar la profundidad de dichos servicios.

Los lugares a perforar tendrán señalizada el área de trabajo, y dispondrán de las medidas de seguridad para los viandantes, la circulación de vehículos, el mobiliario urbano, el arbolado y, en definitiva, el entorno en que se lleva a cabo la actuación.

Se insistirá en que se mantenga la limpieza del área de trabajo, debiéndose respetar las normas de seguridad en las diferentes maniobras y la utilización de los E.P.I. (equipos de protección individual) por parte de los sondistas. Se pondrá especial atención en la delimitación del perímetro del área de trabajo para evitar la entrada a personal ajeno a los trabajos o que no disponga de las medidas de protección reglamentarias.

Asimismo, se observará que el material esté en todo momento en buenas condiciones, con objeto de evitar accidentes o incidentes y conseguir que los resultados obtenidos sean del todo fiables.

Las bocas de los sondeos terminados quedarán protegidas con tapas metálicas y estarán enrasadas con el terreno o vial, disponiendo sistemas de apertura con herramientas específicas, preferiblemente llave Allen, que permitan la medida regular del nivel piezométrico. Se colocará una arqueta en cada boca de sondeo con posterioridad a su cajeo y recibido con mortero.

Se procederá al adecuado cierre y compactación de las pozas de decantación de lodos inmediatamente después de finalizados los sondeos, así como a su señalización, por motivos de seguridad, mientras permanezcan abiertas durante la ejecución de los mismos.

A petición expresa de la Dirección del Contrato, podrá procederse al sellado de los sondeos. Dicha operación se realizará siempre de abajo a arriba.

Los puntos investigados serán fotografiados antes, durante la realización de los sondeos y después de finalizados éstos.

Deberá comunicarse, con la debida antelación y por escrito, la fecha de llegada al tramo, P.K., tipo de máquina y propiedad de cada sonda conforme al plan de trabajos previsto aprobado. Deberá comunicarse por escrito la salida de cada sonda y el motivo.

Prescripciones generales

Los sondeos mecánicos convencionales, es decir aquellos cuya profundidad, en general, no supera los 50 metros, se realizarán a rotación, por el sistema convencional, o para menores profundidades, mediante barrenas helicoidales huecas, en seco. Ocasionalmente la Dirección del Contrato podrá ordenar o autorizar la perforación a rotoperCUSión, con o sin recuperación del detritus y con la entubación que se precise para otras operaciones o ensayos posteriores.

En el momento de su realización, deberá estar presente un técnico cualificado, aceptado por la Administración, quien se encargará de supervisar y describir cada sondeo.

El Consultor deberá llevar un registro o parte de campo continuo de la ejecución de cada sondeo, en el que el sondista haga constar, como mínimo, los siguientes datos:

maquinaria y equipos utilizados, fechas de ejecución, coordenadas y cota de boca, operaciones realizadas, columna estratigráfica y descripción de los terrenos encontrados, indicando qué tramos se han perforado en seco y cuáles con adición de agua u otros fluidos autorizados. También se incluirán los resultados de los ensayos de penetración realizados, situación y características de las muestras obtenidas, ganancias y/o pérdidas del líquido de perforación, cotas del nivel freático y de otros niveles acuíferos, recuperaciones obtenidas y diámetro del sondeo, y cuantas incidencias se hubieran producido durante la perforación.

De cada sondeo, que será referenciado de forma análoga a las calicatas, se tomarán las coordenadas y la cota del punto donde se ha realizado, representándolo en los planos geológicos de escala 1:5.000.

En aquellos sondeos cuya profundidad rebasa los 50 metros y pueden alcanzar varios cientos, deberán realizarse necesariamente por el sistema de "wire-line" que posee unos condicionantes especiales en cuanto al tipo y potencia de la maquinaria, tipo de tuberías de revestimiento, y de las herramientas de corte, especialmente en cuanto a los diámetros de perforación. En cualquier caso queda prohibido expresamente utilizar diámetro menor que el correspondiente a NQ.

Los sondeos se prolongarán, al menos 2,5 veces el ancho de las zapata (B) por debajo de la cota de apoyo de la cimentación.

Asimismo la Dirección, en general en aluviales con grandes bolos, podrá autorizar la ejecución de una cata previa, para una mejor caracterización de los materiales y para aliviar el tiempo y coste en los primeros metros de perforación. Para ello se colocara una tubería de suficiente diámetro apoyada en el fondo de la cata y una vez rellena esta se perforará a través de dicha tubería.

Para estabilizar los sondeos, cuando se perfore con adición de agua, si fuera preciso, se utilizará entubación metálica de diámetro no inferior a 98 mm.

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 todos los casos el fondo de la perforación deberá limpiarse convenientemente antes de realizar cualquier operación de toma de muestras o ensayos, no admitiéndose en el fondo del sondeo un espesor de sedimentos mayor de 5 cm. La limpieza del fondo se efectuará de forma que se asegure que el suelo a ensayar no resulta alterado por la operación.

En suelos, salvo condiciones especiales de dureza u otras circunstancias, la Dirección podrá ordenar o aceptar la perforación en seco. En cualquier caso, en suelos cohesivos se deberá obtener no menos del 95% de recuperación, y en suelos granulares no menos del 90%.

La perforación con agua en suelos se decidirá en función de la finalidad del sondeo, teniendo en cuenta que en seco se definen mejor los niveles freáticos y la recuperación suele ser mayor. Esta mayor recuperación mejora la identificación litológica, pero los testigos, en general, resultan afectados por la torsión que provoca la rotación unida a la adherencia testigo-tomamuestras invalidando los testigos para ensayos mecánicos. La observación del comportamiento y la finalidad del sondeo indicarán el procedimiento de perforación más aconsejable.

En los suelos granulares se efectuarán ensayos de penetración estándar (SPT), a intervalos no mayores de 1,5 m y siempre que cambie la naturaleza del terreno.

En los suelos cohesivos siempre, salvo indicación en contrario, se tomarán muestras inalteradas a intervalos no mayores de 3 m, mediante tomamuestras de pared delgada o gruesa, intercaladas con ensayos de penetración standard y/o testigos parafinados, de modo que se obtenga una muestra inalterada o se realice un ensayo

SPT, como mucho, cada 1,50 m. Además, de cada maniobra, si la calidad es adecuada, se parafrinará una porción representativa del testigo obtenido. El parafrinado de porciones de testigo, por razones medioambientales y de riesgo de incendios, podrá ser sustituido por la protección de la muestra mediante dos capas de plástico, una de ellas muy fina para asegurar el aislamiento de la muestra, y la otra, más gruesa, para asegurar su integridad en el transporte.

No obstante, la Dirección o los supervisores de los trabajos podrán cambiar la metodología de toma de muestras o ensayos, si lo consideran oportuno, en función de la fase o alcance del estudio, de las características del terreno y/o profundidad de las prospecciones.

Cuando se perfore con adición de agua, el nivel de la misma en el sondeo se mantendrá en todo momento a la altura del nivel freático o ligeramente por encima del mismo. Tanto la herramienta de perforación, como el tomamuestras de ensayos SPT, se retirarán lentamente, manteniendo una aportación continua de agua a fin de evitar el posible aflojamiento del suelo.

Cuando se encuentre un estrato potente de roca, se penetrará en ella un mínimo de 5 metros, salvo autorización expresa en contrario.

En roca, se perforará a rotación, utilizando batería doble y con extracción de testigo continuo. El diámetro interior mínimo del tubo batería será de setenta (70) milímetros. Las coronas de perforación serán las más adecuadas a las características del terreno, pero la Dirección, en roca, podrá ordenar el uso de coronas de diamante, aun cuando la roca fuera perforable con coronas de metal duro (widia, etc.).

Si las recuperaciones obtenidas fueran suficientes y la calidad del testigo adecuada, a juicio de la Dirección, ésta podrá autorizar al Contratista la utilización de batería sencilla.

El Contratista deberá controlar la velocidad y la presión de la perforación, caudal y presión de agua y longitud de carrera, con vistas a conseguir la máxima recuperación de testigo posible. A este respecto, si la Dirección lo ordenara, se procederá al registro continuo de los principales parámetros de perforación, tanto analógica como digitalmente. Los parámetros a registrar serán principalmente los siguientes: velocidad de avance, r.p.m., par de rotación, carga sobre la corona, presión de inyección, caudal de inyección, etc.

Si se encontraran formaciones blandas o muy fracturadas, el Contratista tomará las precauciones necesarias para mantener el testigo tan inalterado como sea posible y conseguir su recuperación. En suelos metaestables, muy sensibles a la adición de agua, deberá limitarse la aportación de agua al sondeo, realizando en seco la maniobra anterior a la toma de muestras o ensayos de penetración.

En algunas condiciones de especial dificultad de recuperación de testigo, la Dirección podrá ordenar la utilización de baterías especiales, refrigeradas por aire, y/o la utilización de baterías triples, dotadas de camisa de fibra de vidrio, del tipo T-6.

En roca, la longitud de carrera no será en ningún caso mayor de 3 metros. En formaciones blandas o fracturadas, esta longitud no deberá exceder de 1,5 m, reduciéndose incluso a 50 cm si fuera aconsejable para asegurar la mayor recuperación posible de testigo.

Ensayos de penetración estándar

Tanto el equipo utilizado como el procedimiento operativo del ensayo se ajustarán a lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 22476-3. No obstante, si el tomamuestras penetra los 450 mm indicados en la misma, siguiendo una norma de

buena práctica, se hincará el tomamuestras otros 150 mm más anotando el golpeo correspondiente. La longitud del tomamuestras se ajustará a la longitud ensayada.

Se dispondrá de un certificado de calibración del valor de E_r bajo la cabeza de impacto o yunque, para cada uno de los equipos utilizados.

Toma de muestras inalteradas y testigos parafinados

En los estratos indicados anteriormente y en los niveles seleccionados por la Dirección, se tomarán muestras inalteradas mediante tomamuestras de pared delgada, tipo Shelby, o seccionado, de pared gruesa, con válvula anti-retorno. Los tomamuestras y el procedimiento operativo se ajustarán a la normativa vigente.

El tomamuestras de pared delgada, para reconocer los suelos blandos, tendrá de 1 a 2 mm de espesor, longitud mínima de 45 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. No podrán utilizarse tomamuestras de diámetros inferiores sin la aprobación de la Dirección. Este tipo de tomamuestras, en número razonable, con los complementos necesarios para su uso, estará permanentemente en obra como dotación básica del equipo de sondeos. Antes de proceder a la toma de una muestra, se retirarán todos los materiales sueltos o alterados del fondo del sondeo. La toma de la muestra se efectuará a velocidad constante, hincando lentamente el tomamuestras en el terreno mediante presión.

El tomamuestras seccionado, para reconocer el resto de suelos, será de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud mínima 60 cm y diámetro mínimo interior de 70 mm. La secuencia y demás condiciones de hincado de estos tomamuestras serán las mismas que para la realización del ensayo SPT, con idea de facilitar la correlación del golpeo con dicho ensayo SPT. Una vez hincado el tomamuestras, la muestra se cortará del terreno por rotación, sacándose seguidamente el tomamuestras con las debidas precauciones.

Extraído el tomamuestras y separado el varillaje, se eliminarán cuidadosamente al menos 3,0 cm de la muestra por ambos extremos y se rellenarán inmediatamente los huecos con parafina líquida. Los extremos del tubo que aloja a la muestra deberán protegerse con tapas cuidadosamente ajustadas. Los tubos que contengan las muestras se etiquetarán para su identificación, almacenándose cuidadosamente para su envío al laboratorio. Con anterioridad al sellado de la muestra se procederá a hincar el penetrómetro de bolsillo y el aparato Vane-test de bolsillo, en los extremos de la misma, anotando las medidas obtenidas.

Cuando la resistencia del terreno sea elevada impidiendo la toma de muestras inalteradas o la realización de ensayos SPT de longitud suficiente para su posterior ensayo en el laboratorio y el terreno sea cohesivo, se sustituirá la toma de muestra inalterada por el parafinado de un trozo del testigo obtenido de la mayor longitud posible (> 35 cm). 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. En circunstancias especiales, la Dirección podrá autorizar otros sistemas de protección de las muestras, siempre que se garantice su inalterabilidad. El diámetro mínimo de las muestras parafinadas será de 70 mm. Cada porción de testigo seleccionado se etiquetará para su correcta identificación.

Las Normas de aplicación para la toma de muestras inalteradas en sondeos serán la ASTM D-3550184 y ASTM 0-1587194.

Toma de muestras de agua

Cuando se encuentra agua en el terreno o en alguno de los puntos de reconocimiento (sondeos, calicatas, etc.), se procederá a la toma de muestras para estudiar su agresividad y/o calidad, garantizando siempre que se trata del agua del terreno. Si se hubiese perforado con adición de agua, además de la muestra del propio terreno, se adjuntará una muestra del agua utilizada para perforar.

Las muestras de agua se envasarán en recipientes limpios de plástico o vidrio dotados de cierre hermético, procediéndose al llenado de los mismos después de enjuagarlos con el agua a muestrear. Se deberá tomar un volumen mínimo de dos litros.

Cada una de las muestras se etiquetará correctamente indicando su procedencia, fecha y hora, así como la profundidad del agua en el momento de la toma.

La toma de muestra de agua para análisis químicos se ejecutará de acuerdo a lo establecido en la Norma UNE 41.122/95.

Mediciones del nivel piezométrico

El Contratista deberá llevar un registro del nivel piezométrico en todos los sondeos, no sólo durante la perforación, sino también tras su finalización, al menos hasta la terminación de la campaña de campo. Si durante la ejecución del sondeo se utilizaran lodos bentoníticos, o geles especiales de perforación, se limpiará éste una vez finalizado mediante circulación de agua limpia. La utilización de lodos bentoníticos o geles especiales precisará la aprobación previa del Director de Obra, en especial si se pretende realizar posteriores ensayos de permeabilidad.

Tras la terminación de cada sondeo, se introducirá en éste un tubo perforado o ranurado, de PVC o galvanizado, para la medición del nivel piezométrico y posibles comprobaciones de la profundidad del sondeo. Este tubo tendrá un diámetro útil entre 60 y 100 mm, sus uniones irán soldadas o roscadas y sus extremos se taparán y protegerán adecuadamente. No serán de abono tubos de diámetro inferior al indicado.

Los tubos piezométricos se nivelarán cuidadosamente, dejando en el extremo libre una referencia de nivel. El Contratista tomará las medidas necesarias para evitar el aterramiento u obstrucción del sondeo antes de la colocación del tubo piezométrico. Si fuera necesario, el tubo se colocará antes de retirar completamente la entubación. Los tubos, además de permitir el control diferido del nivel piezométrico, podrán ser utilizados en su momento para el rellenado u obturación de los sondeos. Si estuviera previsto realizar algún ensayo especial en el interior del sondeo, se preverá la colocación de un revestimiento provisional de las características que se precisen.

En los sondeos en ejecución se controlará la posición del agua en los mismos, indicando la profundidad a que se encuentra el sondeo, el nivel alcanzado por el agua y la fecha y hora de las lecturas.

Durante la realización de la campaña de campo el Contratista efectuará diariamente una medición del nivel piezométrico en todos los sondeos terminados hasta su estabilización. Una vez estabilizado éste, las medidas podrán espaciarse hasta una medición por semana. Como criterio general se considerará que un nivel está estabilizado cuando no existan diferencias en las medidas efectuadas a lo largo de una semana. La Dirección podrá modificar esta secuencia de medidas, en función de las características hidrogeológicas existentes.

Cuando se perfore en seco, se anotará el nivel al que se detectó por primera vez el agua y la posterior evolución de los niveles de ésta. Si se perfora con agua, deberá realizarse siempre un achique de la misma, total o parcial, al finalizar el sondeo, controlando los niveles de achique y las posibles recuperaciones de nivel, de modo que

pueda garantizarse la posición del posible nivel piezométrico. Por lo tanto, el Contratista deberá disponer, a pie de obra, del adecuado equipo para realizar estos achiques (cacillo, mini bomba, aire comprimido, etc.). La Dirección podrá solicitar achiques adicionales si las condiciones hidrogeológicas así lo requieren.

El Contratista llevará un registro de estos niveles, en el que se indique para cada sondeo la fecha de finalización, profundidad del sondeo, medición del nivel al acabar el sondeo, medición tras el achique y sucesivas mediciones. Dicho registro contendrá información sobre la naturaleza de los niveles indicando si corresponden, a su juicio, a niveles freáticos, niveles colgados, etc., así como sobre las incidencias que puedan haber influido en los niveles medidos, tales como lluvias, riegos, mareas, etc.

En el caso de sondeos surgentes, se procederá al control de los caudales de surgencia con un ritmo de medidas ajustado a la magnitud de los mismos y se instalarán manómetros en las bocas de los sondeos.

Si se considerase necesario, el Contratista propondrá a la Dirección la instalación de piezómetros cerrados (preferentemente de cuerda vibrante) en el interior del sondeo. El sensor del piezómetro tendrá una precisión superior al 0,5%, y un rango de medida suficiente para las presiones esperadas. Si en un mismo sondeo se quisieran determinar los niveles piezométricos de los posibles acuíferos interceptados en el mismo, se aislarán éstos disponiendo lechada de cemento, bentonita-cemento o bentonita granular entre uno y otro piezómetro. Todas las operaciones de suministro, transporte, colocación, engravillado, sellado, cableado y tiempos de espera están incluidas en la unidad correspondiente.

Los diferentes piezómetros de cuerda vibrante colocados en un sondeo, dispondrán de sus correspondientes cables conectados a una caja de bornes con protección a la intemperie. El Contratista entregará a la Dirección un esquema con la disposición de los piezómetros en cada sondeo y propondrá la secuencia de las medidas a realizar. Asimismo, deberá entregar un certificado de calibración de los mismos con las constantes de conversión frecuencia-presión y la lectura de presión cero.

Ensayos de permeabilidad "in situ"

Si las características de la obra a proyectar o del propio terreno lo aconsejan, se procederá a la realización de ensayos de permeabilidad "in situ". El tipo de ensayo, preferentemente Lugeon o Lefranc, se decidirá según la naturaleza y estado del terreno.

En roca se realizarán ensayos Lugeon, reservándose los ensayos Lefranc para suelos y rocas muy fracturadas. Cualquier otro tipo de ensayo de permeabilidad "in situ" requerirá la autorización previa de la Dirección.

El ensayo Lugeon se realizará durante la ejecución del sondeo, comenzando por el fondo y de forma ascendente, o una vez finalizado éste. Para ello se inyectará agua a presión, en escalones sucesivos de carga y descarga de 0, 1, 2, 5 y 10 kp/cm², manteniendo la presión constante en cada escalón durante un periodo de 10 minutos y midiendo las admisiones producidas. Se ensayarán tramos de sondeo de unos 5 m, aislando el tramo de ensayo del resto mediante dos obturadores, o uno sólo si el ensayo se realiza en el fondo del sondeo. Se utilizarán preferentemente obturadores hinchables.

La inyección se realizará mediante bomba, midiendo la presión con manómetro y el volumen inyectado con un contador de agua o un recipiente tarado. Se utilizarán bombas de 150 l/min cuando se trabaje a una presión de 10 kp/cm². Deberán siempre alcanzarse los 10 kp/cm², excepto en rocas blandas en las que se recomienda no superar los 5 kp/cm².

Los resultados del ensayo Lugeon se representarán en función de la profundidad, forma gráfica, en unidades Lugeon, o caudal de admisión en l/min x m en

función de la presión ensayada, indicando también el coeficiente de permeabilidad equivalente.

El ensayo Lefranc se realizará en el interior de un sondeo, durante su ejecución o una vez finalizado, para determinar el coeficiente de permeabilidad k en suelos permeables o semipermeables de tipo granular (aluviales, arena, limo) con velocidad de flujo lenta y situados bajo el nivel freático, o en rocas muy fracturadas.

Este ensayo se podrá realizar midiendo los caudales (a régimen permanente) o midiendo los niveles (a régimen variable). Si durante su ejecución la inestabilidad del terreno lo aconsejara, se procedería a rellenar con gravilla el tramo de ensayo.

En el ensayo Lefranc a régimen permanente, como norma general, deberá medirse el caudal de admisión cada 5 minutos, manteniendo constante el nivel en la boca del sondeo durante 45 minutos. Si la admisión es muy alta, deberá medirse cada minuto durante los 20 primeros y después cada 5 minutos hasta llegar a los 45 minutos. El k del tramo será el promedio de todos los valores obtenidos. Se utilizará sonda eléctrica, cronómetro y medidor de volúmenes de agua.

El ensayo a régimen variable se realizará preferentemente de forma descendente. La carga máxima de agua no excederá de 10 metros medidos desde el centro de la cámara filtrante y la longitud de ésta no excederá de 5 m. Se utilizará sonda eléctrica y cronómetro, realizándose al menos 5 observaciones tomando los tiempos de observación de acuerdo a la velocidad de descenso/ascenso del nivel de agua en el tubo. Para cada una se registrará la profundidad del tramo ensayado y demás datos geométricos, así como las sucesivas posiciones de la lámina de agua con el tiempo. Los puntos de observación se representarán en una gráfica descensos/tiempo.

En cada sondeo de túnel deberá realizarse, al menos, un ensayo de permeabilidad "in situ", Lugeon o Lefranc, realizado a cota de túnel. En los sondeos en terrenos aluviales se realizará al menos un ensayo Lefranc si se prevé proyectar rellenos apoyados sobre los mismos.

En todos los ensayos deberá describirse siempre la metodología seguida e indicarse las relaciones presión-admisión o carga de agua-admisión, para cada tramo ensayado, a fin de estimar la permeabilidad y/o inyectabilidad del terreno.

Ensayos de presiometría y dilatometría

El ensayo presiométrico, como denominación genérica, es un ensayo "in situ" que se realiza en el interior de un sondeo. Su objetivo principal es medir las deformaciones radiales del terreno, inducidas por la expansión de una célula o módulo cilíndrico alojado en dicho sondeo.

Los parámetros del terreno a determinar son, fundamentalmente, el módulo de deformación (módulo presiométrico) y el módulo de rotura (presión límite).

El equipo a utilizar para estos ensayos deberá reunir las condiciones adecuadas al tipo de terreno a ensayar, principalmente por los diferentes rangos de presiones a alcanzar. En el caso de rocas los equipos deberán poder alcanzar hasta 200 kg/cm^2 (caso del ensayo dilatómetro). Estas presiones deben aplicarse en varios ciclos de carga-descarga, realizándose al menos doce (12) escalones por ciclo hasta alcanzar la estabilización de las deformaciones. La utilización de lamas de protección de la célula de carga sólo será autorizada en el caso de que el terreno contenga gravas abundantes.

En suelos excepcionalmente blandos y con dificultades para mantener estable la perforación previa, necesaria para un ensayo presiométrico, puede realizarse un ensayo con célula plana (DMT), que no precisa perforación. Esta célula se sitúa a la cota de ensayo mediante hincas por empuje hidráulico, preferentemente o por golpeo.

Ensayos de corte en el interior de sondeos (vane-test)

El objeto principal de este ensayo consiste en la determinación, rápida, de la cohesión en suelos blandos y saturados, de los que resulta muy difícil obtener muestras inalteradas para poder realizar dicha determinación en laboratorio.

Se realizará conforme a la norma ASTM 0-2573.

Se utilizará un molinete formado por cuatro aspas con relación $H=2D$, siendo H la altura de las aspas y D el diámetro equivalente.

En suelos blandos, con $C_u < 50 \text{ kN/m}^2$, se recomienda un tamaño del aspa de 75 mm de ancho y 150 mm de altura, mientras que en suelos algo más resistentes ($50 < C_u < 100 \text{ kN/m}^2$), un tamaño de 50 x 100 mm.

Este ensayo no se realizará en suelos de resistencia superior a 100 kN/m^2 .

El ensayo se realizará en el fondo del sondeo, durante su ejecución o una vez finalizado, inmediatamente después de haber introducido el molinete a la profundidad requerida, y siempre antes de transcurridos 5 minutos para evitar distorsión en los resultados. El procedimiento de ejecución del ensayo requerirá hincar previamente, por métodos dinámicos o estáticos, el molinete en el suelo hasta una profundidad de 5 veces H y garantizar que la varilla no colabora a fricción. El par torsor en el extremo libre del varillaje se aplicará a velocidad constante entre 6 y 12 $^\circ/\text{min}$.

El ensayo requerirá una cadencia intensa en su ejecución en cada punto del terreno a investigar (generalmente una vez por metro perforado). La separación mínima entre puntos de ensayo a lo largo de la perforación será de 0.5 m.

La profundidad máxima de ejecución de este ensayo se limitará a 70 m, dependiendo de la naturaleza y características del suelo. Los resultados incluirán los siguientes datos: momento torsor necesario para producir el corte del suelo, resistencia al corte del suelo inalterado y resistencia al corte del suelo remoldeado.

Envase, protección y transporte de las muestras

Todas las muestras y testigos se envasarán convenientemente para evitar su alteración durante el transporte o almacenamiento, y se enviarán a la mayor brevedad posible al laboratorio.

Las cajas para almacenaje de los testigos deberán protegerse siempre de la intemperie retirándose cada día al almacén. Bajo ningún concepto se abandonarán a la intemperie durante la noche en el mismo emplazamiento del sondeo. A tal efecto, el Contratista dispondrá de un almacén próximo a la zona de trabajos para el acopio de las cajas de testigos.

Las cajas portatestigos preferentemente serán de plástico. El empleo de otros materiales (madera, cartón parafinado u otros) deberá ser aprobado previamente por la Dirección.

Todas las muestras deberán conservarse en el laboratorio en un ambiente de temperatura y humedad controladas. 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. El resto de las muestras deberán conservarse en condiciones óptimas de humedad y temperatura, **al menos durante doce meses desde la fecha de finalización contractual** en el laboratorio del Contratista o donde éste proponga previa notificación y visto bueno de la Dirección. Este periodo de "archivo" de muestras será aplicado a las cajas portatestigos, con todos los testigos obtenidos y no destinados a ensayo. Antes de la eliminación definitiva de las cajas, se deberá notificar

por escrito tal circunstancia a la Dirección del Contrato con una antelación mínima de diez días a la fecha de eliminación.

Ensayos de penetración

Ensayos de penetración dinámica tipo borros y DPSH

Para el ensayo tipo Borros se empleará una puntaza maciza de 16 cm² de sección cuadrada y un ángulo de 90° acoplada al extremo inferior de una barra de 32 mm de diámetro. La maza de golpeo deberá pesar 63,5 kg. y la altura de caída será de 50 cm.

Para el ensayo tipo DPSH, se empleará una puntaza maciza de 20 cm² de sección circular y un ángulo de 90° acoplada al extremo inferior de una barra de 32 mm. La maza de golpeo deberá pesar 63,5 kg y la altura de caída será 75 cm. Este ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE-103 801/94.

Las puntazas a utilizar en cualquiera de los ensayos de penetración dinámica deberán estar homologadas en base a la normativa correspondiente. En ambos ensayos se contará y anotará el número de golpes necesarios para cada 20 cm de avance.

Los ensayos de penetración se realizarán preferentemente con el equipo DPSH. El uso del penetrómetro tipo Borros u otro similar, debe ser autorizado previamente por la Dirección.

Todos los ensayos se realizarán hasta alcanzar un rechazo de 100 golpes en 20 cm, o bien cualquier otro rechazo especificado por la Dirección.

En caso de producirse rechazo a menos de 2 m de profundidad o cuando lo considere preciso la Dirección del Contrato por la duda razonable de la representatividad del ensayo, de acuerdo con las características del terreno, se realizará otro intento desplazando el equipo a un punto próximo al anterior. A efectos de medición no se considerará el abono de estos ensayos si, sumando las profundidades alcanzadas en ambos intentos, no se superan los 5 m de longitud.

Los resultados se adjuntarán en gráficos o curvas de penetración (número de golpes obtenido para cada avance de 20 cm) suficientemente claros. En cada ensayo, se reflejará la localización, cota de boca, fecha de ejecución y cuantas observaciones puedan ayudar a interpretar los resultados, sobre todo si se estima que ha podido producirse falso rechazo por golpear sobre algún bolo u otro obstáculo aislado. Se indicará la profundidad del nivel piezométrico cuando sea posible su medición. Se registrará la longitud de varillaje mojado como una estimación de la misma.

De cada penetración, que será referenciada de forma análoga a las calicatas, se tomarán las coordenadas y la cota del punto donde se ha realizado, representándola en los planos geológicos de escala 1:5.000.

Ensayos de penetración estática CPT y CPTU

El ensayo CPT tiene como 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 local, mediante un manguito de fricción.

Para la realización de los ensayos de penetración estática CPT deberán utilizarse equipos automáticos con punta eléctrica, que permitan medir independientemente la resistencia en punta y el rozamiento lateral. El cono normal

(holandés) se hará penetrar en el suelo a una velocidad constante y lenta de unos 20 mm/seg y tendrá un ángulo de apertura en el vértice de 60° y un diámetro en el extremo de la punta de 35,7 mm, equivalente a un área de 1000 mm². Si el Director de Obra lo considerase oportuno podría solicitar la utilización de conos diferentes para aplicaciones especiales. Las características geométricas del equipo, el procedimiento de ensayo, su ejecución y la presentación de resultados, se ajustarán a lo establecido en la norma UNE-103 804/93.

El dispositivo para la realización de los ensayos CPTU (piezocono) estará equipado con sistemas electrónicos de adquisición de datos y llevará instalado un sensor adicional situado en la punta eléctrica que permita el registro continuo en relación al tiempo, además de la resistencia en punta y el rozamiento por fuste, de las presiones intersticiales generadas durante la hincia (mediante señales analógicas o acústicas que se transforman en señales digitales y éstas se restituyen en forma gráfica o numérica mediante un ordenador situado en superficie). Este tipo de ensayo es una variante del de cono holandés, con la importante novedad 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.

En función de los parámetros a investigar, la Dirección del Contrato podrá solicitar la instalación adicional de otros sensores especiales.

Ensayo de carga con placa

El ensayo de carga con placa circular se ajustará a lo establecido en la norma NLT 357/98.

En general, se utilizarán placas circulares de 30 cm de diámetro (La norma contempla emplear placas de 300, 600 y 762 mm). Si lo considera oportuno, la Dirección del Contrato podrá exigir el uso de un determinado tamaño de placa, así como modificar el rango y secuencia de los escalones de carga. Siempre se realizarán como mínimo dos ciclos de carga-descarga. Como dispositivo de reacción se utilizará el más adecuado a las condiciones del ensayo y del emplazamiento en que éste se efectúe.

Una vez finalizado el ensayo, se procederá a la toma de una muestra en saco del suelo existente bajo la placa, para determinar la humedad natural y la densidad seca máxima y humedad óptima. En la zona más próxima posible a la ubicación del ensayo, aunque no afectada por las cargas, se determinará la densidad y humedad in situ del terreno.

Si para la realización del ensayo de carga con placa hubiera que realizar una excavación, deberá restituirse ésta adecuadamente, compactando por tongadas el material extraído, si procede, para lo cual se dispondrán los medios de compactación necesarios. Por motivos de seguridad, la longitud máxima de los elementos de extensión para aplicar las cargas se limitará a 60 cm. Asimismo, la excavación no podrá superar 1,50 metros de profundidad, salvo que ésta quede inscrita en otra de mayor tamaño. En cualquier caso, el procedimiento para realizar el ensayo deberá requerir la aprobación previa de la Dirección del Contrato.

Sondeos geofísicos

La finalidad de estos sondeos, salvo técnicas muy especializadas, no es conocer el terreno a investigar de una manera puntual y detallada, sino tener un rápido conocimiento de una zona, con objeto de completar la geología o de conocer el grado de alteración de un macizo.

Se deberán emplear con precaución y su interpretación deberá ser realizada por personal especializado, junto con los técnicos a cuyo cargo esté la confección del plano geológico.

Los perfiles geofísicos realizados se representarán en las plantas geológicas 1:5.000, con una simbología que indique si se trata de un sondeo sísmico o eléctrico y un trazo en la dirección del perfil realizado, de longitud proporcional a la apertura.

No se admitirá como ejecutado, ni se incluirá en el anejo, ningún perfil que no tenga una interpretación apoyada en la geología de superficie, realizada junto con el técnico responsable de la confección del plano geológico.

Perfiles sísmicos (sísmica de refracción)

Se emplearán dispositivos constituidos por implantaciones de 12 o de 24 geófonos, espaciados unos 5 metros, configurando implantaciones de unos 60 o 120 metros respectivamente. En el caso de 12 geófonos se efectuará un mínimo de cinco tiros equidistantes (uno central, dos interiores y dos exteriores a unos 2,5 metros de ambos geófonos extremos) y de siete en el caso de 24 geófonos (uno central, cuatro interiores y dos exteriores a unos 2,5 metros de los geófonos extremos).

En caso de que varias implantaciones sísmicas se dispongan contiguas para configurar un perfil sísmico se solaparán al menos los dos últimos geófonos de la implantación anterior con los dos primeros de la siguiente para reducir la pérdida de información, aunque, en principio, se dará preferencia a la utilización de dispositivos largos.

Cualquier otro dispositivo diferente requerirá la autorización previa de la Dirección del Contrato.

El procesado e interpretación de los registros sísmicos de refracción obtenidos para determinar la distribución de los valores de V_p del terreno en la sección sísmica se podrá realizar al menos por el Método Recíproco Generalizado o equivalentes, y preferiblemente mediante métodos de tipo tomográfico que permitan su representación con distribución continua. El uso de cualquier otro método requerirá el permiso previo de la Dirección.

El informe sísmico de refracción presentado deberá incluir, al menos, los siguientes documentos:

- Gráficos tiempo-distancia (dromocrónicas) representados junto con las secciones sísmicas interpretadas en base a los datos geológicos disponibles con indicación de los valores de V_p , espesor de cada capa y límites entre material excavable, ripable o que requiera explosivos.
- Sismogramas de, al menos, los dos tiros exteriores de cada implantación.
- Registros digitales con los datos originales de campo.

En los gráficos tiempo-distancia (dromocrónicas) se considerarán inaceptables errores superiores al 5% en el valor de los tiempos recíprocos.

REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras tomadas en los distintos reconocimientos se enviarán al laboratorio para realizar los correspondientes ensayos, que serán los adecuados a los fines que se persiguen: idoneidad de los materiales para un determinado uso, estabilidad de los taludes, cargas sobre cimentaciones, asientos, etc.

En los ensayos de laboratorio se hará constar, como observaciones al ensayo, cualquier anomalía que se presente durante su ejecución, así como si se han producido circunstancias que hagan el ensayo poco fiable.

Los ensayos de laboratorio se efectuarán conforme a la propuesta de campaña geotécnica aprobada por la Dirección del Contrato.

Se seguirá la normativa vigente, preferiblemente normativa UNE o NLT o, en caso de no existir norma, las reglas de buena práctica establecidas. En cualquier caso el Contratista seguirá las indicaciones que reciba por parte de la Dirección.

El Contratista deberá utilizar sus propios equipos materiales y humanos ofertados, con prioridad respecto a los de sus colaboradores o subcontratistas. Estos equipos no podrán ser sustituidos por otros distintos sin la aprobación expresa previa de la Dirección.

Todos los equipos de trabajo deberán estar en buenas condiciones durante el desarrollo de los ensayos. Si, a juicio de la Dirección del Contrato, algún equipo fuera inadecuado, deberá ser reemplazado por otro a costa del Contratista.

En el caso de que la campaña geotécnica no esté incluida en el precio del contrato, no serán de abono aquellos ensayos de laboratorio que no hayan sido aprobados previamente por la Dirección, que no hayan sido realizados siguiendo las especificaciones de este Pliego o cuyos resultados sean incorrectos o defectuosos sistemáticamente por causas achacables al Contratista.

La Dirección del Contrato se reserva la facultad de comprobar los resultados de los ensayos que, a su juicio, ofrezcan alguna duda, para lo cual el Contratista dispondrá una muestra preparada al efecto. Dicha comprobación será por cuenta de la Dirección, salvo en las situaciones en las que la diferencia obtenida, una vez cotejada, difiera notablemente del resultado ofrecido por el Contratista, en cuyo caso, éste abonará el coste del mismo.

El Contratista deberá introducir los datos de los ensayos de laboratorio realizados en unas hojas Excel facilitadas por la Dirección del Contrato con objeto de incluirlos en las bases de datos de la Administración.

Los ensayos de laboratorio (y las correspondientes Normas) que usualmente se realizan para llevar a cabo la identificación y clasificación de los suelos y rocas, así como para determinar sus características de resistencia y deformabilidad, entre otros aspectos se recogen en la nota de servicio 3/2012 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos del Ministerio de Fomento *“Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras”*.

A continuación se indica la normativa de referencia para algunos ensayos.

Denominación	Norma	UNE
Apertura y descripción de muestras.	ASTM-D2488	EN ISO 14688-1/02
Preparación de cada muestra para cualquier nº de ensayos.	NLT-101/72	103100/95
Determinación de humedad natural.	NLT-102/91	103300/93
Densidad aparente ó seca.		103301/94
Peso específico de partículas sólidas.		103302/94
Granulometría por tamizado, en suelos.	NLT-104/71	103101/95
Proctor normal.	NLT-107/91	103500/94
Proctor modificado.	NLT-108/91	103501/94

Denominación	Norma	UNE
CBR de Laboratorio, normal o modificado, sin incluir Proctor.	NLT-111/78	103502/95
Presión máxima de hinchamiento, en muestra inalterada o remoldeada.	ASTM-D3877	103602/96
Hinchamiento libre, en muestra inalterada o remoldeada, en edómetro.	ASTM-D3877	103601/96
Hinchamiento Lambe.		103600/96
Ensayo edométrico con curvas consolidación-tiempo.		103405/94
Ensayo de colapsabilidad.	NLT-254/99	103406/06
Compresión simple en suelos.	NLT-202/91	103400/93
Corte directo en suelos.	ASTM-D3080	103401/98
Corte sobre discontinuidades rocosas.		ISRM
Triaxial en suelos.		103402/98
Permeabilidad bajo carga constante en suelos granulares.		103403/99
Triaxial en roca.		22950-4/92
Carbonatos (cuantitativos).	NLT-116/91	103200/93
Límites de Atterberg.		103103/94 103104/93
Comprobación de la no plasticidad.	NLT-106/91	103104/93
Determinación del límite de retracción.		103108/96
Granulometría del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE (Sedimentación).	MELC-16-01-a NLT-152/89	103102/95
Granulometría por tamizado en zahorras.	NLT150/89	103101/95
Análisis químico completo de agua según EHE anejo 5, para determinar su agresividad al hormigón, determinando: PH Magnesio Amonio Sulfatos Dióxido de carbono libre Residuo seco a 110 °C	EHE	
Equivalente de arena.	NLT-113/87	103109/95 EN 933-8/99
Compresión simple en roca, incluso tallado y refrentado.	NLT-250/91	22950-1/90
Determinación del coeficiente de desgaste de Los Ángeles.	NLT-149/91	EN 1097-2/98
Determinación del contenido de sulfatos solubles.	NLT-120/72	103201/96
Determinación de la materia orgánica.	NLT-118/72 NLT-117/72	103204/93
Porcentaje de absorción de agua.	ASTM-C97	EN 1097-6/00
Medida de la velocidad de propagación de ondas en probetas cilíndricas, incluida la preparación (velocidad sónica).	ASTM-D2845	83308
Compresión simple en roca con bandas extensiométricos, incluso tallado y refrentado.	ASTM-D3148	22950-3/90
Ensayo a tracción indirecta (brasileño)	NLT-253/94	22950-2/90
Ensayo de dispersión o erosión interna (Pin-Hole)	NLT-207/91	
Determinación del desmoronamiento de rocas blandas. Slake Durability Index.	NLT-251/91	

Denominación	Norma	UNE
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua.	NLT-255/99	
Análisis petrográfico mediante lámina delgada, incluyendo preparación y fotografías en color.	NVR 3-4-00	EN 932-3/96 EN 12407/00
Ensayo de carga puntual Franklin.	NLT-252/91	22950-5/96
Determinación del coeficiente Micro-Deval húmedo.	NF P 18572	EN 1097-1/96
Determinación de la dureza Schmidt.	NRV 3-400	83307

IDENTIFICACIÓN DE PARCELAS Y OBTENCIÓN DE PERMISOS

El Consultor identificará las parcelas en las que debe realizarse las prospecciones así como los trabajos previstos en cada una de ellas (contenido, inicio previsto, duración, accesos,...), y solicitará la autorización del propietario de la parcela.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 110 de la ley de Expropiación Forzosa, los perjuicios que con las operaciones pudieran causarse en ella serán abonados en el acto, hecho que deberá tener en cuenta el Consultor.

El Consultor deberá informar a la Dirección del Proyecto de aquellos casos en los que no haya sido posible la realización de las prospecciones o actividades previstas, para que ésta tome las medidas que considere oportunas.

El Consultor adjuntará fotografías de la situación inicial y final en que ha quedado la parcela afectada.

Si lo estimase la Dirección de Proyecto o a propuesta del Consultor, y siempre que no exista acuerdo con los propietarios para acceder a las parcelas, se podrá promover una Resolución del Director General de Obras Públicas e Infraestructuras para su información pública, en la que se indique la necesidad de realizar ocupaciones temporales en las fincas seleccionadas elaborándose la siguiente tabla:

Polígono	Parcela	Propietario	Tipo de cultivo	Superficie a ocupar y situación	Trabajos a realizar	Duración estimada de los trabajos