



1.- PRESENTACIÓN: EL LABORATORIO DE GEOTECNIA DEL CEDEX

El Laboratorio de Geotecnia es un organismo perteneciente al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), organismo autónomo de la Administración General del Estado dependiente de los Ministerios de Fomento y de Medio Ambiente del Gobierno de España.

Dentro del CEDEX, el Laboratorio de Geotecnia es la organización especializada en la investigación, experimentación y asistencia técnica en materia de mecánica de suelos y rocas, ingeniería geológica y geotécnica, fundamentalmente en sus ramas de geotecnia vial, hidráulica, portuaria y ambiental, y, en general, en todas las actividades de ingeniería civil vinculadas al terreno.

Los objetivos específicos del Laboratorio de Geotecnia se pueden concretar en los siguientes aspectos:

- Asistencia técnica en materia geotécnica a los Ministerios encargados de las Obras Públicas y del Medio Ambiente y otras entidades públicas o privadas
- Desarrollo de proyectos nacionales e internacionales de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en temas geotécnicos
- Acción internacional por medio de Grupos de Trabajo de la U.E. y las Redes Tecnológicas
- Actividades de transferencia del conocimiento, formación y cooperación al desarrollo.

Dichos objetivos específicos se desarrollan en diferentes campos de actividad agrupados en las siguientes áreas operativas:

- Ensayos de laboratorio en suelos, rocas, aguas y materiales alternativos
- Auscultación y ensayos de campo.
- Actividades de gabinete.

El Laboratorio de Geotecnia también cuenta con una gran instalación para ensayos de infraestructuras ferroviarias donde se estudia el comportamiento mecánico y la fatiga de los materiales que constituyen los terraplenes, las capas de forma, de sub-balasto y balasto, que configuran las infraestructuras ferroviarias, mediante ensayos acelerados en los que se simula el paso de trenes de distintos pesos a diferentes velocidades.

El cuadro adjunto muestra más detalladamente las diferentes actividades que se desarrollan en el Laboratorio de Geotecnia.

ENSAYOS DE LABORATORIO			
Suelos	Estáticos	Identificación geotécnica	Permeabilidad
Rocas	Dinámicos	Identificación química	Dispersabilidad
Aguas		Caracterización físico-química	Resistencia
Mat.Alternativos		Estado natural	Deformabilidad
		Compactabilidad	Expansividad y succión

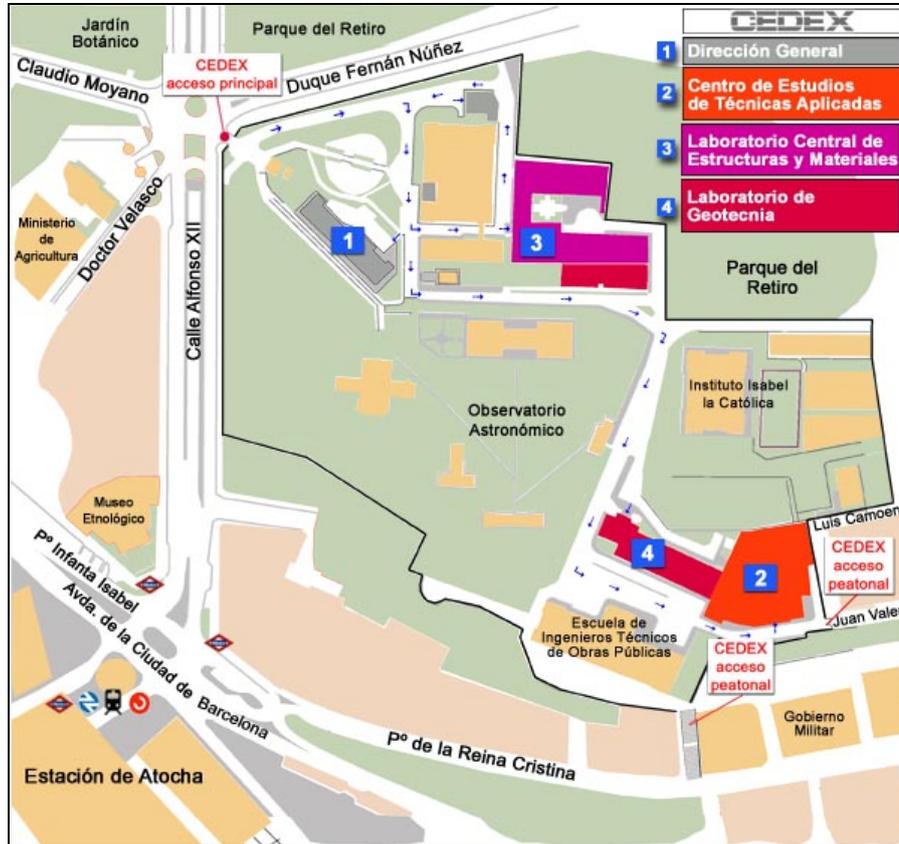
AUSCULTACIÓN Y ENSAYOS DE CAMPO		
Ensayos in situ	Penetrómetros	Control de calidad de ensayos
Instrumentación	Presiómetros y dilatómetros	Técnicas geofísicas
Control de actuaciones	Levantamientos topográficos	Reconocimientos geológicos
Geología de campo	Auscultación de obras	Reconocimientos geotécnicos

ACTIVIDADES DE GABINETE		
Infraestructuras del transporte	Cimentaciones especiales	Modelos y leyes constitutivas
Obras hidráulicas y medioambientales	Túneles y galerías	Ingeniería geológica
Edificación	Estabilidad de presas y embalses	Análisis dinámicos
	Excavaciones y rellenos	Mejora del terreno
		Geotecnia medioambiental



CEDEX

PLANO DE LOCALIZACIÓN



DIRECCIONES

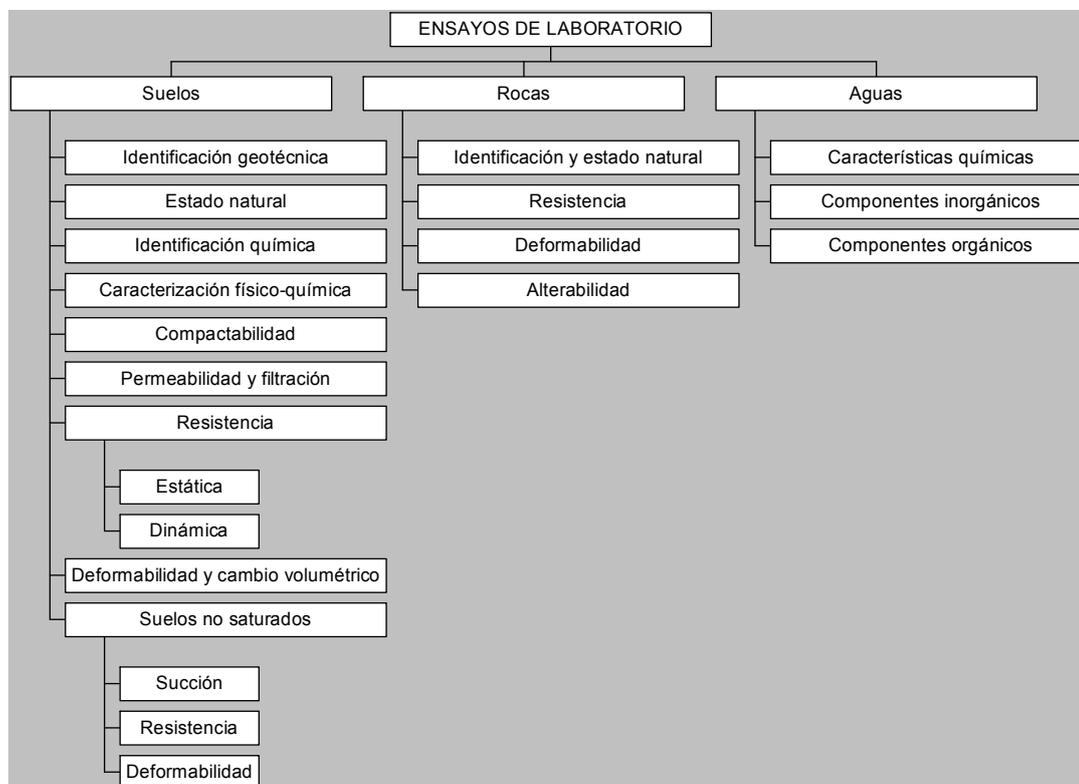
Laboratorio de Geotecnia
CEDEX
C/ Alfonso XII, 3
28014 Madrid

Tel: (+34) 91.335.73.00
Fax: (+34) 91.335.73.22

www.cedex.es

2.- RELACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Se presenta seguidamente la relación de ensayos de laboratorio que se ejecutan en el momento presente en el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX. Dichos ensayos se han agrupado en capítulos diferentes, tal como puede verse en el siguiente cuadro.



Para cada ensayo en particular, se especifica la denominación del ensayo, la clasificación respecto al tipo de ensayo, el equipo utilizado, la norma de aplicación (o, en su defecto, si el ensayo se realiza según procedimiento interno del Laboratorio de Geotecnia) y los resultados que constituyen el objeto del ensayo.

Se indica, adicionalmente, mediante códigos de símbolos, recogidos en la leyenda adjunta, si el ensayo en cuestión es de aplicación en suelos, rocas o aguas, si se trata de un ensayo de carácter fundamentalmente geotécnico (y en su caso, estático o dinámico) o químico y si en su realización se aplican técnicas convencionales o especiales. Cabe mencionar que no se incluye, en esta relación, los ensayos especiales que se ejecutan en la instalación para ensayos de infraestructuras ferroviarias del CEDEX.

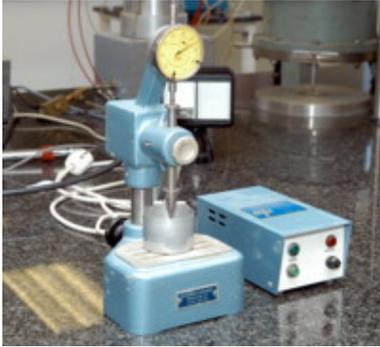
Detalles adicionales sobre los métodos de ensayo empleados y límites de aplicación se pueden solicitar contactando con el Área de Geotecnia Básica y Experimental del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, en los teléfonos y direcciones anteriormente indicados.

LEYENDA



SUELOS: identificación geotécnica y estado natural

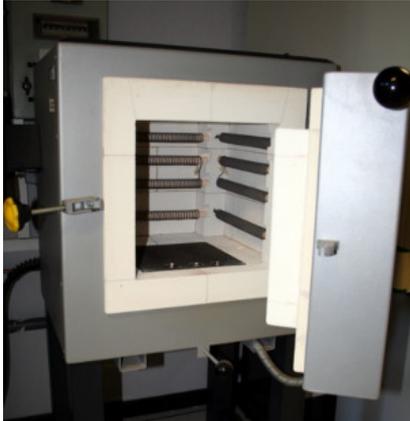
<p>Análisis granulométrico de suelos por tamizado ○</p>	<p>UNE 103101:1995 △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica.</p>	
<p>Equipo: Balanzas de varias capacidades, series de tamices UNE con aperturas desde 80 mm hasta 0,08 mm.</p>	
<p>Resultado: Curva granulométrica.</p>	
<p>Análisis granulométrico de suelos por sedimentación ○</p>	<p>UNE 103102:1995 △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica.</p>	
<p>Equipo: Densímetro, balanza, estufa de desecación, dispersante, baño termostático, probetas y termómetro.</p>	
<p>Resultado: Curva granulométrica completa.</p>	
<p>Análisis granulométrico de suelos Difracción Rayos láser ●</p>	<p>Sin normativa específica △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica.</p>	
<p>Equipo: Aparato especialmente diseñado para este ensayo, de la casa Honeywell, que consta de: módulo de medida, recirculador y programas de medida e interpretación.</p>	
<p>Resultado: Curva granulométrica completa.</p>	
<p>Determinación del límite líquido de un suelo Método del aparato de Casagrande ○</p>	<p>UNE 103103:1994 △</p>
<p>Clasificación : Identificación y clasificación geotécnica.</p>	
<p>Equipo: Cuchara de Casagrande, acanaladores, pesa-sustancias, balanza y estufa de desecación.</p>	
<p>Resultado: Límite líquido (W_L).</p>	

Determinación del límite líquido de un suelo ○ Método del cono	BS 1377: Part 2: 1990 △
Clasificación : Identificación y clasificación geotécnica.	
Equipo: dispositivo con penetrómetro con altura de caída prefijada. Recipientes portamuestras y medidor de la penetración.	
Resultado: Límite líquido (W_L).	
Determinación del límite plástico de un suelo ○	UNE 103104:1993 △
Clasificación : Identificación y clasificación geotécnica.	
Equipo: pesa-sustancias, balanza y estufa de desecación. Tamiz de 0,4 mm UNE.	
Resultado: Límite plástico (W_P).	
Determinación de densidad relativa de las partículas (método del picnómetro) ○	UNE 103302:1994 △
Clasificación : Identificación y clasificación geotécnica.	
Equipo: Picnómetros, baño termostático y balanza.	
Resultado: Densidad relativa de las partículas.	
Determinación del peso específico de las partículas mediante picnometría de Helio ●	ASTM – 5550-94 △
Clasificación: Estado natural.	
Equipo: Picnómetro de Helio	
Resultado: Peso específico de las partículas. Mismo fundamento físico que el picnómetro convencional, pero en lugar de agua se utiliza un gas noble como el Helio para la medida de desplazamiento de volúmenes.	

<p>Determinación de la densidad mínima de una arena ○</p>	<p>UNE 103105:1993 △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica. Equipo: moldes de compactación, embudo, masa de compactación y balanza.</p>	
<p>Resultado: Densidad mínima de una arena.</p>	
<p>Determinación de la densidad máxima de una arena – Método de apisonado ○</p>	<p>UNE 103106:1993 △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica. Equipo: moldes de compactación, embudo, masa de compactación y balanza.</p>	
<p>Resultado: Densidad máxima de una arena.</p>	
<p>Determinación del índice "Equivalente de Arena" ○</p>	<p>UNE 103109:1995 △</p>
<p>Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica. Equipo: probetas cilíndricas, tubo irrigador, varilla y reactivos especiales.</p>	
<p>Resultado: Equivalente de arena (E.A.).</p>	

Penetrómetro y molinete de bolsillo <input type="radio"/>	Sin normativa específica △
Clasificación: Identificación y clasificación geotécnica.	
Equipo: Penetrómetro y molinete de bolsillo con juego de espas.	
Resultado: Valores orientativos de la resistencia a la compresión simple y de la resistencia al corte no drenado de un suelo arcilloso.	
Determinación de la humedad de un suelo (Método de secado en estufa) <input type="radio"/>	UNE 103300:1993 △
Clasificación: Estado natural.	
Equipo: Pesa-sustancias, bandejas, balanzas, desecador y estufa de desecación.	
Resultado: Humedad natural (W_{nat}).	
Determinación de la densidad de un suelo <input type="radio"/>	UNE 103301:1994 △
Clasificación: Estado natural.	
Equipo: balanza hidrostática, parafina y pie de rey.	
Resultado: Densidad aparente (γ_{ap}).	

SUELOS: identificación química

<p>Determinación del contenido de carbonatos <input type="radio"/></p>	<p>UNE 103200:1993</p>
<p>Clasificación: Identificación química. Equipo: Calcímetro de Bernard.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de carbonatos (en CO_3Ca y CO_2).</p>	
<p>Determinación del contenido de sulfatos solubles <input type="radio"/></p>	<p>UNE 103201:1996; UNE 103202:1995 y UNE 103206:2006</p>
<p>Clasificación: Identificación química. Equipo: Equipo de cromatografía iónica.</p>	
<p>Resultado: Valores cualitativos y cuantitativos del contenido de sulfatos (en SO_3 y $\text{SO}_4\text{Ca}_2\text{H}_2\text{O}$).</p>	
<p>Determinación de la composición química total de un suelo con fusión alcalina <input type="radio"/></p>	<p>Sin normativa específica</p>
<p>Clasificación: Identificación química. Equipo: Basado en un sistema de fusión alcalina de la muestra de suelo en crisol de Platino y posterior análisis con el sistema ICP-OES.</p>	
<p>Resultado: Contenido porcentual de Na, K, Mg, Ca, Ba, Sr, Fe, Ni, Co, Ti, Si, S, Cu, Cr, V, Mn, Zn, Cd, Hg, P, As.</p>	

<p>Determinación del contenido de materia orgánica <input type="radio"/></p>	<p>Sustitución de la norma UNE 103204:1993</p>
<p>Clasificación: Identificación química.</p>	
<p>Equipo: Valorador tritrino automatizado que permite analizar un gran número de muestras mediante el método de Walkley-Black, más preciso y sencillo que el sistema tradicional.</p>	
<p>Resultado: Contenido de Materia Orgánica.</p>	
<p>Determinación de Sales Solubles <input type="radio"/></p>	<p>UNE 103205:2006</p>
<p>Clasificación: Identificación química.</p>	
<p>Equipo: basado en la determinación gravimétrica del contenido en sales con evaporación del agua.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos porcentuales del contenido de sales solubles</p>	
<p>Determinación de la Capacidad de Intercambio Iónico (catión amonio) <input type="radio"/></p>	<p>NLT 114/96</p>
<p>Clasificación: Identificación química.</p>	
<p>Equipo: basado en el método de Rhoades J.D. (1982) – carga de la arcilla con sodio y posterior extracción y medida del Na por I.C.P.C.I.C.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido catión amonio (Na⁺).</p>	

SUELOS: caracterización físico-química

<p>Determinación de la textura y estructura ●</p>	<p>Sin normativa específica ▲</p>
<p>Clasificación: Caracterización físico-química. Equipo: Lupa binocular (estereomicroscopio) para la descripción de la textura y estructura del material con un aumento de hasta 50 veces, con sistema de captura y análisis digital de imágenes. Resultado: textura y estructura a escala microscópica, con aumento de 50x.</p>	
<p>Determinación de la textura y estructura ●</p>	<p>Sin normativa específica ▲</p>
<p>Clasificación: Caracterización físico-química. Equipo: Microscopio metalográfico de microscopía de reflexión para la determinación de la textura y estructura con un aumento de hasta 1000 veces, con sistema de captura y análisis digital de imágenes. Resultado: textura y estructura a escala microscópica, con aumento de 1000x.</p>	
<p>Determinación de red porosa mediante porosimetría de mercurio ●</p>	<p>ISO 15901-1:2005</p>
<p>Clasificación: Caracterización físico-química. Equipo: Porosímetro de mercurio basado en la introducción de mercurio con control de presión. Resultado: Curva de distribución de tamaño de poro, por debajo de 0,5 mm.</p>	
<p>Determinación de la superficie específica mediante adsorción de nitrógeno ●</p>	<p>ISO 15901-2:2006 ISO 15901-3:2007 ▲</p>
<p>Clasificación: Caracterización físico-química. Equipo: Sistema de adsorción de nitrógeno con control de presión. Resultado: Superficie específica de las partículas.</p>	

SUELOS: compactabilidad

Ensayo de compactación Próctor Normal ○	UNE 103500:1994 △
<p>Clasificación: Compactabilidad.</p> <p>Equipo: Sistema mecanizado o manual de compactación Próctor normal: maza de compactación, molde Próctor normal, balanza y estufa de desecación.</p> <p>Resultado: humedad óptima y densidad seca máxima (fracción de suelo inferior a 20 mm).</p>	
Ensayo de compactación Próctor Modificado ○	UNE 103501:1994 △
<p>Clasificación: Compactabilidad.</p> <p>Equipo: Equipo mecanizado o manual de compactación Próctor modificado: maza de compactación, molde Próctor modificado, balanza y estufa de desecación.</p> <p>Resultado: humedad óptima y densidad seca máxima (fracción de suelo inferior a 20 mm).</p>	
Determinación del índice CBR de un suelo ○	UNE 103502:1995 △
<p>Clasificación: Compactabilidad.</p> <p>Equipo: Constituido por un compactador mecanizado o manual del Próctor normal o modificado, tres moldes CBR, tres placas ranuradas con vástago, tres trípodes con comparador, pesas CBR, recipiente para mantener los tres moldes en la fase de inmersión, balanza y estufa de desecación</p> <p>Resultado: Valores del CBR, agua absorbida e hinchamiento</p>	

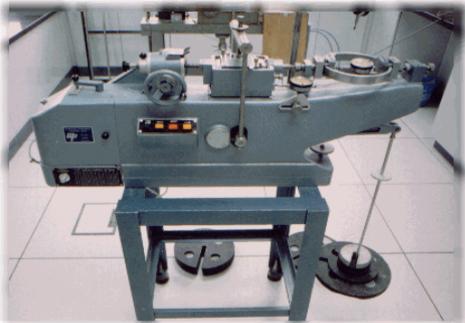
Ensayo de compactación Harvard miniatura ○	ASTM STP 479 △
<p>Clasificación: Compactabilidad.</p> <p>Equipo: compactador Harvard, molde de 1 ^{5/16} " de diámetro y 2.816" de altura.</p> <p>Resultado: humedad óptima y densidad seca máxima de la fracción de suelo inferior a 4,75 mm.</p>	
Ensayo de compactación mini-Próctor ○	Sin normativa específica △
<p>Clasificación: Compactabilidad.</p> <p>Equipo: molde tripartido de 1 1/2" de diámetro y 3" de altura, mazas tipo Army de 0,5 y 1,5 kg.</p> <p>Resultado: humedad óptima y densidad seca máxima de la fracción de suelo inferior a 4,75 mm.</p>	

SUELOS: permeabilidad y filtración

<p>Determinación de la permeabilidad Método de carga constante</p>	<p>○ UNE 103403:1999 △</p>
<p>Clasificación: Permeabilidad.</p> <p>Equipo: El permeámetro está constituido por células de varios tamaños, piezómetros, probetas graduadas, termómetro y cronómetro. Está indicado para la determinación de la permeabilidad de una muestra de suelo del tamaño máximo de las gravas, con permeabilidades en el rango entre 10^{-2} a 10^{-5} m/s.</p> <p>Resultado: Coeficiente de permeabilidad (K).</p>	
<p>Determinación de la permeabilidad Método de carga variable</p>	<p>○ ASTM D 5856-95 △</p>
<p>Clasificación : Permeabilidad.</p> <p>Equipo: molde de paredes rígidas, permeámetro-compactador, piezómetros y cronómetro. Está indicado para la determinación de la permeabilidad de suelos de 20 mm de tamaño máximo, con permeabilidades en el rango entre 10^{-4} a 10^{-10} m/s.</p> <p>Resultado: Coeficiente de permeabilidad (K).</p>	
<p>Determinación de la permeabilidad en célula triaxial</p>	<p>○ BS 1377: Part 6: 1990 △</p>
<p>Clasificación : Permeabilidad.</p> <p>Equipo: Células triaxiales de varios tamaños de probeta (1,5", 2", 3", 4", 6" y 9" de diámetro), tres sistemas de presión constante y medidores del cambio de volumen. Está indicado para la determinación de la permeabilidad de suelos arcillosos, con tamaño máximo de partículas hasta 5 cm.</p> <p>Resultado: Coeficiente de permeabilidad (K).</p>	

<p>Determinación de la permeabilidad en célula tipo Rowe ○</p>	<p>BS 1377: Part 6: 1990 △</p>
<p>Clasificación : Permeabilidad. Equipo: célula Rowe de consolidación , tres sistemas de presión constante y medidas de cambio de volumen. Está indicado para suelos con 20 mm de tamaño máximo de partículas. Resultado: Coeficiente de permeabilidad vertical (K_v) y horizontal (K_h).</p>	
<p>Dispersabilidad por tubificación (Pin-Hole) ○</p>	<p>NLT 207/91 △</p>
<p>Clasificación: Dispersabilidad Equipo: Célula cilíndrica de plástico de 33 mm de diámetro interior y 101 mm de largo, Cono truncado metálico o de plástico, discos de malla metálica, depósito de agua con dispositivo para variar su altura y compactador tipo Army o Harvard. Resultado: Determinación del carácter dispersivo de los suelos arcillosos.</p>	
<p>Dispersabilidad con doble densímetro ○</p>	<p>BS 1377:Part 5: 1990 △</p>
<p>Clasificación: Dispersabilidad. Equipo: Densímetro, balanza, estufa de desecación, dispersante, baño termostático, probetas, termómetro. Resultado: Curvas granulométricas con y sin dispersante e Índice de dispersión (I_d).</p>	

SUELOS: resistencia

Ensayo de rotura a compresión simple ○	UNE 103400:1993 △
Clasificación: Resistencia.	
Equipo: Prensa, medidores de fuerza y deformación, balanza y estufa de desecación. La prensa tiene una capacidad máxima de 20 t.	
Resultado: Resistencia a la compresión simple.	
Ensayo de corte directo ○	UNE 103401:1998 △
Clasificación: Resistencia.	
Equipo: Equipos de corte tangencial para la determinación de la resistencia de probetas cuadradas de 5x5, 6x6, 10x10, 15x15 y 30x30 cm y circulares de 5, 6 y 8 cm de diámetro. La presión vertical máxima que se puede aplicar es de 0,9 MPa.	
Resultado: cohesión y ángulo de rozamiento.	
Ensayo de corte circular ●	ASTM D 6467 y BS 1377:Part 7: 1990 △
Clasificación: Resistencia.	
Equipo: Equipo de corte circular para determinación de la resistencia residual con probetas de forma anular de 100 mm Φ exterior y 70 mm Φ interior, especialmente diseñado para muestras arcillosas remoldeadas. La carga vertical máxima que se suele utilizar es de 100 kPa.	
Resultado: Cohesión y ángulo de rozamiento residual característicos de la resistencia residual del material.	

<p>Ensayo triaxial ○</p>	<p>UNE 103402:1998 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: Constituido por un conjunto de células triaxiales para probetas cilíndricas de 1,5", 2", 3", 4" y 6" de diámetro, prensas de hasta 20 t de fuerza, medidores de fuerza, desplazamiento, presión, y cambio de volumen y un sistema automático de toma de datos.</p>	
<p>Resultado: cohesión, ángulo de rozamiento y trayectoria de tensiones.</p>	
<p>Ensayo triaxial de grandes dimensiones ●</p>	<p>UNE 103402:1998 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: Constituido por un conjunto de células triaxiales para probetas cilíndricas de 9" de diámetro, una prensa de hasta 100 t de fuerza, medidores de fuerza, desplazamiento, presión, y cambio de volumen y un sistema automático de toma de datos.</p>	
<p>Resultado: cohesión y ángulo de rozamiento.</p>	
<p>Ensayo triaxial con control de la trayectoria de tensiones ●</p>	<p>UNE 103402:1998 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: Ensayos triaxiales con control hidráulico por microprocesador y regulación independiente de los parámetros de ensayo, mediante válvulas neumáticas accionadas por motores paso a paso. Las probetas deben ser cilíndricas de 1,5" de diámetro.</p>	
<p>Resultado: Curvas tensión-deformación para trayectorias de tensiones especiales.</p>	
<p>Ensayo de molinete de laboratorio ○</p>	<p>B.S. 1377:1990 Part 7. ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: Molinete de laboratorio con su juego de muelles calibrados y estufa de desecación. El par máximo que se puede aplicar es de 8 kp.cm.</p>	
<p>Resultado: Resistencia al corte no drenada de suelos arcillosos blandos.</p>	

SUELOS: deformabilidad y cambio volumétrico

Ensayos edométricos convencionales ○	UNE 103405:1994 △
<p>Clasificación: Deformabilidad.</p> <p>Equipo: Sistema de aplicación de cargas hasta 1,2 MPa y un sistema de medida y registro automático de las deformaciones, tipo LVDT, con apreciación de hasta 0,001 mm. Las probetas deben ser cilíndricas de 50 ó 70 mm de diámetro y de 5, 12 ó 20 mm de altura.</p> <p>Resultado: Curva edométrica y curvas de consolidación.</p>	
Ensayos edométricos tipo Rowe ○	BS 1377:Part 6: 1990 △
<p>Clasificación: Deformabilidad.</p> <p>Equipo: conjunto de células de diferentes tamaños (76, 152 y 254 mm de diámetro) con presión vertical máxima de 3,5 MPa y medida de la presión intersticial hasta 1 MPa. Está indicado para suelos con tamaño máximo de 20 mm.</p> <p>Resultado: Curva edométrica y curvas de consolidación.</p>	
Ensayos edométricos de altas presiones ●	UNE 103405:1994 △
<p>Clasificación: Deformabilidad.</p> <p>Equipo: Sistema completo con servocontrol de la carga vertical hasta 200 kN que permiten alcanzar presiones de 50 MPa sobre las probetas cilíndricas de 45 y 70 mm de diámetro.</p> <p>Resultado: Curva edométrica y curvas de consolidación.</p>	
Ensayos de colapso en suelos ○	UNE 103406:2006 △
<p>Clasificación: Deformabilidad.</p> <p>Equipo: células de consolidación, sistemas de presión constante y medidores de deformaciones.</p> <p>Resultado: Índices de colapso (I) y de potencial porcentual de colapso (Ic).</p>	

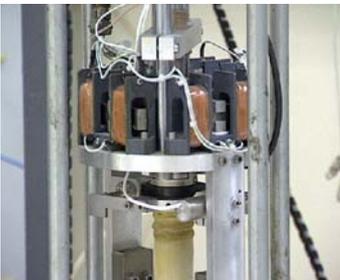
<p>Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe ○</p>	<p>UNE 103600:1996 △</p>
<p>Clasificación: Expansividad. Equipo: Aparato Lambe constituido por una célula, anillo dinamométrico, maza de compactación, estufa y balanza.</p>	
<p>Resultado: Cambio de volumen potencial de un suelo fino.</p>	
<p>Determinación del hinchamiento libre en edómetro ○</p>	<p>UNE 103601:1996 △</p>
<p>Clasificación: Expansividad. Equipo: Sistema de aplicación de cargas hasta 1,2 MPa y un sistema de medida y registro automático de las deformaciones, tipo LVDT, con apreciación de hasta 0,001 mm. Las probetas deben ser cilíndricas de 50 ó 70 mm de diámetro y de 5, 12 ó 20 mm de altura</p>	
<p>Resultado: Hinchamiento libre.</p>	
<p>Determinación de la presión de hinchamiento libre en edómetro ○</p>	<p>UNE 103602:1996 △</p>
<p>Clasificación: Expansividad. Equipo: Sistema de aplicación de cargas hasta 1,2 MPa y un sistema de medida y registro automático de las deformaciones, tipo LVDT, con apreciación de hasta 0,001 mm. Las probetas deben ser cilíndricas de 50 ó 70 mm de diámetro y de 5, 12 ó 20 mm de altura.</p>	
<p>Resultado: Presión de hinchamiento (P_h) y relación hinchamiento-presión.</p>	
<p>Determinación de las propiedades de consolidación isotrópica en célula triaxial ●</p>	<p>BS 1377:Part 6: 1990 △</p>
<p>Clasificación: deformabilidad y cambio volumétrico. Equipo: célula triaxial, dos sistemas de presión constante y medidor de cambio de volumen. Las probetas deben ser cilíndricas de hasta 9" de diámetro. La presión de consolidación máxima es de 1,4 MPa.</p>	
<p>Resultado: coeficiente de consolidación isotrópica (C_{vi}) y coeficiente de compresibilidad volumétrica isotrópica (m_{vi}).</p>	

SUELOS NO SATURADOS

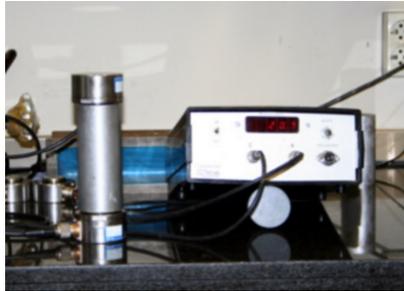
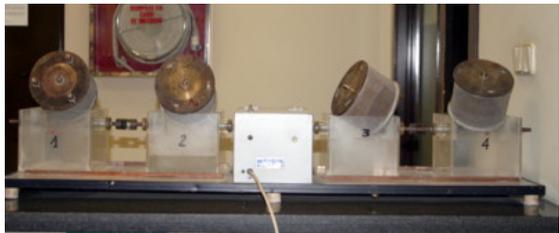
<p>Determinación de las características de retracción de un suelo ○</p>	<p>UNE 103108:1996 △</p>
<p>Clasificación: Expansividad y succión.</p>	
<p>Equipo: Constituido por una cápsula de retracción, recipiente de vidrio, lámina plana, balanza y estufa de desecación. Se emplea para medir los cambios volumétricos de suelos finos con la humedad.</p>	
<p>Resultado: Límite de retracción y retracción volumétrica.</p>	
<p>Determinación de la succión mediante el método del papel de filtro. ●</p>	<p>ASTM D 5298 △</p>
<p>Clasificación: Succión.</p>	
<p>Equipo: Desecador de vacío, papel de filtro especial.</p>	
<p>Resultado: Succión total.</p>	
<p>Determinación de la succión inicial de un suelo fino. ●</p>	<p>Sin normativa específica △</p>
<p>Clasificación: Succión.</p>	
<p>Equipo: Célula de membrana de presión y membranas semipermeables. Las muestras pueden ser inalteradas o remoldeadas.</p>	
<p>Resultado: Succión inicial.</p>	

<p>Determinación de la relación succión-humedad. Succiones matriciales y totales.</p>	<p>● ASTM D 3152 △</p>
<p>Clasificación: Succión.</p>	
<p>Equipo: Células de membrana de presión y membranas semipermeables. Las succiones que permite el equipo llegan hasta un pF de 5,3.</p>	
<p>Resultado: relación entre succión y humedad.</p>	
<p>Ensayo de corte directo con control de succión</p>	<p>● Sin normativa específica △</p>
<p>Clasificación: Resistencia.</p>	
<p>Equipo: Equipo de corte directo en caja de 5x5 cm, con célula con control de la succión matricial hasta 10 MPa.</p>	
<p>Resultado: cohesión y ángulo de rozamiento, en función de la succión.</p>	
<p>Corte directo / fricción en célula especial, con control de succión.</p>	<p>● Sin normativa específica △</p>
<p>Clasificación: Resistencia.</p>	
<p>Equipo: Equipo de corte directo, con célula especial con control de succión (matricial y total).</p>	
<p>Resultado: coeficiente de rozamiento entre un suelo y un geosintético.</p>	
<p>Ensayos edométricos con succión controlada</p>	<p>● Sin normativa específica △</p>
<p>Clasificación: Deformabilidad.</p>	
<p>Equipo: método de presión neumática para succiones de hasta 12 MPa o por fase vapor para succiones de hasta 160 MPa. Las probetas deben ser cilíndricas de 70 mm de diámetro y con alturas de 5, 12 ó 20 mm. La succión máxima que se puede aplicar es de 10 MPa.</p>	
<p>Resultado: hinchamiento y presión de hinchamiento con control de sobrecarga y succión.</p>	

SUELOS: ensayos dinámicos

<p>Columna resonante ●</p>	<p>ASTM D 4015 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia en condiciones dinámicas.</p>	
<p>Equipo: Constituido por una célula triaxial con sistema electromagnético de aplicación de esfuerzo de tensión cíclica y mantenimiento de presión de confinamiento, sistema de medida de presión intersticial, de deformación axial y de deformación tangencial.</p>	
<p>Resultado: módulo de corte y amortiguamiento.</p>	
<p>Ensayo de torsión ●</p>	<p>UNE 103402: 1998 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia en condiciones dinámicas y estáticas.</p>	
<p>Equipo: Modificación del equipo de columna resonante, que sustituye la aplicación de cargas torsionales mediante ondas por otra que permite la aplicación de cargas estáticas, monótonas y cíclicas. Las probetas deben ser cilíndricas de 1,5 " de diámetro.</p>	
<p>Resultado: relación tensión-deformación para un amplio rango de deformaciones.</p>	
<p>Corte simple cíclico ●</p>	<p>Sin normativa específica ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia en condiciones dinámicas.</p>	
<p>Equipo: Equipo de corte simple que permite la aplicación simultánea de solicitaciones horizontales y verticales dinámicas a la probeta, tanto en control de carga como de deformación. La carga vertical máxima es de 500 kg y la horizontal de 70 kg. Las probetas deben ser cilíndricas de 35 y 50 cm² de sección.</p>	
<p>Resultado: variación con el número de ciclos del módulo G y del amortiguamiento. Licuefacción, ensayos con volumen constante.</p>	
<p>Triaxial dinámico ●</p>	<p>ASTM D 3999 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia en condiciones dinámicas.</p>	
<p>Equipo: Prensas hidráulicas servocontroladas de 16 y 100 kN. Las probetas deben ser cilíndricas de 5, 10, 15 y 23 cm de diámetro.</p>	
<p>Resultado: Ensayos de fatiga: variación con el número de ciclos del módulo elástico y del amortiguamiento. Variación de presión intersticial.</p>	

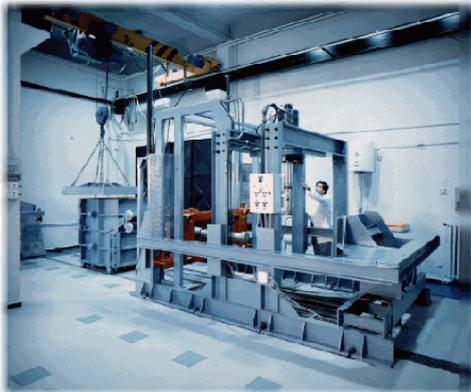
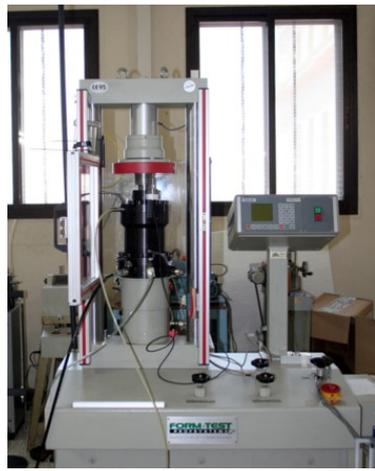
ROCAS : identificación y estado natural

<p>Investigación y ensayos geotécnicos: Identificación y clasificación de rocas ○</p> <p>Clasificación: identificación. Equipo: Tablas normalizadas de descripción y clasificación.</p> <p>Resultado: Descripción de la roca, basada en una identificación visual y manual.</p>	<p>UNE EN ISO 14689-1:2003 ASTM C 127-88</p> 
<p>Ensayo de propagación de ondas ○</p> <p>Clasificación: Clasificación. Equipo: transductores piezoeléctricos y elementos de tarado.</p> <p>Resultado: índice de calidad a partir de la velocidad de propagación de ondas longitudinales.</p>	<p>ASTM D 2845-00</p> 
<p>Peso específico y absorción / Porosidad ○</p> <p>Clasificación: Estado natural. Equipo: Constituido por una balanza con precisión de 1 g que permite pesada hidrostática, cesto de tela metálica y estufa.</p> <p>Resultado: Peso específico, absorción de agua y porosidad.</p>	<p>UNE 83134:1990</p> 
<p>Ensayo de alterabilidad SEHUEDS ○</p> <p>Clasificación: Alterabilidad. Equipo: Constituido por tambor de ensayo metálico normalizado, recipiente y motor. Es necesario también una estufa y una balanza.</p> <p>Resultado: Índices de pérdida de peso para el primer y segundo ciclo.</p>	<p>ASTM D 4644-87</p> 

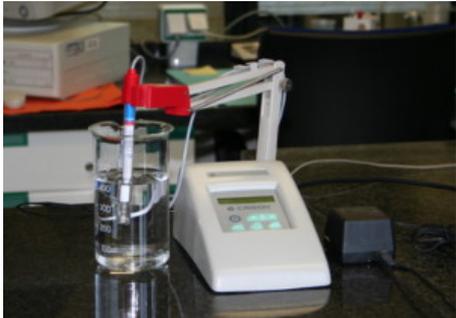
ROCAS : resistencia

<p>Ensayo de compresión uniaxial ○</p>	<p>UNE 22950-1:1990; UNE 22950-3:1990 y ASTM D 2938-95 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: Constituido por prensas hidráulicas de 100, 500 y 2500 kN. Las probetas deben ser cilíndricas de relación 2-2,5 altura/diámetro.</p>	
<p>Resultado: Resistencia a compresión simple, módulo de elasticidad de Young y coeficiente de Poisson.</p>	
<p>Ensayo de carga puntual ○</p>	<p>UNE 22950-5:1990 y ASTM D 5731-95 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: El sistema de carga está constituido por: bastidor, bomba hidráulica, cilindro hidráulico y punzones.</p>	
<p>Resultado: Índice de carga puntual.</p>	
<p>Ensayo a tracción (Ensayo Brasileño) ○</p>	<p>UNE 22950-2:1990 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia. Equipo: prensas hidráulicas servocontroladas y mandíbulas de acero. El diámetro máximo de las probetas es de 10 cm.</p>	
<p>Resultado: Resistencia a tracción.</p>	

<p>Ensayo de compresión triaxial ●</p>	<p>UNE 22950-4:1990 y ASTM D 2664-95a ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia.</p> <p>Equipo: prensa hidráulica de 500 kN, célula triaxial Hoek y amplificador para medida con bandas extensométricas. La probeta debe ser cilíndrica de 2" de diámetro.</p> <p>Resultados: Resistencia y módulos elásticos en condiciones triaxiales.</p>	
<p>Ensayo Triaxial para altas presiones ●</p>	<p>Sin normativa específica ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia.</p> <p>Equipo: célula triaxial para probetas de roca, con aplicación de altas presiones de confinamiento, hasta 50 MPa, de forma simultánea a la aplicación y mantenimiento de altas temperaturas de hasta 250° C. Las probetas deben ser cilíndricas de 5, 7 ó 10 cm de diámetro.</p> <p>Resultado: Resistencia en condiciones triaxiales.</p>	
<p>Ensayo de Corte directo en diaclasas ●</p>	<p>Sin normativa específica ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia</p> <p>Equipo: Caja de corte tangencial con plano de corte de 30x30 cm² y adaptadores de tamaño.</p> <p>Resultado: cohesión y ángulo de rozamiento en el material que constituye la diaclasa.</p>	

<p>Ensayo de Corte directo de escollera ●</p>	<p>UNE 103401:1998 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia y deformabilidad.</p> <p>Equipo: Caja de corte tangencial con plano de corte de 1x1 m² y capacidad de 1 m³ para ensayar suelos con partículas de 20 cm de tamaño máximo; está provisto de un circuito de empuje horizontal servocontrolado con velocidad de deformación constante y otro de empuje vertical controlado en carga. La presión vertical máxima que se puede aplicar es de 1 MPa.</p> <p>Resultado: Cohesión y ángulo de rozamiento. Módulo de deformabilidad vertical.</p>	
<p>Ensayo de fluencia en compresión uniaxial ●</p>	<p>ASTM D 4341-93 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia y deformabilidad.</p> <p>Equipo: equipo de compresión con mantenedor de carga y amplificador para medida con bandas extensométricas. La carga vertical máxima que se puede aplicar es de 615 kp.</p> <p>Resultado: deformación a carga constante de larga duración.</p>	
<p>Ensayo de fluencia en célula triaxial ●</p>	<p>ASTM D 4406-93 ▲</p>
<p>Clasificación: Resistencia y deformabilidad.</p> <p>Equipo: equipo de compresión con mantenedor de carga, célula triaxial y amplificador para medida con bandas extensométricas. La presión de confinamiento máxima que se puede aplicar es de 20 MPa. La carga vertical máxima que permite el equipo es de 200 kN.</p> <p>Resultado: deformación a carga constante y larga duración, en condiciones triaxiales.</p>	

AGUAS	
<p>Análisis de componentes mayoritarios mediante sistema ICP-OES.</p>	Sin normativa específica
<p>Equipo: Técnica espectroscópica de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo. Es capaz de analizar simultáneamente un número elevado de muestras con un límite de detección del orden de ppb ($\mu\text{g/l}$).</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de casi todos los elementos químicos, excepto halógenos y gases nobles.</p>	
<p>Análisis de trazas de metales mediante sistema ICP-OES.</p>	Sin normativa específica
<p>Equipo: Técnica espectroscópica de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo. Es capaz de analizar simultáneamente un número elevado de muestras con un límite de detección del orden de ppb. ($\mu\text{g/l}$).</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de metales y metales de transición.</p>	
<p>Análisis de aniones mayoritarios (sulfatos, nitratos, nitritos y cloruros) mediante Sistema IC.</p>	Sin normativa específica
<p>Características: Este equipo sustituye al método de la norma UNE 103-201:1996 por el análisis de su lixiviado en el sistema de cromatografía iónica. Permite analizar un número mayor de muestras mediante un método más preciso.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de aniones mayoritarios (sulfatos, nitratos, nitritos y cloruros).</p>	
<p>Análisis de cationes mayoritarios mediante el sistema IC.</p>	Sin normativa específica
<p>Características: Sustitución del método de la norma UNE 103-201:1996 por el análisis de su lixiviado en el sistema de cromatografía iónica. Permite analizar un número mayor de muestras mediante un método más preciso.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de Li, Na, K, Ca, Ba y Sr.</p>	

<p align="center">Determinación de pH</p>	<p align="center">ASTM D 4972</p>
<p>Equipo: Tritador automatizado que realiza la medida del pH con electrodo de Ag/AgCl.</p>	
<p>Resultado: pH.</p>	
<p align="center">Potencial Redox</p>	<p align="center">BS 1377:Part 1: 1990</p>
<p>Equipo: Tritador automatizado que realiza la medida del potencial Redox (expresado en mV) con electrodo de platino.</p>	
<p>Resultado: Valor del potencial redox (Eh).</p>	
<p align="center">Determinación de compuestos orgánicos.</p>	<p align="center">Sin normativa específica</p>
<p>Características: análisis realizado mediante cromatografía de gases acoplada a un sistema de detección masas / masas (CG-MS/MS).</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de compuestos orgánicos, hidrocarburos volátiles y pesticidas.</p>	
<p align="center">Determinación de alcalinidad</p>	<p align="center">Sin normativa específica</p>
<p>Equipo: Tritador automatizado que realiza la cuantificación de carbonatos y bicarbonatos presentes en muestras de agua.</p>	
<p>Resultado: Valores cuantitativos del contenido de carbonatos y bicarbonatos.</p>	