

# Lote 1

ANALIZADOR DE DISTRIBUCION  
DE TAMAÑO PARTICULAS PARA  
LA DIFRACCIÓN LASER MULTI-  
LONGITUD DE ONDA

## EQUIPO ANALIZADOR DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS

- El equipo ha de incluir: bancada óptica con módulo de muestra para líquidos acuosos.
- El modo de operación ha de ser totalmente automático y ha de cumplir la normativa ISO/DIN relativa a la determinación de distribución de tamaño de partícula por difracción láser.
- El rango de distribución de tamaños de partícula ha de estar comprendido entre 0,017 y 2000 micras.
- El equipo debe incluir sistema de medida que incorpore longitudes de onda adicionales para la mejora de la resolución en el rango submicrométrico. Se valorará el número de longitudes de onda adicionales.
- Se valorará la incorporación de sistema de medida que aproveche los efectos de la luz polarizada tanto vertical como horizontalmente en la medida de partículas en el rango submicrométrico.
- Se suministrarán patrones de diversos tamaños para la verificación del correcto funcionamiento del equipo.
- El equipo ha de disponer de un sistema de alineación automática del láser, de forma que garantice su correcta alineación durante todo el ensayo.
- Fuentes de luz: láser de estado sólido y lámpara de tungsteno con filtros de paso de banda de alta calidad para diferentes longitudes de onda.
- Se valorará que el equipo disponga de un sistema de detección con el mayor número posible de detectores, que permita la detección y promediado continuo de la señal en cada detector y garantice una alta resolución, exactitud y reproducibilidad en las medidas.
- El volumen del módulo ha de ser de 1 litro, para minimizar los errores debidos al muestreo.
- El módulo acuoso debe incorporar funciones automáticas de llenado, limpieza y dilución, así como de ultrasonificación.

## 1.2. SOPORTE INFORMÁTICO

- El soporte informático ha de incluir al menos *software* de manejo y tratamiento de datos (con paquete estadístico completo), ordenador personal configurado e impresora.
- El *software* ha de ser multitarea, dentro del entorno Windows, tanto para el comando del instrumento como para el tratamiento de datos y elaboración de informes. Así mismo, el *software* ha de permitir:
  - \* Almacenamiento automático de distintas configuraciones de análisis definidas por el usuario.
  - \* Opción de almacenar archivos de muestras analizadas en localizaciones diferentes (disco duro y conexiones de red).
  - \* Permitir establecer un protocolo de generación automática de nombres de archivo.
  - \* Opción de impresión automática al final de cada análisis.
  - \* Posibilidad de exportación de datos y gráficos a otros programas.
  - \* Cálculo automático de distribución de tamaño de partícula mediante modelos ópticos definidos por el usuario en función del tipo de muestra.
  - \* Obtención de distribución de tamaños por interpolación en puntos definidos por el usuario.
  - \* Posibilidad de generar gráficos de superposición de distintas muestras y gráficos promedios de varias muestras.
  - \* Opción de extensión del rango de tamaño hasta 0,017 micrómetros.
  - \* Gráficos y estadísticas en notación Folk Ward Phi, para análisis de sedimentos.
  - \* Estadísticas Rosin-Rammler para estudio de procesos de molienda y aglomeración.
- El ordenador personal ha de incluir: monitor en color, sistema operativo Windows con lector de CD y puertos serie libres para conexión a bancada óptica y red.

# Lote 2

EQUIPO PARA LA  
DETERMINACIÓN DE CURVAS PF  
EN SUELOS

## EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DE CURVAS pF en suelos

Método caja de arena	pF: 0,0 - 2,0	(0 – 0,1 bar)
Método caja de arena/caolín	pF: 2,0 - 2,7	(0,1 – 1,0 bar)
Método de membrana	pF: 3,0 - 4,2	(1,0 – 15,5 bar)

### 1. Descripción de la caja de arena.

Consiste en una caja llena de arena sintética muy fina que posee un sistema de drenaje ubicado en la parte inferior de la misma. La arena se cubre con una fina tela de nylon, sobre la cual se colocan los anillos que contienen las muestras a analizar. Dicho sistema de drenaje está basado en el principio científico de los vasos comunicantes que se basa en la aplicación de una presión negativa. La diferencia de altura entre el regulador de succión y la parte media de las muestras de suelo determina la magnitud de dicha depresión. Pueden aplicarse alturas de presión (h) entre 0 y -100 cm.

Las muestras quedan equilibradas con la depresión aplicada (y conocida), tras la cual podemos conocer el contenido gravimétrico en agua mediante el pesado y secado de las muestras.

El contenido en humedad de la muestra analizada a unos determinados valores potenciales estándar de agua, se determinan mediante los sucesivos vacíos aplicados sobre la muestra (presiones negativas) de manera sucesiva y creciente. Ello nos permite trazar una curva de secado o curva de pF sobre la cual podemos extrapolar los valores de la humedad de la muestra de suelo analizada. Debido al efecto de la histéresis, la curva de secado se diferenciará de una curva de humedad (determinada por series de medidas de vacío que decrecen).

El vacío máximo (presión negativa) que puede aplicarse es determinado por el valor de la entrada de aire (o burbujeo) del material usado en la tabla de succión (la succión a la que el aire empieza a pasar a través de los poros) y, por lo tanto, según la distribución de poros del material. Cuanto más fino sea el grano, más cantidad de aire podrá entrar y, por tanto, más presión de succión podrá aplicarse. La ventaja de usar arena como medio de succión respecto a una placa porosa rígida se basa en que la superficie de la arena es flexible y se restaura más fácilmente al sustituir las muestras después de pesar.

La caja de arena puede efectuar mediciones de valores de pF de 0 (saturación) a 2.0 (100 hPa), mientras que determinaciones de pF 2.0 a 2,7 (500 hPa) pueden hacerse con la caja de arena/caolín. Si se quieren valores de pF mayores será necesario el uso de un aparato de membrana (pF 3.0 - pF 4.2) o aparato de placa cerámica (pF 2.0 - pF 4.2).

### 1a. Especificaciones técnicas.

Anillos de muestra de suelo	máximo 40
Dimensiones de la caja (sin botella ni dispositivo de medida)	55.0x 33.5 x 37.5cm (l x f x a)
Horquilla operativa	0 - 100 hPa
	0 - 0.1 bar
	pF 0 - 2.0

## 2 Descripción de la caja de arena/caolín

El instrumento de arena/caja de caolín (1) descansa en cuatro patas (5) y está llenado con arena sintética muy fina, una capa de arcilla de caolín (caolinita, también conocido como caolín), y un sistema de desagüe (2). La tapa (4) con un revestimiento especial para evitar la evaporación. Los anillos (3) con muestras son colocados en la capa de caolín. Un sistema del desagüe (2), dispositivo de vacío (12) y la bomba (7) con válvula (8), sensor de presión (9) y fono-absorbente se utiliza para aplicar un vacío. Un regulador electrónico (6) controla el nivel de vacío. La bomba se puede poner en marcha utilizando el interruptor (11) y se puede encender con el botón de On/Off (10). Si se pone el grifo A en "supply", se suministra agua desde el vaso a

la caja. Si el grifo A es puesto en "Discharge", vaciará el agua de la caja e instalará un vacío en la capa de arena y el caolín, si lo aplicamos al depósito de vacío. Abriendo el grifo B el vacío en la caja de vacío se equilibrará con la presión atmosférica. El agua se puede vaciar de la caja de vacío abriendo el grifo C.

Las muestras se equilibran con vacío aplicado (y conocido), después que el contenido gravimétrico de agua es determinado pesando y secando las muestras. El contenido en humedad de los valores potenciales estándar de agua se determinan en vacíos sucesivamente aumentados (curva de secado), pudiéndose trazar la curva de pF. Debido a un efecto de histéresis, la curva del secado diferirá de la curva mojado (determinada por una serie de medidas disminuyendo los vacíos). El vacío máximo que se puede aplicar es determinado por el valor de la entrada de aire (o burbujeo) del material utilizado en la mesa de la succión (la succión en la que el aire comienza a fluir por los poros más anchos), y por lo tanto por la distribución del tamaño de poro del material. Cuando más fino es el tamaño del grano, más alto es el valor de la entrada de aire y la succión que se pueden aplicar. La caja de arena/caolín permite unas medidas de valores de pF de 2,0 (100 hPa) a 2,7 (500 hPa). Si se requieren unos valores pF más altos, se deberá utilizar un equipo adicional como el aparato de membrana de presión (pF 3,0 - pF 4,2) o extractores de plato de presión (pF 2,0 - pF 4,2)

## 2a Especificaciones técnicas

Anillos de muestras	max. 40
Dimensiones caja (sin botella alimentación ni dispositivo de medida)	55.0 x 33.5 x 37.5 cm (l x b x h)
Rango operativo	100 – 500 hPa
	0.1 -0.5 bar
	pF 2.0 – 2.7

Sistema de vacío	
Tipo:	Bomba de vacío, tanque de vacío y sistema de control automático de nivel de succión
Capacidad	10 L
Precisión	±10 hPa
Adaptador	220V a 24 V

### 3 Descripción del Aparato de Membrana

El aparato de membrana de presión funciona sobre la base del principio citado abajo:

Las muestras de suelo saturadas son colocadas en una membrana de celofán semipermeable con poros microscópicos. Esta membrana permite el paso del agua de la muestra, pero retiene la presión del aire aplicada a la superficie superior de la membrana. Una cubierta (15) sella herméticamente en una placa base, girando el mango (12) del tornillo (13).

Se aplica una presión en el extractor de membrana mediante un compresor (2).

Como que las fuerzas atractivas que ejercen las partículas de suelo en el agua de suelo no exceden la fuerza de la presión aplicada, el agua drenará por la membrana.

Alcanzando el equilibrio las muestras se sacan, pesan, secan y pesadas otra vez.

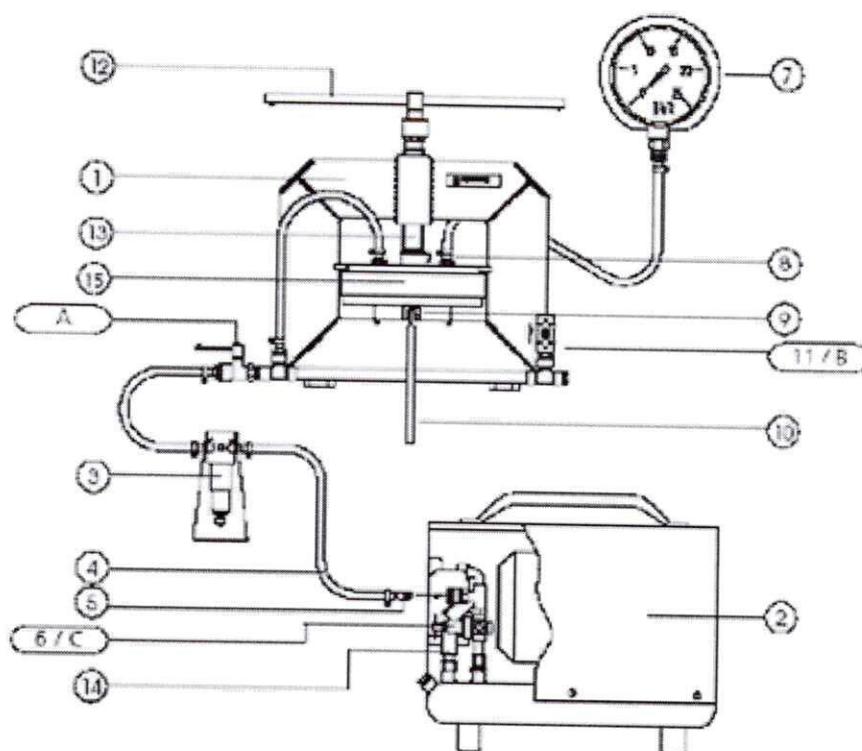


Figura 2. Ilustración esquemática de aparato de presión de membrana

#### 3a. Especificaciones técnicas

##### Aparato de membrana

Rango operativo	pF 3.0 - 4.2
	1.0 - 15.5 bar
Dimensiones	45 x 24 x 53 cm (l x w x h)
Peso	34 kg
Compresor	
Rango operativo	0 - 20 bar
Voltaje	220 V
Frecuencia	50 Hz
Dimensiones	52 x 26 x 53 cm (l x w x h)
Peso	27 kg

# Lote 3

SISTEMA AUTOMATICO PARA LA  
MEDIDA DE FLUJOS DE CO<sub>2</sub> EN  
SUELO

# **SISTEMA PORTÁTIL Y AUTOMATIZADO PARA MEDIDA DE FLUJOS DE CO<sub>2</sub> EN SUELOS**

## **1.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA FUNCIONAL**

Se trata de un Sistema diseñado y fabricado específicamente para las medidas automatizadas de flujo de CO<sub>2</sub> en suelos. Dependiendo de la configuración, el Sistema permite al usuario el ejecutar medidas discretas de forma manual o campañas de toma de datos a largo plazo y desatendidas.

Es de poco peso, está montado en un maletín de características intemperie fácilmente transportable y su consumo eléctrico es reducido. La programación del equipo puede hacerse con un PC portátil o una PDA (opcionalmente puede incluir comunicaciones inalámbricas).

La Unidad de Control del Analizador incluye un sistema electrónico y un IRGA ("Infrared Gas Analyzer") encargado de realizar las medidas (variaciones) en las concentraciones de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en la cámara de medida. El IRGA es de tipo absoluto, NO dispersivo por infrarrojos (NDIR) con una única celda y detección dual de ancho de banda. Las medidas están corregidas en presión y temperatura para minimizar derivas en el cero y fondo de escala. La celda de medida del IRGA puede ser desinstalada por el propio usuario para limpiarla, sin necesidad de recalibración en fábrica.

La difusión de CO<sub>2</sub> desde el suelo es un proceso físico que se origina principalmente por el gradiente en la concentración CO<sub>2</sub> entre las capas superiores del terreno y la atmósfera cerca de la superficie del suelo. Para que el flujo en la superficie represente adecuadamente la producción de CO<sub>2</sub> en el suelo, es necesario asumir que el suelo es un sistema en estado estable, lo que significa que los flujos, gradientes y estructuras son constantes. El suelo es un medio poroso y el flujo de CO<sub>2</sub> que emite es sensible a perturbaciones que alteran esos factores. Además de los mencionados, la temperatura y humedad también afectan a los procesos físicos y biológicos en el suelo, la presión puede alterar el mecanismo de transporte de CO<sub>2</sub>.

El Sistema debe permitir seleccionar entre 3 tipos de cámaras de medida a instalar sobre el suelo.

Las dos primeras estarán diseñadas para medidas puntuales con la atención e intervención del usuario. El tercer tipo es una cámara automatizada para hacer

medidas en continuo de forma desatendida. Estará diseñada para evitar la alteración de las condiciones naturales del suelo, para ello dispondrá de un sistema motorizado automático que retira periódicamente la cámara del área del suelo donde se ejecutan las medidas para asegurar que el área de interés se encuentra en las condiciones naturales de precipitación, temperatura, sombreado, etc.

## **2.- LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SISTEMA COMPLETO SON LAS SIGUIENTES:**

### **2.1.- ANALIZADOR DE CO2 Y UNIDAD DE CONTROL.**

Este equipo es la Unidad de Control del Sistema completo. En él se encuentra el analizador de infrarrojos (IRGA) para la determinación de las concentraciones de CO2 en el flujo de aire que llega desde las cámaras de suelos. Además, en este equipo se almacenan los datos obtenidos en campo y dispone de salidas para comunicación con ordenador o "Palm®" (OPCIONAL).

Se incluirán los siguientes elementos:

- Módulo de entrada para sensores auxiliares (temperatura, humedad de suelo, etc...)
- Cable serie RS232C para comunicación con unidad externa.
- Adaptador RS232C a USB.
- Juego de repuestos.
- Tarjeta de memoria "Flash"
- Bandolera para transporte.
- Paquete de programas en CD (para ordenador con S.O. "Windows®" y para "Palm®", incluye programas específicos para el tratamiento y análisis de los datos)
- Manual de instrucciones

### **Especificaciones del Analizador de Gases- Unidad de Control:**

- Memoria: tipo "Flash" en placa base de 18 Mbytes para almacenamiento de datos
- Tarjeta "Compact Flash" de 256 Mbytes
- Tarjeta "Wireless" (opcional): tipo Cisco Serie 350 para Wi-Fi (802,11b).
- Puerto serie: velocidad hasta 57.600 baudios
- Sensor de presión:
  - o Rango de medida: 15 a 115 KPa.
  - o Precisión: 1,5% en el rango de temperatura de 0 a 85 °C.
- Máximo caudal del aire a analizar: 1,7 litros/ minuto.
- Alimentación eléctrica:
  - o Entrada auxiliar en voltaje: 10,5 a 28 Vcc.
  - o Entrada de batería: 10,5 a 15 Vcc.
  - o Consumo:

- 3 A @12 Vcc (36 W) durante el calentamiento a la puesta en marcha
  - 1 A @12 Vcc (12 W) en funcionamiento normal.
- Rangos de operación:
  - Temperatura: -20 a 45 °C
  - Humedad relativa: 0 a 95 %, sin condensación.
- Protección intemperie: IP55
- Dimensiones: 29 x 38 x 16,5 cm
- Peso: 5,3 Kg sin batería, 6,7 Kg con una batería.
- **Módulo de entrada de sensores auxiliares:**
  - 4 entradas de termopar (tipo E, J ó T)
  - 4 entradas en voltaje 0 a 5 Vcc
  - Conexiones por regletas con tornillo.
- **Analizador de Gases por Infrarrojo:**
  - Principio de medida: por infrarrojos no dispersivo.
  - Trazable con los estándares de la OMM para CO<sub>2</sub> y con LI-610 NIST para H<sub>2</sub>O.
  - Medición de CO<sub>2</sub>:
    - Rango de medida: 0 a 3000 ppm
    - Precisión: 1,5% de la medida
    - Deriva a 0 ppm: <0,15 ppm/ °C
    - Deriva a fondo de escala: <0,03 %/ °C
    - Deriva total a 370 ppm: <0,4 ppm/ °C
    - Ruido a 370 ppm promediando 1 segundo: <1 ppm
    - Sensibilidad al H<sub>2</sub>O: <0,1 ppm CO<sub>2</sub>/ mmol/mol H<sub>2</sub>O
  - Medición de H<sub>2</sub>O:
    - Rango de medida: 0 a 80 mmol/mol
    - Precisión: 1,5% de la medida
    - Deriva a 0 ppt: <0,003 mmol/mol/ °C
    - Deriva a fondo de escala: <0,03 %/ °C
    - Deriva total a 10 ppt: <0,009 mmol/mol/ °C
    - Ruido a 10 ppt promediando 1 segundo: <0,01 mmol/mol
    - Sensibilidad al CO<sub>2</sub>: <0,0001 mmol/mol H<sub>2</sub>O/ ppm CO<sub>2</sub>

## **2.2.- CÁMARA DE SUELO PARA MEDIDAS DISCRETAS (20 cm Ø)**

- Volumen: 4843 cm<sup>3</sup>
- Área de suelo expuesta: 317,8 cm<sup>2</sup>
- Dimensiones: 28,7 X 28,7 X 29,2 Cm
- Sensor de temperatura (incluido):
  - Rango de Medida: -20 a + 45 °C
  - Precisión: ± 0,5 °C entre 0 y 70 °C
- Cable de conexión: 1,01 m
- Peso: 2,9 Kg

## **2.3.- CÁMARA DE SUELO PARA MEDIDAS AUTOMATIZADAS EN CONTINUO**

Esta cámara funciona de un modo desatendido según la configuración que haya introducido el usuario en el sistema. Dispone de un mecanismo robotizado para tomar las medidas y que posteriormente la hace retornar a una posición de reposo para no alterar las condiciones reales del suelo. Este ciclo se repite automáticamente de acuerdo a los periodos se hubieran programado.

Puede conectarse directamente a la Unidad de Control por medio de un juego de cables eléctricos y tubos de aire.

También se puede conectar a una Unidad de Multiplexación (opcional).

Se suministra con entradas para conexión de sensores auxiliares, juego de juntas de cierre, juego de repuestos y dos anillos de adaptación al suelo

- Volumen: 4076,1 cm<sup>3</sup>
- Área de suelo expuesta: 317,8 cm<sup>2</sup>
- Dimensiones: 48,3 x 38,1 x 33,0 cm
- Sensor de temperatura (no incluido, se ha de pedir aparte, modelo )
  - o Rango de medida: -20 A + 45° C
  - o Precisión: ± 0,5 °C entre 0 Y 70 °C
- Cable Conexión: Se pide aparte:
  - o Modelo 8100-704 para conexión a unidad de control LI-8100
  - o Modelo 8150-705 para conexión a multiplexador LI-8150
- Peso: 5,9 Kg