

Protocolo Opcional de Sensores de Humedad de Suelos



Objetivo General

Medir el contenido de agua del suelo, basándose en la resistencia eléctrica medida por los sensores de humedad del suelo.

Visión General

Los estudiantes instalan sensores de humedad de suelos en agujeros de profundidad a 10 cm, 30 cm, 60 cm, y 90 cm. Toman medidas diariamente de datos de humedad, conectando un medidor a los sensores y utilizando curvas de calibración para determinar el contenido de agua del suelo en cada profundidad.

Objetivos Didácticos

Los estudiantes podrán medir la humedad del suelo mediante un sensor y registrarán e informarán los datos de humedad del suelo. También podrán relacionar las mediciones de la humedad con la precipitación, la temperatura del aire y las características físicas y químicas del suelo. Así mismo, entenderán el papel de la humedad del suelo en el ciclo hidrológico y en fenología.

Conceptos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Los materiales de la Tierra son: rocas sólidas, suelo, agua, biota, y los gases de la atmósfera.

Los suelos poseen propiedades de color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad; soportan el desarrollo de muchos tipos de plantas.

La superficie de la Tierra varía.

Los suelos están compuestos de minerales (menos de 2 mm), materia orgánica, aire y agua.

El agua circula a través del suelo variando las propiedades del suelo y del agua.

Ciencias Físicas

Los objetos poseen propiedades observables

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con este protocolo.

Diseñar y llevar a cabo una investigación.

Usar herramientas y técnicas apropiadas, incluyendo las matemáticas para reunir, analizar e interpretar datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones, predicciones y modelos, utilizando la evidencia.

Compartir procedimientos y explicaciones.

Tiempo

10 minutos al día

Nivel

Medio y Avanzado

Frecuencia

Diaria

Reinstalación y calibrado cada dos años

Materiales y Herramientas

Barrena de Suelos

Metro

Cuatro sensores de humedad de suelos

Cuatro tubos de PVC de 10 cm de largo x 7,6 cm de diámetro, o latas para proteger los cables en la superficie.

Dos cubos de 4L para contener y mezclar tierra.

Agua para hacer bolas de barro (0,5 l)

Un tubo guía de PVC de 1 m x 2 cm

Palo para apisonar la tierra (ej: un palo de escoba vieja)

Lápiz o bolígrafo

Medidor de Humedad de suelos

Papel milimetrado

Calculadora

Hoja de Datos de Sensor de Humedad de Suelos Diaria

Hoja de Datos de Calibración de Sensor de Humedad de Suelos Semi-Anual

Materiales para el *Protocolo de Gravimetría de Humedad de Suelos*

Preparación

Localizar un sitio de estudio de humedad de suelo y llenar la *Hoja de Definición del Sitio de Humedad de Suelos*. Reunir las herramientas y los materiales. Preparar el tubo guía de PVC. Mojar los sensores durante la noche.

Requisitos Previos

Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo.

Protocolo Opcional de Sensor de Humedad de Suelo - Introducción

El *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo*, calcula la humedad del suelo midiendo la cantidad de agua por unidad de masa de suelo (véase el *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo* para más información). La técnica utilizada en este protocolo mide la humedad del suelo por medio de un sensor que calcula la cantidad de agua por unidad de volumen, así como la fuerza con la que se adhiere el agua al suelo. El sensor mide la conductividad eléctrica de la humedad que penetra en una pieza de cerámica del suelo que la rodea. La lectura del sensor es una función de la porosidad de la cerámica, de la textura del suelo y de la cantidad total de sólidos disueltos (TSD) en el agua del suelo.

Para que sean útiles desde el punto de vista científico, las lecturas de humedad del suelo se deben convertir en valores de contenido de agua en el suelo. Debido a que esta conversión es sensible a las características individuales del Sitio de Humedad de Suelo, se deben desarrollar una o más curvas de calibración. Los estudiantes realizan mediciones por lo menos 15 veces siguiendo los pasos apropiados del *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo-Perfil de Profundidad*, para obtener los datos que determinan estas curvas.

Apoyo al Profesorado **Procedimientos de Medida**

Los estudiantes utilizan un taladro para hacer agujeros a 10 cm, 30 cm, 60 cm y 90 cm de profundidad. Instalan sensores de cerámica de humedad de suelos, en cada agujero siguiendo la *Guía de Campo de la Instalación de Sensores de Humedad de Suelos*. Los sensores de cerámica de humedad de suelo deben estar en contacto total con el suelo de alrededor. El suelo debe estar separado y ligeramente humedecido antes de apisonarlo alrededor del sensor durante la instalación.

Una vez que se han instalado los sensores, los estudiantes deberían esperar al menos una semana antes de comenzar a enviar los datos a GLOBE. Los estudiantes toman lecturas diarias de la humedad del suelo, de los medidores que conectan a los sensores, siguiendo la *Lectura de la Guía de Campo de Medidores*.

Las curvas de calibración se deben crear para convertir las lecturas de los medidores de humedad de suelos, en contenido de agua. Para realizar esto, los estudiantes llevarán a cabo medidas gravimétricas de humedad, a una o más profundidades, en su Sitio de Humedad de Suelos. Necesitarán tomar medidas al menos 15 veces en un periodo de 6 – 8 semanas, durante las cuales la humedad del suelo cambiará de mojado a seco. Las curvas de calibración no tienen que ser desarrolladas inmediatamente, sino que se deberían completar aproximadamente en los seis meses siguientes a la instalación de los sensores de humedad de suelos. Por lo tanto, prevea la recogida de datos calibrados para una época en la que la humedad de suelos es probable que varíe significativamente. Por lo general, esto significa empezar las medidas cuando el suelo esté mojado y se seque considerablemente en los siguientes dos meses. Es conveniente obtener los datos de calibración de un ciclo de secado completo.

No hay necesidad de realizar medidas de calibración cuando las lecturas del medidor de humedad de suelos se encuentran cerca unas de otras. La clave está en cubrir el mayor campo posible de condiciones de humedad. Los estudiantes pueden comenzar tomando una muestra de calibración y luego esperar a lo largo del día, hasta que la lectura del medidor cambie significativamente antes de recoger otra muestra. Lo que constituye un cambio significativo, varía en todo el ámbito de la lectura del medidor. Si usa un medidor Delmhorst, necesita 5 o más puntos de calibración de lecturas de medidor de un campo de 85 a 100, mientras que

sólo necesita 5 puntos de calibración para un campo de 1 a 40. Para medidores Watermark y similares, deberías obtener al menos 5 puntos de calibración en lecturas de medidor entre 1 y 15 mientras que 5 puntos de calibración entre medidores de lecturas de 100 y 199 deberían ser suficientes. Sin importar el medidor, los límites de los medidores (0 y 100 de Delmhorst y 0 y 200 para Watermark) no se deberían usar para determinar las curvas de calibración. Los datos de humedad gravimétrica del suelo recogidos para el calibrado se deberían enviar a GLOBE.

Si el perfil del suelo es uniforme y los sensores idénticos, el calibrado para los cuatro sensores se puede lograr comparando el sensor y las muestras de humedad gravimétrica de suelo a 30 cm. Para determinar si el suelo es uniforme a diferentes profundidades, los estudiantes deberían llevar a cabo los *Protocolos de Densidad de Partículas del Suelo y de la Distribución del Tamaño de las Partículas*, sobre las muestras de suelo a 10 cm, 30 cm, 60 cm, y a 90 cm. Se comparan la densidad y la textura de las partículas del suelo a 10 cm, 30 cm, 60 cm, y 90 cm. Si:

1. la densidad de las partículas del suelo a dos o más profundidades no difieren en más de un 20%, y

2. las texturas a estas profundidades son las mismas o caen dentro de las mismas áreas del *Triángulo de Textura del Suelo*, entonces se puede usar la misma curva de calibración para estas profundidades. Así, y dependiendo del suelo del sitio, sólo se puede necesitar determinar una curva de calibración (a 30 cm), o se pueden determinar curvas separadas para las cuatro profundidades.

Puede que quiera que los estudiantes determinen la densidad y la textura de partículas de muestras tomadas cuando los sensores de humedad de suelos están instalados, o tomar muestras de la humedad gravimétrica del suelo de las cuatro profundidades, la primera vez que se tomen muestras de calibración, utilizar las muestras de suelo seco para llevar a cabo los *Protocolos de Densidad de Partículas de Suelo y de Distribución del Tamaño de las Partículas*.

Si no desea que los estudiantes realicen los *Protocolos de Densidad de Partículas del Suelo y de la Distribución del Tamaño de las Partículas*, para determinar la uniformidad del suelo, simplemente desarrolle curvas de calibración individuales para las cuatro profundidades.

Mientras que GLOBE creará curvas de calibración para que uses los datos de calibración, los estudiantes pueden crear sus propias curvas de calibración siguiendo la *Guía de Laboratorio para Crear una Curva de Calibración*.

Los estudiantes deberían observar diariamente las variaciones de la humedad del suelo. Ellos informarán tanto de las lecturas en bruto del medidor, como de los valores calibrados. Si no han acabado sus curvas de calibración, deberían informar de los valores brutos e introducir los valores ya calibrados más tarde.

Los estudiantes no deberían emplear los datos de los sensores cuando el suelo esté congelado porque este hecho limita la conductividad del agua en los poros del suelo.

Cada dos años los estudiantes necesitan reinstalar y recalibrar los sensores de humedad de suelos.

Conseguir los Materiales

Los estudiantes pueden utilizar cualquier sensor de cerámica que cumpla con las especificaciones GLOBE. Los sensores manufacturados por Watermark son conocidos porque cumplen con las especificaciones GLOBE, y funcionan bien para estas mediciones. Existen dos medidores de humedad de suelos que se recomiendan para su uso con estos sensores. Uno está manufacturado por Delmhorst y su rango es de 0 a 100 (seco a húmedo). El otro es de Watermark y sus marcas van de 0 a 200 (seco a húmedo) Por favor, contactar con el equipo científico de humedad de suelos GLOBE, si se posee algún tipo diferente de sensor o medidor.

Actividades de Ayuda

Los estudiantes pueden examinar las características del perfil del suelo en su Sitio de Estudio de Humedad del Suelo, y deberían seguir los procedimientos de *Exposición del Sitio de Caracterización del Suelo-Método de la Barrena* para cavar los agujeros del sensor de humedad del suelo. Deberían seguir el *Protocolo de Caracterización de Suelos* cuando cavén el agujero de 90 cm. También deberían recordar colocar el suelo extraído en una hoja de plástico, o lona, o tabla, en el mismo orden en el que se ha quitado para hacer el agujero. Los estudiantes miden la profundidad del agujero después de cada extracción con la barrena y ajustan el área/ longitud de la distribución de la muestra para conservar la relación entre el perfil y la profundidad.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cuál es el ciclo anual de humedad del suelo en su localidad? ¿Sigue un patrón constante de año en año? ¿Puede explicar las principales diferencias entre dos ciclos anuales consecutivos?

¿Cuánta lluvia es necesaria antes de que observe un cambio en la lectura de los 90 cm? ¿Cuánto tiempo se tarda en observar este frente de humedad en cada una de las cuatro profundidades?

¿En que otras partes del mundo existen patrones de humedad de suelos iguales a los suyos?

Intente encontrar datos de humedad de suelo de zonas del mundo que se encuentran en sequía. ¿Cómo evaluaría la magnitud de sequía de los registros de humedad de suelo?

Preguntas Frecuentes

1. La densidad de partículas del suelo y su textura difiere en las distintas profundidades en nuestro sitio. ¿Cuántas curvas de calibración se deben desarrollar?

Todas las profundidades con similares densidades de partículas de suelo (alrededor de un 20%) y texturas (las mismas o contiguas según el *Triángulo de Textura de Suelos*) pueden compartir la misma curva de calibración.



La siguiente tabla describe siete situaciones posibles, y expone cómo se deberían desarrollar las curvas de calibración y cómo se deberían utilizar.

Situación	Qué hacer
Cada profundidad difiere de las demás	Desarrollar curvas de calibración individuales para cada profundidad.
30 cm, 60 cm y 90 cm son similares, pero 10 cm es diferente	Desarrollar una curva de calibración para 10 cm y usarla, y desarrollar una curva distinta para 30 cm y usarla para 30 cm, 60 cm y 90 cm.
10 cm, 30 cm, y 60 cm son similares pero 90 cm es diferente	Desarrollar una curva de calibración para 90 cm usarla para 90 cm y desarrollar una distinta para 30 cm y usarla para 10 cm, 30 cm y 60 cm.
10 cm y 30 cm son similares, 60 cm y 90 cm son similares pero diferentes de 30 cm	Desarrollar una curva de calibración para 30 cm y usarla para 10 cm y 30 cm; desarrollar una diferente para 60 cm y usarla para 60 y 90 cm.
30 cm y 60 cm son similares, pero 10 cm y 90 cm difieren uno de otro y de 30 y 60 cm	Desarrollar curvas de calibración para 10 cm, 30 cm y 90 cm, y usar la de 30 cm para 30 y 60 cm
10 cm y 30 cm son similares, pero 60 cm y 90 cm difieren una de otra y de 10 y 30 cm	Desarrollar curvas separadas para 30 cm, 60 cm y 90 cm; usar la de 30 cm para 10 y 30 cm
60 cm y 90 cm son similares, pero 10 cm y 30 cm difieren una de otra y de 60 y 90 cm	Desarrollar curvas separadas para 10 cm, 30 cm, y 60 cm; usar la de 60 para 60 y 90 cm

Instalación de Sensores de Humedad de Suelos

Guía de Campo

Actividad

Instalar los sensores de Humedad de Suelos

Qué Se Necesita

- Barrena de Suelo
- Metro de madera
- Cuatro sensores de humedad de suelos
- Cuatro tubos de PVC de 10 cm de largo x 7,6 cm de diámetro o cuatro latas para proteger los cables en la superficie
- Dos cubos de 4 l para contener/ mezclar suelos
- Agua para humedecer el suelo (0,5 l)
- Un tubo guía de PVC de 1 m x 2 cm
- Palo para comprimir la tierra (ej. El mango de una escoba vieja)
- Lápiz o Bolígrafo

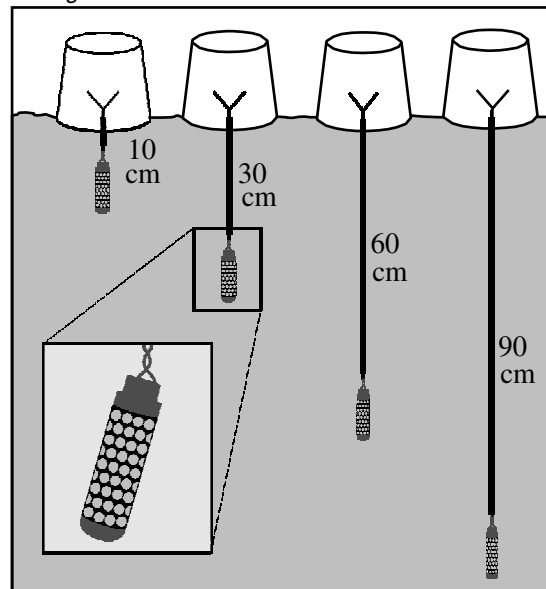
En el Campo

1. Colocar los sensores en un recipiente de agua durante toda noche.
2. Hacer 4 agujeros que estén cerca unos de otros, a una profundidad apropiada para cada sensor de humedad de suelos (10 cm, 30 cm, 60 cm y 90 cm), cada sensor en su correspondiente agujero.
3. Poner dos grandes montones de tierra extraída del fondo del agujero en un cubo pequeño o similar. Quitar las piedras. Añadir una pequeña cantidad de agua y remover para crear una capa de tierra suficientemente húmeda para que permanezca unida cuando se compacte en una bola.
4. Dejar caer la bola de tierra mojada en el fondo del agujero. Asegurarse de que alcanza el fondo.
5. Empujar la punta del cable de uno de los sensores a través del tubo guía de PVC.
6. Tirar del final del cable hasta que el sensor encaje firmemente en el final del otro extremo del tubo guía. Introducir el tubo dentro del agujero con el sensor en primer lugar. Mientras se sujeta el cable en lo alto del tubo, empujar levemente el tubo hacia abajo hasta que el sensor se sitúe en la tierra húmeda en el fondo del agujero.
7. Sujetar el sensor en su sitio con el tubo guía mientras se comienza a rellenar el agujero. A medida que se rellena, se debe ir apretando con un mango de escoba o palo similar. Después de que el sensor se cubra, sacar el tubo guía. Continuar añadiendo puñados de tierra, a la vez que se aprieta y rellena el agujero. Sujetar el extremo del cable mientras se rellena para que resulte fácil traerlo a la superficie.
8. Colocar un tubo corto (de 10 a 20 cm de largo) de PVC, o una lata, o bote de café, (con las tapas quitadas) alrededor de los extremos del cable en la superficie para protegerlos y hacerlos visibles para cualquiera que pase por el lugar. Indicar en el tubo o en la lata, la correspondiente profundidad del sensor.

9. Colocar el cable a través del tubo o de la lata y empujar el tubo o la lata de 2 cm a 5 cm en la tierra para fijarlo en su sitio. No cortar el cable, pero enrollar el sobrante y colocarlo en el tubo o en la lata para mantenerlo apartado de los agujeros donde se toman las medidas. Una lata pequeña y vacía (ejemplo: una lata de sopa) se puede colocar de forma invertida sobre el extremo del tubo de PVC para protegerlos de la lluvia
10. Repetir los pasos anteriores en cada uno de los sensores.

Nota: No informar de las mediciones durante una semana después de la instalación. Los sensores necesitan al menos una semana para acostumbrarse a las condiciones naturales. Los cables son frágiles, en especial cuando están conectados a un medidor. Si los extremos de los cables que llegan a los sensores de la humedad del suelo se rompen, quitar el plástico aislante del cable y elaborar nuevos cables. Es importante dejar cable de sobra para estos casos

Configuración de los Sensores de Humedad de Suelo Instalados



Determinar la Uniformidad del Suelo con la Profundidad

Guía de Campo y Laboratorio

Actividad

Determinar si la densidad y la textura de las partículas del suelo son uniformes a 10 cm, 30 cm, 60 cm y 90 cm de profundidad.

Qué se Necesita

- Barrena de Suelo
- Metro de madera
- Cuatro recipientes con tierra (bolsas o latas de muestras de humedad de suelo)
- Materiales para el *Protocolo de Densidad de Partículas del Suelo*
- Materiales para el *Protocolo de Distribución de Tamaño de Partículas*
- Horno para el secado de suelos

Se debe desarrollar una curva de calibración para el sensor de humedad de suelo a 30 cm, para la conversión de las lecturas del medidor a contenido en agua del suelo. No hay necesidad de desarrollar curvas para otras profundidades, a menos que difieran significativamente en la densidad o en la textura de las partículas del suelo. Los pasos siguientes muestran como determinar este hecho.

En el Campo

1. Cerca de los agujeros donde se han instalado los sensores de humedad de suelo, se usa la barrena para tomar muestras de suelo a 10 cm, 30 cm, 60 cm y a 90 cm de profundidad, y guardarlas para analizarlas en el laboratorio. Las muestras deberían tener por lo menos 200 gramos cada una. Se deben etiquetar, indicando la fecha y la profundidad.

Nota: Si se utilizan estas muestras para el *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo*, seguir los pasos de ese protocolo para recoger, almacenar, pesar y secar las muestras, y luego, utilizar las muestras secas según los pasos siguientes, empezando con el paso N° 4

2. Volver a colocar la tierra restante en el agujero, con la que procede del fondo en primer lugar y el suelo procedente de la superficie en último lugar.

En el Laboratorio

3. Secar las muestras de suelo.
4. Determinar la densidad de las partículas del suelo de cada muestra según el *Protocolo de Densidad de Partículas de Suelos*.
5. Determinar la textura de cada muestra según el *Protocolo de Distribución de Tamaño de las Partículas*.
6. Comparar las densidades de las partículas a los 10 cm, 60 cm y 90 cm, con los valores a los 30 cm. Si el valor de alguna profundidad difiere en más de un 20% de la densidad a los 30 cm, se debería realizar una curva de calibración separada para esa profundidad.
7. Localizar las texturas de las cuatro profundidades en el *Triángulo de Texturas de Suelos*. Si la textura a los 10 cm, 60 cm o 90 cm de profundidad no se encuentra en la misma área del triángulo que la textura de los 30 cm, o si no se encuentra en un área limitando con la textura de los 30 cm en el *Triángulo*, se realizará una curva de calibración separada para esa profundidad.
8. Como posibilidad, se puede devolver las muestras a sus correspondientes lugares y profundidades, cuando se recojan muestras para construir la curva de calibración.

Lectura del Medidor de Humedad de Suelos

Guía de Campo

Actividad

Realizar mediciones diarias de los sensores de humedad de suelos.

Qué se Necesita

- Sensores de humedad de suelo debidamente instalados.
- Lápiz o bolígrafo.
- Medidor de humedad de suelos.
- *Hoja de Datos Diarios de Sensores de Humedad de Suelos.*

Nota: Comprobar el medidor de humedad de suelos, para asegurarse de que todo funciona adecuadamente según las instrucciones del fabricante. Hacer esto antes de cada uso. Cada medidor tiene sus propios procedimientos de funcionamiento. Las siguientes instrucciones se corresponden con los medidores Delmhorst y Watermark.

En el Campo

1. Completar la parte superior de la *Hoja de Datos Diarios de Sensor de Humedad de Suelos*.
2. Localizar el sensor en el agujero de los 10 cm de profundidad.
3. Sacar los extremos de los cables del sensor.
4. Conectar el medidor de humedad de suelos a los extremos de los cables del sensor.
5. Pulsar el botón READ. Esperar a que el medidor alcance una medida constante.
6. Registrar la fecha, tiempo, condiciones de saturación, y lectura del medidor de humedad de suelos en la *Hoja de Datos Diarios del Sensor de Humedad de Suelos* en su columna apropiada. Si el medidor Delmhorst muestra un valor negativo (y el suelo está seco) registrar un valor de cero.
7. Desconectar el medidor y guardar los cables.
8. Volver a colocar la cubierta sobre el tubo de PVC y los cables.
9. Repetir los pasos 3 al 8 para cada sensor (30 cm, 60 cm y 90 cm).
10. Convertir cada lectura del medidor en contenido de agua en el suelo utilizando la curva de calibración.

Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos

Guía de Campo

Actividad

Calibrar los sensores de humedad de suelos.

Qué se Necesita

- Barrena de Suelo
- Metro de madera
- Lápiz o bolígrafo
- Sensores de Humedad de suelos instalados adecuadamente
- Medidor de Humedad de suelos
- Materiales para el *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo* (ej: latas, horno, paleta, marcador)
- *Hojas de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos*

En el Campo

1. Completar la parte superior de la *Hoja de Datos Bianual del Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos*.
2. Tomar lecturas de los sensores según el proceso que se explica en la *Lectura de la Guía de Campo de los Medidores de Humedad de Suelos*. Registrar esta lectura en la columna G, correspondiente a la Lectura de los Medidores de Humedad de Suelos, de la *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos*
3. Elegir un punto al azar en un radio de 5 m de los agujeros de los sensores.
4. Limpiar cualquier escombros que hubiera en la superficie de la zona.
5. Utilizar la barrena para recoger muestras para el *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo* de cada profundidad para la que se esta desarrollando una curva de calibración. Colocar cada muestra de suelo en un recipiente y numerar el recipiente.
6. Volver a llenar el agujero, (la tierra sacada la última, la primera) y volver a colocar la cobertura de la superficie como estaba.
7. Registrar la fecha, hora, profundidad, y número de recipiente en el cuaderno de ciencias.
8. Determinar el contenido de agua del suelo de cada muestra siguiendo la *Guía de Laboratorio del Protocolo de Gravimería de Humedad de Suelos*
9. Registrar la fecha y hora de la medición, la masa húmeda, la seca, y la del recipiente, en la *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos*. Calcular la masa de agua, la masa del suelo seco, y el contenido en agua del suelo y registrar sus valores en la *Hoja de Datos*.
10. Enviar los datos de humedad gravimétrica de suelos a GLOBE
11. Repetir los pasos 2 al 10 quince veces, a medida que el suelo sufre uno o dos ciclos de secado completo. Esperar a que la lectura de medidor varíe de forma significativa antes de recoger otra muestra de gravimetría.
12. Enviar los datos de calibración a GLOBE, que desarrollará una curva de calibración para convertir las lecturas del medidor en contenido de agua del suelo y volver a enviar la información al centro escolar.

Crear una Curva de Calibración – Medidor Watermark

Guía de Laboratorio

Actividad

Crear una curva de calibración.

Qué se Necesita

- Lápiz o bolígrafo
- Papel milimetrado o un software adecuado para hacer gráficos de la hoja de cálculo.
- *Hoja de Datos Bianual de Calibración de Sensores de Humedad de Suelos* con 15 pares de lecturas o más de cada profundidad, de las que estas desarrollando una curva de calibración.
- Calculadora u ordenador

En el Laboratorio

1. Marcar todos los pares de lecturas de una profundidad con el contenido de agua del suelo sobre el eje Y, y su correspondiente lectura de medidor de humedad de suelos sobre el eje X. Esto se puede hacer por medio de un programa de hoja de cálculo.
2. Dibujar o calcular la *curva logarítmica natural que mejor concuerde* con tus datos.

$$\text{Contenido de Agua de Suelos} = a \ln(\text{Lectura de Humedad de Suelos}) + b.$$

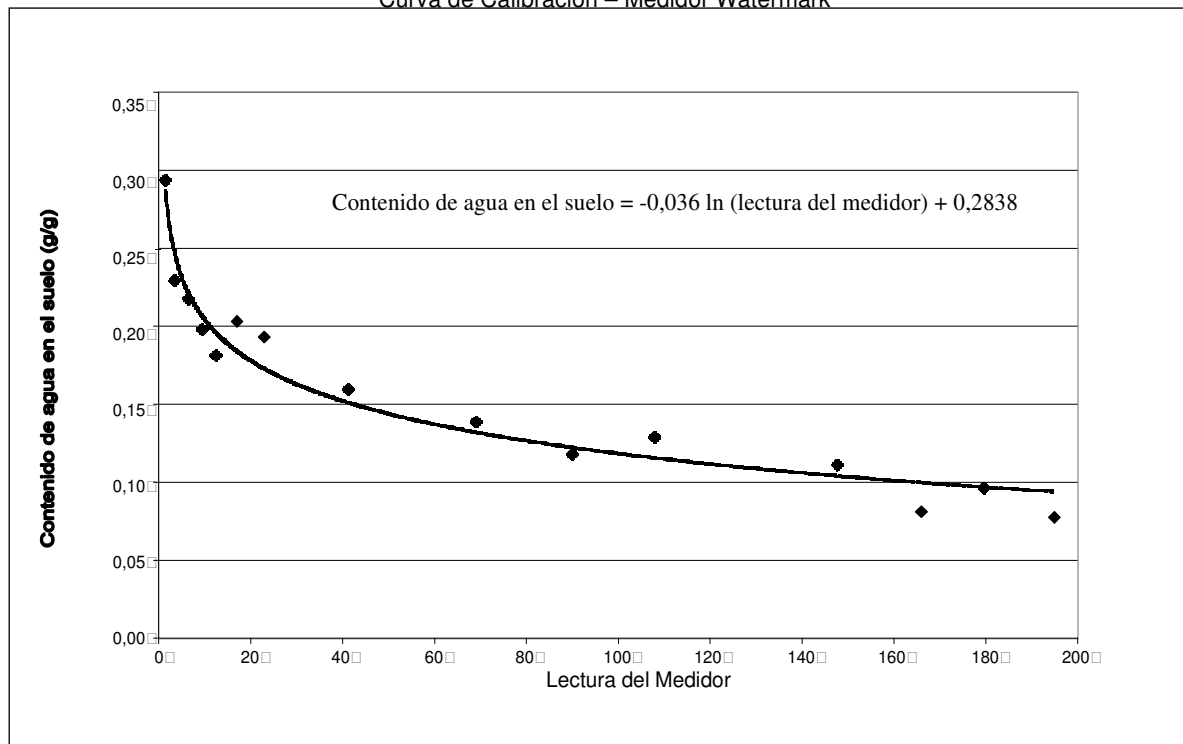
Los datos deberían abarcar un amplio espectro de humedades de suelo. Esta será la curva de calibración que se usará para convertir las lecturas del medidor en valores de contenido de agua del suelo.

Nota: Si tiene alguna pregunta sobre cómo realizar la curva de calibración, o si necesita cualquier ayuda con la curva, contactar con la asistencia GLOBE o el coordinador de tu país, y pida ayuda del investigador GLOBE correspondiente.

3. Enviar por correo postal o correo electrónico una copia de la curva y su correspondiente *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos* a GLOBE siguiendo las instrucciones para envío de mapas y fotos dadas en la sección *Cómo Enviar Fotos y Mapas* del *Apéndice* de la *Guía de Implementación*. Si al realizar las mediciones de humedad de suelos, obtiene medidas más altas o más bajas que cualquiera de las lecturas de su hoja de datos, recoja una muestra gravimétrica y utilice los valores que obtenga de esta muestra para ampliar la curva de calibración. Enviar una copia de la *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos* y de la curva de calibración revisada y ampliada a GLOBE.

Ejemplo de una Curva de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos para un Medidor Watermark

Curva de Calibración – Medidor Watermark



Crear una Curva de Calibración – Medidor Delmhorst

Guía de Laboratorio

Actividad

Crear una curva de calibración.

Qué se Necesita

- Lápiz o Bolígrafo
- Papel milimetrado o software adecuado para hacer gráficos de la hoja de cálculo.
- *Hoja de Datos Bianual de Calibración de Sensores de Humedad de Suelos* con 15 pares de lecturas o más de cada profundidad, de las que estas desarrollando una curva de calibración.
- Calculadora o computadora.

En el Laboratorio

- 1.-Marcar todos los pares de lecturas de una profundidad con el contenido de agua del suelo sobre el eje Y, y su correspondiente lectura de medidor de humedad de suelos sobre el eje X. Esto se puede hacer por medio de un programa de hoja de cálculo.
- 2.-Dibujar o calcular la *curva de polinomio de segundo orden que mejor concuerde* con sus datos.

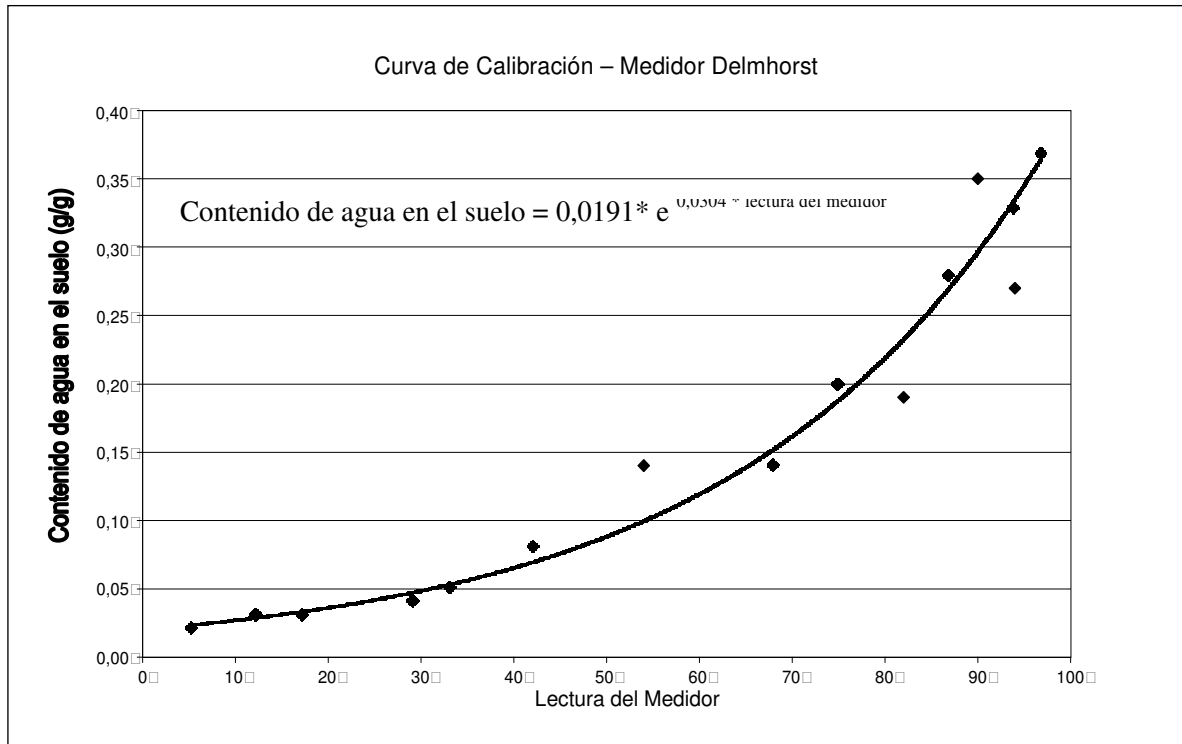
$$\text{Contenido de Agua del Suelo} = a \cdot e^{b \cdot \text{lectura del medidor}}$$

Los datos deberían abarcar un amplio espectro de humedades de suelo. Esta será la curva de calibración, que se usará para convertir las lecturas del medidor en valores de contenido de agua del suelo.

Nota: Si tiene alguna pregunta sobre cómo realizar la curva de calibración, o si necesita cualquier ayuda con la curva, contacte con la asistencia GLOBE o con el coordinador de su país, y pida ayuda del investigador GLOBE correspondiente.

3. -Envía por correo postal o correo electrónico una copia de la curva y su correspondiente *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos* a GLOBE siguiendo las instrucciones para envío de mapas y fotos dadas en la sección *Cómo Enviar Fotos y Mapas del Apéndice* de la *Guía de Implementación*. Si al realizar las mediciones de humedad de suelos, obtiene medidas más altas o más bajas que cualquiera de las lecturas de su hoja de datos, recoja una muestra gravimétrica, y utilice los valores que mida de esta muestra para ampliar la curva de calibración. Envíe una copia de la *Hoja de Datos Bianual de Calibración de los Sensores de Humedad de Suelos* de la curva de calibración revisada y ampliada, a GLOBE

Ejemplo de una Curva de Calibración del Sensor de Humedad de Suelos para un Medidor Delmhorst



INVESTIGACIÓN DE SUELOS

Hoja de Datos del sensor de Humedad de Suelos Diaria

Nombre del centro:

Sitio de Estudio:

Fecha en la que se comenzó a utilizar esta curva de calibración SWC: _____

OBSERVACIONES:

N°	Medidas			¿Está el suelo saturado? Sí o No	Nombre de los Observadores	Lecturas de la Humedad de Suelo				SWC de la Curva de Calibración							
	Fecha	Hora Local Horas:Min	Hora (UT)			10 cm	30 cm	60 cm	90 cm	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm				
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

INVESTIGACIÓN DE SUELOS

Hoja de Datos de Calibración Bianual del Sensor de Humedad de Suelo

Nombre del centro:

Sitio de Estudio:

Método de secado (marcar uno): Horno 95–105°C ___; Horno 75-95°C ___; Microondas ___

Media de Tiempo de Secado: ___ (horas o min)

Profundidad (Marcar uno): 10 cm ___ 30 cm ___ 60 cm ___ 90 cm ___

OBSERVACIONES:

N°	Medidas			Nombre de los Observadores	Medidas							
	Fecha	Hora Local Horas:Min	Hora (UT)		A. Masa Húmeda	B. Masa seca (g)	Masa del Agua (A-B)	D. Masa de la Lata (g)	E: Masa del suelo Seco (B-D)	F. Contenido de Agua en el Suelo (C/E)	G: Lectura de la Humedad de Suelo	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

INVESTIGACIÓN DE SUELOS

Hoja de Datos de Calibración Bianual del Sensor de Humedad de Suelo - Continuación

Nombre del centro:

Sitio de Estudio:

Profundidad (Marcar uno): 10 cm__ 30 cm__ 60 cm__ 90 cm__

OBSERVACIONES:

N°	Medidas			Nombre de los Observadores	A. Masa Húmeda (g)	B. Masa seca (g)	Masa del Agua (A-B)	D. Masa de la Lata (g)	E: Masa del suelo Seco (B-D)	F. Contenido de Agua en el Suelo (C/E)	G: Lectura de la Humedad de Suelo
	Fecha	Hora Local Horas:Min	Hora (UT)								
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											