

Protocolo de Densidad Absoluta



Objetivo General

Medir la densidad absoluta de cada horizonte de un perfil de suelo.

Visión General

Estando en el campo, el alumnado toma tres muestras de suelo de cada horizonte de un perfil de suelo utilizando un recipiente de volumen ya medido. En el aula, se determina la masa de las muestras, se secan y se pesan de nuevo para determinar la masa seca y el contenido de agua. Las muestras de suelo seco se tamizan y se mide la masa y el volumen de las rocas y otros materiales que tengan más de 2 mm de diámetro. Para calcular la densidad absoluta de cada muestra se utiliza la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*.

Objetivos Didácticos

El alumnado recogerá muestras de suelo en el campo y medirá la densidad absoluta. Aprenderá a aplicar fórmulas matemáticas para calcular la densidad y a relacionar las mediciones de densidad absoluta con las de densidad de partículas y porosidad. El alumnado será capaz de comprender que una solución de materia sólida, líquida y gaseosa forma un volumen determinado.

Objetivos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Los componentes de la Tierra son rocas sólidas, suelo, agua, biota y los gases de la atmósfera. Los suelos tienen propiedades como el color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad; y son el soporte de muchos tipos de plantas.

La superficie de la Tierra va cambiando.

Los suelos suelen formar capas, con una composición química y una textura diferente en cada una de ellas.

Los suelos están formados por minerales (menores de 2 mm), materia orgánica, aire y agua.

El agua circula por el suelo modificando las propiedades tanto del suelo como del agua.

Ciencias Físicas

Los objetos tienen propiedades observables.

La energía se conserva.

El calor fluye de los objetos calientes a los fríos.

Las reacciones químicas tienen lugar en todo el medio ambiente.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con este protocolo.

Diseñar y dirigir una investigación.

Utilizar herramientas y técnicas apropiadas incluyendo las matemáticas para recoger, analizar, e interpretar datos.

Describir y explicar, predecir y desarrollar modelos usando la evidencia.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

Tiempo

2 ó 3 horas de clase (de 50 minutos)

Nivel

Medio y Secundario

Frecuencia

Una vez para un perfil de suelo

Las muestras ya recogidas y preparadas se pueden guardar para estudios y análisis a lo largo del curso escolar.

Materiales y Herramientas

Balanza

Latas de metal u otros recipientes

Rotulador permanente

Bloque de madera

Martillo

Clavo

Lápiz o bolígrafo

Pala u otra herramienta para cavar

Horno de secado

Probeta graduada

Agua (o alcohol si la muestra contiene ramitas)

Cedazo/Tamiz

<p>Guantes de látex Papel o plato para colocar el suelo que cae del cedazo Bolsas de plástico herméticas Hoja de Datos de Densidad Absoluta</p> <p>Preparación Obtener el equipo necesario. Calibrar la balanza hasta 0,1 g</p>	<p>Requisitos Previos <i>Protocolo de Caracterización del Suelo</i></p>
--	--

Protocolo de Densidad Absoluta – Introducción

La densidad absoluta es una medición que describe cómo es de densa y compactada una muestra de suelo. Se determina calculando la masa de suelo seco por unidad de volumen (g/ml o g/cm³). La densidad absoluta depende de la estructura de los terrones de suelo, de si están más o menos compactados, de la cantidad de poros y de la composición de las partículas de suelo. Los suelos que contienen minerales tendrán una densidad absoluta diferente a la de suelos que contienen mucha materia orgánica. En general, la densidad absoluta tiene valores entre 0,5 g/ml (o menores) para suelos orgánicos con muchos poros, y 2,0 g/ml (o mayores) para horizontes minerales muy compactados.

La densidad absoluta se utiliza para convertir la masa de una muestra de suelo en volumen y viceversa. El volumen de una muestra se calcula dividiendo la masa de la muestra de suelo por la densidad absoluta del suelo. Asimismo, la masa de una muestra se calcula multiplicando su volumen por su densidad absoluta. La cantidad de poros en un suelo, porosidad, se calcula como 1 menos la fracción de densidad absoluta y densidad de partículas:

$$\text{Porosidad} = 1 - (\text{densidad absoluta} / \text{densidad de partículas}).$$

Para determinar la densidad absoluta de una muestra de suelo, no se contemplan las rocas ni otros componentes gruesos que se encuentren en él. La medición de densidad absoluta es una herramienta muy útil para comprender los procesos que ocurren en el suelo, como el intercambio de calor, de agua y de nutrientes, pero si se toman en cuenta únicamente las partículas de suelo con un diámetro inferior a 2 mm. La siguiente ecuación corrige el error que darían las rocas:

$$\frac{\text{Masa de suelo seco (g)} - \text{Masa de rocas (g)}}{\text{Volumen de suelo seco (ml)} - \text{Volumen de rocas (ml)}} = \text{Densidad de masa (g/ml ó g/cm}^3\text{)}$$

Apoyo al Profesorado

Preparación

El alumnado debe repasar el *Protocolo de Campo y Laboratorio de Densidad Absoluta* antes de recoger las muestras en el campo.

El alumnado debe comprender bien los conceptos de volumen y masa y el cálculo de densidad absoluta antes de que comience a desarrollar este protocolo.

El profesorado describirá los diferentes métodos que hay para determinar el volumen antes de que el alumnado mida el volumen del recipiente donde está la muestra.

Es necesario hacer un agujero en la base de la lata para recoger la muestra antes de utilizarla en el campo. Esto permite que se escape el aire y que la lata se llene por completo sólo con suelo. Al recoger la muestra el alumnado se dará cuenta de que el volumen del recipiente está completamente lleno, cuando comience a aparecer el suelo por el agujero de la base

Como método alternativo, se pueden utilizar tubos en vez de latas.

Procedimiento para las Mediciones

Para obtener las muestras de suelo con un volumen específico, se introduce la lata en el suelo clavándola en cada uno de los horizontes.

Una vez recogidas las muestras en el campo, se mide la masa de suelo antes de secarlo. Aunque no se necesita esta información para calcular la densidad absoluta, es interesante para el alumnado para poder relacionarlo con el contenido de agua en el suelo.

La densidad absoluta se calcula con la masa de un volumen dado de suelo seco, incluyendo también los poros llenos de aire, pero excluyendo las rocas y otros materiales que tienen un diámetro mayor de 2 mm.

Las muestras de suelo se secan en el laboratorio para obtener la masa de suelo seco. Una vez que ésta se determina, se tamiza la muestra para separar las rocas y otro material mayor de 2 mm. Se determina la masa de rocas y su volumen. Éste se obtiene midiendo el agua que es desplazada al añadir esa masa de rocas en un volumen de agua dado.

Se deben pesar las latas o tubos utilizados para recoger las muestras y determinar su volumen. En el caso de una lata, se llena la lata por completo de agua y se vierte ésta en una probeta graduada y se mide el volumen en ml. En el caso de un tubo, el volumen se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen de tubo} = \Pi \times r^2 \times h \times 1 \text{ ml/1 cm}^3$$

Donde:

Π es la constante matemática con un valor aproximado de 3,141592654,

r es radio de la base del tubo (cm)

h es la altura del tubo (cm)

Hay muchas fuentes de error para las mediciones descritas en este protocolo. Para minimizar este error, se cogen tres muestras de cada horizonte. Los errores aparecen si los recipientes o latas no se llenan completamente de suelo, si las paredes del recipiente son muy gruesas y comprimen el suelo, si el recipiente se deforma al introducirlo en el suelo, si el suelo no se ha secado totalmente, o si no se han retirado todas las rocas.

A veces, además de rocas, hay algunas ramitas de grosor superior a 2 mm. Una vez que se tamiza la muestra y se separan rocas y ramitas, al querer determinar su volumen, estas ramitas flotan en el agua por lo que en estos casos es conveniente utilizar un líquido de densidad inferior a la del agua, como por ejemplo, alcohol.

Manejando los Materiales

Para el muestreo de densidad absoluta, se pueden utilizar las latas de metal que se usan en el *Protocolo de Humedad del Suelo*. También se puede utilizar otros recipientes diferentes para recoger las muestras. Deben tener las paredes finas de tal manera que no compriman el suelo, y un volumen conocido. Pero otros materiales son también posibles, como por ejemplo tubos de paredes de PVC, u otras latas con paredes gruesas. No utilizar cristal u otro material que pueda romperse o deformarse fácilmente. Se pueden usar recipientes que tengan abiertos ambos extremos siempre y cuando se pueda calcular el volumen (como ocurre en caso del tubo de PVC).

En este caso se utiliza la formula $\Pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$ para calcular el volumen del tubo (véase más arriba).

Actividades de apoyo

La densidad de partículas es similar a la densidad absoluta, pero sólo incluye la porción de masa sólida del suelo (la mineral y la orgánica), y el volumen no incluye los espacios porosos llenos el agua y de aire. Los datos de densidad absoluta y de densidad de partículas se utilizan para calcular la porosidad de un suelo. Por lo tanto si interesa conocer la porosidad, se debe medir la densidad de partículas.

(Ver el *Protocolo de Densidad de Partículas*).

El alumnado elimina las rocas de las muestras de suelo para realizar las mediciones según se indica en el *Protocolo de Densidad Absoluta*. Para comprender mejor la distribución de las diferentes partículas del suelo en cada horizonte del perfil desarrollar el *Protocolo de Distribución de Partículas por Tamaño*.

Se comparará la densidad absoluta con los datos de caracterización del suelo para determinar la relación que hay entre las propiedades físico-químicas de cada horizonte y su densidad absoluta.

Se utilizan guantes de látex para no contaminar la muestra de suelo con los ácidos de la piel.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Qué actividades del ser humano podrían alterar la densidad absoluta del suelo?

¿Qué procesos naturales podrían alterar la densidad absoluta de un horizonte?

¿Cómo influye la densidad absoluta en los tipos de vegetación que crecen en un suelo?

¿Cómo influye la densidad absoluta en el crecimiento y distribución de las raíces?

¿Cómo están relacionadas la textura y la densidad absoluta del suelo?

¿Cómo están relacionadas la estructura y la densidad absoluta del suelo?

¿Cómo influye la densidad absoluta en el flujo de agua o en el calentamiento del suelo?

Densidad Absoluta del Suelo

Guía de Campo y de Laboratorio

Actividad

Obtener tres mediciones de densidad absoluta de un horizonte dado de un perfil de suelo.

Qué se Necesita

- Balanza
- Latas para las muestras u otros recipientes (suficientes para coger tres muestras por horizonte y alguna más extra por si se deforman)
- Rotulador permanente
- Bloque de madera
- Martillo
- Clavo
- Lápiz o bolígrafo
- Bolsas de plástico, o botes u otros recipientes herméticos, para guardar muestras de suelo
- Horno de secado
- Probeta
- Agua (o alcohol si las muestras de suelo contienen ramitas)
- Cedazo N°10 (malla con agujeros de 2 mm)
- Guantes de látex
- Papel para recoger el suelo que salga del tamiz
- Martillo u otro utensilio para romper los terrones y separar las partículas
- Pala, u otra herramienta para cavar
- Una copia por cada horizonte de la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*
- Papel o toalla húmeda

En el Aula Antes del Muestreo

1. Organizar el equipo necesario. Se necesitan 3 latas o tubos para cada horizonte identificado en el Sitio de Caracterización del Suelo. Si es posible que las latas se deformen al usar el martillo para introducirlas en el suelo, se recomienda llevar al campo algunas latas de más.

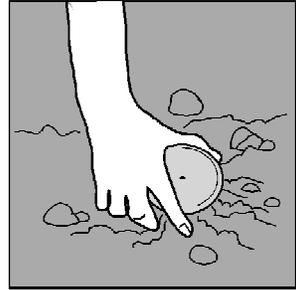
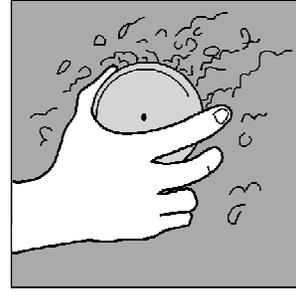
2. Hacer un agujero en la base de cada recipiente utilizando un clavo y un martillo. (Nota: esto no es necesario si se usa un tubo que tenga los dos extremos abiertos).

En el Campo

1. Ir al *Sitio de Estudio de Caracterización del Suelo*. En cada horizonte del perfil se introduce una de las latas (o tubo).

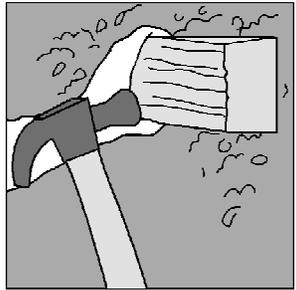
Si es necesario, se humedece el suelo primero para que la lata entre más fácilmente. Cuando la tierra se asoma por el agujero de la base (o por el extremo del tubo), la lata se ha llenado por completo.

Si resulta difícil clavar la lata en el suelo, se prueba con un martillo siempre utilizando un bloque de madera entre lata y martillo para que la fuerza del martillo golpee por igual toda la base minimizando la deformación de la lata. Si la lata se deformara, el volumen cambiaría y la muestra de suelo se haría más compacta, de tal manera que los resultados de las mediciones se alterarían. Si la lata se deforma mucho, se deshecha y se coge una nueva.

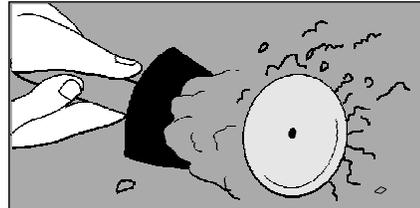


Nota: Si no hay ningún hoyo ni ningún perfil expuesto, se puede medir la densidad absoluta del suelo de la siguiente manera:

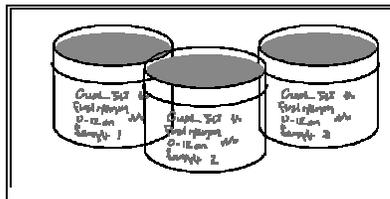
- a. Se seleccionan tres lugares cerca del sitio donde se ha desarrollado el *Protocolo de Caracterización del Suelo*. Se retira la vegetación y otra materia de la superficie de la tierra.
- b. En cada uno de los tres lugares, se introduce una lata o tubo en el suelo. Si es necesario se humedece el suelo primero para facilitar que entre la lata. Cuando la tierra se asoma por el agujero de la base (o por el extremo del tubo), la lata se ha llenado por completo.



2. Se utiliza una pala para cavar alrededor de la lata y sacarla del suelo. Se quita el suelo que sobresale de los bordes de la lata de tal manera que el volumen de suelo es el mismo que el volumen de la lata.

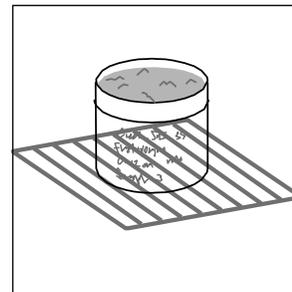


3. Se tapa la lata, se designa un número a la lata y se registra este número en la *Hoja de Datos*. Si se utiliza un tubo, se le asigna un número que se registra, y se guarda en una bolsa de plástico.
4. Se repite el proceso hasta tener tres muestras de cada horizonte del perfil para medir la densidad absoluta.

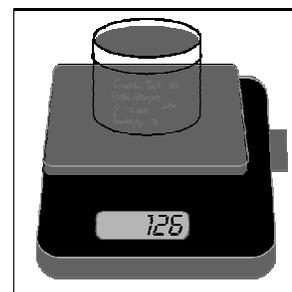


En el Aula después del Muestreo

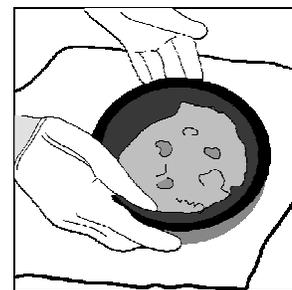
1. Se calibra la balanza a 0,1 g.
2. Se retira la tapa de la lata. Se mide la masa de cada muestra en su lata, y se registra este valor en la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta* como masa húmeda. Si se utiliza un tubo en vez de una lata, se saca el tubo lleno de tierra de la bolsa de plástico y se pesa para determinar la masa húmeda, que debe registrarse en la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*.



3. Las muestras de suelo se secan en un horno de secado. Ver las instrucciones de hornos de secado en el *Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo*.



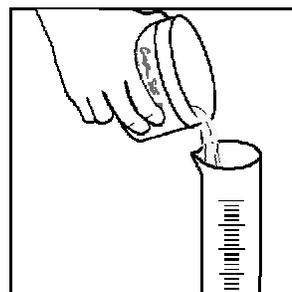
4. Una vez que las muestras se han secado, se determina la masa de cada muestra y su lata, y se registra en la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta* como masa seca.



5. Se coloca un tamiz (Nº10, malla de 2 mm) sobre papel y se pone una de las muestras en el tamiz.



6. Se limpia el interior de la lata o del tubo con un paño húmedo. Se mide la masa de la lata o tubo sin tapa y se registra el valor en la *Hoja de Datos*.



7. Se mide el volumen de cada lata o tubo y se registra en la *Hoja de Datos*. En el caso de una lata, se llena de agua, se vierte el agua en una probeta graduada. El volumen de agua en la probeta será igual al volumen de la lata. En el caso de un tubo, se mide la masa y se calcula el volumen usando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del tubo} = \Pi \times r^2 \times h \times 1 \text{ ml/1 cm}^3$$

donde Π es la constante matemática que tiene un valor aproximado de 3,141592654

r es el radio de la base del tubo (cm)

h es la altura del tubo (cm)

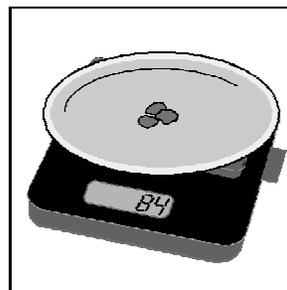
8. Para no contaminar la muestra con los ácidos de la piel, se usan guantes de látex cuando se toca la tierra.



9. Se presiona muy levemente empujando el suelo seco por la malla. Hay que tener cuidado de no forzar los agujeros de la malla al presionar. Las rocas no podrán pasar por la malla. Si no hubiese un tamiz, se quitan las rocas con la mano. Guarda el suelo tamizado de cada muestra para otros análisis de laboratorio.

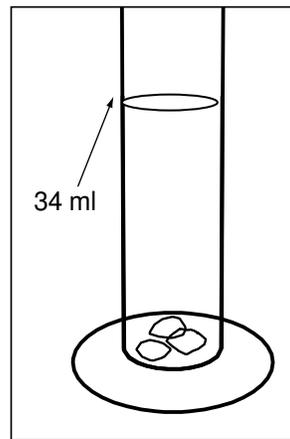
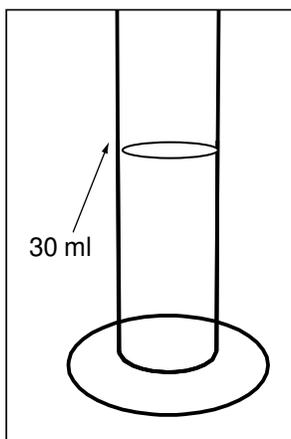
10. Si el suelo contiene rocas, se determina la masa y volumen de éstas de la siguiente manera:

- Medir la masa de las rocas y anotarlo en la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*.
- Se añaden 30 ml de agua en una probeta de 100 ml. Se registra este volumen de agua en la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*. Cuidadosamente se echan las rocas al agua. Se lee el nivel de agua después de haber metido todas las rocas. Se registra este nuevo volumen en la *Hoja de Datos*.



Nota: al estar añadiendo las rocas en los 30ml de agua, si el volumen asciende a un nivel cercano a los 100ml, se registra este volumen, se vacía la probeta y se repite el proceso con las rocas que faltan. En este caso, hay que registrar la suma de los volúmenes de agua sin rocas.

Si la muestra contiene ramitas y otros restos orgánicos, se sustituye el agua por el alcohol y se realiza el mismo proceso.



11. Se coge el suelo libre de rocas del papel que había bajo el tamiz y se mete en bolsas de plástico u otros recipientes limpios, secos y herméticos. Se marcan con el número de horizonte, con el límite superior e inferior del horizonte, con la fecha, nombre del sitio de estudio y con la ubicación del lugar. Este suelo ya está preparado para otros análisis de laboratorio. Se deben guardar en un lugar seguro y seco hasta que se utilice.

Protocolo de Densidad Absoluta – Interpretando los datos

¿Son razonables los datos?

1,3 g/ml o (g/cm^3) es un valor típico de densidad absoluta de un suelo compuesto principalmente por minerales. Sin embargo se pueden obtener valores altos de 2,0 g/ml (g/cm^3) para horizontes muy densos o valores de 0,5 g/ml (g/cm^3) o menores para suelos orgánicos.

Para calcular la densidad absoluta de una muestra de suelo, hay que completar los cálculos de la *Hoja de Datos de Densidad Absoluta*

¿Qué resultados se han obtenido?

Si la densidad absoluta de un suelo es $<1,0$, significa que tiene una densidad muy baja y seguramente tenga un contenido elevado de materia orgánica. La materia orgánica se identifica en el color oscuro y en la presencia de raíces. Muchas veces los horizontes más superficiales son ricos en materia orgánica.

Si la densidad absoluta de un suelo tiene un valor cercano a 2,0 o mayor, significa que es un suelo muy denso. Los suelos son densos si se han comprimido y si no tienen un alto contenido de materia orgánica.

Suelos densos suelen ser suelos superficiales por donde camina la gente o por donde ha pasado mucha maquinaria comprimiendo el suelo. Suelos que tienen una estructura suelta o masiva tienen densidades más elevadas que suelos con estructura granular o en bloque. Por lo tanto, la estructura de un suelo influye en la densidad absoluta. En general, los suelos arenosos tienen una densidad absoluta mayor que los suelos arcillosos o limosos, debido a que su porosidad es más baja aunque el tamaño de los poros es mayor.

Si la densidad absoluta no es coherente con las demás propiedades del mismo horizonte (color, estructura, textura, profundidad en el perfil, presencia de raíces), entonces es que ha habido algún error en las mediciones. En ese caso se debe comprobar la metodología y los cálculos realizados.

¿Qué buscan los científicos con estos datos?

Muchos científicos usan información acerca de densidad absoluta, densidad de partículas, y porosidad. Con la densidad absoluta estiman cómo están de compactadas las partículas de suelo en cada horizonte.