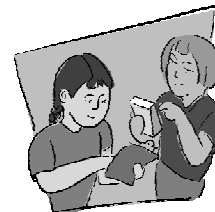


# Protocolo de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño



## **Objetivo General**

Medir la distribución de las partículas de suelo de diferente tamaño que hay en cada horizonte de un perfil de suelo.

## **Visión General**

El alumnado mezcla agua con suelo seco tamizado de un horizonte y con una solución dispersante que separa las partículas de suelo unas de otras. Se agita la mezcla hasta que el suelo quede suspendido por completo en la solución. Las partículas de suelo van decantando, y se va midiendo la gravedad específica y la temperatura de la suspensión utilizando un hidrómetro y un termómetro. Se realiza una medición a los 2 minutos y otra a las 24 horas.

## **Objetivos Didácticos**

El alumnado aprenderá a realizar experimentos de laboratorio para determinar la distribución de partículas por tamaño. Aprenderá también fórmulas matemáticas para calcular el porcentaje presente de arena, limo y arcilla. Será capaz de relacionar el tamaño de las partículas con la suspensión en una solución, con la gravedad específica y con la velocidad de decantación.

## **Conceptos 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.

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

### *Ciencias Físicas*

Los objetos tienen propiedades observables.

## **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 evidencias.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

## **Tiempo**

3 clases

## **Nivel**

Medio y Secundario

## **Frecuencia**

Tres veces por cada horizonte de un perfil de suelo

## **Materiales y Herramientas**

Suelo seco y cernido (el cedazo debe ser del Número 10 con una malla con agujeros de 2 mm de tamaño)

Probetas graduadas de 500 ml (mínimo recomendado: tres)

Agua destilada

1 botella de plástico vacía de 2 litros con tapón.

Reactivo dispersante de suelo (Hexametáfosfato de sodio o un detergente lavaplatos que no haga espuma como el que se usa en un lavaplatos)

Cuchara o varilla de cristal para remover

Recipientes de 250 ml o más grandes (mínimo recomendado: tres)

Termómetro

Hidrómetro

Probeta graduada de 100 ml

Lápiz o bolígrafo

Frasco lavador

Metro de madera

Envoltura de plástico (u otro material para tapar la probeta)

Balanza con una precisión de 0,1 g

*Hoja de Datos de Distribución de Partículas por Tamaño*

## **Preparación**

Secar y tamizar las muestras de suelo y guardarlas en recipientes herméticos.

Conseguir el equipo necesario.

Calibrar la balanza a 0,1g.

## **Requisitos previos**

*Protocolo de Caracterización del Suelo*

# Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño – Introducción

La cantidad de cada partícula de suelo (arena, limo o arcilla) presente en el suelo se conoce como distribución de partículas de suelo por tamaño. La medición de la textura en la caracterización del suelo indica sólo aproximadamente la cantidad de cada grupo de partículas que hay en una muestra de suelo. Estas aproximaciones se pueden comprobar desarrollando el *Protocolo de Distribución de Partículas por Tamaño* al medir cuantitativamente la cantidad de cada una de las partículas de diferente tamaño.

La arena es la partícula de suelo más grande (2,0 mm – 0,05 mm), el limo tiene un tamaño intermedio (0,05 mm – 0,002 mm), y la arcilla es la partícula más pequeña (menor que 0,002 mm). Las partículas con tamaño mayor de 2 mm se denominan rocas, piedras o grava y no se consideran material del suelo.

	2,0 mm	0,05 mm	0,002 mm	
Rocas		Arena	Limo	Arcilla

En una mezcla de partículas de diferentes tamaños que está suspendida en una columna de agua, las partículas más pesadas son las que decantan primero. Al agitar una muestra de suelo en solución, las partículas de arena se asientan en la base del recipiente después de 2 minutos, y las partículas de limo y arcilla se quedan suspendidas. Después de 24 horas, el limo decanta, dejando sólo la arcilla en suspensión.

Utilizando tablas de conversión, se puede calcular los porcentajes de arena, limo y arcilla y el tipo de textura de la muestra.

## Apoyo al Profesorado

### Preparación

Antes de comenzar a desarrollar el *Protocolo de Distribución de Partículas por Tamaño*, el alumnado deberá realizar las siguientes actividades:

1. Mezclar arena, limo y arcilla en un recipiente de cristal hasta llenarlo 1/3 de su capacidad.
2. Llenar el recipiente con agua.
3. Taparlo y agitar.
4. Observar qué les ocurre a las partículas del suelo.

El profesorado puede relacionar las observaciones del alumnado con el *Protocolo de Distribución de Partículas por Tamaño* discutiendo cómo difieren los resultados antes y después de añadir a la solución el reactivo dispersante.

El alumnado determinará la textura del suelo con el tacto al frotar la tierra con los dedos, para luego comparar los resultados al desarrollar el protocolo.

Se explicará al alumnado cómo utilizar el hidrómetro y se harán mediciones de prueba para practicar.

Se puede practicar mezclando una muestra de suelo con agua en una probeta graduada de 500 ml y un plástico para taparla.

El alumnado debe tener claro el concepto de gravedad específica. (Ver definición en el siguiente apartado.)

### Procedimientos de Medición

Rara vez se encuentran separadas las partículas de arena, limo y arcilla en el suelo. Normalmente se encuentran juntas en agregados denominados “terrones”. Se utiliza una solución “dispersante” para separar las partículas de estos agregados.

Se mide la cantidad de arena, limo y arcilla según la velocidad de decantación en el agua de cada una de las partículas. Si las partículas no se separan bien unas de otras, los resultados serán incorrectos, porque los agregados de las partículas pequeñas decantarán a la misma velocidad que las partículas grandes.

Un hidrómetro mide la gravedad específica de un líquido o suspensión. La gravedad específica se define como la masa de un líquido en relación a la masa de un volumen igual de agua. En agua destilada a 20° C el hidrómetro marcará 1,000.

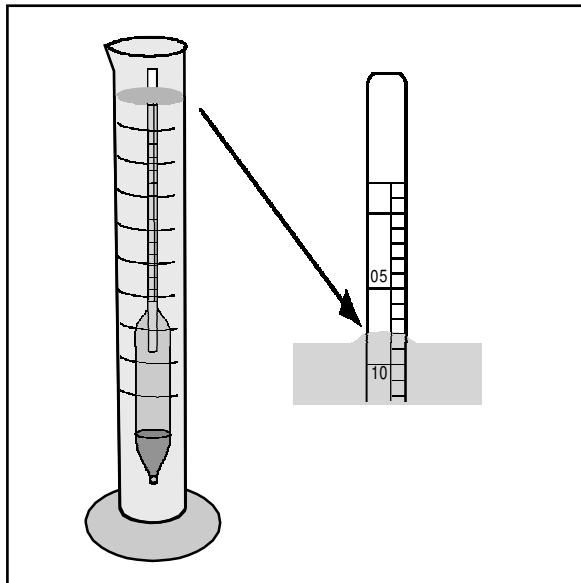


Figura-SU-PA-1

Si el suelo está suspendido en el agua, la gravedad específica aumenta y por tanto el hidrómetro marca un valor mayor.

Para medir la gravedad específica de la suspensión del suelo en el agua según este protocolo, se coloca el hidrómetro en la suspensión.

El hidrómetro se coloca 30 segundos antes del momento en el que se quiere hacer la medición, para que se estabilice en el agua. En el momento indicado (a los 2 minutos y otra vez a las 24 horas), se lee el hidrómetro donde la escala de números está al nivel de la superficie del agua.

Para leer el valor que marca, se añade siempre a 1,0 los 2 números que marca el hidrómetro al nivel de la superficie del agua. La Figura SU-PA-1 y la Figura SU-PA-2 muestran un ejemplo de lectura de hidrómetro.

La preparación inicial de la muestra para este protocolo se hará previamente. El protocolo en sí se puede desarrollar en dos clases en días sucesivos.

### **Manejo de Materiales**

El hexametáfosfato de sodio es ideal para dispersar el suelo. En las empresas distribuidoras del equipo de GLOBE o en otras este compuesto se compra como “Material Dispersante de Suelo”. Otra alternativa para dispersar las partículas de suelo es jabón para lavar platos que no haga espuma, como el detergente corriente para el lavaplatos automático.

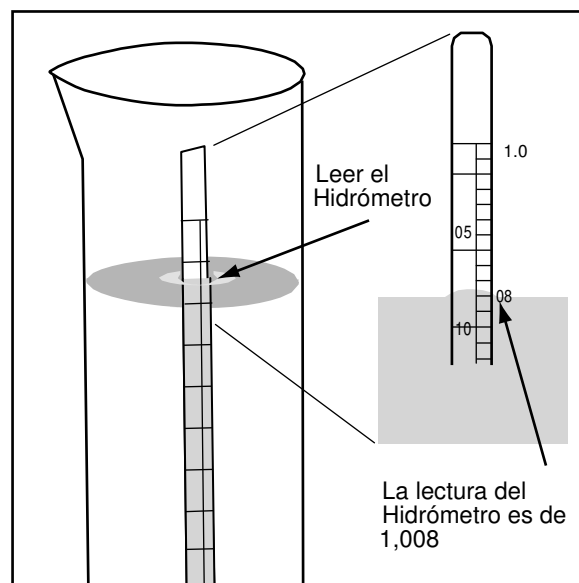


Figura-SU-PA-2

Es importante que el jabón contenga sodio y fosfato y que no produzca espuma porque complicaría la lectura del hidrómetro al realizar la medición.

Según GLOBE, hay que desarrollar este protocolo tres veces por cada horizonte. Si hay tres probetas de 50 ml y tres vasos de precipitados de 250 ml, entonces se pueden analizar tres muestras a la vez. Si se dispone de más equipo de laboratorio, se pueden medir varios horizontes a la vez.

### **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

¿Qué cambios naturales pueden alterar la distribución de partículas por tamaño de un horizonte?

¿Cómo puede afectar la distribución de partículas de suelo al tipo de vegetación que crece en ese suelo?

¿Cómo influye el clima en la distribución de partículas por tamaño?

¿Cómo influye el material original en la distribución de partículas por tamaño de un horizonte?

¿Cómo afecta la distribución de partículas por tamaño a la temperatura del suelo?

¿Cómo influye la distribución de partículas del suelo a la fertilidad del suelo?

¿Cómo influye la distribución de partículas del suelo a la humedad del suelo?

¿Cómo influyen las escorrentías de agua y ríos a la textura del suelo en los deltas de los ríos?

# Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño

## Guía de Laboratorio

### Actividad

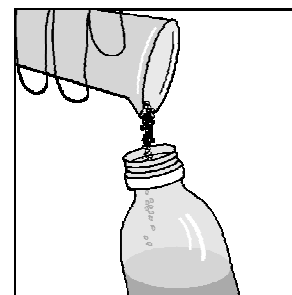
Determinar la distribución de las partículas de suelo por su tamaño en cada horizonte de un perfil de suelo.

### Qué se Necesita

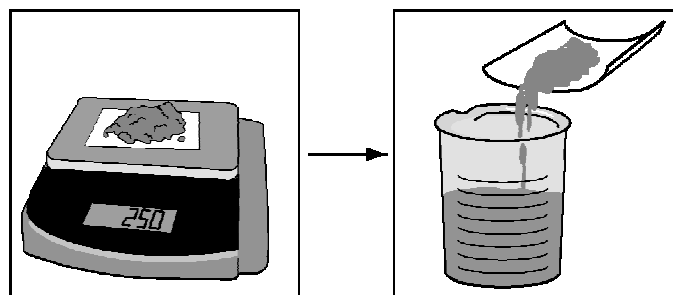
- Suelo seco y tamizado
- 2 litros de agua destilada
- Tres vasos de precipitación de 250 ml o más
- 1 botella de plástico vacía de 2 litros
- Hidrómetro
- Termómetro
- Envoltura de plástico (o algo para cubrir la probeta)
- Hoja de Datos de Distribución de Partículas de Suelo por su Tamaño
- Probeta de 100 ml
- Bolígrafo o lápiz
- Solución dispersante del Suelo
- Probetas de 500 ml
- Frasco lavador
- Metro de madera
- Balanza de precisión 0,1 g

### En el laboratorio

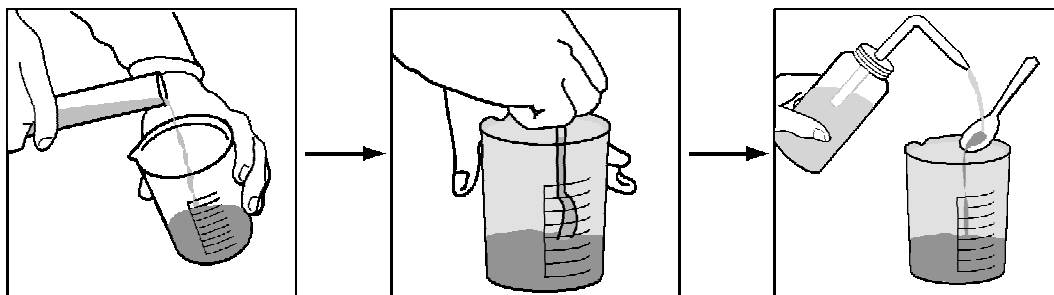
1. Preparar la solución dispersante mezclando 50 g de hexametáfosfato de Sodio (u otro agente dispersante) en 1l de agua destilada. Agitar bien hasta que el agente dispersante se haya disuelto completamente



2. Pesar 25 g de suelo seco y tamizado y echarlo en un vaso de precipitados de 250 ml o más grande.

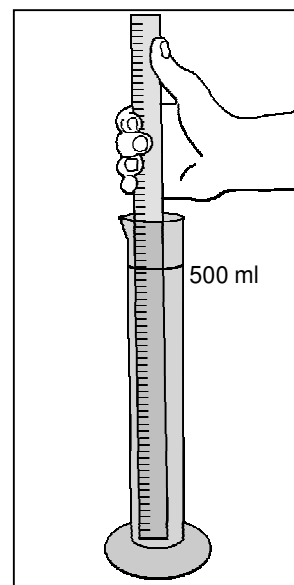


3. Añadir 100 ml de la solución dispersante y 50 ml de agua destilada al vaso de precipitados. Agitar vigorosamente con una cuchara al menos durante un minuto. Asegurarse de que el suelo se ha mezclado bien y no se ha quedado pegado ningún resto en el fondo del vaso de precipitados. Tratar de no derramar nada. Añadir los restos de tierra que se queden en la cuchara con la ayuda del agua destilada del frasco lavador.



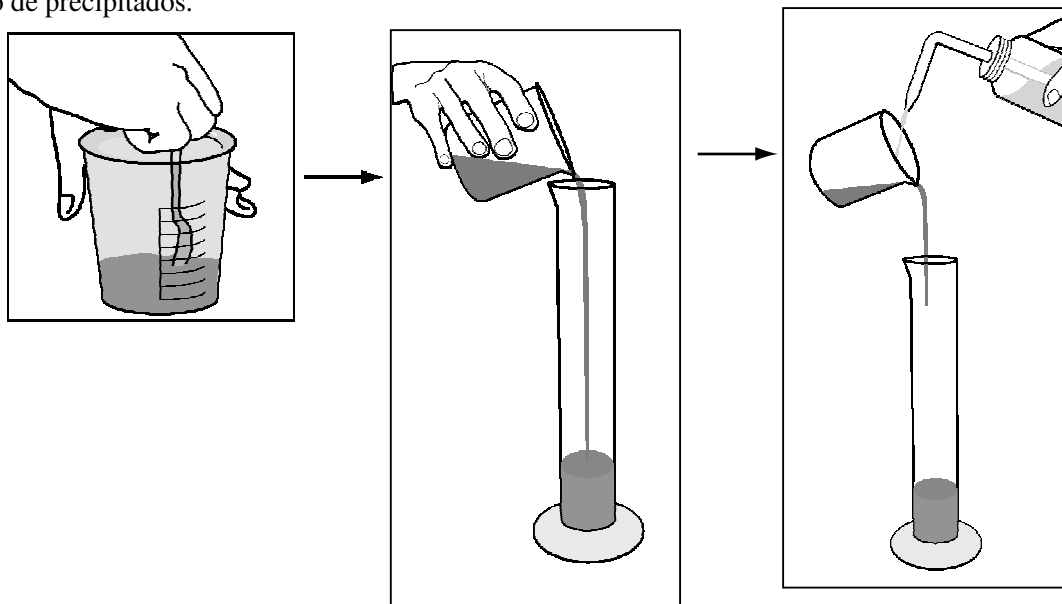
4. Mientras va decantando el suelo, se mide la distancia entre la base de la probeta y la marca de 500ml. Utilizar el metro de madera para realiza esta medición.

Leer la temperatura a la que el hidrómetro ha sido calibrado (normalmente 15,6° C [60° F] o 20° C). Esta temperatura aparece reflejada en el hidrómetro.

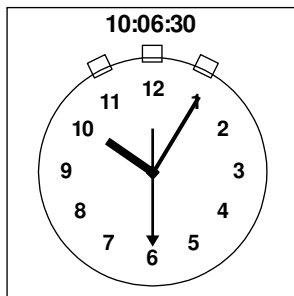
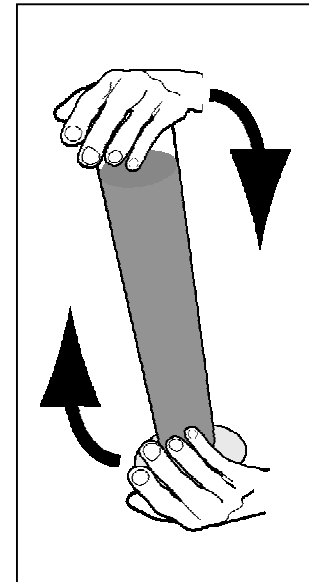
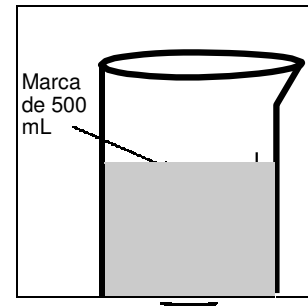


5. Completar la parte superior de la Hoja de Datos de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño.

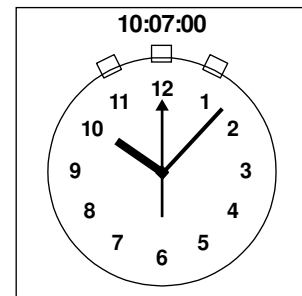
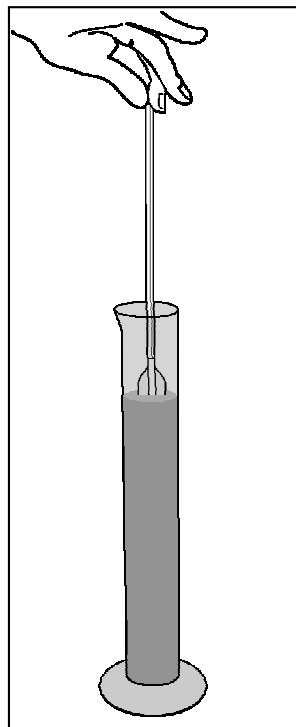
6. Después de al menos 24 horas, se remueve la solución en el vaso de precipitados y se vierte en la probeta de 500 ml. Se utiliza un frasco lavador para añadir los restos de suelo que quedan en las paredes del vaso de precipitados.



7. Añadir agua destilada hasta alcanzar la marca de 500 ml.
8. Tapar la probeta con plástico u otra cubierta. Colocar la mano en la boca de la probeta y mezclar la suspensión del suelo vigorosamente rotando la probeta al menos 10 veces. Asegurarse de que el suelo se ha mezclado bien y ya no hay restos de suelo pegados en la base de la probeta. Hay que tener cuidado de no derramar nada de la solución.
9. Dejar reposar la solución e inmediatamente tomar el tiempo con un reloj o cronómetro que marque los segundos.
10. Registrar la hora a la que se deja reposar la solución (hora de inicio). (En el ejemplo de la derecha, la hora de inicio es: 10:05 y 0 segundos.)
11. Después de 1 minuto y 30 segundos, se introduce el hidrómetro con cuidado y se le deja flotando en la solución. Tratar de que el hidrómetro se estabilice y cese su movimiento.



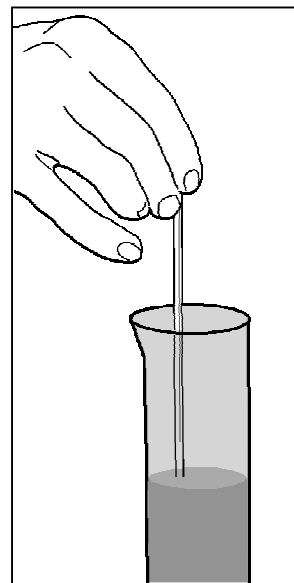
Hora a la que se introduce el hidrómetro



Hora a la que se lee el hidrómetro

12. Exactamente después de **2 minutos** de la hora de inicio, se lee la línea del hidrómetro que coincide con la superficie de la solución, y se registra ese número en la *Hoja de Datos de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño*.

13. Retirar el hidrómetro, secarlo y colocarlo en un lugar seguro.
14. Suspender el termómetro en la solución durante un minuto aproximadamente.
15. Leer el termómetro y registrar la temperatura en la *Hoja de Datos de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño*.
16. Secar el termómetro y guardarlo.
17. No mover la probeta durante 24 horas. Después de 24 horas, realizar otra medición con el hidrómetro y con el termómetro. Registrar los resultados en la *Hoja de Datos de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño*. (24 horas desde que se comenzó a medir el tiempo.)
18. Desechar la solución fuera en algún lugar especial para material de suelo para desechar.



# Protocolo de Distribución de Partículas del Suelo Por Tamaño – Interpretando los Datos

Nota: El siguiente ejemplo sirve de ayuda.

## **A. Calcular el Porcentaje de Arena, Limo y Arcilla en la Muestra de Suelo Utilizando la Siguiete Hoja de Trabajo:**

1. En A se introduce lo que marca el hidrómetro a los 2 minutos.  
A. Lectura del hidrómetro a los 2 minutos \_\_\_\_\_
2. En B se introduce la temperatura a los 2 minutos.  
B. Lectura del termómetro a los 2 minutos \_\_\_\_\_ °C
3. En C se introducen los gramos de suelo/l en suspensión usando el valor del hidrómetro en A y la tabla de conversión Tabla SU-PA-1 siguiendo el paso 18.  
C. Gramos de suelo/l (limo+arcilla) según tabla \_\_\_\_\_ g
4. En D se multiplica la diferencia entre la temperatura medida (en B) y 20° C por 0,36 para corregir temperaturas sobre o por debajo de 20°C  
D. Corrección de temperatura  $[0,36 \times (B - 20^\circ \text{C})]$   
 $[0,36 \times (B \text{ _____} - 20)] = \text{_____ g}$
5. En E se introduce la suma de gramos de suelo/l (de C) y la corrección de la temperatura (de D).  
E. Cantidad corregida de limo y arcilla en suspensión (C+D)  
 $C \text{ _____} + D \text{ _____} = \text{_____ g}$
6. En F se multiplica el valor en g de suelo /l de E por 0,5 para corregir el hecho de haber utilizado una probeta de 500ml.  
F. Gramos de suelo (limo + arcilla) en 500 ml  
 $(E \text{ _____} \times 0,5) = \text{_____ g}$
7. G indica los gramos de arena en la muestra al restar los gramos de limo y los de arcilla en suspensión (F) al total de suelo inicial en la muestra (25 g).  
G. Gramos de arena en la muestra  
 $(25 \text{ g} - F \text{ _____}) = \text{_____ g}$
8. En H se determina el porcentaje exacto de arena dividiendo los gramos de arena por la cantidad total de suelo (25 g) y multiplicándolo por 100.  
**H. Porcentaje de arena**  
 $[(G \text{ _____} / 25) \times 100] = \text{_____ \%}$
9. In I se introduce la medida del hidrómetro a las 24 horas.  
I. Lectura del hidrómetro a las 24-horas \_\_\_\_\_
10. En J se introduce la temperatura a las 24 horas.  
J. Lectura del termómetro a las 24-horas \_\_\_\_\_ °C
11. En K se introduce los gramos de suelo/l en suspensión a las 24 horas (arcilla) utilizando el valor del hidrómetro en I y la tabla de conversión Tabla SU- PA-1 siguiendo el paso 18.  
K. Gramos de suelo /l (arcilla) según tabla \_\_\_\_\_ g



12. En L se multiplica por 0,36 la diferencia entre la temperatura a las 24 horas (de J) y 20° C.

L. Corrección de la temperatura  $[0,36 \times (B - 20^\circ \text{C})]$   
 $[0,36 \times (J \text{ ---} - 20^\circ \text{C})] = \text{---} \text{ g}$

13. En M se introduce la suma de los gramos de suelo/l (de K) y la corrección de la temperatura (de L).

M. Cantidad corregida de arcilla en suspensión (C+D)  
 $K \text{ ---} + L \text{ ---} = \text{---} \text{ g}$

14. En N se multiplica el valor en M por 0,5 para corregir el hecho de haber utilizado una probeta de 500ml.

N. Gramos de suelo (arcilla) en 500 ml  
 $(M \text{ ---} \times 0,5) = \text{---} \text{ g}$

15. En O se determina el porcentaje exacto de arcilla, dividiendo gramos de arcilla en suspensión (de N) por la cantidad total de suelo (25 g) y multiplicándolo por 100.

**O. Porcentaje de arcilla**  
 $[(N \text{ ---} / 25) \times 100] = \text{---} \%$

16. En P se determinan los gramos de limo sumando los gramos de arena (de G) y los gramos de arcilla (de N) y restando el resultado a los 25 g de suelo totales.

P. Gramos de limo  
 $[25 - (G \text{ ---} + N \text{ ---})] = \text{---} \text{ g}$

17. En Q se determina el porcentaje exacto de limo, dividiendo los gramos de limo por el total de suelo (25 g) y multiplicándolo por 100.

**Q. Porcentaje de Limo**  
 $[(P \text{ ---} / 25) \times 100] = \text{---} \%$

18. Ver el Triángulo de Textura en la Figura SU-PA-3 para determinar la textura el suelo.

**Muestra Número 1:**

Arena: \_\_\_\_\_% Limo: \_\_\_\_\_% Arcilla \_\_\_\_\_%

Textura del suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 2:**

Arena: \_\_\_\_\_% Limo: \_\_\_\_\_% Arcilla \_\_\_\_\_%

Textura del suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 3:**

Arena: \_\_\_\_\_% Limo: \_\_\_\_\_% Arcilla \_\_\_\_\_%

Textura del suelo: \_\_\_\_\_

Tabla SU-PA-1: Tabla de Conversión (Gravedad Específica en Gramos de Suelo /l)

<b>Gravedad Específica</b>	<b>Gramos Suelo/l</b>	<b>Gravedad Específica</b>	<b>Gramos Suelo/l</b>	<b>Gravedad Específica</b>	<b>Gramos Suelo/l</b>
1,0024	0,0	1,0136	18,0	1,0247	36,0
1,0027	0,5	1,0139	18,5	1,0250	36,5
1,0030	1,0	1,0142	19,0	1,0253	37,0
1,0033	1,5	1,0145	19,5	1,0257	37,5
1,0036	2,0	1,0148	20,0	1,0260	38,0
1,0040	2,5	1,0151	20,5	1,0263	38,5
1,0043	3,0	1,0154	21,0	1,0266	39,0
1,0046	3,5	1,0157	21,5	1,0269	39,5
1,0049	4,0	1,0160	22,0	1,0272	40,0
1,0052	4,5	1,0164	22,5	1,0275	40,5
1,0055	5,0	1,0167	23,0	1,0278	41,0
1,0058	5,5	1,0170	23,5	1,0281	41,5
1,0061	6,0	1,0173	24,0	1,0284	42,0
1,0064	6,5	1,0176	24,5	1,0288	42,5
1,0067	7,0	1,0179	25,0	1,0291	43,0
1,0071	7,5	1,0182	25,5	1,0294	43,5
1,0074	8,0	1,0185	26,0	1,0297	44,0
1,0077	8,5	1,0188	26,5	1,0300	44,5
1,0080	9,0	1,0191	27,0	1,0303	45,0
1,0083	9,5	1,0195	27,5	1,0306	45,5
1,0086	10,0	1,0198	28,0	1,0309	46,0
1,0089	10,5	1,0201	28,5	1,0312	46,5
1,0092	11,0	1,0204	29,0	1,0315	47,0
1,0095	11,5	1,0207	29,5	1,0319	47,5
1,0098	12,0	1,0210	30,0	1,0322	48,0
1,0102	12,5	1,0213	30,5	1,0325	48,5
1,0105	13,0	1,0216	31,0	1,0328	49,0
1,0108	13,5	1,0219	31,5	1,0331	49,5
1,0111	14,0	1,0222	32,0	1,0334	50,0
1,0114	14,5	1,0226	32,5	1,0337	50,5
1,0117	15,0	1,0229	33,0	1,0340	51,0
1,0120	15,5	1,0232	33,5	1,0343	51,5
1,0123	16,0	1,0235	34,0	1,0346	52,0
1,0126	16,5	1,0238	34,5	1,0350	52,5
1,0129	17,0	1,0241	35,0	1,0353	53,0
1,0133	17,5	1,0244	35,5	1,0356	53,5
				1,0359	54,0
				1,0362	54,5
				1,0365	55,0

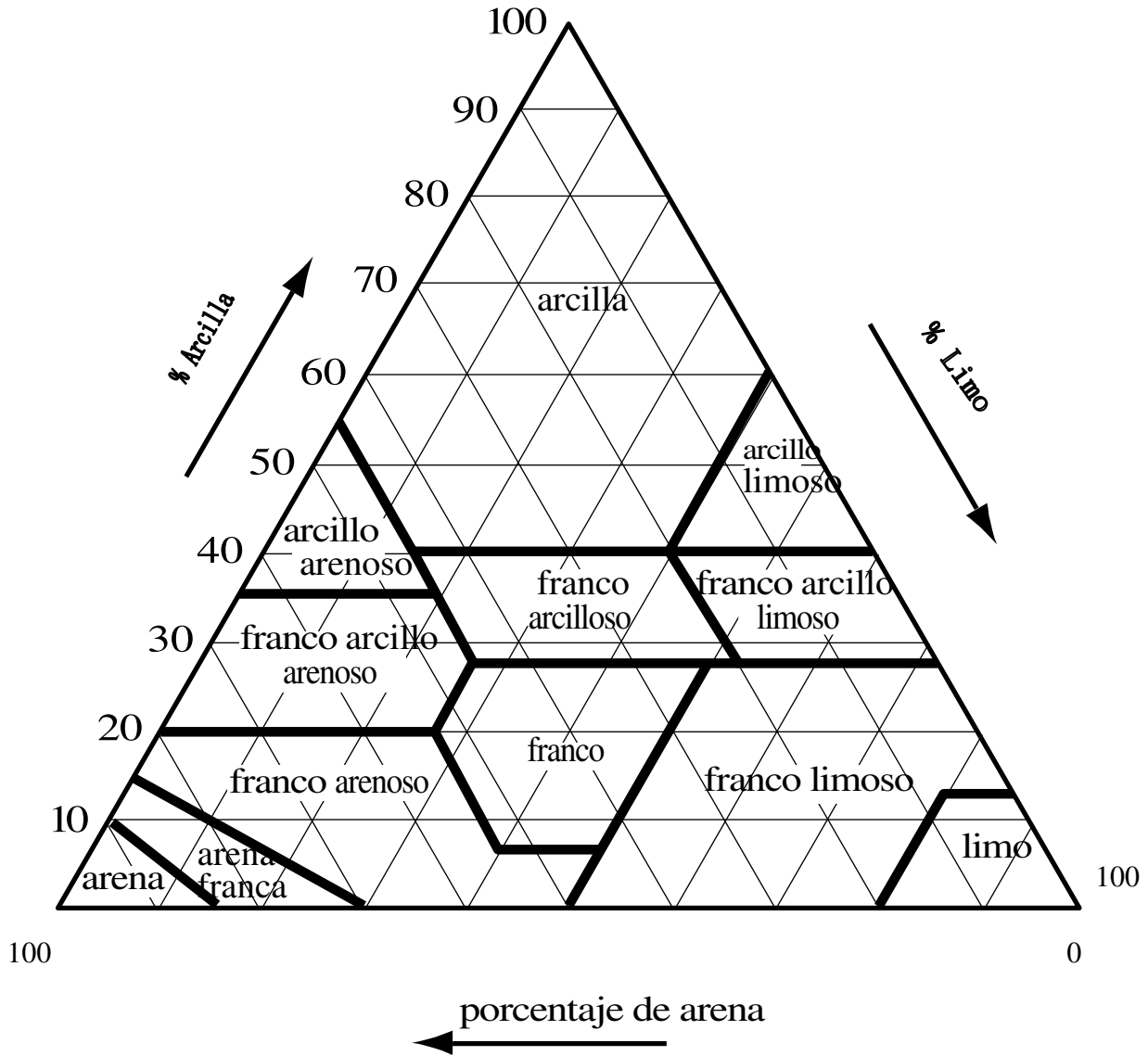
### ***B. Determinar la Textura de la Muestra de Suelo Utilizando el Triángulo de Textura:***

Los edafólogos han clasificado las texturas del suelo en 12 categorías. El triángulo de textura (Figura SU-PA-3) es una de las herramientas que los científicos utilizan para visualizar y comprender el significado de los diferentes nombres de textura. Este triángulo es un diagrama que muestra cómo se clasifican cada uno de los 12 tipos diferentes de textura basándose en el porcentaje de arena, limo y arcilla que hay en cada tipo.

Se determina la textura de la muestra siguiendo estos pasos:

1. Se coloca una hoja transparente u hoja de calco sobre el triángulo de textura.
2. Se coloca el borde de una regla en el punto (sobre la línea de base del triángulo) que representa el porcentaje de arena en la muestra. La regla se sitúa en la línea que se inclina en la dirección en la que están inclinados los números por porcentaje de arena y se traza la línea a lo largo de la regla.
3. Se coloca el borde de la regla en el punto a lo largo del lado derecho del triángulo que representa el porcentaje de limo en la muestra. Se coloca la regla en la línea que se inclina en la dirección en la que están inclinados los números por porcentaje de limo.
4. Se marca el punto donde se cruzan las dos líneas. Se coloca el borde superior de una de las reglas paralela a las líneas horizontales y pasando por el punto de cruce. El número a la izquierda debería ser el porcentaje de arcilla en la muestra. La suma del porcentaje de arena, limo y arcilla debe ser 100%.
5. El nombre de la textura de la muestra de suelo está indicado en el área sombreada donde está la marca. Si la marca cae justamente en una línea entre dos áreas, se registran los dos nombres.

Figura SU-PA-3: Triángulo de Textura



## Ejemplo de Investigaciones de los Estudiantes **A. Calculando el Porcentaje de Arena, Limo y Arcilla en la Muestra.**

El alumnado registró los siguientes valores del hidrómetro a los 2 minutos y a las 24 horas:

	Gravedad Específica	Temperatura
2 minutos:	1,0125	21,0
24 horas	1,0089	19,5

Para cada valor que marcaba el hidrómetro utilizaron la tabla de conversión para obtener gramos/litro de suelo e hicieron la corrección de la temperatura.

### *Lectura a los 2 minutos*

La gravedad específica medida era 1,0126, que corresponde a 16,5 gramos de limo y arcilla por litro en la suspensión. Este valor se corrige debido a la temperatura. La temperatura tomada era 1 grado superior a 20° C, por lo que se añadió 0,36 a los 16,5 gramos/litro:

$$16,5 + 0,36 = 16,86 \text{ g/l}$$

Después se multiplicó 16,86 g/l por 0,5 l (que era el volumen de agua que se utilizó en el protocolo) para cambiar de gramos/litros a gramos:

$$16,86 \times 0,5 = 8,43 \text{ ( 8,4 g)}$$

Esta es la cantidad de limo y arcilla en suspensión

Para determinar la cantidad de arena, el alumnado restó 8,4 g a la cantidad de suelo inicial que se utilizó en el protocolo (25,0 g):

$$25,0 \text{ g} - 8,4 \text{ g} = 16,6 \text{ g de arena}$$

Calcularon el porcentaje de arena en la muestra dividiendo 16,6 g entre la cantidad de suelo inicial (25,0 g) y multiplicándolo por 100 para obtener el porcentaje:

$$(16,6 \text{ g}/25,0 \text{ g}) \times 100 = 66,4\% \text{ arena}$$

### *Lectura a las 24 horas*

La gravedad específica medida era 1,0089, que corresponde a 10,5 g/l. Este valor representa la cantidad de arcilla por litro en suspensión. Después el alumnado corrigió los 10,5 g/l en base a la temperatura. Como la temperatura tomada era 0,5 grados por debajo de 20° C, restaron 0,36 x 0,5 a los 10,5 gramos/litro:

$$0,36 \times 0,5 = 0,18$$

$$10,5 - 0,18 = 10,32 \text{ g/l}$$

Después multiplicaron 10,32 g/l por 0,5 l (que correspondía al volumen de agua utilizado en el protocolo) para convertir gramos/litro en gramos:

$$10,32 \times 0,5 = 5,16 \text{ (se redondeó a 5,2 g)}$$

5,2 g es la cantidad de arcilla que había en los 25 g de suelo iniciales utilizados en el protocolo.

Se calculó el porcentaje de arcilla en la muestra dividiendo 5,2 g por la cantidad de suelo inicial (25,0 g):

$$(5,2 \text{ g}/25,0 \text{ g}) \times 100 = 20,8\% \text{ arcilla}$$

Se calculó el porcentaje de limo sumando los gramos de arena a los gramos de arcilla y restando esta suma a la cantidad de suelo inicial (25 g):

$$16,6 \text{ g (arena)} + 5,2 \text{ g (arcilla)} = 21,8$$

$$25 \text{ g} - 21,8 \text{ g} = 3,2 \text{ g limo}$$

los cuales se convirtieron en porcentaje dividiendo entre 25:

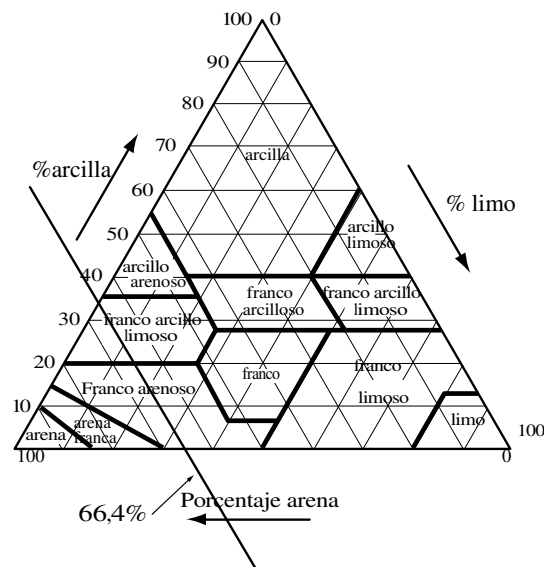
Para esta muestra el resultado final fue:

%Arena	%Limo	%Arcilla
66,4	12,8	20,8

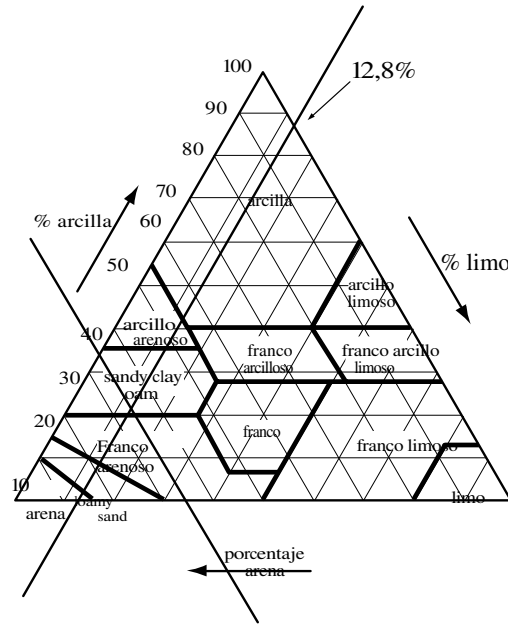
### B. Determinando el tipo de Textura de la Muestra de Suelo

El alumnado determinó el tipo de textura de la muestra de suelo utilizando el Triángulo de Textura.

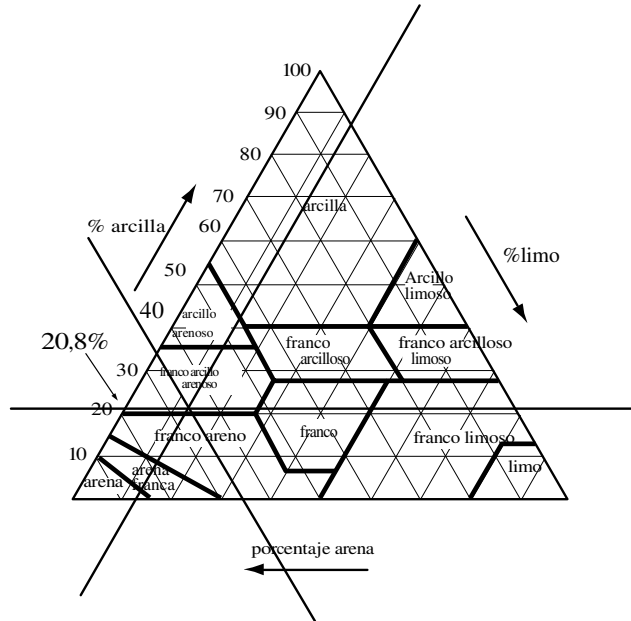
1. Primero colocó papel de calcar sobre el Triángulo de Textura.
2. En segundo lugar, colocó el borde de una regla a lo largo de la base del Triángulo de Textura a la altura de 66,4% de arena y dibujó una línea.



3. En tercer lugar colocó el borde de la regla a lo largo de la arista derecha del triángulo a la altura de 12,8% de limo y dibujó una línea.



4. En cuarto lugar, el alumnado marcó el punto donde se cruzaban ambas líneas y dibujó una línea por este punto para saber el porcentaje de arcilla en la muestra



5. Finalmente determinó el tipo de textura de la muestra observando donde estaba situado el punto de cruce: franco arcillo arenosa.

% Arena	% Limo	% Arcilla	Tipo de textura de suelo
66,4	12,8	20,8	Franco arcillo arenosa

# Hoja de Prácticas para la Textura de Suelo

Utilizar los siguientes números para determinar la textura de suelo utilizando el triángulo de textura. Rellenar los espacios en blanco. Nota: la suma del porcentaje de arena, de limo y de arcilla debe alcanzar siempre el 100%:

	% Arena	% Limo	% Arcilla	Tipo de Textura
a.	75	10	15	Franco arenoso
b.	10	83	7	
c.	42		37	
d.		52	21	
e.		35	50	
f.	30		55	
g.	37		21	
h.	5	70		
i.	55		40	
j.		45	10	

Respuestas: b. franco limoso; c. 21, franco arcilloso; d. 27, franco limoso; e. 15, arcilla; f. 15, arcilla; g. 42, franco; h. 25, Franco limoso; i. 5, arcillo arenoso; j. 45, franco.

## **Para el Alumnado Avanzado**

### *La Ley de Stoke: Para calcular el tiempo de decantación de las partículas del suelo*

En el Protocolo de Distribución de Partículas del Suelo por Tamaño las lecturas del hidrómetro se realizan en momentos muy específicos de tal manera que la arena y después el limo, hayan decantado en la probeta. Para determinar el tiempo de decantación necesario para cada partícula se utiliza una ecuación derivada de la Ley de Stoke. Esta ley describe la velocidad de una partícula para decantarse en función de su diámetro y de las propiedades del líquido donde está decantando. Cuando se conoce esta velocidad, ya se puede calcular el tiempo que requiere una partícula de un diámetro específico en decantar recorriendo una distancia dada.

Esta actividad puede ser muy interesante para el alumnado por diversas razones. Por un lado, el alumnado querrá investigar cómo la velocidad de decantación de partículas de diferentes tamaños, difiere al utilizar otras condiciones a las que se especifican en el protocolo de GLOBE. Por ejemplo, si se utiliza una probeta más grande, o la temperatura es mucho mayor, ¿cuánto tiempo tardaría la partícula de arena, de limo y de arcilla en decantar? En la naturaleza las partículas de arcilla desplazadas por el movimiento del agua decantan cuando el agua deja de fluir y permanece quieta. Utilizando la ecuación según la Ley de Stoke, el alumnado puede comprender la relación entre las partículas de arena, de limo y de arcilla desplazadas por el agua, el grado de turbidez, y lo que tardarían las partículas (especialmente la arcilla) en decantar hasta la base dejando el agua clara.



La Ley de Stoke se describe con la siguiente ecuación:

$$v = kd^2$$

siendo:

$v$  = velocidad de decantación (en cm/segundo)

$d$  = diámetro de la partícula en cm (0,2 cm – 0,005 cm para la arena, 0,005 cm- 0,0002 cm para el limo y <0,0002 cm para la arcilla)

$k$  = una constante que depende del líquido en el que la partícula está decantando, de la densidad de partículas, de la fuerza de la gravedad y de la temperatura ( $8,9 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ seg}^{-1}$  para suelo en agua a 20° C).

### Ejemplo

Se quiere calcular lo que tardaría una particular de arena fina (0,1 mm) en decantar. La distancia entre la marca de 500 ml de la probeta graduada y la base de la probeta es 27 cm.

1. Primero se pasa de cm a mm (del diámetro)

$$0,1 \text{ mm} \times 1 \text{ cm}/10 \text{ mm} = 0,01 \text{ cm}$$

2. Se utiliza la ecuación de Stoke para calcular la velocidad.

$$\begin{aligned} v &= 8900 \times (0,01)^2 \\ &= 0,89 \text{ cm/segundo} \end{aligned}$$

3. Después se divide la distancia que hay entre la marca de los 500ml y la base de la probeta, entre la velocidad calculada en el paso 2.

$$27 \text{ cm}/0,89 \text{ cm.segundo}^{-1} = 30,33 \text{ segundos}$$

Por lo tanto, la arena fina de un diámetro de 0,1 mm tardará unos 30 segundos en decantar hasta la base de la probeta de 500ml.