

# Procedimiento Operativo Estándar para Paisajes Centinelas (CRP6): Procesando las muestras de suelo en laboratorios regionales empleando:

## Guía para el Monitoreo de la Degradación de Suelo (LDSF)

---

*Actualizado el 25 de Agosto de 2013*

*Por Noel Ulloa, Norvin Sepúlveda*

*(Adaptado de Leigh Winowiecki AfSIS-ICRAF-SOP)*

### **I. Introducción**

Este procedimiento estándar de operaciones es para el procesamiento de las muestras de suelo recolectadas utilizando la Guía para el Monitoreo de la Degradación de Suelo (LDSF, por sus siglas en inglés) y está diseñado para su uso por los laboratorios regionales. El procedimiento comprende: recepción y registro de la muestra, tamizado del suelo y pesaje, submuestreo del suelo, almacenamiento de muestras de suelo y el envío de muestras al laboratorio de suelos de referencia en el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF) en Nairobi.

Este POE describe el procesamiento a seguir por el laboratorio para preparar las muestras de suelo superior y sub estándar recogidos de cada parcela y para las muestras de masa acumulada (CM) del suelo, que se recogen en el centro de cada parcela.

Todas las muestras de suelo de campo son transportadas a laboratorios regionales para ser preparadas mediante este procedimiento operativo estándar.

### **II. Recepción de las muestras de suelo y su registro**

Al ser recibidas, todas las muestras deben ser ingresadas en los formularios de registro impresos (Tablas 1-2) y comprobar su coherencia comparándolas con las hojas de campo LDSF. Cualquier discrepancia de etiquetado o problemas

debido a bolsas dañadas o muestras perdidas deben tenerse en cuenta en el formulario, y si es posible resolver en esta etapa. Esto es particularmente importante para las muestras de masa acumulada, donde se requiere la recuperación completa de la muestra.

**Tabla 1: Ejemplo de tabla de registro para muestras de suelo TOP y SUB**

Sitio	Fecha de muestreo	Cluster	Plot	Codigo de profundidad	Masa de la muestra secada al aire (g)	Fragmento grueso (>2mm) (g)
El Tuma	21/02/2013	1	1	TOP	754.9	2.3
El Tuma	21/02/2013	1	1	SUB	1100.9	15.9

**Tabla 2: Ejemplo de tabla de registro para muestras de masa de suelo acumuladas**

Sitio	Material	Fecha de muestreo	Cluster	Plot	Profundidad superior (cm)	Profundidad inferior (cm)	Masa de muestra secada (g)	Fragmento grueso (>2mm) (g)
El Tuma	CM	21/02/2013	1	1	0	20	543.1	4.5

### III. Secado al aire de muestras estándar y muestras de masa acumulada

Seque al aire **todas** las muestras de suelo mediante la dispersión de la muestra de suelo como una capa fina en las bandejas o recipientes poco profundos. El secado puede realizarse en una habitación grande, en un secador solar a o en un horno de aire forzado a 40 ° C. Romper los grumos en la medida de lo posible para ayudar al secado. Es importante asegurarse de que ningún material de la muestra se pierda o se descarte, porque los pesos de las fracciones de suelo se han de registrar. Se debe evitar la contaminación por polvo, yeso u otros contaminantes potenciales ya que los suelos están sometidos a análisis de elementos traza. Se debe ser sumamente cauto en todas las etapas para asegurar que las etiquetas permanezcan junto a la muestra correspondiente. El tiempo de secado depende de la condición de las muestras y las condiciones ambientales, pero las muestras debe estar completamente seca (es decir, peso constante).

### IV. Pesaje y tamizado de muestras estándares TOP y SUB

1. Ingresar la muestra en la tabla de registro.
2. Pesar TODA la muestra de suelo secada, con precisión de 0,1 g, usando una balanza de platillo superior calibrada. Anotar el peso de toda la muestra

en la tabla de registro (*asegúrese de tarar el peso del recipiente o bandeja, para obtener sólo el peso de la muestra de suelo*).

3. Mezcle TODA la muestra secada cuando todavía se encuentre en el recipiente de secado.
4. Dispersar TODA la muestra en una hoja de plástico sobre una mesa sólida.
5. Usando un rodillo de madera, machacar la muestra para que pase a través del tamiz de 2 mm certificado. Durante esta etapa, quitar cualquier material de plantas (por ejemplo, raíces) y las posibles piezas de grava (asegurándose de que son grava y no los agregados del suelo) y colocan en una pila separada (la pila de fracción gruesa).
6. Pasar la muestra triturada a través del tamiz de 2 mm. NO utilice el tamiz como un triturador; es decir, no frote o restriegue la muestra en el tamiz. En su lugar, agite el tamiz suavemente para permitir que el suelo pase a través de él. Si requiere tamizar una gran cantidad de suelo es más fácil que hacerlo en pequeñas cantidades en lugar de todos a la vez.
7. Colocar lo que queda en el tamiz en la hoja de plástico y aplastar con el rodillo nuevamente. A continuación, pasar de nuevo a través del tamiz de 2 mm. Asegúrese de que todos los grumos de suelo son aplastados, pero no trate de aplastar grava y rocas.
8. Transfiera lo que queda en el tamiz a la pila de fracción gruesa.
9. Escriba el peso de la pila de fracción gruesa (>2mm) en la tabla de registro.
10. Limpie el área de trabajo con un paño húmedo para eliminar el polvo del suelo, a fin de evitar la contaminación de una muestra a otra.

Toda la muestra ha sido procesada y ningún material debe ser descartado. Como resultado se obtienen dos fracciones:

- a. La fracción gruesa (>2 mm), la cual no pueda pasar a través del tamiz.
- b. Las partículas finas (<2 mm), las que han pasado a través del tamiz.

## **V. Pesaje y tamizado de las muestras de masa acumulada (CM)**

1. Introduzca cada muestra de masa acumulada en la tabla de registro para muestras de suelo de masa acumulada (Tabla 2).

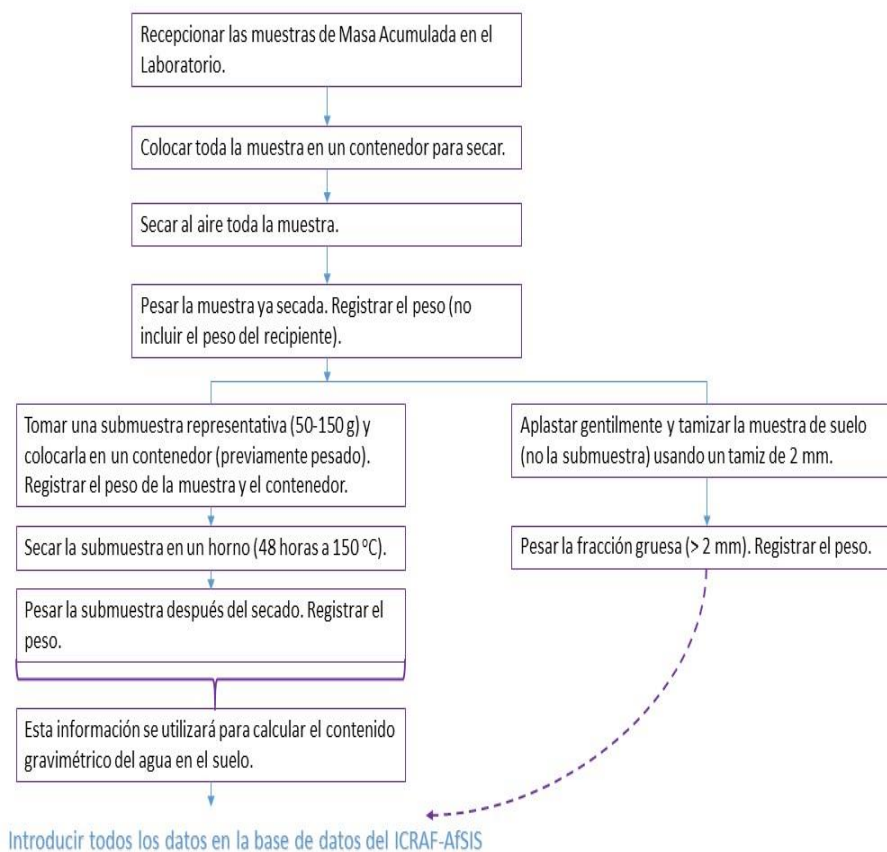
2. Asegurarse que las muestras de masa acumulada se han secado **COMPLETAMENTE** y que ninguna muestra se ha perdido durante el transporte.
3. Pese **TODA** la muestra de masa acumulada ya secada, con una precisión de 0,1 g, usando una balanza de platillo superior calibrada.
4. Anotar el peso de toda la muestra en la tabla de registro (*asegúrese de tarar el peso del recipiente o bandeja, para obtener sólo el peso de la muestra de suelo*).

**Nota:** Si se tiene acceso a un horno, seguir el procedimiento indicado en la Figura 1. Este procedimiento es empleado para calcular el contenido gravimétrico del agua en el suelo, e.g., cualquier humedad residual en la muestra secada al aire, con el fin de calcular la masa de las muestras de masa acumulada sobre-secadas. Si no se tiene acceso a un horno, hay que asegurar que las muestras se han secado al aire completamente antes de registrar su peso.

5. Dispersar **TODA** la muestra en una hoja de plástico sobre una mesa sólida.
6. Usando un rodillo de madera, machacar la muestra para que pase a través del tamiz de 2 mm certificado. Durante esta etapa, quitar cualquier material de plantas (por ejemplo, raíces) y las posibles piezas de grava (asegurándose de que son grava y no los agregados del suelo) y colocan en una pila separada (la pila de fracción gruesa).
7. Pasar la muestra triturada a través del tamiz de 2 mm. **NO** utilice el tamiz como un triturador; es decir, no frote o restriegue la muestra en el tamiz. En su lugar, agite el tamiz suavemente para permitir que el suelo pase a través de él. Si requiere tamizar una gran cantidad de suelo es más fácil que hacerlo en pequeñas cantidades en lugar de todos a la vez.
8. Colocar lo que queda en el tamiz en la hoja de plástico y aplastar con el rodillo nuevamente. A continuación, pasar de nuevo a través del tamiz de 2 mm. Asegúrese de que todos los grumos de suelo son aplastados, pero no trate de aplastar grava y rocas.
9. Transfiera lo que queda en el tamiz a la pila de fracción gruesa.
10. Escriba el peso de la pila de fracción gruesa (>2mm) en la tabla de registro.
11. Limpie el área de trabajo con un paño húmedo para eliminar el polvo del suelo, a fin de evitar la contaminación de una muestra a otra.

Toda la muestra ha sido procesada y ningún material debe ser descartado.  
 Como resultado se obtienen dos fracciones:  
 a. La fracción gruesa (>2 mm), la cual no pueda pasar a través del tamiz.  
 b. Las partículas finas (<2 mm), las que han pasado a través del tamiz.

Procedimiento de laboratorio para el procesamiento de muestras de Masa Acumulada (CM)



**Figure 1: Procedimiento para la preparación de muestras de masa acumulada. Incluyendo el sobre-secado de submuestras para la determinación del contenido gravimétrico de agua.**

## VI. Submuestreo de partículas finas para muestras de suelo TOP, SUB y Masa Acumulada (CM)

Debido a los altos costos de envío, sólo se enviarán al laboratorio en Nairobi unos **250 g** de las muestras estándares TOP y SUB y unos **50 g** de cada una las muestras de CM al laboratorio en Nairobi. Por tal razón, se necesita una sub-muestra de la totalidad de la muestra de suelo. Esta sub-muestra debe ser

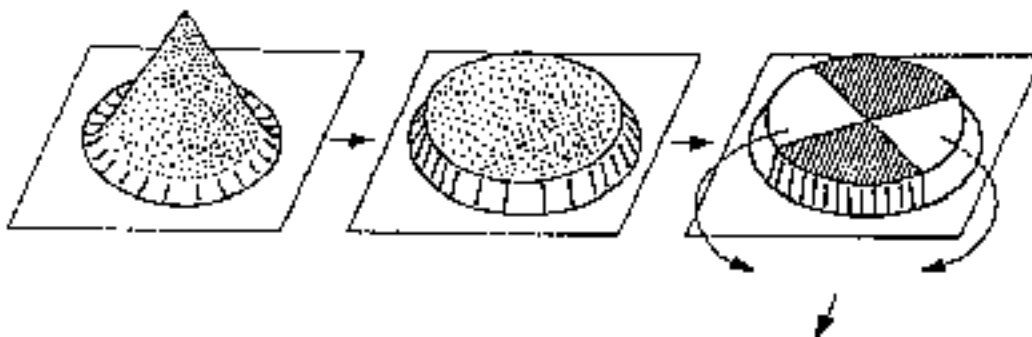
representativa del conjunto de la muestra obtenida del campo, por lo que ser cuidadoso seguir este procedimiento.

Para la sub-muestra de partículas finas (suelo < 2 mm diameter)

Si el peso de las partículas finas es mucho mayor a 250 g es necesario obtener una sub-muestra empleando la técnica del cuarteo (leer las instrucciones colocadas a continuación y en la Figura 2) para obtener unos 250 g de suelo para cada muestra TOP, SUB y CM.

Método del cuarteo para el submuestreo de suelo

1. Dispersar la muestra en una hoja de plástico sobre una mesa sólida.
2. Mezclar bien la muestra de suelo con una cuchara, espátula o regla de plástico.
3. Formar con el suelo una pila con forma de cono.
4. Continuar la mezcla de suelo tomando repetidamente suelo de la base y transfiriéndolo a la punta del cono. Hacer esto al menos dos veces.
5. Aplastar el cono hasta una altura de 1 cm.
6. Dividir la pila en cuatro cuartos
7. Seleccionar un par (e.g., dos cuartos) que serán la muestra a conservar.
8. Si la muestra todavía es muy grande, repetir este procedimiento utilizando los dos cuartos que se conservaron.



**Figure 2: Ejemplo del método del cuarteo de suelo para crear una sub.muestra representativa para ser enviada a Nairobi.**

Empacando la submuestra para su envío a Nairobi.

250 g de las muestras TOP y SUB

Coloque al menos 250 g de la muestra de partículas finas TOP y SUB en una bolsa de plástico Ziploc, colocando en la etiqueta el sitio, cluster, plot, código de profundidad, y la fecha. Esto se debe escribir tanto en la bolsa como en la etiqueta de papel colocada en el interior de la bolsa. El exceso de partículas finas de suelo debe ser almacenado en una bolsa etiquetada en caso de que posteriormente se lleven a cabo análisis adicionales.

**Ejemplo de Etiqueta:** Muestras TOP y SUB – asegurarse de etiquetar la bolsa y un papel que vaya dentro de la bolsa:

MDD.1.1.TOP	MDD.1.1.SUB
21/02/2013	21/02/2013

50 g de cada una de las muestra de suelo de Masa Acumulada (CM)

Colocar 50 g de la muestra de suelo de masa acumulada (CM) en una bolsa de plástico Ziploc, colocando en la etiqueta el sitio, cluster, plot, código de profundidad, y la fecha. Esto se debe escribir tanto en la bolsa como en la etiqueta de papel colocada en el interior de la bolsa. El exceso de partículas finas de suelo debe ser almacenado en una bolsa etiquetada en caso de que posteriormente se lleven a cabo análisis adicionales.

**Example Label:** Muestras de suelo de masa acumulada – asegurarse de etiquetar la bolsa y un papel que vaya dentro de la bolsa:

MDD.1.1.CM.0-20	MDD.1.1.CM.20-50	MDD.1.1.CM.50-80	MDD.1.1.CM.80-110
21/02/2013	21/02/2013	21/02/2013	21/02/2013

Submuestreo de las partículas gruesas

La fracción gruesa de las muestras (es decir, fracción de suelo > 2 mm diámetro) también tendrá que submuestreada y enviada al laboratorio de ICRAF para los análisis de carbono y otros elementos.

Usando el método del cuarteo se debe obtener una submuestra de la fracción gruesa de aproximadamente 20 g. Colocar la sub-muestra en una bolsa Ziploc con una etiqueta que indique el sitio, cluster, plot, código de profundidad, “coarse” y la fecha. Ejemplo: “Bush.1.1.TOP.Coarse 21/02/2013”. Si se tienen menos de 20 g de partículas gruesas, enviar toda la muestra con su respectiva etiqueta.

## VII. Procedimiento para el envío de las muestras

Las siguientes muestras de cada sitio centinela serán enviadas al laboratorio del ICRAF en Nairobi:

- ~250 g de las muestras de partícula fina (< 2mm) para todos los estándares TOP y SUB y todas las muestras CM.

Es esencial que exista buena comunicación entre el laboratorio ICRAF y los científicos del SL, especialmente antes del envío, para así comprobar el cumplimiento de los requerimientos legales y garantizar la seguridad de las muestras.

1. Antes de envío de las muestras, enviar los detalles de las mismas al laboratorio de Diagnóstico Espectral de Suelo-Planta del ICRAF ubicado en sede principal del ICRAF. Enviar a: Tor Vagen ([t.vagen@cgiar.org](mailto:t.vagen@cgiar.org)) y Samuel Gaturu ([s.gaturu@cgiar.org](mailto:s.gaturu@cgiar.org)) y Leigh Winowiecki ([l.a.winowiecki@cgiar.org](mailto:l.a.winowiecki@cgiar.org)). La información requerida es (a) una descripción del material (por ejemplo, muestras de suelo secadas al aire y procesadas en un tamiz de 2 mm), (b) el número de muestras de suelo, (c) el peso total del suelo en el lote, y (d) nombre, dirección institucional y número de fax del científico que envía las muestras.
2. Obtener un permiso fitosanitario de las autoridades de inspección de plantas de su país o, si esto no es posible, una carta de la autoridad gubernamental competente que indica que los suelos están destinados específica y únicamente para propósitos de investigación y no tienen ningún valor comercial. Envíe el certificado fitosanitario o carta al laboratorio ICRAF.
3. Con base en la documentación anterior, el laboratorio ICRAF obtendrá un permiso de importación de Kenia para las muestras del Servicio de Inspección de Salud Vegetal de Kenya. El laboratorio ICRAF le enviará un correo electrónico una copia escaneada del permiso. Las muestras se deben enviar junto con una copia del permiso KEPHIS y su certificado fitosanitario o la carta del gobierno. El no hacerlo puede dar lugar a las muestras que se están destruidas por KEPHIS!
4. Para ser enviadas, las muestras de suelo deben ser cuidadosamente empacadas dos veces en bolsas fuertes de polietileno que no puedan ser fácilmente dañadas durante el transporte. Además, se deben embalar en fuertes cajas de cartón. También asegurarse que la empresa de envío vuelva a embalar el cargamento. El embalaje seguro es fundamental, porque si el paquete llega dañado las muestras serán destruidas por KEPHIS y nuestro acuerdo puede ser revocado. ¡No hay que subestimar lo que las aerolíneas pueden hacer a un paquete!
5. La dirección de envío es:



Dr. Tor Vagen  
Att: Samuel Gaturu  
World Agroforestry Centre (ICRAF).  
P. O. Box 30677-00100  
Nairobi  
KENYA  
Tel: +254 20 7224000  
Fax: +254 20 7224001

Recordar que el cargamento debe incluir los permisos y certificados de importación y fitosanitarios.

6. Una vez enviados, enviar inmediatamente via fax o email los datos de envío. On shipping you must immediately fax or email the shipping details (e.g. número de vuelo) a Leigh Winowiecki ([l.a.winowiecki@cgiar.org](mailto:l.a.winowiecki@cgiar.org)) y Tor Vagen ([t.vagen@cgiar.org](mailto:t.vagen@cgiar.org)) y Samuel Gaturu ([s.gaturu@cgiar.org](mailto:s.gaturu@cgiar.org)). Esto nos permitirá alertar a la oficina de Nairobi de la agencia de transporte de la llegada del envío de cuarentena.

### **Recepción y tratamiento**

El laboratorio de suelos ICRAF se encargará el despacho del envío y la inspección de los suelos por KEPHIS. Tras la liberación de KEPHIS, ICRAF se encargará de la recolección de los suelos y su transporte a ICRAF House.

ICRAF ha especificado los procedimientos para el manejo de los suelos extranjeros en su laboratorio como parte de su acuerdo con KEPHIS. Esencialmente, los suelos se registrarán como suelos extranjeros, almacenados en un almacén dedicado a suelos extranjeros, y destruidos después de su uso.

### **Costo de los permisos y trámites**

El laboratorio ICRAF cobra 100 USD para cubrir todos los gastos relacionados con los protocolos de liberación de las muestras, incluyendo los honorarios KEPHIS, las visitas a la oficina KEPHIS, y la liberación cuando las muestras llegan. SL correrá con los gastos de envío y el costo de los permisos que proporcionan si se siguen los procedimientos anteriores.

### **ANNEX –Explicación de el etiquetado de las muestras de suelo de LDSF**

Cada sitio LDSF posee 16 clusters y 10 plots por cluster. En caso de no existir restricción de profundidad, deberían de tenerse 160 muestras de suelo TOP, 160 muestras de suelo SUB y 480 Muestras de Suelo de Masa Acumulada (~800 muestras de suelo por sitio).

El etiquetado de cada muestra de suelo deberá seguir el siguiente formato:  
Sitio.Cluster.Plot.CodigoProfundidad.Fecha

***Muestras Estándares Top y Sub Cluster 1 Plot 1***

Long.1.1.TOP 26-June-2013

Long.1.1.SUB 26-June-2013

***Muestras de suelo de Masa Acumulada Cluster 1 Plot 1***

Long.1.1.CM.0-20 26-June-2013

Long.1.1.CM.20-50 26-June-2013

Long.1.1.CM.50-80 26-June-2013

Long.1.1.CM.80-110 26-June-2013

***Muestras Estándares Top y Sub Cluster 1 Plot 2***

Long.1.2.TOP 26-June-2013

Long.1.2.SUB 26-June-2013

***Muestras de suelo de Masa Acumulada Cluster 1 Plot 2***

Long.1.2.CM.0-20 26-June-2013

Long.1.2.CM.20-50 26-June-2013

Long.1.2.CM.50-80 26-June-2013

Long.1.2.CM.80-110 26-June-2013