

1994-11-23

---

**GESTIÓN AMBIENTAL.  
SUELO. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA  
DETERMINAR CONTAMINACIÓN**



E: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. SOIL SAMPLING FOR  
THE DETERMINATION OF POLLUTION

---

CORRESPONDENCIA:

---

DESCRIPTORES: suelos-toma de muestras; suelos-  
determinación de contaminación;  
gestión ambiental-suelos.

---

I.C.S.: 13.080.01

---

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)  
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

---

## PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

**ICONTEC** es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3656 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1994-11-23.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 000017 Gestión ambiental. Suelo.

(E.M.A.	INGENIO PROVIDENCIA S.A.
ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.	INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A.
ASOCIACIÓN NACIONAL DE	MANUELITA S.A.
INDUSTRIALES	MINISTERIO DE AGRICULTURA
BASF QUÍMICA COLOMBIANA	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA
CARBONES DE COLOMBIA S.A.	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
COLGATE PALMOLIVE COMPAÑÍA	MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS
COMPAÑÍA NACIONAL PETROQUÍMICA -	S.A.
CONAPET	PRODUCTORA DE PAPELES S.A.
CRISTALERÍA PELDAR S.A.	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
ESSO COLOMBIANA LIMITED	COMERCIO
GASEOSAS POSADA TOBÓN S.A.	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA
INEXTRA S.A.	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ALPINA S.A.	I.C.P.
COLINAGRO	INGEOMINAS
COLPAPEL	INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN
CORPOICA	CODAZZI
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ	INTERCOR
I.C.A.	SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

**ICONTEC** cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

**DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN**

**GESTIÓN AMBIENTAL.  
SUELO. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA  
DETERMINAR CONTAMINACIÓN**

**0.    INTRODUCCIÓN**

En relación con el sistema de muestreo de suelos que se realiza con el fin de establecer su calidad y estado nutricional, el que se efectúa para la determinación de residuos contaminantes, es nuevo. Sin embargo, muchos de los conceptos básicos, y por ende la normativa, que guían al primero se pueden utilizar para el monitoreo de residuos contaminantes.

Es importante considerar además, que el suelo es un medio heterogéneo en el cual muchas de sus propiedades físicas y químicas no son uniformes a lo largo de toda su extensión, pero que dentro de un área espacial definida, el individuo suelo se puede considerar homogéneo con respecto a su origen, cubierta vegetacional, propiedades, aptitud y capacidad de uso. Por lo tanto, cualquier plan de muestreo debe establecer y delimitar estas variaciones con el fin de obtener unas muestras que puedan dar una gran precisión a los parámetros que se desean investigar.

Es de resaltar también, que la toma de muestras de suelos para análisis tiene tanta importancia como la exactitud de las determinaciones de laboratorio o el criterio de interpretación de los resultados. Por este motivo, es necesario que quienes realicen el muestreo de los suelos con o sin problemas de contaminación, se ajusten a un procedimiento estandarizado, que garantice homogeneidad en las muestras obtenidas.

Por tal circunstancia, es necesario que la labor del muestreo en suelos contaminados sea realizada por profesionales capacitados.

**1.    OBJETO**

Esta norma tiene por objeto establecer las metodologías para la toma de muestras de suelo con el propósito de determinar la contaminación, y garantizar que los análisis de laboratorio permitan por una parte, evaluar su calidad y el grado de contaminación y por otra, establecer su efecto sobre la aptitud y el uso de las tierras.

La toma de muestras también sirve para el análisis, en una zona específica, de las condiciones superficiales, es decir, humedad y niveles freáticos.

## **2.    DEFINICIONES Y CLASES DE MUESTREOS**

### **2.1    DEFINICIONES**

**2.1.1** Suelo: sistema natural desarrollado o desarrollándose a partir de una mezcla de minerales y restos orgánicos, bajo la influencia del clima y del medio biológico; es un sistema de tres fases (sólida, líquida y gaseosa), que se diferencia en horizontes y sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas.

**2.1.2** Suelo contaminado: es aquel que por acción natural y principalmente antrópica recibe sustancias extrañas de tipo sólido, líquido o gaseoso, que limitan, o pueden limitar, el crecimiento de las plantas y afectan desfavorablemente la biota edáfica, la vida animal y la salud humana.

**2.1.3** Perfil de suelo: exposición vertical de horizontes de un suelo individual que son el resultado de la edafogénesis durante el período de formación del suelo.

**2.1.4** Horizonte de suelo: es una capa de suelo o de material de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno, que es producto de la evolución y que difiere de capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades y características físicas, químicas y biológicas.

**2.1.5** Unidad de muestreo: es una porción de área uniforme, en cuanto a material parenteral, relieve, clima, vegetación, uso del suelo, manejo de tierras, tipo y grado de erosión.

Las unidades de muestreo se dividen en natural y práctica.

Las unidades de muestreo, natural y práctica, para efecto de la aplicación de la norma, se agrupan en dos clases:

- Áreas de actividad agropecuaria y/o forestal y
- Áreas de influencia industrial, urbana y rural.

**2.1.6** Unidad natural de muestreo: corresponde a una unidad de suelo con pedogénesis similar, por lo que la distribución de horizontes y las propiedades en general son similares.

**2.1.7** Unidad práctica de muestreo: puede ser toda o una parte de una unidad natural y desde el punto de vista nutricional generalmente se considera una profundidad de muestreo de 25 cm.

**2.1.8** Muestra: pequeña porción de suelo que representa el volumen que éste ocupa en el campo, en un área y profundidad determinada, uniforme en pendiente, vegetación, material parental, clima, tipo y grado de erosión, uso y manejo.

**2.1.9** Muestra simple: muestra individual de un volumen de suelo a la cual se le realizan los análisis de laboratorio requeridos. Los resultados dan solamente información puntual.

**2.1.10** Muestra compuesta: es una mezcla de varias muestras simples que se toman al azar en distintos sitios de un área muestreo o área representativa (o sector contaminado) y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Cada muestra simple debe ser del mismo volumen y representar la misma sección transversal del volumen total.
- b) Cada muestra simple se debe tomar al azar con respecto a la unidad de muestreo.
- c) El número de muestras simples debe ser el suficiente para que represente todo el volumen que se quiere analizar (unidad de muestreo).
- d) El volumen total seleccionado para hacer de él una muestra compuesta, debe ser homogéneo para el objetivo que se persigue. Esto enfatiza aún más la representatividad de la muestra y, por lo tanto, la necesidad de separar unidades de muestreo.

## **2.2 CLASES DE MUESTREOS**

No existe un solo procedimiento de muestreo para evaluar el grado de contaminación de un suelo; el método seleccionado depende del propósito, tipo de contaminante e indicador (de tipo químico, físico, biológico) establecido.

De acuerdo con lo anterior, los sistemas de muestreo que determina la norma son: al azar, en transecto y en cuadrícula o rejilla.

### **2.2.1 Muestreo al azar**

Este sistema se realiza en las unidades naturales o prácticas de muestreo, recorriéndolas en zig-zag y recolectando submuestras en sitios al azar, para obtener una muestra compuesta. Los puntos de muestreo y en consecuencia, el número de submuestras y muestras compuestas dependen del tipo de contaminante, de la extensión y profundidad del área afectada, de la variabilidad espacial y analítica del (los) indicador (es) seleccionado (s) y, especialmente, del criterio del profesional que recolecta las muestras (véase la Figura 1).

### **2.2.2 Muestreo en transecto**

El método del transecto se utiliza una vez se hayan separado las unidades de muestreo (natural o práctica); consiste en distribuir equidistantemente los sitios de toma de muestras en líneas preestablecidas a lo largo o ancho de las unidades delineadas.

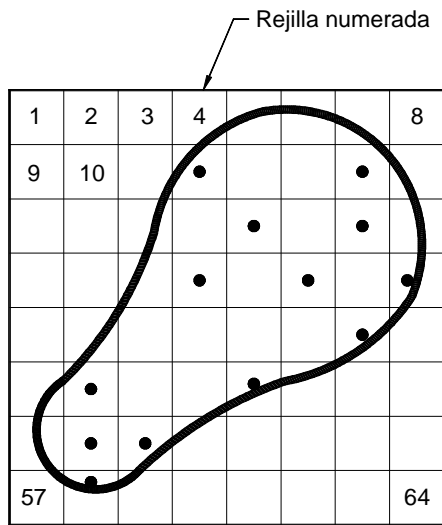
Con el fin de alcanzar el máximo de eficiencia de los resultados, los puntos de muestreo y en consecuencia, el número de muestras depende del tipo de contaminante, de la extensión y profundidad del área afectada y de la variabilidad espacial y analítica del (de los) indicador(es) seleccionado(s). El tipo de muestra recolectada y analizada es simple (véase la Figura 1).

### **2.2.3 Muestreo en cuadrícula o rejilla**

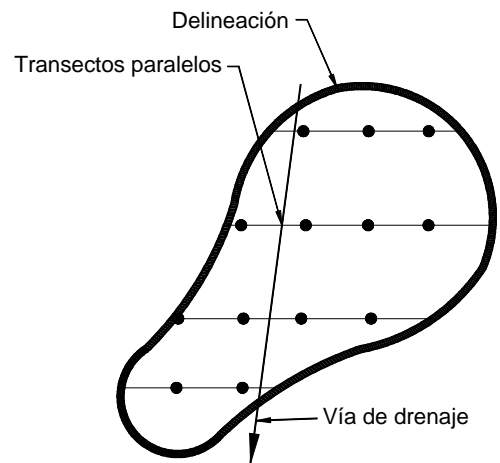
En muchos estudios y especialmente en los de contaminación se prefiere este método de muestreo, por cuanto suministra observaciones igualmente separadas que son convenientes para aplicaciones estadísticas y de computación. Así mismo, con sistemas de simulación tridimensional manual o digitalizando cada sitio de muestreo puede ser georeferenciado. El tipo de muestra que se obtiene y se analiza es simple.

En este sistema no se recomienda el muestreo compuesto, por cuanto se pierde la ventaja del procesamiento automatizado de los resultados (véase la Figura 1).

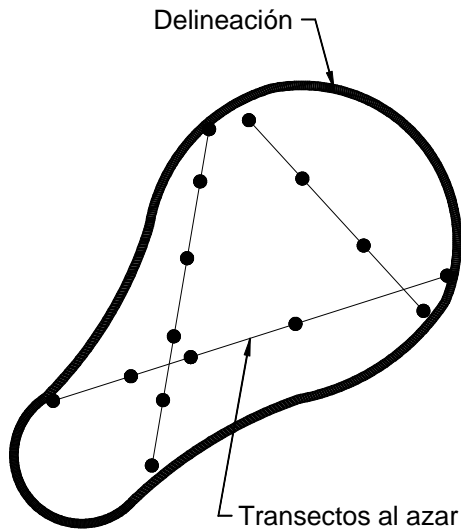
A.



B.



C.



D.

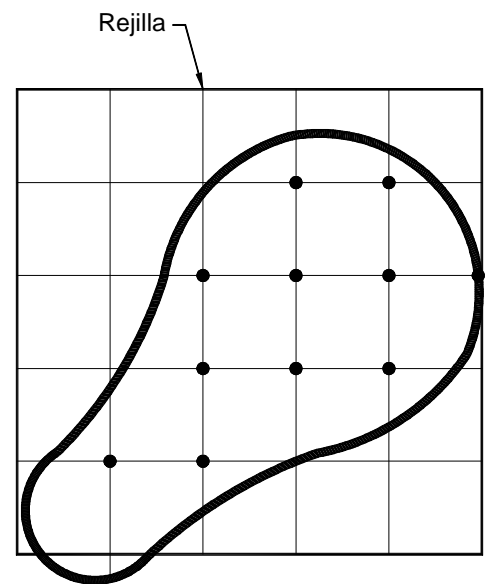


Figura 1. Esquemas de muestreo: A Azar en zig-zag. B. Transectos paralelos. C. Transectos al azar intersectados. D. Muestreo en rejilla. \*Sitios de muestreo

### **3.    CONDICIONES GENERALES PARA EL MUESTREO**

**3.1**    Determinar y especificar el tipo de contaminante que se va a evaluar. Esto es de importancia, en primer lugar, para tomar las medidas de seguridad necesarias para proteger a la persona que va realizar el muestreo y en segundo, para definir el (los) tipo(s) de análisis y los indicadores que se van a evaluar.

**3.2**    Separar las unidades de muestreo del área afectada teniendo en cuenta los criterios especificados para tal fin.

**3.3**    Aplicar el tipo de muestreo (al azar, en transectos, en cuadrícula o rejilla), que se ajuste al propósito del estudio.

**3.3.1** Con el objeto de establecer el grado de contaminación, es indispensable tomar muestras de sectores aledaños no afectados (testigo), de la unidad natural o práctica contaminada.

**3.3.2** En el sistema de muestreo de estos sectores se deberá contemplar las profundidades que se establecieron en el área contaminada.

**3.3.3** Para la toma de muestras de áreas afectadas por agentes contaminantes solubles en agua y por ende muy móviles dentro del suelo, debe considerarse la textura, la velocidad de infiltración, la conductividad hidráulica y la profundidad en que aparece el nivel freático, con el objeto de definir las profundidades a muestrear.

- Para cumplir con el objetivo anterior se pueden considerar las siguientes alternativas:
  - a)      Cuando la contaminación afecta varios horizontes del suelo, se debe muestrear independientemente cada uno de ellos, en los diferentes sitios de muestreo.
  - b)      Cuando no se percibe en el campo la profundidad a que ha penetrado el agente contaminante o cuando el suelo no presente diferenciación de horizontes, se recomienda tomar muestras a profundidades previamente establecidas, dependiendo de la solubilidad de la sustancia contaminante, en los diferentes sitios de muestreo.

**3.3.4** La cantidad de muestra requerida para los análisis de laboratorio estará en función del tipo de estos. Por lo general se recomienda enviar aproximadamente un kilogramo (1 kg) de muestra.

**3.4**    Utilizar los siguientes implementos:

Para efectos del muestreo todos los elementos utilizados en la toma de la muestra deben estar limpios.

- **Pala cavadora.** El uso de palas es recomendable siempre y cuando durante todo el proceso de muestreo se recolecte el mismo volumen de suelo (véase la Figura 2).

- **Barrenos.** Existen varios tipos de barrenos: de taladro, de sonda o tubos y de tipo holandés (véase la Figura 2). Estas herramientas son las recomendadas para las labores de muestreo, además de facilitar el proceso, permiten tomar muestras a diferentes profundidades. En cualquier caso es siempre necesario que las muestras o submuestras tomadas con este tipo de herramienta, sean retiradas de manera uniforme en volumen y profundidad. Para muestreos superficiales los barrenos de sonda o tubo son los más utilizados por proveer un volumen constante en cada una de las submuestras recolectadas. Su uso es limitado en suelos de textura arcillosa (pesados), compactados o pedregosos; en estos suelos puede utilizarse el barreno de taladro.

El de tipo Holandés es de uso común cuando se quiere tomar muestras a profundidad hasta de 1,5 m.

- **Balde.** Este implemento se requiere para depositar allí las submuestras recolectadas. Se debe asegurar la limpieza y asepsia del recipiente, para evitar posible contaminación de la muestra.
- **Bolsas plásticas.** Las bolsas de polietileno deben ser livianas, fáciles de llevar y de bajo costo. Muchas de ellas deben ser revisadas y analizadas para establecer el contenido de PCB (Bifenil policlorados), ya que puede absorber algunos componentes de las sustancias contaminantes.
- **Recipientes de vidrio.** Son usados con frecuencia cuando se utilizan indicadores de tipo biológico, los que deben ser refrigerados para su preservación. Cuando se usan frascos o botellas de vidrio para tal fin se recomienda esterilizarlos en autoclaves para garantizar su asepsia.
- **Neveras tipo picnic.** Son requeridas para congelar o refrigerar las muestras con hielo seco. Las muestras que se refrigeren deben empacarse previamente en recipientes de vidrio.
- **Hojas de recolección de la información.** Se debe recolectar en un formato la siguientes información:
  1. Fecha de muestreo
  2. Nombre y profesión de la persona que realiza el muestreo
  3. Localización geográfica de la zona que se va a muestrear.
  4. Descripción del área afectada.
  5. Uso actual del área
  6. Régimen de lluvias
  7. Profundidad de muestreo
  8. Presencia de nivel freático (profundidad en cm).
  9. Tipo de contaminante.



10. Tipos de análisis solicitados.
11. Presentación de un mapa o esquema de la zona muestreada. En lo posible, marcar y delimitar la(s) zona (s) sobre fotografías aéreas.
12. Relación de las muestras recolectadas.
13. Nomenclatura de los horizontes (espesor, color, textura y estructura).
14. Observaciones generales.

- **Tarjetas de identificación.** Cada muestra deberá identificarse claramente. La tarjeta deberá ser protegida con plástico para evitar su daño y pérdida de la información. Debe contener la siguiente información:

1. Fecha de muestreo.
2. Localización geográfica
3. Profundidad de muestreo.
4. Nombre y/o número de la muestra
5. Análisis solicitados.

**3.5** Número de sitios. En general, el número de sitios debe ser suficiente para adecuar la muestra a las variaciones presentes en cada unidad de muestreo. Como guía pueden tomarse los criterios recomendados por la EPA y adaptarse para el fin propuesto (véase la Tabla 1).

**Tabla 1. Muestreo de suelos**

<b>Tipo de unidad de muestreo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Número de sitios</b>
Áreas agrícolas, pecuarias y/o forestales	4 haz	50
Áreas de influencia industrial (urbanas y rurales)	225 m <sup>2</sup>	16

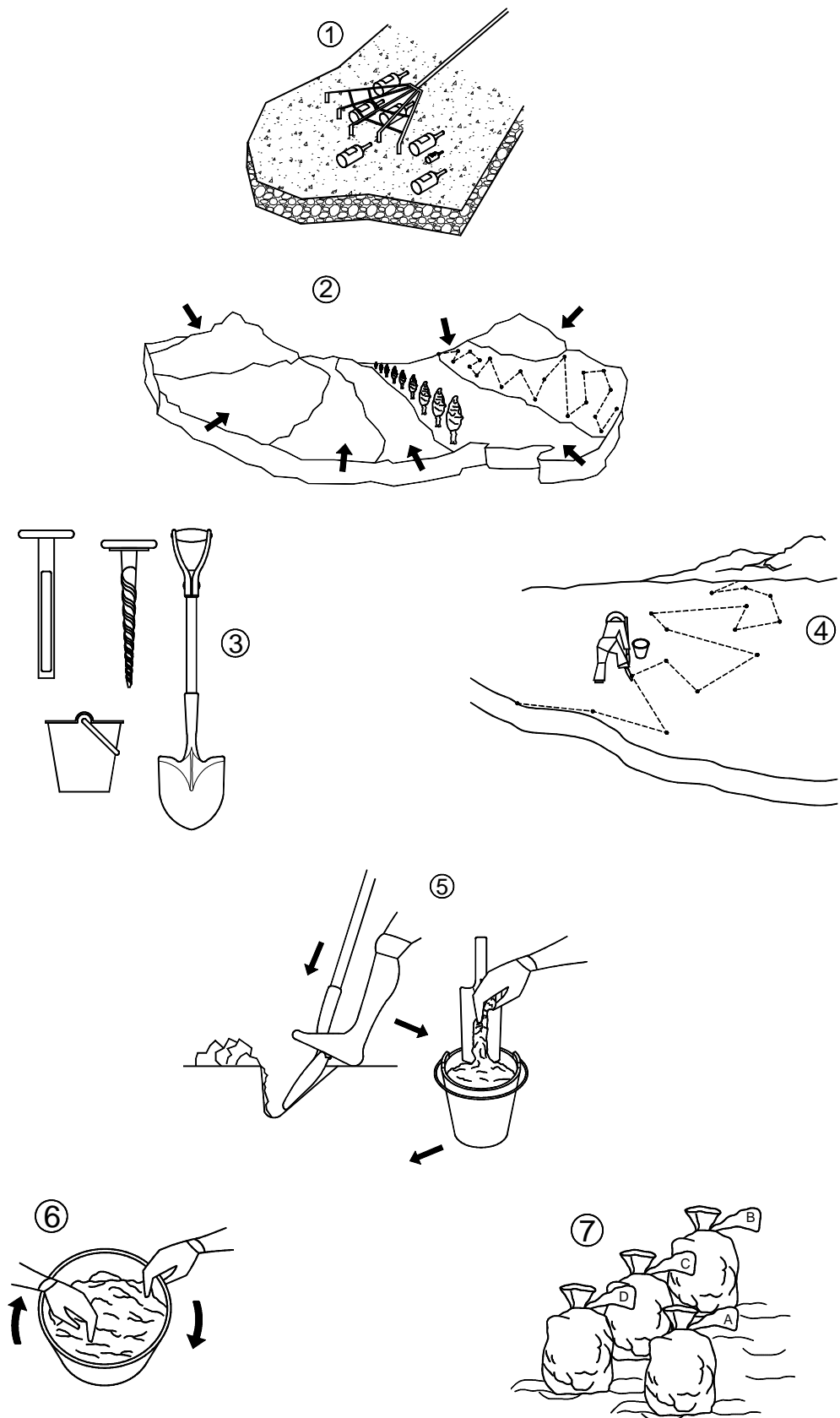


Figura 2. (1) Limpieza del suelo para retirar desechos extraños. (2) Unidades de muestreo (3) Herramientas. (4) Muestreo al azar en zig-zag. (5) Toma de muestras con pala. (6) Mezcla de submuestras para la obtención de muestras compuestas. (7) Empaque identificación de las muestras