



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



sector  
AGRO  
ALIMENTARIO

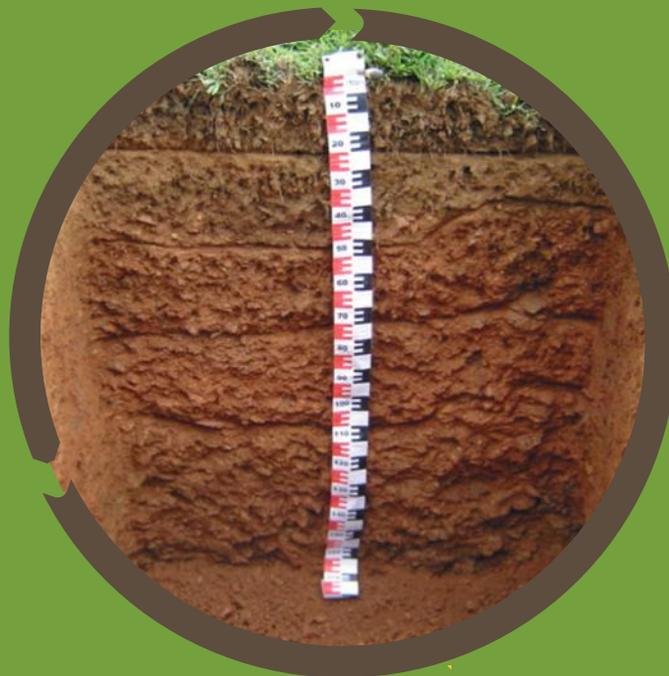
Descripción de:

# Perfiles Modales

de Costa Rica

---

GUIA TÉCNICA



Ing. Hugo Montero González

2022





Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

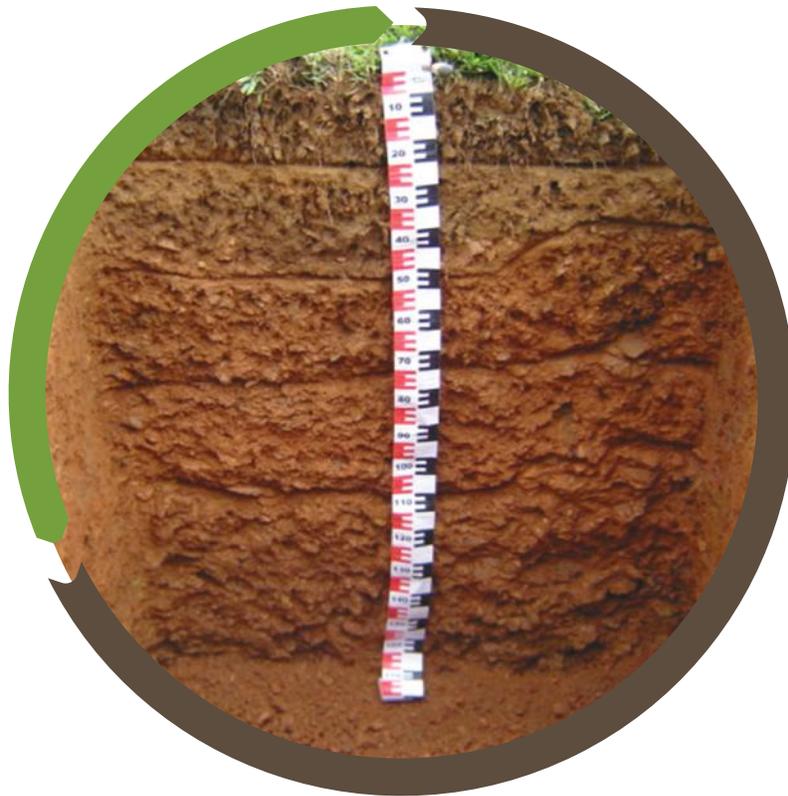


---

## GUIA TÉCNICA

---

# Descripción de Perfiles Modales de Costa Rica Principales Características



Ing. Hugo Montero González

2022

**Autor**

Ing. Hugo Montero González, Lic.

**Consejo Editorial del INTA**

Ing. Kattia Lines Gutiérrez.

Ing. Laura Ramírez Cartín.

Ing. Nevio Bonilla Morales.

Ing. Francisco Arguedas Acuña.

Ing. Roberto Camacho Montero.

Ing. Kenneth Retana Sánchez.

**Editora**

Ing. Kattia Lines Gutiérrez, MGA. [klines@inta.go.cr](mailto:klines@inta.go.cr)

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

**Diseño y diagramación**

Handerson Bolívar Restrepo [www.altdigital.co](http://www.altdigital.co)

San José, Costa Rica. 2022.

Está autorizada la reproducción total o parcial de esta publicación con propósitos educativos y sin fines de lucro, sin ningún permiso especial del titular de los derechos, con la condición de que se indique la fuente.

# Tabla de Contenido

Presentación.....	5
Glosario.....	6
Apertura del perfil modal.....	10
Registro fotográfico.....	11
Datos Generales.....	12
Capacidad de uso.....	13
Datos adicionales.....	15
Datos por horizonte.....	16
Pruebas especiales.....	27
Muestras para laboratorio.....	28
Herramientas necesarias.....	30
Bibliografía.....	31
Anexos	
Anexo I.....	32
Anexo II.....	37
Anexo III.....	38



# Presentación

El recurso suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas.

El suelo es un componente esencial de la “Tierra” y “Ecosistemas”. Ambos son conceptos más amplios que abarcan la vegetación, el agua y el clima en el caso de la tierra, y además abarca también las consideraciones sociales y económicas en el caso de los ecosistemas.

Los suelos son afectados por las actividades humanas, la industrial, la municipal y la agrícola, que a menudo resulta en la degradación del suelo y pérdida o reducción de sus funciones. Para prevenir la degradación de suelos y rehabilitar el potencial de los suelos degradados, se requieren datos edáficos confiables, como insumo para el diseño de sistemas de uso de la tierra y prácticas de manejo de los suelos apropiados, así como para lograr un mejor entendimiento del ambiente (FAO, 2009).

La correcta descripción de las tierras es la base para la clasificación del suelo y la evaluación del sitio, donde se conocen características y condiciones que permitirán tomar mejores decisiones en cuanto a su uso, manejo y conservación.

La elaboración de esta guía es una iniciativa de los investigadores del Proyecto Cartografía Digital de Suelos (PCS) del INTA Costa Rica, como apoyo en la realización de los muestreos detallados de los cantones costeros de Costa Rica, escala 1:50.000.

Esta guía está basada en la *Guía de campo para el muestro y descripción de perfiles de suelos* (Schoeneberger *et al.* 2012). Provee un procedimiento breve para la descripción del suelo y para la recolección en campo, de los datos y muestras necesarias para la clasificación taxonómica. Además, se integra la descripción de los parámetros necesarios para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica (Decreto Ejecutivo N° 41960).

El objetivo principal de este documento es guiar a los investigadores en la descripción en campo de las principales características de los suelos y las tierras de Costa Rica.

Ing. Hugo Montero González, Lic.  
INTA, Costa Rica

# Glosario

## **Capacidad de uso**

Es el grado óptimo de aprovechamiento que posee un área de terreno determinada, con base en la clasificación de sus limitantes para producir cultivos en forma sostenida y por periodos prolongados.

## **Cambio Textural Abrupto**

Se caracteriza por un incremento considerable en el contenido de arcilla dentro de una distancia vertical muy corta en la zona de contacto.

## **Cateo**

Es la descripción simple de un sitio, donde se toman datos de la erosión, el suelo, el drenaje y el clima. Con estos datos, se obtiene la capacidad de uso del sitio.

## **Concentraciones redoximórficas**

Son expresiones de la reducción u oxidación principalmente del hierro (Fe) del suelo. Los colores más rojizos y amarillentos corresponden a la oxidación y los colores más azulados o morados, corresponden a la reducción. El aumento de las concentraciones de estos elementos se puede visualizar como recubrimientos, nódulos o concreciones.

## **Cutanes**

Son los revestimientos de arcilla en los macroporos o la superficie de los agregados. Se ha utilizado en una amplia variedad de términos para denotar concentraciones o modificaciones de materiales en superficies naturales de suelo, tales como: películas de arcilla, recubrimientos de arcilla, manchas o recubrimientos de hierro o manganeso, polvo de silicio, superficies de deslizamiento, superficies de presión, entre varios otros.

## **Discontinuidad litológica**

Son cambios significativos en la distribución del tamaño de partícula o en la mineralogía que representan diferencias en la litología dentro de un suelo.

## **Eluviación / Iluviación**

La eluviación es el proceso de pérdida o desplazamiento de partículas del suelo -principalmente arcillas- hacia otros horizontes inferiores, influenciado por el movimiento del agua a través del perfil del suelo. Caso contrario ocurre con la iluviación, que es el proceso de ganancia o acumulación de partículas provenientes de horizontes superiores. Por lo general, cuando se encuentre un horizonte eluviado, debajo de este, estará un horizonte iluviado, aunque no siempre puede ocurrir.

## **Fisiografía**

Es la descripción del paisaje terrestre, incluyendo aspectos del uso de la tierra, vegetación e influencia humana. Se enfoca principalmente al estudio de las características externas de los paisajes y la influencia que ellas ejercen sobre las características pedológicas de los mismos.

## **Gley / Gleyzación**

Comprende la reducción, segregación o eliminación del Hierro (Fe) en condiciones anaeróbicas que han sido causadas por saturación de agua, provocando una coloración azul-grisácea.

## **Horizonte**

Se refiere a una capa horizontal del suelo, que está constituida por ciertas características similares en cuanto a color, textura, estructura, entre otras. Para taxonomía de suelo, existen dos grupos de horizontes: horizontes superficiales (epipedones) y horizontes subsuperficiales (endopenones).

## **Material parental**

El material parental del suelo está compuesto por aquellos materiales que le dan origen, ya sea saprolitos o sedimentos no consolidados, de cualquier procedencia y composición (Jaramillo, 2002).

## **Pedotúbulos**

Rasgos pedológicos que consisten en material del suelo y que tienen forma tubular externa, como tubos simples o sistemas combinados de tubos (canales).

## **Perfil modal**

Un perfil modal, también llamado calicata o pedón, es un perfil representativo de un área. En este sitio, se realiza una excavación en el suelo, cuya profundidad permite observar y medir las características morfológicas del suelo, tales como: los horizontes y su profundidad, cantidad y tamaño de raíces y poros, formaciones especiales presentes, estructura (tipo, tamaño y grado), color, textura y consistencia. Así como, tomar muestras para el laboratorio con el objetivo de evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo.

## **Plintita**

Es una mezcla de arcilla con cuarzo y otros diluyentes, rica en hierro y pobre en humus. Es común que ocurra como concentraciones redox rojo oscuras, que usualmente forman patrones laminares, poligonales o reticulares.

## **Rasgos redoximórficos**

Son patrones de color del suelo que resultan de una pérdida o ganancia de pigmentos, en comparación con el color de la matriz del suelo, formados por la oxidación/reducción del Fe y/o Mn asociada a la remoción, translocación o incremento de estos elementos.

## **Regímenes de humedad del suelo**

Se refiere a la presencia o ausencia, ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por períodos del año.

## ***Slickensides***

Los *slickensides* es una superficie suavemente pulida por el efecto de movimiento interno de los suelos que contienen arcillas de tipo esmectitas, llamadas arcillas expansivas.

## **Suelo**

Es un cuerpo natural que comprende a sólidos minerales (45%) y materia orgánica (5%), líquidos (25%) y gases (25%) que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 1999).

## **Suelo enterrado**

Un suelo enterrado es una secuencia de horizontes genéticos que está cubierto por un manto superficial de material de suelo nuevo de un espesor de 50 cm o más, un epipedón plaggen o una capa de material transportado por el hombre que tiene un espesor de 50 cm o más (Taxonomía, 2014)

## **Unidad de manejo**

Constituyen una subdivisión de las subclases de capacidad de uso, que indican el o los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales. Estas tierras son lo suficientemente homogéneas como para requerir sistemas de manejo y conservación similares.

## **Valor N**

Es la relación entre el porcentaje de agua en el suelo bajo condiciones de campo y sus porcentajes de arcilla inorgánica y humus. El Valor N es útil para predecir si un suelo puede ser pastoreado por el ganado o puede soportar otras cargas y para predecir el grado de subsidencia que puede ocurrir después del drenaje.

# Apertura del perfil modal

Para la descripción del *perfil modal* se realiza una excavación de 1.5 m de ancho, 2.0 m de largo y 2.0 m de profundidad (Figura 1).

Preferiblemente, se debe dejar el perfil a leer en dirección frente al sol para contar con buena iluminación durante la lectura. Además, se dejan 3 escalones de 50 cm de altura, 50 de largo y 2.0 m de ancho, iniciando en el lado contrario al perfil a leer, esto para facilitar el ingreso y salida de la calicata.

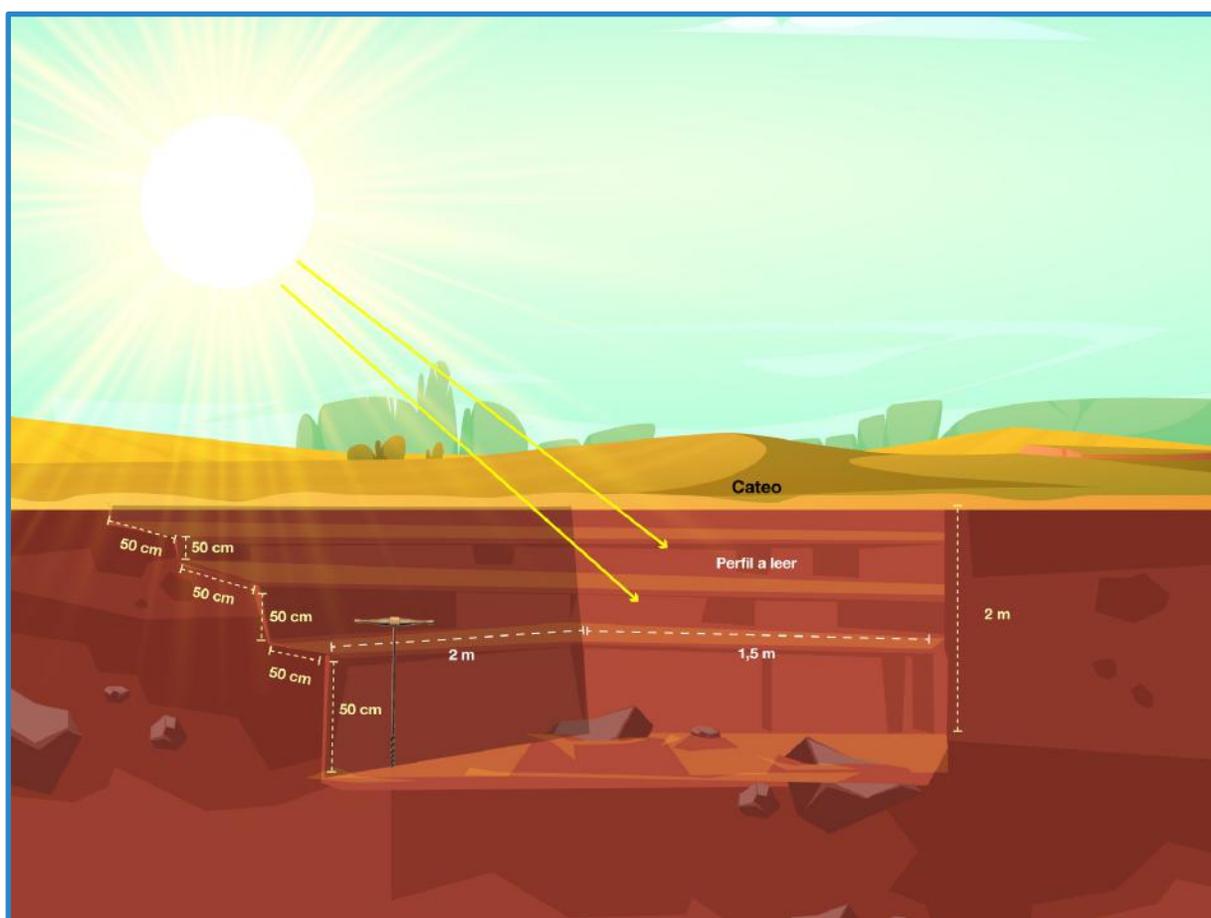


Figura 1. Dimensiones del perfil modal. INTA, 2022.

# Registro fotográfico

A continuación, se muestran las fotografías mínimas necesarias en la descripción de un perfil modal:

- **Fotografía 1.** Tomar varias fotos del paisaje del sitio de estudio (Figura 2A). Si es posible, tomar una fotografía panorámica.
- **Fotografía 2.** Tomar al perfil a leer al natural (Figura 2B).
- **Fotografía 3.** Tomar al perfil picado y a los horizontes delimitados en conjunto con la escala (Figura 2C).



Figura 2. Ejemplos de fotografías tomadas en un perfil modal. INTA, 2022.

## Importante:

Colocar adecuadamente la corbata o escala de medición, donde el cero corresponda con el nivel superficial del perfil.

# Datos Generales

Se refiere a los datos del estudio que se está desarrollando. Es preferible que cada estudio lleve su propia codificación para evitar confusión de planillas.

- **Fecha.** Fecha del muestreo. **Ej.: 26-8-2022**
- **Taxón.** Clasificación taxonómica del suelo.  
**Ej.: Coarse-loamy, Mixed, Isohyperthermic Lithic Ustorthent**
- **ID Cateo.** Identificador del cateo. **Ej.: 0001X**
- **ID Perfil.** Identificador del perfil. **Ej.: 001Xcal**
- **Uso actual.** Recae en el uso actual del sitio de acuerdo con: Corine Land Cover (Rosales, 2016) ajustada a Costa Rica.
- **Coordenadas geográficas (en grados decimales).**
  - ▶ **Latitud: 09.90962°**
  - ▶ **Longitud: -83.96369°**
- **Altitud (msnm).** Altitud del lugar. **Ej.: 1537 m s.n.m.**
- **Orden.** Corresponde a la clasificación taxonómica preliminar que se logre hacer del suelo. Generalmente se clasifica preliminarmente hasta nivel de Orden. Las posibilidades para el caso de Costa Rica son: **Andisol, Alfisol, Entisol, Espodosol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Oxisol, Ultisol o Vertisol.** Por las condiciones climáticas y estudios previos, no se han encontrado en Costa Rica suelos del Orden Aridisol o Gelisol.
- **Material parental.** Describir el material parental predominante en la zona. Para ello, se puede basar en el mapa de geología del Instituto Geográfico Nacional. **Ej.: Cenizas volcánicas, Materiales efusivos y Tobas.**
- **Fisiografía.** Anotar la fisiografía del terreno. **Ej.: Relieve colinado.**
- **Contacto.** En este apartado se anota el contacto de la propiedad. **Ej.: Juan Pérez 8765-4321**
- **Observaciones.** Tomar aquellos datos adicionales que sean importantes para la clasificación taxonómica del suelo.

# Capacidad de uso

Para determinar la capacidad de uso de una tierra, se analizan los siguientes parámetros:

- **e1. Pendiente (%).** La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive, lo que significa, una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales. Este parámetro es medido con un clinómetro y reportado en porcentaje. **Ej.: 25%.**
- **e2. Erosión.** Es la pérdida actual o potencial de suelo, provocada por la escorrentía superficial y la acción del viento. Las opciones son: **Nula, Leve, Moderada, Severa** o **Muy Severa.**
- **s1. Profundidad efectiva (cm).** Se refiere a la profundidad del suelo (cm) que permite la penetración y el desarrollo normal de los sistemas radiculares de las plantas. **Ej.: 110 cm.**
- **s2. Textura.** La textura se refiere a la proporción relativa de las partículas de la fracción fina del suelo mineral (<2 mm), a saber: arcilla (A), limo (L) y arena (a).
  - ▶ **s2.1. Textura 0-30 cm.** Se refiere a la textura de los horizontes presentes en los primeros 30 cm del perfil modal. **Ej.: Arcilloso (A).**
  - ▶ **S2.2. Textura 31-60 cm.** Se refiere a la textura de los horizontes presentes entre los 31 a 60 cm de profundidad. **Ej. Arcillo arenoso (Aa).**
- **s3. Pedregosidad (%).** Es el contenido de piedras o rocas que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua. Esta es definida en porcentaje de roca superficial observada en el sitio. **Ej.: 5 %.**
- **s4. Fertilidad aparente.** Es el grado de fertilidad aparente del suelo. Las opciones son: **Alta, Media, Baja** o **Muy baja.**
- **s5. Toxicidad de Cu.** Se refiere a las concentraciones de cobre (Cu) en el suelo, que pueden llegar a ser tóxicas para la mayoría de los cultivos: **Nula, Leve, Moderada** o **Fuerte.**
- **s6. Sales/Alcalis.** Es la concentración total de sales solubles en el suelo, la cual se determina por la conductividad eléctrica del estrato saturado del suelo: **Nula, Leve, Moderada** o **Fuerte.**

- **d1. Drenaje (Externo).** Es la rapidez con que el agua se desplaza por escurrimiento superficial y es afectado por la pendiente: **Nulo, Lento, Mod. Lento, Mod. Excesivo, Excesivo** o **Bueno**.
- **d2. Riesgo de inundación.** Se refiere a la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de desbordes de ríos o quebradas inundando las áreas adyacentes: **Nulo, Leve, Moderado, Severo** o **Muy Severo**.
- **c1. Zona de vida.** La zona de vida es un conjunto de ámbitos específicos de los factores climáticos principales, constituido por la biotemperatura, precipitación y la humedad, los cuales caracterizan una condición ambiental particular para un área geográfica determinada. De acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge (1967) en Costa Rica hay 12 zonas de vida:
  - ▶ bosque seco tropical (**bs-T**),
  - ▶ bosque húmedo tropical (**bh-T**),
  - ▶ bosque muy húmedo tropical (**bmh-T**),
  - ▶ bosque húmedo premontano (**bh-P**),
  - ▶ bosque muy húmedo premontano (**bmh-P**),
  - ▶ bosque pluvial premontano (**bp-P**),
  - ▶ bosque húmedo montano bajo (**bh-MB**),
  - ▶ bosque muy húmedo montano bajo (**bmh-MB**),
  - ▶ bosque pluvial montano bajo (**bp-MB**),
  - ▶ bosque muy húmedo montano (**bmh-M**),
  - ▶ bosque pluvial montano (**bp-M**) y
  - ▶ páramo pluvial subalpino (**pp-SA**).
- **c2. Periodo seco.** Se entiende por período seco el número de meses secos consecutivos durante el año. Para efectos comparativos se consideran meses secos aquellos donde la precipitación es inferior a la mitad de la evapotranspiración potencial: **Ausente, Moderado, Fuerte** o **Muy Fuerte**.
- **c3. Neblina.** Es la influencia de neblina sobre el sitio de estudio. Se determina por la cantidad de líquenes que presentan los árboles cercanos o con información primaria de personas vecinas. Las posibilidades son: **Ausente, Moderada** o **Fuerte**.
- **c4. Viento.** Hace referencia a la intensidad del viento que incide sobre la zona. Se determina con un anemómetro manual, de manera visual por las formas de los árboles cercanos o con información primaria de personas vecinas. Las tres opciones posibles son: **Ausente, Moderado** o **Fuerte**.
- **Unidad de manejo.** Este parámetro se construye a partir de la información de los parámetros anteriores y en base a los limitantes. En el **Anexo III** encontrará el cuadro de Factores y limitantes que le permitirá determinar la Unidad de Manejo.

# Datos adicionales

- **Nivel freático (cm).** Es la profundidad a la cual se encuentra el manto freático, también conocido como: tabla de agua o capa freática. **Ej.: 100 cm.**
- **Drenaje Interno.** Es la rapidez con que el agua se desplaza por movimiento a través de los horizontes hacia los espacios subterráneos. Las opciones son: **Nulo, Lento, Moderadamente lento (Mod. Lento), Mod. Excesivo, Excesivo o Bueno.**
- **Dirección de la pendiente (°).** Se refiere a la dirección de la pendiente predominante en grados decimales. **Ej.: 180°**
- **Régimen de humedad.** Definir el régimen de humedad de la zona. En Costa Rica se encuentran los siguientes:
  - ▶ **Ácuico:** suelo saturado la mayor parte del año,
  - ▶ **Údico:** suelo húmedo > 90 días acumulativos
  - ▶ **Perúdico:** suelo siempre húmedo y
  - ▶ **Ústico:** suelo permanece seco  $\geq$  90 días acumulativos.
- **T. ambiental (°C, hora).** Se refiere a la temperatura de la superficie terrestre, medida con un termómetro y dada en centígrados. Es necesario dejar el termómetro estabilizarse durante 2 minutos en cada lectura. **Ej.: 28.5, 13:24.**
- **T. superficial (°C, hora).** Se refiere a la temperatura de la superficie del suelo (alrededor de 1-2 cm de profundidad), medida con un termómetro y dada en centígrados. Es necesario dejar el termómetro estabilizarse durante 2 minutos en cada lectura. **Ej.: 25.5, 13:26.**
- **T. 50 cm (°C, hora).** Se refiere a la temperatura del suelo a 50 cm de profundidad. **Ej.: 22.5, 13:28.**
- **Prof. mineralogía (cm).** Se refiere al rango de profundidades en centímetros en que fue tomada la muestra para la determinación de la mineralogía del suelo. **Ej.: 25-100.**
- **Grietas (cm).** Se describe el rango de la profundidad de las grietas presentes en el perfil del suelo (hasta el punto más profundo), así como, el grosor máximo de estas. **Ej.: 0-15, 5.**

# Datos por horizonte

Nombre del horizonte (**Hor.**). Use letras mayúsculas para identificar horizontes maestros (**Cuadro 1**) y minúsculas para horizontes genéticos (**Cuadro 2**).

**Nota:** Las discontinuidades litológicas se designarán por un número prefijo y también se usará el símbolo del horizonte enterrado. **Ej.: Ap, Bt1, Bt2, BC, C, 2ABb, 2Btb1, 2Btb2 y 2C.**

Cuadro 1. Horizontes maestros, transiciones y combinaciones comunes.

Horizonte	Criterio
<b>O</b>	Materiales orgánicos del suelo (no límnicos).
<b>A</b>	Horizonte mineral con acumulación de materia orgánica (humus). Eluviación de Fe, Al y Arcilla.
<b>AB</b>	Características dominantes del horizonte A, pero contiene algunas características del horizonte B.
<b>A/B A/C</b>	La mayor parte del horizonte corresponde al horizonte A, pero contiene cuerpos indeterminados, discretos del horizonte B o C.
<b>AC</b>	Características dominantes del horizonte A, pero contiene algunas características del horizonte C.
<b>BA</b>	Características dominantes del horizonte B, pero con algunos atributos del horizonte A.
<b>B/A</b>	Cuerpos discretos e indeterminados del horizonte B pero con algunos atributos del horizonte A.
<b>B</b>	Horizonte con acumulación superficial de arcilla, Fe, Al, Si, humus, Ca, CaO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub> ; o acumulación de sesquióxidos; o estructura subsuperficial del suelo.
<b>BC</b>	Predominan características del horizonte B pero presenta también algunas características del horizonte C.
<b>B/C</b>	Cuerpos discretos entremezclados del horizonte C dentro del horizonte B.

Horizonte	Criterio
<b>CB</b> (o <b>CA</b> )	Predominan características del horizonte C pero presenta también algunas características del horizonte B o A.
<b>C/B</b> (o <b>C/A</b> )	Cuerpos discretos entremezclados del horizonte B o A; dentro del horizonte C.
<b>C</b>	Con poca o sin alteración pedogenética, materiales terrosos no consolidados, subsuelo rocoso blando.
<b>L</b>	Materiales límnicos del suelo.
<b>R</b>	Roca madre, roca fuertemente cementada, endurecida.
<b>W</b>	Una capa de agua líquida (W) o agua permanentemente congelada (Wf) dentro del suelo.

Fuente: Adaptado de Schoeneberger, 2012.

Cuadro 2. Horizontes genéticos más comunes en Costa Rica.

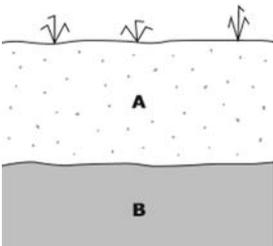
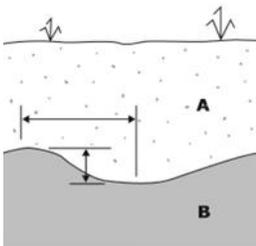
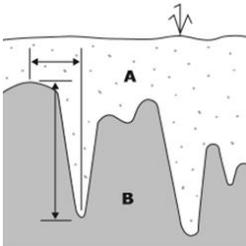
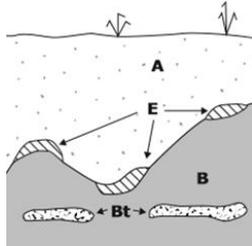
Sufijo	Criterio
<b>a</b>	Materia orgánica altamente descompuesta.
<b>b</b>	Horizonte genético enterrado (no se usa con horizonte C).
<b>c</b>	Concreciones o nódulos.
<b>co</b>	Tierra coprogénica (usado sólo con L).
<b>d</b>	Capa dénsica (físicamente restrictiva para las raíces).
<b>di</b>	Tierra de diatomeas (usado sólo con L).
<b>e</b>	Materia orgánica moderadamente descompuesta.
<b>g</b>	Gley fuerte.
<b>h</b>	Acumulación iluvial de materia orgánica.
<b>i</b>	Materia orgánica ligeramente descompuesta.
<b>j</b>	Acumulación de Jarosita.
<b>jj</b>	Evidencia de crioturbación.

Sufijo	Criterio
<b>k</b>	Acumulación de carbono (pedogénica).
<b>m</b>	Fuerte cementación (pedogénica, masiva).
<b>ma</b>	Marga (usado sólo con L).
<b>n</b>	Acumulación de sodio intercambiable (pedogénica).
<b>o</b>	Acumulación residual de sesquióxidos (pedogénica).
<b>p</b>	Piso de arado u otro disturbio artificial.
<b>q</b>	Acumulación secundaria de sílice (pedogénica).
<b>r</b>	Roca blanda o intemperizada.
<b>s</b>	Acumulación iluvial de sesquióxidos.
<b>ss</b>	Caras de deslizamiento o fricción (“slickensides”).
<b>t</b>	Acumulación iluvial de arcilla silicatada.
<b>v</b>	Plintita.
<b>w</b>	Color o estructura débiles dentro del horizonte B.
<b>x</b>	Características de fragipán.
<b>y</b>	Acumulación de yeso (pedogénica).
<b>z</b>	Acumulación pedogénica de sales más solubles que el yeso.

Fuente: Adaptado de Schoeneberger, 2012.

- Profundidad del horizonte (**Prof (cm)**). Se refiere a la profundidad de cada límite del horizonte. **Ej.: 0/30, 30/60, 60/90, 90/150 y 150/200+**. En aquellos casos donde el límite del horizonte no sea plano, se registra la profundidad menor y la mayor. **Ej.: 0/30, 30/55-65, 55-65/90, 90/150, 150/200+**.
- **Límite**. Hace referencia a la forma y definición de límite entre cada horizonte. **Ej.:** plano claro (**p-c**).

Cuadro 3. Forma y transición de los límites entre horizontes.

Plano (p)	Ondulado (o)	Irregular (i)	Quebrado (q)
Ninguna o pocas irregularidades	Ancho de la ondulación > que la profundidad de esta	Ancho de la ondulación < que la profundidad de esta	Horizontes discontinuos, discretos pero entremezclados, cavidades irregulares
Plano	Ondulado	Irregular	Quebrado
			

Muy abrupto (m.a)	Abrupto (a)	Claro (c)	Gradual (g)	Difuso (d)
< 0.5 cm	0.5 a < 2 cm	2 a < 5 cm	5 a < 15 cm	≥ 15 cm

Fuente: Adaptado de Schoeneberger, 2012. **Raíces y poros.** Se refiere a la cantidad y al tamaño de las raíces y poros presentes en cada horizonte. **Ej.:** e-mf-f-g, c-f-m-g.

Cuadro 4. Cantidad y tamaño de las raíces y poros (Schoeneberger, 2012).

Escasos (e)	Comunes (c)	Abundantes (a)
< 1 x área	1 a 4 x área	≥ 5 x área

Tamaño	Diámetro	Área evaluada
Muy fino (mf)	< 1 mm	1 cm <sup>2</sup>
Fino (f)	1 a < 2 mm	1 cm <sup>2</sup>
Medio (m)	2 a < 5 mm	1 dm <sup>2</sup>
Grueso (g)	5 a < 10 mm	1 dm <sup>2</sup>
Muy grueso (mg)	≥ 10 mm	1 m <sup>2</sup>

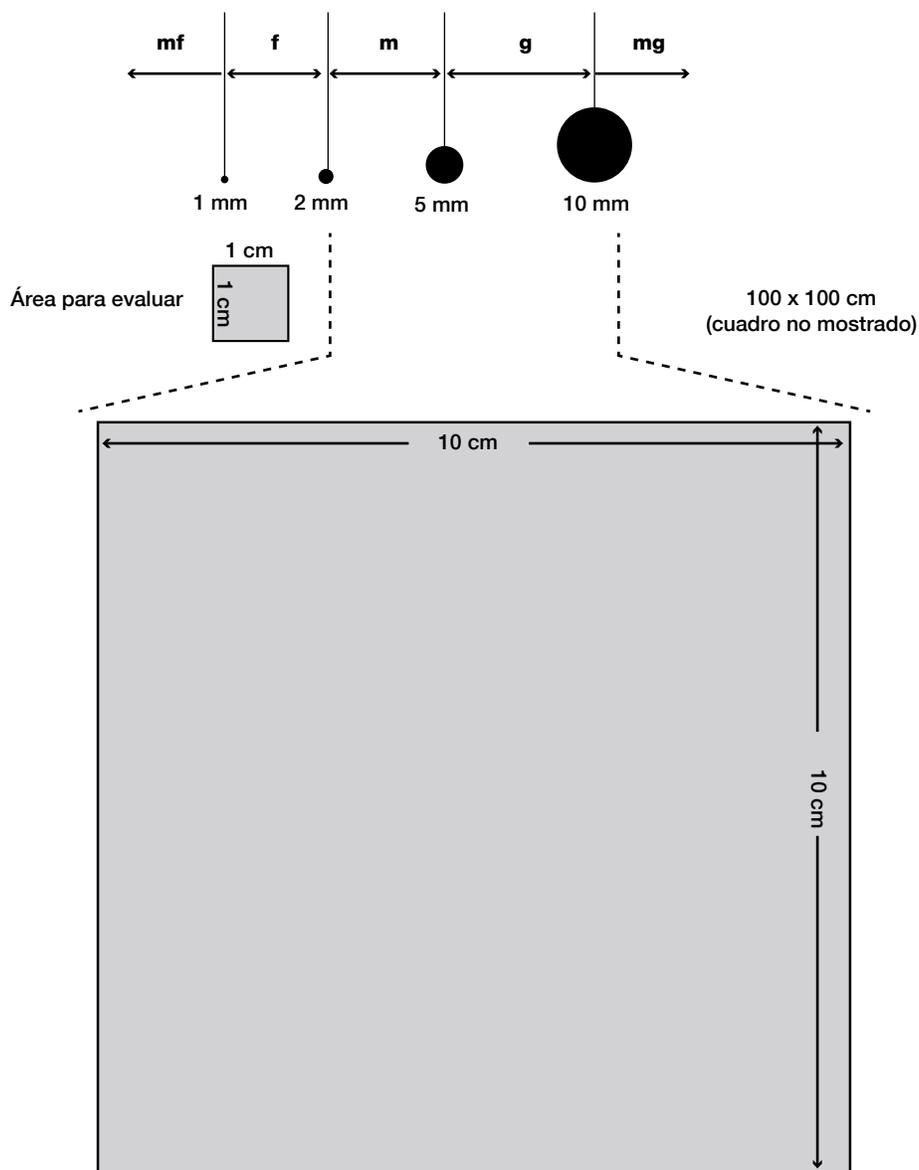


Figura 3. Referencia del área a evaluar para contabilizar raíces y poros (Schoeneberger, 2012).

- **Cutanes.** Se describe la presencia, cantidad y el patrón de distribución de los cutanes encontrados:
  - ▶ **Cantidad (Cant.).** Se determina la abundancia como el porcentaje relativo del área de la superficie de los pedos que ocupan los cutanes.
  - ▶ **Continuidad (Carac.).** Se determina de acuerdo con la distribución de las superficies cubiertas.

**Notas:** Si no logra apreciar bien los cutanes, se recomienda dejar un ped en un sitio donde se pueda secar por varios minutos, luego inspeccionar de nuevo. Diferenciar entre cutanes y superficies de deslizamiento (*slickenslides*). Se recomienda observar si hay evidencias de otro tipo de lluviación como materia orgánica.

Cuadro 5. Cantidad y continuidad de cutanes (Schoeneberger, 2012).

Cantidad	Porcentaje	Código
Pocos	1% a <25%	Poc
Comunes	25% a <50%	Co
Abundantes	50% a 100%	Abu
Continuidad	Cobertura de la superficie	Código
Continuos	Total	Cont
Discontinuos	Parcial	Disc
Irregulares	Irregular	Irreg

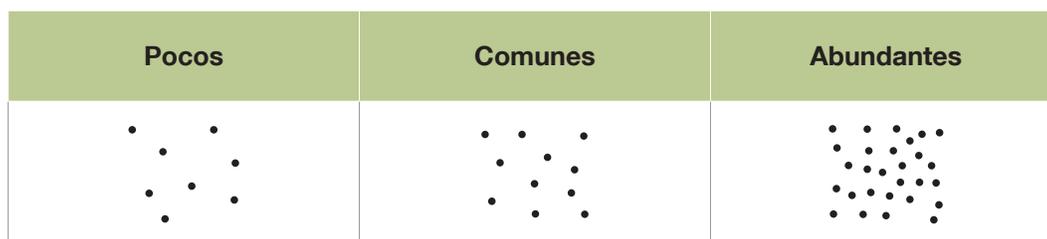
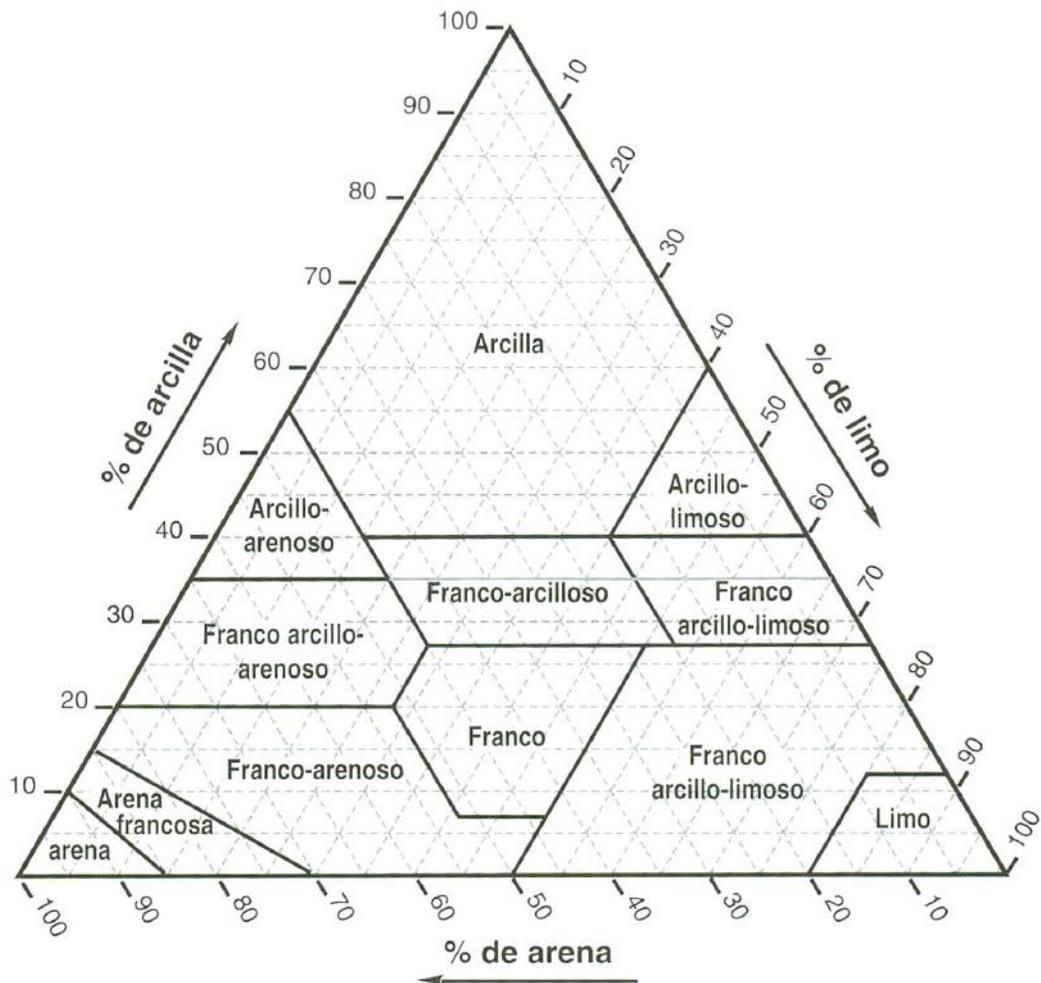


Figura 4. Representación gráfica de la cantidad y continuidad de los cutanes en los peds de suelo. INTA, 2022.

- **Formaciones especiales (Form. Espec.).** Se refiere a todas aquellas formaciones especiales identificadas en la calicata. **Ej.: Lombrices, huevos de lombrices, artrópodos, pedotúbulos, crotovinas, zompopas, cápsulas fecales, concreciones de calcio o manganeso, madrigueras de animales vertebrados, burbujas de aire, tiestos y otros materiales transportados por el hombre.**
- **Textura.** Es la proporción relativa de arenas (a), limos (L) y arcillas (A) en el suelo. Estas son estimadas por medio del tacto en campo y después se determina la clase textural.



- Muy Fina:** Arcilloso (> 60%) = **A+**
- Finas:** Arcilloso (< 60%) = **A**  
Arcilloso Limoso = **AL**  
Arcillo arenoso = **Aa**
- Mod. Finas:** Franco Arcillo Limoso = **FAL**  
Franco Arcilloso = **FA**  
Franco Arcillo arenoso = **FAa**
- Medias:** Limo = **L**  
Franco Limoso = **FL**  
Franco = **F**
- Mod. Guesa:** Franco arenoso = **Fa**
- Gruesas:** Arenoso Franco = **aF**  
Arena = **a**

Figura 5. Triángulo textural (Schoeneberger, 2012).

- **Contenido de roca (Ro%).** En los casos que se encuentren rocas en el horizonte, se debe medir y anotar el porcentaje del área del horizonte que ocupan.
- **Estructura.** Es el arreglo natural de las partículas del suelo en agregados que resultan de los procesos pedogenéticos.
  - ▶ **Tipo.** Es la forma de la estructura. Estructura prismática (**pri**) y columnar (**col**), granular (**gra**), bloques angulares (**b.ang**), bloques subangulares (**b.sub**), lenticular (**len**), laminar (**lam**), cuneiforme (**cun**). Los tipos que no tienen estructura: grano suelto (**gra.s**) y masiva (**ma**).

**Nota:** es importante anotar si encuentra alguna estructura primara y su gradación a secundaria.

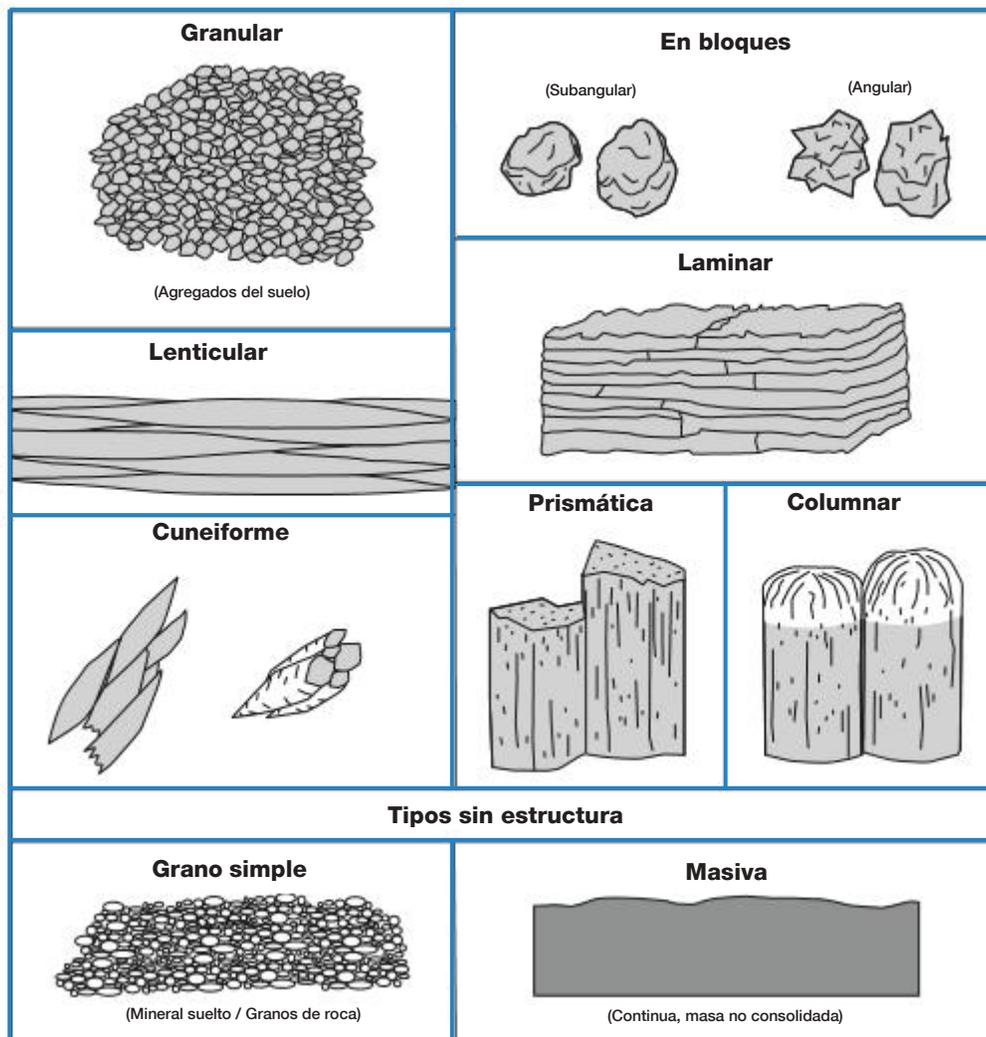


Figura 6. Referencia de los tipos de estructuras del suelo. Adaptado de Schoeneberger, 2012.

- **Tamaño.** Se refiere al tamaño de los agregados (**Cuadro 5**). En el **Anexo II**, hay representaciones de cada tipo y su respectivo tamaño.

Cuadro 6. Tamaños de la estructura (Schoeneberger, 2012).

Clases de tamaño	Granular Laminar	Columnar Prismático Cuneiforme	Angular Subangular
Muy fino ( <b>mf</b> )	< 1 mm	< 10 mm	< 5 mm
Fino ( <b>f</b> )	1 a < 2 mm	10 a < 20 mm	5 a < 10 mm
Medio ( <b>m</b> )	2 a < 5 mm	20 a < 50 mm	10 a < 20 mm
Grueso ( <b>g</b> )	5 a < 10 mm	50 a < 100 mm	20 a < 50 mm
Muy grueso ( <b>mg</b> )	≥ 10 mm	100 a < 500 mm	≥ 500 mm
Extremadamente grueso ( <b>eg</b> )	--	≥ 500 mm	--

- **Grado (Gra).** Grado de desarrollo de la estructura (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Criterios de clasificación del grado (Schoeneberger, 2012).

Grado	Criterio visual (Schoeneberger, 2012)	Prueba de Emerson (Cochrane y Barber, 1993)
Ausente ( <b>a</b> )	No se observan unidades discretas en el sitio (usado en los tipos: grano suelto y masivo).	Ped se desintegró en secciones menores a 2 mm de diámetro en menos de 5 minutos
Débil ( <b>d</b> )	Unidades son escasamente visibles en el sitio.	Ped se mantiene en fracciones mayores a 2 mm de diámetro y su interior se encuentra seco en menos de 5 minutos (dejar a 30 minutos)
Moderada ( <b>m</b> )	Unidades bien formadas y evidentes en sitio.	Ped se mantiene en secciones mayores a 2 mm de diámetro y su interior se encuentra húmedo a <b>30 minutos</b> .
Fuerte ( <b>f</b> )	Unidades se distinguen en el sitio (suelo no perturbado) y se separan libremente cuando se perturban.	Ped se mantiene en fracciones mayores a 2 mm de diámetro y su interior se encuentra húmedo en menos de 5 minutos.

- **Color.** Se registra el color en húmedo y en seco de acuerdo con el sistema de colores Munsell (Munsell, 1975). Este sistema se basa en un modelo tridimensional donde cada color tiene tres atributos.
  - ▶ **Matiz (Hue):** el color dominante del suelo.
  - ▶ **Luminosidad (Value):** es el grado o brillo del color.
  - ▶ **Intensidad (Chroma):** es la pureza del color.

**Nota.** En los casos donde existan horizontes variagados con condiciones redox, se debe registrar los colores y sus respectivos porcentajes de acuerdo con los cuadros de estimación del % de la tabla Munsell. **Ejs.: 7.5YR 3/2.**

- **Valor N.** Se exprime el suelo con la mano y en dependencia del desplazamiento del suelo entre los dedos se determina:
  - ▶ suelo no se desplaza: **valor N < 7**
  - ▶ suelo se desplaza con dificultad: **valor N 0.7 – 1.0**
  - ▶ la mayoría del suelo se desplaza: **valor N > 1.0**
- **Consistencia.** Es el grado de cohesión y adhesión que el suelo exhibe y/o la resistencia que tiene a la deformación o ruptura bajo condiciones de tensión aplicadas. Esta se aplica al suelo seco o húmedo, tal como se encuentra en campo y en mojado se evalúa la adherencia y plasticidad (Schoeneberger, 2012).
- **Consistencia en suelo seco o húmedo.** Esta se mide por el esfuerzo físico que se requiere para la ruptura de los agregados del suelo de la forma que se observa en la Figura 8 y se clasifica de acuerdo con el **Cuadro 8** (indicar si se determinó en seco o en húmedo).

Cuadro 8. Criterios de clasificación de la consistencia en seco o en húmedo.

Suelo seco	Suelo húmedo	Fuerza necesaria
Suelto ( <b>sue</b> )	Suelto ( <b>sue</b> )	No se obtuvo muestra intacta
Suave ( <b>sua</b> )	Muy friable ( <b>muy.fri</b> )	Muy ligera entre los dedos <8 N
Lig. Duro ( <b>lig.d</b> )	Friable ( <b>fri</b> )	Ligera entre los dedos 8 a <20 N
Mod. Duro ( <b>mod.d</b> )	Firme ( <b>f</b> )	Moderada entre los dedos 20 a <40 N
Duro ( <b>d</b> )	Muy firme ( <b>muy.f</b> )	Fuerte entre dedos 40 a <80 N
Muy duro ( <b>muy.d</b> )	Ext. Firme ( <b>ext.f</b> )	Moderada entre manos 80 a <160 N

Suelo seco	Suelo húmedo	Fuerza necesaria
Ext. Duro ( <b>ext.d</b> )	Lig. Rígido ( <b>lig.r</b> )	Presión del pie con todo el peso del cuerpo 160 a <800 N
Rígido ( <b>r</b> )	Rígido ( <b>r</b> )	Golpe de <3 J, pero sin peso del cuerpo 800 N a <3 J
Muy rígido ( <b>muy.r</b> )	Muy rígido ( <b>muy.r</b> )	Golpe de $\geq 3$ J (3 J = 2 Kg de peso cayendo desde 15 cm)

- **Consistencia en suelo mojado.** Esta se determina como:
  - ▶ **Adherencia (Adh.).** Es la capacidad del suelo de adherirse a otros objetos. La determinación se hace de acuerdo con la adherencia que existe al presionar el suelo entre el dedo índice y el pulgar como lo indica la Figura 9A (Schoeneberger, 2012).
  - ▶ **Plasticidad (Plast.).** Es el grado en que los suelos mojados se mantienen deformes sin que se fracturen. La evaluación es hecha formando una cinta o un delgado rollo de suelo (gusano), deformándolo y observando las rupturas (Figura 9B).

Cuadro 9. Clases de plasticidad.

Adherencia	Plasticidad
No adhesivo ( <b>no.a</b> )	No plástico ( <b>no.p</b> )
Lig. Adhesivo ( <b>lig.a</b> )	Lig. Plástico ( <b>lig.p</b> )
Mod. Adhesivo ( <b>mod.a</b> )	Mod. Plástico ( <b>mod.p</b> )
Muy adhesivo ( <b>muy.a</b> )	Muy plástico ( <b>muy.p</b> )

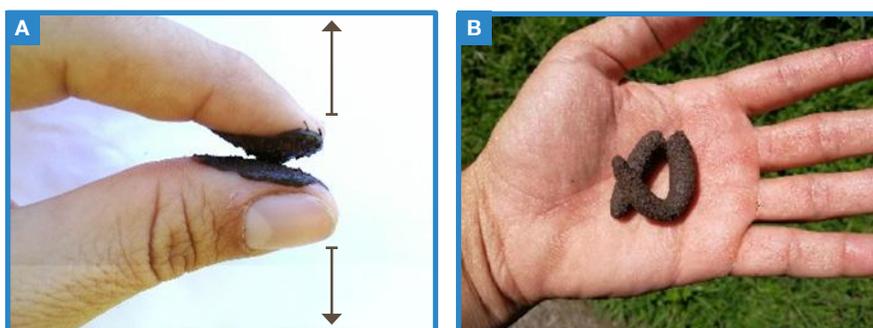


Figura 7. Determinación de la adherencia (A) y plasticidad (B) del suelo. INTA, 2022.

# Pruebas especiales

En una calicata en ocasiones se requiere realizar diferentes pruebas especiales para determinar la presencia de algunas sustancias. A continuación, se detallan las más utilizadas en Costa Rica:

- **Presencia de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).** La presencia de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) se establece a través de la adición al suelo de gotas de HCl (ácido clorhídrico) al 10%. El grado de efervescencia del gas de dióxido de carbono es indicativo de la cantidad de carbonato de calcio presente en el suelo.
- **Presencia de Manganeseo (Mn).** La presencia de Mn se establece a través de la adición de gotas de Peróxido de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) al 15%. La prueba es positiva cuando se observa efervescencia en el material.
- **Determinación de características ándicas.** Se coloca una pequeña cantidad de material de suelo en un papel filtro previamente remojado en fenolftaleina y adicionar 4 gotas de Fluoruro de sodio (NaF 1M, ajustado a pH 7,5). Al pasar 2 minutos, se indica como una reacción positiva al encontrarse un cambio de color a un rosado intenso. Cuando la reacción es moderada o fuerte, se solicita al laboratorio los análisis:
  - ▶ **Densidad aparente,**
  - ▶ **Retención de Fósforo y**
  - ▶ **Hierro y Aluminio amorfo** (método Oxalato de amonio).

# Muestras para laboratorio

**Análisis químico.** Se toma una muestra de 1 Kg del horizonte A o Ap del perfil modal para análisis químico completo:

- pH,
- acidez intercambiable (Al + H),
- CIC + Bases (KCl-Olsen),
- CIC + Bases (Oxalato de amonio),
- Fósforo (P),
- Elementos menores (Cu, Fe, Zn, Mn),
- Materia Orgánica (C orgánico) y Nitrógeno total.

**Muestra por horizonte.** Se toma una muestra en el centro del horizonte para determinar lo siguiente:

- Textura (Muestra en bolsa, 1 Kg),
- Densidad aparente y real (cilindro de  $\pm 100 \text{ cm}^3$ ),
- Conductividad hidráulica (cilindro de  $\pm 100 \text{ cm}^3$ ),
- Retención de humedad (2 cilindros de  $\pm 20 \text{ cm}^3$ ).
- COEL y Extensibilidad Lineal

**Diferenciación entre Alf. y Ult.** Para determinar la diferencia entre un Alfisol y un Ultisol, se toma una muestra (1 Kg) a una profundidad de 1,8 m.

**Mineralogía de arcillas.** Para realizar el análisis mineralógico se toma una muestra (1 Kg) en diferentes profundidades de acuerdo con el Orden del suelo (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Toma de muestra para mineralogía (USDA, 2014).

Caso	Características	Muestra
Tipo A	Presencia de capa restrictiva dentro de los 36 cm	Desde la superficie hasta la capa restrictiva
Tipo B	Orden Andisol	Desde la superficie hasta los 100 cm o a la capa restrictiva
Tipo C	Horizonte argílico con límite superior dentro de los 100 cm e inferior $\geq 25$ cm	Tomar todo el argílico si este es menos grueso de 50 cm o hasta 50 cm de este, si este es más grueso
Tipo D	No aplica para Costa Rica	No aplica
Tipo E	Horizonte argílico con límite superior dentro de los 100 cm e inferior $< 25$ cm	Desde el inicio del argílico hasta 100 cm de profundidad o hasta capa restrictiva
Tipo F	Todos los otros	Desde el límite inferior del Ap o 25 cm hasta 100 cm o capa restrictiva

# Herramientas necesarias

- Pala, palín, macana
- Machete ( $\pm$  24 pulgadas)
- Puñal pedológico (sin filo)
- Lupa y brocha
- Cámara (o celular con cámara)
- GPS cargado (baterías extra)
- Barreno Edelman
- Tabla, planilla, lápiz, marcador permanente
- Tabla Munsell
- Termómetro
- Clinómetro y brújula
- Escala (corbata)
- Cinta métrica
- Agua ( $\pm$  1 Galón)
- Bolsas para muestras ( $\pm$  20 x 30 cm)
- Maso y muestreador
- Cilindros (16 de 100 cm<sup>3</sup> y 16 de 20 cm<sup>3</sup>)
- Reactivos (HCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Fenolftaleína, NaF)
- Papel filtro
- Etiquetas
- Platos plásticos blancos
- Guía para la descripción de perfiles modales de Costa Rica

# Bibliografía

**Jaramillo, D.** 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 613 p.

**Holdridge, L.R.** (1967) Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

**Munsell.** 1975. Standard soil color charts.

**Organización para la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO].** 2009. Guía para la Descripción de Suelos. Roma, Italia. 99 p.

**Rosales, A. 2016.** Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de a tierra de Costa Rica (Leyenda Corine Land Cover, versión Costa Rica v1.0). -- San José, Costa Rica. MAG/INTA. 104 p.

**Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012.** *Field book for describing and sampling soils, Version 3.0.* Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

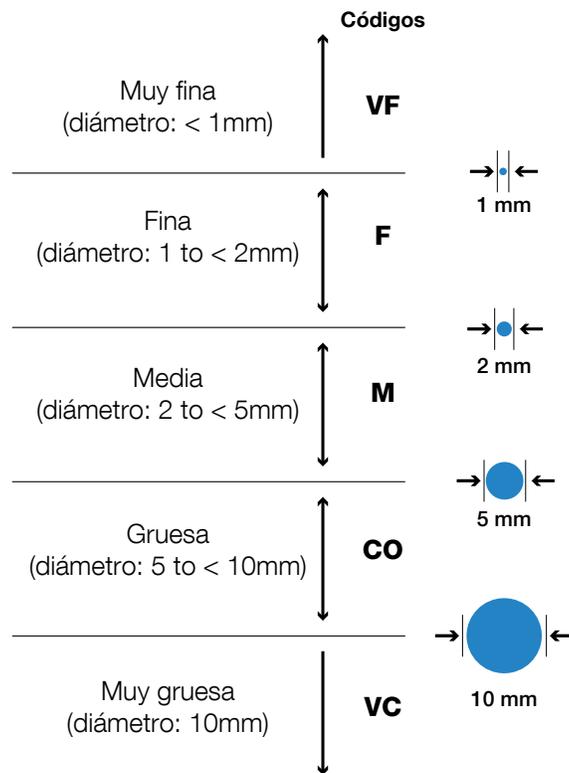
**Soil Survey Staff. 2014.** Keys to soil taxonomy. 12th ed. Natural resources conservation services, US. 399 p.

# Anexos

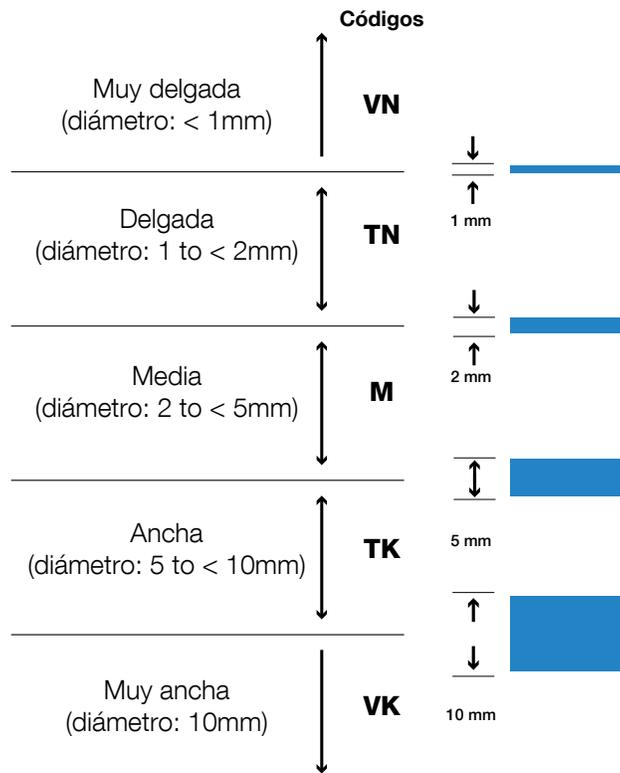
## ANEXO I

### Tamaños de las estructuras del suelo (Schoeneberger, 2012)

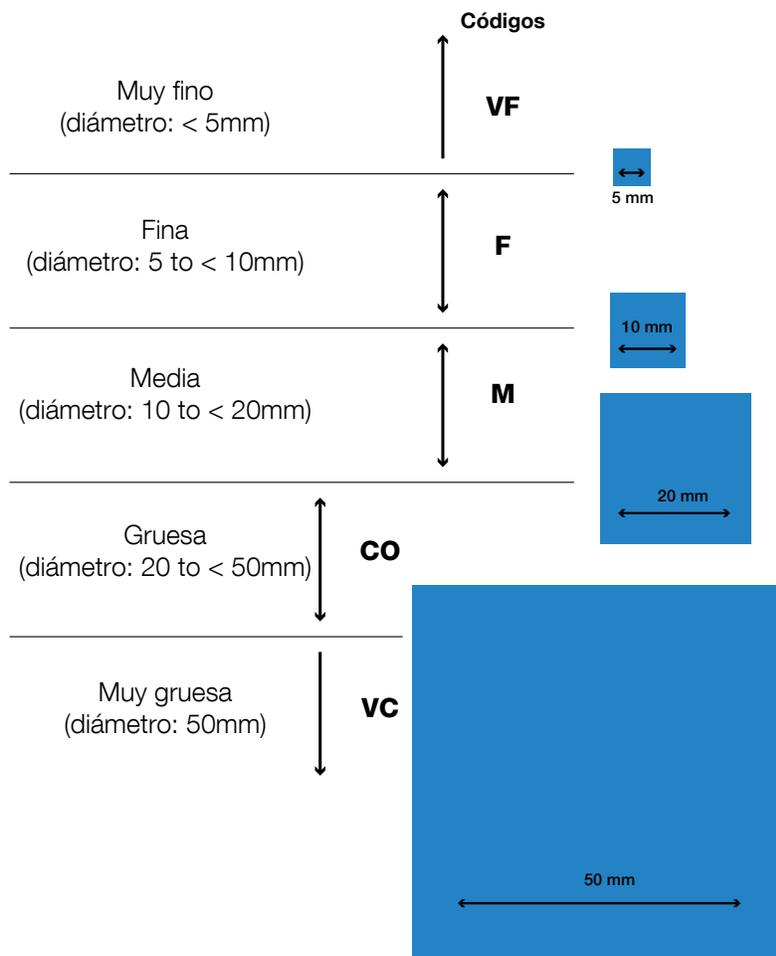
#### Granular



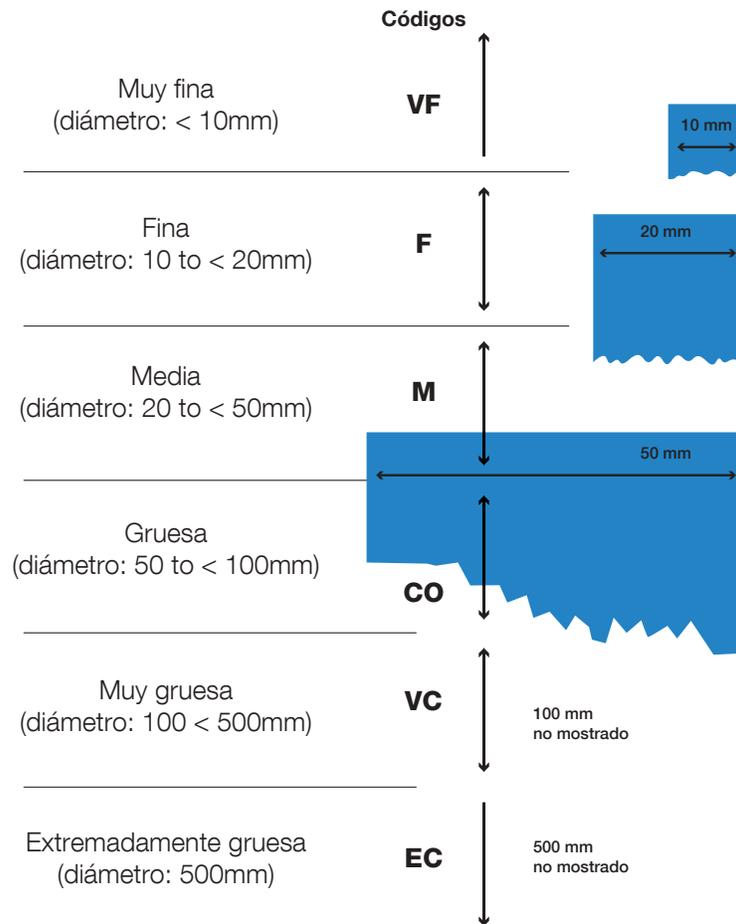
## Laminar



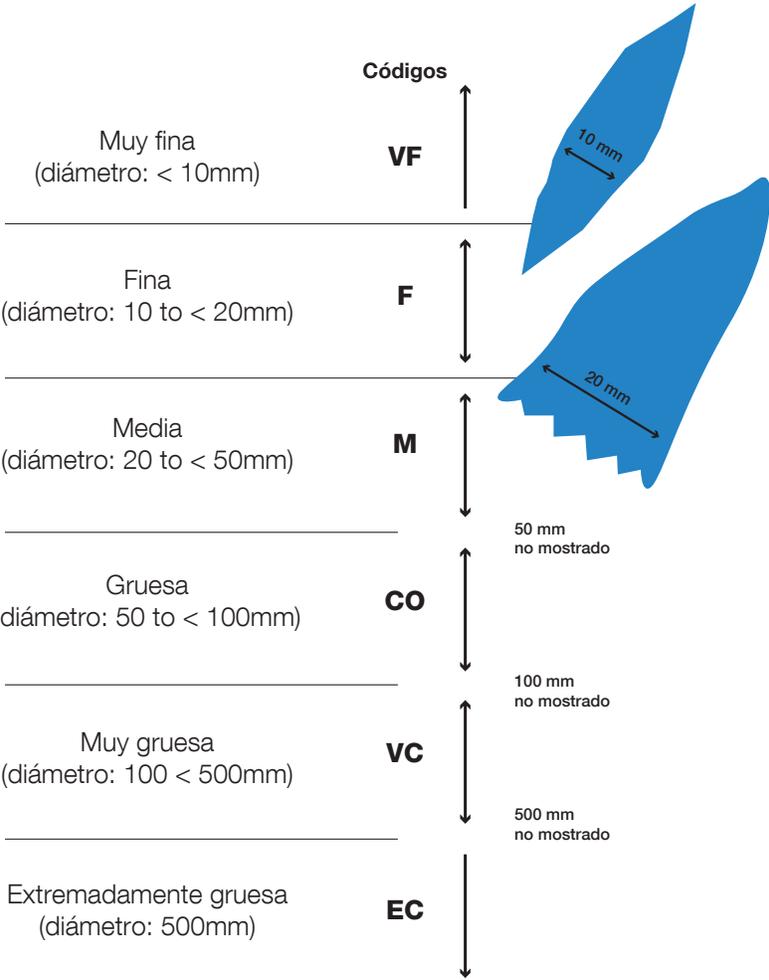
## En bloques, angular y sub angular



## Prismática y columnar



### Cuneiforme





## ANEXO III

### Factores y limitantes para evaluación de la capacidad de uso de las tierras

Clase	Erosión		Suelo							Drenaje		Clima			
	Pendiente	Erosión	Profundidad efectiva (cm)	Textura		Pedregosidad (%)	Fertilidad	Toxicidad de cobre	Salinidad	Drenaje	Riesgo de inundación	Zona de vida	Periodo seco	Neblina	Viento
	e1	e2		Superficial (0-30 cm)	Subsuelo (31-60 cm)										
I	0-3% Plena o casi plana	Nula	> 120 cm Muy profunda	Medidas (L, FL, F)	Medias, Mod. Gruesas o Mod. Finas (L, FL, F, Fa, FAL, FA, FAa)	0% Ausente	Alta	Nula	Nula o Leve	Bueno	Nulo	bh-T, bh-P o bh-MB	Moderado	Ausente	Ausente
II	4-8% Lig. ondulada	Leve	91-120 cm Profunda	Mod. Finas o Mod. Gruesas (FAL, FA, FAa, Fa)	Finas (A, AL, Aa)	0.01-10% Ligeramente pedregoso	Media			Mod. Lento o Mod Excesivo	Leve	bmh-T, bmh-P o bmh-MB	Ausente o Fuerte	Moderada	Moderado
III	9-15% Mod. Ondulada	Moderada	61-90 cm Profunda	Finas o Muy finas (A, AL, Aa, A+)	Muy finas (A+)	11-20% Mod. pedregoso		Leve			Moderado	bs-T, o bmh-M	Muy fuerte		
IV	16-30% Ondulada					21-50% Pedregoso	Baja								
V			30-60 cm Poco Profunda	Gruesas (aF, a)	Gruesas (aF, a)	51-75% Fuertemente pedregoso		Morada	Morada	Lento o Excesivo	Severo	bp-P, bp-MB o bp-M		Fuerte	Fuerte
VI	31-55% Fue. ondulada	Severa					Muy baja								
VII	56-75% Escarpada							Fuerte			Muy severo				
VIII	> 76% Fue. escarpada	Muy Severa	≤ 30 cm Superficial			75% Ext. pedregoso			Fuerte	Nulo		pp-SA			





Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria  
Telefax: (506) 2296-2495 / Correo electrónico: [transferencia@inta.go.cr](mailto:transferencia@inta.go.cr)  
Página web INTA: [www.inta.go.cr](http://www.inta.go.cr)  
Plataforma Gestión Conocimiento: [www.platicar.go.cr](http://www.platicar.go.cr)