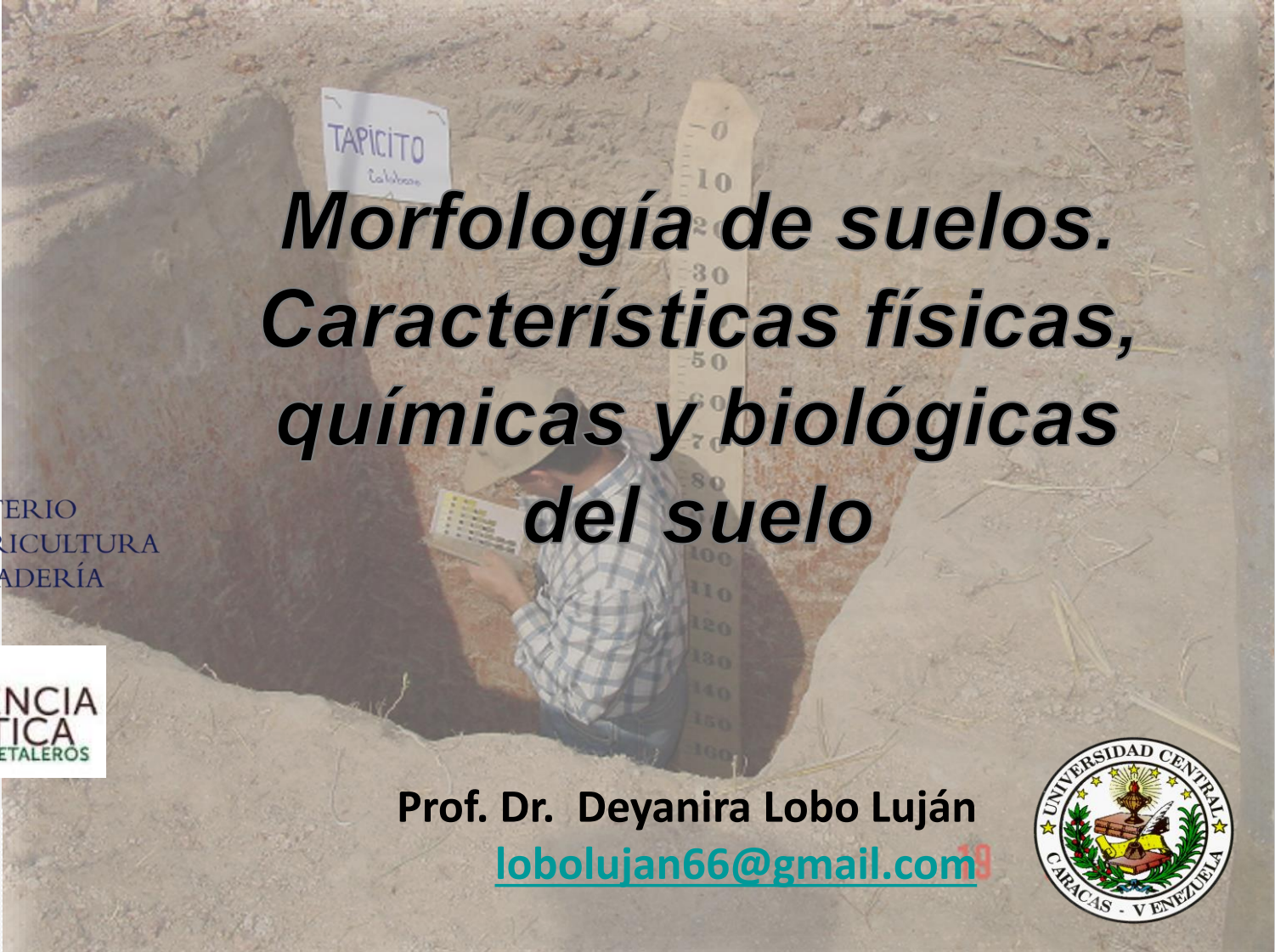




Morfología de suelos. Características físicas, químicas y biológicas del suelo



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



PROGRAMA
RESILIENCIA
CLIMÁTICA
BOSQUES CAFETALEROS



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

Prof. Dr. Deyanira Lobo Luján

lobolujan66@gmail.com



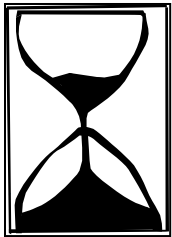
ORGANISMOS

CLIMA
Precipitación
Temperatura



**PÉRDIDA
(Erosión)**

TRANSLOCACIÓN



HORIZONTES DEL SUELO

Un horizonte es una capa aproximadamente paralela a la superficie del suelo que se distingue de las capas adyacentes por las diferentes propiedades producidas por los procesos de formación de los suelos.

Arcillas
Sales
M.O
Etc.

Horizonte A

Horizonte Bt

Horizonte Bw

Horizonte C

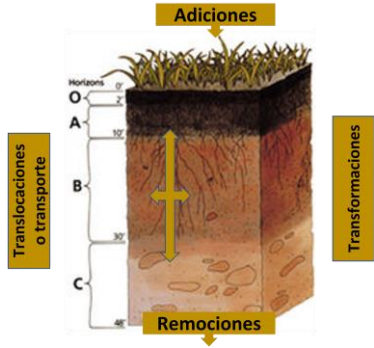
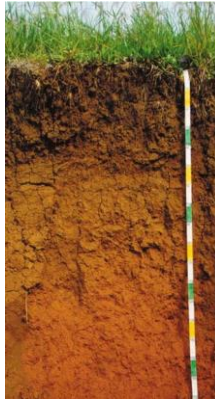
**ADICIÓN
(Materia Orgánica)**

Humificación

Meteorización

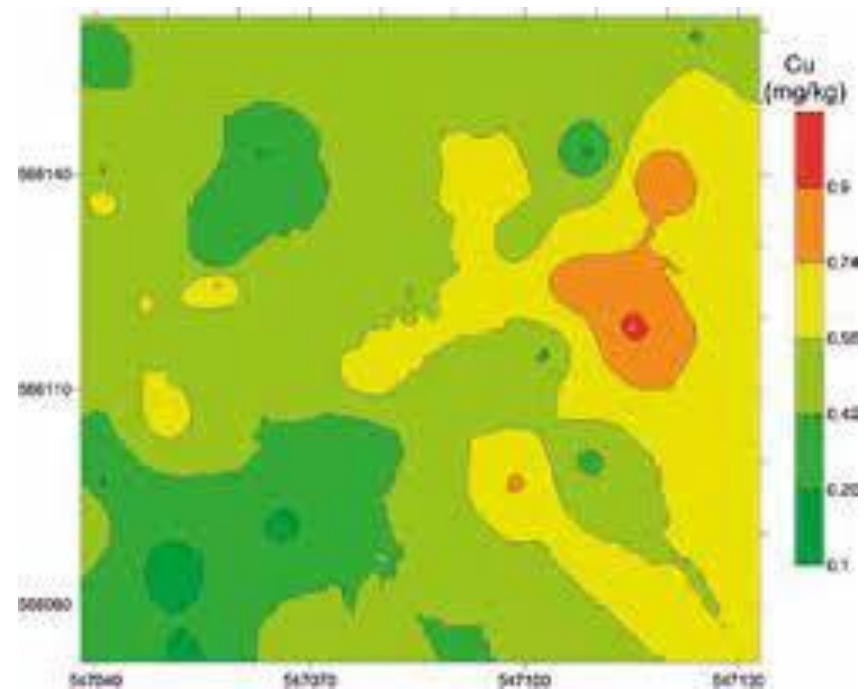
TRANSFORMACIÓN

PÉRDIDA (Lixiviación)

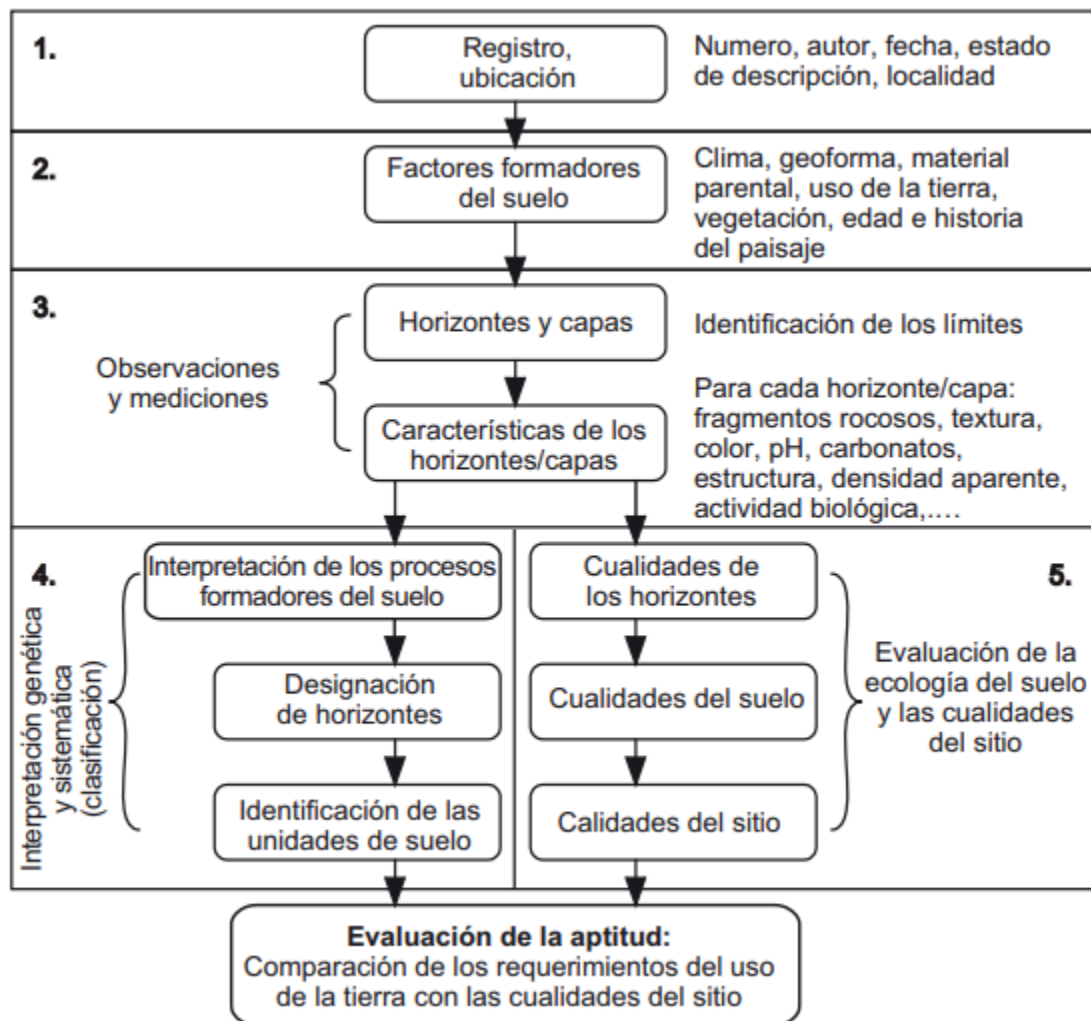


La variabilidad de las propiedades del suelo en cualquier posición en el campo:

- Inherente a la naturaleza, debido a factores geológicos y pedológicos
- Vegetación
- Uso de la tierra
- Prácticas de manejo



Proceso de descripción del suelo, clasificación, calidad del sitio y evaluación de la aptitud

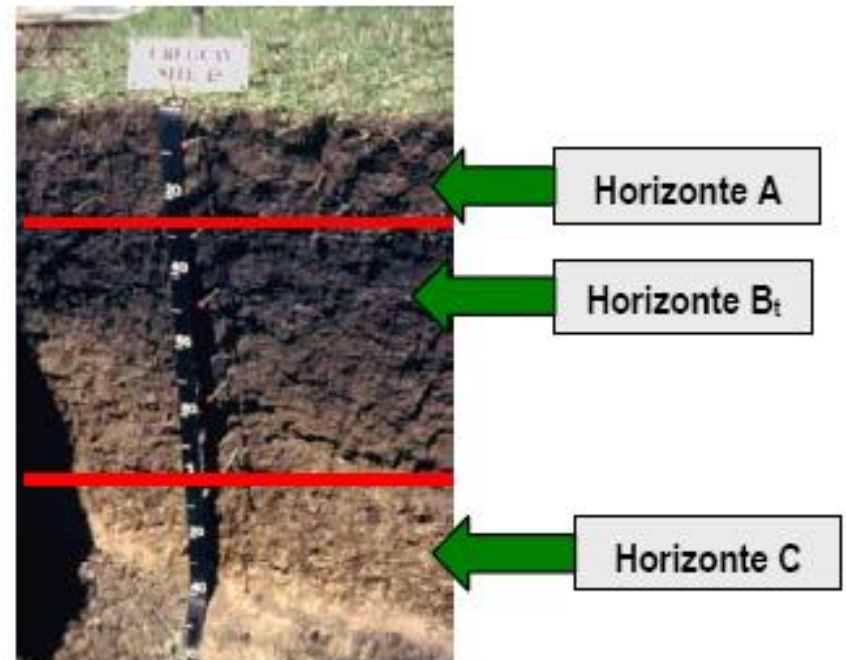


Caracterización del suelo

Entorno



Perfil



Descripción del Sitio

Autor

Nombre (o iniciales) – En este ítem se coloca el nombre de la persona que realiza la descripción.
p.ej. Adán Hernández y Franco Vásquez

Fecha

Día / Mes / Año – En este ítem se anota la fecha en la que se está realizando la descripción.
Se recomienda utilizar las tres primeras letras para los meses y cuatro dígitos para el año
p.ej. 02/Oct/2024 para el 02 de Octubre de 2024.

Código del perfil

Código – Es importante asignar un código numérico o alfanumérico con secuencia lógica, a fin de coordinar y manejar adecuadamente la información descriptiva y posteriores análisis de laboratorio realizados a las muestras tomadas.
p.ej. BAL-01, BAL-02, BAL-03, etc;
para una secuencia de muestras tomadas en la Cordillera Bálsamo

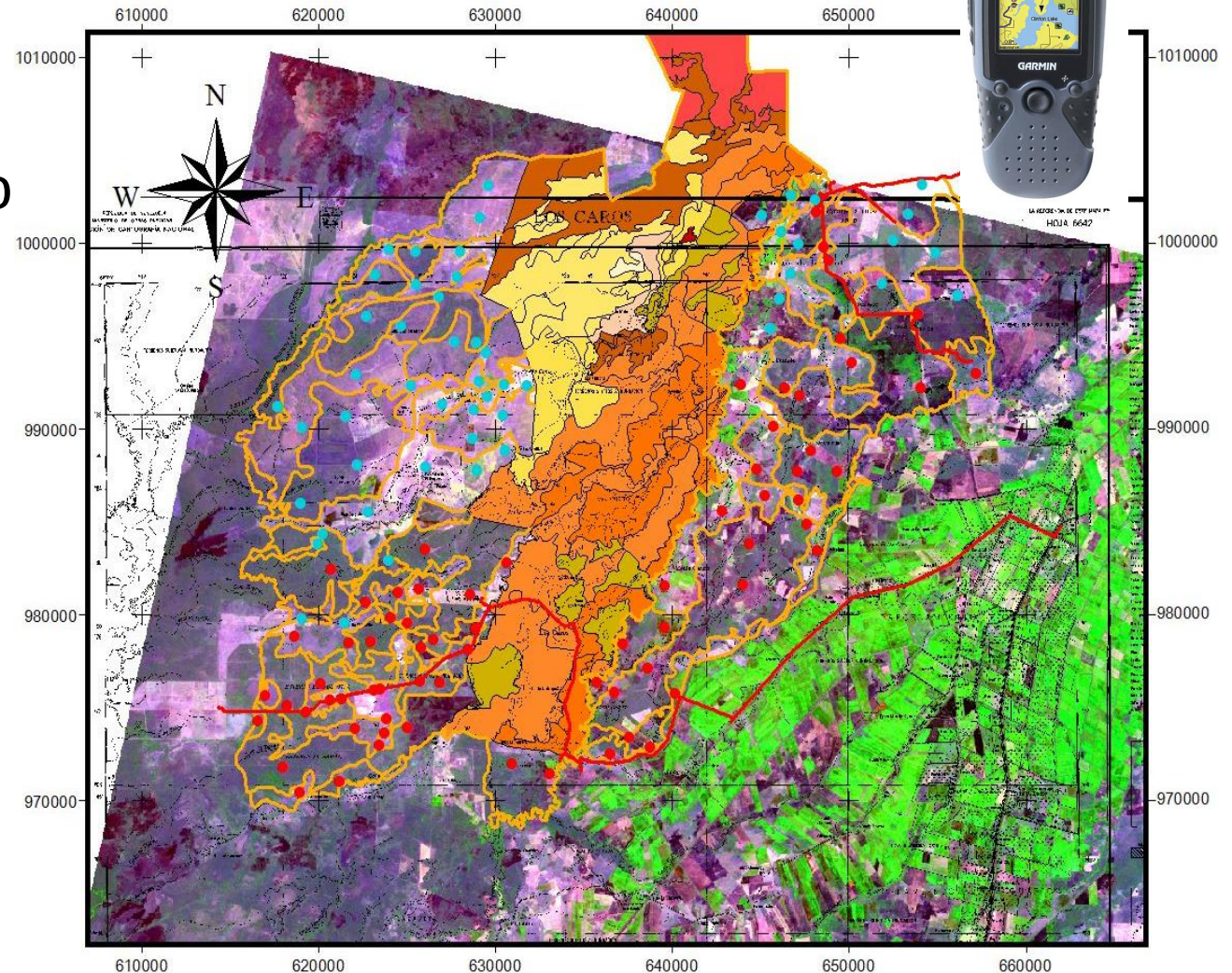
Ubicación

Debe señalarse la ubicación del sitio lo más exactamente posible. Para ello es necesario señalar su localización geopolítica (municipio, estado, país), coordenadas del sitio, Datum de referencia empleado en el mapa topográfico o equipo GPS, y cualquier otra información relevante.

Caracterización del entorno

Ubicación

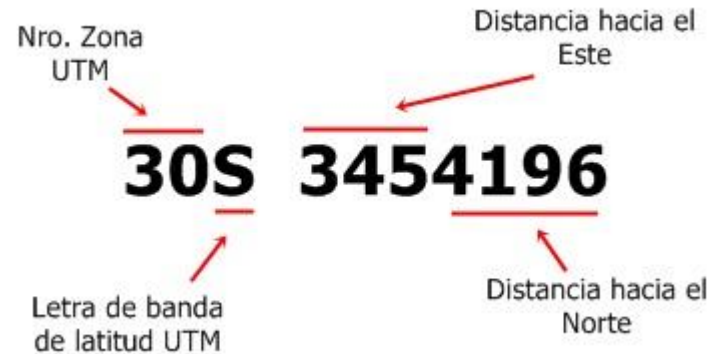
- Estado o Departamento
- Municipio o cantón
- Finca
- Campo
- Coordenadas



Localidad – p.ej. Finca San Luis.

Elevación o altitud del sitio

Coordenadas – En general se utilizan coordenadas UTM, pero también pueden emplearse otros sistemas como latitud y longitud.
p.ej. 10°21'45" Latitud Norte y 68°39'00" Longitud Oeste.



Caracterización del entorno

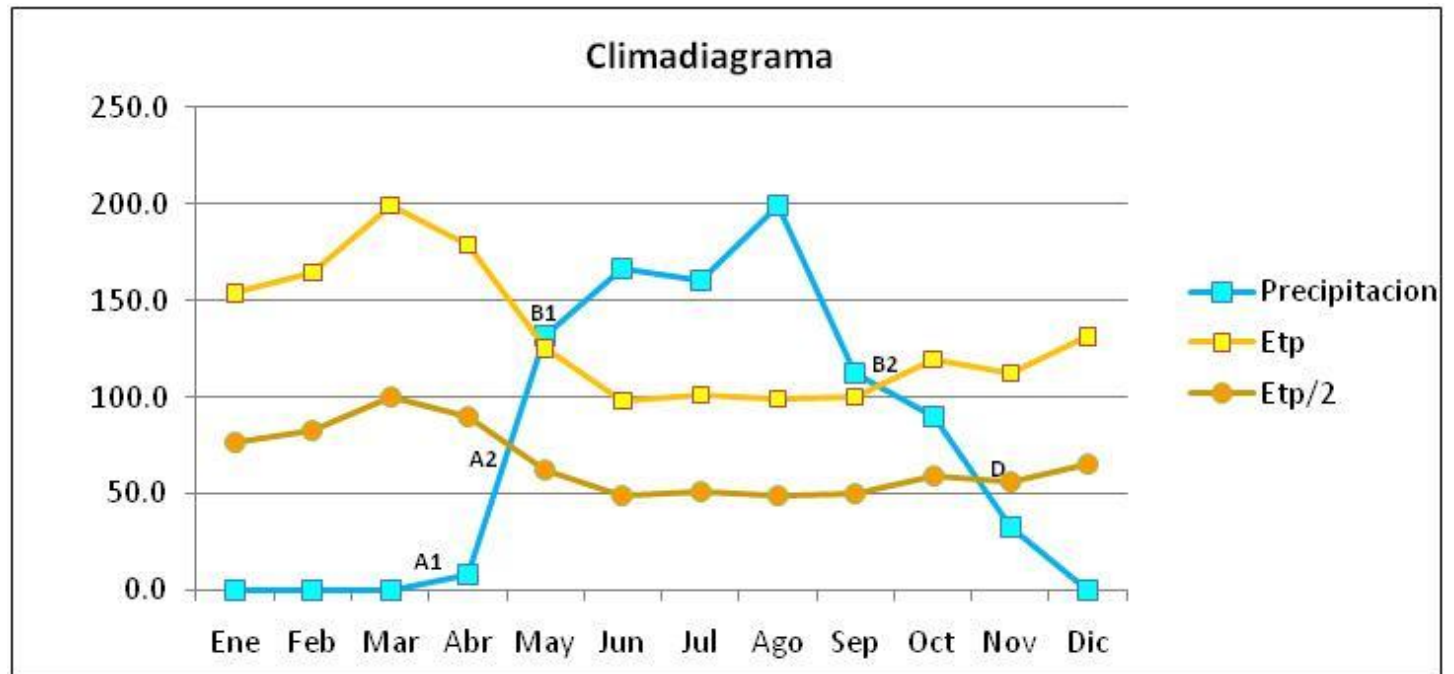
Clima

Precipitación

Temperatura

Evaporación o ETo

Meses Húmedos

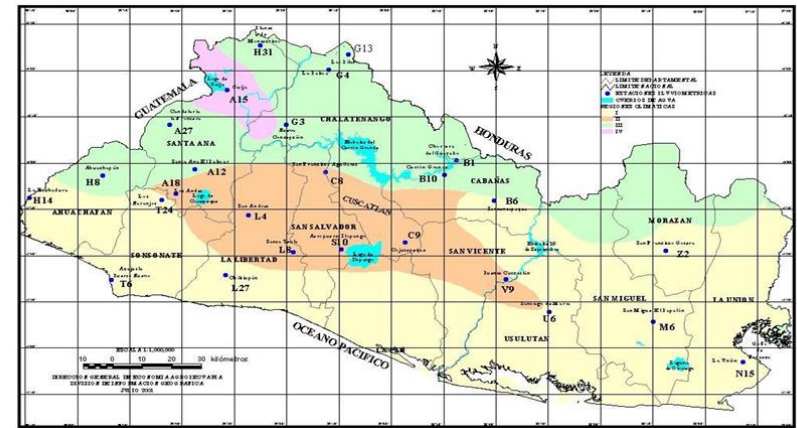


Información del Clima

Previo a la salida de campo.

Para ello se sugiere recabar la siguiente información:

- a. Precipitación, temperatura y ETP media anual: importante para estimar la adaptabilidad de cultivos.
- b. Meses húmedos: importante para la adaptabilidad de cultivos y requerimientos de agua (riego).
- c. Con base a estos datos utilizar una clasificación de tipo de clima utilizada en el país, como: Zonas de Vida de Holdridge o Köppen, mapas a nivel nacional o local

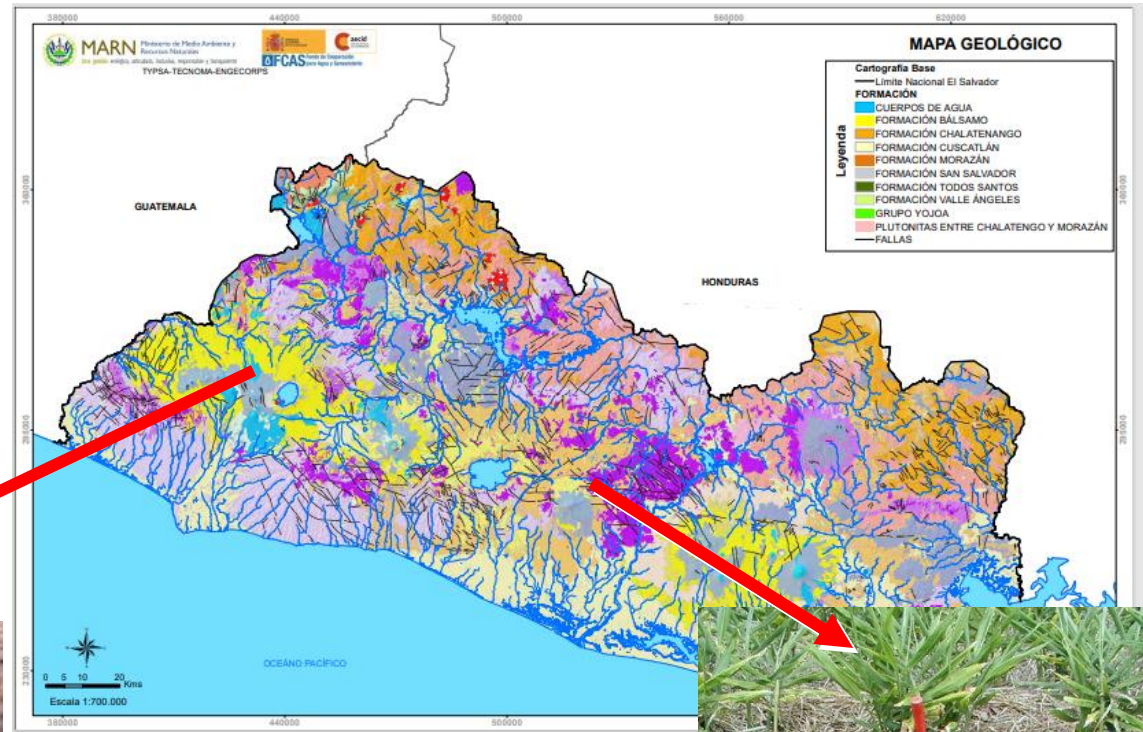


Caracterización del entorno

Material parental

Tipo

Grado de Alteración



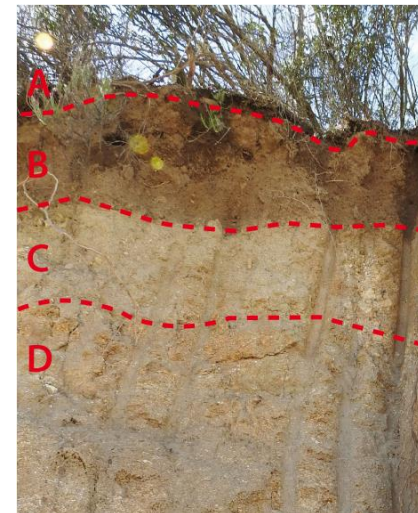
Tipos generales de Materiales Parentales.

TIPO DE MATERIAL PARENTAL	CODIGO
Regolito in situ	0
Material Coluvial	1
Material aluvial	2
Depósitos por movimientos en masa	3
Depósitos de reptación	4
Depósitos lacustrinos	5
Sedimentos marinos	6
Materiales orgánicos	7
Depósitos volcánicos	8



Grado de alteración de la roca subyacente a la superficie del suelo

GRADO DE ALTERACIÓN	CODIGO	Criterio
Ligero	1	Se rompe con un martillo
Moderado	2	Se rompe con un cuchillo
Fuerte	3	Se rompe con la mano



Formación geológica

Si se dispone de información, es recomendable señalar la formación geológica predominante en la zona;

Caracterización del entorno

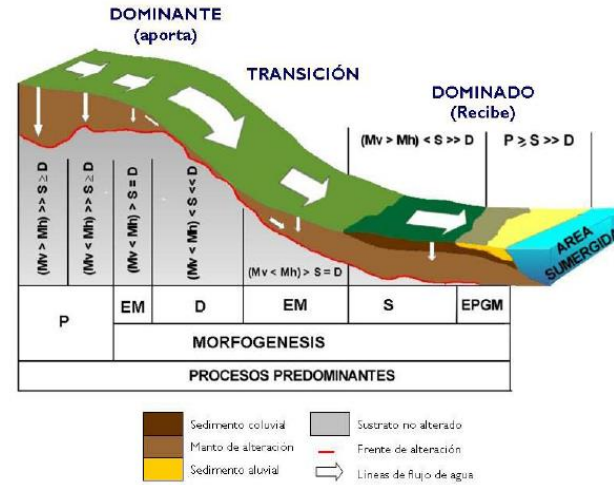
Relieve

Posición Geomorfológica

Pendiente

Orientación

Forma



M_v = Movimiento vertical de agua, M_h = Movimiento horizontal de agua, $(M_v + M_h)$ = Tasa de alteración, S = Sedimentación, D = Denudación, EM = Equilibrio morfogénico, P = Pedogénesis, EPGM = Equilibrio pedogeomorfológico.



Altitud – Se refiere a la altitud relativa de cualquier punto de la superficie de la tierra con respecto al nivel del mar. Utilice metros como unidad de expresión; p.ej. 850 *msnm*.

Orientación de la pendiente – Se refiere a la dirección de la brújula (en grados) cuando la orientamos en el mismo sentido de la pendiente; p.ej. 45° *SE*.

Ubicación respecto a unidades mayores de relieve – Es conveniente señalar a que unidad de relieve del país (provincia fisiográfica, región natural) corresponde la localidad donde se describe el perfil.

p.ej. *Cordillera el Bálsamo*

Forma de Terreno

La forma de terreno se puede considerar la unidad fisiográfica indivisible. La forma de terreno es un elemento del tipo de relieve, que se caracteriza por su geometría (morfografía), por su dinámica (morfogénesis) y por su historia (morfocronología). Las dimensiones horizontales se miden en decenas o centenas de metros

Información geomorfológica

- La caracterización geomorfológica del sitio donde está ubicado el suelo es una información clave para el proceso de correlación y transferencia por analogía.
- Esta se deriva de clasificaciones de paisaje que tienen un esquema jerárquico que va desde unidades muy generales de relieve hasta unidades mucho más específicas como son las formas de terreno.
- En algunos países se han usado diversos sistemas entre los que destacan el propuesto por Zinck (1988), o la propuesta por el IGAC (2019)

Sistema de clasificación de las unidades geomorfológicas aplicado a levantamientos de suelos

<i>Nivel</i>	<i>Categoría</i>	<i>Definición abreviada</i>
5	Paisaje geomorfológico	Amplia porción de terreno caracterizada por la repetición de tipos de relieve
4	Ambiente morfogenético	Tipo general de medio biofísico originado y controlado por la geodinámica
3	Tipo de relieve	Forma que compone la superficie terrestre
2	Material geológico	Material que da origen a las formaciones superficiales que recubren la corteza terrestre
1	Forma de terreno	Unidad geomorfológica elemental determinada por los contrastes morfológicos y morfométricos dominantes

Sistema taxonómico de las geoformas (Zinck, 1988).

Nivel	Categoría	Concepto genérico	Definición
6	Orden	Geoestructura	Extensa porción continental caracterizada por su macro-estructura geológica (p.e. cordillera, geosinclinal, escudo)
5	Suborden	Ambiente morfo-genético	Amplio tipo de medio biofísico originado y controlado por un estilo de geodinámica interna y/o externa (p.e. estructural, deposicional, erosional, etc.)
4	Grupo	Paisaje geomorfológico	Gran porción de terreno caracterizada por sus rasgos fisiográficos; corresponde a una repetición de tipos de relieve similares o a una asociación de tipos de relieve disímiles (p.e. valle, altiplanicie, montaña, etc.)
3	Subgrupo	Relieve/modelado	Tipo de relieve originado por una determinada combinación de topografía y estructura geológica (p.e. cuesta, horst, etc.). Tipo de modelado determinado por específicas condiciones morfoclimáticas o procesos morfogenéticos (p.e. glacis, terraza, delta, etc.).
2	Familia	Litología/facies	Naturaleza petrográfica de las rocas duras (p.e. gneis, caliza, etc.) u origen/naturaleza de las formaciones no-consolidadas de cobertura (p.e. periglaciario, lacustre, aluvial, etc.)
1	Subfamilia	Forma de terreno	Tipo básico de geoforma caracterizado por una combinación única de geometría, historia y dinámica.

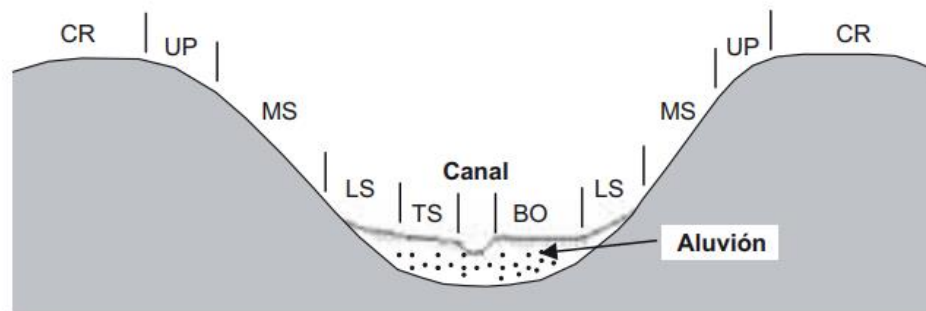
Clases generales de pendiente empleadas en la descripción del ambiente edafológico.

CLASE	RANGO DE PENDIENTE (%)	CLASIFICACIÓN
Plano o casi plano	0 – 3	1
Suavemente inclinado	3 – 8	2
Inclinado	8 – 20	3
Moderadamente escarpado	20 – 45	4
Escarpado	45 – 60	5
Muy escarpado	>60%	6

Gradiente de pendiente

La pendiente puede definirse como el grado de inclinación de la superficie del terreno respecto al plano horizontal.

Posición de la pendiente en terrenos ondulados y montañosos



Nota:

Posición en terrenos ondulados a montañosos

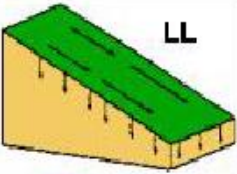
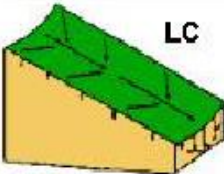
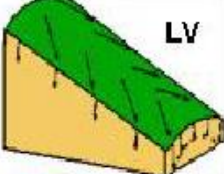
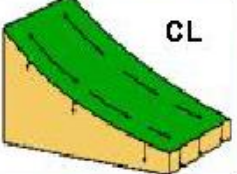
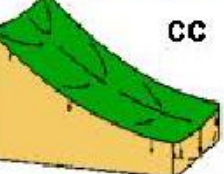
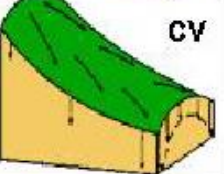
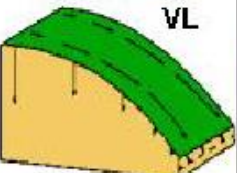
CR = Cresta (cumbre)
 UP = Pendiente alta (hombro)
 MS = Pendiente media (espalda de ladera)
 LS = Pendiente baja (pie de pendiente)
 TS = Punta de pendiente o ladera
 BO = Base (plano)

Posición en terrenos planos a casi planos

HI = Parte alta (subida)
 IN = Parte intermedia
 LO = Parte baja (y depresión)
 BO = Base (línea de drenaje)

Forma de la pendiente

La forma de la pendiente influye considerablemente sobre la dinámica de los procesos hidrológicos que ocurren en el suelo y por ende también sobre su génesis. La forma longitudinal afecta la forma del flujo favoreciendo o reduciendo la aceleración del flujo y la forma transversal regula la concentración o dispersión del flujo de escorrentía y la acumulación del agua en superficie

		PERFIL TRANSVERSAL DE LA LADERA		
		RECTILÍNEO	CÓNCAVO	CONVEXO
PERFIL LONGITUDINAL DE LA LADERA	RECTILÍNEO	 LL	 LC	 LV
	CÓNCAVO	 CL	 CC	 CV
	CONVEXO	 VL	 VC	 VV
		FLUJO SUPERFICIAL Y PARALELO	FLUJO CONVERGENTE Y CENTRÍPETO	FLUJO DIVERGENTE Y CENTRÍFUGO

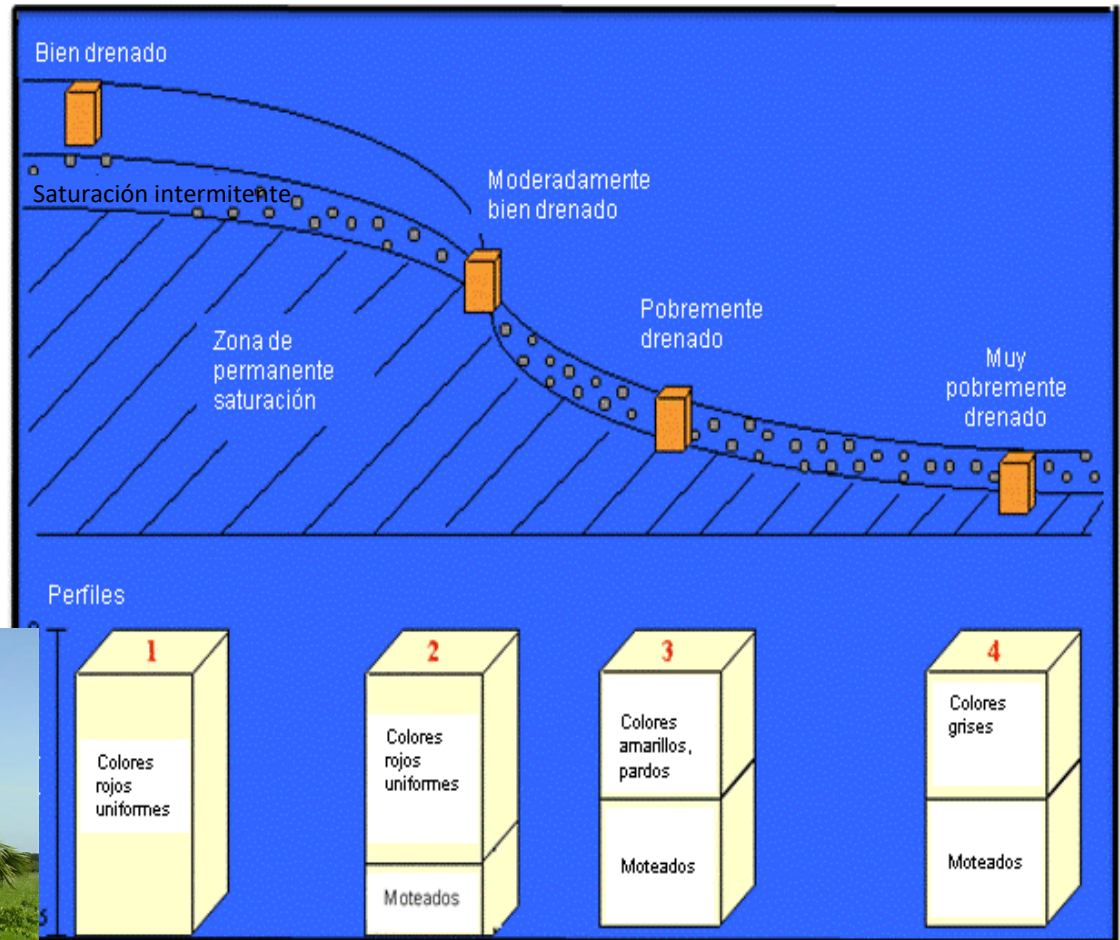
Principales combinaciones de la forma de pendiente

FORMA	CODIGO
Rectilíneo – Rectilíneo (LL)	1
Rectilíneo – Convexo (LV)	2
Rectilíneo – Cóncavo (LC)	3
Convexo – Lineal (VL)	4
Convexo – Convexo (VV)	5
Convexo – Cóncavo (VC)	6
Cóncavo – Rectilíneo (CL)	7
Cóncavo – Convexo (CV)	8
Cóncavo – Cóncavo (CC)	9
Mixta	10

Caracterización del entorno

Condición de humedad

Drenaje interno,
Drenaje externo
Clase de Drenaje
Permeabilidad



Calificación del drenaje interno		
Drenaje Interno	Código	Descripción
Muy Lento	1	Los suelos están saturados con agua en la zona de las raíces por más de un mes al año
Lento	2	Los suelos están saturados con agua en la zona de las raíces por más de una semana al año
Moderado	3	La saturación con agua es limitada a menos de una semana
Rápido	4	La saturación con agua es sólo de pocas horas
Fuente: Comerma (2004)		

Drenaje interno o niveles freáticos.

La definición de las clases se hace en función de observaciones de campo sobre los posibles períodos de saturación con agua que mantiene saturada la zona de mayor ocurrencia de raíces

Drenaje externo o anegamiento-

La condición de anegamiento es muy importante, especialmente en las planicies aluviales, que están sujetas a encharcamiento con diferentes períodos de tiempo, sea por desborde de ríos o por almacenamiento de la lluvia, cuya diferenciación, desafortunadamente aún no se ha precisado geográficamente

Calificación del drenaje externo o anegamiento		
Drenaje externo	Código	Descripción
Empozado	1	Anegado por más de 4 meses al año
Muy Lento	2	Anegado por uno a tres meses al año
Lento	3	Anegado hasta por una semana al año
Moderado	4	Anegado por menos de una semana al año
Rápido	5	Anegado por sólo unas horas al año
Fuente: Comerma (2004)		

Clase de Drenaje – El drenaje expresa la rapidez con que se elimina el agua en relación con los aportes. Expresa la combinación del drenaje interno, externo y la permeabilidad. En este ítem se estima la clase de drenaje natural del suelo

Clases de drenaje natural del suelo	
CLASE DE DRENAJE	CODIGO
Muy pobremente drenado	1
Pobremente drenado	2
Imperfectamente drenado	3
Moderadamente bien drenado	4
Bien drenado	5
Algo excesivamente drenado	6
Excesivamente drenado	7

Muy pobremente drenado: El agua sale del suelo tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie durante la mayor parte del tiempo. A menos que el suelo sea artificialmente drenado, la mayoría de los cultivos no podrían crecer. Suelos con esta clase de drenaje ocupan generalmente sitios llanos o depresiones y frecuentemente están anegados. El suelo puede estar en pendiente si la lluvia es persistente o muy alta.

Pobremente drenado: El agua sale tan lentamente del suelo que este permanece húmedo por una gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie durante una parte considerable del año. A menos que el suelo sea artificialmente drenado, la mayoría de los cultivos no podrían crecer. Las condiciones de los suelos pobremente drenados se deben a un nivel freático alto, a una capa lentamente permeable en el perfil, a una baja infiltración o a una combinación de tales condiciones; consecuente mente el perfil presenta moteados con chroma ≤ 2 dentro de los primeros 60 cm.

Imperfectamente drenado: El agua es removida del suelo con tal lentitud por lo que el perfil permanece húmedo por lapsos significativos, pero no todo el tiempo. A menos que el suelo sea artificialmente drenado, el crecimiento de la mayoría de los cultivos estará marcadamente restringido. Los suelos imperfectamente drenados tienen comúnmente una capa lentamente permeable en el perfil, un nivel freático alto, reciben agua por aportes laterales o presentan una combinación de estas condiciones; consecuentemente presentan moteados en la parte inferior del horizonte A y dentro de los 60 cm.

Moderadamente bien drenado: El agua se retira del suelo con alguna lentitud por lo que el perfil permanece húmedo por un tiempo corto aunque importante. El suelo está húmedo solo por un corto período en la profundidad de enraizamiento durante la estación de crecimiento, pero un tiempo suficiente para que se vean afectados la mayoría de los cultivos. Los suelos moderadamente bien drenados comúnmente tienen una capa de permeabilidad lenta en o inmediatamente bajo el solum, un nivel freático relativamente alto, reciben agua de infiltración o sufren una combinación de todas las anteriores; consecuentemente, presentan moteados de 2 a 20% entre 60 y 100 cm de profundidad.

Bien drenado: El agua se retira del suelo con facilidad, pero no con rapidez. Los suelos bien drenados comúnmente tienen texturas medias, aunque hay suelos de otras clases texturales que también tienen buen drenaje. Los suelos bien drenados retienen óptimas cantidades de agua para el crecimiento de las plantas después de las lluvias o el riego.

Algo excesivamente drenado: El agua se retira del suelo con rapidez. Estos suelos tienen texturas comúnmente gruesas, algunos son esqueléticos, tienen una alta conductividad hidráulica o son muy porosos.

Excesivamente drenado: El agua se retira del suelo muy rápidamente. Estos suelos son esqueléticos y pueden ser muy escarpados, tienen una muy alta conductividad hidráulica, son muy porosos o una combinación de las condiciones anteriores.

Profundidad a la mesa de agua

Se debe anotar la profundidad al momento de la descripción y la fluctuación media anual aproximada de la mesa de agua mediante la observación de cambios de color en el perfil. En el caso de que sea estacional se emplearán criterios morfológicos para estimar esta profundidad (p.ej. presencia de colores con Chroma ≤ 2). En caso de no observarse debe señalarse su ausencia; p.ej. Ausente.

Estacionalidad de la mesa de agua –

Es importante señalar si la mesa es estacional o permanente; p.ej. Estacional.



Condición de humedad del suelo al momento de la descripción

Se indica la condición de humedad del suelo: húmedo o seco.

Condición climática reinante al momento de la descripción

CONDICIÓN	CODIGO
Soleado / Despejado	1
Parcialmente nublado	2
Nublado	3
Lluvioso	4

Por la influencia sobre algunas pruebas de campo que sean realizadas

Caracterización del entorno

COBERTURA

- Tipo de Vegetación
- Cultivo



Tipos generales de cobertura del suelo

TIPO DE COBERTURA	CODIGO
• Artificial (Carreteras, edificaciones, etc.)	1
• Cobertura no vegetal (arena, grava, rocas)	2
• Cultivos de cobertura o asociados	3
• Monocultivos	4
• Herbazales o pastizales (> 50% de las plantas son pastos o de tipo herbáceo)	5
• Arbustos (>50% de la cobertura son arbustos)	6
• Árboles (>25% de la cobertura son plantas leñosas)	7
• Agua	8

Cobertura del suelo

Tipo de Cobertura – Se especificará el tipo de cobertura del sitio donde se realiza la descripción. p.ej. *Pastizales*.

Vegetación natural

Describir el tipo de vegetación presente, señalando si es primaria o secundaria el nombre común, nombre científico y su condición; p.ej. *Sabana de Trachipogon con chaparro manteco*.

Cultivo

En caso de que la vegetación presente en el sitio sea un cultivo es relevante señalar los aspectos como su condición (buena, regular, mala), riego, fertilización, sistema de labranza, nivelación, entre otros. p.ej. *labranza convencional, pastoreo directo. café con sombra*

Uso de la Tierra y Vegetación

A = Agricultura (producción de cultivos)		
AA	= Cultivos anuales	
AA1	= Agricultura migratoria (roza, tumba y quema)	
AA2	= Agricultura de barbecho	
AA3	= Ley system cultivation	
AA4	= Agricultura de temporal	
AA5	= Cultivo de arroz bajo inundación	
AA6	= Agricultura bajo riego	
AP	= Cultivos perennes	
AP1	= Agricultura de temporal	
AP2	= Agricultura bajo riego	
AT	= Cultivos arbóreos (frutales?) y arbustivos	
AT1	= Cultivo arbóreo secanote temporal	
AT2	= Cultivo arbóreo bajo riego	
AT3	= Cultivo arbustivo de secano	
AT4	= Cultivo arbustivo bajo riego	
Los códigos adicionales se pueden usar para especificar con mayor detalle el tipo de uso de la tierra; Por ejemplo:		
AA4	= Agricultura de temporal	
AA4T	= Tradicional	
AA4I	= Tradicional mejorada	
AA4M	= Tradicional mecanizada	
AA4C	= Comercial	
AA4U	= No especificado	
M = Agricultura mixta		
MF	= Agroforestería	
MP	= Agropastoril	
H = Ganadería		
HE	= Pastoreo extensivo	
HE1	= Nómada	
HE2	= Semi-nómada	
HE3	= Estabulada	
HI	= Pastoreo intensivo	
HI1	= Producción animal	
HI2	= Lechería	
F = Forestal		
FN	= Bosque natural	
FN1	= Tala selectiva	
FN2	= Deforestación	
FP	= Plantación forestal	
P = Protección de la naturaleza		
PN	= Preservación de la naturaleza y recreación	
PN1	= Reservas	
PN2	= Parques	
PN3	= Manejo de la vida silvestre	
PD	= Control de la degradación	
PD1	= Sin interferencia	
PD2	= Con interferencia	
S = Asentamientos, industria		
SR	= Uso residencial	
SI	= Uso industrial	
ST	= Transporte	
SC	= Uso recreacional	
SX	= Excavaciones	
SD	= Sitios de desechos	
Y = Área militar		
O = Otros usos de la tierra		
U = Sin uso ni manejo		

Clasificación de la vegetación

F = Bosque cerrado ¹	D = Arbustos enanos
FE = Bosque siempre verde de hoja ancha	DE = Arbustos enanos perennifolios
FC = Bosque de coníferas	DS = Arbustos enanos semi-decíduos
FS = Bosque semidesiduo	DD = Arbustos enanos deciduos
FD = Bosque desiduo	DX = Arbustos enanos xeromórficos
FX = Bosque xeromórfico	DT = Tundra
W = Sabana arbolada ²	H = Herbaceous
WE = Sabana arbolada perennifolia	HT = Pradera alto
WS = Sabana arbolada semi-decidua	HM = Pradera mediana
WD = Sabana arbolada decidua	HS = Pradera pequeña
WX = Sabana arbolada xeromórfica	HF = No gramínea
S = Arbustos	M = Turbera pantanoso alimentado por agua de lluvia
SE = Arbustos perennifolios	B = Turbera pantanoso alimentado por agua subterránea
SS = Arbustos semi-decíduos	
SD = Arbustos deciduos	
SX = Arbustos xeromórficos	

¹ Estrato de árboles continuos, copas sobrepuestas, gran número de árboles y especies de arbustos en distintos estratos.

² Estrato continuo de árboles, copas usualmente sin chocar, se puede presentar emergentes.

Código de cultivos

Ce = Cereales	Fo = Plantas forrajeras	Fi = Cultivos de fibra
CeBa = Cebada	FoAl = Alfalfa	FiCo = Algodón
CeMa = Maíz	FoCl = Trébol	FiJu = Yute
CeMi = Mijo	FoGr = Pastos	Ve = Vegetales
CeOa = Avena	FoHa = Heno	Pu = Leguminosas
CePa = Arroz en cáscara	FoLe = Leguminosas	PuBe = Habas
CeRi = Arroz seco	FoMa = Maíz	PuLe = Lentejas
CeRy = Centeno	FoPu = Calabaza	PuPe = Arvejas
CeSo = Sorgo	Ro = Raíces y tubérculos	Lu = Cultivos de lujo y tabaco
CeWh = Trigo	RoCa = Yuca	LuCc = Cacao
Oi = Oleaginosas	RoPo = Papas	LuCo = Café
OiCc = Coco	RoSu = Remolacha azucarera	LuTe = Té
OiGr = Maní	RoYa = Batata, camote	LuTo = Tabaco
OiLi = Linaza	Fr = Frutos y melones	Ot = Otros cultivos
OiOl = Olivo	FrAp = Manzana	OtSc = Caña de azúcar
OiOp = Palma aceitera	FrBa = Plátano	OtRu = Goma
OiRa = Rape	FrCi = Cítricos	OtPa = Palmera (fibra, almendra)
OiSe = Ajonjolí	FrGr = Uvas, Vinos, Pajas	
OiSo = Soya	FrMa = Mangos	
OiSu = Girasol	FrMe = Melones	

Profundidad efectiva del suelo

Profundidad en la cual no hay limitaciones para el desarrollo normal de las raíces

- Capas endurecidas
- Contactos con rocas
- Altos contenidos de fragmentos de roca
- Nivel freático
- Cambios en material parental
- Toxicidades



Caracterización del entorno

Limitaciones

Erosión

Fragmentos de roca



Clases de Roccosidad en términos de cobertura y espaciamiento

Clase	Código	Cobertura (%)	Separación entre fragmentos gruesos en la superficie (m) de acuerdo con su diámetro		
			0.25 m	0.6 m	1.2m
No Pedregoso	1	< 0.01	-	-	-
Pedregoso	2	0.01 – 0.1	≥ 8	≥ 20	≥ 37
Muy Pedregoso	3	0.1 – 3	1 - 8	3 - 20	6 - 37
Extremadamente Pedregoso	4	3 – 15	0.5 - 1	1 - 3	2 – 6
Ripioso	5	15-50	0.3 – 0.5	0.5 - 1	1 - 2
Muy Ripioso	6	50-90	< 0.3	< 0.5	< 1



Suelos con fragmentos de roca de coluvios de piedemonte

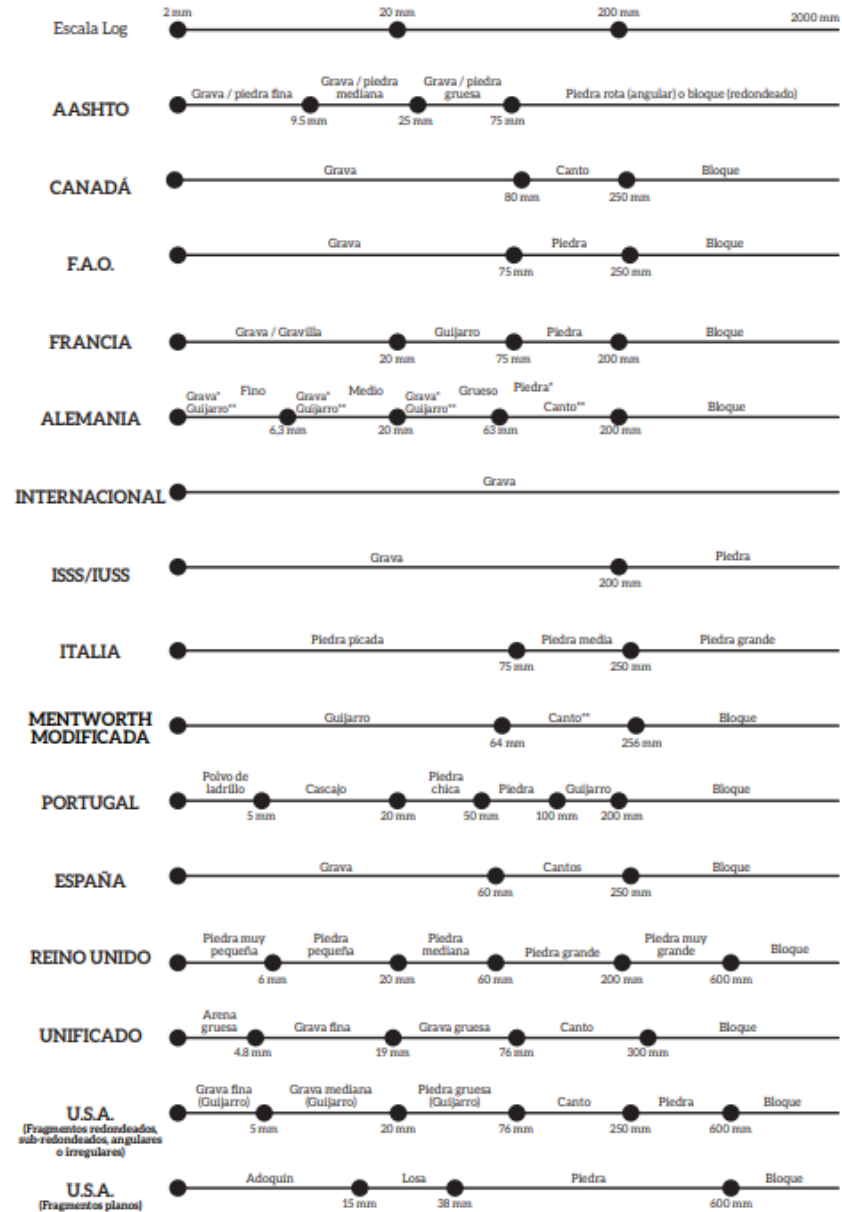
Tipos de fragmentos gruesos según su tamaño (Schoeneberger et al. 2002)

TIPO	CODIGO	Criterio
Grava	0	2 – 75 mm de diámetro
Piedras	1	75 – 250 mm de diámetro
Cantos	2	>250



Suelos con fragmentos de roca tipo bombas (piroclásticas), en sectores próximos a volcanes

Sistemas de clasificación por tamaño de los fragmentos de roca



Erosión

Debe registrarse el tipo y grado de erosión observada.

En caso de que la erosión sea en surcos o cárcavas se deben anotar su ancho, profundidad y la distancia entre estos

p.ej. Erosión hídrica en surcos de 20 cm de ancho y 30 cm de profundidad, separados de 2 a 3 metros.

Grado de erosión del suelo estimado en función de pérdida del horizonte superficial

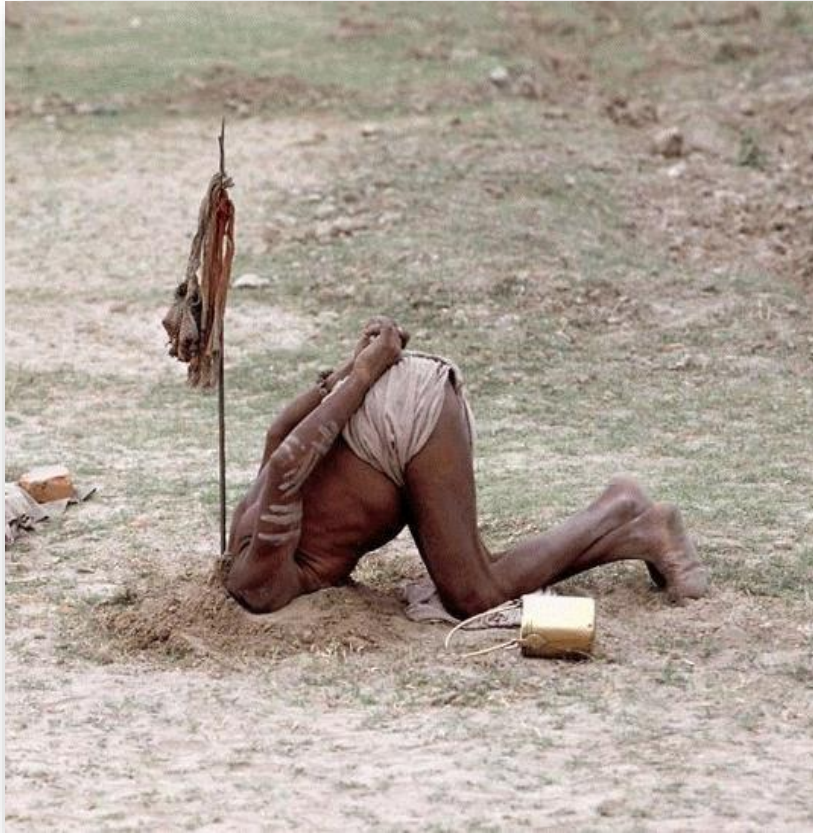
GRADO	CODIGO	Criterio: % estimado de pérdidas del horizonte superficial
Imperceptible	1	0%
Ligera	2	0 – 25 %
Moderada	3	25 – 50 %
Severa	4	50 – 75%
Muy Severa	5	> 75 %

Tipo de Erosión

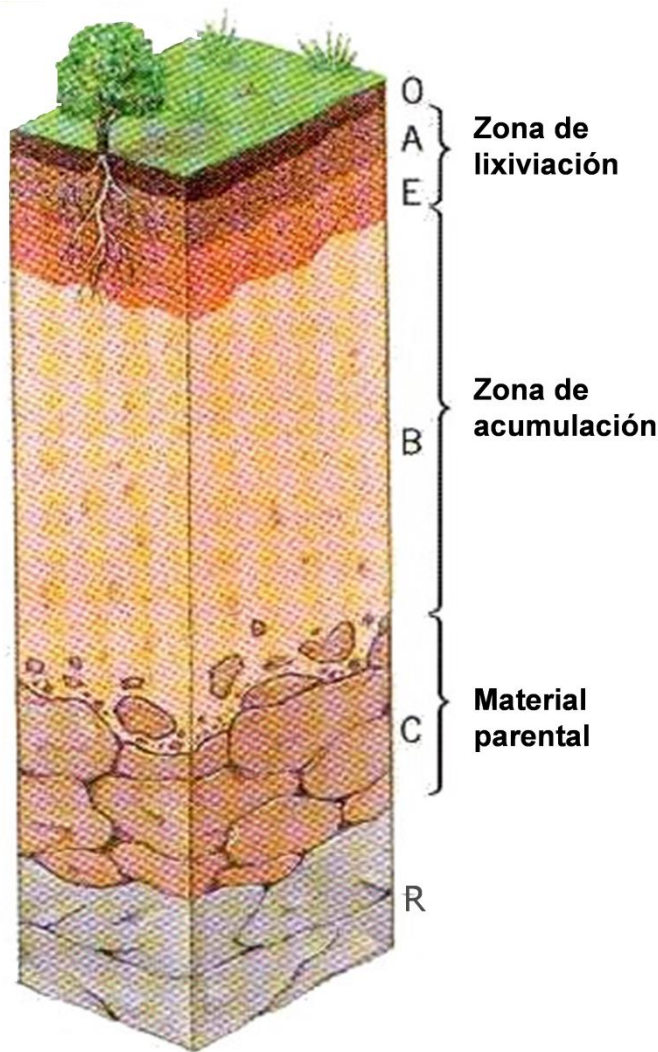
TIPO	CODIGO	Criterio
Eólica	1	Desplazamiento de partículas de suelo por el viento
Hídrica laminar	2	Pérdidas de suelo sin que se formen canales
Hídrica en surcos	3	Se forman pequeños canales que pueden eliminarse con labranza convencional
Hídrica en cárcavas	4	Se forman canales tan grandes que no pueden eliminarse mediante labranza convencional
Hídrica en tunel	5	Presencia de túneles o conductos subsuperficiales
Hídrica reticular	6	Presencia de camellones o montículo (tatucos) separados por una red de canales.
Movimientos en masa	7	Desprendimiento o arrastre por flujos de lodo, deslizamientos, derrumbes y reptación.



Caracterización del perfil



Perfil vs. Horizontes



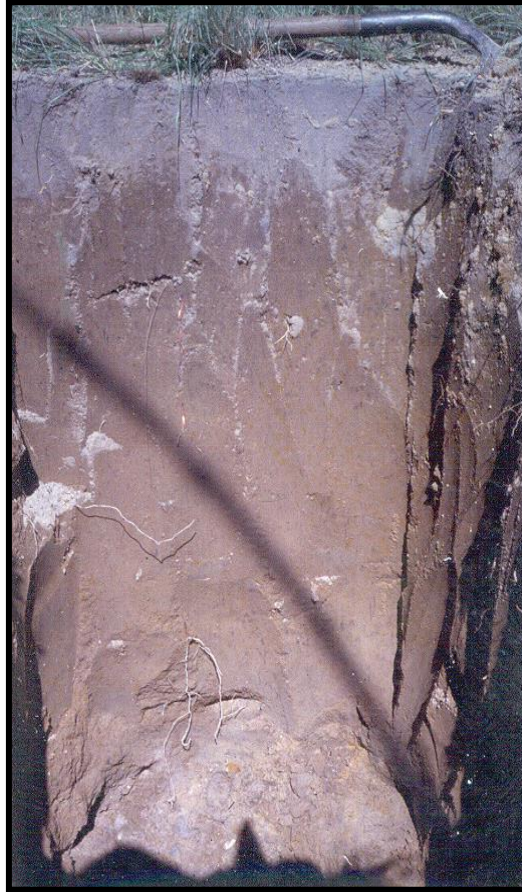
Perfil

Es un corte vertical del suelo desde la superficie hasta la roca no alterada, en el que se pueden distinguir los horizontes.

Horizontes

Capas de suelo más o menos paralelas a la superficie, con unas características edáficas (*físicas, químicas y composición*) homogéneas en su espesor que le hacen diferente a los niveles adyacentes.

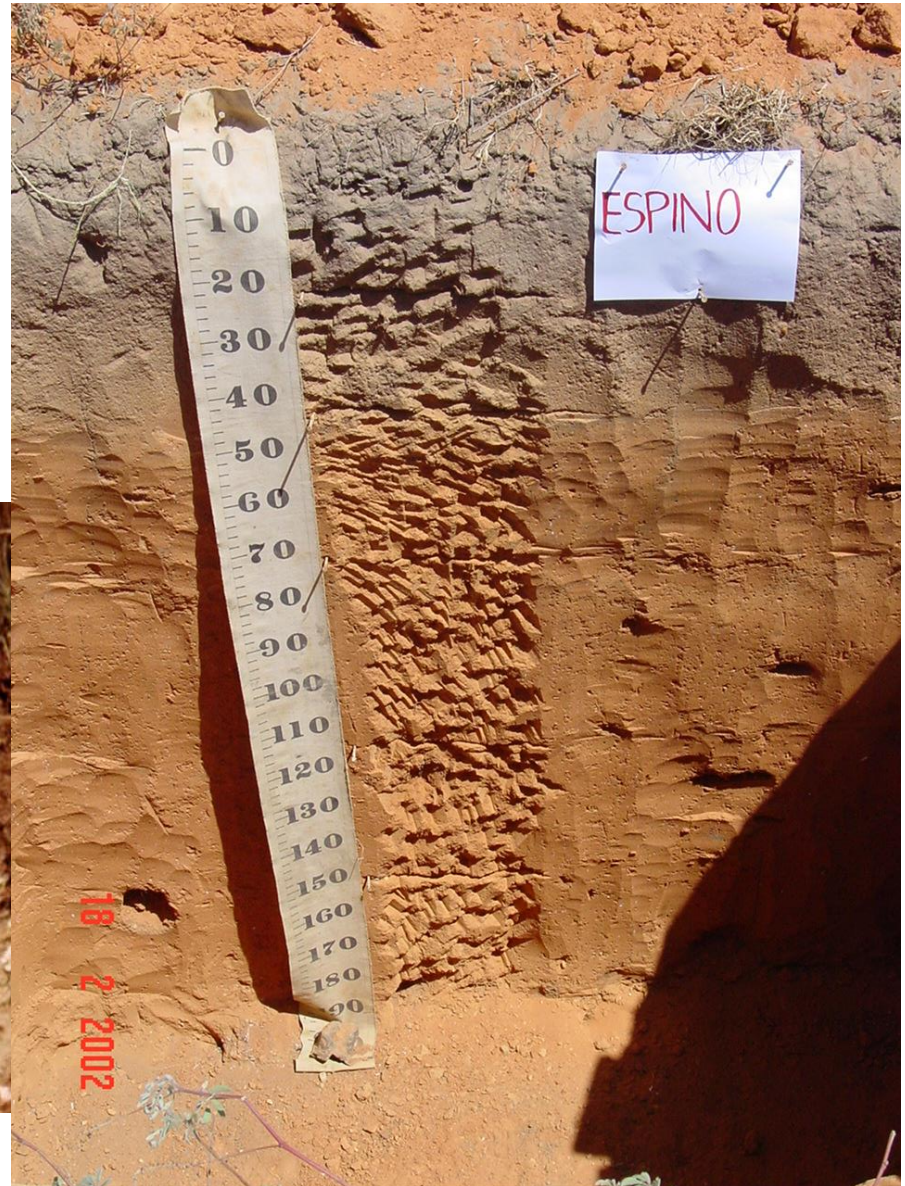
El perfil del suelo



Es la sección vertical a través de un suelo. Está conformado por una secuencia de horizontes o capas y pueden tener diferentes espesores y profundidad dependiendo del grado de desarrollo o proceso evolutivo del suelo

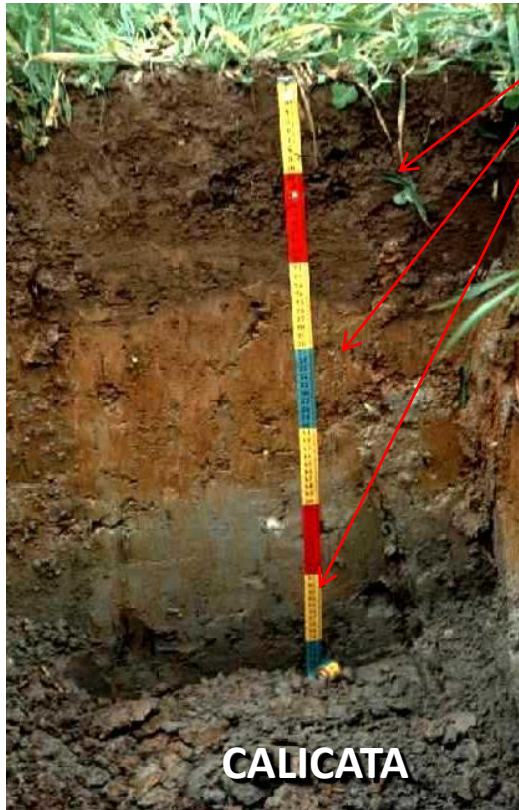
Caracterización de horizontes

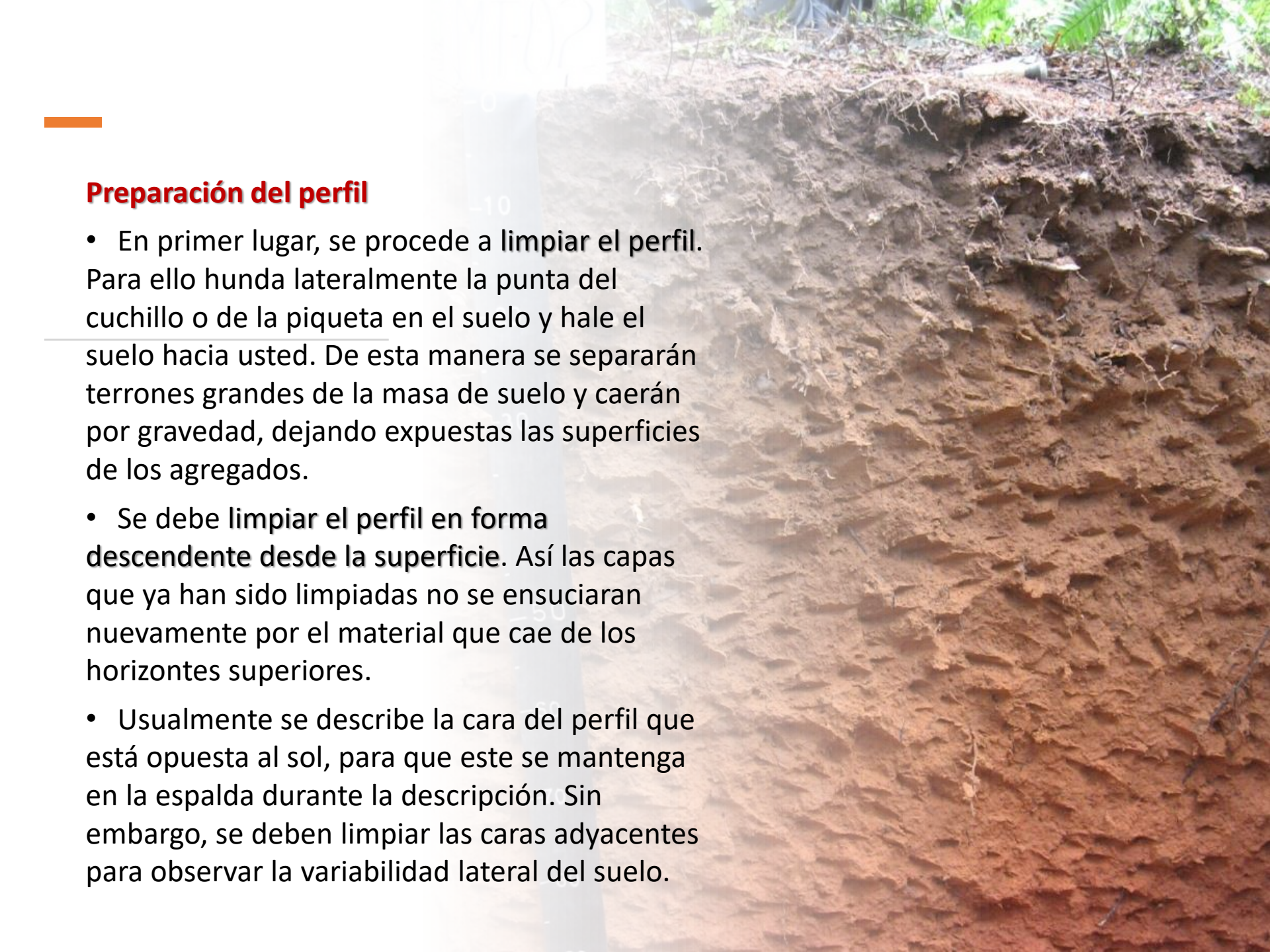
Profundidad
Límites



**Se describen y muestrean
todos los horizontes**

- Espesor de horizontes
- Color (S, H)
- Textura al tacto
- Estructura
- Reacción al HCl
- Actividad biológica
- Presencia de raíces
- Presencia de fragmentos de roca
- Otros....



The background image shows a vertical cross-section of a soil profile. At the top, there is a layer of organic matter (humus) and roots. Below this, the soil is a reddish-brown color, likely a clay or loam. A vertical ruler is placed on the left side of the profile, with markings at 0, 10, and 20 cm. The soil surface is uneven, with some roots and small stones visible. The text is overlaid on the left side of the image.

Preparación del perfil

- En primer lugar, se procede a limpiar el perfil. Para ello hunda lateralmente la punta del cuchillo o de la piqueta en el suelo y hale el suelo hacia usted. De esta manera se separarán terrones grandes de la masa de suelo y caerán por gravedad, dejando expuestas las superficies de los agregados.
- Se debe limpiar el perfil en forma descendente desde la superficie. Así las capas que ya han sido limpiadas no se ensuciaran nuevamente por el material que cae de los horizontes superiores.
- Usualmente se describe la cara del perfil que está opuesta al sol, para que este se mantenga en la espalda durante la descripción. Sin embargo, se deben limpiar las caras adyacentes para observar la variabilidad lateral del suelo.

Observaciones para caracterizar el perfil del suelo

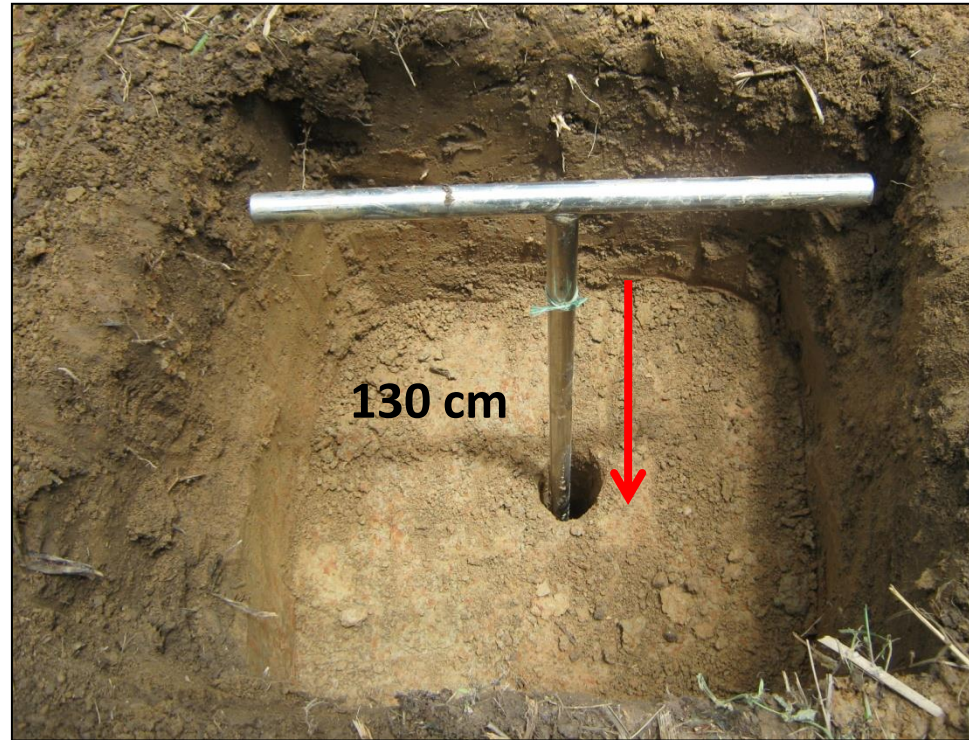


CALICATA

Agujero cuyas dimensiones pueden variar entre 1.50 x 1.50 m de lado y 2.00 m de profundidad aproximadamente. En ella se habilita una cara para describir y muestrear el perfil del suelo.

Observaciones para caracterizar el perfil del suelo

CAJUELAS



Se utilizan para analizar las características de los suelos y establecer su clasificación taxonómica preliminar en agujeros de aproximadamente 50 x 50 cm de lado y 40 a 50 cm de profundidad. Se complementan a su vez, con el barreno hasta los 130 cm de profundidad o la que sea posible

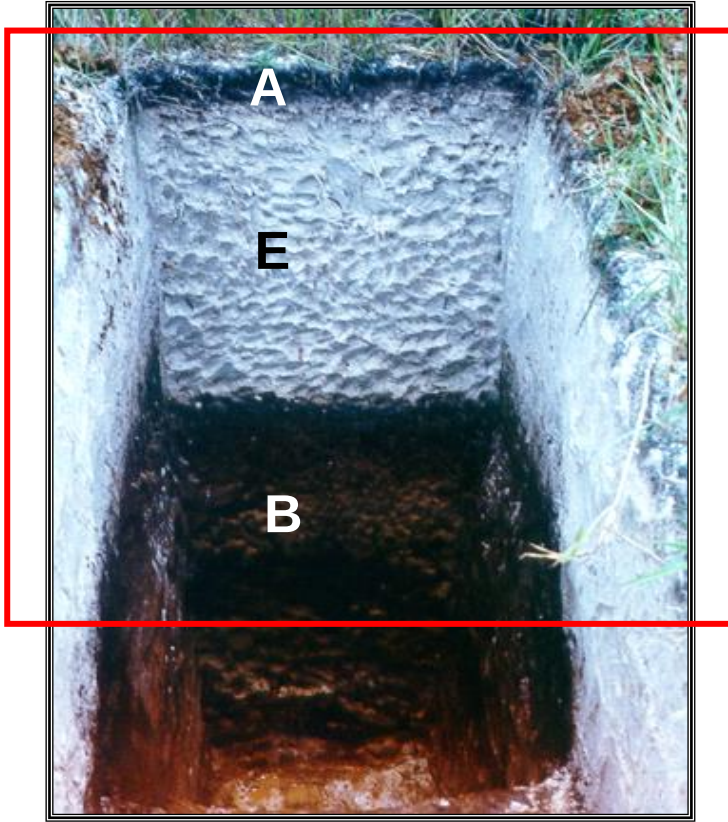
Observaciones para caracterizar el perfil del suelo

BARRENAJES

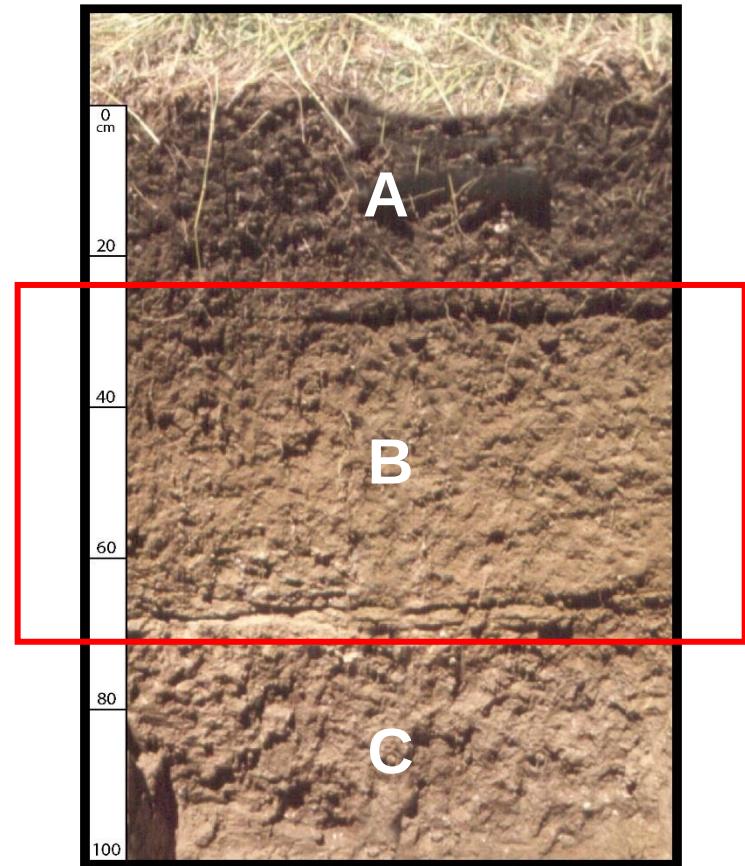


Consisten en explorar las capas del suelo para verificar sus características morfológicas hasta una profundidad aproximada de 130 cm o más con la ayuda del barreno.

SEQUUM (SEQUA) – SOLUM (SOLA)



Solum: es el conjunto de horizontes relacionados y ubicados en la parte superior del perfil, consiste en una serie de horizontes A, E y B.

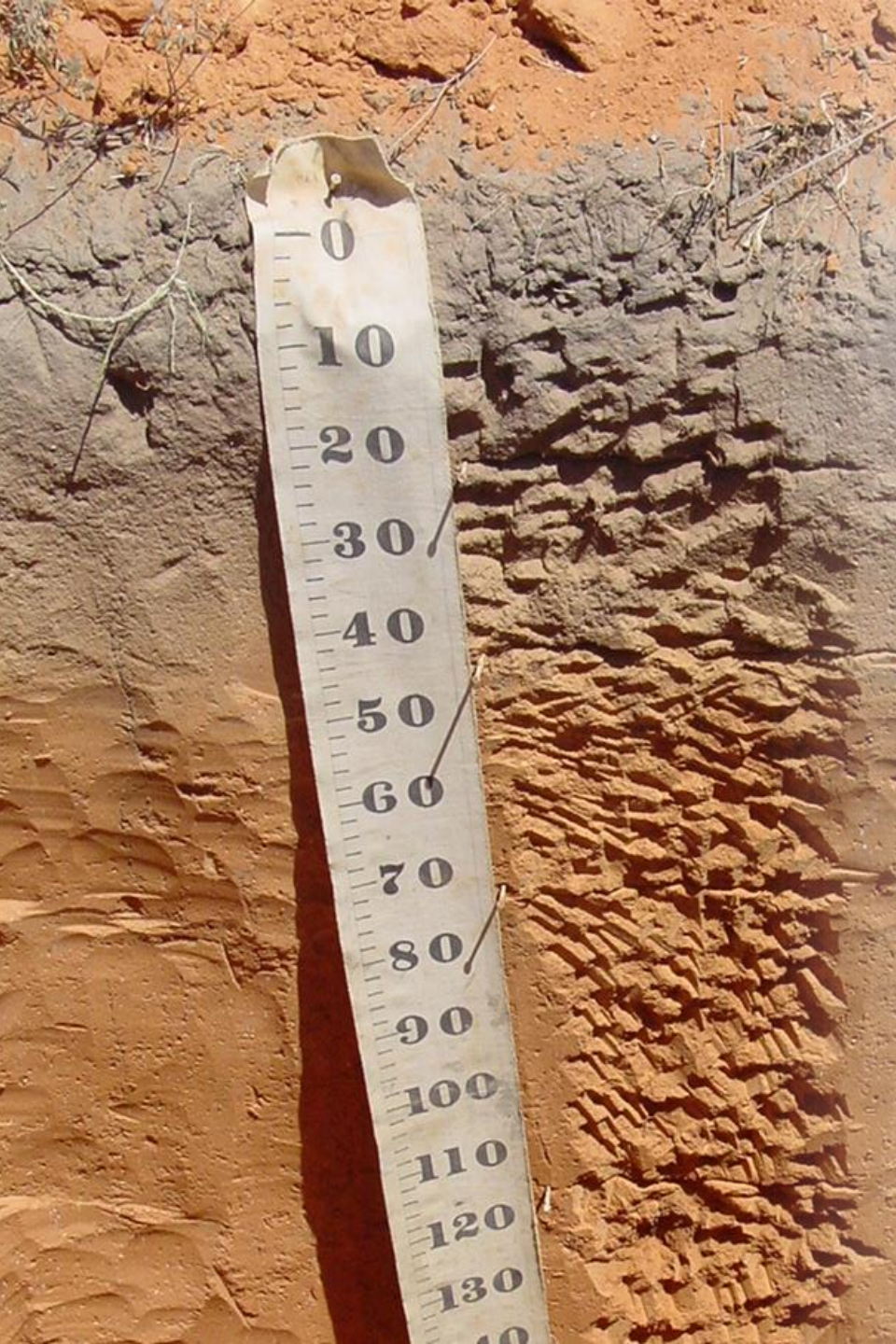


Sequum: es un horizonte B asociado con horizontes eluviales suprayacentes.

Separación de horizontes

El primer paso en la descripción del perfil debe ser la subdivisión de éste en horizontes. Para ello ayúdese con un cuchillo o una piqueta y separe por diferencias de color, pedregosidad, textura, estructura, contenido de raíces u otros atributos de los horizontes presentes en el perfil.

- **Profundidad** – Se debe anotar los límites superior e inferior para cada horizonte en cm; p.ej. 0 – 10 cm.
- **Espesor** – Anote el espesor promedio y el rango de variación; p.ej. 12 (10 – 14 cm).
- **Límite entre horizontes** – El suelo está organizado en horizontes, relacionados entre sí por los procesos formadores. El cambio de un horizonte a otro implica un cambio de propiedades a través de una profundidad, la cual define al límite entre horizontes. En este ítem se describen el grado de Transición y el Tipo; p.ej. Límite claro y ondulado.



Transición o nitidez del límite

se refiere a la distancia vertical a través de la cual ocurre el cambio de un horizonte a otro

Tipo o forma del límite

se refiere al grado de ondulación lateral y continuidad del límite entre horizontes

Clase e transición o nitidez de límite entre horizontes

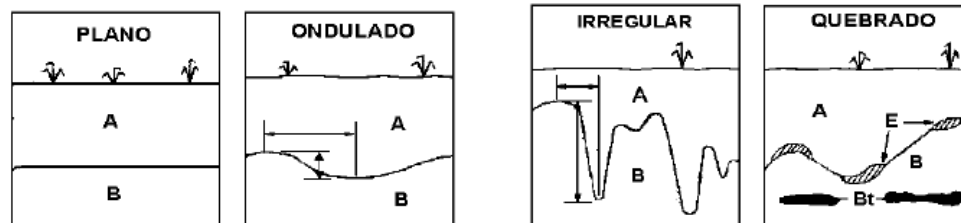
CLASE	CODIGO	Criterio
Muy abrupto	1	< 0.5 cm
Abrupto	2	0.5 a 2 cm
Claro	3	2 a 5 cm
Gradual	4	5 – 12 cm
Difuso	5	≥ 12 cm

Clases de Topografía (forma) de límites entre horizontes

CLASE	CODIGO	Criterio
Plano	1	Plano, con pocas o ninguna irregularidad
Ondulado	2	El ancho de la ondulación es mayor que su profundidad
Irregular	3	La profundidad de la ondulación es mayor que su ancho.
Quebrado	4	Horizontes discontinuos con inclusiones entremezcladas discretas o irregulares.

Tipos de forma del límite entre horizontes

(Shoeneberger et al., 2002)



Horizontes o capas O

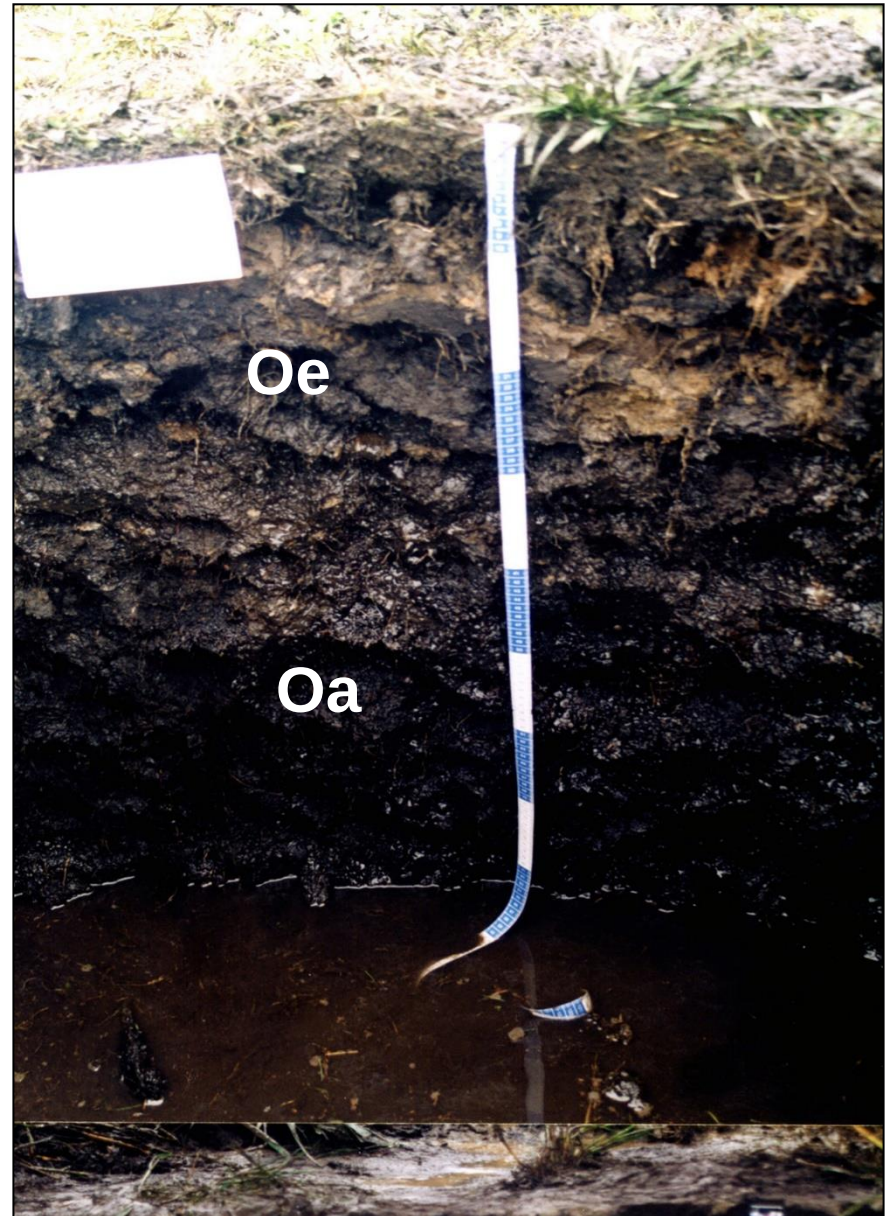
Capas constituidas por material orgánico.

Algunas están saturadas con agua durante largos periodos o estuvieron saturadas, pero ahora están artificialmente drenadas; otras nunca han estado saturadas.

Algunas capas **O** están constituidas por hojarasca no descompuesta o parcialmente descompuesta que han sido depositadas en superficie.

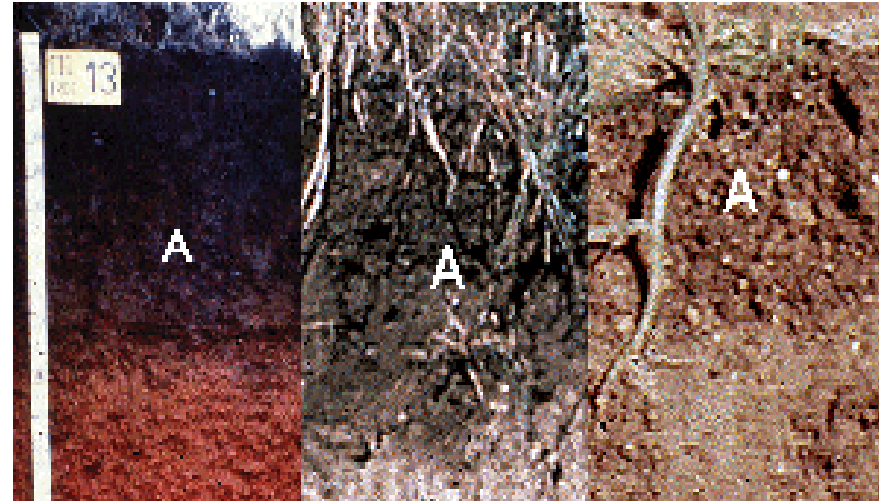
Otras capas **O** consisten de materiales orgánicos que fueron depositados bajo condiciones de saturación y tienen diferentes etapas de descomposición, la fracción mineral de tales materiales es muy baja.

Algunos suelos consisten enteramente de material designado como horizontes o capas **O**.



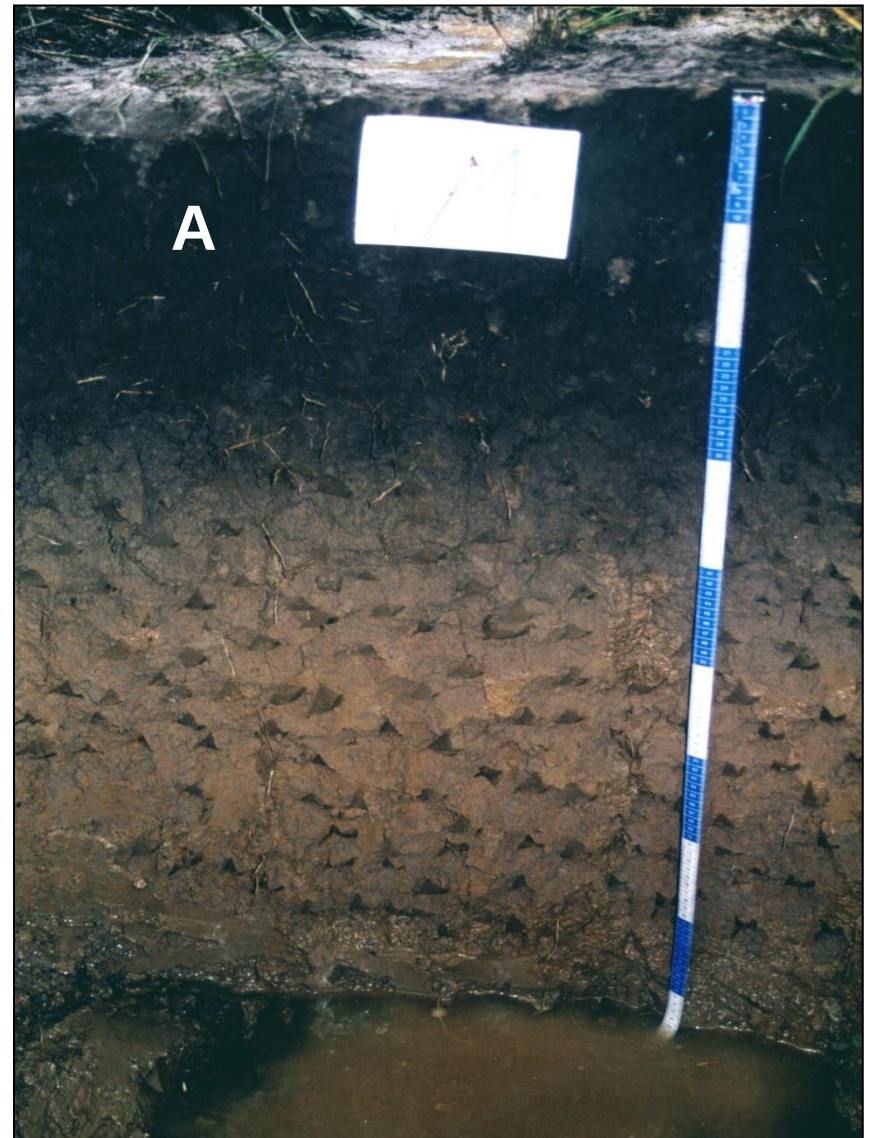
Horizontes A

Horizontes minerales que han sido formados en la superficie o debajo de un horizonte **O** (si existe), que exhiben la eliminación de toda o gran parte de la estructura original de la roca y muestran una o ambas de las siguientes:

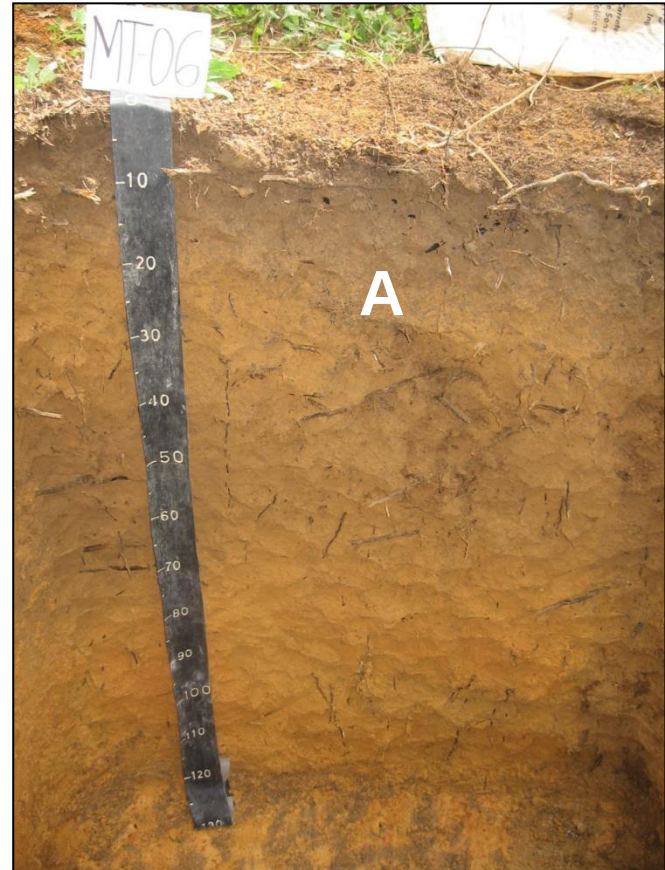


- Una acumulación de materia orgánica humificada íntimamente mezclada con la fracción mineral y no dominados por propiedades características de los horizontes **E** o **B**, o;
- Propiedades resultantes de su cultivo, de pastoreo o de tipos de disturbio similares.

Horizontes A



Horizontes A

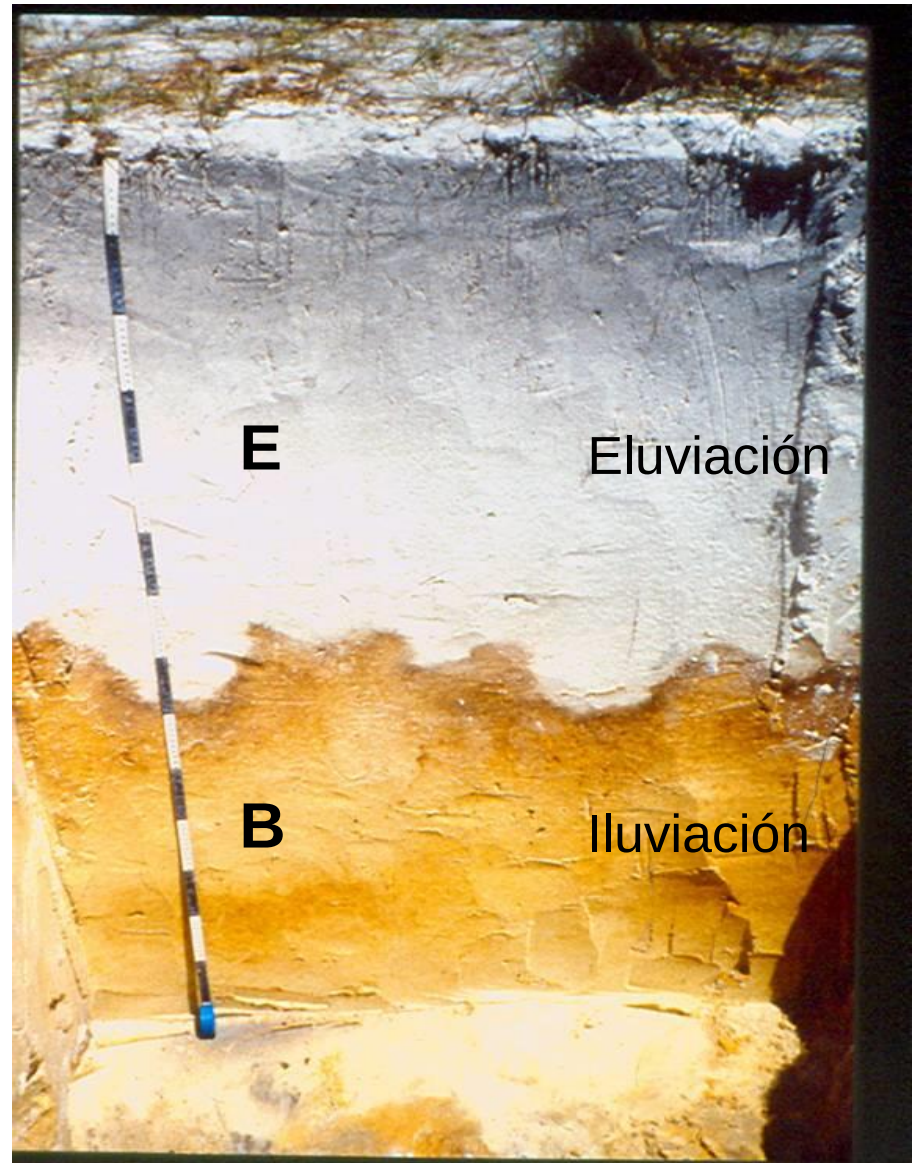


En algunos lugares de climas áridos el horizonte superficial indisturbado contiene pequeñas cantidades de materia orgánica y es más claro que el horizonte subyacente y la fracción mineral no está alterada o solo ligeramente, se designa como **A**, por estar en superficie.

Horizontes E

Horizontes minerales, en los que el principal rasgo es la pérdida de arcilla, hierro y aluminio o alguna combinación de estos, permaneciendo una combinación de partículas de arena y limo.

Estos horizontes exhiben una pérdida de toda o la mayor parte de la estructura original de la roca.



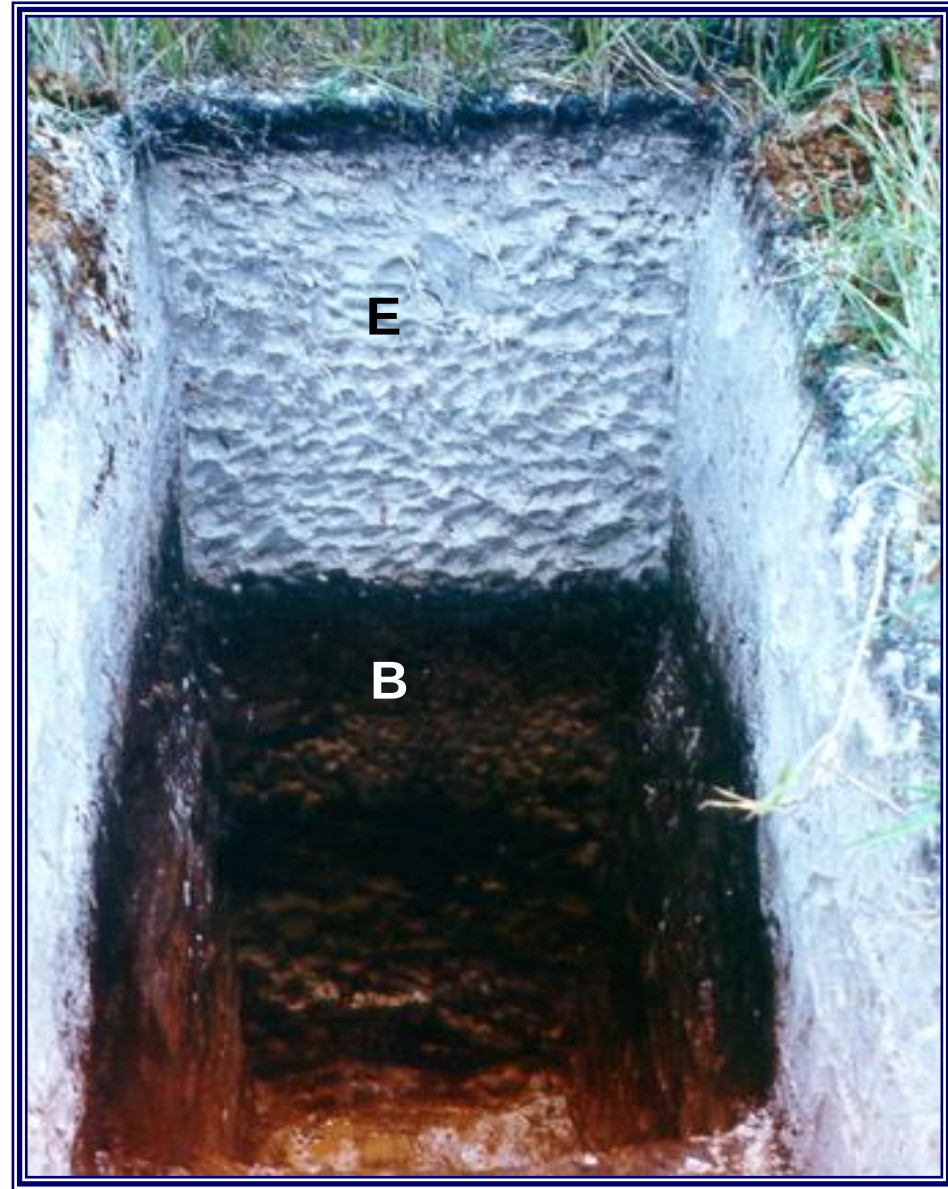
Horizontes E

Un horizonte **E** se diferencia de un horizonte **B** subyacente por su color más claro o por su textura más gruesa.

Un horizonte **E** se diferencia del **A** suprayacente por su color más claro y su menor contenido de materia orgánica.

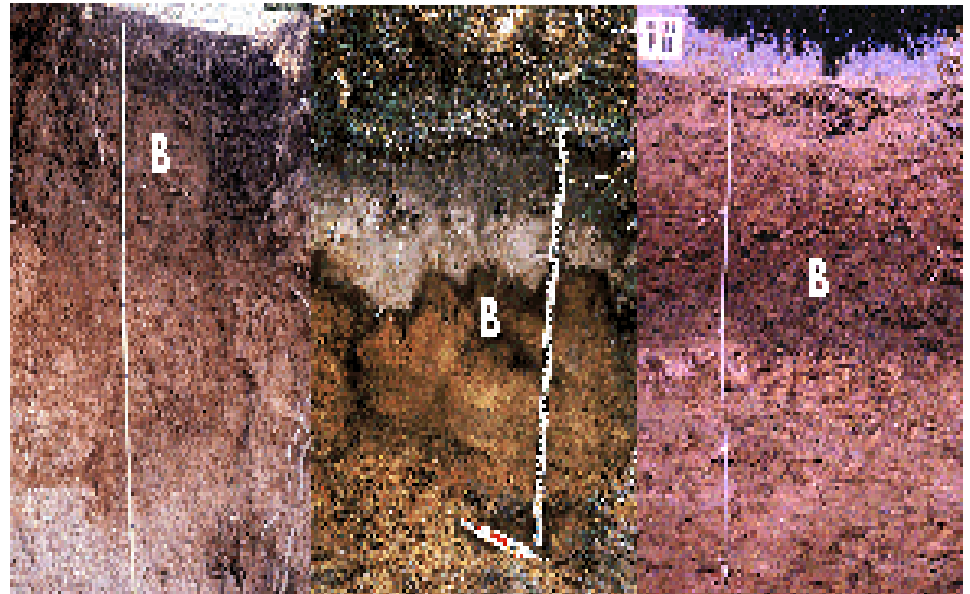
Un horizonte **E** comúnmente está cerca de la superficie debajo de un horizonte **O**, o de **A** y encima de un horizonte **B**.

Si un horizonte superficial tiene propiedades tanto del horizonte **A** como del **E**, pero la característica más enfática es la acumulación de materia orgánica humificada, se le designa como un horizonte **A**.



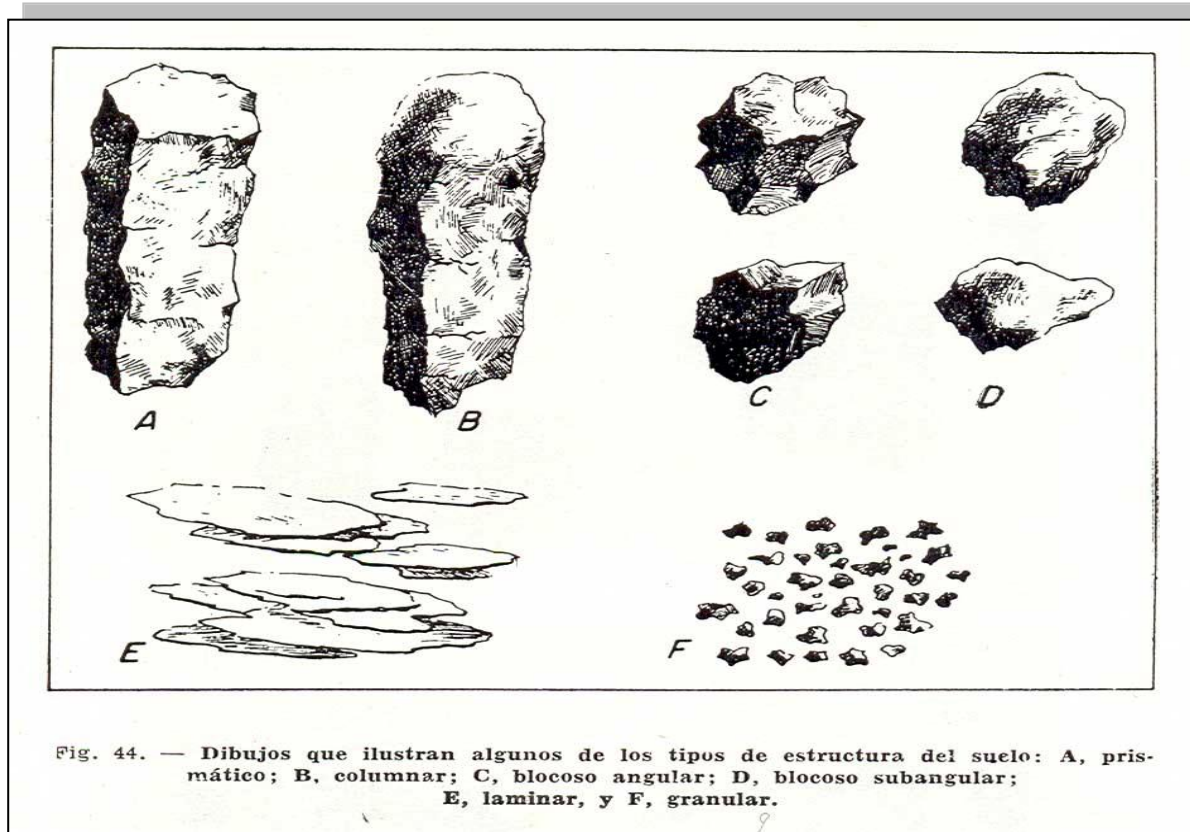
Horizontes B

Horizontes que se han formado debajo de un horizonte **A**, **E** u **O** y están caracterizados por la destrucción de toda o la mayor parte de la estructura original de roca y muestra una o más de las siguientes características:

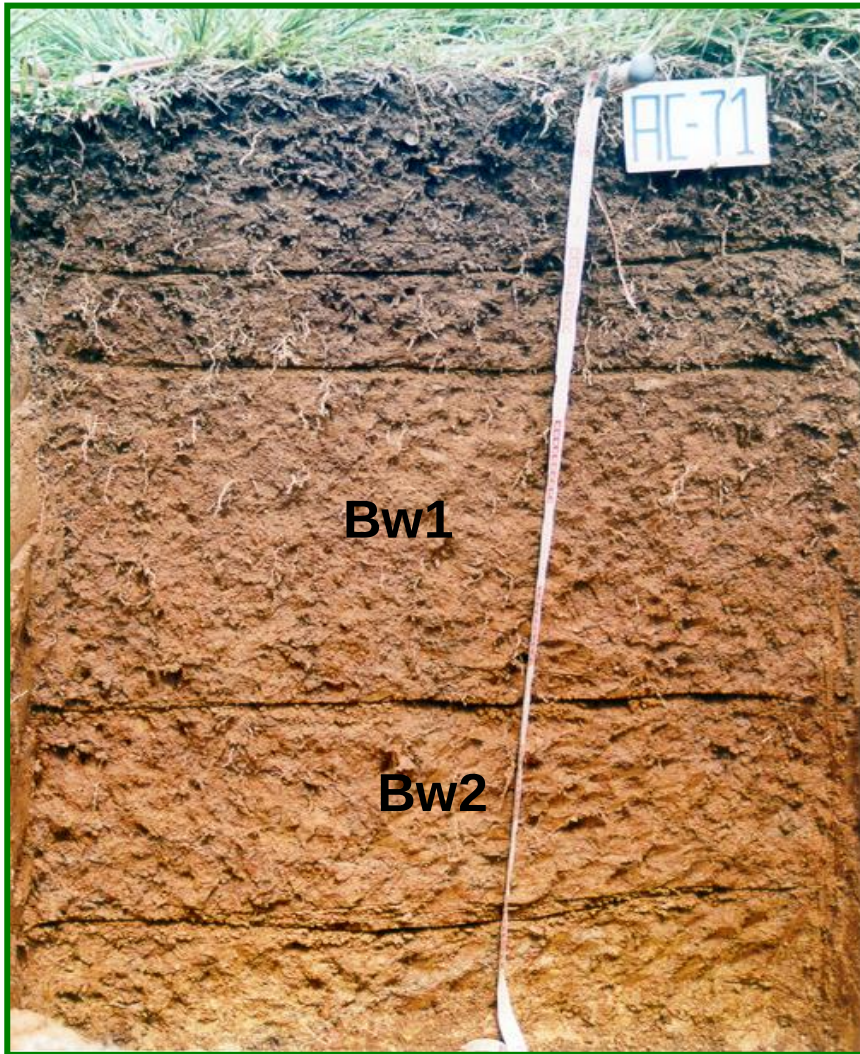


- Concentración iluvial de arcilla, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso o sílice (solos o en combinación).
- 2. Concentración residual de óxidos.
- 3. Desarrollo de **estructura de suelo** (granular, blocosa angular o subangular, columnar, prismática).
- 4. Gleyzación fuerte.

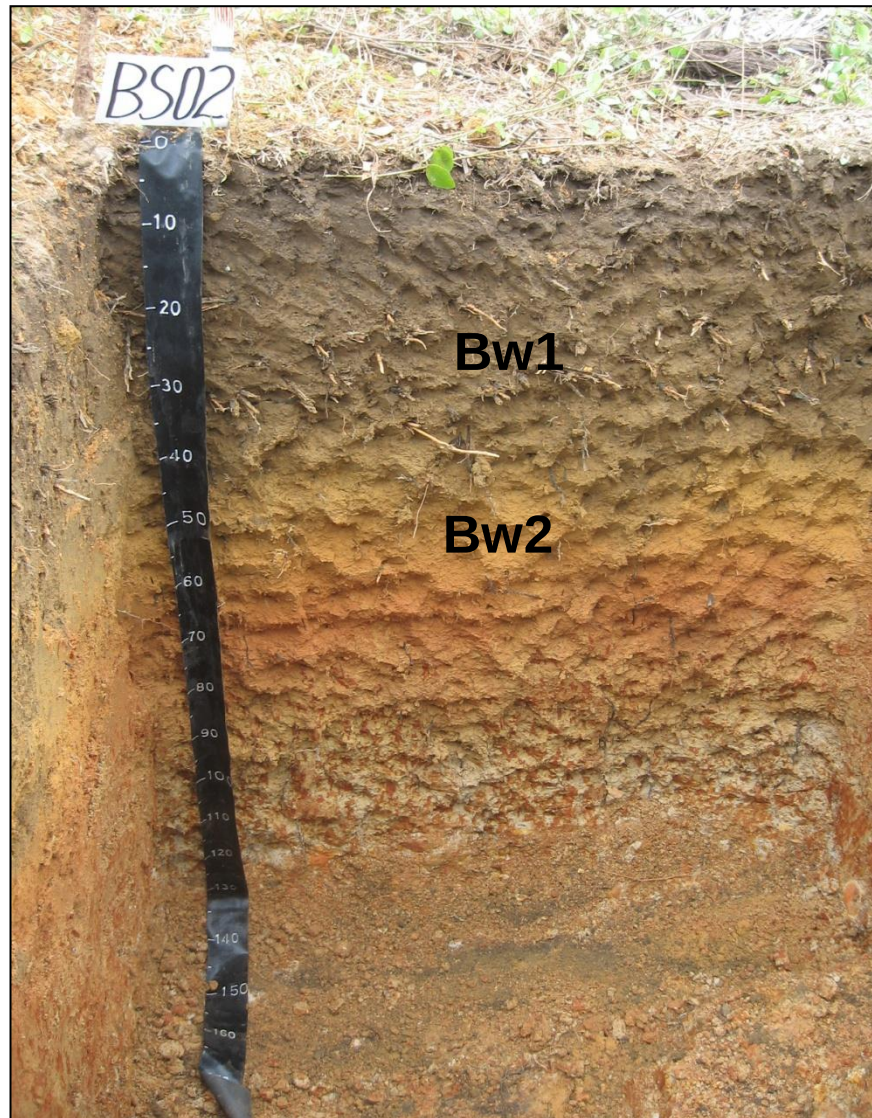
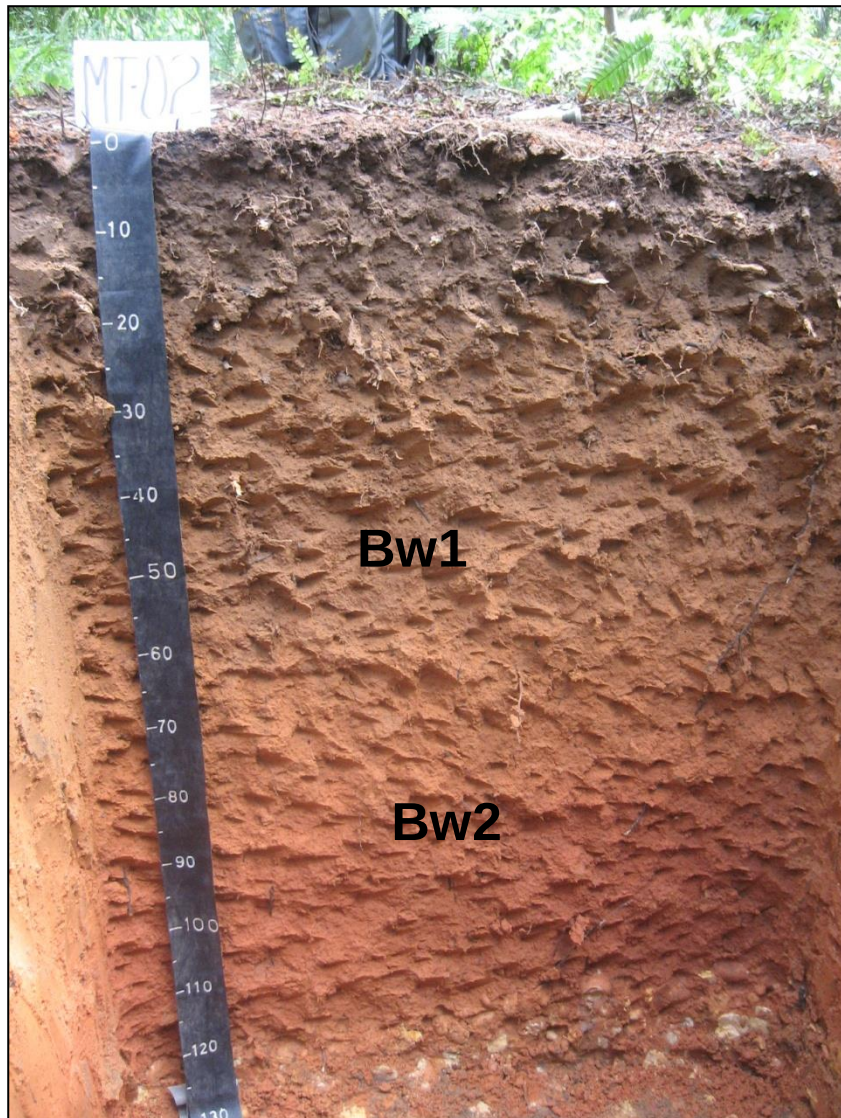
Horizontes B (desarrollo de estructura)



Horizontes B



Horizontes B



Horizontes o capas C

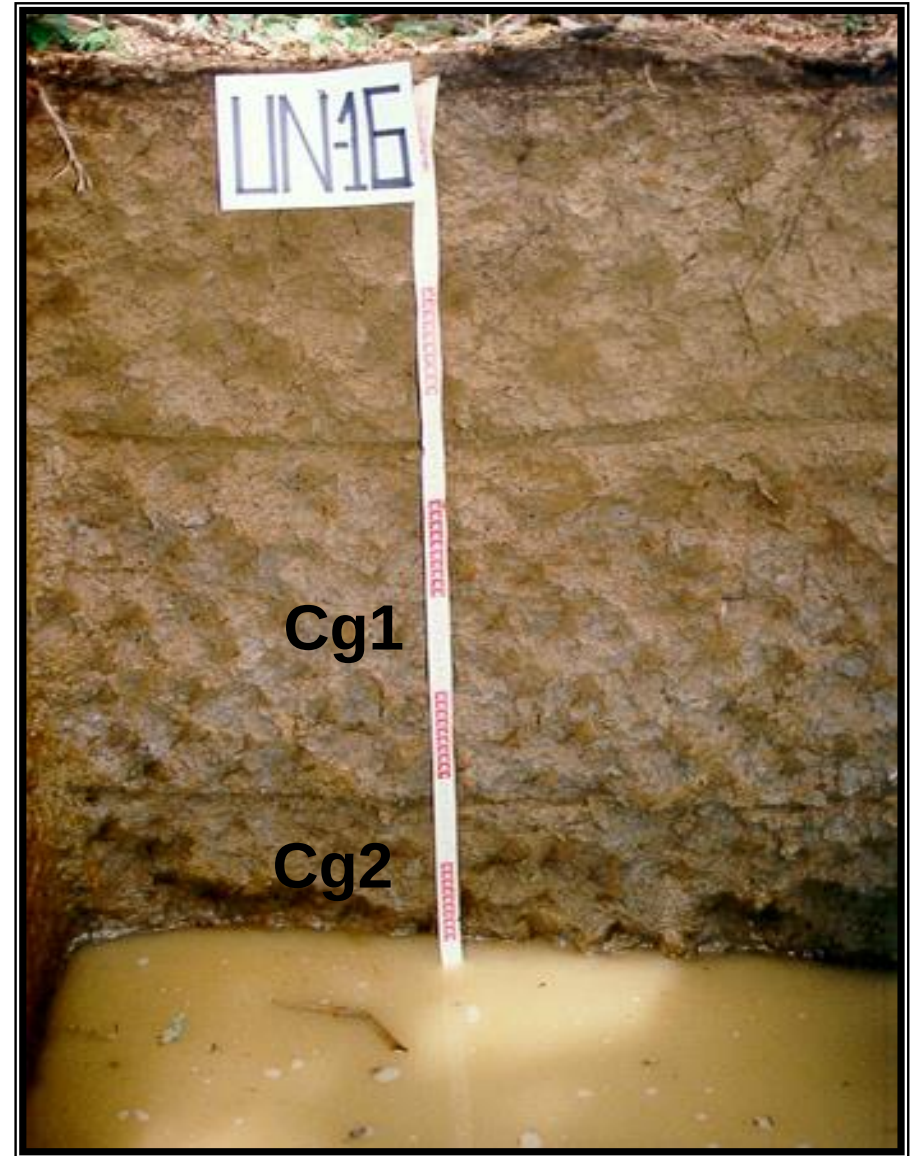
Horizontes o capas (excluyendo a la roca dura) que están poco afectados por procesos pedogenéticos y carecen de las propiedades de los horizontes **O**, **A**, **E** o **B**.

El material de las capas **C** puede ser o no común al material que presumiblemente ha dado origen al suelo.

Se incluyen como capas **C** a sedimentos, saprolita y lechos rocosos.



Horizontes o capas C



Horizontes o capas C



Capas R

Lecho rocoso fuertemente cementado o endurecido.

Ejemplos: granito, basalto, cuarcita, caliza o arenisca, entre otras. Son materiales coherentes y duros y no se pueden romper con el palín, solo se pueden raspar.

La roca madre puede tener grietas que son angostas y pueden estar rellenas de arcilla u otro material.



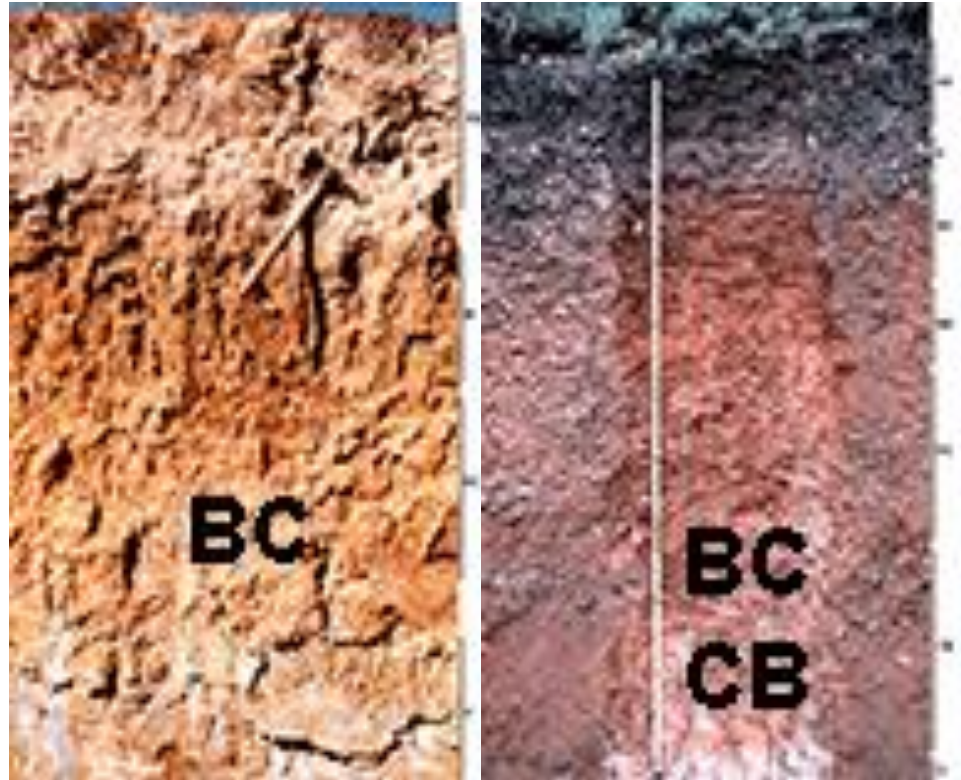
Capas R



Perfil y horizontes de suelo

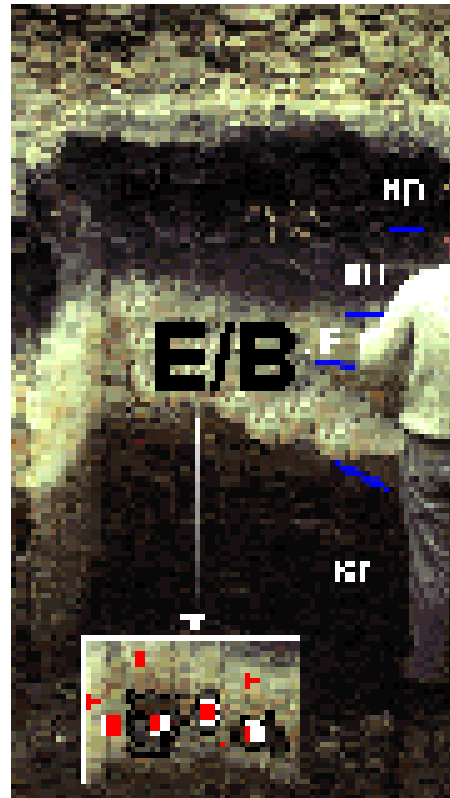
Horizontes de transición

Cuando el límite entre los horizontes inmediatos es muy difuso, existiendo una capa ancha de transición con características intermedias entre los dos horizontes. Se representan por la combinación de dos letras mayúsculas (Ej., AE, EB, BE, BC, CB, AB, BA, AC y CA). La primera letra indica el horizonte principal al cual se parece más el horizonte de transición.



Horizontes de mezcla

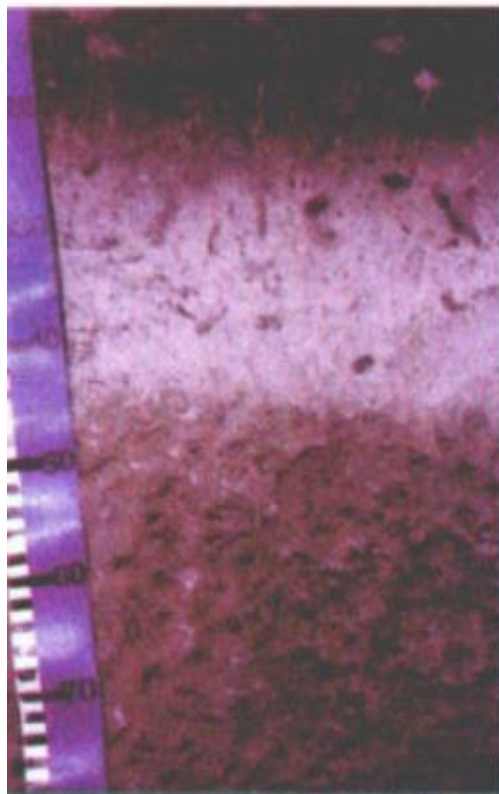
Están constituidos por distintas zonas en cada una de las cuales se puede identificar a un horizonte principal (en la misma capa existen trozos individuales de un horizonte completamente rodeados de zonas de otro horizonte). Se designan con dos letras mayúsculas separadas por una raya diagonal (Ej. E/B, B/C); la primera letra indica el horizonte principal que predomina.



A



B



C

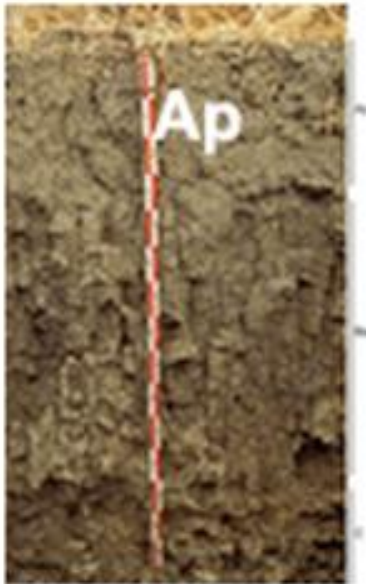


Perfil y horizontes de suelo

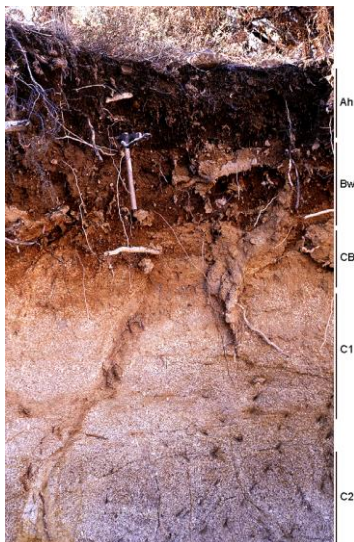
Letras y sufijos más usuales

p horizonte arado, (de plow = arar).
Prácticamente siempre referida al
horizonte A, (**Ap**)

h acumulación de materia orgánica (h de
humus). Normalmente por mezcla, en el
horizonte A de suelos vírgenes (**Ap** y **Ah**
son excluyentes) y sólo en los podzoles,
por iluviación, en el horizonte B (**Ah Bh**).

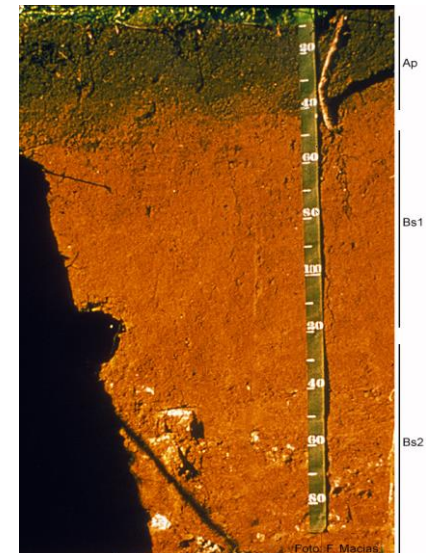
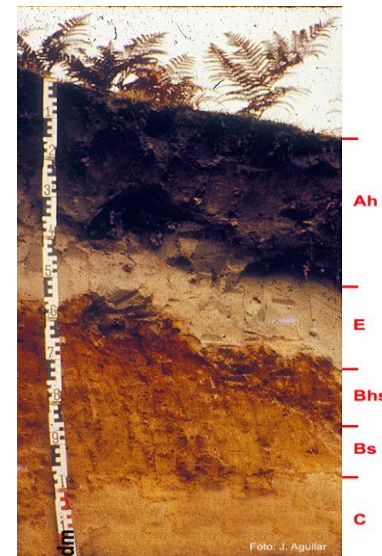
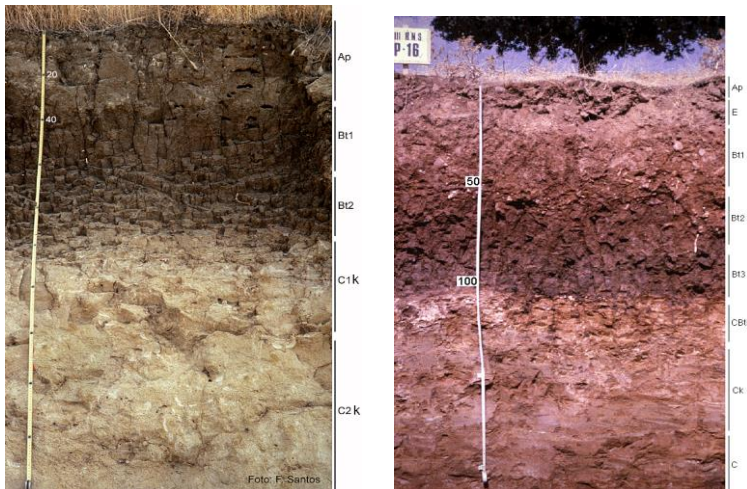


W horizonte B de alteración, (de weathering = meteorización) reflejada, con respecto al horizonte inferior, por: la arcilla (alto contenido, formada in situ), y/o el color (más rojo o más pardo), y/o la estructura (edáfica, no la de las rocas originales). Si en el material original había carbonatos el B se puede formar simplemente por lavado de estos carbonatos (horizonte de enriquecimiento residual). **Bw**.

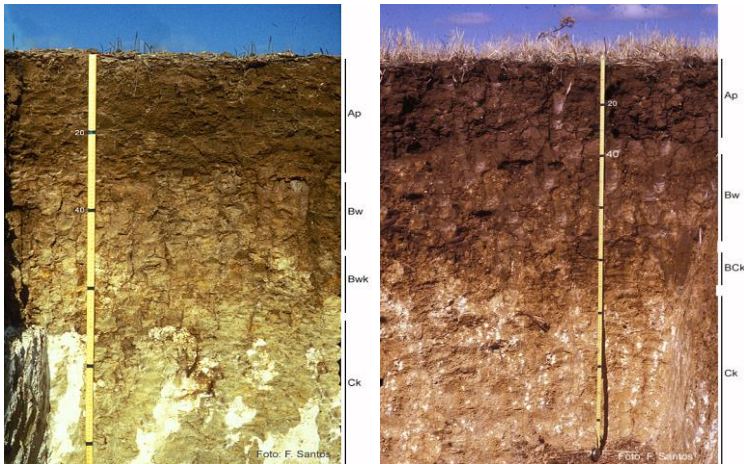


t acumulación de arcilla iluvial,
(de textura, o sea
granulometría). **Bt**.

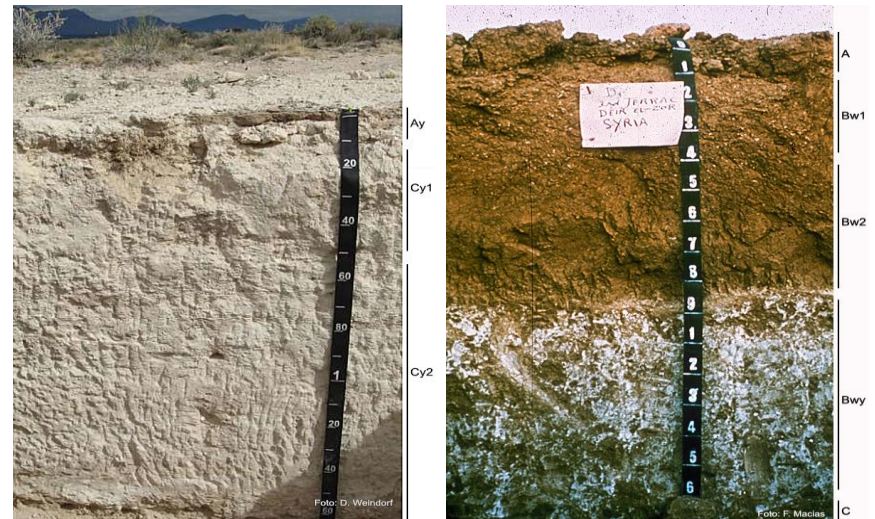
S acumulación de sesquióxidos,
típico de los podzoles. **Bs**,
también en los ferralsoles



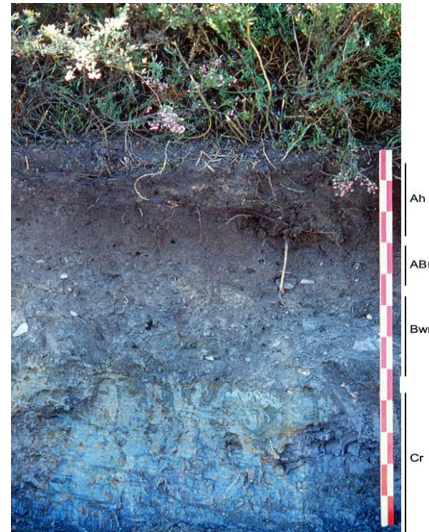
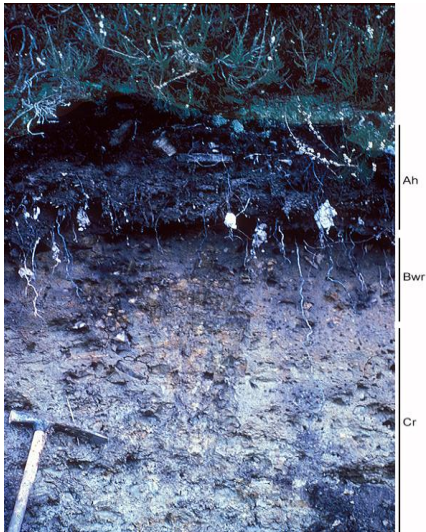
k acumulación de carbonatos secundarios (k de kalcium). Llamado "ca" en otras terminologías). En B (frecuente), en C (muy frecuentemente) y a veces en A (**Ak Bk Ck**).



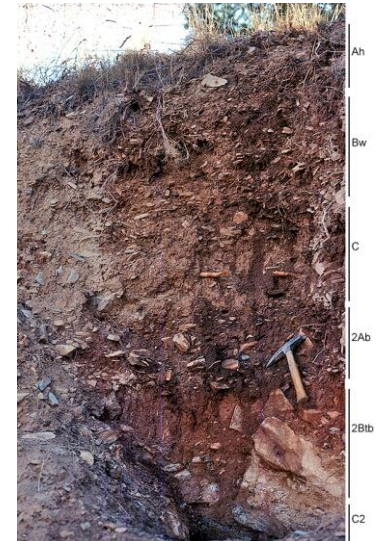
y acumulación de yeso. **Ay By Cy**



r reducción fuerte, como resultado de la influencia de la capa freática, color gris verdoso / azulados (hidromorfía permanente, o casi). **Cr Br.**

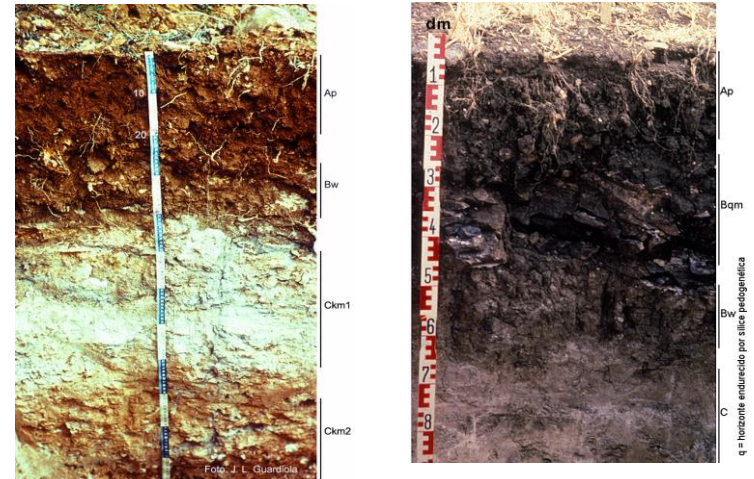
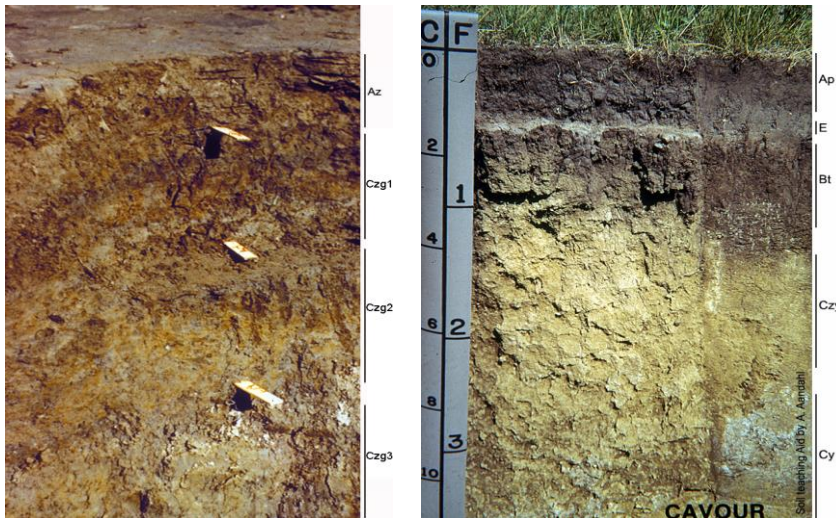


b horizonte de suelo enterrado (paleosuelo) o bicíclico (p.e. Ah E Bhs **Ahb Eb Bhsb**), (de buried = enterrado).



Z acumulación de sales más solubles que el yeso ($y + z = sa$, en otras terminologías). **Az Bz Cz.**

m fuertemente cementado. Frecuentemente por carbonatos (**Bmk**), pero en otras condiciones puede ser por materia orgánica (**Bmh**), por sesquióxidos de Fe (**Bms**) o por sílice (**Bmq**)



g: moteado (abigarrado) por reducción del Fe.
Manchas de colores pardos/rojos y gris/verde.
Hidromorfía parcial. Bg Cg y más raramente Ag.



Sufijos utilizados en la denominación de los horizontes de suelo.

SUFIJO	Criterio	SUFIJO	CRITERIO
a	Materia orgánica altamente descompuesta (< 17% fibras identificables).	n	Acumulación de sodio en el complejo de intercambio.
b	Horizonte genético enterrado Se puede identificar por una secuencia anómala de colores u otras propiedades en el perfil.	o	Acumulación residual de sesquióxidos
c	Acumulación de concreciones o nódulos de hierro, manganeso, aluminio y/o titanio	p	Horizonte superficial labrado o perturbado antrópicamente.
co	Acumulación de turba sedimentaria (se utiliza para horizontes L)	q	Acumulación secundaria de sílice
d	Presencia de una capa densa restrictiva físicamente al crecimiento de las raíces.	r	Presencia de saprolita o rocas blandas poco consolidadas
di	Capa con restos de diatomeas (se utiliza para horizontes L)	s	Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica
e	Materia orgánica moderadamente descompuestas (17 a 40% en volumen de fibras identificables)	ss	Presencia de caras brillantes de deslizamiento (Slickensides). Típico de suelos con arcillas expansibles (Vertisoles o del subgrupo Vertic)
g	Gleización. Colores grises y moteados derivados de condiciones anaerobias.	t	Acumulación de arcilla por iluviación. Revestimientos de arcillas (cutanes) en canales de raíces y poros. Se aplica al B y C.
h	Acumulación iluvial de materia orgánica humificada.	u	Presencia de materiales de manufactura humana
i	Materia orgánica ligeramente descompuesta (> 40% en volumen de fibras identificables).	v	Plintita. Presencia de material rojizo rico en hierro que se endurece irreversiblemente al exponerlo al aire, si se humedece y seca repetidamente.
j	Acumulación de jarosita. Posible en suelos drenados que contenían sulfuros; pH < 3.5.	w	Meteorización. Desarrollo débil de estructura y color en un horizonte B que permite diferenciarlo del material parental
k	Acumulación de carbonatos secundarios en menos de 50% del horizonte	x	Fragipan. Horizonte subsuperficial con densidad aparente alta. En seco parece muy cementado pero en húmedo es frágil. Muy poco permeable y con grietas poligonales.
kk	Acumulación de carbonatos secundarios en más de 50% del horizonte	y	Acumulación pedogenética de yeso en menos de 50% del horizonte.
m	Cementación en más de un 90 % del volumen.	yy	Acumulación pedogenética de yeso en más de 50% del horizonte.
ma	Presencia de marga o greda (se utiliza para horizontes L)	z	Acumulación de sales más solubles que el yeso. Presencia de vegetación halófila.

Perfil y horizontes de suelo

Cifras sufijo

Se usan las cifras sufijo para indicar una subdivisión vertical de un horizonte del suelo. El número sufijo siempre va después de todas las letras símbolo.

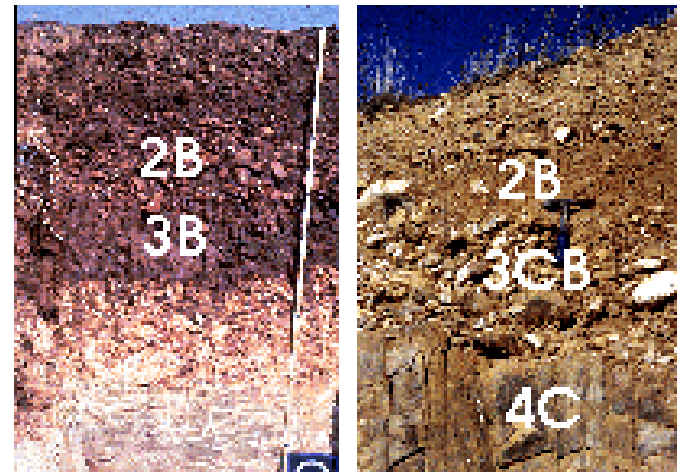
La secuencia numérica se aplica solo a un conjunto de letras determinado, de tal forma que la secuencia se empieza de nuevo en el caso de que el símbolo cambie (Ej. Bt1 - Bt2 - Btg1 - Btg2).

Sin embargo, una secuencia no se interrumpe por una discontinuidad litológica (Ej. Bt1 - Bt2 - 2Bt3 - 2Bt4 - 3Bt5).

Cifras prefijo

Se usan las cifras prefijo, para indicar discontinuidades litológicas, indican que el material que formó el suelo no era homogéneo.

por ejemplo, un suelo formado a partir de distintos estratos sedimentarios superpuestos.

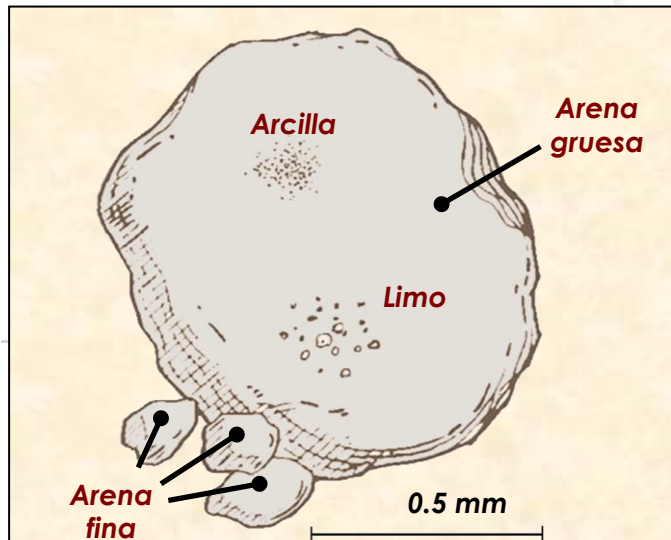


Principales horizontes, transiciones y combinaciones comunes.

HORIZONTE	Criterio
AB (o AE)	Características dominantes de un horizonte A pero con algunas características de un B (o E).
A/B (o A/E o A/C)	Inclusiones discretas entre mezcladas de A y B (o E o C) dentro de un horizonte dominante A.
AC	Características dominantes de un horizonte A pero con algunas características de un horizonte C.
EA (o EB)	Características dominantes de un horizonte E pero con algunas características de un horizonte A (o B).
E/A	Inclusiones discretas entre mezcladas de E y A dentro de un horizonte dominante E..
E y Bt	Lamelas delgadas (Bt) en un horizonte E.
BA (o BE)	Características dominantes de un horizonte B pero con algunas características de un A (o E).
B/A (o B/E)	Inclusiones discretas entremezcladas de B y A (o E) dentro de un horizonte predominantemente B.
BC	Características dominantes de un horizonte B pero con algunas características de un C.
B/C	Inclusiones discretas entremezcladas de B y C dentro de un horizonte predominantemente B.
CB (o CA)	Características dominantes de un horizonte C pero con algunas características de un B (o A).
C/B (o C/A)	Inclusiones discretas entremezcladas de C y B (o A) dentro de un horizonte predominantemente C.

Textura

Proporción de arena, limo y arcilla



¿A qué se refiere la **Granulometría**?

La **granulometría** es una expresión de las proporciones relativas en que se encuentran las diferentes partículas minerales del suelo (arena, limo y arcilla), expresada con base al peso seco del suelo (en porcentaje), después de la destrucción de los agregados .

La **textura** se refiere a las características de un suelo que dependen de su granulometría.
El conjunto de propiedades que resultan directamente del tamaño de sus elementos individuales



Fracciones granulométricas

Se busca separar los diferentes tamaños de partículas en función del efecto que ejercen sobre las propiedades físicas del suelo.

- Fragmentos gruesos: Incluye a todas aquellas partículas que tengan más de 2 mm de diámetro como piedras, gravas, guijarros, etc.

- Fracción tierra fina: Incluye a todas aquellas partículas con un diámetro inferior a 2 mm ($2000\ \mu\text{m}$).



Fracción tierra fina – Sistemas de clasificación

ISSS: Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo

Arcilla	Limo	Arena		Grava			
		Fina	Gruesa				
0.0020.020.22.0							
Diámetro de partícula (mm)							
0.0020.050.100.250.51.02.0							
Arcilla	Limo	Muy fina	Fina	Media	Gruesa	Muy gruesa	Grava
		Arena					

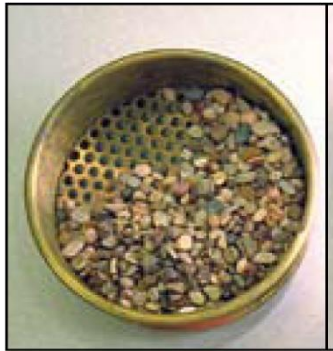
USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Clasificación de Fragmentos de Roca

Sistema de clasificación	Rango de tamaño de FR (mm)	Categoría de tamaño
AASHTO	2 – 9.5	Grava o piedra fina
	9.5 - 25	Grava o piedra mediana
	25 – 75	Grava o piedra gruesa
	> 75	Piedra rota (angular) o bloque (redondeado)
Canadá	2 - 80	Grava
	80 - 250	Canto
	> 250	Bloque
FAO	2 - 75	Grava
	75 - 250	Piedra
	> 250	Bloque
Francia	2 - 20	Gravilla
	20 - 75	Guijarro
	75 - 200	Piedra
	> 200	Bloque
IUSS	2 - 200	Grava
	> 200	Piedra
España	2 - 60	Grava
	60 - 250	Cantos
	> 250	Bloques
USDA	2 – 5	Grava fina
	5 – 20	Grava media
	20 - 76	Grava gruesa
	76 - 250	Guijarros
	250 - 600	Piedra
	> 600	Cantos rodados

- **Esqueleto grueso: partículas con $\varnothing > 2$ mm**

Clasificación del esqueleto grueso del suelo o fragmentos de roca



Clase	Diámetro (mm)
Grava fina	2 – 5
Grava media	5 – 20
Grava gruesa	20 – 75
Guijarros	75 – 250
Piedras	250 – 600
Cantos rodados	> 600

Superficie específica de algunas arcillas

Tipo de arcilla	m ² /g
Caolinita	5 – 20
Illita	100 – 200
Montmorillonita	300 – 500
Vermiculita	700 – 800

Alofano

700 - 1000

Capacidad de Intercambio Catiónico de algunas arcillas

Tipo de arcilla	Capacidad de intercambio catiónico meq/100g
Caolinita	3 – 15
Haloisita	5 – 10
Montmorillonita	80 – 120
Vermiculita	100 – 150
Illita	20 – 50
Clorita	20 - 40
Alofan	< 100
Oxidos de Fe amorfos	10 – 25
Materia orgánica	100 - 250

me/100 gr de arcilla = cmol(+)/kg de arcilla

¿Cómo se determina la **Granulometría** del suelo?

● **Distribución del tamaño de partícula**

Cuantificación de los porcentajes correspondientes a cada fracción granulométrica:

➡ Arenas: Tamizado

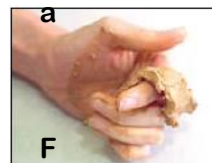
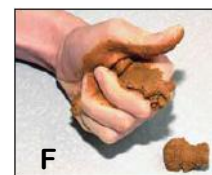
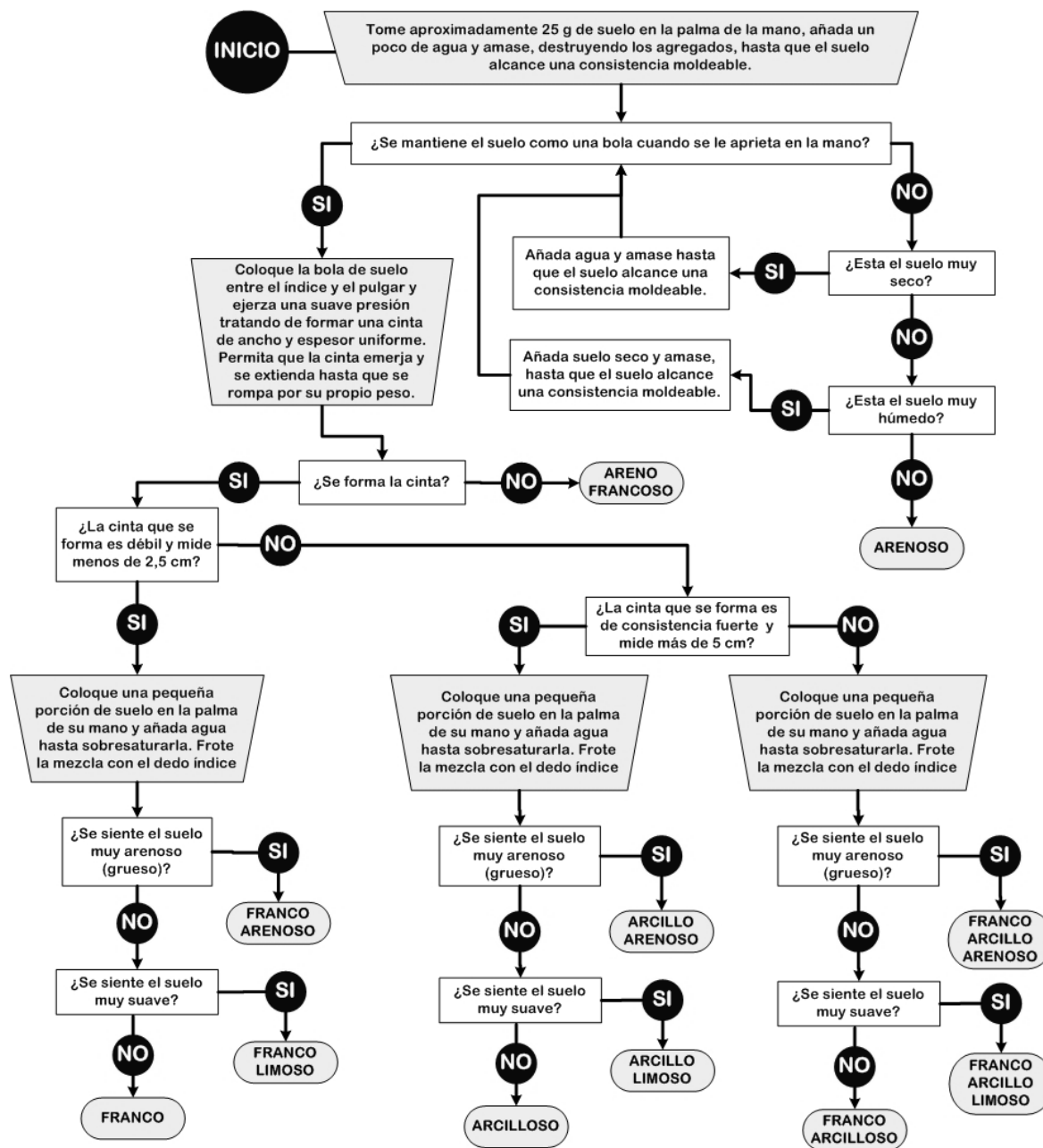
➡ Limo y Arcilla: Sedimentación.

● **Determinación de textura al tacto**

Apreciación subjetiva de la sensación al tacto cuando se desliza entre los dedos una muestra de suelo húmeda.

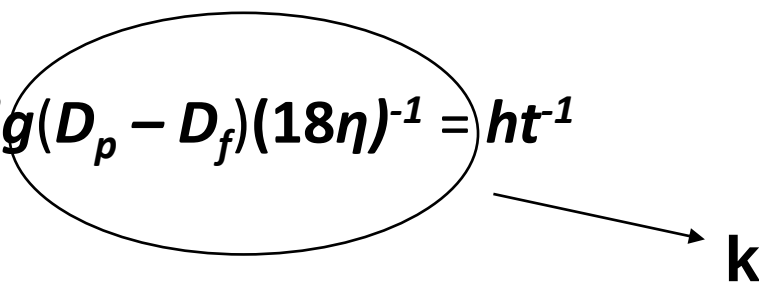


Determinación de la textura al tacto



Distribución de Tamaños de Partículas: Fundamento

La ley de *Stokes* establece que la velocidad de caída de una partícula a través de un fluido (**V**) es directamente proporcional a la fuerza de gravedad (**g**), la diferencia entre las densidades de la partícula y el fluido (**D_p – D_f**) y el cuadrado del diámetro de la partícula (**d²**), e inversamente proporcional a la viscosidad del fluido (**η**).

$$V = d^2 g (D_p - D_f) (18\eta)^{-1} = k t^{-1}$$


Donde: **g** = fuerza de gravedad = 9,81 Nkg⁻¹

η = Viscosidad del agua a 20°C = 1x10⁻³ N.s.m⁻²

D_p = Densidad de las partículas sólidas del suelo = 2,65x 10³ kg.m⁻³

D_f = Densidad del líquido (agua) = 1x10³ kg.m⁻³

d = Diámetro de la partícula

Separación de Partículas

Métodos Mecánicos: agitación para separar unas partículas de otras.

Métodos Químicos: aumentar la hidratación. Uso del ión Na dispersion.

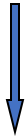
Metafosfato de sodio (pH 8.3) “Calgón”

Tratamientos Especiales:

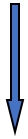
- Eliminación de Materia Orgánica (suelos con + de 5% MO): con peróxido de hidrógeno (H_2O_2 al 30%)
- Eliminación de CaCO_3 con NaOAc 1M pH 5
- Sales Solubles
- Oxidos de Fe y Al con ditionito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) y solución amortiguadora de citrato bicarbonato. (Day, 1965; Pla, 193; Gee y Bauder, 1986)
- Disolución de alófano con citrato y ditionito. (Espinoza, 1969)

Análisis granulométrico:

Suelo + Dispersante



30 - 50 seg.



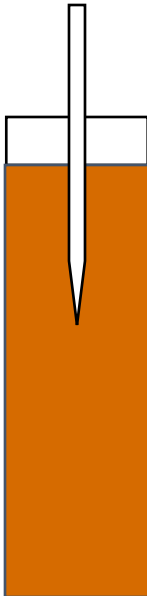
8 horas

Hexametafosfato + Carbonato
de sodio de sodio
a pH 8,3

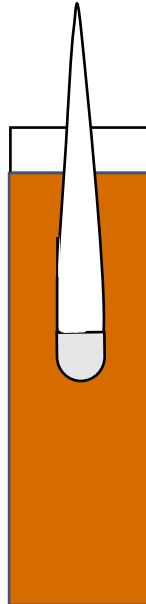
Limo + arcilla en suspensión

Arcilla en suspensión

MÉTODO DE LA PIPETA



MÉTODO DE HIDRÓMETRO



Método del Hidrómetro



Método de la Pipeta

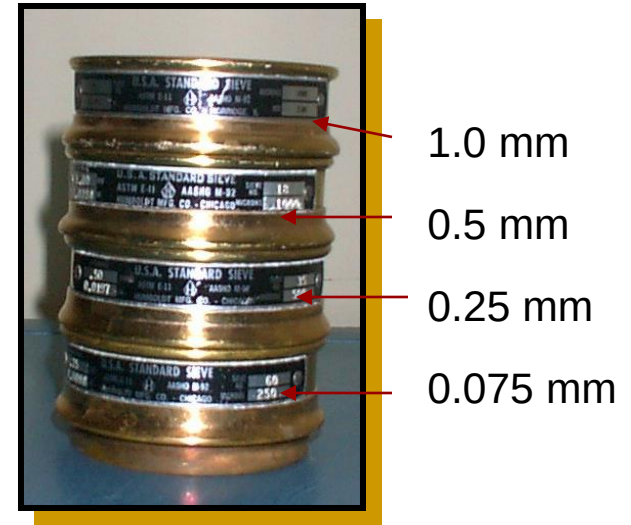


Separación de fracciones gruesas

Tamizado o cernido

- **Fracciones de arena**

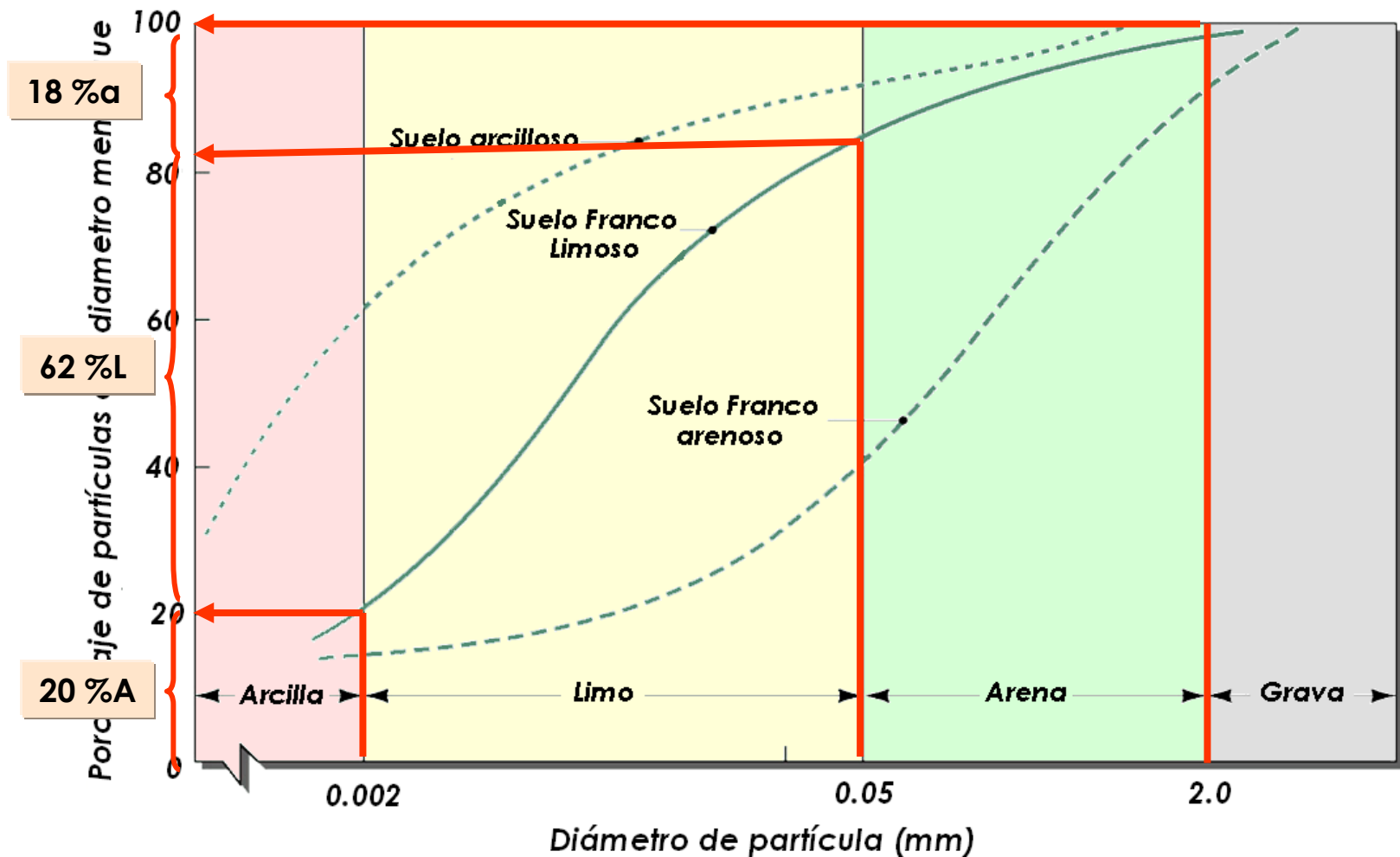
% Partículas	1,0 - 2,0 mm = 100 A ₁ /b
"	0,5 - 1,0 mm = 100 A ₂ /b
"	0,25 - 0,5 mm = 100 A ₃ /b
"	0,1 - 0,25 mm = 100 A ₄ /b
"	0,05 - 1,0 mm = 100 A ₅ /b



Secar a 105°C y pesar
(A₁, A₂, A₃, A₄, A₅)

b: peso de muestra de suelo

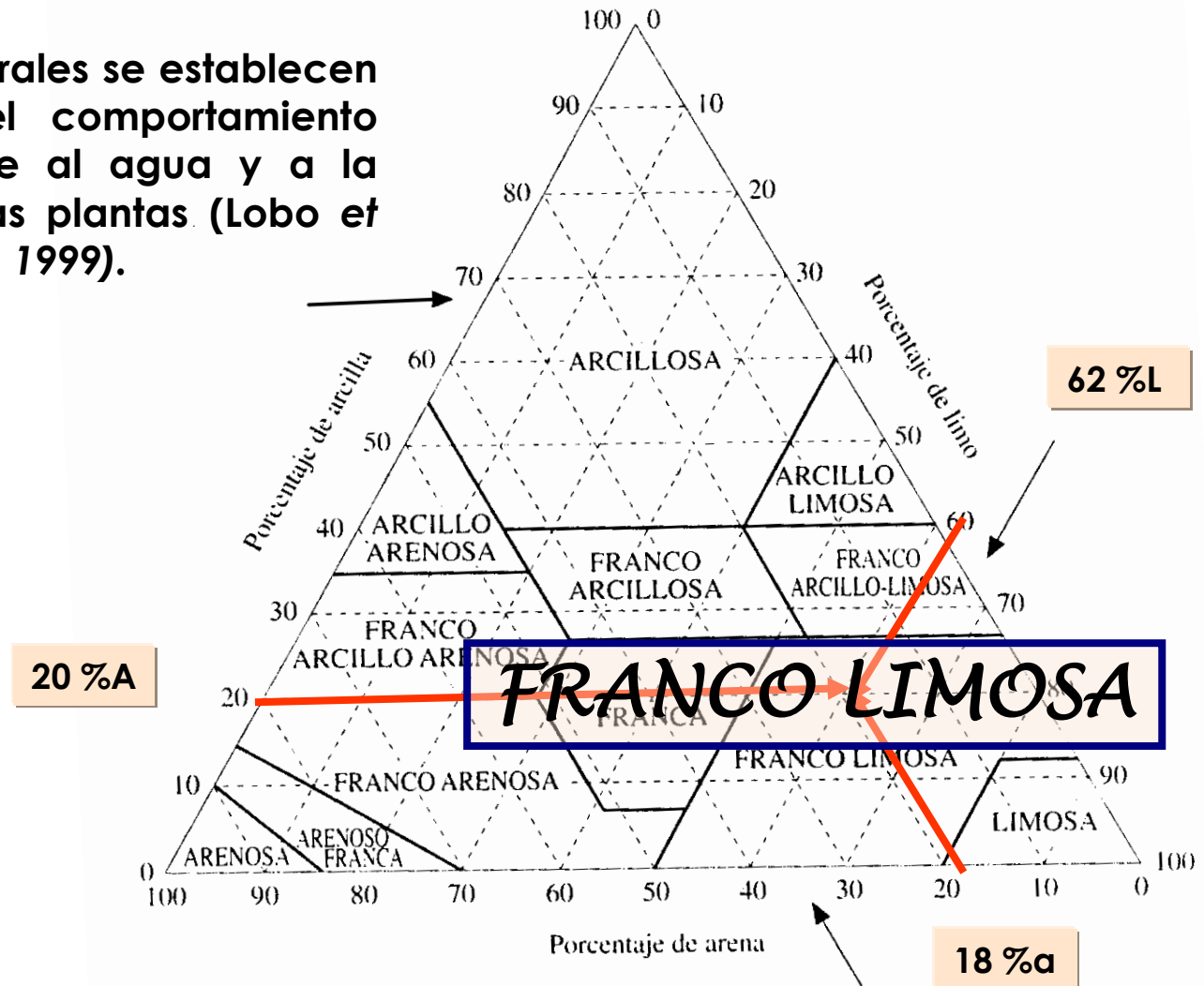
Curvas de distribución de tamaño de partículas



Fuente: Modificado de Brady & Weil, 1999)

TRIÁNGULO TEXTURAL

Las clases texturales se establecen en función del comportamiento del suelo frente al agua y a la respuesta de las plantas (Lobo et al, 2005; Yagüe, 1999).



Comparación de los métodos del hidrómetro y de la pipeta

Hidrómetro o de Bouyoucos modificado (Day, 1965; Pla, 1983) • Se aproxima más a lo que encuentra una planta • No elimina MOS, CaCO_3, Ox. Fe y Al, Alofanos • Dispersión física violenta y química • Problemas de pseudolimos o pseudo-arenas en suelos con altos contenidos de MOS, CaCO_3, Ox. Fe y Al	Pipeta o de Robinson (Day, 1965; Gee y Bauder, 1986) • Útil para trabajos de génesis y clasificación de suelos • Pretratamiento para eliminar MOS, CaCO_3, Ox. Fe y Al, Alofanos • Dispersión física y química • Sin problemas
--	--



SUELOS DE TEXTURAS GRUESAS o LIVIANAS

Arenoso (a)

Areno Francoso (aF)

Franco arenoso (Fa)



SUELOS DE TEXTURAS MEDIAS

Franco (F)

Limoso (L)

Franco Limoso (FL)

Franco Arcilloso (FA)

Franco Arcillo Arenoso (FAa)

Arcillo Arenoso (Aa)



SUELOS DE TEXTURAS FINAS o PESADAS

Franco Arcillo Limoso (FAL)

Arcillo Limoso (AL)

Arcilloso (A)

Textura

- Capacidad de retención y suministro de agua y nutrimentos.
- Facilidad de penetración y circulación de agua en el suelo (infiltración y permeabilidad).
- Laboreo.
- Formación de sello y costra superficial.
- Erosión hídrica y eólica.
- Fenómenos: Migración de arcilla, grado de meteorización y mineralogía, edad del material.
- Suelo como filtro ambiental.
- Es un atributo permanente.



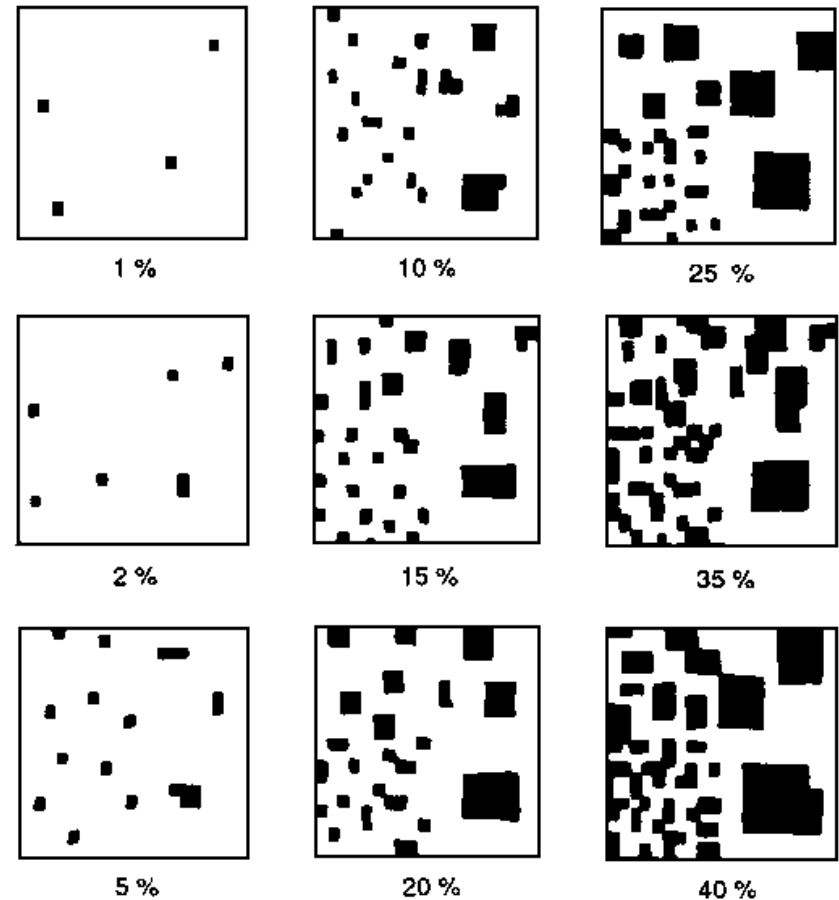
Fragmentos gruesos

Los fragmentos gruesos son los fragmentos de roca o mineral de diámetro aparente superior a 2 mm presentes en la matriz del suelo.

Se describen la cantidad (en porcentaje), tamaño, forma, litología y grado de alteración.

Cantidad. Se expresa en porcentaje en volumen. Se puede estimar visualmente

Esquema empleado para estimar la proporción de fragmentos gruesos en el suelo (Schoeneberger et al. 2002)

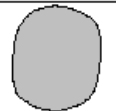
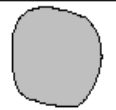
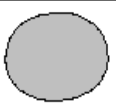
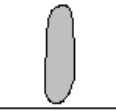


Forma – La forma de los fragmentos gruesos nos puede brindar información importante acerca de su procedencia. Se describe a través de la redondez y la esfericidad

Clases de redondez de los fragmentos gruesos

CLASE DE REDONDEZ	CODIGO
Muy angulosa	1
Angulosa	2
Subangulosa	3
Sub redondeada	4
Redondeada	5
Bien redondeada	6

Esquema empleado para estimar la proporción de fragmentos gruesos en el suelo (Schoeneberger et al. 2002)

		Redondez					
		Muy Angular	Angular	Sub Angular	Sub Redondeado	Redondeado	Bien Redondeado
Esfericidad	Discoidal						
	Sub Discoidal						
	Esférico						
	Sub Prismoidal						
	Prismoidal						

Tipo de fragmento grueso

predominante – Se describe el tipo de fragmento grueso de acuerdo con su forma y tamaño

Influencia de los fragmentos de roca sobre el comportamiento y algunas propiedades del suelo

- Disminuyen la cohesión.
- Aumentan o disminuyen la permeabilidad.
- Aumentan o disminuyen la infiltración.
- Retienen humedad, Si son porosos.
- Protegen al suelo de la erosión.
- Liberan nutrientes al alterarse.
- Obstaculizan el movimiento de la biota del suelo.
- Tienen bajo almacenamiento de agua y nutrientes.
- Ejercen un efecto abrasivo sobre los implementos agrícolas.
- Deformación en el crecimiento de las raíces gruesas.



Suelos de igual clase textural pueden tener un comportamiento físico diferente

Suelo	Prof.	Diámetro de partículas (μm)							Clase Textural
		< 2	2 - 50	50 - 100	100 - 250	250 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	
Barinas	0 - 15	15	12.0	21.0	28.0	16.5	3.5	1.0	Fa
	15 - 35	18	10.5	19.5	25.0	22.0	6.5	1.5	Fa
	35 - 55	24	12.0	22.0	24.0	13.5	3.5	1.0	FAa
	55 - 70	27	14.5	22.0	21.5	11.0	3.0	1.0	FAa
Chaguaramas	0 - 10	10	34.0	21.0	25.5	8.5	1	0	Fa
	10 - 18	14	37.5	23.5	18.5	4.5	1	1	Fa
	18 - 35	17	47.0	16.0	12.0	4.0	2	2	FL
	35 - 45	24	44.0	13.5	9.5	5.0	2	2	FL
	45 - 70	20	40.0	20.0	13.5	4.5	0	0	FL

Mineralogía

CHAGUARAMAS : Caolinita = Micas >>> Vermiculita

BARINAS: Caolinita y Óxidos de Fe y Al > Micas = Vermiculita

Estructura

Tipo (Forma)

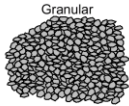
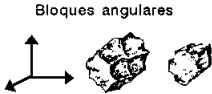
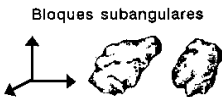
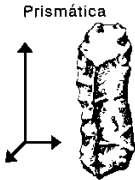
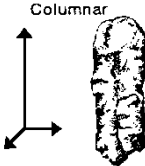
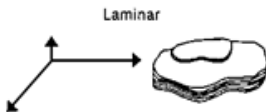
Grado

Clase (Tamaño)

Tipo

Se describe el tipo de estructura de acuerdo a su forma

Tipos de estructura definida en función de la forma de los agregados (Shoeneberger et al., 2002; Porta et al., 1999).

TIPO	DEFINICIÓN
	Pequeños agregados de forma esferoidal imperfecta con caras curvadas.
	Agregados con tres dimensiones del mismo orden, aristas rectas y caras rectangulares.
	Agregados con tres dimensiones del mismo orden, bordes redondeados y caras curvas.
	Partículas agregadas en torno a un eje vertical con el tope plano.
	Partículas agregadas en torno a un eje vertical con el tope redondeado.
	Partículas arregladas horizontalmente.
Grano Simple	No se aprecian unidades estructurales; El material es incoherente.
Masiva	No se aprecian unidades estructurales; El material es una masa coherente

Granular

Agregados sin apenas poros en su interior, de forma redondeada (no se ajustan a los agregados vecinos). Es similar a la migajosa pero con los agregados compactos. Típica de los horizontes A.



Migajosa

Agregados porosos de forma redondeada (no se ajustan a los agregados vecinos). Típica de los horizontes A.



Bloques subangulares

•Agregados de forma poliédrica, con superficies no muy planas, de aristas romas y sin formación de vértices. Las caras del agregado se ajustan moderadamente a las de los agregados vecinos. Típicamente en los horizontes arcillosos, como son los hor. B.



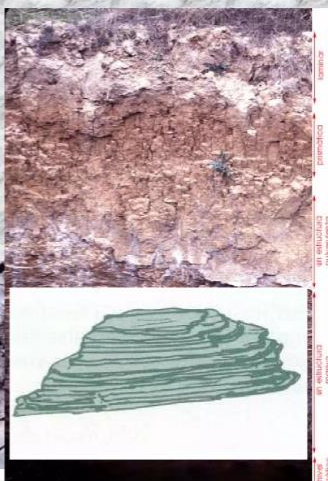
Bloques angulares

Agregados de forma poliédrica, con superficies planas, de aristas vivas y con vértices. Las caras del agregado se ajustan muy bien a las de los agregados vecinos. Típicamente en los horizontes arcillosos, como son los hor. B.



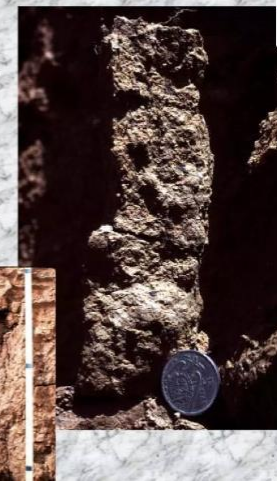
Laminar

Los agregados se desarrollan en dos direcciones (horizontales) más que en la tercera (vertical). Típica de los horizontes arenosos, como los hor. E.



Prismática

Los bloques se desarrollan en una dirección (vertical) más que en las dos horizontales. Presente en los horizontes más arcillosos, a veces hor. B y en ocasiones hor. C.



Columnar

Prismas con su cara superior redondeada. Estructura muy rara.



•Sin estructura. Cuando no hay desarrollo de agregados. Horizontes de partículas sueltas (pulverulentos) o masivos (endurecidos).



Tamaño –

Se recomienda describir la clase de tamaño en función del tipo de estructura

Clase de tamaño de agregados en función del tipo de estructura.

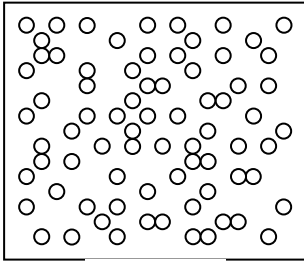
CLASE	CODIGO	TAMAÑO DE AGREGADOS (mm)		
		Granular o Laminar	Blocosa Angular o Subangular	Columnar o Prismática
Muy fina	1	< 1	< 5	< 10
Fina	2	1 – 2	5 – 10	10 – 20
Media	3	2 – 5	10 – 20	20 – 50
Gruesa	4	5 – 10	20 – 50	50 – 100
Muy Gruesa	5	> 10	> 50	> 100

Grado de desarrollo. Se describe el grado de desarrollo de la estructura en función de la perdurabilidad de los agregados

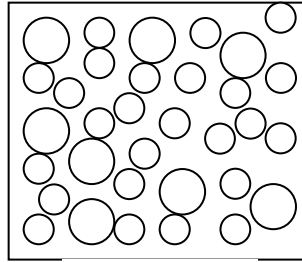
Grado de desarrollo de la estructura.

GRADO	CODIGO	Criterio
Sin estructura	1	No se observan agregados en el perfil ni en la muestra.
Débil	2	Se observan agregados “in situ”, pero se destruyen al ser removidos del perfil.
Moderada	3	Los agregados pueden ser removidos del perfil sin ser destruidos.
Fuerte	4	Los agregados son rígidos y durables cuando son removidos del perfil.

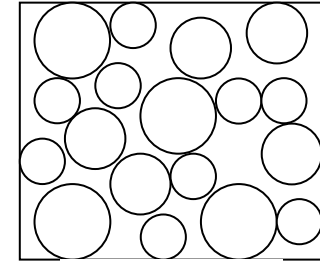
ESTRUCTURA GRANULAR:



Fino

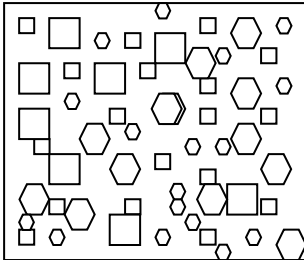


Medio

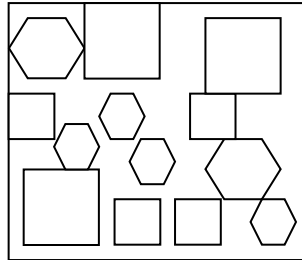


Grueso

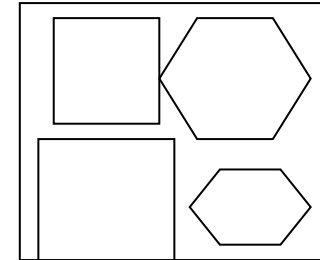
ESTRUCTURA BLOCOSA



Muy fino

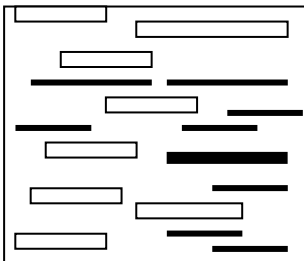


Fino

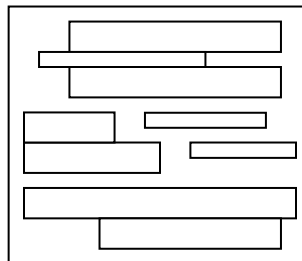


Medio

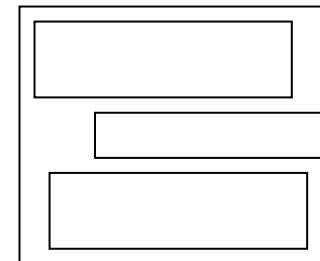
ESTRUCTURA LAMINAR



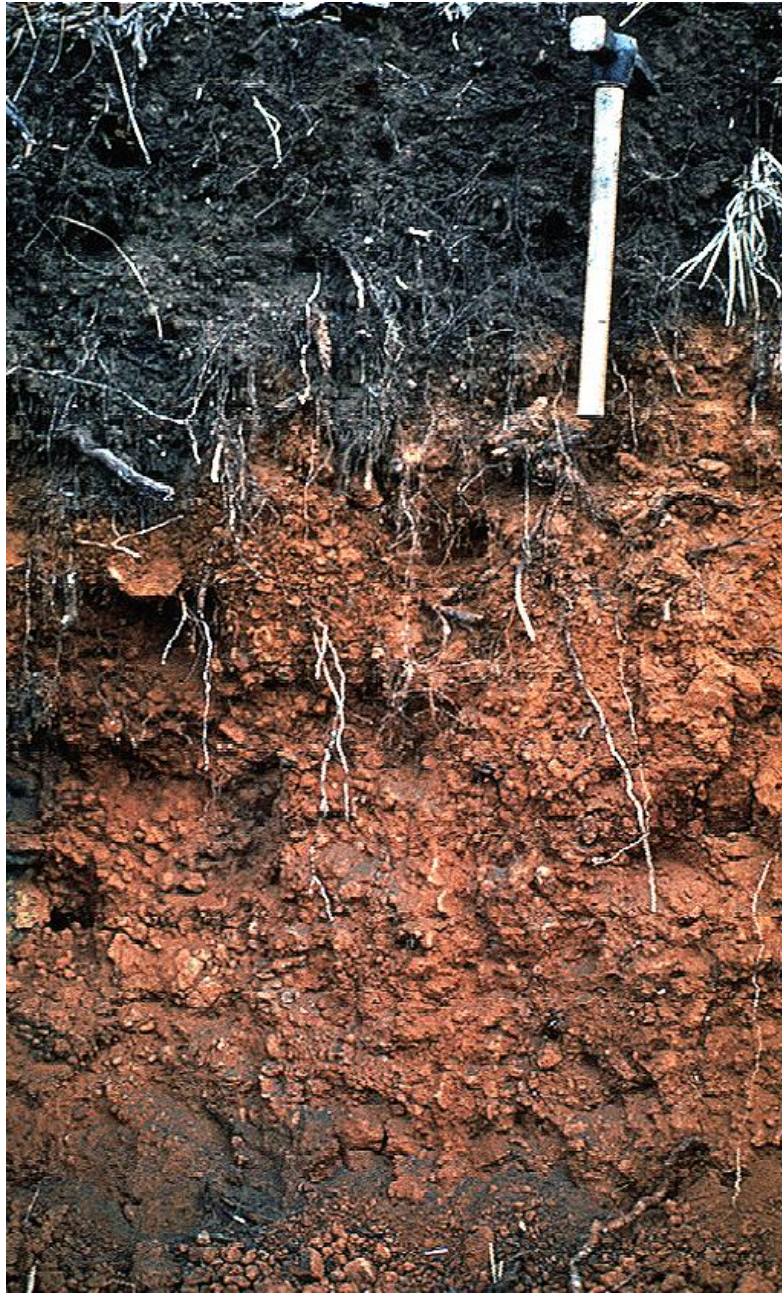
Fino



Medio



Grueso



Granular

Bloques subangulares



Laminar

prismática

Sin estructura
grano suelto

Sin estructura
masiva

Caracterización horizontes

ESTRUCTURA



- Relaciones agua / aire
- Retención y movimiento de agua (Infiltración y Permeabilidad)
- Difusión de aire
- Desarrollo de raíces → Resistencia Mecánica
- Erosión
- Pérdida de Nutrimentos → Lixiviación
- Traficabilidad

Densidad aparente (ρ_s)

Masa de suelo por unidad de volumen ocupado, considerando el espacio poroso. El volumen que ocupa la muestra de suelo en el campo.

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_s}$$

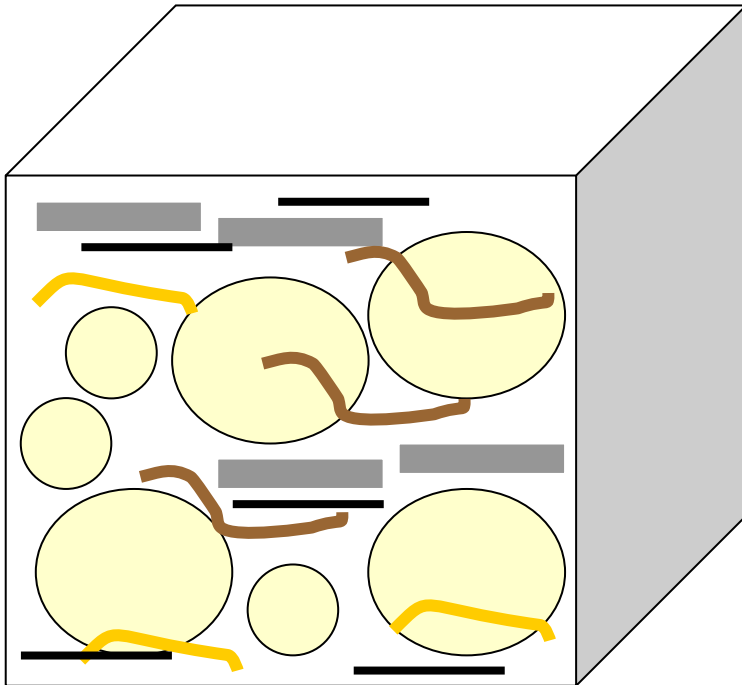
m_s : masa de suelo

V_s : Volumen de suelo

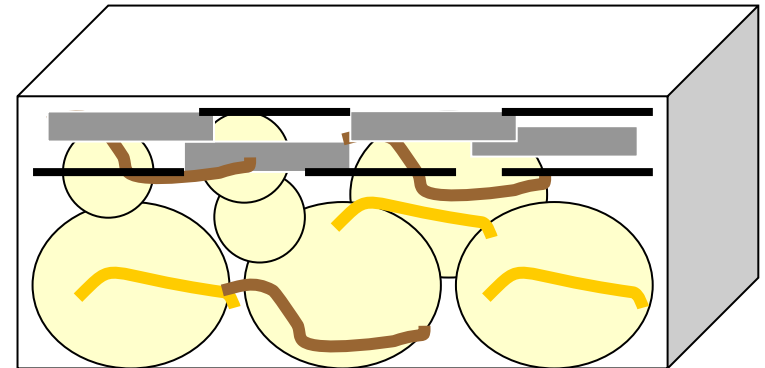
$$V_s = V_s + V_{poros}$$

Densidad aparente

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_s}$$



Menor
 ρ_a



Mayor
 ρ_a

METODOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE

Metodo del terrón parafinado.



M_t = Masa del terrón (gr)

M_{tp} = Masa del terrón parafinado (gr)

M_p = Masa de la parafina

V_{tp} = Volumen del terrón parafinado

ρ_p = densidad de la parafina

$V_p = M_p / \rho_p$

$V_t = V_{tp} - V_p$

M_t / V_t = Densidad aparente del terrón

Metodo del cilindro



Volumen del cilindro
= Volumen del suelo



Masa de suelo

$$Da = \frac{M_{ss}}{VS}$$

Metodo del hoyo o excavación

Masa de suelo húmedo (Msh)



Submuestra para humedad $\rightarrow W$

$$M_{ss} = \frac{M_{sh}}{1 + W}$$

AGUA



ARENA



Volumen del hoyo
= Volumen de suelo (VS)

$$Da = \frac{M_{ss}}{VS}$$

Densidad aparente

- Permite inferir sobre la dificultad para la penetración de las raíces de las plantas.
- Las posibilidades de circulación de agua y aire.
- Las dificultades para la emergencia de plántulas.
- Los valores críticos dependen de la textura del suelo.

Arenoso: 1,45 - 1,60 Mg/m³

Textura media: 1,33 - 1,40 Mg/m³

Arcilloso estructurado: 1,10 - 1,20 Mg/m³

Compactado: 1,75 - 1,90 Mg/m³

Lacustrino: 0,8 - 1,0 Mg/m³

Turboso: 0,25 Mg/m³

Suelos volcánicos: 0,3 - 0,85 Mg/m³

$$1 \text{ Mg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$$

Caracterización de horizontes

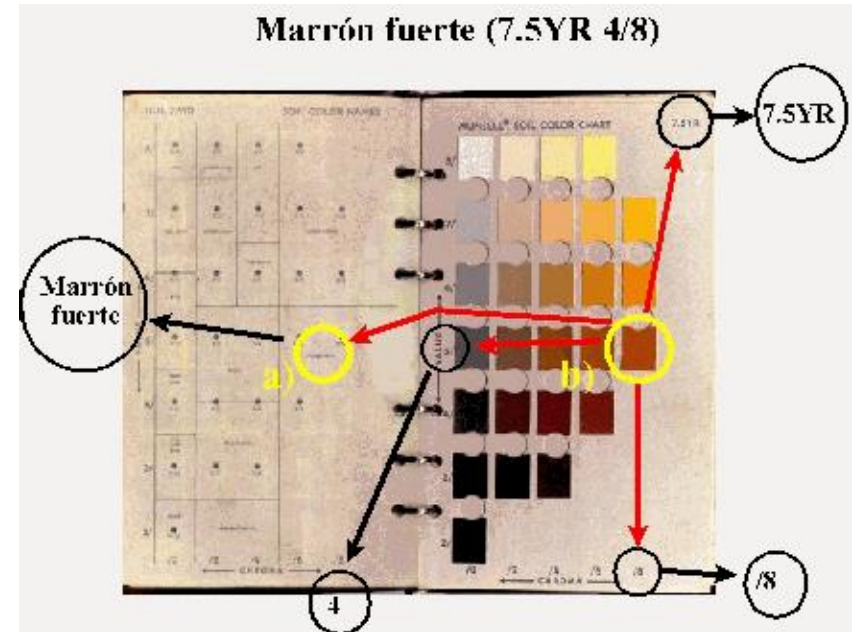
COLOR



Caracterización de horizontes

COLOR

- Grado de evolución del suelo
- Clasificación de suelos
- Contenido de humus, presencia de ciertos minerales, entre ellos hematita, goetita, lepidocrecita, calcita y dolomita.
- Potencialidad y productividad del suelo (fertilidad).
- Condiciones restrictivas para el desarrollo de ciertos cultivos (sales, drenaje).



Importancia del color del suelo

- El color afecta directamente la absorción de radiación solar y la temperatura del suelo.
- Está relacionado a otras propiedades como el contenido de materia orgánica, composición mineral, aireación, entre otros.
- Permite separar horizontes y hacer inferencias sobre el grado de evolución del suelo.
- Es un criterio empleado en la clasificación taxonómica de suelos.

Componentes que determinan el color del suelo

● **Materia orgánica o humus**

- Le da colores marrones a negros al suelo.
- Mientras mas alto es el contenido de materia orgánico más oscuro es el suelo.

● **Estado del hierro**

- El hierro en su forma oxidada (Fe^{+3} “férrica”) le da coloraciones rojizas al suelo.
- Formas ferrosas (Fe^{+2}) o reducidas le dan colores grisáceos al suelo.

● **Otros componentes:**

- Oxido de manganeso (color negro)
- Jaroisita (Colores amarillos en suelos sulfato ácidos)
- Carbonatos (Colores blancuzcos en suelos lacustrinos)

Cuadro 1. Colores asociados con los componentes minerales y orgánicos del suelo.

Componente	Formula	Munsell	Color
goetita	FeOOH	10YR 8/6	amarillo
goetita	FeOOH	7.5YR 5/6	marrón fuerte
hematita	Fe ₂ O ₃	5R 3/6	rojo
hematita	Fe ₂ O ₃	10R 4/8	rojo
lepidocrocita	FeOOH	5YR 6/8	amarillo rojizo
lepidocrocita	FeOOH	2.5YR 4/6	rojo
ferrihidrita	Fe (OH) ₃	2.5YR 3/6	rojo oscuro
glauconita	K(Si _x Al _{4-x})(Al,Fe,Mg)O ₁₀ (OH) ₂	5Y 5/1	gris oscuro
maghernita	-Fe ₂ O ₃	2.5YR-5YR	rojo
sulfuro de hierro	FeS	10YR 2/1	negro
pirita	FeS ₂	10YR 2/1	negro (metálico)
jaroisita	K Fe ₃ (OH) ₆ (SO ₄) ₂	5Y 6/4	amarillo pálido
humus		10YR 2/1	negro
calcita	CaCO ₃	10YR 8/2	blanco
dolomita	CaMg (CO ₃) ₂	10YR 8/2	blanco
yeso	CaSO ₄ . 2H ₂ O	10YR 8/3	marrón muy pálido
cuarzo	SiO ₂	10YR 6/1	gris claro

Fuente: modificado del NRCS-USDA (2002).

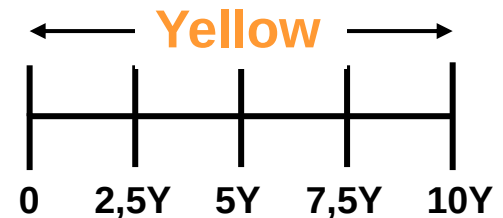
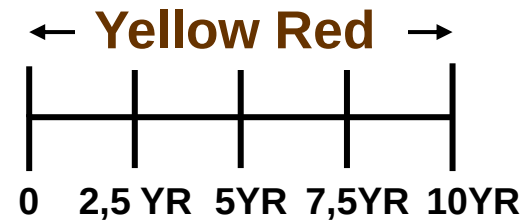
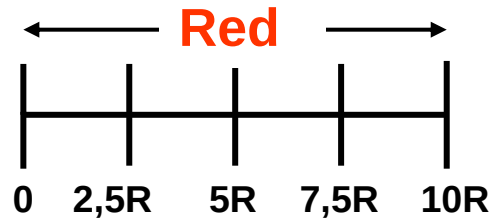
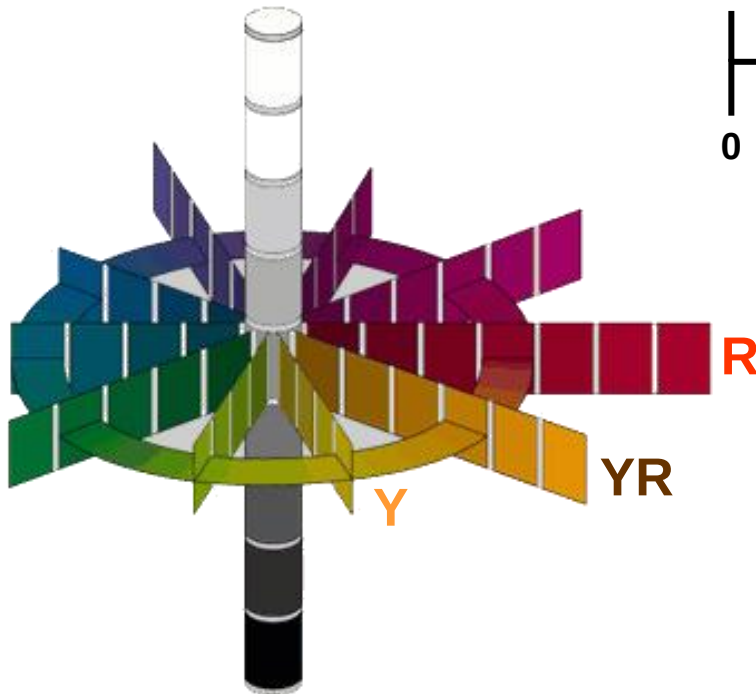
Nota: esta información es de referencia ya que otros factores pueden influir sobre el color de suelo.

Determinación del color del suelo

- El color del suelo es determinado por comparación con una serie de colores estándar incluidos en la tabla Munsell®.
- La tabla de colores Munsell® contempla la descripción de tres parámetros [Matiz (Hue), Claridad (Value) y Pureza (Chroma)] en la descripción del color del suelo.
- Para realizar la descripción se debe considerar las siguientes condiciones: Luz natural, día claro y soleado, suelo húmedo,

Matíz o Hue

Mide la composición cromática de la luz que alcanza el ojo, bien sea pura [Rojo (R), amarillo (Y)] o una mezcla [Marrón (YR)].



Claridad o Value

Indica la claridad u oscuridad de un color con relación a una escala de gris neutro (10 es Blanco y 0 es negro).

- 10/ Blanco puro

- 5/ Gris

- 0/ Negro puro



Pureza o Chroma

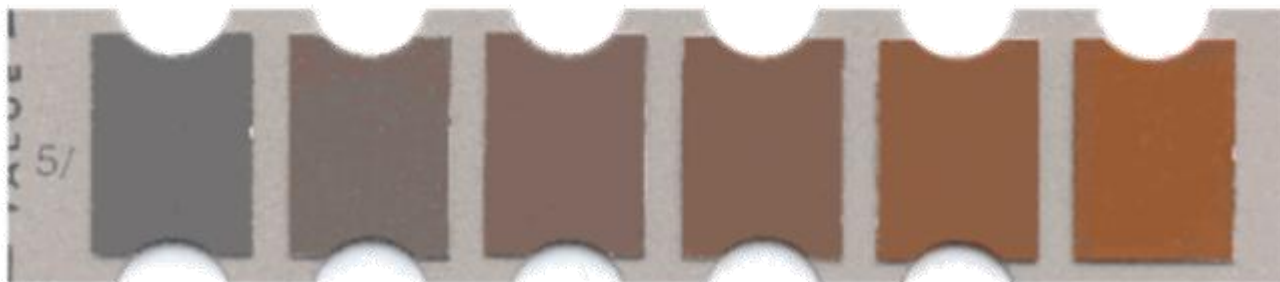
Indica el grado de saturación con gris del color del suelo respecto al matiz puro.

COLOR NEUTRO

COLOR PURO



Incremento en la pureza del color



Incremento en el nivel de gris



Matiz

Claridad

10YR 6/8 = MARRON AMARILLENTO

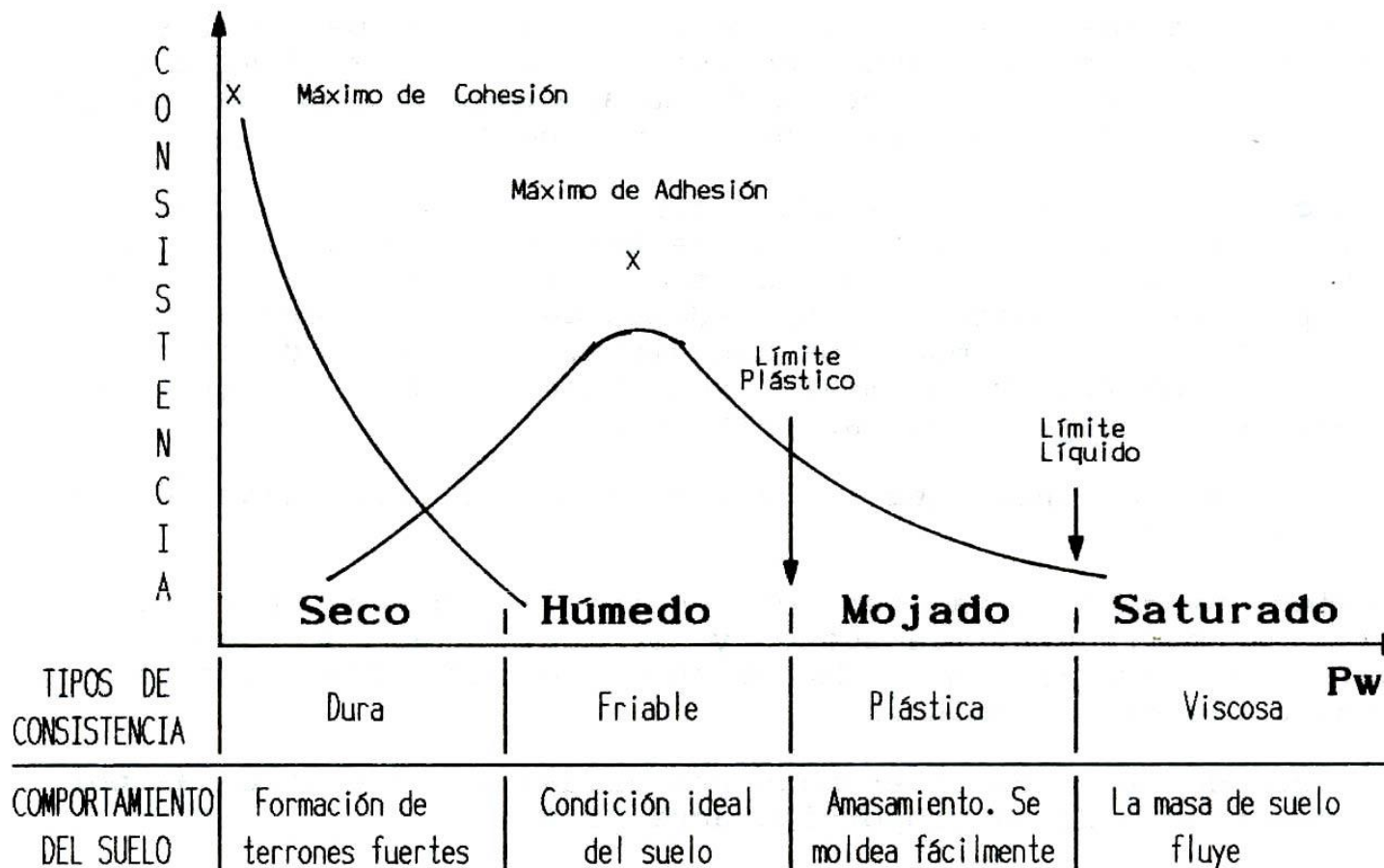


Pureza

Caracterización de horizontes

Consistencia

- Trabajabilidad del suelo.
- Resistencia mecánica para las raíces.
- Capacidad de sostén del suelo.



CONSISTENCIA EN MOJADO: Determinada con el suelo a la capacidad de campo o ligeramente por encima de ésta.

Adhesividad: Es la cualidad por la cual los materiales del suelo se adhieren a otros objetos. Se determina notando la adherencia del material cuando es presionado entre el pulgar y el índice.

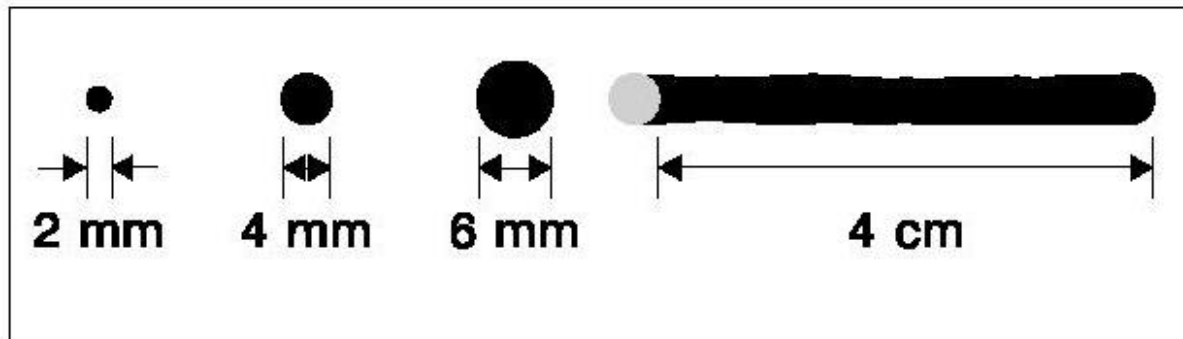
- 0 No adherente:** Al eliminar la presión prácticamente no queda material de suelo adherido a los dedos.
- 1 Ligeramente adherente:** el suelo se adhiere a ambos dedos, pero al separarlos uno de ellos queda limpio. No se aprecia estiramiento cuando los dedos se separan.
- 2 Adherente:** el material se adhiere a ambos dedos y tiende a estirarse un poco y a partirse antes que separarse de cualquiera de los dedos.
- 3 Muy adherente:** el material del suelo se adhiere fuertemente a ambos dedos y cuando ambos se separan se observa un decidido estiramiento del material.

Plasticidad: Es la cualidad por la cual el material edáfico cambia continuamente de forma bajo la acción de una presión aplicada y mantiene dicha forma al eliminarse la presión. Se determina arrollando el material entre el pulgar y el índice.

- 0 No plástico:** No se puede formar el cordón.
- 1 Ligeramente plástico:** Se forma un cordón, pero la masa se deforma fácilmente.
- 2 Plástico:** Se forma un cordón y se requiere moderada presión para deformar la masa de suelo.
- 3 Muy plástico:** Se forma un cordón y se requiere de mucha presión para deformar la masa del suelo.

Para evaluar la plasticidad se humedece el suelo y se amasa en la mano formando un cilindro de aproximadamente 4 cm de largo

Imagen de referencia (escala real) empleada para determinar la plasticidad del suelo.



CONSISTENCIA EN HÚMEDO: Se determina a un contenido de humedad aproximadamente intermedio entre suelo seco al aire y en su capacidad de campo, intentando desmenuzar en la mano una masa de suelo que se encuentra ligeramente humedecida. Se evalúa la friabilidad del suelo.

0 Suelto: Sin coherencia.

1 Muy friable: El material se desmenuza bajo muy ligera presión, pero se une cuando se comprime.

2 Friable: El material se desmenuza fácilmente bajo ligera o moderada presión entre pulgar e índice.

3 Firme: El material se desmenuza bajo fuerte presión entre pulgar e índice, pero se nota una clara resistencia.

4 Muy firme: El material se desmenuza bajo fuerte presión; apenas desmenuzable entre pulgar e índice.

5 Extremadamente firme: El material se desmenuza solamente bajo una presión muy fuerte; no se puede desmenuzar entre pulgar e índice y se debe romper pedazo a pedazo.

CONSISTENCIA EN SECO: Se determina tratando de romper una masa de suelo seca al aire entre pulgar e índice, o bien en la mano. Se evalúa la dureza del suelo.

0 Suelto: Sin coherencia.

1 Blando: La masa del suelo tiene débil coherencia y friabilidad; se deshace en polvo o granos sueltos bajo muy ligera presión.

2 Ligeramente duro: Débilmente resistente a la presión; se rompe fácilmente entre pulgar e índice.

3 Duro: Moderadamente resistente a la presión; se puede romper en la mano sin dificultad, pero difícilmente se rompe entre pulgar e índice.

4 Muy duro: Muy resistente a la presión; se puede romper en la mano solamente con dificultad; no se rompe entre pulgar e índice.

5 Extremadamente duro: Extremadamente resistente a la presión; no se puede romper en la mano.



No pegagoso

**Moderadamente
pegagoso**



Muy pegagoso

Caracterización de horizontes

Actividad biológica

- Raíces.
- Otros rasgos (macro y meso fauna, canales)



Raíces

Las raíces más funcionales son las finas y las muy finas, por lo que su presencia o ausencia son de gran significación al tratar de inferir las condiciones predominantes en el suelo.

Se describen la cantidad, tamaño, distribución y estado de las raíces.

p.ej. Abundantes raíces finas vivas, paralelas al horizonte subyacente y distribuidas a través de la matriz en el primer horizonte

Cantidad – Se describe la cantidad de raíces (número) por unidad de área.

El área a considerar varía según el tamaño de las raíces predominantes:

- para raíces finas y muy finas: número de raíces que hay en 1 cm²
- para raíces medias y gruesas el conteo debe realizarse en un área de 100 cm²
- si predominan raíces muy gruesas la evaluación debe realizarse en la superficie de 1 m²

Clases de tamaño de raíces.

CANTIDAD	CRITERIO	CODIGO
Muy finas	Diámetro < 1 milímetro	1
Finas	Diámetro entre 1 y 2 milímetros	2
Medias	Diámetro entre 2 y 5 milímetros	3
Gruesas	Diámetro entre 5 y 10 milímetros	4
Muy Gruesas	Diámetro > a 10 milímetros	5

Clases de abundancia de raíces para cada horizonte.

CANTIDAD	CODIGO	Criterio
Pocas	1	< 1 raíz por unidad de área
Frecuentes	2	1 – 5 raíces por unidad de área
Abundantes	3	Más de 5 raíces por unidad de área.

Distribución

La distribución de las raíces en el suelo es importante dado que es un indicador de la presencia de limitaciones para el desarrollo radical

Clases de distribución de raíces en el suelo.

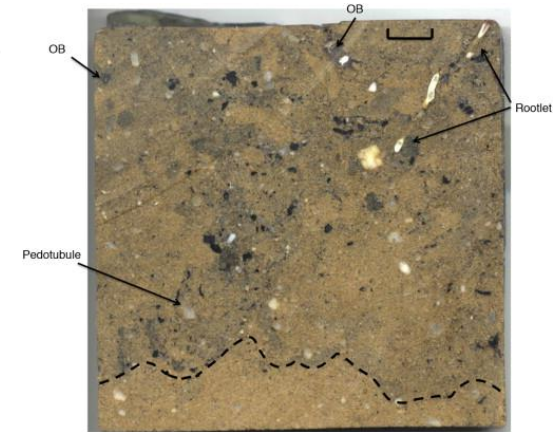
DISTRIBUCION	CÓDIGO
Entre Los agregados	1
En grietas	2
A través de la matriz	3
Paralela al horizonte subyacente	4
Estirada alrededor de rocas	5



OTROS RASGOS BIOLÓGICOS

Los rasgos biológicos como la existencia de animales (lombrices, insectos, etc.) o evidencias de su presencia (pedotúbulos, canales, túneles) se describen en términos de **abundancia**

Adicionalmente, se pueden registrar otras características como la localización específica, patrones, tamaño, composición, etc.



Clases de abundancia de actividad biológica.

CANTIDAD	CODIGO	Criterio
Poca	1	< 2% de evidencia de actividad biológica por volumen de suelo
Moderada	2	2 - 20% de evidencia de actividad biológica por volumen de suelo
Abundante	3	> 20% de evidencia de actividad biológica por volumen de suelo

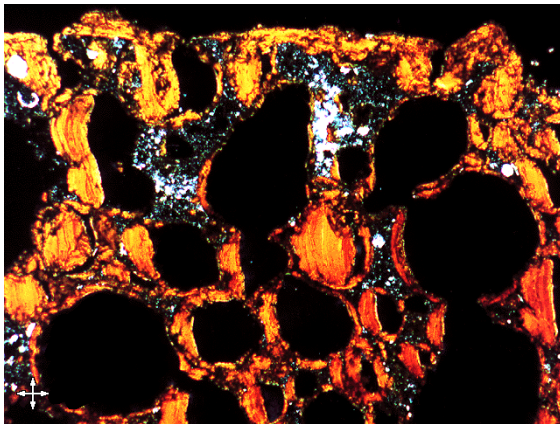
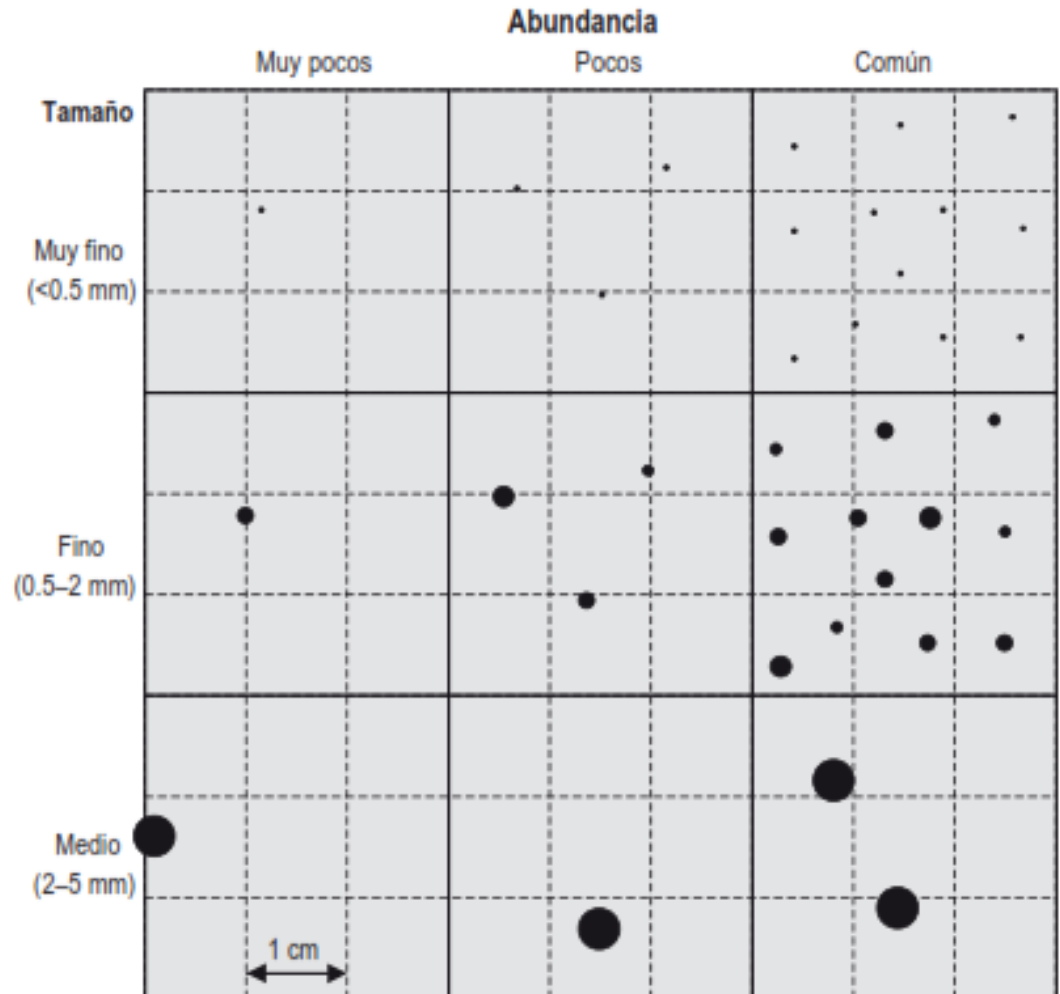


Caracterización de horizontes

POROS

- Tamaño
- Abundancia
- Continuidad

Cuadros para la estimación del tamaño y abundancia de los poros



Poros

El espacio poroso es el resultado de la agregación de las partículas individuales del suelo y de los espacios intergranulares.

Se describen la cantidad, el tamaño, la forma y su continuidad

p.ej. Frecuentes poros *tubulares gruesos contínuos*

Cantidad o abundancia.

Se describe la cantidad de poros (número) por unidad de área.

El área varía según el tamaño de los poros predominantes

Tamaño

El tamaño de los poros es descrito de acuerdo a su diámetro equivalente

Clases de tamaños de poros.

TAMAÑO	CÓDIGO	CRITERIO
Muy finos	1	Diámetro < 1 mm
Finos	2	Diámetro entre 1 y 2 mm
Medios	3	Diámetro entre 2 y 5 mm
Gruesos	4	Diámetro entre 5 y 10 mm
Muy gruesos	5	Diámetro > 10 mm

Clases de abundancia de poros para cada horizonte.

CANTIDAD	CODIGO	Criterio
Pocos	1	< 1por unidad de área
Frecuentes	2	De 1 – 5 poros por unidad de área
Abundantes	3	Más de 5poros por unidad de área.

Forma

Se recomienda describir la forma predominante de los poros observables con un lente de 10X y a simple vista

Clases de forma de poros.

TAMAÑO	CÓDIGO
Tubular	1
Tubular dendrítica	2
Vesicular	3
Irregular	4
Intersticial	5

Continuidad vertical

Esta es una característica que comprende la distancia vertical promedio en que el poro presenta un diámetro superior a 0.5 mm cuando el suelo está húmedo.

La continuidad vertical de los poros reviste especial importancia para predecir la capacidad del suelo de transmitir el agua libre

Clases de continuidad de poros.

CLASE	CÓDIGO	CRITERIO
Discontinuos	1	< 1cm
Estrechos	2	1 – 10 cm
Continuos	3	>10 cm

Caracterización de horizontes

Inclusiones

- Limitaciones para empleo de maquinarias.
- Altas concentraciones de elementos tóxicos para las plantas (Concreciones).
- Profundidad efectiva del suelo.



Respuesta química

Aluminio activo Se denomina “aluminio activo” a aquel que proviene de minerales secundarios de bajo orden estructural, como el alófano o la imogolita, y de óxidos e hidróxidos amorfos de aluminio; todos ellos son neoformaciones características de suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos ricos en vidrio y otros minerales fácilmente intemperizables



PRUEBAS: depositando un poco de material de suelo sobre una placa de porcelana y añadiéndole dos gotas de fenolftaleína al 1 % (se mueve un poco la disolución para disgregar el suelo) y posteriormente cuatro gotas de fluoruro de sodio NaF 1N, si la muestra se torna de color rosa o guinda indica una reacción positiva. También puede realizarse la prueba mediante la medición del pH de una suspensión de 1 g de suelo en 50 ml de fluoruro de sodio NaF 1N ajustado a pH 7.5 luego de dos minutos. Si el pH es mayor de 9.5, es una indicación positiva.

Respuesta química

Reacción o pH

La reacción del suelo se refiere al pH. Para esta determinación se requiere un medidor portátil de pH o un kit de campo. Se anota el valor correspondiente y se clasifica

p.ej. 4,5; fuertemente ácido

Clasificación de acuerdo a la reacción del suelo (pH)

CLASE	CÓDIGO	pH
Fuertemente ácido	1	< 5.0
Moderadamente ácido	2	5.0 – 6.0
Ligeramente ácido	3	6.0 – 6.5
Neutro	4	6.5 – 7.3
Ligeramente alcalino	5	7.3 – 8.0
Moderadamente alcalino	6	8.0 – 9.0
Fuertemente alcalino	7	>9.0

Salinidad

La salinidad del suelo se determina mediante la conductividad eléctrica (CE) (ds/m). Para esta determinación se requiere un medidor portátil de CE o un kit de campo. Se anota el valor correspondiente y se clasifica

p.ej. 4,5 ds/m; fuertemente salino

Clasificación de acuerdo a la salinidad del suelo

CLASE	CÓDIGO	Conductividad Eléctrica (ds/m)
No Salino	1	0 – 1
Ligeramente Salino	2	1 - 2
Moderadamente Salino	3	2 - 4
Fuertemente Salino	4	4 - 8
Muy Fuertemente Salino	5	>8

Reacción al HCl

La presencia de carbonatos de calcio se evidencia la efervescencia es una respuesta gaseosa del suelo al aplicársele una solución de ácido clorhídrico 1N al 10%. Se describe la clase de reacción al HCl

p.ej. *Fuertemente efervescente en toda la matriz del horizonte.*



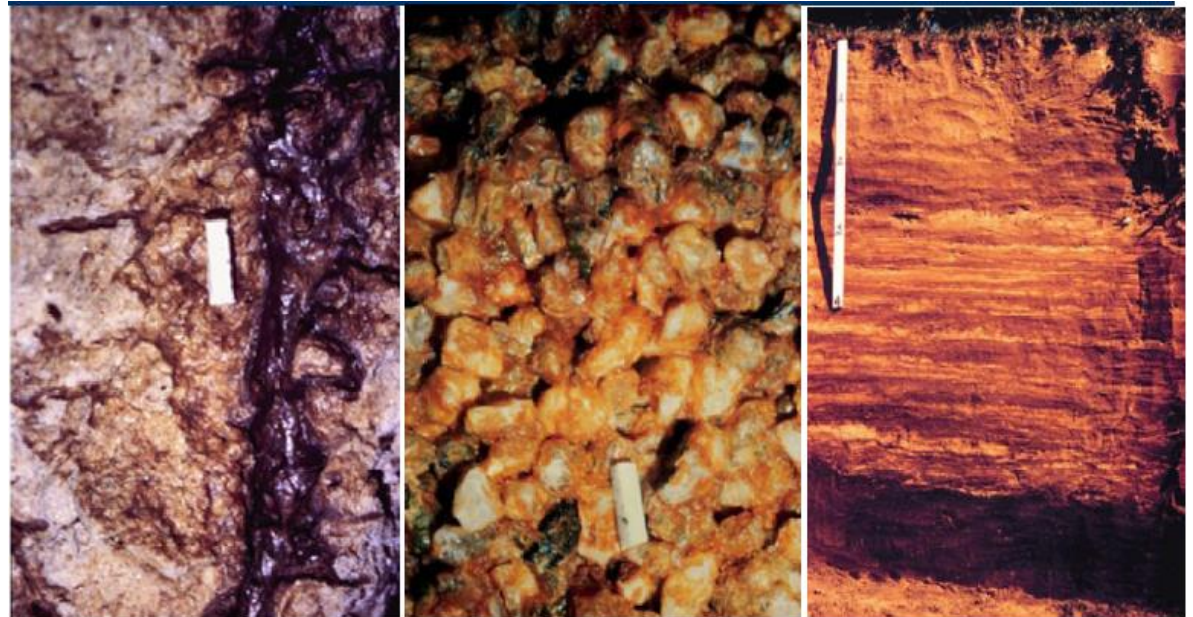
Reacción del suelo al ácido clorhídrico (10%)

CLASE	CODIGO	Criterio
Sin reacción	0	No se forman burbujas
Débil	1	Se forman pocas burbujas
Moderada	2	Se forman numerosas burbujas
Fuerte	3	Las burbujas forman una espuma delgada

Caracterización de horizontes

Cutanes o películas de arcilla

- Cantidad
- Continuidad
- Ubicación



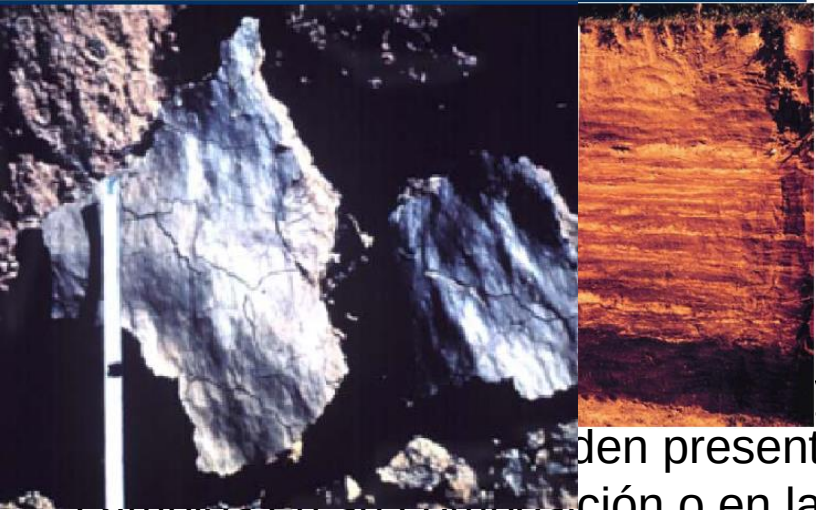
Caracterización horizontes

CARAS DE DESLIZAMIENTO



GRIETAS

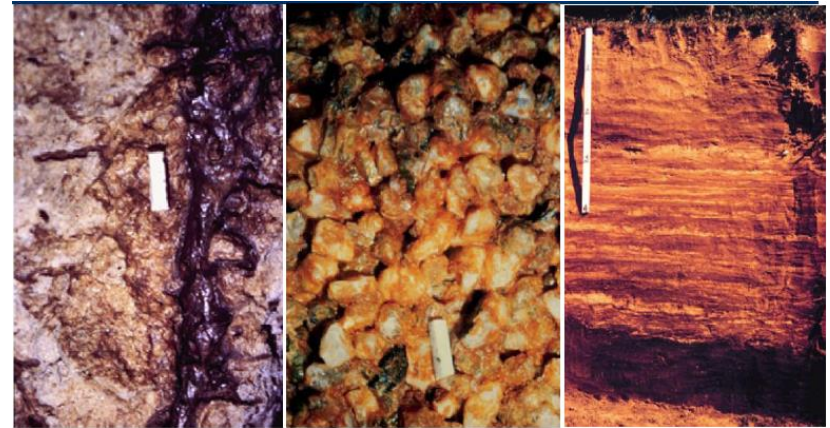




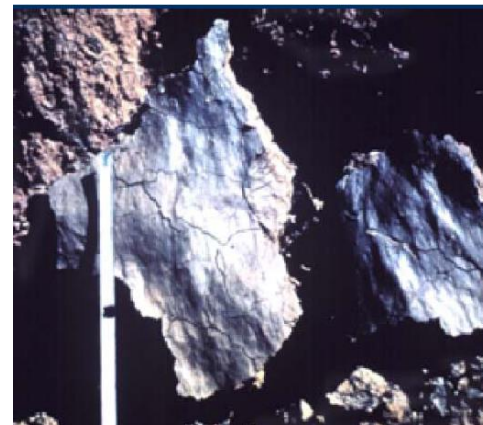
y pueden presentar cambios en su composición o en la disposición de sus componentes. Estos cambios se aprecian como películas o recubrimientos llamados “cutanes” o como caras brillantes y estrías de deslizamiento (Figura 21).

Caras de deslizamiento asociadas a la ocurrencia de procesos de expansión y contracción (Soil Survey Staff, 1999).

Cutanes de arcilla asociados a procesos de iluviación (Soil Survey Staff, 1999)



La imagen de la izquierda muestra un cutan de arcilla recubriendo la cara de un poro, la imagen del centro muestra también películas de arcilla recubriendo granos de arena en suelos con menos de 15% de arcilla y la imagen de la derecha muestra la formación de lamelas en el perfil del suelo como resultado de los procesos de translocación de arcillas.



Tipos de rasgos presentes en el suelo.

TIPO	CODIGO	Criterio
Películas o cutanes de arcilla	1	Recubrimientos exteriores de aspecto ceroso.
Puentes de arcilla	2	Película cerosa uniendo granos de arena
Cutanes de arena o limo	3	Partículas de arena o limo adheridas a la superficie del suelo
Otros cutanes	4	Son películas de materiales como sílice, hierro, gibbsita, manganeso (efervescente al H_2O_2), sales, materia orgánica, carbonatos que pueden detectarse en campo.
Caras de presión	5	Películas negras y delgadas efervescentes con H_2O_2
Caras de deslizamiento	6	Películas orgánicas de color oscuro

Clases de abundancia de rasgos superficiales.

CLASE	CODIGO	Criterio
Muy pocos	1	< 5 % de la superficie
Pocos	2	5 – 25 % de la superficie
Comunes	3	25 – 50 % de la superficie
Muchos	4	>50 % de la superficie

Concentraciones

Las concentraciones son rasgos del suelo que se forman por la acumulación de materiales en la pedogénesis. Los procesos dominantes involucrados son la disolución / precipitación, oxidación / reducción, y el transporte, remoción y acumulación física o biológica. Las concentraciones se caracterizan mediante el tipo, cantidad, tamaño y forma, dureza, naturaleza y color.

Tamaño de concentraciones.

TAMAÑO	CODIGO	Criterio
Fino	1	< 2 mm
Medio	2	2 – 5 mm
Grueso	3	5 – 20 mm
Muy Grueso	4	20 – 76 mm
Extremadamente Grueso	5	> 76 mm

Tipos de concentraciones.

TIPO	CODIGO	Criterio
Masas	1	Difiere de la masa de suelo alrededor en color y composición, pero no es fácilmente separable como cuerpo discreto
Nódulos	2	Cuerpo discreto sin organización interna
Concreción	3	Cuerpo discreto con una estructura interna concéntrica, generalmente cementado.
Cristales	4	Son formas macro cristalinas formadas por la precipitación de sales relativamente solubles (yeso, carbonatos).
Concentraciones Biológicas	5	Cuerpos discretos acumulados por procesos biológicos (p.ej pedotúbulos) o pseudoformas de biota depositados en el suelo (p.ej restos de insectos).
Fragmento rocoso residual	6	Cuerpo impregnado discreto que aún muestra su estructura rocosa
Otra	7	Otro tipo de concentración diferente a las mencionadas anteriormente

Cantidad de concentraciones.

CANTIDAD	CODIGO	Criterio
Pocos	1	< 2 %
Comunes	2	2 – 20 %
Muchos	3	> 20 %



Concreciones de calcio



Mn y Fe cubriendo una
concreción de calcio



Nódulos de Mn

MOTEADO

El moteado o color en menor proporción, (manchas de color diferente al de la matriz del suelo) nos permite inferir acerca del régimen de humedad, condiciones de aireación y drenaje.

Cantidad de moteado con base al porcentaje que cubre

CLASE	CODIGO	Criterio
Pocos	1	< 2 mm
Comunes	2	2 a 5 mm
Muchos	3	5 a 20 mm

Clases de tamaño de las manchas (moteados) presentes en el suelo.

CLASE	CODIGO	Criterio
Finos	1	< 5 mm
Medios	2	5 a 15 mm
Gruesos	3	> 15 mm



Grietas

Las grietas son fisuras presentes en el suelo como resultado de procesos de expansión-contracción asociados a ciclos de secado y humedecimiento del perfil (Figura 24). Las grietas son por lo general más amplias y largas que los poros resultantes del arreglo de los agregados, por lo cual constituyen vías preferenciales para el flujo de agua. Si se observan grietas en el campo es conveniente describir su *profundidad y frecuencia relativa*.

En suelos secos el espacio abierto de grietas por m lineal permite predecir el Coeficiente de Extension Lineal. (COLE).

Grietas en Vertisoles venezolanos

(Mogollón y Comerma, 1994; Ospina, 2003)



PLANILLA DE DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO

AUTOR:			FECHA:			CÓDIGO DEL PERFIL:		
ESTADO:				MUNICIPIO:				
LOCALIDAD:				COORDENADAS:				DATUM:
CLIMA								
PP (mm):	T (°C):	ETP (mm):	Meses Húmedos:	Clase:	Condición:			
INFORMACIÓN GEOMORFOLÓGICA								
Provincia:			Paisaje:	Relieve:	Forma de Terreno:			
Altitud (msnm):	PENDIENTE		Orientación:	Gradiente:	Forma:			
CONDICIÓN DE HUMEDAD								
Permeabilidad:		Drenaje Interno:			Drenaje Externo:		Clase de Drenaje:	
Frec. y Perm. Excesos de agua:		MESA DE AGUA	Profundidad (cm):	Estacionalidad:			Condición:	
COBERTURA DEL SUELO								
Tipo:	Vegetación Natural:				Cultivo:			
MATERIAL PARENTAL								
Tipo Material Parental:			Tipo Roca:			Grado de Alteración:		
Prof. a la Roca (cm):		Formación Geológica:						
FRAGMENTOS EN SUPERFICIE		Clase:	Forma:		Esfericidad:		Tipo:	
EROSIÓN	Tipo:			Grado:				
GRIETAS	Profundidad (cm):		Frecuencia Relativa (%):			COLE (cm grieta/ m lineal):		
OBSERVACIONES:								

FICHA DEL SUELO

GUARDATINAJAS, ESTADO GUARICO; ESTUDIO DE SUELOS PRELIMINAR						
DESCRIPCIÓN PERFIL DE SUELO - Barreno 377						
Fecha: 05-07-11 Perfil N° B-377 Coordenadas: E: 655478N: 993116E Altitud: msnm. Agrólogo: Juan Rey, Elio Chacón. Uso Actual: Chaparros, Cañafistola. Dr. Externo: M Dr. Interno: M Clase de drenaje: MBD; Permeabilidad: M						
Prof. (cm)	Horiz. Genet.	Textura % Arc.	Estructura Ti, De, Ta	Color Matriz	Moteados (%)	Consist.
0-15	A1	F	Bs,2,f	10YR 4/1	-	dA y dP
-40	BT1	FA	Ba,2, g	10YR 5/2	10YR 5/6 fc2	A y P
-70	2Bt2 ²	A	Ba,3,m	2.5Y 6/4	5YR 5/8 fc2	mA y mP
-110	2 Bt3 ¹²	A	Ba,2,m	2.5Y 6/6	2.5YR 5/8 mn2	mA y mP
¹ Concreciones de Fe (3-5%) / ² Gravilla Familia Taxonómica: Typic Kandiusults fino, caolinítica, isohipertérmica. Erosión: Imperceptible. Pend. Gen: 1-3%. Pend. Local: 1% Paisaje: Planicie. Tipo Relieve: Llanura aluvial subreciente Forma de Terreno: Banco (Tn). Cap. de Uso: VS, Vf4 TUT: Caña Riego: a2; Maíz seco: a3; Sorgo seco: a2; Girasol: a2; Pastos: a2; Arroz inundación: n						
FOTO PAISAJE				FOTO BARRENO		
						

REPORTE DE DESCRIPCIÓN (Ejemplo)

Descripción del perfil YAR-03.

Fuente: CIRS

Ap 0 - 10 cm	Franco arenoso; pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en seco, gris oscuro (10YR4/1) húmedo; estructura primaria no visible, secundaria: blocosa angular débil y media; suave, muy friable, ligeramente adhesivo no plástico; permeabilidad moderada; muy poca actividad biológica (<5%); pocas raíces gruesas y muchas medias, finas y muy finas dispuestas en masa; pocos a frecuentes poros medios continuos verticales; pocos fragmentos irregulares y finos de mica blanca; pH 5,47; no reacciona al HCl al 10%, horizonte muy compacto; límite claro y ondulado.
E 10 - 14 cm	Franco arenoso; blanco (10YR 8/1) en seco, pardo muy pálido (10YR8/4) en húmedo; masivo (grano simple al mojarse); extremadamente duro, muy friable, no adherente, no plástico; permeabilidad moderada; poca actividad biológica (<10%); pocas raíces medias y gruesas en cara vertical del estrato; pocos a frecuentes poros gruesos verticales; pocos fragmentos irregulares finos de mica blanca; pH 5,51; no reacciona al HCl al 10%; horizonte compacto; límite abrupto y ondulado.
Bt 14 - 40 cm	Franco arcilloso gravoso fino; pardo amarillento oscuro (10YR3/4) en mezcla (15%) con pardo amarillento muy oscuro (10YR3/2); estructura prismática media y fuerte, la cual rompe en bloques angulares grandes fuertes; extremadamente duro muy firme, adherente y plástico; presencia de grietas finas (<1cm); permeabilidad lenta; abundantes argilanes continuos sobre cara de agregados; moderada actividad biológica; muchas raíces finas y medias en caras de agregados y entre grietas; pocos a frecuentes poros finos continuos; frecuentes fragmentos irregulares menores al tamaño de la grava de cuarcita; gneiss, esquistos y otras rocas, en mezcla con

abundantes fragmentos finos e irregulares de mica blanca; pH 4,65; no reacciona al HCl al 10%; límite claro y plano.

BC 40 - 68 cm	Franco arcillo arenoso pedregoso; pardo amarillento (10YR5/4) en mezcla (20%) con pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) y con amarillo parduzco (10YR6/8); estructura prismática media y fuerte la cual rompe en bloques angulares medios y fuertes; extremadamente duro, extremadamente firme, adherente y plástico; presencia de grietas finas (<1cm); permeabilidad lenta; pocos argilanes discontinuos sobre caras de agregados; moderada actividad biológica; pocas raíces finas en caras de agregados y entre grietas; pocos poros gruesos continuos; abundantes fragmentos irregulares de mica blanca, frecuentes fragmentos irregulares alterados del tamaño de guijarros y piedras de cuarcita, gneiss, esquistos y otras rocas; pH 4,46; no reacciona al HCl al 10%; límite abrupto y plano.
2C1 68 - 190 cm	Material de saprolita con mezcla de colores gris claro (10YR7/2), pardo fuerte (7,5YR5/8) con vetas nítidas de colores pardo amarillento (10YR5/8) y grises (7,5YR6/0); abundantes fragmentos rocosos alterados (>35%) del tamaño de las piedras (>25cm) de cuarcita, gneiss, esquistos y otras rocas; pocas raíces finas y muy finas entre fragmentos rocosos.