

APUNTE DE EDAFOLOGÍA

**CURSO EDAFOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA Y FORESTALES
U.N.L.P.**

TEMA 2: “MORFOLOGÍA DEL SUELO”
(Ing. Esteban Baridón)

Revisión 2019

Objetivos

- **Detectar las relaciones existentes entre los rasgos morfológicos del perfil y las condiciones internas y externas de los suelos que originaron dichos rasgos.**
- **Observar características que permitan diferenciar horizontes en el perfil del suelo.**
- **Aprender a extraer conclusiones de la aptitud agronómica y forestal de los suelos mediante el estudio de su morfología en el campo.**

Contenidos

- **Introducción**
- **Significado de algunos términos**
- **Identificación de los horizontes del suelo**
- **Designación y nomenclatura de horizontes**
- **Horizontes principales.**
- **Horizontes de transición.**
- **Diferencias subordinadas dentro de horizontes principales.**
- **Subdivisión de horizontes.**
- **Discontinuidades litológicas.**
- **Relación entre el sistema de nomenclatura antiguo y el actual.**
- **Las formas del relieve.**
- **Drenaje, Esguerrimiento y Permeabilidad**
- **Bibliografía**
- **Planilla de campo**
- **Cuestionario guía.**

MORFOLOGÍA DEL SUELO

▪ Introducción

En base a lo visto hasta el momento Ud. puede deducir que según hayan sido las condiciones en que se desarrolló un suelo este presentará características propias, cuyo estudio permitirá explicar el comportamiento de la planta destinada a la producción. Parte de este estudio pasa por el reconocimiento a campo del suelo, a través de la descripción morfológica del mismo.

La **morfología de suelos** es el estudio y descripción sistemática del tamaño, forma, disposición e interrelación de sus componentes, como así también de características tales como color, consistencia, estructura, etc. y su relación con el paisaje.

El estudio morfológico del suelo se realiza en el campo, analizando un corte vertical del terreno, siguiendo una serie de normas que se establecen a fin de hacer comparables las descripciones de distintos perfiles, eliminando ambigüedades, regionalismos y subjetividades. Los datos obtenidos se documentan en la **Ficha Edafológica**.(Tabla 1)

A efectos de poder cumplimentar la descripción morfológica de algunos perfiles resulta necesario realizar una primera aproximación al significado de algunos términos, cuyos conceptos se verán en profundidad más adelante.

▪ SIGNIFICADO DE ALGUNOS TÉRMINOS

-**TEXTURA**: Relación porcentual de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla.

A campo se realiza una apreciación al tacto que se describe como "textura al tacto".

-**ESTRUCTURA**: Es la propiedad física que resulta del modo en que se unen las partículas sólidas, *agregación*, expresada por:

- a) formación de cuerpos (agregados) de formas y tamaños variables
- b) espacios huecos (poros) resultantes de la yuxtaposición de dichos agregados, originando microporos y macroporos.

La estructura se define mediante el uso de tres parámetros:

- **Tipo o forma**:

El tipo o forma de la estructura se asimila a una expresión de cuerpos geométricos reconocibles en el suelo. La Figura 1 representa los tipos básicos de estructura.

El tipo *migajosa* (no se esquematiza) es similar al *granular* pero más porosa, debido al elevado contenido de materia orgánica humificada íntimamente asociada a la fracción mineral

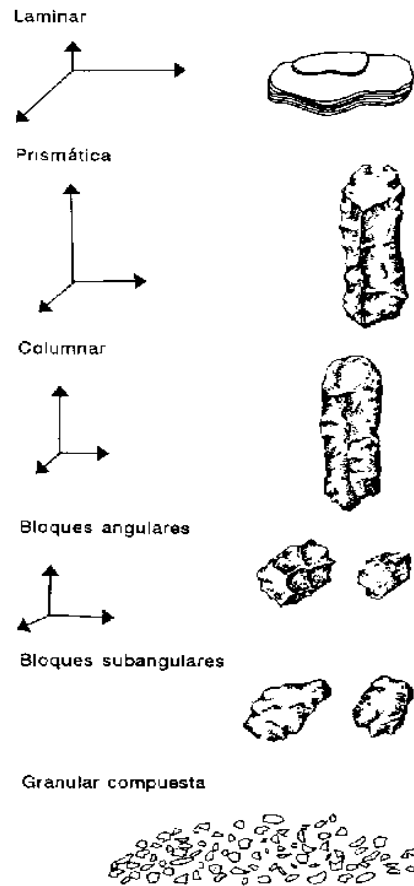


Figura 1

La Figura 2 represente a los tipos y subtipos de estructura con un mayor detalle.

TIPOS Y SUBTIPOS DE LOS AGREGADOS

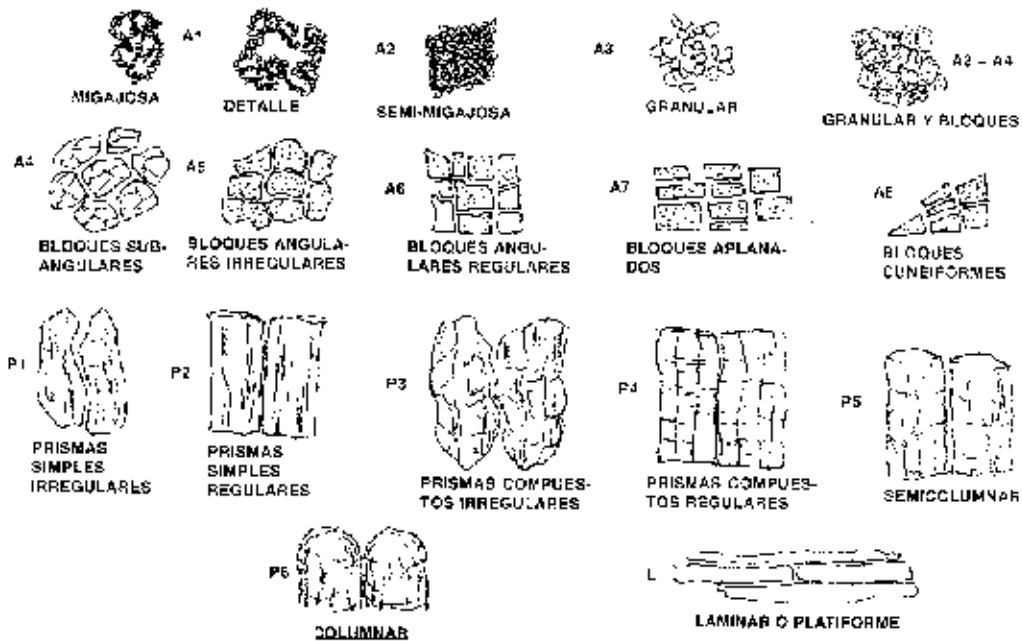


Figura 2

- **Clase o tamaño.** Se expresa en clases a partir del tamaño promedio de los agregados. La Tabla 1 permite individualizar las distintas clases.

Tabla 1. Clase de los agregados.

Clase o tamaño	Criterio:		
	tamaño de la unidad estructural ¹ (mm)		
	Granular, laminar ² (espesor)	Columnar, prismática, cuneiforme ³	En bloques, angulares y subangulares
Muy fina (Muy delgada ²)	< 1	< 10	< 5
Fina (Delgada ¹)	1 a < 2	10 a < 20	5 a < 10
Media	2 a < 5	20 a < 50	10 a < 20
Gruesa (Ancha ²)	5 a < 10	50 a < 100	20 a < 50
Muy gruesa (Muy ancha)	≥ 10	100 a < 500	≥ 50
Extremadamente gruesa	----	≥ 500	----

¹ Los límites de tamaño siempre denotan las dimensiones menores de las unidades estructurales.

² Sólo en estructuras laminares, sustituya delgada por fina, y ancha por gruesa, en los nombres de las clases de tamaño.

³ La estructura cuneiforme está por lo general asociada con Vertisoles (para los cuales constituye un requerimiento) o con suelos relacionados, con elevada proporción de arcillas esmectíticas.

- **Grado:** Representa el nivel de expresión de la estructura. Se califica como: Fuerte, Moderado o Débil.
 - a) Fuerte: Todo el horizonte se encuentra organizado en agregados asociados entre si, fácilmente reconocibles pero que resisten a separarse, aún ante la acción de un cuchillo o al ser sacados con una pala y arrojados sobre la superficie del suelo.
 - b) Moderado: La mayor parte del horizonte se encuentra organizado en agregados asociados entre si, que resisten parcialmente a separarse ante la acción del cuchillo o bien al ser sacados con pala y arrojados sobre la superficie del suelo parte de ellos se desorganizan en agregados mas pequeños o toman aspecto pulverulento.
 - c) Débil: Una parte del horizonte se encuentra organizado en agregados asociados entre si. Resisten escasamente a la acción del cuchillo separándose, al ser sacados con pala y arrojados sobre la superficie del suelo se desorganizan en agregados más pequeños y/o toma aspecto pulverulento.

Existen dos formas de indicar la ausencia de estructuración. Ellas son: masiva y grano suelto.

Masiva: Las partículas del suelo se hallan en un contacto íntimo entre si, no pudiendo observarse macroporos, producto de la estructuración. El horizonte toma un aspecto compacto que rompe por donde se genera un esfuerzo y no por superficies naturales de disyunción.

(ejemplo: suelos arcillosos, aluvionales, de la zona ribereña de Magdalena. Enlames superficiales en suelos limosos)

Grano suelto: Las partículas del suelo se hallan separadas entre si, adoptando la expresión de partículas independientes (ejemplo: suelos de dunas costeras)

- **Concreciones**: Concentraciones de diferentes sustancias químicas endurecidas, de diverso tamaño, color y forma. Las concreciones más comunes son las calcáreas, generalmente de colores blancos a grisáceos (presentes en casi cualquier tipo de suelo) y las de Fe y Mn, generalmente en forma de municiones, oscuras y muy duras, derivadas de procesos de óxido reducción (presentes en suelos con excesos hídricos).

- **Barnices (iluviales)**: películas de arcillas, más o menos brillantes que se encuentran sobre las caras de los agregados de algunos horizontes subsuperficiales Bt. Son consecuencia de la deposición de arcilla proveniente de horizontes superiores (iluviación).

- **Slickensides (barnices de frotamiento)**: planos brillantes y estriados originados por movimientos de hinchamiento y contracción del suelo por la presencia de cierto tipo de arcillas expandibles como la montmorillonita.

- **Moteados**: Cambios apreciables de color dentro de un mismo horizonte que obedecen a solubilidad variable de iones cromógenos en suelos con ambientes alternantes de aireación - reducción. Son rasgos redoximórficos (hidromorfismo).

▪ IDENTIFICACIÓN DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Un horizonte, es una capa aproximadamente paralela a la superficie del suelo, cuyas características han sido producidas por procesos edafogénicos.

El conjunto de todos los horizontes conforman el perfil del suelo.

Describir un perfil, consiste en describir los horizontes y todas sus propiedades morfológicas.

Por lo general un horizonte se diferencia de otro por caracteres que se pueden apreciar en el campo. Otras veces es necesario obtener datos de laboratorio para poder identificar y designar a los horizontes, así también para su mejor caracterización. El perfil edáfico incluye tanto los horizontes genéticos, como las capas orgánicas naturales que a veces cubren la superficie, y el material originario u otras capas que están debajo del solum y que influyen en la génesis o en el desarrollo del suelo.

Al describir un perfil, se indica el *espesor* de sus horizontes, se miden las *profundidades* de cada uno y se describen sus *límites*.

Espesor del horizonte – Es el espesor promedio entre el límite superior e inferior del mismo y el rango de variación del espesor del horizonte; ej: 15 cm (12 - 21 cm).

Profundidad del horizonte – Es la profundidad de los límites superior e inferior, especificando unidades (preferentemente centímetros); ej: 15 - 24 cm. Se toma el valor cero, desde la superficie del terreno, incluyendo al horizonte Orgánico si estuviera

Oi 0-30 cm; A 30-50 cm; Bhs 50-110 cm; BC 110-140 cm; C 140 a +

Ap 0-25 cm; AB 25-35 cm; Bt1 35 60 cm; Bt2 60-90 cm; BCk 90-150 cm; Ck 150 a +

Límites del horizonte - Comprende la **Definición** (antes “tipo”) y la **Topografía** (antes “forma”) del límite inferior del horizonte. La **Definición** es la distancia vertical a través de la cual un horizonte pasa a otro. La **Topografía** es la forma que tiene el límite, es la ondulación y continuidad lateral del límite entre horizontes. Un ejemplo completo es: *claro, ondulado, o C, W.*

Tabla 2. Definición (tipo de límite).

Grado de definición	Criterio: espesor
Muy abrupto	< 0,5 cm
Abrupto	0,5 a < 2 cm
Claro	2 a < 5 cm
Gradual	5 a < 15 cm
Difuso	≥ 15 cm

Tabla 3. Topografía (forma del límite).

Topografía	Criterio
Plana	Planar, con ninguna o pocas irregularidades
Ondulada	El ancho de la ondulación es > que la profundidad
Irregular	El ancho de la ondulación es > que el espesor
Quebrada	Horizontes discontinuos, discretos pero entremezclados, o cavidades irregulares

▪ DESIGNACIÓN Y NOMENCLATURA DE HORIZONTES

La designación y nomenclatura de horizontes en el país se basa en la Taxonomía de suelos (Keys to Soil Taxonomy) del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. En base a esta Taxonomía están fundadas gran parte de las Normas de Reconocimientos de suelos (Etchevehere, 1998).

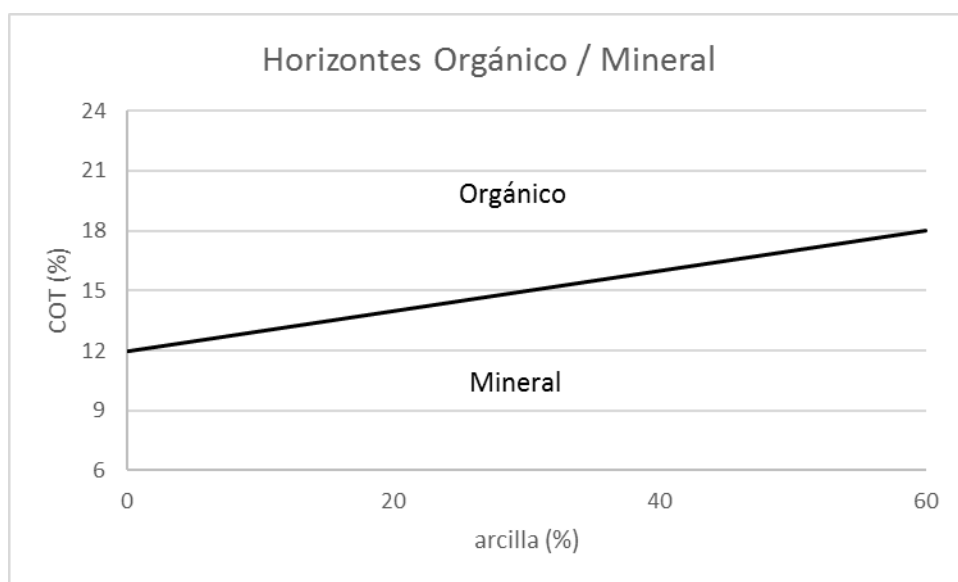
- HORIZONTES PRINCIPALES

Son aquellos que tienen características propias, definidas y claramente diferenciables de otros.

Los horizontes principales se dividen en dos grandes grupos: **Orgánicos** y **Minerales**.

Horizontes Orgánicos: se representan mediante la letra mayúscula **O**. Siempre se acompañan de otra letra **a**, **e**, **i**, que indican el grado de descomposición de estos materiales. **a**, mayor transformación, **e**, mediana, **i** mínimamente descompuesta.

Un horizonte con un contenido mayor al 18% de COT (30,6 % de MO) de materia orgánica, siempre es orgánico, con un contenido menor al 12 % de COT (20,4 % de MO), siempre es mineral. Entre estos valores de COT (MO) depende del contenido de arcilla como se indica en la siguiente figura.



Horizontes Minerales: se representan mediante letras mayúsculas, **A**, **E**, **B**, **C** y **R**. Estas letras son los símbolos básicos a los cuales se les agregan otros caracteres para completar la designación de los horizontes.

A: Horizonte mineral formado en la superficie o por debajo de un horizonte O. Se caracteriza por presentar una acumulación de materia orgánica humificada íntimamente asociada a la fracción mineral. También se designa como **Ap** a cualquier horizonte superficial mineral con modificaciones antrópicas (cultivo, pastoreo, etc.)

E: Horizontes minerales cuya principal característica es la pérdida (eluviación) de arcilla, hierro, aluminio y materia orgánica en forma independiente o combinada. Presenta un enriquecimiento relativo de cuarzo u otros minerales resistentes del tamaño arena o limo y esto le otorga un color claro muy característico. En la zona pampeana se encuentra siempre entre un horizonte A y un Bt subyacente.

B: Son horizontes de acumulación (iluviación) formados por debajo de un A, E u O.

Siempre se acompañan de otra letra minúscula que indica génesis.

Bt: concentración iluvial de arcillas (barnices de iluviación)

Btn: concentración iluvial de arcillas y elevado tenor de sodio intercambiable.

Bw: con color y estructura típica y neoformación de arcillas.

Bhs: propio de climas fríos y húmedos con procesos de queluviación

Bo: propio de climas tropicales, con acumulación residual de óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio.

C: Horizonte o capa mineral similar al material original. Muy poco afectado por los procesos de pedogénesis, a excepción del hidromorfismo y/o calcificación

R: Manto rocoso consolidado subyacente. No es estrictamente un horizonte ya que su génesis no es pedogenética. En suelos alóctonos, pueden no estar presentes.

- HORIZONTES DE TRANSICIÓN

Son aquellos que tienen características intermedias entre dos Horizontes Principales.

Existen dos clases de horizontes de transición:

- a) Horizontes dominados por propiedades de un horizonte principal pero con propiedades subordinadas de otro horizonte.

Para este caso se emplean dos letras mayúsculas para designarlos: **BA, AB, AE, EA, EB, BE, BC, CB, AC**.

La primera letra indica el horizonte principal cuyas propiedades son dominantes en el horizonte de transición. Por ejemplo un horizonte **BA** es un horizonte donde predominan características de horizonte **B**, por ejemplo barnices de iluviación y sin embargo presenta materia orgánica humificada asociada íntimamente a la fracción mineral propio de un horizonte **A**.

En algunos casos se pueden indicar horizontes de transición aún cuando uno de los horizontes principales al cual es aparentemente transicional no se encuentre presente.

- b) Horizontes mezclados: Como su nombre lo indica aparecen sectores con propiedades reconocibles de dos horizontes principales. Se indican mediante las letras mayúsculas de los horizontes principales separadas por una barra inclinada. Se coloca en primer lugar el símbolo del horizonte principal que ocupa mayor volumen. La combinaciones utilizadas son: **A/B; B/A; E/B; B/E; B/C**.

Tabla 4. Letras minúsculas que acompañan a los horizontes indican propiedades y/o génesis. Pueden ir una o más.

Sistema antiguo	Sistema actual	Significado
1	a	Material orgánico muy descompuesto (se aplica a horizonte O)
b	b	Horizonte genético enterrado
cn	c	Concreciones o nódulos (Fe, Al o Mn)
1 ó 2	e	Material orgánico medianamente descompuesto (aplicable a hte. O)
f	f	Suelo congelado
g	g	Gleización intensa
h	h	Acumulación iluvial de materia orgánica (se aplica a horizonte B)
2	i	Material orgánico ligeramente descompuesto (se aplica a hte O)
ca	k	Acumulación de carbonatos de Ca y Mg.
M	m	Cementación continua o casi continua e irreversible
na	n	Acumulación de Na intercambiable
	o	Acumulación residual de sesquióxidos
p	p	Alteración de la capa superficial por cultivo, pastoreo u otra actividad antrópica.
r	r	Roca meteorizada o blanda (puede excavar con pala)
ir	s	Acumulación iluvial de sesquióxidos
ss	ss	Presencia de slikenides
T	t	Acumulación de arcilla silicatada
	w	Desarrollo de color y/o estructura en horizontes B, con escaso material iluvial
x	x	Fragipán
cs	y	Acumulación de yeso
sa	z	Acumulación de sales más solubles que el yeso

Se colocan inmediatamente a continuación de la letra mayúscula que simboliza al horizonte principal. Cuando se requiere más de una, las siguientes letras se colocan en primer lugar: **a,e,i,h,r,s,t,w**.

- **Subdivisión de horizontes**

En muchos suelos es necesario subdividir horizontes principales o de transición debido a variaciones en rasgos morfológicos tales como estructura, color, textura, etc. Estos subhorizontes se diferencian mediante números arábigos colocados a continuación de la última letra. Estas divisiones se numeran en forma consecutiva comenzando una nueva secuencia cada vez que cambió algún símbolo del horizonte que se está subdividiendo. Ejemplo:

Bt1 – Bt2 – Btk1 – Btk2
C1 – C2 – Cg1 – Cg2

No es necesario agregar números si existen variaciones en la denominación de los horizontes. Ejemplo:

- Discontinuidades litológicas

Cuando resulta necesario indicar una serie sucesiva de capas de diferentes materiales se colocan números arábigos delante de la designación correspondiente a los horizontes. En un suelo que se ha desarrollado totalmente sobre el mismo material se omite designar el número “1”. De modo similar en un perfil que tenga horizontes desarrollados a partir de 2 o más materiales, se omitirá el número “1” (comenzando desde la superficie). Ejemplos:

A1 – A2 – BA – 2Bt – 2BC – 2C (con una discontinuidad, dos materiales de origen diferente)

NOMENCLATURA ANTIGUA

Existieron varias formas de indicar horizontes y propiedades, en nuestro país, la cartografía realizada por INTA, empleó lo que ahora llamamos “nomenclatura antigua”, si bien ha quedado en desuso es habitual encontrarla en antiguas publicaciones

Tabla 5. Relación entre el sistema de nomenclatura antiguo y el actual.

Sistema antiguo	Sistema actual
O	O
O ₁	O _i , O _e
O ₂	O _a , O _e
A ₁	A
A ₂	E
A ₃	AB o EB
AB	AB
A&B	A/B
AC	AC
B ₁	BA o BE
B&A	B/A
B ₂	B o Bw
B ₃	BC o CB
C	C
R	R

▪ Las formas del relieve

Una parte esencial del suelo es su “forma de relieve”. El término RELIEVE implica la forma del terreno y se lo define como las elevaciones o irregularidades de un área considerada en conjunto. Micro-relieve en cambio, se refiere a pequeñas diferencias de carácter local. En áreas de macro-relieve similar, la superficie puede ser casi uniforme o hallarse interrumpida por montículos, cárcavas, etc. Cierta tipo de micro-relieve denominado “gilgai” es diagnóstico de una clase de suelos arcillosos.

Tipos de relieve:

Relieve pronunciado o excesivo (P): colinas o sierras, con escurrimiento muy rápido y erosión (con pendientes mayores al 3 %)

Relieve normal (N): áreas altas con inclinación y escurrimiento medio. Pueden establecerse subdivisiones para indicar un dominio de convexidades (micro-relieve), se indicará con el subíndice v (con pendientes entre 1 y 3 %)

Relieve subnormal (S): áreas casi planas con lento o muy lento escurrimiento. Poseen napas de agua fluctuantes o capas suspendidas parte del tiempo (con pendientes < 1 %)

Relieve cóncavo (C): áreas deprimidas con muy lento o nulo escurrimiento, no hay erosión pero sí exceso de agua la mayor parte del tiempo. Estas tierras retienen casi toda el agua de lluvia que cae, más la que reciben de tierras adyacentes elevadas. Suelos hidro y halomórficos se hallan en esta posición.

La pendiente del suelo

Se refiere a la inclinación de la superficie de ese suelo. Es una parte natural del suelo mismo. Se define por su gradiente, forma y longitud.

▪ Drenaje, Escurrimiento y Permeabilidad

El **DRENAJE** se refiere a la rapidez y facilidad con que el agua se elimina del suelo, por escurrimiento, por pasaje a través del suelo mismo (infiltración y percolación) hacia capas subterráneas, la evaporación y la transpiración contribuyen a la eliminación del agua.

El drenaje es considerado una condición propia del suelo y se refiere a la frecuencia y duración de los períodos durante los cuales el suelo se ve libre de saturación con agua. Esta condición se puede medir, pero por lo general se estima. Hay rasgos morfológicos que indican procesos de anegamiento. (Rasgos redoximórficos).

El concepto de drenaje del suelo es amplio, hay que definirlo de acuerdo al escurrimiento y a la permeabilidad, y se refiere a condiciones generales del área y del suelo mismo.

Las siguientes definiciones son los criterios tradicionales nacionales empleados para estimar las clases de drenaje natural de los suelos (Soil

Survey Staff, 1993). Yendo a lo más detallado, específico, cabe subrayar que las definiciones y criterios varían a nivel regional.

Muy pobremente drenada: El agua está en o cerca de la superficie la mayor parte del período de crecimiento vegetal. El agua libre interna es *poco profunda*; y es o *persistente* o *permanente* (Con rasgos redoximórficos severos, colores gley) A menos que el suelo sea drenado artificialmente, la mayoría de los cultivos mesofíticos no puede crecer. Comúnmente el suelo ocupa una depresión o una posición plana. Si la lluvia es persistente o alta, el suelo puede ser muy pobremente drenado, aunque se encuentre en pendiente.

Pobremente drenada: El suelo está saturado periódicamente a poca profundidad durante la época de crecimiento, o permanece saturado por largos períodos. La capa de agua libre es *poco* o *muy poco profunda*, y es *común* o *persistente*. A menos que el suelo esté artificialmente drenado, la mayoría de los cultivos mesofíticos no puede crecer. El suelo, sin embargo, no está continuamente húmedo por debajo de la profundidad de arada. La capa freática es el resultado de una *baja* o *muy baja* clase de conductividad hidráulica, o de lluvia persistente, o de una combinación de ambos factores.

Algo pobremente drenada: El suelo está saturado a poca profundidad por períodos significativos durante la estación de crecimiento. La capa de agua libre está comúnmente a *poca* o *moderada* profundidad, en forma *transitoria* o *permanente*. A menos que el suelo esté artificialmente drenado, el crecimiento de la mayoría de las plantas mesofíticas está marcadamente restringido. El suelo comúnmente tiene una clase de conductividad hidráulica saturada *baja* a *muy baja*, o una capa freática alta, o recibe agua desde zonas laterales, o está sujeto a lluvias persistentes, o presenta alguna combinación de estos factores.

Moderadamente bien drenada: El agua se mueve lentamente a través del suelo, durante algunos períodos del año. La capa de agua libre está comúnmente a una profundidad *moderada* y puede ser *transitoria* o *permanente*. El suelo está saturado por sólo un corto tiempo dentro de la profundidad de enraizamiento, durante el período de crecimiento. El suelo comúnmente tiene una clase *moderadamente baja* de conductividad hidráulica o más baja, dentro del metro desde la superficie, o recibe periódicamente abundantes lluvias, o presenta ambas condiciones.

Bien drenada: El agua se mueve a través del suelo fácilmente, pero no rápidamente. La capa de agua libre es comúnmente *profunda* o *muy profunda*; no se especifica la duración anual. El agua está disponible para las plantas en regiones húmedas durante gran parte del período de crecimiento. La humedad no inhibe el crecimiento de las raíces por períodos significativos durante gran parte de las estaciones de crecimiento. El suelo es profundo y no tiene características redoximórficas.

Algo excesivamente drenada: El agua se mueve rápidamente a través del suelo. La capa de agua libre está *muy profunda*, o no se encuentra. Los suelos tienen comúnmente textura gruesa y alta conductividad hidráulica saturada, y no poseen características redoximórficas.

Excesivamente drenada: El agua se mueve a través del suelo muy rápidamente. El agua libre interna está *muy profunda*, o no se encuentra. Los suelos tienen comúnmente textura gruesa y muy alta conductividad hidráulica saturada, y no poseen características redoximórficas.

ESCURRIMIENTO

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL - El escurrimiento es el movimiento del agua en la superficie del suelo. El escurrimiento superficial difiere del movimiento interno, o movimiento "a través", que ocurre cuando el agua infiltrada se mueve lateral o verticalmente dentro del suelo, por encima de la capa freática. Los "Índices de clase de escurrimiento superficial" son estimaciones relativas del escurrimiento superficial basadas en el gradiente de la pendiente y la conductividad hidráulica saturada (Ksat). Este índice está relacionado con las siguientes condiciones (Soil Survey Staff, 1993):

- Se asume que la superficie del suelo está descubierta.
- El suelo está libre de hielo.
- La retención de agua por las irregularidades de la superficie del terreno son despreciables o bajas.
- Se asume que la infiltración está estabilizada en el estado de encharcamiento.
- El agua se agrega al suelo por precipitación, o por derretimiento de nieve, suministrando 50 mm en 24 horas con no más de 25 mm en cualquier período de 1 hora.
- Se asume que el estado precedente del agua en el suelo ha sido muy húmedo o mojado hasta: a) la base del solum; b) una profundidad de 50 cm; o c) a lo largo del horizonte que presenta la mínima Ksat dentro del metro de profundidad; cualesquiera que sea la profundidad menor.

Use la Tabla 6 y las condiciones arriba indicadas para estimar el "Índice de clase de escurrimiento superficial" para el lugar. Si el agua libre interna, estacional o permanente, aparece a una profundidad igual o menor de 50 cm (clases muy somera y somera de agua libre interna), seleccione una Ksat de *Muy baja*. Si el agua libre interna, estacional o permanente, está más profunda que 50 cm, use la Ksat apropiada indicada en la tabla.

Tabla 6.

Índice de clase de escurrimiento superficial						
Gradiente de la pendiente (%)	Clase de conductividad hidráulica saturada (Ksat)¹					
	Muy alta	Alta	Mod. alta	Mod. baja	Baja	Muy baja
	cm / h					
	≥ 36	3,6 a < 36	0,36 a < 3,6	0,036 a < 0,36	0,0036 a < 0,036	< 0,0036
Cóncavo	N	N	N	N	N	N
< 1	N	N	N	L	M	H
1 a < 5	N	VL	L	M	H	VH
5 a < 10	VL	L	M	H	VH	VH
10 a < 20	VL	L	M	H	VH	VH
≥ 20	L	M	H	VH	VH	VH

¹ Esta tabla está basada en la Ksat mínima que aparece dentro de los 50 cm desde la superficie del suelo. Si la mínima Ksat para el suelo aparece entre 50 cm y 1 m, el escurrimiento estimado debe ser reducido en una clase (ej: de media a baja). Si la mínima Ksat para el suelo ocurre debajo de 1 m, use la clase de Ksat más baja que se presente dentro del metro desde la superficie.

Tabla 7.

Índice de escurrimiento superficial Nombres de las clases	Código
Despreciable	N
Muy baja	VL
Baja	L
Media	M
Alta	H
Muy alta	VH

PERMEABILIDAD/ CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA SATURADA

La permeabilidad del suelo es la cualidad que le permite transmitir a través de él, el agua o el aire; se puede apreciar mediante el estudio de la textura, estructura, porosidad, de los horizontes del perfil.

El concepto tradicional del SCS (hoy NRCS) de permeabilidad del suelo y sus clases se están tornando obsoletos. El concepto de permeabilidad deriva originalmente del "coeficiente de permeabilidad" tal como era usado por los ingenieros civiles (Soil Survey Staff, 1951). Específicamente, el coeficiente de permeabilidad representa la capacidad de un medio poroso de transmitir los fluidos o los gases. Es un coeficiente sin unidades, totalmente independiente del tipo de fluido empleado; por ej., agua, aire, hidrocarburos, melasas.

La permeabilidad (tal como es empleada tradicionalmente por el NRCS) considera solamente al agua, a capacidad de saturación en el campo, como fluido de interés. Esto resulta en unidades de distancia /tiempo (ej.:

pulgadas/hora, cm/h, etc.) y en valores que no pueden ser extrapolados a otros fluidos (ej: hidrocarburos). Además, el concepto de la permeabilidad (como lo usa el NRCS) ha cambiado a través del tiempo. El trabajo original (O'Neil, 1952) medía caída de potencial, Ksat vertical, para un limitado número de muestras, referida al coeficiente de permeabilidad. A través del tiempo, el término "coeficiente" se ha dejado de usar. La extrapolación e inferencia a partir de un modesto grupo de datos de la Ksat original, produjo muchas estimaciones de la capacidad de otros suelos para conducir internamente el agua. Así, la permeabilidad es ahora una estimación cualitativa porque sus "valores" (es decir, clases) son inferidos a partir de la textura del suelo, o de otros sustitutos, en lugar de ser mediciones reales ("Exhibit 618-9, NSSH", Soil Survey Staff, 1996c). Esto es una cualidad del suelo, tal como el estado del suelo labrado, el cual no puede ser directamente cuantificado.

Otro parámetro (y concepto) ha reemplazado ampliamente a la permeabilidad. La Conductividad hidráulica (K) es el parámetro actual para medir la capacidad del suelo para conducir el agua. La conductividad hidráulica cuantifica la capacidad del material de conducir el agua. Es una variable numérica en una ecuación, que puede ser o bien medida, o estimada. Es uno de los términos de la ley de Darcy: $Q = K.A.i$, donde Q es el caudal (volumen), K es la conductividad hidráulica del material, A es el área a través del cual se mueve el fluido por unidad de tiempo, e i es el gradiente de presión (Δ potencial / Δ distancia); (Amoozegar y Warrick, 1986; Bouma y otros, 1982).

La conductividad hidráulica bajo condiciones de saturación es llamada Conductividad hidráulica saturada (Ksat), y es la condición más fácil de evaluar. Es también el dato más común de referencia usado para comparar el movimiento del agua en diferentes suelos, capas o materiales.

La permeabilidad es una estimación cualitativa de la relativa facilidad con la que el suelo conduce el agua. La conductividad hidráulica es un coeficiente matemático específico (cuantitativo) que relaciona la velocidad del agua en movimiento con el gradiente hidráulico.

Se recomienda la medición directa de la conductividad hidráulica saturada (Ksat) en lugar de una estimación de la permeabilidad, inferida a partir de otras propiedades del suelo. *NOTA:* Es recomendable determinar la Ksat de una capa de suelo promediando por lo menos tres determinaciones (repeticiones), aunque es preferible que las repeticiones sean 5 o más. La Ksat es notoriamente variable debido a una desigual distribución de los poros del suelo y a cambios temporales en algunos vacíos del suelo (ej.: grietas, bioporos, etc). Las repeticiones ayudan a captar las variaciones naturales de la Ksat dentro de los suelos y a reducir las influencias de grupos de datos que se apartan sensiblemente de la media general.

NOTA: Como en el caso de niños físicamente similares, siendo uno virtuoso y el otro no, similitudes aparentes en los suelos pueden ser engañosas. La permeabilidad y la Ksat no son sinónimos y no deben ser tratados como tales.

PERMEABILIDAD

Estime la **Clase de permeabilidad** de cada horizonte. Una guía para la estimación de la permeabilidad se encuentra en el "Exhibit 618-9, NSSH" (Soil Survey Staff, 1996c).

Clase de permeabilidad	Criterio: estimación en pulgadas / hora ¹
Impermeable	< 0,0015
Muy lenta	0,0015 a < 0,06
Lenta	0,06 a < 0,2
Moderadamente lenta	0,2 a < 0,6
Moderada	0,6 a < 2,0
Moderadamente rápida	2,0 a < 6,0
Rápida	6,0 a < 20
Muy rápida	≥ 20

¹ Estos intervalos de clases fueron originalmente definidos en unidades inglesas y son mantenidos aquí mientras no se disponga de equivalencias métricas convenientes.

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA SATURADA (K_{SAT})

La conductividad hidráulica saturada es usada para expresar la velocidad del movimiento del agua a través del suelo bajo condiciones (de campo) saturadas. Registre la **K_{sat} promedio (X)**, la **Desviación estándar (s)** y el **Número de repeticiones (n)** para las principales capas u horizontes, tal como son medidas con el método del potencial constante (ej.: medidor Amooze, permeámetro Guelph, etc.). **NOTA:** Este dato debería ser medido más que estimado y luego ubicado en clases. Las estimaciones del movimiento del agua basadas en la textura u otros sustitutos deben usar la precedente tabla de "Clases de permeabilidad".

Clases de K _{sat}	Criterio ¹	
	cm / hora	pulgada / hora
Muy baja	< 0,0036	< 0,001417
Baja	0,0036 a < 0,036	0,001417 a < 0,01417
Moderadamente baja	0,036 a < 0,36	0,01417 a < 0,1417
Moderadamente alta	0,36 a < 3,6	0,1417 a < 1,417
Alta	3,6 a < 36,0	1,417 a < 14,17
Muy alta	≥ 36,0	≥ 14,17

¹ Para unidades alternativas comúnmente usadas en estos límites de clases [ej.: unidades estándar internacionales (Kg s/m³)], ver el Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Staff, 1993; p.)

INUNDACIÓN - Estime la **Frecuencia**, la **Duración** y los **Meses** de inundación esperables. Ej: *rara, corta, Enero - Marzo*.

-Frecuencia-

Clase de frecuencia	Criterio: promedio estimado del nº de inundaciones por espacio de tiempo ¹
Ninguna	Sin posibilidad razonable (ej: < 1 vez en 500 años)
Muy rara	1 vez en 500 años, pero < 1 vez en 100 años
Rara	1 a 5 veces en 100 años
Ocasional ²	> 5 a 50 veces en 100 años
Frecuente ^{2,3}	> 50 veces en 100 años
Muy frecuente ³	> 50% de todos los meses en el año

¹ La frecuencia de inundación es una estimación de las condiciones naturales, no manejadas (ignora la influencia de diques, albardones, etc.).

² Históricamente, las clases Ocasional y Frecuente podían combinarse y recibir el nombre de clase Común. (Esto no es recomendable).

³ La clase Muy frecuente tiene preferencia sobre la clase Frecuente, si es aplicable.

-Duración-

Clase de duración	Criterio: promedio estimado de duración por cada evento de inundación
Extremadamente corta	0,1 a < 4 horas
Muy corta	4 a < 48 horas
Corta	2 a < 7 días
Larga	7 a < 30 días
Muy larga	≥ 30 días

- **Meses** - Estimar el o los meses en los que generalmente comienza y termina la inundación; ej: Dic - Feb.

ENCHARCAMIENTO (ANEGAMIENTO) - Estimar o monitorear la **Frecuencia**, **Profundidad** y **Duración** del agua estancada. En PDP, también anote los meses en los que generalmente ocurre el encharcamiento. Un ejemplo completo sería: *ocasional, 50 cm, corto, Febr - Abr*.

- Frecuencia -

Clase de frecuencia	Criterio: promedio estimado de eventos de encharcamiento por espacio de tiempo
Ninguna	< 1 vez en 100 años
Rara	1 a 5 veces en 100 años
Ocasional	> 5 a 50 veces en 100 años
Frecuente	> 50 veces en 100 años

- **Profundidad** - Estimar el promedio representativo de la profundidad del agua encharcada en el sitio de la observación; especificar unidades. Ej: 1 ft, ó 30 cm.

- **Duración-**

Clase de duración	Criterio: promedio estimado de tiempo por cada encharcamiento
Muy corta	< 2 días
Corta	2 a < 7 días
Larga	7 a < 30 días
Muy larga	≥ 30 días

FORMACIONES ESPECIALES Y OTROS RASGOS DE CARACTERIZACIÓN

CONCRECIONES

Son concentraciones de sustancias químicas endurecidas de diverso color, tamaño y forma. Indican fenómenos de disolución y precipitación en el suelo, por repetidos humedecimientos y movimientos de agua en los perfiles, seguidos por desecación. Es más común encontrarlas en suelos hidromórficos que en los perfectamente drenados, a excepción de las de calcáreo, que se pueden encontrar en ambos.

Concreciones de carbonato de calcio existen redondeadas o ramificadas, con tamaños de pocos milímetros hasta más de 10 cm. El loess suele tener cierta abundancia de estas concreciones, llamadas “muñequillas de loess” (losskindl) o “tosquillas”. Estas concreciones no son sólo de carbonato de calcio, también contienen una cantidad variable de carbonato de magnesio, junto con otros minerales del suelo. Su color varía del blanco hasta el rojizo o grisáceo, depende de las condiciones de precipitación y de los procesos edafogénicos. A lo largo del tiempo estas concreciones pueden variar, aumentar o disminuir su tamaño, dependiendo también de los procesos de evolución del suelo.

La presencia de concreciones de calcáreo se comprueba con ácido clorhídrico diluído, mostrando efervescencia en ella.

Otras concreciones son de hierro o hierro – manganeso; semejan municiones. Pueden formarse bajo alternadas condiciones de reducción y oxidación y se hallan presentes aún en suelos moderadamente drenados. Las concreciones de hierro férrico pueden comprobarse con unas gotas de sulfocianuro de

potasio en medio ácido, evidenciando color rojo intenso. Las concreciones de dióxido de manganeso (negras), se comprueban con agua oxigenada al 5%, produciendo efervescencia fuerte y violenta, por la acción catalítica de la pirolusita (MnO_2) sobre la descomposición del agua oxigenada. Una leve efervescencia en la parte negra indica materia orgánica, que no se debe confundir con la anterior.

También existen concreciones formadas por la adhesión de partículas del suelo con cemento silícico y otras debidas a aluminio o titanio. En ciertos suelos tropicales hidromórficos, la plintita puede concentrarse en agregados irregulares, muy duros al desecarse el suelo.

PANES Y CEMENTACIONES

Los panes son horizontes o capas compactadas a veces endurecidas o cementadas. Pueden ser genéticos, es decir formados durante el actual ciclo de meteorización y edafización, o ser relictos de ciclos anteriores. Su presencia es importante en el uso de suelos, ya que son negativos para la penetración de las raíces y el agua. Por eso su presencia a poca profundidad resta capacidad de uso al suelo.

Los panes incluyen, claypanes, duripanes, fragipanes, horizontes petrocálcicos, plácicos y petroféricos.

La cementación del suelo se refiere a una consistencia dura y quebradiza, dada por sustancias cementantes, como carbonato de calcio, yeso, sílice, sales u óxidos de hierro o aluminio o una combinación de dos o más de ellos. Entre los panes cementados con calcáreo o con yeso, se hallan las capas llamadas toscas o caliches.

Al describir un suelo se pueden distinguir dos clases de panes: la primera incluye horizontes o capas que, aunque compactas y endurecidas especialmente cuando están secas, no están cementadas y se pueden describir con los términos estándar de textura, estructura y consistencia. Entre ellas están los CLAYPANES (horizontes B-texturales) y pisos de arado. La segunda clase incluye a los panes irreversiblemente cementados, aún con prolongadas mojaduras, que no se describen con los términos de textura, estructura y consistencia usuales.

FRAGIPÁN

Se refiere a ciertos panes de textura franca, pobres en materia orgánica, cementados con hierro y de consistencia dura pero quebradiza. Cuando se humedecen se hacen moderadamente frágiles, es decir, son panes endurecidos reversiblemente. Generalmente son moteados, lentamente permeables, con límites abruptos y en muchos casos se pueden observar formaciones de polígonos. Muchos fragipanes poseen una estructura laminiforme dentro de los prismas grandes, aunque la estructura en bloques es más común. Se hallan en suelos desarrollados sobre materiales originarios residuales como transportados.

DURIPÁN

Son panes cementados con sílice en su forma opalina o microcristalina, soluble en álcali concentrado. A menudo contienen agentes cementantes accesorios como óxidos de hierro, aluminio o carbonato de calcio. Varían en aspecto y espesor, se distinguen de los fragipanes no sólo por su dureza.

Los duripanes se encuentran en climas donde puede formarse sílice soluble durante la meteorización. Sus materiales originarios contienen poco calcio, cuando éste es abundante los carbonatos tienden a sustituir a la sílice como cementante y los duripanes pasan a ser CALCIPANES. Cuando más del 50% de la cementación es por CO_3Ca , el pan se denomina HORIZONTE PETROCÁLCICO.

La cementación más fuerte suele ocurrir cuando el suelo es rico en vidrio volcánico.

Resumiendo las características de los duripanes:

- Cementación suficientemente fuerte como para que sus fragmentos no puedan desarmarse en agua (irreversible).
- Agentes cementantes insolubles en ácido pero solubles en álcali concentrado y caliente.

HORIZONTE PETROCÁLCICO

Es un horizonte masivo, cementado con carbonatos y a veces con sílice. Posee en su techo estructura laminar con una dureza de por lo menos 3 en la escala de Mohs. Más del 50% del horizonte se desagrega al tratarse con ácido, pero no con agua. Las capas de “tosca” masiva o en plancha, a menudo son horizontes petrocálcicos.

HORIZONTE PETROGÍPSICO

Es un horizonte cementado con yeso. Es un caso especial de horizonte gípsico, lo bastante endurecido con sulfatos como para no desleírse en agua.

HORIZONTE PETROFÉRRICO

Es una capa endurecida y continua, cementada por hierro, sin materia orgánica. De áreas subtropicales

HORIZONTE PLÁCICO

Es un pan cementado con hierro, manganeso y complejos de materia orgánica, lo que lo distingue del petroférico.

DURINÓDULOS

Son concreciones cementadas, débiles, que se desagregan en OHNa concentrado, después de haberse tratado con HCl. Responden a la definición de duripán, pero no forman un horizonte continuo. Aparecen en forma de bochas de tamaño variable. Cuando más del 30% del volumen del horizonte

consiste en durinódulos, se lo considera duripán. La presencia de durinódulos indica formación incipiente de un duripán.

ACUMULACIÓN Y PANES DE ARCILLA

Las acumulaciones de arcilla se suelen originar por procesos edafogénicos y su presencia puede ser determinante para la clasificación del suelo. Comprenden horizontes B texturales (argílicos si cumplen con las exigencias de taxonomía), panes de arcilla (claypan) y lamelas texturales.

La acumulación de arcilla del horizonte iluvial suele presentarse como “clayskins”, “barnices” o películas brillosas de arcilla iluvial sobre la superficie de los agregados, o en sus poros y grietas, o revestimientos arcillosos en los canalículos, o como puentes de arcilla entre los granos de suelos arenosos.

HORIZONTE B TEXTURAL

Es el horizonte iluvial en el cual se han acumulado arcillas silíceas en medidas significativas, en forma de clayskins. Se lo considera pan de arcilla o claypan cuando posee un gran enriquecimiento de arcilla y se haya separado del horizonte superior por un límite claro o abrupto.

LAMELAS TEXTURALES

Son capas texturales delgadas, más o menos horizontales, con un espesor de $\frac{1}{2}$ a pocos cm que a veces pueden entrecruzarse. Se las puede hallar hasta en profundidades de varios mts. Son observables en suelos de textura franca o más gruesa. Cuando tienen 1 cm de espesor como mínimo y sumadas miden 15 cm por lo menos, el horizonte pasa a ser un argílico.

Para distinguir un horizonte B textural de uno no textural, se puede tomar en cuenta la relación que resulta de dividir el % de arcilla del horizonte B por el % de arcilla del A (límite 1,2% para suelos con más de 15% de arcilla en el horizonte A).

Para menos de 15% de arcilla en el horizonte A, se exige un incremento absoluto de 3% en el B respecto del A, para ser considerado B textural.

La acumulación de arcilla en estos horizontes se produce por iluviación desde los suprayacentes, pero es raro que se movilice la arcilla sola siendo acompañada por la materia orgánica dispersa, sesquióxidos, hidróxidos de hierro, aluminio y/o manganeso o sílice. Las iluviaciones de materia orgánica más arcilla en el B se reconocen como chorreaduras o manchas de materia orgánica.

BARNICES O CUTANES

Para una buena descripción de los barnices o películas de arcilla en el horizonte B, se consideran los siguientes aspectos:

Composición:

- Barnices formados exclusivamente por arcilla iluvial.

- De arcilla y materia orgánica (complejos humínico – arcillosos iluviales) en suelos con B textural de la región pampeana.
- Arcilla más óxido e hidróxido de hierro y aluminio (sesquióxidos), en suelos podsólicos.
- Arcilla y sales solubles (cloruros, sulfatos, carbonatos)
- Formados casi exclusivamente por materia orgánica, de color alquitrán.

Abundancia: se indica si son escasos, abundantes o muy abundantes.

Espesor: finos, medios o gruesos.

Color: se da en la notación Munsell, en húmedo y en seco.

Se debe diferenciar los barnices de arcilla o clayskins de los slikenides, ya que tienen distinto origen.

Los **clayskins** se encuentran en las caras verticales y horizontales de los agregados, son deposiciones de material iluvial sobre las superficies o revisten poros o canalículos.

Los **slikenides** son planos lustrosos y estriados que indican ciertos movimientos diferenciales dentro del suelo, causados por una hinchazón no uniforme que provoca fricción entre los agregados al mojarse el suelo. Los planos de fricción se observan en suelos con abundantes minerales de arcilla expandible (o de retículo 2:1), en especial montmorillonita. Al mojarse el suelo se genera una gran presión dentro de éste, y los movimientos de fricción resultantes, provocan la formación de slikenides.

Los slikenides pueden distinguirse con facilidad entre los 25 y 50 cm de profundidad en forma de dibujos estriados y lustrosos de arcilla. Es característico también que los agregados gruesos en forma de paralelepípedos aparezcan algo inclinados; los slikenides son visibles en sus caras basales inclinadas. La presencia de slikenides en un suelo es importante, pues revela la presencia de arcilla expandible en abundancia.

Se indica su abundancia, si son escasos, abundantes o muy abundantes.

EFLORESCENCIAS Y PSEUDOMICELIOS

Se refiere a la existencia de formas cristalinas de sales en costras, revestimientos, etc. Son comunes las de carbonatos, cloruros y sulfatos de calcio, magnesio y sodio.

Se pueden encontrar sobre la superficie del suelo, como películas sobre paredes de grietas o partículas, pseudomicelios, manchas, etc. Se hallan en suelos de áreas secas.

KROTOVINAS

Son marcas tubulares irregulares de material de un horizonte, transportado dentro de otro horizonte, causadas por el relleno de túneles cavados por animales que viven en el suelo. En el perfil aparecen como marcas redondeadas o elípticas de distinto tamaño.

LENGUAS

Son penetraciones de material de un horizonte A2 en forma de revestimientos, sobre las caras laterales de los agregados de un B2t subyacente. Por su forma ondulada de longitud mayor que su ancho, parecen lenguas de color blancuzco.

POROS

El suelo es un sistema de tres fases: sólida, líquida y gaseosa en proporciones variables. La fase líquida (agua o una solución acuosa) y la gaseosa (aire) ocupan conjuntamente los poros. El volumen total de los poros se llama "porosidad total", que se puede calcular en el laboratorio en base a la densidad aparente.

Por su origen son: texturales, estructurales y específicos. Los primeros se refieren a los poros entre las partículas primarias y entre los granos de arena; son capilares y se los puede observar con microscopio en cortes delgados. Por ello este aspecto de la porosidad no se describe a campo.

La porosidad estructural se refiere a los poros entre los agregados, corresponde a grietas o fisuras; éstas no son permanentes y su tamaño varía con el contenido de humedad del suelo (dilatación y contracción), por eso es difícil describirla y clasificarla. Pero la forma y distribución de éstos se hallan relacionadas con la morfología y el tamaño de las caras de los agregados. Describiendo la macroestructura, se caracterizan indirectamente estos tipos de poros.

La porosidad específica comprende los poros producidos por las raíces, insectos y otros animales y a las vesículas de algunos suelos causadas por gases o aire. Son semipermanentes y su tamaño varía poco con el contenido de humedad. Son muy importantes para el desarrollo de las raíces y las características físicas del suelo; dan una idea de la actividad biológica. Se encuentran entre los macro y mesoporos.

Resumiendo, los poros macroscópicos son en parte no permanentes (grietas, fisuras), los semipermanentes se caracterizan por *tamaño* y *abundancia*.

Una subdivisión más detallada:

- 0,2 – 1 mm: muy finos
- 1 – 2 mm: moderadamente finos
- 2 – 5 mm: moderadamente gruesos
- > 5 mm: muy gruesos

- *Abundancia*: escasos, comunes y abundantes.

LA REACCIÓN DEL SUELO (pH)

Por lo general el pH refleja el estado de saturación con bases del suelo; ej suelos ácidos tienen valores altos de hidrógeno intercambiable. Esto junto con las demás características dice mucho sobre el grado de meteorización, composición del material originario, grado de lavado, influencia de la vegetación, etc.

Los métodos para determinar el pH pueden ser electrométricos o colorimétricos; los primeros son los que se usan en laboratorio, el más común es el potenciómetro o medido de pH con electrodo de vidrio. Los basados en los cambios de color de indicadores como fenolftaleína, se usan a campo.

Indicadores de pH

Nombre común	Valor crítico de pH	Cambio de color (centro es el pH crítico)	Concentración del Indicador usado (%)
1. Acido pícrico	0,4	I -Am -Am	0,25
2. Verde malaquita	1,0	Am- AmV- AzV	0,04
3. Azul de timol	1,9	R-An - Am	0,04
4. Dinitrofenol	3,1(2,7)	I- Am -Am	0,25
5. Anaranjado de metilo	3,7	R-Am-An	0,1
6. Azul de bromofenol	4,0	Am -Pu -Vi	0,04
7. Verde de bromocresol	4,6	Am -V- Az	0,04
8. Rojo de clorofenol	5,6	Am -AnRs- Vi	0,04
9. Rojo de metilo	5,7	R-An - Am	0,125
10. p-nitrofenol(m-)	5,2(6,7)	I-Am - Am	0,25
11. Púrpura de bromocresol	6,2	Am- Pu- Vi	0,04
12. Azul de bromotimol	6,9	Am -V- Az	0,04
13. Rojo de fenol	7,3	Am- Ran -Vi	0,04
14. Púrpura de m-cresol	8,3	Am- An - R	0,04
15. Fenolftaleína	8,3	I- Rs - Rs	1,0
16. Azul de timol	8,9	Am-Pu-AzVi	0,04
17. Timolftaleína	9,4	I- Az- Az	0,2
18. Amarillo de alizarina R	10,3	Am-An - R	0,04
19. Verde malaquita	11,5	AzV-AzV-I	0,04

pH en agua (relación 1: 2,5) Normas de Reconocimiento de Suelos (Etchevehere, 1976)	
< a 3,5	Ultra ácido
3,5 - 4,4	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
6,1 - 6,5	Ligeramente ácido
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
7,4 - 7,8	Levemente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino
> 9,0	Muy fuertemente alcalino

CARBONATOS LIBRES

La presencia de carbonatos libres en el suelo se puede comprobar con HCl al 10 % y el grado de reacción, que se manifiesta por un burbujeo o efervescencia, sirve como indicio de la cantidad de carbonatos presentes. Se indica como débil, moderado o fuerte.

Hay que observar si la efervescencia se debe a trocitos de calcáreo que pueden provenir de la roca madre, o concreciones formadas por procesos secundarios, o a calcáreo distribuido en toda la masa, o a concentraciones de aspecto blando pulverulento, como ocurre en las regiones secas.

Es importante establecer los límites de la efervescencia en relación con los agregados estructurales y la profundidad.

CUESTIONARIO GUIA

1. ¿Que entiende por horizonte principal?
2. Liste las principales características de los horizontes A, B, E y C. Elija un perfil observe si las características que mencionó están presentes en el mismo.
3. Discuta cuales son los elementos que tiene en cuenta para dividir los horizontes principales.
4. ¿Qué entiende por horizontes de transición? Busque en los perfiles que tiene desarrollados por escrito y analice por que son transiciones.
5. Discuta los símbolos: b; ca (k); t; g; w. Encuentra alguno de ellos en sus perfile

▪ BIBLIOGRAFÍA

- Etchevehere Pedro H. 1998. Normas de Reconocimiento de Suelos (actualización). 237pp.
- Porta, J.; Lopez Acevedo, M. y Roquero, C. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa .849 pp.
- Conti Marta (coordinadora). 1998. Principios de Edafología, con énfasis en suelos argentinos. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires Argentina. 350 pp.
- Dorronsoro Carlos. Curso de Introducción a la Edafología. Universidad de Granada. España. <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema00/progr.htm>
- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture. <http://soils.usda.gov/procedures/ssm/main.htm>
- Instituto de suelos. Centro de Recursos Naturales. INTA. Juan Carlos Salazar Lea Plaza (Coordinador). 2000. Traducción al español de "Field Book for Describing and Sampling Soils" (NRCS, USDA, 1998).

Aclaraciones:

- PDP: Programa de descripción de Pedones
- NASIS: National Soils Information System, del NRCS (Servicio de Conservación de Recursos Naturales) de USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos)

Planillas de Campo para Descripción de Perfiles

Fecha:
Observación Nº:
Punto GPS:

Apoyo Aerofotográfico

Vuelo:

Mosaico:

Corrida:

Aerofotograma:

Ubicación:

Relieve:

Vegetación Actual:

Cobertura Vegetal:

Drenaje:

Profundidad de la Napa Freática:

Unidad Geomorfológica:

Material Original:

Permeabilidad:

Sales y/o Sodicidad:

Observaciones:

Horizonte	Profundidad (cm)	Limite		Textura	Estructura			Consistencia			pH	CO ₃ ⁼	Barnices	Concreciones	Moteados	Humedad	Raíces	Formaciones Especiales
		tipo forma	Seco Húmedo		TIPO			S	H	M								
					CLASE													
					GRADO													

Observaciones:

Muestras recolectadas:

Reconocedor: