



Guía rápida para el levantamiento de suelos en campo

Enero 2016

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestres - SERFOR
Avenida 7 N° 229, Rinconada Baja, La Molina, Lima (Perú)

Dirección General de Política y Competitividad Forestal y de Fauna Silvestre - DGPCFFS

Dirección de Promoción y Competitividad

Programa Nacional de Promoción de Plantaciones Forestales Comerciales

Guía rápida para el levantamiento de suelos en campo

I. INTRODUCCIÓN

Como cualquier actividad agrícola, las plantaciones forestales requieren para su buen desarrollo una adecuada selección de sitio, en la que se toman en cuenta factores edafoclimáticos básicos como son: topografía, profundidad efectiva, textura, drenaje, pH, fertilidad; altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa, vegetación. También, se debe conocer la infraestructura de comunicaciones existentes y utilizables por los propietarios de las plantaciones en las áreas a plantar para proyectar los procesos de transformación, comercialización e industrialización de los productos y subproductos provenientes de las plantaciones forestales. Por estas razones, se debe disponer de una zonificación de las áreas potencialmente aptas para establecer proyectos de plantaciones, técnica, social, ambiental y económicamente viables, que permita orientar e impulsar el desarrollo del sector forestal de una región y proporcione ciertos márgenes de confiabilidad para el fomento de la inversión en plantaciones comerciales.

Uno de los temas centrales en la selección de sitio son los estudios de los suelos, de allí la necesidad de contar con una pequeña guía que facilite el trabajo en campo de los especialistas y técnicos en el recojo de información para el estudio de suelos; esta guía busca homogenizar criterios técnicos en la descripción del perfil del suelo y de las características ecogeofisiográficas.

Finalmente la guía es producto de las acciones desarrolladas en el marco del Programa Nacional de Promoción de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales desarrollado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR. El trabajo de campo se realizó en los meses de noviembre y diciembre del año 2015 y abarcaron cinco departamentos: Huánuco, Áncash, Apurímac, Junín y Pasco, en las diversas unidades fisiográficas.

II. CALICATAS

Son excavaciones en el terreno de 1.5 de largo x 0.80 o 1.0 m ancho y entre 1.2 y 1.50 m de profundidad, o hasta el contacto lítico con la roca madre en los cuales se encuentra expuesto el perfil completo del suelo. La excavación se efectúa normalmente con pico y pala recta. Las calicatas permiten la descripción directa y detalladamente el perfil representativo del suelo que se desea estudiar. El propósito del muestreo es para establecer todas sus propiedades y características modales más frecuentes para una posterior clasificación. Las calicatas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno.

III. UBICACIÓN DE LA CALICATA

La ubicación o distribución de las probables calicatas se realiza en gabinete de acuerdo al mapa fisiográfico preliminar; que se elabora a partir de la interpretación de imágenes

de satélite mediante el método de análisis fisiográfico y apoya de otras disciplinas como zonas de vida, geología/litológico y geomorfología (relieve); sin embargo, en la fase de campo se verifica y corrige los puntos determinados en la fase de gabinete, recorriéndose toda la zona de estudio y seleccionándose los puntos definitivos de la apertura de las calicatas.



Figura 1: Reubicación de la calicata en campo.

El jefe de brigada utilizando el receptor GPS ubicará las calicatas que fueron distribuidas en fase de gabinete; en esta fase se verifica la ubicación de la calicata si son representativas a la zona de estudio (unidad fisiográfica representativa); caso contrario, si no es representativa se corrige o se reubica las calicatas definitivas en campo a fin de obtener información representativa. (Figura 1)

IV. EXCAVACIÓN DE LA CALICATA

Excavaciones se realizan con la ayuda de una pala y pico, con las dimensiones antes mencionadas (figura 2), de profundidad variable que pueden estar limitadas por capas endurecidas, elevada gravosidad o pedregosidad dentro del perfil, napa freática cerca de la superficie o afloramientos rocosos

Las calicatas deben orientarse de manera que al momento de la observación o descripción del perfil y registro de fotografías se encuentren iluminadas por la luz directa del sol.



Figura 2: Dimensiones de la calicata.

Las calicatas que se encuentran ubicadas en pendiente, la lectura se realizara en la parte más profunda. Asimismo, para facilitar la lectura y el ingreso a la calicata, se recomienda hacer una grada que servirá como escalera para el ingreso y salida, que facilita en la descripción y toma de muestra.

El suelo extraído de la primera capa (horizonte superficial) se coloca al costado de la calicata y las capas subsiguientes (Horizontes subsuperficiales o capas más profundas) se colocan al otro extremo de la calicata para evitar la mezcla del material extraído (figura 3).



Figura 3: Incorrecto depósito de tierra

Al término de la lectura de la calicata o descripción del perfil, se deberá regresar la tierra en su forma original para disminuir los impactos negativos de la actividad.

La parte que se utilizará para efectuará la identificación de horizontes genéticos, descripción del perfil y registro fotográfico debe quedar perpendicular y limpia (figura 4).

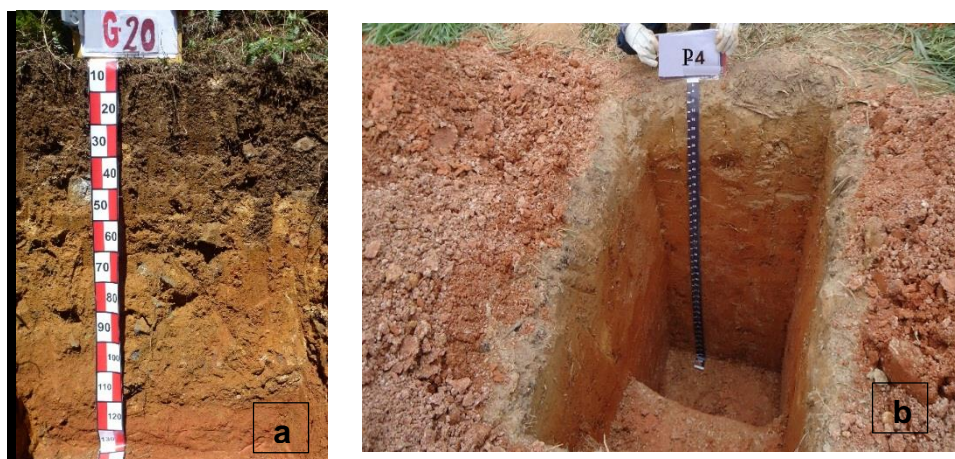


Figura 4: (a) Perfil correcto para la descripción, (b) Correcto depósito de tierra

V. REGISTRO DE FOTOGRAFÍAS

Después de la excavación de la calicata se procede a realizar el registro fotográfico del perfil con la cinta métrica al lado izquierdo, el código respectivo de la calicata y la fecha (ver figura 5); asimismo, el registro fotográfico del paisaje se realiza los 360°, registrando como mínimo 10 fotos del paisaje y 5 fotos del perfil, posteriormente colocar en una carpeta.

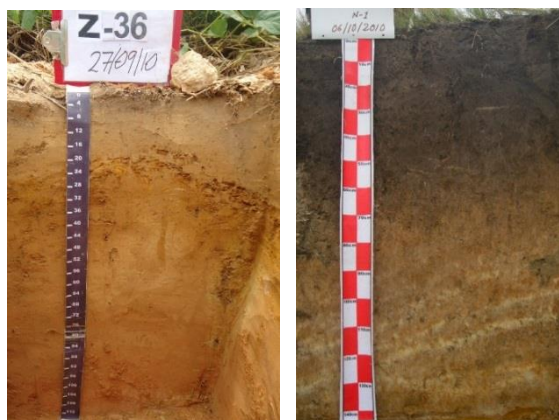


Figura 5: Registro del perfil de la calicata y del paisaje



Figura 6: Fotografía paisajística de la ubicación de la calicata.

VI. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO

La descripción del perfil del suelo se realiza en el formato de la fichas (tarjeta) de descripción (ver figura 7); asimismo en el anexo A, se aprecia modelos de fichas rellenas en diferentes paisajes.


Ficha de descripción de suelo										
Programa:					Calicata:					
Responsable:					Cantidad de muestras:					
Información General (Características Ecogeográficas)	Departamento:			Provincia:			Distrito:			
	Localidad:			Altitud (msnm):		Coord UTM:	E:	N:	Fecha:	
	Nombre del Suelo:			Paisaje:			Subpaisaje:			
	Zona de Vida:			Clima:			Pendiente:	Relieve:		
	Material Parental			Formac. Litológica			Drenaje	Reg. Humedad	Reg. Temperatura	
	Cerosión	Tipo	Pedreg. supe. (%)	Gravos, forma (%)	Guijar, formas (%)	Epipedón	Horiz. Subsuper.	Carac. Diag.		
	Grado	Piedras, forma, %:		Napa Freática:	Prof. Efvz. (cm)	Dist. Raíces (cm)	Uso Actual			
	Soi Taxóromy (2014)			T. Med. Año (°C)	Precip. Año (mm)	Uso Mayor (2019)	Especies precominantes			
	Página 1									
	Características Físicas y Biológicas	Profundidad (cm)								
Horiz. Génético										
Color (Munsell)		Hum								
		Soca								
Moteaduras		Color %								
Clase textural		Cam								
		Lub								
Frag. Gruesos		Tamaño								
		Forma								
		Frag. %								
Estruct. (For, Tama., gra)										
Consistencia										
Raíces (tamaño, cantidad)										
Límite (Amplitud y Forma)										
Otras Caract. - Observ. Presencia Mesolaunas										
Código fotos 360:				Código fotos perfil:						
1.	5.	1.	1.	2.	2.	3.	3.	4.		
2.	6.	2.	3.	3.	4.	4.	4.	4.		
3.	7.	3.	4.	4.	5.	5.	5.	5.		
4.	8.	4.	5.	5.	6.	6.	6.	6.		

Figura 7: Formato de la ficha de descripción del perfil del suelo.

A. Información general (características ecogeofisiográficas)

Antes de realizar la descripción del recurso suelo, es necesario coleccionar información de las características ecogeofisiográficas del sitio, tales como:

- **Número o código de calicata (perfil):** Se coloca el código que es un valor significativo de nombre del suelo, pero valioso para la coordinación de la información descriptiva y de laboratorio.
- **Nombre del suelo:** se coloca el nombre del lugar, nombre del centro poblado, nombre del río, quebrada o cerro, a la unidad de suelo del cual el perfil es representativo para un nivel de identificación.
- **Fecha de la observación:** Indicar el día, mes y año de la descripción del suelo
- **Ubicación:** Se indica la ubicación política (departamento, provincia y distrito)
- **Coordenadas:** se colocan las coordenadas UTM WGS 84 (Este y Norte).
- **Altitud:** expresado en metros sobre el nivel del mar (msnm).
- **Forma del terreno (relieve):** se refiere exclusivamente a la forma de la superficie del terreno. Pueden ser planos, ligeramente ondulados, ondulados, disectados, escarpados.
- **Paisaje:** para describir el paisaje se considera los grandes acontecimientos geológicos, litología y edad (ejm. Montañas de rocas calizas del Cretáceo Superior, planicie aluvial del Holoceno, planicie coluvio –aluvial del Pleistoceno o colinas bajas de rocas areniscas del Cretáceo Inferior, planicie marino del Holoceno); asimismo, la descripción del **subpaisaje paisaje** se realiza dentro del paisaje (ejm. Terraza alta, media, baja, fondo de valle, cono de deyección, abanico aluvial, ladera de montaña, cima de montaña, Meseta, cresta (escarpe), etc. En estudios más detallados se requiere considerar **elementos de paisaje**, pendiente, inundabilidad, micro relieve, relieve y otros. (lomadas son menores a 30 metros de altura entre la base y la cima, colinas bajas entre 30 a 90 m de altura, colinas altas entre 90 a 300 m de altura, las montañas son considerados cuando superan los 300 m de altura entre la base y la cima)
- **Vegetación:** Deberá ser descrita en primera instancia en términos simples (por ejemplo: bosque de especies de hojas caducas, pastos altos, bosque abierto, etc) seguido, en lo posible, por la descripción de las especies botánicas presentes, con la indicación de las dominantes (si las hay). Si el terreno es aprovechado, se describirá la naturaleza de su uso. En el caso de tierras de labranza, se enumeran los cultivos principales.
- **Uso de la tierra:** Implica el uso actual de la tierra, ya sea agrícola o no, en donde la calicata es localizado. El uso de la tierra tiene gran influencia en la dirección y en la tasa de formación del suelo; su registro realza considerablemente el valor interpretativo de los datos del suelo. (ej. Cultivos de papa, cultivo de habas, pastos naturales con pastoreo, etc.).
- **Clima:** Como mínimo se recolecta información sobre la temperatura promedio mensual (en grados Celsius) y la precipitación media mensual (en milímetros),

haciendo uso de datos existentes de la estación meteorológica más cercana al sitio. Se toma nota bajo que condición se realizó la descripción del perfil (ej. Soleado, nublado, lluvioso, cálido, húmedo, etc.)

- **Zona de vida:** se coloca en qué tipo de zona de vida se encuentra ubicado la calicata (ej. Bosque húmedo Tropical o Bosque húmedo montano tropical).
- **Formación geológica y/o Litología:** Se refiere a las diferentes formaciones geológicas o litología que se encuentran en las cartas geológicas realizados por el INGEMMET. Por lo tanto se requiere colocar en qué tipo de litología se encuentra desarrollado el suelo (ej. Calizas y areniscas o lutitas, etc.)
- **Numero de muestras:** colocar número de muestras colectadas en cada calicata.
- **Material parental:** Es el material de donde presumiblemente el suelo se formó. Este es descrito de la manera más precisa posible, indicando su origen y naturaleza. Existen básicamente dos grupos de material parental sobre el cual el suelo se formó: material intemperizado que se encuentra sobre las rocas que le dio origen (residual) y los materiales parcialmente consolidados y que fueron transportados, por agua, llamados aluvial (fluvial si fue transportado por un río), o por gravedad, (llamado coluvial) y eólico si es transportado por el viento, coluvio-aluvial cuando es transportado por combinación entre la fuerza de la gravedad y corriente de agua.
- **Pendiente donde está situado la calicata:** se refiere a la inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal; está expresada en porcentaje, es decir la diferencia de altura en 100 metros horizontales. Los rangos de pendiente se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Rangos de pendiente corta y larga.

Pendiente corta			Pendiente larga		
Término descriptivo	Rango %	Símbolo	Término descriptivo	Rango %	Símbolo
Plano a casi nivel	0 – 4	A	Plano a casi nivel	0 – 2	A
Ligeramente inclinada	4 – 8	B	Ligeramente inclinado	2 - 4	B
Moderadamente inclinada	8 - 15	C	Moderadamente inclinado	4 – 8	C
Fuertemente inclinada	15 – 25	D	Fuertemente inclinado	8 - 15	D
Moderadamente empinada	25 – 50	E	Moderadamente empinado	15 – 25	E
Empinada	50 – 75	F	Empinado	25 – 50	F
Muy empinada	> 75	G	Muy empinado	50 – 75	G
Extremadamente empinada			Extremadamente empinado	> 75	H

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

- **Drenaje:** Es la rapidez y grado con el que el agua es removida del suelo en relación con el escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. En el Cuadro 2 se muestran las clases de drenaje.

Cuadro 2: Clases drenaje

Clases	Rapidez con que el agua es removida
Excesivo	Muy rápidamente
Algo excesivo	Rápidamente.
Bueno	Con facilidad pero no rápidamente.
Moderado	Algo lenta, de tal manera que el perfil está mojado por un periodo pequeño, pero significativo de tiempo.
Imperfecto	Tan lento como para mantenerlo mojado por períodos significativos, pero no todo el tiempo.
Pobre	Tan lento que el suelo permanece mojado por un largo período de tiempo.
Muy pobre	Tan lento, que una lámina de agua permanece en la superficie casi todo el año, impidiendo el desarrollo de las plantas mesofíticas.

Fuente: Ministerio de Agricultura. D.S. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009.

- **Profundidad efectiva del suelo:** Es el espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite inferior está dado por capas de arcillas muy densas, capas extremadamente duras, materiales fragmentarios (gravas, piedras o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes del desarrollo normal de las plantas. En el cuadro 3 se muestra la calificación (clases) que se da al suelo de acuerdo a su profundidad efectiva.

Cuadro 3: Clases de profundidad efectiva

Profundidad (cm)	Clases
< 25	Muy superficiales
25 – 50	Superficiales
50 – 100	Moderadamente profundo
100 – 150	Profundo
> 150	Muy profundo

Fuente: Ministerio de Agricultura. D.S. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009

- **Pedregosidad superficial:** Se refiere a la proporción relativa de piedras mayor a 25 cm de diámetro que se encuentra en la superficie del suelo. Su clasificación se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Clases de pedregosidad superficial

% Cobertura de la superficie	Distancia entre piedras	Clase
0,01 a 0,1%	< 20m	Libre a ligeramente pedregoso
0,1 a 3%	3 – 20m	Moderadamente pedregoso
3 a 15%	1 – 3m	Pedregoso
15 a 50%	0,5 – 1m	Muy pedregoso
50 a 90%	< 0,5m	Extremadamente pedregoso

Fuente: Ministerio de Agricultura. D.S. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009

- **Erosión:** Se refiere al desprendimiento, transporte y deposición del material del suelo por el escurrimiento superficial. La forma, tipo y los grados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Formas, tipo y grados de erosión.

Forma erosión	Tipo	Grado de erosión	Descripción
Hídrica	Laminar, surcos o cárcavas	Muy ligera	Arrastre imperceptible de partículas del suelo.
		Ligera	Síntomas de erosión laminar. Presencia de canalículos.
		Moderada	Presencia de regular cantidad de surcos y moderada cantidad de cárcavas.
		Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles por las labores del cultivo.
		Extrema	Suelos destruidos o truncados.

Fuente: Ministerio de Agricultura. Reglamento de Clasificación de Tierras 2009

- **Permeabilidad:** Se refiere a la velocidad con la que el agua se moviliza a través del perfil. Se la relaciona con la textura del suelo. En el cuadro 6 se presenta la permeabilidad según la clase textural.

Cuadro 6: Permeabilidad relacionada a la clase textural de los suelos

Permeabilidad	Textura
Muy rápida	Arena franca gruesa y arenas
Rápida	Arena franca
Moderadamente rápida	Franco arenoso
Moderada	Franco limoso, franco, franco arcillo arenoso
Moderadamente lenta	Franco arcillo limoso, franco arcilloso, arcillo arenoso, limoso
Lenta	Arcillas, arcillo limoso, masivos
Muy lenta	Arcillas finas

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

B. Descripción de la morfología de perfil del suelo

- Identificación de horizontes o capas:** La división del perfil en horizontes o capas se efectúa al detectarse cambios en la consistencia del suelo al raspar éste con la picota. Otras propiedades que ayudaran a la delimitación son el color, textura y la presencia de fragmentos muy gruesos (gravas, guijarros). Después de la división se identifica el tipo de horizonte genético, el cual está relacionado con el desarrollo del suelo.

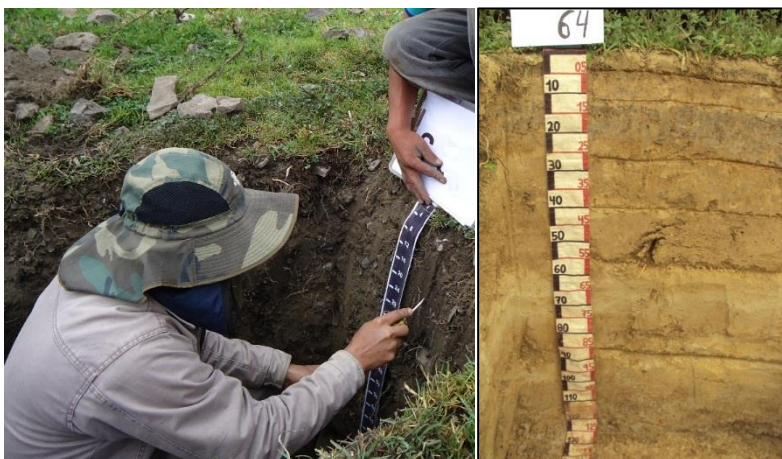


Figura 8: Identificación de horizontes por consistencia

En el anexo B se presenta los diferentes tipos de horizontes genéticos y sufijos que se asignan al perfil del suelo.

- Color:** Es determinado por comparación con la hoja de colores del sistema Munsell (figura 9). El sistema usa tres elementos para diferenciar el color: HUE, VALUE y CROMA.

- HUE: identifica el color del espectro, relacionado a la longitud de onda de la luz que puede ser registrado por el ojo. Se han establecido 5 hues principales: Rojo (R), Amarillo (Y), Verde (G), Azul (B), Púrpura (P). Existen además 5 hues intermedios: YR, BG, PB, RP y GY.
- VALUE: indica el grado de claridad u oscuridad del color. Los valores se extienden de 1 (pálido) a 8 (brillante).
- CROMA: es la pureza relativa o fuerza del color espectral. Se extiende desde 1 (pálido) a 8 (brillante).

- **Límite de horizontes:** La determinación del límite entre los horizontes de un perfil se realiza sobre la base de dos factores: nitidez y topografía. La nitidez se refiere al espesor de la zona en donde el límite del horizonte puede ser localizado sin estar en uno de los horizontes adyacentes (Cuadro 7). La topografía o forma del límite indica el contraste de la variación de profundidad del límite (Cuadro 8).

Cuadro 7: Valores de clasificación para establecer la nitidez

Nitidez	
0 – 2 cm	Abrupto (a)
2 – 5 cm	Neto (n)
5 – 15 cm	Gradual (g)
> 15 cm	Difuso (d)

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

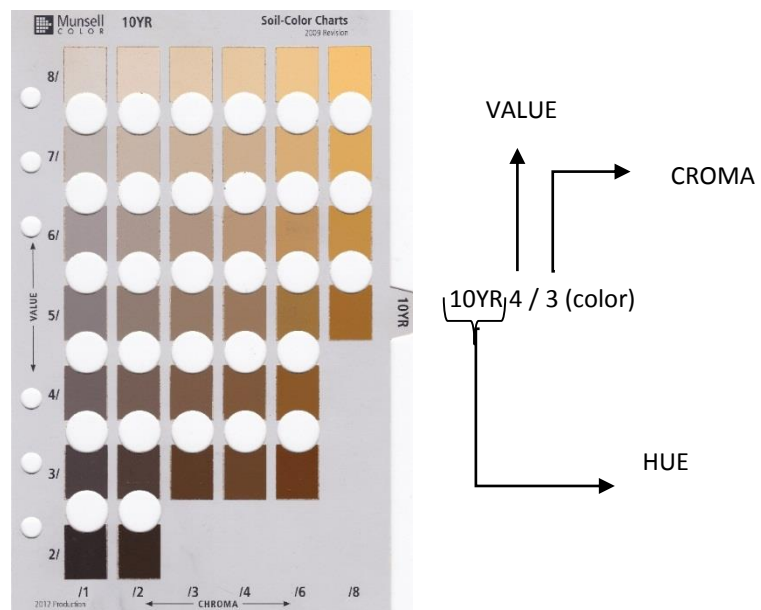


Figura 9: Tabla Munsell

Cuadro 8: Valores de clasificación para establecer la forma del límite

Forma del límite	
Suave (s)	Superficie casi plana
Ondulado (o)	Cavidades menos profundas que anchas
Irregular (i)	Cavidades más profundas que anchas
Fracturado irregular	Discontinua

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

- **Estructura:** Se refiere al arreglo de las partículas primarias en agregados o partículas secundarias (peds). La estructura se determina sólo en el campo, en base a tres características de los peds: Tipo (Cuadro 9), Tamaño (Cuadro 10) y Grado (Cuadro 11). El grado se refiere a la estabilidad de los agregados en indica la cohesión dentro de los agregados y la adhesión entre los agregados.

Cuadro 9: Tipos de estructura

Tipo estructura	Subtipo - Descripción	Símbolo de descripción
Esferoidal	Granular (G): Agregados esferoides, relativamente no porosos.	G
	Migajosa (M): agregados esferoides porosos.	Mi
Bloques (B)	Angular (a): caras aplanadas, la mayoría de los vértices son ángulos agudos.	Ba
	Subangular (s): caras redondeadas y aplanadas, muchos vértices redondeados.	Bs
Laminar	Partículas ordenadas alrededor de un plano horizontal, dimensión vertical menor que la horizontal.	Laminar
Prismática	Partículas ordenadas alrededor de un eje vertical. Pueden ser: Prismática: Base superior no redondeada. Columnar: Base superior redondeada.	Prismatico o Columnar

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

Cuadro 10: Tamaño de estructura

Tamaño	Forma o Tipo			
	Granular diámetro mm	Laminar espesor mm	Bloques diámetro mm	Prismática espesor mm
Muy Fina (mf)	<1	<1	<5	<10
Fina (f)	1 - 2	1 - 2	5 - 10	10 - 20
Media (m)	2 - 5	2 - 5	10 - 20	20 - 50
Gruesa (g)	5 - 10	5 - 10	20 - 50	50 - 100
Muy Gruesa (mg)	> 10	>10	> 50	> 100

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

Cuadro 11: Grados de la estructura

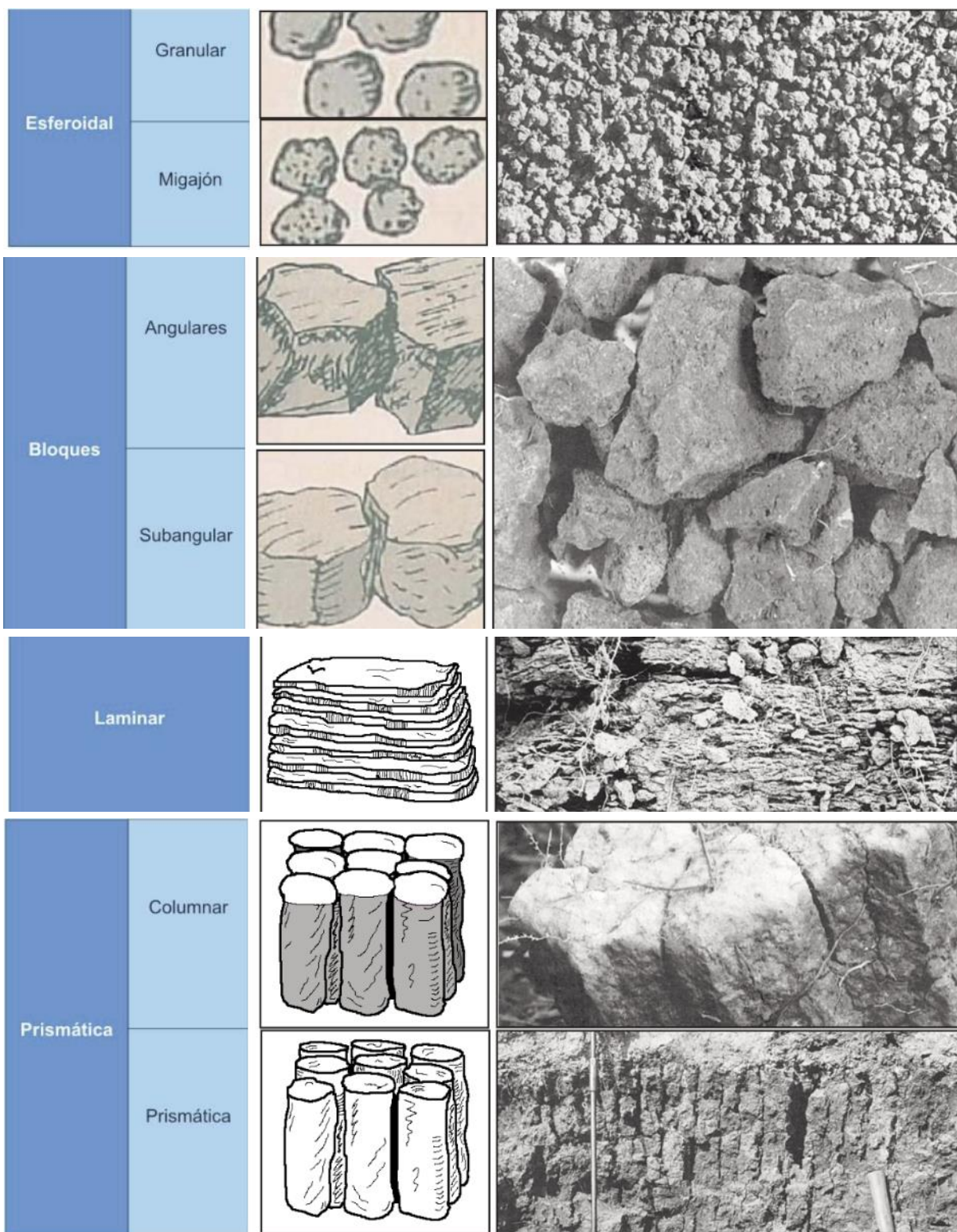
Grado	Descripción
Sin estructura	No se observan agregados en sitio y no existe una organización definitiva de las superficies naturales.
Débil (1)	Los agregados son apenas observables en el sitio y sólo hay un arreglo débil de las superficies naturales.
Moderado (2)	Los agregados son observables en sitio y hay un arreglo distinto de las superficies naturales.
Fuerte (3)	Los agregados son claramente observables en sitio y hay un arreglo prominente de las superficies naturales de debilidad.

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

Para suelos sin agregación evidente se tiene dos denominaciones:

Grano simple (Gs): Granos de arena suelta, sin agregación

Masiva (M): partículas primarias no están agregadas o el material suelo está compactado.



Fuente: Metodología para los estudios de suelos en campo; Catedra de Edafología – FAZ-UNT

Figura 10: Tamaño, forma y grado de estructura

- Consistencia:** Se refiere a la resistencia que ofrece un suelo a la acción de fuerzas mecánicas. Depende de las fuerzas de atracción entre las partículas del suelo. Se determina al estado de humedad que presenta el suelo. Esta propiedad es útil para identificar y separar las capas u horizontes del suelo. En los Cuadros 12 y 13 se presentan los términos utilizados para cada estado de humedad del suelo.

Cuadro 12: Consistencia del suelo en seco y en húmedo

En seco	En húmedo
Suelta	Suelta
Suave (s)	Muy friable (mfr)
Ligeramente duro (ld)	Friable (fr)
Dura (d)	Firme (fm)
Muy dura 8md)	Muy firme (mfm)
Extremadamente dura (ed)	Extremadamente firme (efm)

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

Cuadro 13: Consistencia del suelo en mojado

Adhesividad	Plasticidad
No adherente	No plástico
Ligeramente adherente	Ligeramente plástico
Adherente	Plástico
Muy adherente	Muy plástico

Fuente: Soil Survey Manual. 1993.

- Fragmentos rocosos:** Se refiere a la presencia de gravas, guijarros y piedras en el perfil edáfico, cuyos diámetros oscilan de 2 a 600 mm. En el Cuadro 14 se especifica la proporción en volumen, tamaño en diámetro para cada una de ellas y la forma.

Cuadro 14: Proporción, Tamaño y forma de fragmentos rocosos en el perfil.

Proporción volumen	Tamaño de fragmentos gruesos		Diámetro (mm)	Forma
No hay				Redondeado-esferoidal
Muy pocos (Mp)	Gravas (G)	Fina	2 – 5	Redondeado-tabular
Pocos 1-5% (P)		Media	5 – 20	Redondeado-planar
Frecuentes 6-15% (F)		Gruesa	20 – 75	Sub-redondeado-esferoidal
Muy frecuentes 16-35% (Mf)	Guijarros		75 – 250	Sub-angular-esferoidal
Abundantes 36-70% (A)	Piedras		250-600	Sub-angular-tabular
Muy abundantes > 70% (Ma)				Sub-angular-plano
				Angular-esferoidal

Fuente: Agenda de Campo de Suelos (2008).

- **Raíces:** El tipo (tamaño) de raíces se determina mediante la medición del diámetro de las mismas; para lo cual se ha tomado como referencia lo establecido por el Soil Survey Manual 1993. Para determinar la abundancia de raíces en el campo se ha tomado como referencia la siguiente clasificación que se aprecia en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Tipos de raíz y cantidad (abundancia)

Tipos de raíz		Cantidad de raíces	
Descripción	Diámetro	Cantidad o abundancia	
Muy finas (mf)	<1 mm de diámetro	Mp	Muy pocas
Finas (f)	1 - 2 mm de diámetro	P	Pocas
Medianas (m)	2 - 5 mm de diámetro	F	Frecuentes
Gruesas (g)	5-10 mm de diámetro	A	Abundantes
Muy Gruesas (mg)	>10 mm de diámetro		

Fuente: Soil Survey Manual 1993.

CO3 (HCI 15%): El ácido clorhídrico es utilizada para pruebas de carbonatos en el campo. La cantidad y la expresión de efervescencia están afectados por distribución de tamaño y mineralogía así como la cantidad de carbonatos. En consecuencia, no puede utilizarse para estimar la cantidad de carbonato, pero si permite determinar, la presencia de carbonatos en el suelo (ver cuadro 16), colocarlo en el campo de observaciones.

Cuadro 16: Niveles y categorías del contenido de carbonatos cuantitativamente

Niveles	Categoría
Muy ligeramente efervescente	A la vista pocas burbujas
Ligeramente efervescente	Burbujea fácilmente
Fuertemente efervescente	Forman burbujas con baja espuma
Violentamente efervescente	Formas rápidamente gruesas

VII. CODIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE MUESTRAS

Registrar el código de la calicata sobre la etiqueta de la siguiente forma 10-1, 10-2, 10-3, 10- ...n o C-10-1, C-10-2, C-10-3, C-10-...n (figura 11), conforme el número de horizontes identificados en la calicata; posteriormente las etiquetas con los respectivos códigos se coloca sobre la bolsa de 4 micras transparentes y proceder a sellar con una cinta de embalaje transparente para evitar que se borren los códigos por efecto de fricción entre muestras.

Los códigos registrados en campo que identifican a las muestras por horizontes de cada calicata servirán principalmente para elaborar la cadena de custodia y su posterior envío al laboratorio

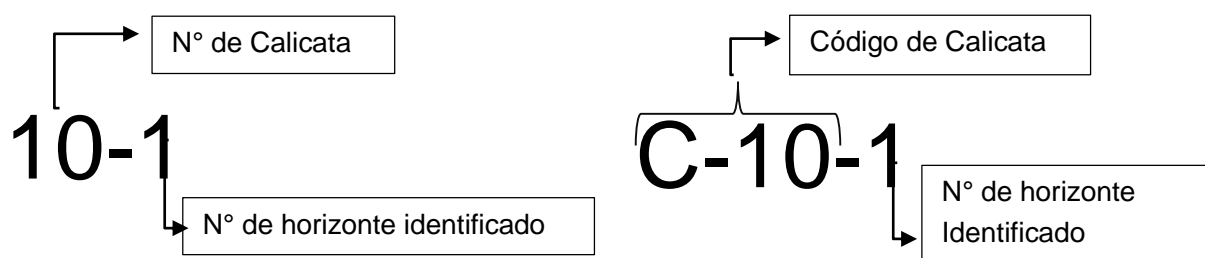


Figura 11: Código de muestras de suelos.

VIII. TOMA O COLECTA DE MUESTRAS DE SUELO

La colecta de las muestras se deberá iniciar del horizonte más profundo hasta el más superficial, con la finalidad de no mezclar las muestras con otro horizonte. La colecta se deberá realizar en todo el ancho y alto del horizonte identificado para obtener muestras homogéneas y representativas.

Asimismo esta actividad se efectúa con la ayuda de una pala recta colocando en la parte inferior horizonte a muestrear y con la picota se procede a raspar o picar a lo largo y alto del horizonte. Posteriormente las muestras se colocan en las bolsas previamente etiquetadas con sus respectivos códigos y se empaqueta la bolsa con la ayuda de la cinta de embalaje. Todas las muestras procedentes de una calicata se colocan en otra bolsa más grande (capacidad de 4 o 5 kg) y se vuelve a empaquetar; finalmente se obtiene un solo paquete de todas las muestras pertenecientes a una calicata.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Catedra de Edafología, 2012. Metodología para los Estudios de Suelos en Campo. Facultad de Agronomía y Zootecnia-Universidad Nacional de Tucumán - Argentina.
2. FAO, 1999; "Base referencial mundial del recurso suelo", Ed. FAO, ISRIC y SICS.
3. FAO – ISRIC, 1990 Guidelines for profile description. 3rd edition. Roma
4. Porta Casanellas, Jaime 2008. Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente. Mundi Prensa México.
5. Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos. Aprueban en Nov-2010. Diario El Peruano D.S.017-2010-AG.
6. Reglamento de clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor. Aprueban en Nov-2009. Diario El Peruano D.S.017-2009-AG.
7. U.S.D.A. 2014. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service. Twelfth Edition.
8. U.S.D.A 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 2.0.
9. U.S.D.A. 1993. Soil survey division staff (ssds). Soil survey manual. Handbook No. 18. United States Department of Agriculture (USDA). Washington D. C.
10. FAO (2009). Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAO-SWALIM, Nairobi, Kenia- Universidad Mayor San Simón, Bolivia)

1. Consideraciones para la descripción de los horizontes mayores del suelo.

Horizonte o capas	Descripción
O	<ul style="list-style-type: none"> • Algunas capas O están constituidas por hojarasca (piso forestal) no descompuesto o parcialmente descompuesto. Pueden estar sobre suelos minerales u orgánicos. • Otras capas O están compuestas de materiales orgánicos que fueron depositados bajo condiciones de saturación y tienen diferentes etapas de descomposición. La fracción mineral de tales materiales constituye sólo un pequeño porcentaje del volumen del material y generalmente es mucho menos de la mitad del peso. • Algunos suelos consisten enteramente de material designado como horizontes o capas O. • Una capa O puede estar sobre la superficie de un suelo mineral o a cualquier profundidad bajo si está enterrada. • Un horizonte formado por la iluviación de materia orgánica dentro de un subsuelo mineral no es un horizonte O, aunque algunos horizontes formados de esta manera contengan cantidades considerables de materia orgánica.
A	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • En algunos lugares, como en climas áridos calientes, el horizonte superficial no disturbado es menos oscuro que el horizonte adyacente inferior y contiene sólo pequeñas cantidades de materia orgánica; tiene una morfología diferente de la capa C, aunque la fracción mineral no esté alterada o sólo ligeramente alterada por el intemperismo. Tal horizonte se designa como A porque está en la superficie; sin embargo, los depósitos aluviales o eólicos recientes que mantienen una estratificación fina no son considerados como horizontes A, a menos que estén cultivados o presencia de desarrollo vegetal.
E	<ul style="list-style-type: none"> • Un horizonte E usualmente se diferencia de un horizonte B subyacente, por el color de un value alto o chroma bajo o ambos; por la textura más gruesa, o por una combinación de esas propiedades. • En algunos suelos el color del horizonte E se producto a las partículas de arena y limo, pero en muchos suelos los revestimientos de óxidos de hierro y otros compuestos, enmascaran el color de las partículas primarias. • Un horizonte E son horizontes eluviales que se diferencia comúnmente del horizonte A, por su color más claro. Generalmente contiene menos materia orgánica que el horizonte A. • Un horizonte E comúnmente está cerca de la superficie abajo de un horizonte O, o de un A y encima de un horizonte B.
B	<ul style="list-style-type: none"> • El horizonte B es un horizonte mineral que ha sido formado por debajo de un horizonte A, E u O, y en el que los rasgos o elementos dominantes son la desintegración de toda o la mayoría de la estructura rocosa original, junto con una o la combinación de: <ul style="list-style-type: none"> - una concentración iluvial de arcilla silicatada, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso o sílice, solos o combinados; - alteración in situ que forma silicatos de arcilla o libera óxidos o ambos, y que forman estructura granular, blocosa o prismática - evidencia de remoción de carbonatos

	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los tipos de horizontes B son o fueron originalmente horizontes subsuperficiales. Se incluyen como horizontes B, a capas contiguas a otros horizontes genéticos que tienen concentración iluvial de carbonatos, yeso o sílice que son el resultado de procesos pedogenéticos (y pueden o no estar cementadas) y capas quebradizas que muestran otras evidencias de alteración, tal como estructura prismática o acumulación iluvial de arcilla. • Los horizontes B son de diferentes clases. Generalmente es necesario establecer la relación que existe entre los horizontes que están situados por encima o por debajo de él y considerar cómo ha sido formado, antes de que un horizonte B pueda ser identificado. En consecuencia, generalmente es necesario calificar los horizontes B con un sufijo para tener una información suficiente en la descripción del perfil. Ejm. Un horizonte "B húmico" se designa por Bh, un "B férrico" por Bs, un "B textural con iluviación de arcilla" por Bt, un "B con cambio de estructuras" por Bw.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Se incluyen como capas C a sedimentos, capa de material que han sido afectados por los procesos pedogenéticos de manera mínima y no poseen las propiedades de los horizontes O, A, E o B. • La denominación C para el material no consolidado que está por debajo del solum, y que no satisface las condiciones de las denominaciones A, E o B. Este material puede estar alterado por meteorización química, y puede incluso estar altamente meteorizado. Sin embargo presenta características físicas y químicas similares que la roca madre. • Los cambios que no se consideran pedogenéticos son aquellos que no se relacionan con horizontes suprayacentes. Las capas que tienen acumulaciones de sílice, carbonatos o yeso o sales más solubles pueden ser incluidas al horizonte C, aun si están endurecidos. Sin embargo, si una capa cementada está formada por procesos pedogenéticos; se le considera como un horizonte B. • Material gravilloso (gravoso) y pedregoso que permite el desarrollo de las raíces, se considera también como horizonte C
R	<ul style="list-style-type: none"> • El horizonte R se designa propiamente a los lechos rocosos compacta o en proceso de edafización, como ejm se tiene a las siguientes rocas el granito, basalto, cuarcita y caliza o arenisca. En tal efecto se tiene dificultad de excavación.
W	<ul style="list-style-type: none"> • Este símbolo indica capas de agua dentro o abajo del suelo.

Fuente: FAO

2. Horizontes transicionales y en combinación.

En el perfil del suelo también pueden encontrarse horizontes transicionales y combinación de horizontes como:

Horizontes dominados por propiedades de horizonte mayor que tiene propiedades subordinadas de otro.

Para su representación se usan dos letras mayúsculas como símbolo de transición; por ejemplo: AB o BC. La primera letra de esos símbolos indica al horizonte que tiene mayor predominancia en sus propiedades en el horizonte transicional.

- Un horizonte AB, tiene características de ambos, un horizonte suprayacente A y un subyacente B, pero es más parecido al A que al B. En algunos casos, un horizonte

puede ser designado como transicional, aun cuando uno de los horizontes mayores no esté presente.

- Un horizonte BC puede ser reconocido aunque el horizonte C subyacente no esté presente; es un transicional a materiales parentales asumidos.

3. Sufijos asignados al perfil del suelo

Sufijo	Descripción
(a) Material orgánico muy descompuesto.	Este símbolo se usa con O para indicar materiales orgánicos muy descompuestos, los cuales tienen un contenido de fibra menor de 17 por ciento (por volumen) después de molido.
(b) Horizonte genético enterrado.	Este símbolo es utilizado en suelos minerales para indicar horizontes enterrados identificables con rasgos genéticos mayores que fueron formados antes de enterrarse. Los horizontes genéticos pueden o no haberse formado de los materiales suprayacentes, los cuales pueden o no ser asumidos como los materiales parentales de los suelos enterrados. Este símbolo no se usa en suelos orgánicos o para separar una capa orgánica de una mineral.
(c) Concreciones o nódulos.	Este símbolo indica una acumulación significativa de concreciones o nódulos. El agente cementante es comúnmente hierro, aluminio, manganeso o titanio. No puede ser sílice, dolomita, cálcita o sales más solubles.
(e) Material orgánico en descomposición intermedia.	Este símbolo se usa con O para indicar materiales orgánicos con descomposición intermedia. Su contenido de fibras es de 17 a 40 por ciento (por volumen) después de molidos.
(f) Suelo o agua congelados.	Este símbolo indica que el horizonte o capa contiene hielo permanente (permafrost permanente). El símbolo no se usa para las capas congeladas estacionalmente.
(g) Gleyzación fuerte.	Este símbolo indica que el hierro fue reducido y removido durante la formación del suelo o que la saturación con agua estancada lo ha preservado en un estado reducido. La mayoría de las capas afectadas tienen un chroma de 2 o menos y muchas tienen concentraciones redox. El chroma bajo puede representar el color del hierro reducido o el color de las partículas de arena y limo no recubiertas de las cuales el hierro ha sido removido. El símbolo g no se usa para los materiales del suelo con bajo chroma, que no tienen antecedentes de saturación, tal como los esquistos o los horizontes E. Si g se usa con B, implica cambios pedogenéticos adicionales a la gleyzación. Si no se observa ningún otro cambio, el horizonte es designado como Cg.
(h) Acumulación iluvial de materia orgánica.	Este símbolo se usa con B para indicar la acumulación de complejos de materia orgánica y sesquióxidos, iluviales, amorfos o dispersables si el componente del sesquióxido está dominado por aluminio pero está presente sólo en pequeñas cantidades. El material órgano-sesquióxido reviste a las partículas de arena y limo. En algunos horizontes, los recubrimientos han unido, rellenado poros y cementado el horizonte. El símbolo h también se usa en combinación con "s" como "Bhs" si la cantidad del componente del sesquióxido es significativo pero el color del value y del chroma, en húmedo del horizonte, es de 3 o menos.

(i) Material orgánico ligeramente descompuesto.	Este símbolo se usa con O para indicar una mínima descomposición de los materiales orgánicos. Su contenido de fibras es de 40 por ciento o más (por volumen) después de molidos.
(k) Acumulación de carbonatos secundarios.	Este símbolo indica una acumulación de carbonatos de calcio pedogenéticos (menos de 50 por ciento, por volumen). La acumulación de carbonatos ocurre como filamentos de carbonato, recubrimientos, masas, nódulos, carbonato diseminado, o de diseminaciones u otras formas.
(n) Acumulación de sodio.	Este símbolo indica una acumulación de sodio intercambiable.
(p) Labranza u otros disturbios.	Este símbolo indica un disturbio en la capa superficial por medios mecánicos (maquinarias agrícolas), actividad en cultivos, pastoreo u otros usos similares. Un horizonte orgánico disturbado se designa como Op. Un horizonte mineral disturbado, aunque pudiera ser un horizonte E, B o C, se designa como Ap.
(r) Roca madre interemperizada o suave.	Este símbolo se utiliza con C para indicar las capas de roca que son moderadamente cementadas o levemente cementadas. Ejemplos de ello son rocas ígneas erosionadas y arenisca consolidada en parte, limolita, o pizarra. La dificultad de excavación es de menos a más.
(s) Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica.	Este símbolo se usa con B para indicar una acumulación de complejos de sesquióxidos – materia orgánica iluvial, amorfa, dispersable si los componentes son significativos y si el color del Value o del Chroma en húmedo del horizonte, es de 4 o más. El símbolo también se usa en combinación con h como Bhs, si tanto los componentes de materia orgánica y como los sesquióxidos son significativos y si el color del Value y del Chroma, en húmedo son de 3 o menos.
(t) Acumulación de arcilla.	Este símbolo indica una acumulación de arcilla silicatada que pudo haberse formado y subsecuentemente transportado en el horizonte o haber sido movida por iluviación dentro de él, o ambas. Al menos alguna parte del horizonte deberá mostrar evidencias de acumulación de arcilla, ya sea como recubrimientos sobre la superficie de los agregados o en los poros, como lamelas ó como puentes entre los granos minerales.
(u) Presencia de materiales de manufacturación humana (artefactos).	Este símbolo indica la presencia de artefactos manufacturados que han sido creados o modificados por los seres humanos, por lo general para un fin práctico en vivienda, la fabricación, la excavación, o las actividades de construcción. Ejemplos de artefactos son los productos de madera, los productos líquidos derivados del petróleo, la combustión de carbón y sub-productos, las fibras de asfalto, y tejidos, ladrillos, bloques de cemento, hormigón, plástico, vidrio, caucho, papel, cartón, hierro y acero, metales y minerales alterados, residuos sanitarios, médicos y de los vertederos.
(v) Plintita.	Este símbolo indica la presencia de un suelo rico en hierro, pobre en humus, de material rojizo, firme o muy firme en húmedo y menos fuertemente cementado. Se endurece irreversiblemente cuando se expone a la atmósfera con humedecimiento y secado repetidos.
(w) Desarrollo de color o estructura.	Este símbolo se utiliza sólo con el horizonte B para indicar el desarrollo de color o cambio de estructura, o ambos, con poca o ninguna acumulación aparente de material iluvial. No se debe utilizar para indicar un horizonte de transición.

(y) Acumulación de yeso.	Este símbolo indica una acumulación de yeso. El sufijo (y) se utiliza cuando la estructura del horizonte es dominado por las partículas del suelo u otros minerales de yeso. El yeso está presente en cantidades que no oscurecen o alterar significativamente otras características del horizonte.
(z) Acumulación de sales más solubles que el yeso.	Este símbolo indica una acumulación de sales más solubles que el yeso.

Fuente: Shoeneberger, et al. 2012.