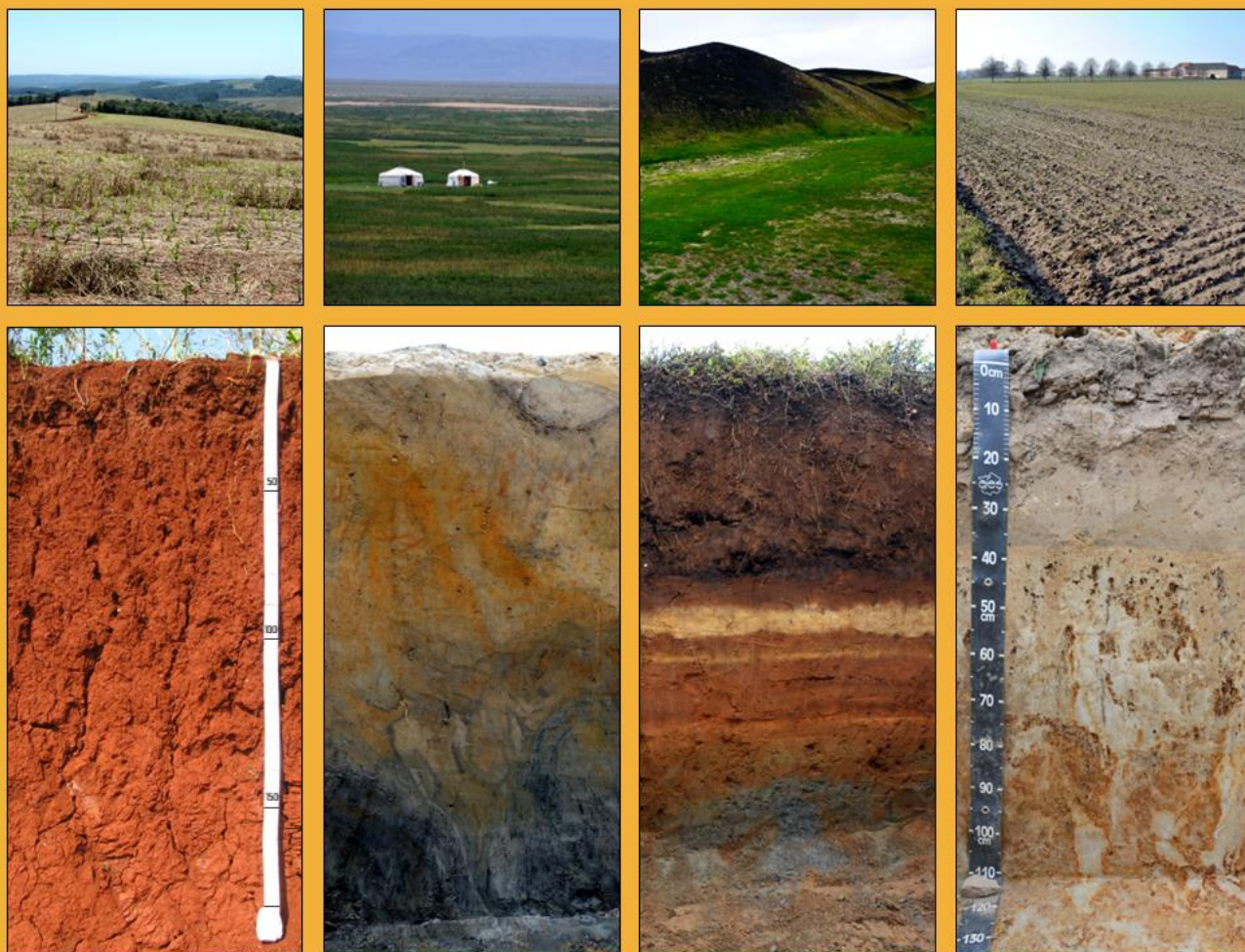


# Base Referencial Mundial del Recurso Suelo

**Sistema internacional de clasificación de suelos  
para la nomenclatura de suelos  
y la creación de leyendas de mapas de suelos**  
4ª edición, 2022



International Union of Soil Sciences®



**International  
Decade of Soils**  
2015-2024



Global Soil Icon

**Cita:**

IUSS Working Group WRB. 2022. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. 4ª edición. Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS), Viena, Austria.

ISBN 979-8-9862451-1-9

Primera publicación: 22 de julio de 2022. Actualización con correcciones menores: 18 de diciembre de 2022. Corrección de erratas en 2024. Versión en español 2024. Correcciones menores: 23 de abril de 2025.

Copyright: Unión Internacional de las Ciencias del Suelo®, Viena, Austria.

Este es un documento de acceso abierto bajo los términos de la Licencia de Atribución de Creative Commons, que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se cite adecuadamente la obra original.

Portada de Stefaan Dondeyne

De izquierda a derecha:

Rhodic Ferritic Nitisol (Brasil) [foto: Sérgio Shimizu]

Stagnic Gleyic Solonchak (Mongolia) [foto: Stefaan Dondeyne]

Mollic Vitric Silandic Andosol (Islandia) [foto: Stefaan Dondeyne]

Eutric Glossic Stagnosol (Bélgica) [foto: Stefaan Dondeyne]

# Contenido

Contenido.....	3
Prólogo.....	9
Prefacio.....	10
Agradecimientos.....	11
Prefacio para la versión en español .....	12
Lista de acrónimos .....	13
1   Antecedentes y conceptos básicos.....	14
1.1   Historia .....	14
1.2   Principales cambios en la WRB 2022 .....	14
1.3   El objeto clasificado en la WRB .....	16
1.4   Principios básicos .....	17
1.5   Arquitectura.....	22
1.6   Parte superficial del suelo.....	24
1.7   Subsuelo .....	24
1.8   Traducción a otros idiomas.....	24
2   Reglas para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos .....	25
2.1   Reglas generales y definiciones.....	25
2.2   Reglas para la nomenclatura de suelos.....	27
2.3   Subcalificadores .....	28
2.3.1   Subcalificadores contruidos por los usuarios.....	28
2.3.2   Subcalificadores con una definición fija .....	32
2.4   Suelos enterrados.....	32
2.5   Directrices para la creación de leyendas de mapas de suelos.....	33
3   Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico.....	37
3.1   Horizontes de diagnóstico .....	37
3.1.1   Horizonte albico .....	37
3.1.2   Horizonte antrácuico .....	38
3.1.3   Horizonte árgico .....	39
3.1.4   Horizonte cálcico.....	41
3.1.5   Horizonte cámbico .....	42
3.1.6   Horizonte chérnico .....	44
3.1.7   Horizonte cohésico .....	45
3.1.8   Horizonte críco .....	46
3.1.9   Horizonte dúrico.....	47
3.1.10   Horizonte ferrálico .....	47

3.1.11	Horizonte férrico.....	49
3.1.12	Horizonte fólico.....	50
3.1.13	Horizonte frágico.....	50
3.1.14	Horizonte gípsico.....	51
3.1.15	Horizonte hístico.....	52
3.1.16	Horizonte hórtico.....	52
3.1.17	Horizonte hidrágrico.....	53
3.1.18	Horizonte irrágico.....	54
3.1.19	Horizonte limónico.....	55
3.1.20	Horizonte móllico.....	56
3.1.21	Horizonte nátrico.....	57
3.1.22	Horizonte nítico.....	59
3.1.23	Horizonte panpaico.....	61
3.1.24	Horizonte petrocálcico.....	61
3.1.25	Horizonte petrodúrico.....	62
3.1.26	Horizonte petrogípsico.....	63
3.1.27	Horizonte petroplíntico.....	64
3.1.28	Horizonte pisoplíntico.....	65
3.1.29	Horizonte plágico.....	65
3.1.30	Horizonte plíntico.....	67
3.1.31	Horizonte prético.....	68
3.1.32	Horizonte protovértico.....	69
3.1.33	Horizonte sálico.....	69
3.1.34	Horizonte sómblico.....	70
3.1.35	Horizonte espódico.....	71
3.1.36	Horizonte térrico.....	72
3.1.37	Horizonte tiónico.....	73
3.1.38	Horizonte tsitélico.....	74
3.1.39	Horizonte úmbrico.....	75
3.1.40	Horizonte vértico.....	76
3.2	Propiedades de diagnóstico.....	77
3.2.1	Diferencia textural abrupta.....	77
3.2.2	Lenguas albelúvicas.....	77
3.2.3	Propiedades ándicas.....	78
3.2.4	Propiedades ántricas.....	79
3.2.5	Roca continua.....	80
3.2.6	Propiedades gléyicas.....	80
3.2.7	Discontinuidad lítica.....	82
3.2.8	Propiedades protocálcicas.....	83
3.2.9	Propiedades protogípsicas.....	84

3.2.10	Condiciones reductoras .....	84
3.2.11	Propiedades réticas .....	85
3.2.12	Grietas de expansión-retracción .....	86
3.2.13	Propiedades siderálicas.....	86
3.2.14	Propiedades estágnicas .....	86
3.2.15	Propiedades taquíricas .....	88
3.2.16	Propiedades vítricas.....	89
3.2.17	Propiedades yérmicas .....	89
3.3	Materiales de diagnóstico .....	91
3.3.1	Material eólico.....	91
3.3.2	Artefactos .....	91
3.3.3	Material calcárico .....	92
3.3.4	Material clárico.....	92
3.3.5	Material dolomítico .....	93
3.3.6	Material flúvico .....	93
3.3.7	Material gipsírico .....	94
3.3.8	Material hipersulfuroso .....	94
3.3.9	Material hiposulfuroso .....	95
3.3.10	Material límnico .....	96
3.3.11	Material mineral .....	96
3.3.12	Material múlmico .....	97
3.3.13	Material orgánico.....	97
3.3.14	Material organotécnico .....	98
3.3.15	Material ornitogénico .....	98
3.3.16	Carbono orgánico del suelo .....	99
3.3.17	Material solimóvico.....	99
3.3.18	Material duro técnico.....	100
3.3.19	Material téfrico.....	101
4	Clave para los Grupos de Suelos de Referencia con listas de calificadores principales y suplementarios .....	102
5	Definiciones de los calificadores.....	134
6	Códigos para los Grupos de Suelos de Referencia, calificadores y especificadores .....	161
7	Referencias .....	165
8	Anexo 1: Guía de campo .....	168
8.1	Trabajos de preparación y reglas generales .....	169
8.1.1	Exploración de una zona de interés con barrena y pala.....	169
8.1.2	Preparación del perfil del suelo .....	170
8.2	Datos generales y descripción de los factores de formación del suelo .....	172
8.2.1	Fecha y autores.....	172

8.2.2	Ubicación.....	172
8.2.3	Forma del terreno y topografía .....	172
8.2.4	Clima y tiempo .....	174
8.2.5	Vegetación y uso del suelo.....	175
8.3	Descripción de las características de la superficie.....	178
8.3.1	Superficie del suelo.....	178
8.3.2	Capa de hojarasca .....	178
8.3.3	Afloramientos rocosos .....	178
8.3.4	Elementos gruesos superficiales .....	178
8.3.5	Rasgos de desierto .....	179
8.3.6	Suelo poligonal .....	179
8.3.7	Costras superficiales .....	179
8.3.8	Grietas superficiales.....	179
8.3.9	Presencia de agua.....	180
8.3.10	Repelencia al agua .....	181
8.3.11	Relieves superficiales .....	181
8.3.12	Alteraciones técnicas de la superficie .....	183
8.4	Descripción de las capas.....	184
8.4.1	Identificación de las capas y de su profundidad .....	184
8.4.2	Homogeneidad de la capa (o, m) .....	185
8.4.3	Agua.....	185
8.4.4	Capas orgánicas, organotécnicas y minerales .....	186
8.4.5	Límites de capa (o, m) .....	186
8.4.6	Deposición eólica (m).....	187
8.4.7	Elementos gruesos y remanentes de capas cementadas fragmentadas (o, m).....	188
8.4.8	Artefactos (o, m).....	190
8.4.9	Textura del suelo (m) (*) .....	191
8.4.10	Estructura (m) .....	194
8.4.11	Poros y grietas (resumen) .....	199
8.4.12	Poros no matriciales (m).....	200
8.4.13	Grietas (o, m).....	201
8.4.14	Rasgos de presión (m) .....	201
8.4.15	Concentraciones (resumen) .....	202
8.4.16	Color del suelo (resumen).....	202
8.4.17	Color de la matriz (m) (*).....	203
8.4.18	Combinaciones de partes de textura más fina de color más oscuro y partes de textura más gruesa de color más claro.....	203
8.4.19	Jaspeado litogénico (m) .....	204
8.4.20	Rasgos redoximorfos (m) .....	204
8.4.21	Potencial redox y condiciones reductoras (o, m).....	207

8.4.22	Meteorización incipiente (m) .....	208
8.4.23	Revestimientos y puentes (m) .....	209
8.4.24	Acumulaciones en bandas (m) (*) .....	210
8.4.25	Carbonatos (o, m) .....	210
8.4.26	Yeso (m) .....	211
8.4.27	Sílice secundaria (m) .....	212
8.4.28	Sales fácilmente solubles (o, m) .....	213
8.4.29	pH de campo (o, m) .....	214
8.4.30	Consistencia (m) .....	214
8.4.31	Costras superficiales (m) .....	217
8.4.32	Continuidad de materiales duros y capas cementadas (m) .....	217
8.4.33	Vidrios volcánicos y características ándicas (o, m) .....	218
8.4.34	Características del permafrost (o, m) .....	219
8.4.35	Densidad aparente (m) (*) .....	219
8.4.36	Carbono orgánico del suelo (C <sub>org</sub> ) .....	220
8.4.37	Raíces (o, m) .....	221
8.4.38	Resultados de actividad de fauna (o, m) .....	221
8.4.39	Alteraciones por actividad humana (o, m) .....	222
8.4.40	Material originario (m) .....	223
8.4.41	Grado de descomposición de las capas orgánicas y presencia de residuos vegetales muertos (o) (*) .....	225
8.5	Muestreo .....	226
8.5.1	Preparación de bolsas de muestreo .....	226
8.5.2	Muestreo de capas orgánicas .....	226
8.5.3	Muestreo convencional de capas minerales .....	226
8.5.4	Muestreo volumétrico de capas minerales .....	226
8.6	Referencias .....	228
9	Anexo 2: Resumen de procedimientos analíticos para la caracterización del suelo .....	229
9.1	Preparación de las muestras .....	229
9.2	Contenido de humedad .....	229
9.3	Análisis granulométrico .....	229
9.4	Arcilla dispersable en agua .....	230
9.5	Densidad aparente .....	230
9.6	Coefficiente de extensibilidad lineal (COEL) .....	231
9.7	pH .....	231
9.8	Carbono orgánico .....	231
9.9	Carbonatos .....	231
9.10	Yeso .....	231
9.11	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y cationes básicos intercambiables .....	231

9.12	Aluminio intercambiable y acidez intercambiable .....	232
9.13	Cálculos de CIC y cationes intercambiables.....	232
9.14	Hierro, aluminio, manganeso y sílice extractables .....	233
9.15	Salinidad .....	233
9.16	Fosfato y retención de fosfato.....	234
9.17	Análisis mineralógico de la fracción arenosa .....	234
9.18	Difractometría de rayos X .....	234
9.19	Reserva total de bases .....	234
9.20	Sulfuros.....	234
9.21	Referencias .....	235
10	Anexo 3: Denominaciones de horizontes y capas .....	236
10.1	Símbolos mayores.....	237
10.2	Sufijos.....	238
10.3	Capas de transición.....	241
10.4	Secuencias de capas.....	241
10.5	Ejemplos de secuencias de capas.....	242
10.6	Referencias .....	244
11	Anexo 4: Ficha de descripción del suelo .....	245
12	Anexo 5: Guía para la configuración de bases de datos .....	246
13	Anexo 6: Colores para los mapas de los GSR .....	247



# Prólogo

El suelo es un sistema vivo, heterogéneo y dinámico que incluye componentes físicos, químicos y biológicos, así como sus interacciones. Por lo tanto, para evaluar su calidad es necesario medir, describir y clasificar sus propiedades.

La clasificación del suelo es necesaria para predecir su comportamiento e identificar limitaciones que nos permitan tomar decisiones correctas de manejo en el ámbito agrícola, ganadero, forestal, urbano, ambiental y de salud, por nombrar algunos de las más importantes. Los científicos del IUSS entendieron todo esto y la consiguiente necesidad urgente de crear un sistema internacional de clasificación de suelos para nombrar los suelos y crear leyendas de mapas de suelos basadas en un sistema de referencia global.

Por ello, la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo creó en 1980, un Grupo de Trabajo para desarrollar la Base Internacional de Referencia para Clasificación de Suelos (IRB, por sus siglas en inglés), que en 1992 pasó a denominarse Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), con la propuesta de establecer un sistema de clasificación de suelos.

Durante el 16° Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo, celebrado en Montpellier, Francia, en 1998, se aprobó y adoptó la clasificación WRB como sistema internacional de correlación y comunicación de suelos de la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS, por sus siglas en inglés) y se presentó la primera edición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

En 2022, en el marco de la “Década Internacional de los Suelos 2015-2024” de la IUSS, la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo presentó la cuarta edición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). El compromiso firme es ofrecer a la comunidad científica un sistema de clasificación de suelos que facilite tanto la realización de inventarios de suelos como la interpretación de mapas de suelos como herramientas prácticas para la toma de decisiones por parte de geólogos, agrónomos, agricultores, ingenieros, políticos, etc.

La IUSS agradece los esfuerzos de todos aquellos que participan en el Grupo de Trabajo de la WRB y hacen posible la presentación de esta nueva edición como una edición IUSS de descarga gratuita desde el sitio web de la IUSS.

Laura Bertha Reyes Sánchez

Presidente de la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS)

# Prefacio

La primera edición de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) se publicó en 1998, la Segunda en 2006 y la Tercera en 2014. En 2022, en el 22º Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo en Glasgow, presentamos la cuarta edición.

La cuarta edición es el resultado de ocho años de pruebas. Durante los talleres internacionales de campo, nosotros clasificamos numerosos perfiles de suelo y desarrollamos ideas para mejorar el sistema. El establecimiento de algoritmos para la clasificación automatizada ayudó a superar las inconsistencias. Los 32 Grupos de Suelos de Referencia se mantuvieron, pero las características del suelo, no reflejadas o no definidas adecuadamente hasta ahora en la WRB, tuvieron que ser tomadas en cuenta. Muchos criterios en los diagnósticos, la clave y las definiciones de los calificadores se afinaron y perfeccionaron. Se hizo un esfuerzo especial para garantizar la coherencia y para que las mismas características se redactaran de la misma manera en todo el texto, incluidos los anexos.

La cuarta edición tiene nuevos anexos:

- Una nueva Guía de Campo, adaptada exactamente a las necesidades de la WRB, con muchas definiciones de las características de campo, apoyada por numerosas ilustraciones - se puede utilizar en lugar de la Guía para la descripción de suelos de la FAO (2006).
- Denominaciones de Horizontes y Capas con símbolos mayores y sufijos.
- Recomendaciones de símbolos de colores para los mapas de los Grupos de Suelos de Referencia.
- Una Ficha de Descripción del Suelo y una Guía para la Configuración de Bases de Datos, que se proporcionan como documentos separados para su descarga.

Muchísimos científicos del suelo contribuyeron a la cuarta edición (consultar los Agradecimientos). Todos esperamos que la nueva edición promueva una mejor comprensión de los suelos, de su distribución, de sus propiedades y de su protección y gestión sostenible.

Las tres primeras ediciones de la WRB fueron publicadas por la FAO en la *World Soil Resources Reports series*. Debido a que esto ya no es posible, nos satisface de que la presente cuarta edición sea publicada por la IUSS. Esto refleja el carácter de la WRB como una publicación del Grupo de Trabajo de la IUSS.

Peter Schad

Universidad Técnica de Munich, Alemania

Presidente del Grupo de Trabajo WRB de la IUSS

Stephan Mantel

ISRIC – World Soil Information, Países Bajos

Vicepresidente del Grupo de Trabajo WRB de la IUSS

# Agradecimientos

El autor principal de la cuarta edición de la WRB es Peter Schad (Universidad Técnica de Munich, Alemania).

Las decisiones fundamentales han sido tomadas por los miembros de la Comisión de la WRB: Lúcia Anjos (Brasil), Jaume Boixadera Llobet (España), Seppe Deckers (Bélgica), Stefaan Dondeyne (Bélgica), Einar Eberhardt (Alemania), Maria Gerasimova (Rusia), Ben Harms (Australia), Cezary Kabała (Polonia), Stephan Mantel (Países Bajos), Erika Michéli (Hungría), Curtis Monger (Estados Unidos), Rosa M. Poch Claret (España), Peter Schad (Alemania), Karl Stahr (Alemania), y Cornie van Huyssteen (Sudáfrica). Vincent Bunness (Alemania) y Margaretha Rau (Alemania) se desempeñaron como secretarios de la Comisión de la WRB.

El borrador de la Guía de Campo (Anexo 1) y de la Ficha de Descripción del Suelo (Anexo 4) fueron escritos por Vincent Bunness, Margaretha Rau y Peter Schad y el borrador de la Guía para la Configuración de Bases de Datos (Anexo 5) por Einar Eberhardt. Las figuras, si no se asigna lo contrario, fueron realizadas por Vincent Bunness.

La actual cuarta edición recibió contribuciones de muchos científicos, entre ellos están: Erhan Akça (Turquía), Ólafur Arnalds (Islandia), David Badía Villas (España), Alma Barajas Alcalá (México), Albrecht Bauriegel (Alemania), Frank Berding (Países Bajos), Maria Bronnikova (Rusia), Wolfgang Burghardt (Alemania), Przemysław Charzynski (Polonia), José Coelho (Brasil), Fernanda Cordeiro (Brasil), Edoardo Costantini (Italia), Jaime de Almeida (Brasil), Ademir Fontana (Brasil), Jérôme Juilleret (Francia/Luxemburgo), Nikolay Khitrov (Rusia), Aleš Kučera (República Checa), Eva Lehndorff (Alemania), José João Lelis Leal de Souza (Brasil), João Herbert Moreira Viana (Brasil), Freddy Nachtergaele (Bélgica), Otmar Nestroy (Austria), Tibor Novák (Hungría), Luis Daniel Olivares Martínez (México), Thilo Rennert (Alemania), Blaž Repe (Eslovenia), Nuria Roca Pascual (España), Thorsten Ruf (Alemania/Luxemburgo), Alessandro Samuel-Rosa (Brasil), Tobias Sprafke (Alemania/Suiza), Marcin Świtoniak (Polonia), Wenceslau Teixeira (Brasil), Łukasz Uzarowicz (Polonia), Karen Vancampenhout (Bélgica), Andreas Wild (Alemania).

## Prefacio para la versión en español

El borrador ha sido desarrollado por Carmen Gutiérrez Castorena, Carlos Alberto Ortiz Solorio, Sandra Monserrat Barragán Maravilla (todos del Colegio de Postgraduados, Texcoco, México) en colaboración con Rocío Citlali Gutiérrez de la Garza.

La primera revisión ha sido realizada por Peter Schad (Universidad Técnica de Munich) con el apoyo inmenso de Rosa Maria Poch Claret (Universitat de Lleida) y Noelia García Franco (Universidad Técnica de Munich) según los siguientes principios:

- usar SECS - SLCS - IEC: Diccionario Multilingüe de la Ciencia del Suelo:  
<https://cit.iec.cat/DMCSE/default.asp?opcio=1>,
- usar el Diccionario de la Real Academia Española,
- armonizar criterios que se usan en varias definiciones.

La revisión final ha sido llevada a cabo por Rosa Maria Poch Claret (Universitat de Lleida).

La secuencia de los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico en el Capítulo 3 sigue el inglés original para mantener los números de los capítulos. Debido a ello, la secuencia no necesariamente coincide con el alfabeto en español. Los códigos en la Guía de Campo (Anexo 1, Capítulo 8) son los mismos que en la versión en inglés.

## Lista de acrónimos

Al <sub>ox</sub>	Aluminio extraído por una solución ácida de oxalato de amonio
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de calcio
CE	Conductividad eléctrica
CE <sub>S</sub>	Conductividad eléctrica en un extracto de pasta saturada
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
COEL	Coefficiente de extensibilidad lineal
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Fe <sub>dith</sub>	Hierro extraído por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato
Fe <sub>ox</sub>	Hierro extraído por una solución ácida de oxalato de amonio
GSR	Grupo de Suelos de Referencia
HCl	Ácido clorhídrico
ISRIC	Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos
ISSS	Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo
IUSS	Unión Internacional de las Ciencias del Suelo
KOH	Hidróxido de potasio
KCl	Cloruro de potasio
Mn <sub>dith</sub>	Manganeso extraído por una solución de ditionito-citrato-bicarbonato
NaOH	Hidróxido de sodio
NH <sub>4</sub> OAc	Acetato de amonio
PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
RAS	Relación de adsorción de sodio
RTB	Reserva total de bases
Si <sub>ox</sub>	Silicio extraído por una solución ácida de oxalato de amonio
SiO <sub>2</sub>	Sílice
SUITMA	Suelos en áreas urbanas, industriales, de tráfico, mineras y militares (Grupo de Trabajo de la IUSS)
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
WRB	Base Referencial Mundial del Recurso Suelo

# 1 Antecedentes y conceptos básicos

## 1.1 Historia

### Desde sus inicios hasta la tercera edición 2014/15

La Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) se basa en la Leyenda (FAO-Unesco, 1974) y la Leyenda Revisada (FAO, 1988) del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1971-1981). En 1980, la Sociedad Internacional de la Ciencias del Suelo (ISSS, desde 2002 la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo, IUSS) formó el Grupo de Trabajo "Base Referencial Internacional para la Clasificación de Suelos" para una mayor elaboración de un sistema internacional de clasificación de suelos con base científica. Este Grupo de Trabajo fue renombrado como "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo" en 1992. El Grupo de Trabajo presentó la primera edición de la WRB en 1998 (FAO, 1998), la segunda edición en 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006) y la tercera edición en 2014/15 (IUSS Working Group WRB, 2015). En 1998, el Consejo de la ISSS aprobó la WRB como su terminología oficialmente recomendada para nombrar y clasificar suelos.

En la segunda edición (IUSS Working Group WRB, 2006) y en la tercera edición (IUSS Working Group WRB, 2015) se ofrece una descripción detallada de la historia anterior de la WRB.

### De la tercera edición 2014 (Actualización 2015) a la cuarta edición 2022

La tercera edición de la WRB se presentó en el 20° Congreso Mundial de las Ciencias del Suelo 2014 en Jeju, Corea. En 2015, se publicó una actualización en línea, que es la WRB válida de 2015 a 2022: <https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

La tercera edición se tradujo a varios idiomas: checo, francés, georgiano, polaco, ruso, esloveno y español.

Desde 2014, se organizaron varios talleres de campo de la WRB para probar la tercera edición:

- 2014: Irlanda
- 2017: Letonia y Estonia
- 2018: Rumanía
- 2019: Mongolia
- 2022: Islandia

Las giras de campo asociadas con las reuniones de la Comisión de Clasificación de Suelos de la IUSS en Sudáfrica (2016) y México (2022) fueron pruebas adicionales de la tercera edición y también las giras ofrecidas con el 21° Congreso Mundial de las Ciencias del Suelo (2018) en Brasil.

Finalmente, tras 8 años, ha sido preparada la cuarta edición.

## 1.2 Principales cambios en la WRB 2022

Los principales cambios son:

- El contenido del libro se ha reorganizado:
  - El antiguo Anexo 1 (Descripciones) se ha eliminado. Las descripciones no estaban completamente actualizadas.
  - El Anexo 2 (Métodos de laboratorio) se ha mantenido.
  - El antiguo Anexo 3 (Códigos) ahora es el Capítulo 6. Esto refleja que los códigos, si se usan, no solo son recomendados sino obligatorios.

- El antiguo Anexo 4 se ha integrado en el nuevo Anexo 1.
- El nuevo Anexo 1 es una Guía de Campo. Ésta reemplaza la Guía para la descripción de suelos de la FAO (2006). En comparación con la Guía de la FAO, el Anexo 1 es más completo para la WRB, más preciso y más didáctico al usar muchas ilustraciones. Se proporcionan muchas definiciones de características de campo, que hasta ahora no se habían definido en ninguna parte en la WRB, ni en la propia WRB, ni en la Guía de la FAO. Muchas de estas definiciones fueron tomadas de la USDA, Soil Survey Manual (2017) y el Libro de Campo NRCS (2012), que acerca la WRB y la Taxonomía de Suelos.
- El nuevo Anexo 3 proporciona breves definiciones de los símbolos de las capas, desarrollando aún más las definiciones de la Guía de la FAO.
- El nuevo Anexo 4 explica la Ficha de Descripción del Suelo que se proporciona en línea.
- El nuevo Anexo 5 proporciona una Guía para la Configuración de Bases de Datos. Los detalles se proporcionan en línea.
- El nuevo Anexo 6 da recomendaciones para colores para los mapas de Grupos de Suelos de Referencia.
- En el Capítulo 2.1 (Reglas generales y definiciones) se han agregado varias definiciones para la WRB: tierra fina, suelo entero, capa de hojarasca, superficie del suelo, superficie del suelo mineral, capa del suelo, horizonte del suelo. Algunas nuevas reglas generales se han agregado para facilitar las definiciones.
- Todos los Grupos de Suelo de Referencia (GSRs) se mantienen. Hay algunos cambios en la Clave: Planosols y Stagnosols ahora están antes que Nitols y Ferralsols. Los Fluvisols son anteriores a los Arenosols.
- Se han eliminado los siguientes diagnósticos:
  - horizonte fúlvico y horizonte melánico: pertenecían a un concepto obsoleto de la materia orgánica del suelo;
  - propiedades áridicas: tenían una combinación no sistemática de varias características (la deposición eólica, ahora se caracteriza por el material eólico, ver más abajo);
  - propiedades géricas: se pueden expresar mejor como calificador;
  - material sulfuroso: no es necesario tras la introducción del material hipersulfuroso e hiposulfuroso en 2014.
- Se han introducido los siguientes diagnósticos:
  - horizonte albico: En la primera y segunda edición de la WRB se definió el horizonte albico. Sin embargo, solo se definió por el color y no se requirieron resultados de procesos de formación del suelo. Por lo tanto, se cambió a material albico en 2014, pero esto dificultó la definición del calificador Albic. Ahora, se reintrodujo el horizonte albico, exigiendo explícitamente resultados de procesos de formación del suelo. El material albico se mantuvo (solo definido por color) y se renombró como material clárico (ver más abajo).
  - horizonte cohésico: Horizonte subsuperficial denso dominado por caolinita. Se encuentra en regiones tropicales con clima estacional y no había sido considerado hasta ahora en la WRB.
  - horizonte limónico: Acumulación de Fe por ascenso capilar en suelos con agua subterránea. La acumulación es tan fuerte que los óxidos de Fe provocan una cementación. Tradicionalmente se le conoce como hierro de pantano (o turbera).
  - horizonte panpaico: horizonte A enterrado.
  - horizonte tsitético: Acumulación de Fe por flujo subsuperficial, generalmente procedente de Planosols y Stagnosols situados más arriba en el paisaje.
  - propiedades protogípsicas: Acumulación de yeso secundario insuficiente para un horizonte gípsico o petrogípsico.
  - material eólico: Depositado por el viento.
  - material múlmico: Material mineral con alto contenido de carbono orgánico del suelo, derivado de

material orgánico. El drenaje del material orgánico causa una descomposición acelerada y finalmente el contenido de carbono orgánico del suelo desciende por debajo del 20%, lo que transforma el material orgánico en material mineral.

- material organotécnico: contiene grandes cantidades de artefactos orgánicos y contenidos relativamente pequeños de carbono orgánico del suelo en la tierra fina.
- Los siguientes materiales de diagnóstico han recibido nuevos nombres:
  - material clárico en lugar de material álbico. Tras reintroducir el horizonte álbico se tuvo que evitar que un material de diagnóstico y un horizonte de diagnóstico tuvieran el mismo nombre. Por lo tanto, el material álbico pasó a denominarse material clárico.
  - material solimóvico en lugar de material colúvico: La palabra “coluvium” tiene significados muy diferentes en diferentes países. Para evitar confusiones se acuñó el nuevo nombre de material solimóvico. Explica que al menos algunas partes del material acumulado sufrieron formación del suelo antes de ser transportadas.
- Muchos criterios en los diagnósticos, la clave y las definiciones de los calificadores han sido depurados y refinados. Se ha dedicado un especial esfuerzo para asegurarse de que los mismos rasgos fueran redactados de la misma manera en todo el texto, incluidos los anexos.
- Se han definido algunos calificadores nuevos, se han eliminado algunos y muchas definiciones han sido refinadas.

### 1.3 El objeto clasificado en la WRB

Como muchas palabras comunes, "suelo" tiene varios significados. En su significado tradicional, el suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas, tenga o no horizontes del suelo discernibles (Soil Survey Staff, 1999).

En la WRB de 1998, el suelo se definió como:

*“... un cuerpo natural continuo que tiene tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal. Las tres características principales que rigen el suelo son:*

- *Está formado por **constituyentes minerales y orgánicos** e incluye las fases sólida, líquida y gaseosa.*
- *Los constituyentes están organizados en **estructuras**, específicas para el medio edafológico. Estas estructuras constituyen el aspecto morfológico de la cubierta del suelo, equivalente a la anatomía de un ser vivo. Son el resultado de la historia de la cobertura del suelo y de sus dinámicas y propiedades actuales. El estudio de las estructuras de la cubierta del suelo facilita la percepción de las propiedades físicas, químicas y biológicas; además, permite comprender el pasado y el presente del suelo y predecir su futuro.*
- *El suelo está en **constante evolución**, dándole así al suelo su cuarta dimensión, el tiempo.”*

Aunque existen buenos argumentos para limitar el levantamiento y mapeo de suelos a áreas de suelos estables e identificables y con cierto espesor, la WRB ha adoptado un enfoque más completo para nombrar cualquier objeto que forme parte de la **epidermis de la tierra** (Sokolov, 1997; Nachtergaele, 2005). Este enfoque tiene una serie de ventajas; en particular, porque permite abordar los problemas ambientales de una manera sistemática y holística y evita la discusión estéril sobre una definición universalmente aceptada de suelo, y su espesor y estabilidad requeridos. Por lo tanto, el objeto clasificado en la WRB es: *cualquier material dentro de los 2 m de la superficie de la Tierra que esté en contacto con la atmósfera, excluyendo organismos vivos, áreas con hielo continuo no cubierto por otro material y cuerpos de agua de más de 2 m de profundidad*. Si se indica explícitamente, el objeto clasificado en la WRB incluye capas de más de 2 m de profundidad. En zonas de marea, la profundidad de 2 m se aplica a la marea viva baja.



La definición incluye *roca continua*, suelos urbanos pavimentados, suelos de áreas industriales, suelos sobre edificios y otras construcciones (permanentes/estables), suelos de cavernas y suelos subacuáticos. Los suelos bajo *roca continua*, excepto los que ocurren en cavernas, generalmente no se consideran en la clasificación. En casos especiales, la WRB se puede usar para clasificar suelos bajo roca; por ejemplo, para la reconstrucción paleoedafológica del medio ambiente. El uso de la WRB para paleosoles aún se encuentra en una etapa experimental.

## 1.4 Principios básicos

### Principios generales

- La clasificación de los suelos se basa en las propiedades del suelo definidas en términos de horizontes diagnóstico, propiedades de diagnóstico y materiales de diagnóstico (llamados en conjunto **diagnósticos**), que en la medida de lo posible se deben medir y observar en campo. El Cuadro 1.1 proporciona una descripción general de los diagnósticos utilizados en la WRB.
- La selección de características diagnósticas tiene en cuenta su relación con los procesos de formación del suelo. La comprensión de los procesos de formación del suelo contribuye a una mejor caracterización de los suelos, pero estos procesos, como tales, no se deben utilizar como criterios diferenciadores.
- En la medida de lo posible, a un alto nivel de generalización, se seleccionan rasgos de diagnóstico del suelo que son importantes para su manejo.
- Los parámetros climáticos no se aplican en la clasificación de suelos. Se entiende que se deben usar con fines de interpretación, en combinación con las propiedades del suelo, pero no deben formar parte de las definiciones del suelo. Por lo tanto, la clasificación de los suelos no está subordinada a la disponibilidad de datos climáticos. El nombre de un determinado suelo no quedará así obsoleto debido al cambio climático global o local.
- La WRB es un sistema de clasificación integral que permite acomodar los sistemas nacionales de clasificación de suelos.
- La WRB no pretende ser un sustituto de los sistemas nacionales de clasificación de suelos, sino más bien servir como un denominador común para la comunicación a nivel internacional.
- La WRB comprende dos niveles de detalle categórico:
  - el **Primer Nivel** tiene 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSRs);
  - el **Segundo Nivel** está formado por el nombre del GSR combinado con un conjunto de calificadores principales y suplementarios.
- Muchos GSRs en la WRB son representativos de las principales regiones edáficas, por lo cual proporcionan un panorama general de la cobertura de los suelos del mundo.
- Las definiciones y descripciones reflejan variaciones en las características del suelo que ocurren tanto vertical como lateralmente en el paisaje.
- El término *Base de referencia* es connotativo de la función de denominador común de la WRB: sus unidades (GSRs) tienen la suficiente amplitud para facilitar la armonización y correlación con los sistemas nacionales.
- Además de servir como una correlación entre los sistemas de clasificación existentes, la WRB también sirve como una herramienta de comunicación para la recopilación de bases de datos de suelos globales y para el inventario y monitoreo de los recursos de suelos del mundo.
- La nomenclatura utilizada para distinguir los grupos de suelos conserva términos que se usan tradicionalmente o que se pueden introducir fácilmente en el lenguaje común. Éstos se definen con precisión, a fin de evitar la confusión que se produce cuando se utilizan nombres con diferentes connotaciones.

*Cuadro 1.1: Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico de la WRB. Este cuadro no proporciona definiciones. Para conocer los criterios de diagnóstico, por favor consulte el Capítulo 3.*

<b>Descripción Simplificada</b>	
<b>1. Horizontes de diagnóstico antropogénicos (todos son minerales)</b>	
horizonte antrácuico	en suelos bajo cultivo de arroz inundado: comprende la capa fangosa y la suela de labor, ambas muestran una matriz reducida y canales de raíces
horizonte hórtico	oscuro, contenido alto de materia orgánica y P, actividad de fauna alta, saturación de bases alta; resulta de cultivo, fertilización y aplicación de residuos orgánicos a largo plazo
horizonte hidrágrico	en suelos bajo cultivo de arroz inundado: la capa por debajo del horizonte antrácuico, con rasgos redoximorfos y/o una acumulación de Fe y/o Mn
horizonte irrágrico	textura uniforme, al menos un contenido moderado de materia orgánica, actividad de fauna alta; construido gradualmente por agua de riego rica en sedimentos
horizonte plágico	oscuro, al menos un contenido moderado de materia orgánica, arenoso o franco; resulta de la aplicación de capas superficiales de otros suelos con raíces y hierbas mezclados con excrementos
horizonte prético	oscuro, al menos un moderado contenido de materia orgánica y P, contenido alto de Ca y Mg intercambiables, con carbono negro; incluye Tierras Oscuras Amazónicas
horizonte térrico	evidencia de adición de material sustancialmente diferente, al menos un moderado contenido de materia orgánica, saturación de bases alta; resulta de la adición de material mineral (con o sin residuos orgánicos) y laboreo
<b>2. Horizontes de diagnóstico que pueden ser orgánicos o minerales</b>	
horizonte cálcico	acumulación de carbonatos secundarios, no cementados continuamente
horizonte críco	permanentemente congelado (hielo visible o, si no hay suficiente agua, < 0°C)
horizonte sálico	altas cantidades de sales fácilmente solubles
horizonte tiónico	con ácido sulfúrico y un valor de pH muy bajo
<b>3. Horizontes de diagnóstico orgánicos</b>	
horizonte fólico	capa orgánica, no saturada de agua y no drenada
horizonte hístico	capa orgánica, saturada de agua o drenada
<b>4. Horizontes de diagnóstico minerales superficiales</b>	
horizonte chérnico	de gran espesor, de color muy oscuro, saturación de bases alta, moderado a alto contenido de materia orgánica, estructura del suelo bien desarrollada o elementos estructurales creados por prácticas agrícolas, actividad de fauna alta (caso especial del horizonte móllico)
horizonte móllico	de gran espesor, de color oscuro, saturación de bases alta, moderado a alto contenido de materia orgánica, al menos alguna estructura del suelo o elementos estructurales creados por prácticas agrícolas
horizonte úmbrico	de gran espesor, de color oscuro, saturación de bases baja, moderado a alto contenido de materia orgánica, al menos alguna estructura del suelo o elementos estructurales creados por prácticas agrícolas

## 5. Otros horizontes de diagnóstico minerales relacionados con la acumulación de sustancias debida a procesos de migración (vertical o lateral).

horizonte árgico	capa subsuperficial con un contenido de arcilla claramente más alto que el de la capa suprayacente (sin discontinuidad lítica) y/o presencia de minerales de arcilla iluviales (con o sin discontinuidad lítica)
horizonte dúrico	concreciones o nódulos, cementados por sílice secundaria y/o remanentes de un horizonte petrodúrico fragmentado
horizonte férrico	$\geq 5\%$ de concreciones y/o nódulos rojizos a negruzcos y/o $\geq 15\%$ de masas gruesas rojizas a negruzcas, con acumulación de óxidos de Fe (y Mn)
horizonte gípsico	acumulación de yeso secundario, no cementado continuamente
horizonte limónico	acumulación de óxidos de Fe y/o Mn en una capa que tiene o ha tenido propiedades gléyicas; al menos parcialmente cementado
horizonte nátrico	capa subsuperficial con un contenido de arcilla claramente más alto que el de la capa suprayacente (sin discontinuidad lítica) y/o presencia de minerales de arcilla iluviales (con o sin discontinuidad lítica); contenido de Na intercambiable alto
horizonte petrocálcico	acumulación de carbonatos secundarios, cementados de forma relativamente continua
horizonte petrodúrico	acumulación de sílice secundaria, cementada de forma relativamente continua
horizonte petrogípsico	acumulación de yeso secundario, cementado de forma relativamente continua
horizonte petroplíntico	tiene rasgos oximorfos dentro de (antiguos) agregados del suelo, que están al menos parcialmente interconectados y tienen un color amarillento, rojizo y/o negruzco; altos contenidos de óxidos de Fe al menos en los rasgos oximorfos; cementado de forma relativamente continua
horizonte pisoplíntico	$\geq 40\%$ de concreciones y/o nódulos amarillentos, rojizos y/o negruzcos, al menos moderadamente cementados, con acumulación de óxidos de Fe y/o remanentes de un horizonte petroplíntico fragmentado
horizonte plíntico	tiene $\geq 15\%$ de su área expuesta de rasgos oximorfos dentro de (antiguos) agregados del suelo que son negros o tienen un matiz más rojo y un croma más alto que el material circundante; altos contenidos de óxidos de Fe, al menos en los rasgos oximorfos; no cementado continuamente
horizonte sómbrico	acumulación subsuperficial de materia orgánica distinta de los horizontes espódicos o nátricos; no es un horizonte superficial enterrado
horizonte espódico	acumulación subsuperficial de Al con Fe y/o materia orgánica
horizonte tsitélico	acumulación de Fe por flujo subsuperficial, normalmente derivado de Planosols y Stagnosols ubicados ladera arriba

## 6. Otros horizontes de diagnóstico minerales

horizonte álbico	de color claro; pérdida de sustancias coloreadas (por ejemplo, óxidos, materia orgánica) debida a procesos de formación del suelo
horizonte cámbico	evidencia de procesos de formación del suelo; no cumple con los criterios de horizontes de diagnóstico que indican procesos de alteración o acumulación más intensos

horizonte cohésico	estructura maciza o en bloques subangulares, penetración restringida de raíces, drenaje normalmente libre, rico en caolinita, pobre en materia orgánica
horizonte ferrálico	fuertemente meteorizado, dominado por caolinitas y óxidos
horizonte frágico	con grandes agregados del suelo, las raíces y el agua de percolación penetran en el suelo solo entre estos agregados, no o solo parcialmente cementados
horizonte nítico	rico en minerales de arcilla y óxidos de Fe, de estructura moderada a fuerte, superficies brillantes en agregados del suelo
horizonte panpaico	horizonte superficial mineral enterrado con un contenido significativo de materia orgánica
horizonte protovértico	influenciado por la expansión y retracción de minerales de arcilla
horizonte vértico	dominado por minerales de arcilla que se expanden y se retraen
<b>7. Propiedades de diagnóstico relacionadas con características de la superficie</b>	
propiedades taquíricas	costra superficial de textura fina con una estructura laminar o maciza; bajo condiciones áridas en suelos periódicamente inundados
propiedades yérmicas	combinación de rasgos del desierto: pavimento del desierto, barnizado, ventifactos, poros vesiculares, estructura laminar
<b>8. Propiedades de diagnóstico que definen la relación entre dos capas</b>	
diferencia textural abrupta	aumento muy abrupto en el contenido de arcilla dentro de un intervalo de profundidad limitado
lenguas albelúvicas	interdigitación de material de textura más gruesa y de color más claro formando lenguas verticalmente continuas dentro de un horizonte árgico (caso especial de propiedades réticas)
discontinuidad lítica	diferencias en el material originario
propiedades réticas	interdigitación de material de textura más gruesa y de color más claro en un horizonte árgico o nátrico
<b>9. Otras propiedades de diagnóstico</b>	
propiedades ándicas	minerales de grado de ordenación bajo y/o complejos organometálicos
propiedades ántricas	aplica a suelos con horizontes móllico o úmbrico, si el horizonte móllico o úmbrico está creado o sustancialmente transformado por humanos
roca continua	material consolidado (se excluyen horizontes edafogenéticos cementados)
propiedades gléyicas	saturado de agua subterránea que fluye o se mueve hacia arriba (o gases que se mueven hacia arriba), permanentemente o al menos durante un tiempo suficiente para que ocurran condiciones reductoras
propiedades protocálcicas	carbonatos derivados de la solución del suelo y precipitados en el suelo (carbonatos secundarios), menos pronunciados que en los horizontes cálcico o petrocálcico
propiedades protogípsicas	yeso derivado de la solución del suelo y precipitado en el suelo (yeso secundario), menos pronunciado que en los horizontes gípsico o petrogípsico
condiciones reductoras	valor de rH bajo y/o presencia de sulfuro, metano o Fe reducido
grietas de expansión-retracción	se abren o se cierran debido a la expansión y retracción de los minerales de arcilla
propiedades siderálicas	CIC relativamente bajo

propiedades estagnicas	saturado de agua estancada (o de otros líquidos que entran desde arriba), al menos temporalmente, el tiempo suficiente para que ocurran condiciones reductoras
propiedades vítricas	$\geq 5\%$ (por recuento de granos) de vidrios volcánicos y materiales relacionados y conteniendo una cantidad limitada de minerales de grado de ordenación bajo y/o complejos organometálicos
<b>10. Materiales de diagnóstico relacionados con la concentración de carbono orgánico o relacionados con artefactos orgánicos</b>	
material mineral	$< 20\%$ de carbono orgánico del suelo y $< 35\%$ (en volumen) de artefactos orgánicos
material móllico	desarrollado a partir de material orgánico saturado de agua tras drenaje; 8 - 20% de carbono orgánico del suelo
material orgánico	$\geq 20\%$ de carbono orgánico del suelo
material órgano-técnico	$< 20\%$ de carbono orgánico del suelo y $\geq 35\%$ (en volumen) de artefactos orgánicos
carbono orgánico del suelo	carbono orgánico que no cumple con los criterios de diagnóstico de los artefactos
<b>11. Material de diagnóstico relacionado con el color</b>	
material clórico	tierra fina de color claro, expresado en colores Munsell con brillo alto y croma bajo
<b>12. Materiales de diagnóstico tecnogénicos</b>	
artefactos	creados, sustancialmente modificados o transportados a la superficie por humanos; ningún cambio sustancial posterior de sus propiedades químicas o mineralógicas
material duro técnico	material consolidado y relativamente continuo resultado de un proceso industrial
<b>13. Otros materiales de diagnóstico</b>	
material eólico	sedimentado por el viento
material calcárico	$\geq 2\%$ de carbonato de calcio equivalente, al menos parcialmente heredado del material original
material dolomítico	$\geq 2\%$ de un mineral que tiene una relación $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 < 1,5$
material flúvico	depósitos fluviales, marinos o lacustres con estratificación evidente
material gipsírico	$\geq 5\%$ de yeso, al menos parcialmente heredado del material original
material hipersulfuroso	contiene sulfuros y susceptible de sufrir una acidificación severa
material hiposulfuroso	contiene sulfuros y no es susceptible de sufrir una acidificación severa
material límnic	depositado en agua por precipitación (posiblemente con sedimentación) o por acción de algas o de plantas acuáticas con transporte posterior o modificación posterior por fauna acuática o microorganismos
material ornitogénico	excrementos o restos de aves o de actividad de aves
material solimóvico	mezcla heterogénea que se ha movido cuesta abajo, suspendida en agua; dominado por material transformado por edafogénesis en su lugar original

material téfrico	≥30% (por recuento de granos) de vidrios volcánicos y materiales relacionados
------------------	---

## Estructura

Cada GSR de la WRB está provisto de un listado de posibles calificadores principales y suplementarios, con los cuales el usuario puede construir el segundo nivel de la clasificación. Los calificadores principales se dan en una secuencia de prioridad. Los principios generales que rigen la diferenciación de clases de la WRB son:

- En el **Primer Nivel** (GSRs), las clases se diferencian principalmente de acuerdo con los rasgos del suelo producidas por el proceso edafogenético primario, excepto donde los rasgos específicos de los materiales parentales del suelo son de primordial importancia.
- En el **Segundo Nivel** (GSRs con calificadores), los suelos se diferencian de acuerdo con los rasgos del suelo resultantes de cualquier proceso edafogenético secundario que haya afectado significativamente las características primarias. En muchos casos se toman en cuenta las características del suelo que tienen un efecto significativo en el uso de la tierra.

## Evolución del sistema

La Leyenda Revisada del Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO (FAO, 1988) se utilizó como base para el desarrollo de la WRB, con el fin de aprovechar la correlación internacional de suelos que ya se había realizado a través de este proyecto y en otras ocasiones. La primera edición de la WRB, publicada en 1998, constaba de 30 GSRs; las ediciones siguientes tienen 32 GSRs.

## 1.5 Arquitectura

La WRB comprende dos niveles de detalle categórico:

1. el **Primer Nivel** tiene 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSRs);
2. el **Segundo Nivel** está formado por el nombre del GSR combinado con un conjunto de calificadores principales y suplementarios.

### Primer Nivel: Los Grupos de Suelo de Referencia

El Cuadro 1.2 proporciona una descripción general de los GSRs y la justificación de la secuencia de los mismos en la clave de la WRB. Los GSRs se asignan a grupos sobre la base de identificadores dominantes; es decir, los factores o los procesos de formación del suelo que con mayor claridad condicionan el suelo.

### Segundo Nivel: Los Grupos de Suelos de Referencia con sus calificadores

En la WRB se hace una distinción entre **calificadores principales** y **suplementarios**. Los calificadores principales se consideran los más importantes para una mayor caracterización de los suelos pertenecientes a un cierto GSR. Éstos se dan en un orden jerárquico. Los calificadores suplementarios proporcionan más detalles sobre el suelo. Éstos no tienen jerarquía, pero se enlistan en orden alfabético (excepción: los calificadores suplementarios relacionados con la textura se dan primero). El Capítulo 2 proporciona las reglas para el uso de calificadores para la nomenclatura de suelos y para crear leyendas de mapas.

La construcción del segundo nivel, agregando calificadores al GSR, tiene varias ventajas en comparación con una clave dicotómica:

- Cada suelo recibe el número apropiado de calificadores. Los suelos con pocas características tienen nombres cortos; los suelos con muchas características (por ejemplo, suelos poligenéticos) tienen nombres más largos.
- La WRB es capaz de indicar la mayoría de las propiedades del suelo, las cuales se incorporan de manera informativa al nombre del suelo.

- El sistema es robusto. Los datos faltantes no conducen necesariamente a un error importante en la clasificación de un suelo. Si un calificador se agrega o se omite por error debido a datos incompletos, el resto del nombre del suelo permanece correcto.

*Cuadro 1.2: Guía resumida de los Grupos de Suelos de Referencia (GSRs) de la WRB con códigos. Este cuadro no se debe utilizar como una clave. Para definiciones completas, por favor consulte el Capítulo 3 y la Clave (Capítulo 4).*

	<b>GSR</b>	<b>Código</b>
<b>1. Suelos con capas orgánicas de gran espesor:</b>	Histosols	HS
<b>2. Suelos con fuerte influencia humana –</b>		
Con alteración fuerte por uso agrícola prolongado e intensivo:	Anthrosols	AT
Contiene cantidades significativas de artefactos:	Technosols	TC
<b>3. Suelos con limitaciones para el crecimiento de raíces –</b>		
Afectados por permafrost:	Cryosols	CR
Delgados o con muchos elementos gruesos:	Leptosols	LP
Alto contenido de Na intercambiable:	Solonetz	SN
Condiciones alternas de sequía y humedad, minerales de arcilla que se expanden y se retraen:	Vertisols	VR
Alta concentración de sales solubles:	Solonchaks	SC
<b>4. Suelos distinguidos por la química de Fe/Al –</b>		
Afectados por agua subterránea, subacuáticos o en áreas de mareas:	Gleysols	GL
Alófanos y/o complejos Al-humus:	Andosols	AN
Acumulación de humus y/u óxidos en la parte subsuperficial:	Podzols	PZ
Acumulación y redistribución de Fe:	Plinthosols	PT
Agua estancada, diferencia textural abrupta:	Planosols	PL
Agua estancada, diferencia estructural y/o diferencia textural moderada:	Stagnosols	ST
Arcillas de baja actividad, fijación de P, muchos óxidos de Fe, estructura fuerte:	Nitisols	NT
Dominancia de caolinita y óxidos:	Ferralsols	FR
<b>5. Acumulación pronunciada de materia orgánica en la parte superficial del suelo mineral –</b>		
Parte superficial del suelo muy oscura, carbonatos secundarios:	Chernozems	CH
Parte superficial del suelo oscura, carbonatos secundarios:	Kastanozems	KS
Parte superficial del suelo oscura, sin carbonatos secundarios (a menos que sea muy profundo), alta saturación de bases:	Phaeozems	PH
Parte superficial del suelo oscura, baja saturación de bases:	Umbrisols	UM

---

**6. Acumulación de sales moderadamente solubles o sustancias no salinas –**

Acumulación y cementación por sílice secundaria:	Durisols	DU
Acumulación de yeso secundario:	Gypsisols	GY
Acumulación de carbonatos secundarios:	Calcisols	CL

---

**7. Suelos enriquecidos en arcillas en la parte subsuperficial –**

Interdigitaciones de material de textura más gruesa y color más claro, en una capa de textura más fina y color más fuerte:	Retisols	RT
Arcillas de baja actividad, bajo contenido de bases:	Acrisols	AC
Arcillas de baja actividad, alto contenido de bases:	Lixisols	LX
Arcillas de alta actividad, bajo contenido de bases:	Alisols	AL
Arcillas de alta actividad, alto contenido de bases	Luvisols	LV

---

**8. Suelos con poca o ninguna diferenciación del perfil –**

Moderadamente desarrollado:	Cambisols	CM
Sedimentos estratificados fluviales, marinos o lacustres:	Fluvisols	FL
Arenosos:	Arenosols	AR
Sin desarrollo significativo del perfil:	Regosols	RG

---

## 1.6 Parte superficial del suelo

Las características de la parte superficial del suelo son propensas a cambios rápidos con el tiempo; por lo tanto, solo se usan en algunos casos en la WRB. Existen varias propuestas de sistemas de clasificación de la parte superficial del suelo (Broll et al., 2006; Fox et al., 2010; Graefe et al., 2012; Jabiol et al., 2013; Zanella et al., 2018). Éstas se pueden combinar con la WRB.

## 1.7 Subsuelo

Un esquema de clasificación para los materiales del subsuelo fue propuesto por Juilleret et al. (2016, 2018), que se puede combinar con la WRB. El material del subsuelo es cualquier material que se presente por debajo de los diagnósticos de la WRB.

## 1.8 Traducción a otros idiomas

Las traducciones a otros idiomas son bienvenidas. Para los derechos de autor, por favor póngase en contacto con la IUSS. Sin embargo, todos los componentes de los nombres de los suelos (GSR, calificadores, especificadores) no se deben traducir a ningún otro idioma ni transcribirse a otro alfabeto. Los nombres de los suelos deben conservar su forma gramatical. Las reglas para la secuencia de calificadores se deben seguir en cualquier traducción. Los nombres de los GSRs y calificadores comienzan con letras mayúsculas.



## 2 Reglas para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos

### 2.1 Reglas generales y definiciones

Los siguientes principios se deben considerar para la clasificación en la WRB:

1. Todos los datos se refieren a la tierra fina, a menos que se indique lo contrario. La **tierra fina** comprende los constituyentes del suelo  $\leq 2$  mm. El **suelo entero** se compone de tierra fina, elementos gruesos, *artefactos*, partes cementadas y residuos vegetales muertos de cualquier tamaño.
2. Todos los datos se expresan **en masa** (secado a 105°C, consultar el Anexo 2, Capítulo 9.2), a menos que se indique lo contrario.
3. Una **capa de hojarasca** es una capa suelta que contiene  $> 90\%$  (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles (por ejemplo, hojas sin descomponer). El material vegetal muerto aún unido a plantas vivas (por ejemplo, partes muertas del musgo *Sphagnum*) no se considera parte de una capa de hojarasca. La **superficie del suelo** (0 cm) es por convención la superficie del suelo después de eliminar, si está presente, la capa de hojarasca y, si está presente, por debajo de una capa de plantas vivas (por ejemplo, musgos vivos). La **superficie del suelo mineral** es el límite superior de la capa más superficial compuesta por *material mineral* (consultar el Capítulo 3.3.11 y el Anexo 1, Capítulo 8.3.1).
4. Una **capa del suelo** es una zona del suelo, aproximadamente paralela a la superficie del suelo, con propiedades diferentes a las de las capas sobre- y/o subyacentes. Si al menos una de estas propiedades es el resultado de procesos de formación del suelo, la capa se denomina **horizonte del suelo**. En los criterios de diagnóstico, el término "horizonte" se utiliza principalmente para los horizontes de diagnóstico definidos. Las otras capas se denominan principalmente "capa" para garantizar que se apliquen los criterios, incluso si no se les considerara horizontes del suelo.
5. Si un criterio está redactado como una cláusula condicional (si...) y la condición (**cláusula-si**) no se cumple, el criterio se ignora.
6. Los valores numéricos obtenidos en campo o en laboratorio se deben tomar como tales y **no se deben redondear** cuando se comparan con los valores límite en los criterios de diagnóstico.
7. Los criterios de diagnóstico se deben cumplir **en todo el intervalo de profundidad especificado**, a menos que se indique lo contrario. Si un horizonte de diagnóstico consta de varios subhorizontes, los criterios de diagnóstico (excepto el espesor) se deben cumplir en cada subhorizonte por separado (no se calculan los promedios), a menos que se indique lo contrario.
8. El término **capa limitante** utilizado en las definiciones comprende *roca continua*, *material duro técnico*, *horizontes petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* y *petroplíntico* y otras capas cementadas con ambas de las siguientes características: cementación con una clase de al menos moderadamente cementado y una continuidad en la medida que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero).
9. En una **ladera**, el suelo se describe como un perfil vertical. Los valores de espesor y profundidad se calculan multiplicando los valores medidos verticalmente por el coseno del ángulo de inclinación (consultar el Anexo 1, Capítulo 8.1.2) (Prietz & Wiesmeier, 2019). Esto es especialmente importante en pendientes pronunciadas.

La clasificación consta de tres pasos:

### Paso uno – detectar horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico (para abreviar: diagnósticos)

Describir el suelo aplicando la Guía de Campo del Anexo 1 (Capítulo 8). Conviene compilar directamente en el campo la lista de los posibles horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico observados (consultar el Capítulo 3). Realizar los análisis pertinentes de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9). Luego, decidir sobre la presencia de diagnósticos. **Para la decisión, solo son relevantes los criterios de diagnóstico** - ni el nombre del diagnóstico ni ninguna otra descripción. Una capa puede cumplir con los criterios de más de un horizonte, propiedad o material de diagnóstico, que luego se considerarán solapados o coincidentes.

### Paso dos – asignar el suelo a un Grupo de Suelos de Referencia

Para el primer nivel de clasificación según la WRB, la combinación descrita de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico y/o de características adicionales se comparan con la Clave de la WRB (Capítulo 4) para asignar el suelo al **Grupo de Suelos de Referencia (GSR)** apropiado. El usuario debe recorrer la Clave de forma sistemática, comenzando desde el principio y excluyendo uno a uno todos los GSRs que no cumplan con los requisitos especificados. El suelo pertenece al primer GSR que cumpla con los criterios.

### Paso tres – asignar los calificadores

Para el segundo nivel de clasificación según la WRB, se utilizan calificadores. Los calificadores disponibles para ser aplicados a un GSR se enlistan en la Clave, junto con el GSR. Se dividen en calificadores principales y suplementarios.

Los **calificadores principales** están jerarquizados y se presentan en orden de importancia. La jerarquía de los calificadores principales refleja las características particulares del suelo o las propiedades que influyen fuertemente en la funcionalidad del suelo:

Ejemplos de calificadores principales indicando subdivisiones del GSR basándose en las características del suelo:

- Vitric, Aluandic y Silandic para Andosols
- Carbic y Rustic para Podzols
- Horizontes antropogénicos: Antraquic, Hortic, Hydragric, Irragric, Plaggic, Pretic, Terric.

Estos suelos tienen distintas características físicas y químicas que reflejan su formación.

Ejemplos de subdivisiones reflejando restricciones funcionales importantes (muchas de ellas indican una desviación del concepto central del GSR): Abruptic, Fragic, Gleyic, Leptic, Petrocalcic, Petroduric, Petrogypsic, Petroplinthic, Retic, Skeletic, Stagnic, Thionic.

Los **calificadores suplementarios** no están jerárquizados. Los **calificadores suplementarios relacionados con la textura**, si aplican, son los primeros de la lista. Si se aplican varios (consultar el Capítulo 2.3), se colocan en la secuencia desde la parte superior hasta la parte inferior del perfil del suelo (por ejemplo, Episiltic, Katoloamic). Todos los **demás calificadores suplementarios** los siguen y se utilizan en orden alfabético.

Los calificadores pueden ser principales para algunos GSR y suplementarios para otros; por ejemplo, Turbic es principal para Cryosols y suplementario para otros GSRs.

Los calificadores principales se agregan antes del nombre del GSR sin paréntesis y sin comas. La secuencia es de derecha a izquierda; es decir, el calificador superior de la lista se coloca más cerca del nombre del GSR. Los calificadores suplementarios se agregan entre paréntesis después del nombre del GSR y se separan entre sí por comas. La secuencia es de izquierda a derecha, es decir, el primer calificador de la lista se coloca

más cerca del nombre del GSR.

Si dos o más calificadores en la lista están **separados por una barra (/)**, son mutuamente excluyentes (por ejemplo, Dystric y Eutric) o uno es redundante (consultar más abajo), con los calificadores redundantes después de la barra. En el nombre del suelo, los calificadores suplementarios se colocan en orden alfabético (excepto los calificadores suplementarios relacionados con la textura, consultar más arriba), incluso si su posición en la lista difiere de la secuencia alfabética debido al uso de la barra.

Los calificadores que son mutuamente excluyentes se pueden aplicar al mismo suelo a diferentes profundidades. En este caso, se pueden utilizar ambos, cada uno con su respectivo especificador (consultar el Capítulo 2.3). Si no se utiliza ningún especificador, solo se usa el primer calificador aplicable.

**No se agregan calificadores con información redundante.** Esta es una regla general y se aplica incluso si no se usa la barra. Por ejemplo, Eutric no se usa si aplica el calificador Calcaric.

**Si se aplican calificadores que no están enlistados con el GSR respectivo**, se deberán agregar al final de los calificadores suplementarios. Eso es especialmente relevante para suelos poligenéticos.

Los nombres de los GSRs y de los (sub)calificadores deben comenzar con una **letra mayúscula**.

## 2.2 Reglas para la nomenclatura de suelos

Para la denominación de un suelo en el segundo nivel, todos los calificadores principales y suplementarios que apliquen se deben agregar al nombre del GSR.

### Ejemplo de denominación de un suelo según la WRB

#### Descripción de campo

Un suelo desarrollado a partir de loess con arcillas de alta actividad tiene un marcado incremento de arcilla a 60 cm de profundidad, revestimientos de arcilla en el horizonte rico en arcilla, sin estratificación y en campo un valor de pH alrededor de 6 en una profundidad de 50 a 100 cm. El suelo suprayacente pobre en arcilla se subdivide en un horizonte superior más oscuro y un horizonte inferior de color claro. El horizonte rico en arcilla tiene una cantidad limitada de rasgos oximorfos con colores intensos dentro de agregados del suelo y *condiciones reductoras* en algunas partes durante la primavera. Se pueden sacar las siguientes conclusiones (para subcalificadores consultar el Capítulo 2.3):

a.	incremento de arcilla sin <i>discontinuidad lítica</i> y/o con revestimientos de arcilla	→ <i>horizonte árgico</i>
b.	<i>horizonte árgico</i> con alta CIC y más cationes básicos intercambiables que Al (inferido por pH 6)	→ Luvisol
c.	color claro en el horizonte eluvial	→ <i>material clárico</i>
d.	<i>material clárico</i> por encima del <i>horizonte árgico</i>	→ <i>horizonte álbico</i> → calificador Albic
e.	algunos rasgos oximorfos dentro de agregados	→ <i>propiedades estágnicas</i>
f.	<i>propiedades estágnicas</i> y <i>condiciones reductoras</i> a partir de 60 cm	→ subcalificador Endostagnic
g.	revestimientos de arcilla	→ calificador Cutanic

h.	incremento de arcilla sin <i>discontinuidad lítica</i>	→ calificador Differentic
i.	el <i>horizonte árgico</i> empieza $> 50$ cm y $\leq 100$ cm	→ calificador Endic

La **clasificación de campo** es Albic Endostagnic Luvisol (Cutanic, Differentic, Endic).

### Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio confirman una CIC kg<sup>-1</sup> arcilla alta en el *horizonte árgico* y saturación de bases alta en la profundidad entre 50 – 100 cm. Además, se detecta la clase textural franco arcillo-limosa con 30% de arcilla (calificador Loamic) de 0 – 60 cm (especificador Ano-) y de arcillo limosa con 45% de arcilla (calificador Clayic) de 60 – 100 cm (especificador Endo-). El contenido de carbono orgánico en la capa superior del suelo es intermedio (calificador Ochric).

La **clasificación final** es Albic Endostagnic Luvisol (Anoloamic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Ochric).

## 2.3 Subcalificadores

Los **calificadores se pueden combinar con especificadores** (por ejemplo, Epi-, Proto-) **para formar subcalificadores** (por ejemplo, Epiarenic, Protocalcic): Dependiendo del especificador, el subcalificador cumple con todos los criterios del calificador respectivo o se desvía de una manera definida de su conjunto de criterios. Se aplican las siguientes reglas:

1. Si se aplica un subcalificador que cumple con todos los criterios del calificador, el subcalificador puede, pero no obligatoriamente, usarse en lugar de su calificador (**subcalificadores opcionales**).
2. Si se aplica un subcalificador que cumple con todos los criterios, excepto los criterios de espesor y/o profundidad, el subcalificador puede, pero no obligatoriamente, usarse, pero no el calificador (**subcalificadores adicionales**). Nota: Puede suceder que el calificador no esté listado con los calificadores disponibles para el correspondiente GSR en el Capítulo 4.
3. Si se aplica un subcalificador que se desvía de una manera definida del conjunto de criterios del calificador, se debe usar el subcalificador en lugar del calificador que está listado como disponible para el correspondiente GSR en el Capítulo 4 (**subcalificadores obligatorios**). Éste es el caso para algunos subcalificadores con una definición fija (consultar más abajo).

**Los subcalificadores opcionales y adicionales se recomiendan especialmente para la nomenclatura de suelos.** No se recomienda su uso para calificadores principales en unidades de mapa o donde la generalización sea importante.

El uso de especificadores no cambia la **posición del calificador en el nombre del suelo**, con la excepción de los especificadores Bathy-, Thapto-, y Proto- (consultar más abajo). Aquellos calificadores suplementarios que se agregan según el alfabeto siguen el orden alfabético del calificador, no del subcalificador.

El usuario puede construir algunos subcalificadores de acuerdo con ciertas reglas (consultar el Capítulo 2.3.1). Otros subcalificadores tienen una definición fija dada en el Capítulo 5 (consultar el Capítulo 2.3.2).

### 2.3.1 Subcalificadores contruidos por los usuarios

#### Subcalificadores contruidos relacionados con requisitos de profundidad

Los calificadores que tienen requisitos de profundidad se pueden combinar con los especificadores **Epi-**,

**Endo-, Amphi-, Ano-, Kato-, Poly-, Panto- y Bathy-** para crear subcalificadores (por ejemplo, Epicalcic, Endocalcic) que expresan con más detalle la profundidad de ocurrencia. Los calificadores que son mutuamente excluyentes a la misma profundidad se pueden aplicar a diferentes profundidades en el mismo suelo. Los calificadores que ya tienen como requisito un intervalo de profundidad de 0-50 cm o 50-100 cm de la superficie del suelo, no requieren estos especificadores adicionales de profundidad. Para cada calificador con requisitos de profundidad, la definición (Capítulo 5) especifica si el requisito de profundidad **se refiere a la superficie del suelo o a la superficie del suelo mineral**. Los subcalificadores relacionados con los requisitos de profundidad se utilizan solo **o bien si** las características relevantes del suelo **se informan hasta  $\geq 100$  cm de la superficie del suelo (mineral) o hasta una capa limitante**, lo que ocurra a menor profundidad, **o bien si el intervalo de profundidad que no está descrito no influye en la exactitud del subcalificador**. (Ejemplo: Un suelo está descrito hasta 90 cm de la superficie del suelo mineral. De 0 - 50 cm de la superficie del suelo mineral el contenido de elementos gruesos es 0% y de 50 - 90 cm es 60%. El calificador Skeletic no aplica, pero se puede usar el subcalificador Endoskeletal, porque aplica independientemente del porcentaje de elementos gruesos entre 90 y 100 cm.)

Dependiendo del calificador particular y de las características particulares del suelo, los subcalificadores relacionados con la profundidad se usan de las siguientes maneras:

1. Si un calificador se refiere a una característica que ocurre en un **punto específico de profundidad** (por ejemplo, Raptic), se pueden construir **subcalificadores opcionales** con los especificadores siguientes:
  - Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en algún lugar a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral) y está ausente a  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (mineral); no se usa si una capa limitante comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral); si una capa limitante comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral, el calificador que se refiere a la capa limitante recibe el especificador Epi- y todos los demás calificadores permanecen sin especificador.
  - Endo-** (del griego *endon*, adentro): la característica está presente en algún lugar a  $> 50$  cm de la superficie del suelo (mineral) y está ausente a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral). (Ejemplos: Endoraptic: la *discontinuidad lítica* está presente a  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral; Endocrylic: el *horizonte crílico* tiene su límite superior a  $> 50$  y  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo.)
  - Amphi-** (del griego *amphi*, alrededor): la característica está presente dos o más veces: una o más veces en algún lugar a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral) y una o más veces en algún lugar a  $> 50$  and  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (mineral).
2. Si un calificador se refiere a una **capa** (por ejemplo, Calcic, Arenic, Fluvic), se pueden construir **subcalificadores opcionales** con los especificadores siguientes (consultar Figura 2.1):
  - Epi-** (del griego *epi*, sobre): la capa tiene su límite inferior a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral); y tal capa no ocurre entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo (mineral); no se usa si la definición del calificador o del horizonte requiere que la capa comience en la superficie del suelo (mineral); si una capa limitante comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral, el calificador que se refiere a la capa limitante recibe el especificador Epi- y todos los demás calificadores permanecen sin especificador.
  - Endo-** (del griego *endon*, adentro): la capa comienza a  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo (mineral); y tal capa no ocurre a  $< 50$  cm de la superficie del suelo (mineral). (Ejemplos: Endocalcic: el *horizonte cálcico* comienza a  $\geq 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral; Endosodic: el *horizonte espódico* comienza a  $\geq 50$  y  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral.)
  - Amphi-** (del griego *amphi*, alrededor): la capa comienza a  $> 0$  y  $< 50$  cm de la superficie del suelo (mineral) y tiene su límite inferior a  $> 50$  y  $< 100$  cm de la superficie del suelo (mineral); y tal capa no ocurre a  $< 1$  cm de la superficie del suelo (mineral); ni entre 99 y 100 cm de la superficie del suelo

(mineral) o directamente por encima de una capa limitante.

**Ano-** (del griego *ano*, hacia arriba): la capa comienza en la superficie del suelo (mineral) y tiene su límite inferior a  $> 50$  y  $< 100$  cm de la superficie del suelo (mineral); y tal capa no ocurre entre 99 and 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o directamente por encima de una capa limitante.

**Kato-** (del griego *kato*, hacia abajo): la capa comienza a  $> 0$  y  $< 50$  cm de la superficie del suelo (mineral) y tiene su límite inferior a  $\geq 100$  cm de la superficie del suelo (mineral) o en una capa limitante que comienza a  $> 50$  cm de la superficie del suelo (mineral); y tal capa no ocurre a  $< 1$  cm de la superficie del suelo (mineral).

**Poly-** (del griego *polys*, muchos):

- horizontes de diagnóstico: dos o más horizontes de diagnóstico están presentes a la profundidad requerida por la definición del calificador, interrumpidos por capas que no cumplen con los criterios del respectivo horizonte de diagnóstico;
- otras capas: dos o más capas dentro de 100 cm de la superficie del suelo (mineral) cumplen con los criterios del calificador, interrumpidos por capas que no cumplen con los criterios del calificador respectivo; y el criterio de espesor se cumple por la suma de los espesores de las capas; puede cumplir o no por las capas individuales.

**Panto-** (del griego *pan*, todo): la capa comienza en la superficie del suelo (mineral) y tiene su límite inferior a  $\geq 100$  cm de la superficie del suelo (mineral) o en una capa limitante que comienza a  $> 50$  cm de la superficie del suelo (mineral).

**Calificadores que son mutuamente excluyentes pueden ocurrir en el mismo suelo a diferentes**

**profundidades.** En este caso, se pueden utilizar los dos, cada uno con el especificador respectivo. Si los especificadores se utilizan con calificadores principales, el calificador que se refiere a la capa superior se coloca más cerca del nombre del GSR. Si los especificadores se utilizan con calificadores suplementarios relacionados con la textura, los calificadores se colocan en la secuencia de arriba hacia a abajo del perfil. La secuencia de los otros calificadores suplementarios es de acuerdo con la posición alfabética del calificador, no del subcalificador.

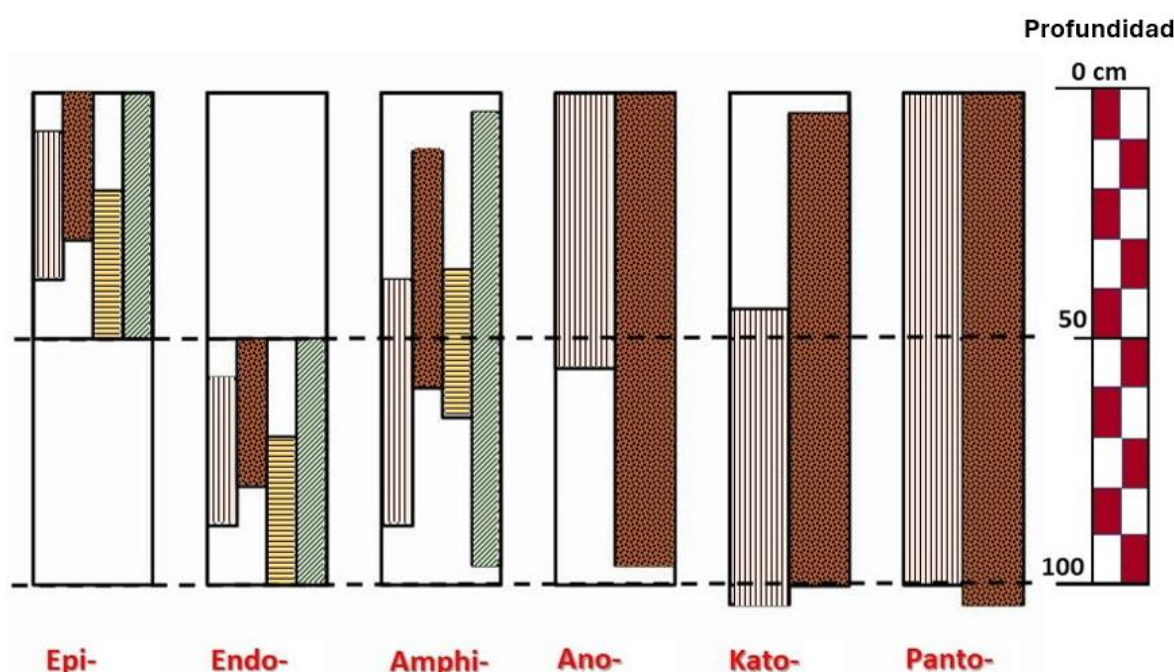


Figura 2.1: Especificadores para construir subcalificadores opcionales relacionados con los requisitos de profundidad y referidos a una capa (Bathy- y Poly- no indicados; las tramas y colores son solo para un mejor entendimiento), modificado por S. Dondeyne.



3. Si un calificador se refiere a la **mayor parte de un cierto intervalo de profundidad o a la mitad o más de un cierto intervalo de profundidad** (solo Dystric y Eutric), se pueden construir **subcalificadores adicionales** con los especificadores siguientes:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en la mayor parte (o en la mitad o más) entre el límite superior especificado y 50 cm de la superficie del suelo (mineral), y está ausente en la mayor parte (o en la mitad o más) entre el límite superior especificado y 100 cm de la superficie del suelo (mineral), o entre el límite superior especificado y una capa limitante que comience a  $> 50$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que ocurra a menor profundidad.

**Endo-** (del griego *endon*, adentro): la característica está presente en la mayor parte (o en la mitad o más) entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o entre 50 cm de la superficie del suelo (mineral) y una capa limitante, lo que ocurra a menor profundidad, y está ausente en la mayor parte (o en la mitad o más) entre el límite superior especificado y 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o entre el límite superior especificado y una capa limitante, lo que ocurra a menor profundidad.

**Estos subcalificadores adicionales solo se permiten junto al calificador predominante.** Si es un calificador principal, el calificador predominante se coloca más cerca del nombre del GSR (Epidystric Eutric, Endodystric Eutric, Epieutric Dystric, Endoeutric Dystric). Si es un calificador suplementario, se sigue la secuencia alfabética de los calificadores.

4. Si un calificador se refiere a un **intervalo de profundidad entero** (solo Relocatic), se pueden construir **subcalificadores adicionales** con los especificadores siguientes:

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente en todo el espesor entre la superficie del suelo (mineral) y 50 cm de la superficie del suelo (mineral) y está ausente en alguna capa entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo (mineral).

**Endo-** (no aplicable).

5. Si un calificador se refiere a un **porcentaje** (por ejemplo, Skeletic), se pueden construir **subcalificadores adicionales** con los especificadores siguientes (sin subcalificador si una capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral):

**Epi-** (del griego *epi*, sobre): la característica está presente entre la superficie del suelo (mineral) y 50 cm de la superficie del suelo (mineral), pero no está presente en todo el espesor; es decir, si se promedia sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o entre la superficie del suelo (mineral) y una capa limitante, lo que ocurra a menor profundidad.

**Endo-** (del griego *endon*, dentro): la característica está presente entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o entre 50 cm de la superficie del suelo (mineral) y una capa limitante, lo que ocurra a menor profundidad, pero no está presente en todo el espesor; es decir, si se promedia sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo (mineral) o entre la superficie del suelo (mineral) y una capa limitante, lo que ocurra a menor profundidad.

6. Si un calificador se refiere a un punto específico de profundidad o a una capa, pero sus criterios solo se cumplen si se tienen en cuenta capas a una profundidad  $> 100$  cm de la superficie del suelo (mineral), el especificador **Bathy-** (del griego *bathys*, profundo) se puede usar para construir **subcalificadores adicionales**. El subcalificador Bathy- se extiende a una profundidad mayor que la especificada para el calificador. Si la definición de un calificador no permite el uso del especificador Endo-, tampoco se puede usar el especificador Bathy- (por ejemplo, Alcalic: ni Endo-, ni Bathy-). Si se usa con un calificador principal, el subcalificador Bathy- **se debe pasar a los calificadores suplementarios** y colocarse dentro de la lista de calificadores suplementarios de acuerdo con la posición alfabética del calificador, no del subcalificador. Con el especificador Bathy- se pueden agregar calificadores que ni siquiera están enlistados con el GSR respectivo (consultar el Capítulo 4); por ejemplo, Eutric Arenosol (Bathylixic). Si

incluye capas enterradas, Bathy- solo se agrega en combinación con el especificador Thapto-; por ejemplo, Thaptobathyvertic (consultar el especificador Thapto-, más abajo, y Capítulo 2.4).

Nota: No se agregan especificadores que transmiten información redundante; por ejemplo: Skeletic Epileptic Cambisol, no: Episkeletic Epileptic Cambisol.

### Subcalificadores contruidos relacionados con otros requisitos

Si un horizonte de diagnóstico o una capa con propiedades de diagnóstico pertenece a un suelo enterrado (consultar el Capítulo 2.4), el especificador **Thapto-** (del griego *thaptein*, enterrar) se puede usar para construir **subcalificadores opcionales o adicionales**. Si se usa con un calificador principal, el subcalificador Thapto- **se debe pasar a los calificadores suplementarios** y colocarse dentro de la lista de calificadores suplementarios de acuerdo con la posición alfabética del calificador, no del subcalificador.

Para suelos con una capa limitante, una geomembrana o una capa continua de *artefactos*, se pueden construir **subcalificadores adicionales** con el especificador **Supra-** (del latín *supra*, arriba) para describir el material del suelo suprayacente, si en este último se cumplen todos los criterios excepto los requisitos del espesor o de la profundidad de un calificador o de sus respectivos diagnósticos (por ejemplo Ekranic Technosol (Suprafolic)).

### 2.3.2 Subcalificadores con una definición fija

**Para algunos calificadores se definen subcalificadores en el Capítulo 5;** por ejemplo, Hypersalic y Protosalic para el calificador Salic. Estos **subcalificadores no están enlistados con los GSRs en el Capítulo 4** (a menos que el calificador sin especificador no exista para el correspondiente GSR). Éstos pertenecen a los subcalificadores **opcionales** (por ejemplo, Hypercalcic, Orthomineralic), a los subcalificadores **adicionales** (por ejemplo, Akromineralic) o a los subcalificadores **obligatorios** (por ejemplo, Protocalcic). Si el especificador **Proto-** se usa con un calificador principal, el subcalificador Proto- **se debe pasar a los calificadores suplementarios** y colocarse dentro de la lista de calificadores suplementarios de acuerdo con la posición alfabética del calificador, no del subcalificador.

Si para un calificador se aplican dos o más subcalificadores con una definición fija (por ejemplo, Anthromollic y Tonguimollic), todos **tienen que ser agregados**. También se permite agregar un especificador adicional a un subcalificador con una definición fija; por ejemplo, Endoprotosalic, Supraprotosodic.

## 2.4 Suelos enterrados

Un suelo enterrado es un suelo cubierto por depósitos más jóvenes. Cuando un suelo está enterrado se aplican las siguientes reglas:

1. El material suprayacente y el suelo enterrado se clasifican como un solo suelo, si juntos califican como Histosol, Anthrosol, Technosol, Cryosol, Leptosol, Vertisol, Gleysol, Andosol, Planosol, Stagnosol, Fluvisol, Arenosol o Regosol.
2. En caso contrario, el material suprayacente se clasifica con preferencia si tiene un espesor  $\geq 50$  cm o si el material suprayacente, si está solo, cumple con los requisitos de un GSR distinto a un Regosol. Para requisitos de profundidad en el material suprayacente, el límite inferior del material suprayacente se considera como si fuera el límite superior de *roca continua*.
3. En los demás casos, se clasifica con preferencia el suelo enterrado. Para requisitos de profundidad en el suelo enterrado, el límite superior del suelo enterrado se considera como la superficie del suelo.



4. Si se clasifica con preferencia el suelo suprayacente, existen dos opciones para considerar el suelo subyacente:
- a. Si el suelo subyacente no es un Regosol o un Leptosol y muestra una secuencia completa de horizontes, incluidas capas superficiales orgánicas claramente identificables y/o horizontes de la parte superior del suelo mineral, y los procesos edafogenéticos de ambos suelos (supra- y subyacente) no se influyen mutuamente (por ejemplo, no hay migración de arcilla desde el suelo suprayacente al suelo subyacente y no hay transporte de Fe por movimiento ascendente capilar desde el suelo subyacente al suelo suprayacente), entonces el nombre del suelo enterrado se coloca después del nombre del suelo suprayacente agregando la palabra "over"; por ejemplo, Skeletic Umbrisol (Siltic) over Albic Podzol (Arenic). Debido a que muchos suelos enterrados son poligenéticos, se pueden aplicar calificadores que no estén enlistados con el GSR respectivo. Si es así, estos calificadores se deben usar como calificadores suplementarios. Los calificadores Infraandic e Infraspodic se proporcionan solo para suelos enterrados; por lo tanto, no están listados con los GSRs en el Capítulo 4. Como todos los calificadores no listados, se agregan como últimos calificadores suplementarios.
  - b. De lo contrario, se agrega un horizonte de diagnóstico enterrado o una capa enterrada con una propiedad de diagnóstico con el subcalificador Thapto- al nombre del suelo suprayacente (consultar el Capítulo 2.3).
5. Si el suelo enterrado es clasificado con preferencia, el material suprayacente se indica con el calificador Novic. Si procede, el calificador Novic se combina con ciertos otros calificadores de la siguiente manera (códigos entre paréntesis). No es necesario cumplir con los criterios de espesor y de profundidad de estos otros calificadores:
- Aeoli-Novic (nva)  
Fluvi-Novic (nvf)  
Solimovi-Novic (nvs)  
Techni-Novic (nvt)  
Tephri-Novic (nvv)  
Transporti-Novic (nvp)
- Además, de acuerdo con el Capítulo 5, la textura también se puede agregar; por ejemplo, Aeoli-Siltinovic (sja).

## 2.5 Directrices para la creación de leyendas de mapas de suelos

Se aplican las siguientes directrices:

1. Una unidad cartográfica consta de
  - solo un suelo dominante
  - un suelo dominante más un suelo codominante y/o uno o más suelos asociados
  - dos o tres suelos codominantes
  - dos o tres suelos codominantes más uno o más suelos asociados.

Los suelos dominantes representan  $\geq 50\%$  de la cobertura del suelo y los suelos codominantes  $\geq 25$  y  $< 50\%$  de la cobertura del suelo. Los suelos asociados representan  $\geq 5$  y  $< 25\%$  de la cobertura del suelo o son de alta relevancia en el paisaje. Los demás suelos se deben ignorar en la denominación de la unidad cartográfica.

Si se indican suelos codominantes o asociados, las palabras "dominante:", "codominante:" y "asociado:" se escriben antes del nombre del suelo; los suelos se separan por punto y coma.

2. El número de calificadores que se especifica a continuación se refiere al suelo dominante. Para suelos codominantes o asociados puede ser apropiado un menor número de calificadores (o incluso ningún calificador).
3. Dependiendo de la escala, se utilizan diferentes números de calificadores principales:
  - a. Para escalas de mapa muy pequeñas, solo se usa el Grupo de Suelos de Referencia (GSR).
  - b. Para las siguientes escalas de mapa mayores se utilizan el GSR, más el primer calificador principal aplicable.
  - c. Para las siguientes escalas de mapa aún mayores se utilizan el GSR, más los dos primeros calificadores principales aplicables.

No es posible dar números generales para estas escalas, porque depende mucho de la homogeneidad o heterogeneidad del paisaje. En paisajes de homogeneidad intermedia, las escalas muy pequeñas serían menores que 1: 10 000 000, las siguientes escalas mayores serían menores que 1: 5 000 000 y las siguientes escalas aún mayores serían menores que 1: 1 000 000.
4. Si hay menos calificadores aplicables que los descritos anteriormente, se utiliza el número menor.
5. Según el propósito del mapa o según las tradiciones nacionales, en cualquier nivel de escala se pueden agregar más calificadores como **calificadores electivos**. Estos pueden ser calificadores principales que se encuentren más abajo en la lista y que no se hayan utilizado ya en el nombre del suelo o puedan ser calificadores suplementarios. Se colocan utilizando las reglas mencionadas anteriormente para calificadores suplementarios. Si se utilizan dos o más calificadores electivos, se aplican las siguientes reglas:
  - a. los calificadores principales se colocan primero, y de ellos, el primer calificador aplicable se coloca primero y
  - b. la secuencia de los calificadores suplementarios agregados la decide el edafólogo o la edafóloga que elabora el mapa.

### Ejemplo para crear una unidad cartográfica en la WRB

Un paisaje muestra generalmente una variedad de suelos que en una unidad cartográfica a menudo se tienen que combinar. Los principios se muestran en la Figura 2.1 y en los Cuadro 2.1 y Cuadro 2.2.

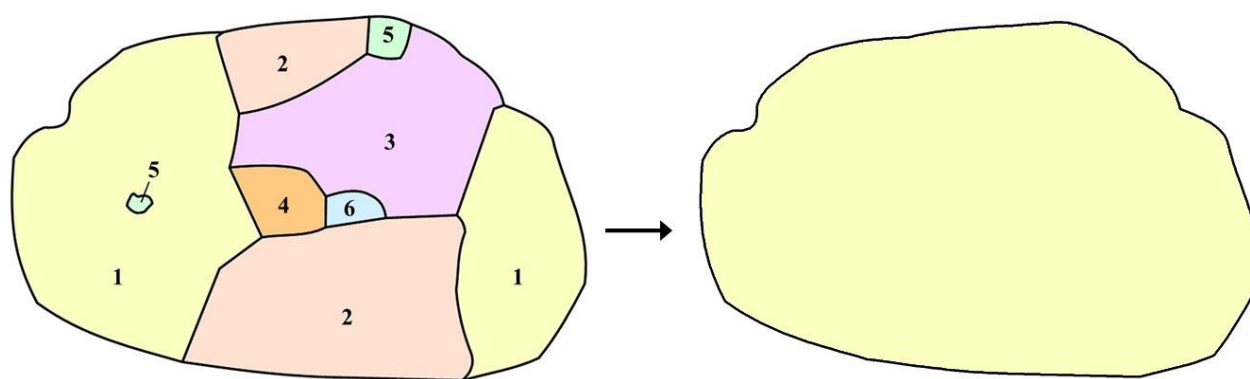


Figura 2.1: Suelos en un paisaje que necesitan combinarse para formar una unidad cartográfica.

*Cuadro 2.1: Detección de suelos dominantes, codominantes y asociados.*

Área	Nombre completo del suelo	Resultado
1	Haplic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Aric, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric)	suelo dominante
2	Eutric Stagnic Leptic Cambisol (Loamic, Humic)	suelo codominante
3	Albic Stagnic Luvisol (Anosiltic, Endoclayic, Cutanic, Differentic, Endic, Humic)	suelo asociado
4	Thyric Technosol (Loamic, Calcaric, Skeletic)	ignorado
5	Eutric Luvic Stagnosol (Episiltic, Katoclayic, Humic)	ignorado
6	Hortic Anthrosol (Loamic, Eutric)	ignorado

*Cuadro 2.2: Denominación de la unidad cartográfica en función del nivel de escala.*

Nivel de escala de mapa	Suelo dominante	Suelo codominante	Suelo asociado
Primero	Luvisols	Cambisols	
Segundo	Haplic Luvisols	Leptic Cambisols	Stagnic Luvisols
Tercero	Haplic Luvisols	Stagnic Leptic Cambisols	Albic Stagnic Luvisols

## Ejemplos de unidades de mapa en la WRB

### Ejemplo 1

Una unidad cartográfica dominada por un suelo con un horizonte superficial mineral muy oscuro, con 30 cm de espesor, con una saturación de bases alta, sin carbonatos secundarios y con influencia del agua subterránea que comienza a 60 cm de la superficie del suelo mineral (es decir, una capa que tiene  $\geq 25$  cm de espesor, que tiene *propiedades gléyicas* en todo su espesor y *condiciones reductoras* en algunas partes de cada subcapa), se nombra como sigue:

- en el primer nivel de escala de mapa: Phaeozems
- en el segundo nivel de escala de mapa: Chernic Phaeozems
- en el tercer nivel de escala de mapa: Gleyic Chernic Phaeozems

### Ejemplo 2

En una unidad cartográfica no se aplican diagnósticos. En el 80% del área, el suelo tiene  $< 40\%$  de elementos gruesos, como promedio ponderado, en los 100 cm superiores; en el otro 20% del área, el suelo tiene 85% de elementos gruesos, como promedio ponderado, en los 75 cm superiores. Los suelos son calcáreos y limosos. Esta unidad cartográfica se nombra como sigue:

- en el primer nivel de escala de mapa: dominante: Regosols  
asociado: Leptosols
- en el segundo nivel de escala de mapa: dominante: Calcaric Regosols  
asociado: Coarsic Leptosols
- en el tercer nivel de escala de mapa: dominante: Calcaric Regosols  
asociado: Calcaric Coarsic Leptosols

En este ejemplo, el siguiente calificador aplicable para los Regosols es Eutric. Sin embargo, como el calificador Calcaric ya indica una saturación de bases alta, el calificador Eutric es redundante. Por lo tanto, en este caso, solo se aplica un calificador principal en el tercer nivel de escala de mapa. En los suelos asociados está permitido utilizar menos calificadores que los indicados para el nivel de escala. Si procede, en el tercer nivel de escala, los Leptosols se pueden denominar simplemente Coarsic Leptosols.

El alto contenido de limo se puede expresar mediante el calificador Siltic, que como calificador suplementario es electivo en una leyenda del mapa. Se puede agregar en cualquier nivel de escala, por ejemplo:

- en el primer nivel de escala de mapa: Regosols (Siltic)
- en el segundo nivel de escala de mapa: Calcaric Regosols (Siltic)

Los calificadores principales no requeridos en el nivel de escala respectivo también se pueden agregar como calificadores electivos, por ejemplo:

- en el primer nivel de escala de mapa: Regosols (Calcaric, Siltic)
- en el segundo nivel de escala de mapa: Calcaric Regosols (Siltic)

### Ejemplo 3

Una unidad cartográfica, dominada por un suelo con una capa de *material orgánico* de gran espesor, ácido y fuertemente descompuesto, con 70 cm de espesor y saturado de agua de lluvia, con *roca continua* a 80 cm, se nombra como sigue:

- en el primer nivel de escala de mapa: Histosols
- en el segundo nivel de escala de mapa: Sapric Histosols
- en el tercer nivel de escala de mapa: Leptic Sapric Histosols

En este ejemplo, el siguiente calificador aplicable es Ombric. Como ya se utilizaron dos calificadores se puede agregar el tercero como calificador electivo. De manera similar se pueden utilizar calificadores electivos en los otros niveles de escala, por ejemplo:

- en el primer nivel de escala de mapa: Histosols (Sapric)
- en el segundo nivel de escala de mapa: Sapric Histosols (Leptic, Ombric)
- en el tercer nivel de escala de mapa: Leptic Sapric Histosols (Ombric)

## 3 Horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico

**Antes de utilizar los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, es necesario leer las "Reglas para la nomenclatura de suelos" (Capítulo 2).**

A lo largo del siguiente texto, las referencias a los GSR definidos en el Capítulo 4 y a los diagnósticos enumerados en otras partes de este Capítulo se muestran en *cursiva*.

### 3.1 Horizontes de diagnóstico

Los **horizontes de diagnóstico** se caracterizan por una combinación de atributos que reflejan resultados comunes y generalizados de procesos de formación del suelo. Sus características se pueden observar o medir en el campo o en el laboratorio y requieren una expresión mínima o máxima para calificar como diagnóstico. Además, los horizontes de diagnóstico requieren un cierto espesor mínimo, formando así una capa reconocible en el suelo.

#### 3.1.1 Horizonte álbico

##### Descripción general

Un horizonte álbico (del latín *albus*, blanco) es un horizonte de color claro que sobreyace a un *horizonte árgico, nátrico, plántico o espódico* o forma parte de una capa con *propiedades estágnicas*. Tiene bajos contenidos de Fe y Mn (empobrecidos tanto de formas oxidadas como reducidas) y de materia orgánica y al menos una de estas sustancias ha estado presente previamente y se ha perdido debido a la migración de arcilla, podzolización y/o procesos redox causados por estancamiento de agua.

##### Criterios de diagnóstico

Un horizonte álbico está formado por *material mineral* y

1. está formado por *material clárico*;  
y
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. sobreyace a un *horizonte árgico, nátrico, plántico o espódico*; o
  - b. forma parte de una capa con *propiedades estágnicas*;y
3. tiene un espesor  $\geq 1$  cm.

##### Información adicional

Los horizontes álbicos normalmente están cubiertos por capas superficiales enriquecidas con humus, pero también pueden estar en la superficie del suelo mineral como resultado de erosión o remoción artificial de la capa superficial. Muchos horizontes álbicos son el resultado de una fuerte eluviación; por lo tanto, se denominan horizontes eluviales. En materiales arenosos, los horizontes álbicos pueden alcanzar un espesor considerable, hasta varios metros, especialmente en regiones tropicales húmedas, y los horizontes de diagnóstico subyacentes pueden ser difíciles de establecer. Los horizontes álbicos generalmente tienen una estructura con agregados del suelo débilmente desarrollados, una estructura granular simple o una estructura maciza. Los horizontes álbicos están ampliamente empobrecidos en Fe, tanto en la forma oxidada como en la reducida, y normalmente no muestran colores rojos cuando se aplica una solución de  $\alpha, \alpha'$ -dipiridilo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Mientras que el horizonte álbico es el resultado de procesos de formación del suelo, el *material clárico* solo se define por criterios de color y las capas con *material clárico* pueden o no haber sufrido procesos de formación del suelo. La definición del horizonte álbico utiliza como criterio el *horizonte árgico*, *nátrico*, *plíntico* o *espódico* o las *propiedades estágnicas*. Las definiciones del *horizonte espódico* y de las *propiedades réticas* y *estágnicas*, a su vez, utilizan como criterio el *material clárico*.

Muchos horizontes álbicos que se formaron por agua estancada no muestran *condiciones reductoras* activas.

## 3.1.2 Horizonte antrácuico

### Descripción general

Un horizonte antrácuico (del griego *anthropos*, ser humano, y del latín *aqua*, agua) es un horizonte superficial que resulta del cultivo bajo inundación y comprende una *capa fangosa* y una *suela de labor*.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte antrácuico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

1. Una capa fangosa con los siguientes colores Munsell, en húmedo, en  $\geq 80\%$  de su área expuesta:
    - a. matiz 7.5YR o más amarillo, brillo  $\leq 4$  y croma  $\leq 2$ ; *o*
    - b. matiz GY, B o BG y brillo  $\leq 4$ ;*y*
  2. una suela de labor subyacente a la capa fangosa, con todo lo siguiente:
    - a. uno o ambos de los siguientes:
      - i. una estructura laminar en  $\geq 25\%$  de su volumen; *o*
      - ii. una estructura maciza en  $\geq 25\%$  de su volumen;*y*
    - b. una densidad aparente mayor en  $\geq 10\%$  (relativo) que la de la capa fangosa;*y*
  - c. rasgos oximorfos en  $\geq 5\%$  de su área expuesta (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), que:
    - i. se encuentran predominantemente en paredes de bioporos *y*, si hay agregados del suelo, predominantemente sobre o adyacentes a superficies de agregados; *y*
    - ii. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que el material circundante;*y*
3. un espesor  $\geq 15$  cm.

### Identificación en el campo

Un horizonte antrácuico muestra evidencias de reducción y oxidación debido a inundaciones durante parte del año. Cuando no está inundado, es muy dispersable y tiene un empaquetamiento suelto de pequeños agregados del suelo granoclasificados. La suela de labor es compacta, tiene una estructura laminar o maciza y una tasa de infiltración muy lenta. Tiene una matriz reducida y rasgos oximorfos de color pardo amarillento, pardo o pardo rojizo a lo largo de grietas y de canales de raíz debido a la liberación de oxígeno de las raíces de las plantas.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Tras un tiempo prolongado de cultivo bajo inundación, se desarrolla un *horizonte hidrágrico* debajo del horizonte antrácuico.

### 3.1.3 Horizonte árgico

#### Descripción general

Un horizonte árgico (del latín *argilla*, arcilla blanca) es un horizonte subsuperficial con un contenido de arcilla claramente más alto que el de los horizontes suprayacentes. La diferenciación textural puede ser causada por:

- acumulación iluvial de minerales de arcilla
- formación edafogénica de minerales de arcilla predominantemente en el suelo subsuperficial
- destrucción de minerales de arcilla en el horizonte suprayacente
- erosión superficial selectiva de minerales de arcilla
- movimiento ascendente de partículas más gruesas debido a la expansión y retracción
- actividad biológica, o
- una combinación de dos o más de estos distintos procesos.

Los (hidr)óxidos de hierro a menudo se acumulan o se forman junto con minerales de arcilla, dando al horizonte árgico un matiz más rojo y/o un croma más alto.

Un estrato rico en arcilla que subyace a un horizonte más pobre en arcilla se puede parecer a un horizonte árgico. Sin embargo, una diferencia textural debida únicamente a una *discontinuidad lítica* no califica como un horizonte árgico. En algunos suelos puede haber ambas características: un estrato más pobre en arcilla que sobreyace a un estrato más rico en arcilla; y una diferenciación textural causada por procesos de formación del suelo.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte árgico está formado por *material mineral* y:

1. tiene una clase textural areno franca o más fina y  $\geq 8\%$  de arcilla;  
y
  2. uno o ambos de los siguientes:
    - a. tiene una capa suprayacente de textura más gruesa con todo lo siguiente:
      - i. la capa de textura más gruesa no está separada del horizonte árgico por una *discontinuidad lítica*; y
      - ii. si la capa de textura más gruesa sobreyace directamente al horizonte árgico, su subcapa más baja no forma parte de una capa de arado; y
      - iii. si la capa de textura más gruesa no sobreyace directamente al horizonte árgico, el horizonte de transición entre la capa de textura más gruesa y el horizonte árgico tiene un espesor  $\leq 15$  cm; y
      - iv. si la capa de textura más gruesa tiene  $< 15\%$  de arcilla, el horizonte árgico tiene  $\geq 6\%$  (absoluto) más de arcilla; y
      - v. si la capa de textura más gruesa tiene  $\geq 15$  y  $< 50\%$  de arcilla, la relación entre los contenidos de arcilla del horizonte árgico y de la capa de textura más gruesa es  $\geq 1,4$ ; y
      - vi. si la capa de textura más gruesa tiene  $\geq 50\%$  de arcilla, el horizonte árgico tiene  $\geq 20\%$  (absoluto) más de arcilla;
    - o
    - b. tiene evidencia de arcilla iluvial en una o más de las siguientes formas:
      - i. puentes de arcilla que conectan  $\geq 15\%$  de los granos de arena; o
      - ii. revestimientos de arcilla que cubren  $\geq 15\%$  de las superficies de agregados del suelo, elementos gruesos y/o paredes de bioporos; o
      - iii. en secciones delgadas, cuerpos de arcilla orientada que constituyen  $\geq 1\%$  de la sección delgada y que no han sido transportados lateralmente después de haber sido formados; o
      - iv. una relación de arcilla fina a arcilla total en el horizonte árgico  $\geq 1,2$  veces más alta que la relación en la capa suprayacente de textura más gruesa;
- y

3. ambos de los siguientes:
  - a. no forma parte de un *horizonte nátrico* y
  - b. no forma parte de un *horizonte espódico*, a menos que la arcilla iluvial sea evidenciada por uno o más de los criterios de diagnóstico enumerados en 2.b;
- y
4. tiene un espesor de una décima parte o más del espesor del *material mineral* suprayacente, si está presente, y uno de los siguientes espesores:
  - a.  $\geq 7,5$  cm (si está compuesto de lamelas: espesor combinado dentro de los 50 cm del límite superior de la lamela superior) si el horizonte árgico tiene una clase textural franco arenosa o más fina; o
  - b.  $\geq 15$  cm (si está compuesto de lamelas: espesor combinado dentro de los 50 cm del límite superior de la lamela superior).

### Identificación en el campo

La diferenciación textural y la evidencia de iluviación de arcilla son los principales rasgos de los horizontes árgicos. El reconocimiento de revestimientos y puentes de arcilla se explica en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.23). En los suelos que se expanden y se retraen, los revestimientos de arcilla en las superficies de agregados del suelo se confunden fácilmente con rasgos de presión. Los rasgos de presión no difieren en color del agregado original y no ocurren en elementos gruesos y paredes de bioporos.

### Información adicional

El carácter iluvial de un horizonte árgico se puede establecer mejor usando secciones delgadas. Los horizontes árgicos iluviales muestran áreas con cuerpos de arcilla orientada que constituyen en promedio  $\geq 1\%$  de toda la sección delgada. Otras pruebas involucradas son el análisis de tamaño de partículas para determinar el incremento en el contenido de arcilla sobre una profundidad específica y la relación arcilla fina/arcilla total. En los horizontes árgicos iluviales, la relación de arcilla fina a arcilla total es mayor que en los horizontes suprayacentes, debido al transporte preferencial de las partículas de arcilla fina.

Si el suelo muestra una discontinuidad lítica directamente sobre el horizonte árgico o si el horizonte superficial ha sido removido por erosión, o si una capa de arado sobreyace directamente al horizonte árgico, entonces la naturaleza iluvial debe estar claramente establecida (criterio de diagnóstico 2.b).

El horizonte árgico puede consistir en varias lamelas con capas de textura más gruesa entre ellos.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes árgicos se sitúan normalmente por debajo de horizontes eluviales; es decir, horizontes que han perdido minerales de arcilla, normalmente junto con óxidos y algo de materia orgánica. Aunque inicialmente se formaron como un horizonte subsuperficial, los horizontes árgicos pueden ocurrir en la superficie del suelo mineral como resultado de la erosión o remoción de los horizontes suprayacentes.

Posteriormente, se pueden agregar nuevos sedimentos.

Algunos horizontes árgicos cumplen con todos los criterios de diagnóstico del *horizonte ferrálico*. Los Ferralsols deben tener un *horizonte ferrálico* y también pueden tener un horizonte árgico, que puede o no solaparse con el *horizonte ferrálico*. Si un horizonte árgico está presente en un Ferralsol y comienza por encima o en el límite superior del *horizonte ferrálico*, el horizonte árgico debe tener en sus 30 cm superiores:  $< 10$  de arcilla dispersable en agua o un  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{agua}} \geq 0$  o  $\geq 1,4\%$  *carbono orgánico del suelo*).

Los horizontes árgicos carecen de las características de saturación de sodio del *horizonte nátrico*.

Los horizontes árgicos en suelos con buen drenaje en mesetas y montañas en regiones tropicales y subtropicales húmedas pueden ocurrir en asociación con *horizontes sómbricos*.



### 3.1.4 Horizonte cálcico

#### Descripción general

Un horizonte cálcico (del latín *calx*, cal) es un horizonte en el que se ha acumulado carbonato de calcio secundario ( $\text{CaCO}_3$ ) en concentraciones discontinuas. La acumulación usualmente ocurre en capas subsuperficiales, o más raramente, en horizontes superficiales. El horizonte cálcico también puede contener carbonatos primarios.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte cálcico:

1. tiene un carbonato de calcio equivalente  $\geq 15\%$  (en masa, que comprenda la tierra fina más las concentraciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación);  
y
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. cumple con los criterios de diagnóstico de las *propiedades protocálcicas*; o
  - b. tiene un carbonato de calcio equivalente  $\geq 5\%$  más alto (absoluto, en masa, que comprenda la tierra fina más las concentraciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) que el de la capa subyacente y sin *discontinuidad lítica* entre las dos capas;
- y
3. no forma parte de un *horizonte petrocálcico*;  
y
4. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

#### Identificación en el campo

El carbonato de calcio se puede identificar en campo utilizando una solución de ácido clorhídrico (HCl) 1 M. El grado de efervescencia es un indicador de su cantidad (consultar el Anexo 1, Capítulo 8.4.25).

Los carbonatos secundarios son visibles como acumulaciones permanentes generalmente discretas (consultar el Anexo 1, Capítulo 8.4.25). El horizonte cálcico es predominantemente no cementado o menos que moderadamente cementado. Sin embargo, también pueden ocurrir acumulaciones discontinuas, que son moderadamente o más cementadas.

Otras indicaciones posibles de un horizonte cálcico son:

- colores blancos, de rosado a rojizo, o grises (si no están solapados con horizontes ricos en carbono orgánico) y
- una porosidad baja (la porosidad entre los agregados suele ser menor que en el horizonte directamente superior y posiblemente también menor que en el horizonte directamente inferior).

Al tomar muestras, es necesario asegurarse de que la muestra incluye las acumulaciones de carbonatos secundarios para obtener los datos de laboratorio de los criterios 1 y 2.b.

#### Información adicional

La determinación de carbonatos en el laboratorio (Anexo 2, Capítulo 9.9) utiliza un ácido y mide la liberación de  $\text{CO}_2$ . Puede provenir de varios carbonatos, pero el contenido de carbonato se calcula como si fuera solo carbonato de calcio. El valor se denomina **carbonato de calcio equivalente**.

La determinación de la cantidad de carbonato de calcio (en masa) y los cambios en el contenido de carbonato de calcio dentro del perfil del suelo son los principales criterios analíticos para establecer la presencia de un horizonte cálcico. Las *discontinuidades líticas* y cualquier cambio de permeabilidad al agua pueden favorecer la formación de carbonatos secundarios.

La determinación del  $\text{pH}_{\text{agua}}$  permite distinguir entre acumulaciones de carácter básico (cálcico) ( $\text{pH}$  8–8,7) debido a la dominancia de  $\text{CaCO}_3$  y aquellas de carácter ultra-básico (no-cálcico) ( $\text{pH} > 8,7$ ) debido a la

presencia de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y/o  $\text{MgCO}_3$ .

Además, el análisis de secciones delgadas puede revelar la presencia de edaforrasgos de carbonato de calcio (por ejemplo, nódulos o revestimientos colgantes) o evidencia de epigénesis de silicato (pseudomorfos de calcita a partir de minerales primarios); además de evidencias de remoción de carbonatos en capas por encima o por debajo del horizonte cálcico.

Si la acumulación de carbonatos blandos es tal que desaparece toda o la mayor parte de la estructura del suelo y/o la estructura de la roca y prevalecen concentraciones continuas de carbonato de calcio, se utiliza el calificador Hypercalcic.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Cuando los horizontes cálcicos están cementados continuamente con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado, tiene lugar la transición al *horizonte petrocálcico*, cuya expresión puede ser masiva o laminar. Un horizonte cálcico y un *horizonte petrocálcico* pueden sobreponerse uno al otro.

Las acumulaciones de carbonatos secundarios que no califican para un horizonte cálcico, pueden cumplir con los criterios de diagnóstico de *propiedades protocálcicas*, que están también cumplidos por la mayoría de los horizontes cálcicos. El *material calcárico* incluye carbonatos primarios.

En regiones secas y si las soluciones del suelo o del agua subterránea contienen sulfatos, los horizontes cálcicos aparecen asociados con *horizontes gípsicos*. Los *horizontes cálcicos* y *gípsicos* típicamente (pero no siempre) ocupan diferentes profundidades en el perfil del suelo porque el yeso es más soluble que el carbonato de calcio. Normalmente se pueden distinguir claramente entre sí por una diferencia en la morfología de los cristales. Los cristales de yeso tienden a ser en forma de aguja, generalmente visibles a simple vista, mientras que los cristales de carbonato de calcio edafogénico son mucho más finos en tamaño.

## 3.1.5 Horizonte cámbico

### Descripción general

Un horizonte cámbico (del latín *cambire*, cambiar) es un horizonte subsuperficial que muestra evidencia de formación del suelo que varía de poco a relativamente avanzado. El horizonte cámbico muestra estructura de agregados del suelo al menos en la mitad del volumen de la tierra fina. Si la capa subyacente tiene el mismo material originario, el horizonte cámbico generalmente muestra contenidos de óxidos y/o de arcilla más altos que los de esta capa subyacente y/o evidencia de remoción de carbonatos y/o de yeso. La formación del suelo en un horizonte cámbico también se puede establecer por contraste con uno de los horizontes minerales suprayacentes, que generalmente son más ricos en materia orgánica y, por lo tanto, tienen un color más oscuro y/o menos intenso.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte cámbico está formado por *material mineral* y:

1. tiene una clase textural
  - a. franco arenosa o más fina; *o*
  - b. arenosa muy fina o areno franca muy fina;*y*
2. tiene estructura de agregados del suelo en  $\geq 50\%$  (en volumen);  
*y*
3. muestra evidencia de formación del suelo en uno o más de los siguientes:
  - a. en comparación con la capa directamente subyacente, no separada del horizonte cámbico por una *discontinuidad lítica*, uno o más de los siguientes:

- i. si la capa subyacente tiene un color Munsell con matiz 5YR o más rojo, un matiz  $\geq 2.5$  unidades más amarillo, y sino, un matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo, todo en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta; **o**
- ii. un color Munsell con croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta; **o**
- iii. un contenido de arcilla  $\geq 4\%$  (absoluto) más alto;  
**o**
- b. en comparación con una capa mineral suprayacente, con  $\geq 5$  cm de espesor y no separada del horizonte cámbico por una *discontinuidad lítica*, uno o más de los siguientes:
  - i. un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo, en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta; **o**
  - ii. un color Munsell con brillo  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta; **o**
  - iii. un color Munsell con croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta;  
**o**
- c. en comparación con la capa directamente subyacente, que no muestra *propiedades gléyicas* y que no forma parte de un *horizonte cálcico* o *gípsico*, evidencia de remoción de carbonatos o de yeso por uno o más de los siguientes:
  - i.  $\geq 5\%$  (absoluto) menos de carbonato de calcio equivalente o  $\geq 5\%$  (absoluto) menos de yeso y sin *discontinuidad lítica*, entre esta capa subyacente y el horizonte cámbico; **o**
  - ii. *propiedades protocálcicas* o *protogípsicas* en la capa subyacente pero no en el horizonte cámbico;  
**o**
- d. todo lo siguiente:
  - i.  $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 0,1\%$ ; **y**
  - ii. una relación entre  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  y  $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 0,1$ ; **y**
  - iii. un color Munsell con matiz 2.5YR a 2.5Y y croma  $> 3$ , todo en húmedo y en  $\geq 90\%$  de su área expuesta;  
**y**
- 4. no forma parte de una capa de arado, no forma parte de un *horizonte álbico*, *antrácuico*, *árgico*, *cálcico*, *dúrico*, *ferrálico*, *frágico*, *gípsico*, *hórtico*, *hidrágrico*, *irrágrico*, *limónico*, *móllico*, *nátrico*, *nítico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico*, *petroplántico*, *pisoplántico*, *plágico*, *plántico*, *prético*, *sálico*, *sómbrico*, *espódico*, *térrico*, *tsitélico*, *úmbrico* o *vértico* y no forma parte de una capa con *propiedades ándicas*;  
**y**
- 5. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

### Información adicional

En muchos horizontes cámbicos se forman óxidos de Fe, que le dan al horizonte un matiz más rojo y un croma más alto. Sin embargo, si el material original tiene mucha hematita, la formación de goethita en condiciones más frías y húmedas generalmente lo vuelve más amarillo.

La disolución de carbonatos o de yeso es una característica generalizada de los horizontes cámbicos tanto en ambientes húmedos como semiáridos. En muchos casos, ésto se puede demostrar por un menor contenido de carbonato o de yeso en comparación con la capa subyacente. Sin embargo, en algunos suelos, especialmente en zonas áridas y semiáridas, este menor contenido no es evidente. En estos suelos, la presencia de *propiedades protocálcicas* o *protogípsicas* en la capa subyacente es una prueba de que los carbonatos o el yeso se han disuelto en el horizonte superior. Por otra parte, tales acumulaciones también se pueden originar por el ascenso de agua subterránea en suelos con *propiedades gléyicas*, las cuales se deben excluir en la capa subyacente para esta comparación.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes cámbicos se pueden considerar como predecesores de muchos otros horizontes de

diagnóstico, todos los cuales tienen propiedades específicas que no están o están solo débilmente expresadas en el horizonte cámbico - tales como acumulaciones iluviales o residuales, remoción de sustancias distintas a los carbonatos o el yeso, acumulación de componentes solubles o el desarrollo de una estructura específica del suelo como agregados en cuña.

Los horizontes cámbicos en suelos con buen drenaje de mesetas altas y montañas en regiones tropicales y subtropicales húmedas pueden ocurrir en asociación con *horizontes sómbricos*. La relación entre  $Fe_{ox}$  y  $Fe_{dith}$  diferencia el horizonte cámbico del *horizonte tsitélico* (relación más alta). Los horizontes *plíntico* y *petroplíntico* suelen tener contenidos de  $Fe_{dith}$  mucho más altos.

### 3.1.6 Horizonte chérnico

#### Descripción general

Un horizonte chérnico (del ruso *chorniy*, negro) es un horizonte superficial, comúnmente de gran espesor, bien estructurado, de color muy oscuro, con una saturación de bases alta, actividad de fauna alta y un contenido de materia orgánica de moderado a alto.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte chérnico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

1.  $\geq 50\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de tierra fina y no está formado por *material múlmico*;  
*y*
2. solo o en combinación, en  $\geq 90\%$  (en volumen):
  - a. estructura granular compuesta; *o*
  - b. estructura en bloques subangulares con un tamaño promedio de agregados  $\leq 2$  cm; *o*
  - c. estructura en terrones u otros elementos estructurales creados por prácticas agrícolas;*y*
3.  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo*;  
*y*
4. uno o más de los siguientes:
  - a. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 3$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco y croma  $\leq 2$  en húmedo;  
*o*
  - b. todo lo siguiente:
    - i.  $\geq 15$  y  $< 40\%$  de carbonato de calcio equivalente; *y*
    - ii. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 3$  y croma  $\leq 2$ , ambos en húmedo; *y*
    - iii.  $\geq 1,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*;*o*
  - c. todo lo siguiente:
    - i.  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente y/o una clase textural areno franca o más gruesa; *y*
    - ii. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 5$  y croma  $\leq 2$ , ambos en húmedo; *y*
    - iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*;*y*
5. si está presente una capa que corresponde al material originario del horizonte chérnico y que tiene un color Munsell con brillo  $\leq 4$ , en húmedo, un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 1\%$  (absoluto) más alto que el de esta capa;  
*y*

6. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 50\%$ ;  
y
7. un espesor  $\geq 30$  cm.

### Identificación en el campo

Un horizonte chérnico se puede identificar fácilmente por su color negruzco, causado por la acumulación de materia orgánica, su estructura granular compuesta o en bloques subangulares bien desarrollados, indicios de saturación de bases alta (por ejemplo,  $\text{pH}_{\text{agua}} > 6$ ) y su espesor.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte chérnico es un caso especial del *horizonte móllico* con un mayor contenido de *carbono orgánico del suelo*, un croma más bajo, una estructura del suelo generalmente mejor desarrollada, un contenido mínimo de tierra fina y un mayor espesor mínimo. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es 20%, que es el límite inferior para el *material orgánico*.

## 3.1.7 Horizonte cohésico

### Descripción general

Un horizonte cohésico (del latín *cohaerere*, pegarse) es un horizonte subsuperficial con una estructura maciza o una estructura en bloques subangulares de grado débil. Es pobre en materia orgánica y óxidos de hierro, normalmente contiene cuarzo y la fracción arcillosa está dominada por caolinita. Es típico en los paisajes antiguos del trópico con un clima estacional.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte cohésico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $< 0,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
2. tiene  $\geq 15\%$  de arcilla; y
3. tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla; y
4. tiene, solo o en combinación, una estructura maciza o una estructura en bloques subangulares de grado débil; y
5. no está cementado; y
6. tiene, cuando está seco, una clase de resistencia a la ruptura de al menos duro; y
7. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes cohésicos son muy resistentes a la penetración de cuchillos o martillos y tienen una clase de resistencia a la ruptura de duro a extremadamente duro cuando están secos, volviéndose friables o firmes cuando están húmedos.

### Información adicional

Los horizontes cohésicos tienen una porosidad lo suficientemente baja como para restringir la penetración de raíces, pero el drenaje generalmente no está restringido. La baja porosidad se atribuye a la orientación paralela de los cristales de caolinita y al relleno de poros con partículas de arcilla. Usualmente, tienen una densidad aparente más alta que las capas superiores e inferiores. Por lo general, se encuentran directamente debajo de un horizonte superficial. Muchos suelos con un horizonte cohésico tienen el “carácter coeso” en el sistema brasileño y tienen un horizonte B apedal en el sistema sudafricano. Los horizontes cohésicos también pueden ocurrir en paleosuelos.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes cohesivos pueden coincidir con *horizontes ferrálicos* o menos extendidos con *horizontes árgicos*. Difieren fuertemente de los *horizontes nítricos*.

Algunos horizontes cohesivos muestran *propiedades estagnicas* activas o relictas o sobreyacen a un *horizonte plíntico*, *pisoplíntico* o *petroplíntico*.

## 3.1.8 Horizonte crítico

### Descripción general

Un horizonte crítico (del griego *kryos*, frío, hielo) es un horizonte del suelo permanente congelado en *material mineral* u *orgánico*.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte crítico tiene:

1. de forma continua durante  $\geq 2$  años consecutivos uno de los siguientes:
  - a. hielo masivo, cementación por hielo o cristales de hielo fácilmente visibles; *o*
  - b. una temperatura del suelo  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y agua insuficiente para formar cristales de hielo fácilmente visibles;*y*
2. un espesor  $\geq 5\text{ cm}$ .

### Identificación en el campo

Los horizontes críticos ocurren en áreas con permafrost y la mayoría de ellos muestran evidencia de segregación de hielo perenne. Muchos de ellos están sobrepuestos por horizontes con evidencia de alteración criogénica (material del suelo mezclado, horizontes del suelo discontinuos, involuciones, intrusiones orgánicas, levantamiento por heladas, segregación de elementos gruesos de la tierra fina y grietas). Son comunes las características del suelo poligonal (montículos de tierra, montículos de escarcha, círculos de piedra, rayas, redes y polígonos). Para identificar la alteración criogénica, un perfil de suelo debe intersectar diferentes elementos del suelo poligonal, si están presentes, o ser más ancho que 2 m.

Los suelos que contienen agua salina no se congelan a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para desarrollar un horizonte crítico, dichos suelos deben estar lo suficientemente fríos como para congelarse.

### Información adicional

El permafrost se define de la siguiente manera: capa del suelo o de la roca, a cierta profundidad debajo de la superficie, en la que la temperatura ha estado continuamente por debajo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante al menos algunos años. Existe donde el calor del verano no alcanza la base de la capa de suelo congelado (Glosario de Climatología y Meteorología del Ártico, Centro Nacional de Datos de Hielo y Nieve, Boulder, EE. UU.).

Los ingenieros distinguen entre permafrost *cálido* y *frío*. El permafrost *cálido* tiene una temperatura  $> -2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y tiene que ser considerado inestable. El permafrost *frío* tiene una temperatura  $\leq -2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se puede utilizar de manera más segura para fines de construcción, siempre que la temperatura permanezca bajo control.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes críticos pueden cumplir con los criterios de diagnóstico de un *horizonte hístico*, *fólico* o *espódico* y pueden ocurrir en asociación con los *horizontes sálico*, *cálcico*, *móllico* o *úmbrico*. En regiones áridas y frías, pueden estar presentes *propiedades yérmicas*.

### 3.1.9 Horizonte dúrico

#### Descripción general

Un horizonte dúrico (del latín *durus*, duro) es un horizonte subsuperficial que muestra nódulos o concreciones (durinodos), cementados por sílice ( $\text{SiO}_2$ ), presumiblemente en forma de ópalo y sílice microcristalina. Muchos durinodos tienen revestimientos de carbonato. También puede contener remanentes de un *horizonte petrodúrico* fragmentado.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte dúrico está formado por *material mineral* y tiene:

1.  $\geq 10\%$  (del volumen del suelo entero) de nódulos o concreciones (durinodos) y/o de remanentes de un *horizonte petrodúrico* fragmentado con todo lo siguiente:
  - a. tiene  $\geq 1\%$  (del área expuesta de los nódulos o concreciones) de acumulación de sílice secundaria visible; y
  - b. cuando se secan al aire,  $< 50\%$  (en volumen) se disgrega en HCl 1 M, incluso después de una sumersión prolongada; y
  - c. cuando se secan al aire,  $\geq 50\%$  (en volumen) se disgrega en KOH concentrado caliente o NaOH concentrado caliente, al menos si se alterna con HCl 1 M; y
  - d. están cementados, al menos parcialmente por sílice secundaria, con una clase de cementación de al menos débilmente cementado, tanto antes como después del tratamiento con ácido; y
  - e. tienen un diámetro  $\geq 1$  cm;
- y
2. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

#### Identificación en el campo

En el Anexo 1 (Capítulo 7) se describe cómo reconocer la sílice secundaria. Los durinodos son usualmente duros (alta resistencia a la penetración). Muchos durinodos son quebradizos cuando están húmedos, tanto antes como después del tratamiento con ácido.

#### Información adicional

Los durinodos secos no se disgregan apreciablemente en agua, pero la sumersión prolongada puede resultar en descamación de láminas muy finas y en algo de disgregación. En la sección transversal, la mayoría de los durinodos tienden a ser concéntricos y pueden ser visibles filamentos concéntricos de ópalo bajo la lupa. Si tanto la sílice como los carbonatos están presentes como agentes cementantes, los durinodos solo se disgregan si se alternan KOH concentrado caliente o NaOH concentrado caliente (para disolver la sílice) con HCl (para disolver los carbonatos). Si los carbonatos están ausentes, el KOH o NaOH por sí solos pueden disgregar los durinodos.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones áridas, los horizontes dúricos ocurren en asociación con horizontes *gípsico*, *petrogípsico*, *cálcico* y *petrocálcico*. Un horizonte cementado continuamente por sílice es un *horizonte petrodúrico*.

### 3.1.10 Horizonte ferrálico

#### Descripción general

Un horizonte ferrálico (del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre) es un horizonte subsuperficial resultante de una meteorización prolongada e intensa. La fracción arcillosa está dominada por arcillas de baja actividad y contiene varias cantidades de minerales resistentes como (hidr-)óxidos de Fe, Al, Mn y Ti. Puede haber una



marcada acumulación residual de cuarzo en las fracciones de limo o de arena.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte ferrálico está formado por *material mineral* y:

1. tiene una clase textural franco arenosa o más fina y  $\geq 8\%$  de arcilla; **y**
2. tiene  $< 80\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos, concreciones o nódulos *pisoplínticos* o remanentes de un *horizonte petroplíntico* fragmentado,  $> 2$  mm; **y**
3. tiene una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla; **y**
4. tiene  $< 10\%$  (por recuento de granos) de minerales meteorizables en la fracción de 0,05–0,2 mm; **y**
5. no tiene *propiedades ándicas o vítricas*; **y**
6. tiene un espesor  $\geq 30$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes ferrálicos están asociados con formas de relieve antiguas y estables. La macroestructura es de moderada a débil, pero los horizontes ferrálicos típicos tienen una fuerte micro-agregación.

Los horizontes ferrálicos ricos en óxidos de Fe (especialmente ricos en hematita) suelen tener una clase de resistencia a la ruptura friable, en húmedo. El material seco del suelo disgregado fluye como harina entre los dedos. Los especímenes de horizontes ferrálicos suelen ser relativamente ligeros debido a la baja densidad aparente. Muchos horizontes ferrálicos emiten un sonido hueco cuando se golpean, lo que indica una alta porosidad. En algunos horizontes ferrálicos, la alta porosidad es el resultado de la actividad de las termitas. Generalmente, los poros entre los micro-agregados son los que proporcionan una alta porosidad.

Si el horizonte ferrálico tiene menos hematita y un color más amarillento, muestra típicamente una mayor densidad aparente y una menor porosidad. Es macizo o tiene una estructura en bloques subangulares débil y una clase de resistencia a la ruptura firme en húmedo.

Los indicadores de iluviación de arcilla, como los revestimientos de arcilla, generalmente están ausentes o son raros, al igual que los rasgos de presión. Los límites de un horizonte ferrálico normalmente son graduales a difusos y se puede detectar poca variación en el color o en la distribución del tamaño de partículas dentro del horizonte.

### Información adicional

Como alternativa al requerimiento de minerales meteorizables puede resultar indicativa una reserva total de bases (RTB = calcio [Ca], magnesio [Mg], potasio [K] y sodio [Na]) intercambiables más minerales)  $< 25 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  suelo.

Los horizontes ferrálicos normalmente tienen  $< 10\%$  de arcilla dispersable en agua. Ocasionalmente, pueden tener más arcilla dispersable en agua, pero si es así, tienen un  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{agua}} \geq 0$ ) o un contenido relativamente alto de carbono orgánico.

Ejemplos de minerales fácilmente meteorizables son todos los filosilicatos 2:1, cloritas, sepiolitas, paligorskitas, alófanas, filosilicatos trioctaédricos 1:1 (serpentinatas), feldespatos, feldespatoideos, minerales ferromagnesianos, vidrios, zeolitas, dolomita y apatita. El propósito del término minerales meteorizables es incluir aquellos minerales que son inestables en climas húmedos en comparación con otros minerales, como el cuarzo y los minerales de arcilla 1:1, pero que son más resistentes a la meteorización que la calcita (Soil Survey Staff, 1999).

En secciones delgadas, los horizontes ferrálicos tienen generalmente una fábrica de birrefringencia indiferenciada, debido al comportamiento isotrópico de los óxidos de Fe. La masa basal tiene comúnmente una microestructura granular, con una porosidad compuesta por poros de empaquetamiento y cavidades en forma de estrella; además, de canales y cámaras debidos a una fuerte bioturbación.



### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos *horizontes árgicos* cumplen con todos los criterios de diagnóstico del horizonte ferrálico.

Los contenidos de  $Al_{ox}$ ,  $Fe_{ox}$  y  $Si_{ox}$  en horizontes ferrálicos son muy bajos, lo que los diferencia de los *horizontes níticos* y de las capas con *propiedades ándicas* o *vítricas*.

Algunos *horizontes cámbicos* tienen una CIC baja; sin embargo, la cantidad de minerales meteorizables o la RTB es demasiado alta para un horizonte ferrálico. Dichos horizontes representan una etapa avanzada de meteorización y una transición al horizonte ferrálico.

Los horizontes ferrálicos en suelos con buen drenaje de mesetas altas y montañas en regiones tropicales y subtropicales húmedas pueden ocurrir en asociación con *horizontes sómbricos*.

Debido a procesos redox, los horizontes ferrálicos se pueden convertir en *horizontes plínticos*. La mayoría de los *horizontes plínticos* también cumplen con los criterios de diagnóstico de los horizontes ferrálicos.

### 3.1.11 Horizonte férrico

#### Descripción general

Un horizonte férrico (del latín *ferrum*, hierro) se ha formado por procesos redox, generalmente causados por agua estancada, que pueden ser activos o relictos, y muestra rasgos redoximorfos. La segregación de Fe (o Fe y Mn) ha avanzado hasta tal punto que se han formado rasgos oximorfos (masas gruesas o concreciones y/o nódulos discretos) dentro de agregados del suelo, y la matriz entre ellos está en gran medida empobrecida en Fe y Mn. No necesariamente tienen contenidos más altos de Fe (o Fe y Mn), pero el Fe (o Fe y Mn) se concentra en los rasgos oximorfos. Generalmente, tal segregación conduce a una mala agregación de las partículas del suelo en las zonas empobrecidas en Fe y Mn y a una compactación del horizonte. Ocurre principalmente en paisajes muy evolucionados.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte férrico está formado por *material mineral* y:

1. consta de uno o más subhorizontes con uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 15\%$  de su área expuesta está ocupado por rasgos oximorfos en forma de masas gruesas ( $> 20$  mm, de longitud promedio de la mayor dimensión) dentro de agregados del suelo que son negros o que tienen un color Munsell con matiz más rojo que 7.5YR y croma  $\geq 5$ , ambos en húmedo; **o**
  - b.  $\geq 5\%$  de su área expuesta (que comprenda la tierra fina más las concreciones y/o los nódulos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) está ocupado por rasgos oximorfos en forma de concreciones y/o nódulos con una clase de cementación de al menos débilmente cementada, de color rojizo y/o negruzco y un diámetro  $> 2$  mm;
- y
2. no forma parte de un horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* o *plíntico*;
- y
3. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones tropicales o subtropicales, los horizontes férricos pueden intergraduarse lateralmente hacia *horizontes plínticos*. En los *horizontes plínticos*, la cantidad de rasgos oximorfos alcanza  $\geq 15\%$  (del área expuesta). Adicionalmente, en *horizontes plínticos* se sobrepasa un cierto contenido de  $Fe_{dith}$ , y/o la capa cambia irreversiblemente a una capa continuamente cementada cuando se expone al secado y humedecimiento repetidos con acceso libre de oxígeno. Si la cantidad de concreciones y/o nódulos con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado, alcanza  $\geq 40\%$  (del área expuesta), es un *horizonte pisoplíntico*.

### 3.1.12 Horizonte fólico

#### Descripción general

Un horizonte fólico (del latín *folium*, hoja) está formado por *material orgánico* bien aireado. Se desarrolla en la superficie del suelo. En algunos lugares puede estar cubierto por *material mineral*. Los horizontes fólicos aparecen predominantemente en climas fríos o en altitudes altas.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte fólico está formado por *material orgánico* y:

1. está saturado de agua durante  $< 30$  días consecutivos en la mayoría de los años y no está drenado; y
2. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte fólico tiene características similares al *horizonte hístico*. Sin embargo, el *horizonte hístico* se forma mientras está saturado consecutivamente de agua durante al menos 30 días en la mayoría de los años, lo cual causa una vegetación completamente diferente y, por lo tanto, un carácter distinto del material orgánico.

El *material orgánico* diferencia el horizonte fólico de los horizontes *chérnico*, *móllico* o *úmbrico*, los cuales están formados por *material mineral*. Los horizontes fólicos pueden mostrar *propiedades ándicas* o *vítricas*.

### 3.1.13 Horizonte frágico

#### Descripción general

Un horizonte frágico (del latín *fragilis*, frágil) es un horizonte subsuperficial natural, predominantemente no cementado, con agregados del suelo grandes y un patrón de porosidad tal que las raíces y el agua de percolación penetran el suelo solo entre estos agregados. El carácter natural excluye capas de arado y superficies compactadas por el tráfico.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte frágico está formado por *material mineral* y:

1.  $\geq 60\%$  (en volumen) está formado, solo o en combinación, por agregados del suelo en prismas, columnas, bloques angulares o subangulares, que no tienen raíces gruesas y que tienen una separación horizontal promedio (del centro del agregado al centro del agregado)  $\geq 10$  cm; y
2. el horizonte muestra evidencia de formación del suelo, como se define en el criterio 3 del *horizonte cámbico*, al menos en las caras de los agregados del suelo; y
3. el material del suelo entre los agregados del suelo y  $\geq 50\%$  del volumen del suelo agregado no está cementado; y
4. las partes no cementadas no se cementan después del secado y humedecimiento repetido; y
5. partes de los agregados no cementados tienen una fragilidad quebradiza y una clase de resistencia a la ruptura, en húmedo, de al menos firme; y
6. tiene  $< 0,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
7. no muestra efervescencia después de agregar una solución de HCl 1 M; y
8. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

#### Identificación en el campo

Un horizonte frágico tiene una estructura prismática y/o en bloques. En algunos horizontes frágicos, los agregados del suelo tienen una densidad aparente alta. En otros, las partes internas de los agregados pueden tener una porosidad total relativamente alta, pero al tener un borde externo denso, no hay continuidad entre

los poros dentro de y entre agregados. Entre los prismas o los bloques angulares, se encuentra una estructura de agregados más débil o una estructura maciza, y en la mayoría de los casos también un color de suelo más claro. El resultado es un sistema de caja cerrada con  $\geq 60\%$  del volumen del suelo que no puede ser explorado por raíces y no es percolada por agua. Las posibles razones del borde exterior denso son: revestimientos de arcilla, expansión y retracción o la presión de las raíces que crecen solo verticalmente. Es esencial que el volumen de suelo requerido se inspeccione desde secciones verticales y horizontales; las secciones horizontales a menudo revelan un patrón poligonal. Tres o cuatro de estos polígonos (o un corte de hasta  $1 \text{ m}^2$ ) son suficientes para estudiar la base volumétrica para la definición del horizonte frágico. Los horizontes frágicos son comúnmente francos, pero no se excluyen las texturas franco arenosas y arcillosas. En este último caso, la mineralogía de las arcillas es predominantemente caolinítica. Los agregados tienen comúnmente una resistencia a la penetración  $\geq 4 \text{ MPa}$  a capacidad de campo. El horizonte frágico tiene poca actividad de fauna, excepto ocasionalmente entre los agregados.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte frágico puede subyacer (pero no necesariamente directamente) a un *horizonte álbico*, *cámbico*, *espódico* o *árgico*, a menos que el suelo haya sido truncado. Puede solapar parcial o completamente a un *horizonte árgico*, y de ser así, el horizonte frágico puede producir *propiedades réticas* o *lenguas albelúvicas*. Muchos horizontes frágicos muestran *condiciones reductoras* y *propiedades estágnicas*. Al contrario de los horizontes frágicos, los *horizontes plínticos* se cementan al secarse y humedecerse repetidamente. Al contrario de los horizontes frágicos, muchos otros horizontes que restringen las raíces están cementados.

## 3.1.14 Horizonte gípsico

### Descripción general

Un horizonte gípsico (del griego *gypsos*, yeso) es un horizonte no cementado que contiene acumulaciones de yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en varias formas. Puede ser un horizonte superficial o subsuperficial.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte gípsico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 5\%$  de yeso (en masa, que comprenda la tierra fina más las concentraciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación);  
y
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. cumple con los criterios de diagnóstico de las *propiedades protogípsicas*; o
  - b. tiene un contenido de yeso  $\geq 5\%$  más alto (absoluto, en masa, que comprenda la tierra fina más las concentraciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) que el de la capa subyacente y sin *discontinuidad lítica* entre las dos capas;
- y
3. tiene un producto del espesor (en centímetros) por el contenido de yeso (porcentaje, en masa)  $\geq 150$ ;
- y
4. no forma parte de un *horizonte petrogípsico*;
- y
5. tiene un espesor  $\geq 15 \text{ cm}$ .

### Identificación en el campo

En el Anexo 1 (Capítulo 8.4.26) se describe cómo reconocer el yeso secundario. La acumulación puede ser en concentraciones discretas o similar a la harina. Este último da al horizonte gípsico una estructura maciza.

Los cristales de yeso se pueden confundir visualmente con el cuarzo. El yeso es blando y se puede rayar fácilmente con un cuchillo o romperse entre el pulgar y el índice. El cuarzo es duro y no se puede romper excepto con un martillo.

### Información adicional

El procedimiento recomendado para determinar yeso en el laboratorio (Anexo 2, Capítulo 9.10) también extrae anhidrita, que se considera principalmente primaria.

El análisis de secciones delgadas es útil para establecer la presencia de yeso secundario, como edaforrasgos gípsicos individuales o como acumulaciones generalizadas en la masa basal del suelo.

Si la acumulación de yeso llega a ser tal que toda o la mayor parte de la estructura del suelo y/o la estructura de la roca desaparece y prevalecen concentraciones continuas de yeso, se utiliza el calificador Hypergypsic.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Cuando los horizontes gípsicos se cementan continuamente, tiene lugar la transición al *horizonte petrogípsico*, cuya expresión puede ser masiva o laminar. Un horizonte gípsico y un *horizonte petrogípsico* pueden superponerse uno al otro. Las acumulaciones de yeso secundario, que no califican para un horizonte gípsico pueden cumplir con los criterios de diagnóstico de las *propiedades protogípsicas*, que están también cumplidos por la mayoría de los horizontes gípsicos. El *material gipsírico* incluye yeso primario.

En regiones secas, los horizontes gípsicos pueden estar asociados con *horizontes cálcicos* y/o *sálicos*. Los *horizontes cálcicos* y gípsicos generalmente ocupan profundidades distintas en el perfil del suelo ya que la solubilidad del carbonato de calcio es menor que la del yeso. Normalmente, se pueden distinguir claramente unos de otros por la morfología (consultar *horizonte cálcico*). Los horizontes *sálicos* y gípsicos también ocupan profundidades diferentes en el perfil debido a distintas solubilidades.

## 3.1.15 Horizonte hístico

### Descripción general

Un horizonte hístico (del griego *histos*, tejido) está formado por *material orgánico* pobremente aireado. Se desarrolla en la superficie del suelo. En algunos lugares puede estar cubierto por *material mineral*.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hístico está formado por *material orgánico* y:

1. está saturado de agua durante  $\geq 30$  días consecutivos en la mayoría de los años o está drenado; y
2. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte hístico tiene características similares al *horizonte fólico*. Sin embargo, el *horizonte fólico* está saturado consecutivamente de agua por menos de 30 días en la mayoría de los años, lo que provoca una vegetación completamente diferente y, por lo tanto, un carácter diferente del *material orgánico*. Los horizontes hísticos pueden mostrar *propiedades ándicas* o *vítricas*.

## 3.1.16 Horizonte hórtico

### Descripción general

Un horizonte hórtico (del latín *hortus*, jardín) es un horizonte superficial mineral creado por actividades humanas como: labranza profunda, fertilización intensiva y/o aplicación prolongada y continua de desechos humanos y animales y otros residuos orgánicos (por ejemplo, estiércol, desechos de cocina, compost y excretas humanas).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hístico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

1. un color Munsell con brillo y croma  $\leq 3$ , en húmedo; *y*
2.  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo*; *y*
3.  $\geq 120 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  en el extracto de Mehlich-3 en los 20 cm superiores; *y*
4. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 50\%$ ; *y*
5.  $\geq 25\%$  (del área expuesta, en promedio ponderado) de poros de fauna, coprolitos u otros resultados de actividad de fauna; *y*
6. un espesor  $\geq 20 \text{ cm}$ .

### Identificación en el campo

El horizonte hístico está completamente mezclado. Es común la presencia de restos de cerámica y otros *artefactos*, aunque a menudo se encuentran desgastados. Pueden estar presentes marcas de labranza o evidencia de mezclado del suelo.

### Información adicional

En el extracto de Mehlich-3,  $120 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  corresponden aproximadamente a  $43,6 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  o  $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  en el extracto de Olsen (Kabała et al., 2018), que era el requisito en ediciones anteriores de la WRB.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos horizontes hísticos también pueden cumplir con los criterios de diagnóstico de un horizonte *prético*, *térico*, *mólico* o *chénico*.

## 3.1.17 Horizonte hidrágrico

### Descripción general

Un horizonte hidrágrico (del griego *hydor*, agua, y del latín *ager*, campo) es un horizonte superficial que resulta del cultivo bajo inundación.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte hidrágrico está formado por *material mineral* y:

1. tiene un *horizonte antrácuico* suprayacente;  
*y*
2. consta de uno o más subhorizontes y cada uno de ellos tiene uno o más de los siguientes:
  - a. rasgos reductimorfos con un color Munsell con brillo  $\geq 4$  y croma  $\leq 2$ , ambos en húmedo, alrededor de paredes de bioporos;  
*o*
  - b.  $\geq 15\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de rasgos oximorfos que:
    - i. se encuentran predominantemente dentro de agregados del suelo; *y*
    - ii. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que el material circundante;  
*o*
  - c.  $\geq 15\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de rasgos oximorfos que:

- i. se encuentran predominantemente en paredes de bioporos y, si hay agregados del suelo, predominantemente sobre o adyacentes a las superficies de agregados; **y**
- ii. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que el material circundante;

**o**

- d.  $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 1,5$  veces y/o  $\text{Mn}_{\text{dith}} \geq 3$  veces el promedio ponderado de la capa fangosa del *horizonte antrácuico* suprayacente;

**y**

- 3. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

### Identificación en el campo

El horizonte hidrágico ocurre debajo de la suela de labor de un *horizonte antrácuico*. Las características enumeradas como parte del criterio de diagnóstico 2 rara vez ocurren juntas en el mismo subhorizonte, pero comúnmente se distribuyen en varios subhorizontes. Los principales subhorizontes tienen rasgos reductimorfos en los poros, con un color Munsell con matiz 2.5Y o más amarillo y croma  $\leq 2$ , ambos en húmedo, y/o concentraciones de óxidos de Fe y/o de Mn dentro de los agregados del suelo como resultado de condiciones oxidantes. Por lo general, muestran revestimientos grises en las superficies de los agregados del suelo, que están compuestos por arcilla, limo fino y materia orgánica.

### Información adicional

El manganeso y/o el hierro reducidos descienden lentamente a través de la suela de labor del *horizonte antrácuico* suprayacente hacia el horizonte hidrágico; el manganeso tiende a moverse más lejos que el hierro. Dentro del horizonte hidrágico, el manganeso y el hierro migran más hacia el interior de los agregados del suelo donde se oxidan. En la parte inferior, los subhorizontes pueden estar influenciados por agua subterránea.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte hidrágico subyace a un *horizonte antrácuico*.

## 3.1.18 Horizonte irrágico

### Descripción general

Un horizonte irrágico (del latín *irrigare*, regar, y *ager*, campo) es un horizonte superficial mineral que se acumula gradualmente a través de la aplicación continua de agua de riego con cantidades sustanciales de sedimentos, que a menudo incluyen artefactos y una cantidad significativa de materia orgánica.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte irrágico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y:

- 1. tiene, solo o en combinación, en  $\geq 90\%$  (en volumen):
  - a. estructura de agregados del suelo; **o**
  - b. estructura en terrones u otros elementos creados por prácticas agrícolas;
- y**
- 2. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a. un contenido de arcilla  $\geq 10\%$  (relativo) y de 3% (absoluto) más alto que el de la capa directamente enterrada por el horizonte irrágico; **o**
  - b. un contenido de arcilla fina  $\geq 10\%$  (relativo) y  $\geq 3\%$  (absoluto) más alto que el de la capa directamente enterrada por el horizonte irrágico;

**y**

3. tiene diferencias en los contenidos de arena media, de arena fina, de arena muy fina, de limo, de arcilla y de carbonatos  $< 20\%$  (relativo) o  $< 4\%$  (absoluto) entre subhorizontes;  
y
4. tiene ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 0,3\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
  - b. un promedio ponderado  $\geq 0,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*;
 y
5. tiene  $\geq 25\%$  (del área expuesta, en promedio ponderado) de poros de fauna, coprolitos u otros resultados de actividad de fauna;  
y
6. muestra evidencia de que la superficie del terreno ha sido elevada;  
y
7. tiene un espesor  $\geq 20$  cm.

### Identificación en el campo

Los suelos con un horizonte irrágrico muestran evidencia de elevación de la superficie, lo que se puede inferir de las observaciones de campo o de los registros históricos. El horizonte irrágrico muestra evidencia de una actividad de fauna considerable. El límite inferior es típicamente neto, y pueden estar presentes depósitos de irrigación o suelos enterrados por debajo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Debido al arado continuo, los horizontes irrágricos carecen de la estratificación continua del *material flúvico*. Algunos horizontes irrágricos también pueden calificar como un *horizonte móllico* o *úmbrico*, dependiendo de su saturación de bases.

## 3.1.19 Horizonte limónico

### Descripción general

Un horizonte limónico (del griego *leimon*, pradera) se desarrolla en capas con *propiedades gléyicas* y rasgos oximorfos. El Fe y/o el Mn reducidos ascienden con el ascenso capilar de agua subterránea, se oxidan y se acumulan hasta tal punto que al menos algunas partes de las zonas de acumulación se cementan. Tradicionalmente se llama hierro de pantano.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte limónico:

1. tiene  $\geq 50\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de rasgos oximorfos que:
  - a. son negros, rodeados de material de color más claro, *o*
  - b. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que el material circundante *o*
  - c. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que la matriz de la capa directamente subyacente;
 y
2. los rasgos oximorfos están uno o ambos de los siguientes:
  - a. predominantemente en paredes (antiguas) de bioporos y, si hay (o había) agregados del suelo, predominantemente sobre o adyacentes a las superficies (antiguas) de agregados;*o*



- b. subyacidos por una capa con  $\geq 95\%$  (del área expuesta) de rasgos reductimorfos que tienen los siguientes colores Munsell, en húmedo:
  - i. matiz N, 10Y, GY, G, BG, B o PB; *o*
  - ii. matiz 2.5Y o 5Y y croma  $\leq 2$ ;
- y
- 3. está cementado con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado en  $\geq 25\%$  (en volumen, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación);
- y
- 4. tiene  $\geq 2,5\%$   $\text{Fe}_{\text{dith}} + \text{Mn}_{\text{dith}}$  (en masa, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación);
- y
- 5. tiene un espesor  $\geq 2,5$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes limónicos muestran las características típicas de capas con *propiedades gléyicas* y rasgos oximorfos. Además, están al menos parcialmente cementados.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes limónicos se desarrollan en capas con *propiedades gléyicas* y rasgos oximorfos. El proceso de ascenso capilar de agua subterránea puede estar activo o ser relicto. Los horizontes limónicos difieren de los *horizontes tsitélicos*, que no están cementados y, si son de textura fina, tienen una densidad aparente baja. Los horizontes limónicos, especialmente si tienen óxidos de Mn, se pueden parecer a los *horizontes espódicos*, pero típicamente carecen de la translocación de Al requerida para *horizontes espódicos*. Sin embargo, los horizontes limónicos pueden solaparse con *horizontes espódicos*, especialmente con la parte inferior del *horizonte espódico*.

## 3.1.20 Horizonte móllico

### Descripción general

Un horizonte móllico (del latín *mollis*, blando) es un horizonte superficial, comúnmente de gran espesor, de color oscuro, con una saturación de bases alta y un contenido de materia orgánica de moderado a alto.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte móllico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

- 1. solo o en combinación, en  $\geq 50\%$  (en volumen):
  - a. estructura de agregados del suelo con un tamaño promedio  $\leq 10$  cm; *o*
  - b. estructura en terrones u otros elementos estructurales creados por prácticas agrícolas;
- y
- 2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*;
- y
- 3. uno de los siguientes:
  - a. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 3$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco y croma  $\leq 3$  en húmedo;
  - o*
  - b. todo lo siguiente:
    - i. una suma de carbonato de calcio equivalente y de yeso  $\geq 15$  y  $< 40\%$ ; y



- ii. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 3$  y croma  $\leq 3$ , ambos en húmedo; y
- iii.  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo*;

*o*

c. todo lo siguiente:

- i. una suma de carbonato de calcio equivalente y de yeso  $\geq 40\%$  y/o una clase textural areno franca o más gruesa; y
- ii. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 5$  y croma  $\leq 3$ , ambos en húmedo; y
- iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*;

*y*

4. si está presente una capa que corresponde al material originario del horizonte móllico y que tiene un color Munsell con brillo  $\leq 4$ , en húmedo, un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 0,6\%$  (absoluto) más alto que el de esta capa;

*y*

5. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 50\%$  en promedio ponderado;

*y*

6. uno de los siguientes espesores:

- a.  $\geq 10$  cm si sobreyace directamente a *roca continua*, *material duro técnico* o un *horizonte crítico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico* o *petroplíntico*; *o*
- b.  $\geq 20$  cm.

### Identificación en el campo

Un horizonte móllico se puede identificar fácilmente por su color oscuro, originado por la acumulación de materia orgánica, en la mayoría de los casos una estructura bien desarrollada (generalmente una estructura granular compuesta o en bloques subangulares), un indicador de saturación de bases alta (por ejemplo,  $\text{pH}_{\text{agua}} > 6$ ) y su espesor.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La saturación de bases  $\geq 50\%$  separa el horizonte móllico del *horizonte úmbrico*, que por lo demás es similar. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es de  $20\%$ , que es el límite inferior para el *material orgánico*.

Un tipo especial de horizonte móllico es el *horizonte chérnico*. Requiere un mayor contenido de *carbono orgánico del suelo*, un croma más bajo, una estructura del suelo más desarrollada, un contenido mínimo de tierra fina y un mayor espesor mínimo.

Algunos *horizontes hórticos*, *irrágricos*, *préticos* o *térricos* también pueden calificar como horizontes móllicos.

## 3.1.21 Horizonte nátrico

### Descripción general

Un horizonte nátrico (del árabe *natrún*, sal) es un horizonte subsuperficial denso, con un contenido de arcilla claramente más alto que el de los horizontes suprayacentes. Tiene un contenido de Na intercambiable alto y en algunos casos, un contenido relativamente alto de Mg intercambiable

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte nátrico está formado por *material mineral* y:

- 1. tiene una clase textural areno franca o más fina y  $\geq 8\%$  de arcilla;

*y*

2. uno o ambos de los siguientes:
  - a. tiene una capa suprayacente de textura más gruesa con todo lo siguiente:
    - i. la capa de textura más gruesa no está separada del horizonte nátrico por una *discontinuidad lítica*; **y**
    - ii. si la capa de textura más gruesa sobreyace directamente al horizonte nátrico, su subcapa más baja no forma parte de una capa de arado; **y**
    - iii. si la capa de textura más gruesa no sobreyace directamente al horizonte nátrico, el horizonte de transición entre la capa de textura más gruesa y el horizonte nátrico tiene un espesor  $\leq 15$  cm; **y**
    - iv. si la capa de textura más gruesa tiene  $< 15\%$  de arcilla, el horizonte nátrico tiene  $\geq 6\%$  (absoluto) más de arcilla; **y**
    - v. si la capa de textura más gruesa tiene  $\geq 15$  y  $< 50\%$  de arcilla, la relación entre los contenidos de arcilla del horizonte nátrico y de la capa de textura más gruesa es  $\geq 1,4$ ; **y**
    - vi. si la capa de textura más gruesa tiene  $\geq 50\%$  de arcilla, el horizonte nátrico tiene  $\geq 20\%$  (absoluto) más de arcilla;
  - o**
  - b. tiene evidencia de arcilla iluvial en una o más de las siguientes formas:
    - i. puentes de arcilla que conectan  $\geq 15\%$  de los granos de arena; **o**
    - ii. revestimientos de arcilla que cubren  $\geq 15\%$  de las superficies de agregados del suelo, elementos gruesos y/o paredes de bioporos; **o**
    - iii. en secciones delgadas, cuerpos de arcilla orientada (puros o intercalados con capas de limo) que constituyen  $\geq 1\%$  de la sección delgada y que no han sido transportados lateralmente después de haber sido formados; **o**
    - iv. una relación de arcilla fina a arcilla total en el horizonte nátrico  $\geq 1,2$  veces más alta que la relación en la capa suprayacente de textura más gruesa;
- y**
3. tiene una o más de los siguientes:
  - a. una estructura columnar o prismática en algunas partes del horizonte;
  - o**
  - b. ambos de los siguientes:
    - i. una estructura en bloques angulares o subangulares; **y**
    - ii. penetraciones de una capa suprayacente de textura más gruesa, en la que hay granos de arena y/o de limo grueso no revestidos, que se extienden  $\geq 2,5$  cm en el horizonte nátrico;
- y**
4. tiene uno o más de los siguientes:
  - a. un porcentaje de Na intercambiable (PSI)  $\geq 15$  en todo el espesor del horizonte nátrico o en sus 40 cm superiores, lo que sea más delgado;
  - o**
  - b. ambos de los siguientes:
    - i. Mg más Na intercambiables mayor que Ca más acidez intercambiables (tamponado a pH 8,2) en todo el espesor del horizonte nátrico o en sus 40 cm superiores, lo que sea más delgado; **y**
    - ii. un porcentaje de Na intercambiable (PSI)  $\geq 15$  en algún subhorizonte que comienza a  $\leq 50$  cm por debajo del límite superior del horizonte nátrico;
- y**
5. tiene un espesor de una décima parte o más del espesor del *material mineral* suprayacente, si está presente, y uno de los siguientes espesores:
  - a.  $\geq 7,5$  cm (si está compuesto de lamelas: espesor combinado dentro de los 50 cm del límite superior de la lamela superior) si el horizonte nátrico tiene una clase textural franco arenosa o más fina; **o**
  - b.  $\geq 15$  cm (si está compuesto de lamelas: espesor combinado dentro de los 50 cm del límite superior de la lamela superior).

### Identificación en el campo

El color de muchos horizontes nátricos varía de pardo a negro, especialmente en la parte superior, pero también se pueden encontrar colores más claros de amarillo a rojo. La estructura suele ser columnar o prismática y en algunos lugares en bloques, todas con una clase de tamaño grueso o mayor. Las puntas redondeadas de los agregados son características. En muchos casos, están cubiertos por un polvo blanquecino proveniente del horizonte eluvial suprayacente.

Tanto el color como las características estructurales dependen de la composición de los cationes intercambiables y del contenido de sales solubles en las capas subyacentes. A menudo, se producen revestimientos gruesos de arcilla, de color oscuro, especialmente en la parte superior del horizonte. Muchos horizontes nátricos tienen agregados del suelo de baja estabilidad y muy baja permeabilidad en condiciones húmedas. Cuando está seco, la clase de resistencia a la ruptura del horizonte nátrico es al menos duro. La reacción del suelo es comúnmente fuertemente alcalina con un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 8,5$ .

### Información adicional

Otra medida para caracterizar el horizonte nátrico es la relación de adsorción de sodio (RAS), que es  $\geq 13$ . La RAS se calcula a partir de los datos de la solución del suelo ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  indicados en mmol/L/litro):  $\text{RAS} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0,5}$ .

En estudios micromorfológicos, los horizontes nátricos tienen una fábrica específica. La baja estabilidad estructural se muestra por un sistema de poros con muchas vesículas y cavidades. Los edaforrasgos consisten en casquetes, revestimientos y rellenos laminados de limo y arcilla; intercalaciones de arcilla y fragmentos de revestimientos de arcilla en la masa basal, debidos al colapso parcial de la estructura.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte superficial puede ser rico en materia orgánica, tener un espesor desde unos pocos centímetros hasta  $> 25$  y puede ser un *horizonte móllico* o *chérnico*. Puede presentarse un *horizonte álbico* entre la superficie del suelo mineral y el horizonte nátrico.

Con frecuencia, debajo del horizonte nátrico, se encuentra una capa afectada por sales fácilmente solubles. La influencia de las sales se puede extender en el horizonte nátrico, que luego también se vuelve salino. Las sales presentes pueden ser cloruros, sulfatos o carbonatos/bicarbonatos.

El horizonte nátrico puede tener humus iluviado, pero el PSI alto lo separa del *horizonte sómbrico*.

## 3.1.22 Horizonte nítico

### Descripción general

Un horizonte nítico (del latín *nitidus*, brillante) es un horizonte subsuperficial rico en arcilla. Tiene una estructura en bloques de grado moderado a fuerte, que se rompe en elementos poliédricos o de bordes planos con muchos rasgos de presión brillantes.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte nítico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 30\%$  de arcilla;
- y
2. tiene, solo o en combinación:
  - a. estructura en bloques angulares o subangulares con grado moderado a fuerte, que se rompe en una estructura de segundo nivel, que es poliédrica o de bordes planos con rasgos de presión (superficies brillantes) en  $\geq 25\%$  de las superficies de los agregados del suelo de la estructura de segundo nivel; o

- b. estructura poliédrica con rasgos de presión (superficies brillantes) en  $\geq 25\%$  de la superficie de los agregados del suelo;
- y
- 3. todo lo siguiente:
  - a.  $\geq 4\%$  Fe<sub>dith</sub> ('hierro libre'); y
  - b.  $\geq 0,2\%$  Fe<sub>ox</sub> ('hierro activo'); y
  - c. una relación entre Fe<sub>ox</sub> y Fe<sub>dith</sub>  $\geq 0,05$ ;
- y
- 4. no forma parte de un *horizonte plíntico*;
- y
- 5. tiene un espesor  $\geq 30$  cm.

### Identificación en el campo

Un horizonte nítico tiene  $\geq 30\%$  de arcilla, pero la textura puede sentirse franca al tacto. En relación con los horizontes supra- y subyacentes las diferencias en los contenidos de arcilla son pequeñas y los límites son graduales o difusos. De manera similar, no hay una diferencia de color abrupta con los horizontes directamente por encima y por debajo. Los colores son de brillo bajo, a menudo con un matiz 2.5YR, en húmedo, pero a veces más rojizo o amarillento. La estructura es en bloques de grado moderado a fuerte, rompiéndose en elementos poliédricos o de bordes planos que muestran rasgos de presión brillantes. Además, se pueden encontrar revestimientos de arcilla. Los horizontes níticos no muestran *condiciones reductoras*, pero pueden mostrar relictos de rasgos oximorfos; por ejemplo, concreciones y nódulos de óxidos de Fe y Mn.

### Información adicional

En muchos horizontes níticos, la CIC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) es  $< 36$  cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>arcilla, o incluso  $< 24$  cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> arcilla. La suma de bases intercambiables (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7) más el Al intercambiable (por KCl 1 M, sin tamponar) es aproximadamente la mitad de la CIC. La CIC de moderada a baja refleja el predominio de minerales de arcilla 1:1 (caolinita y/o [meta-]halloysita). Muchos horizontes níticos tienen una relación de arcilla dispersable en agua a arcilla total  $< 0,1$ . A través del microscopio, la fábrica de birrefringencia puede ser estriada. Los revestimientos de arcilla, si están presentes, normalmente son finos y se encuentran alrededor de los agregados o pueden estar incorporados a la matriz.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El horizonte nítico se puede considerar como un *horizonte cámbico* fuertemente expresado con propiedades específicas, como una gran cantidad de hierro (activo) extraíble con oxalato. Los horizontes níticos pueden mostrar revestimientos de arcilla y pueden satisfacer los requisitos de un *horizonte árgico*, aunque el contenido de arcilla en el horizonte nítico no es mucho mayor que en el horizonte suprayacente. Su mineralogía (caolinita/[meta]halloysita) lo diferencia de la mayoría de los horizontes vérticos, que tienen una mineralogía predominantemente esmectítica y usualmente ocurren en climas con una estación seca más pronunciada. Sin embargo, los horizontes níticos se pueden intergradar lateralmente con *horizontes vérticos* en posiciones más bajas del paisaje. La estructura del suelo bien expresada, la alta cantidad de hierro extraíble con oxalato y, en algunos casos, la CIC intermedia distinguen los horizontes níticos de los *horizontes ferrálicos*. Los horizontes níticos difieren mucho de los *horizontes cohésicos*, que también pueden ser ricos en arcilla. Los horizontes níticos en suelos de buen drenaje de mesetas altas y montañas en regiones tropicales y subtropicales húmedas pueden ocurrir en asociación con *horizontes sómbricos*.

### 3.1.23 Horizonte panpaico

#### Descripción general

Un horizonte panpaico (del quechua *p'anpay*, enterrar) es un horizonte superficial mineral enterrado con una cantidad significativa de materia orgánica formada antes de haber sido enterrado. Se considera un horizonte de diagnóstico, aunque el proceso de enterrar es un proceso geológico y no un proceso de formación del suelo.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte panpaico es un horizonte superficial enterrado que está formado por *material mineral* y tiene:

1.  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgánico del suelo*; *y*
2. un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 25\%$  (relativo) y  $\geq 0,2\%$  (absoluto) más alto que el de la capa suprayacente; *y*
3. una *discontinuidad lítica* en su límite superior; *y*
4. un espesor  $\geq 5$  cm.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos horizontes panpaicos también cumplen con los criterios de los *horizontes chérnico, móllico o úmbrico*. Se diferencian del *horizonte sómbrico*, que no tiene una *discontinuidad lítica* en su límite superior. Un horizonte panpaico puede formar parte de capas de *material flúvico*.

### 3.1.24 Horizonte petrocálcico

#### Descripción general

Un horizonte petrocálcico (del griego *petros*, roca, y del latín *calx*, cal) está cementado por carbonato de calcio y en algunos lugares también por carbonato de magnesio. Es de naturaleza masiva o laminar y tiene una resistencia a la penetración muy alta.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrocálcico está formado por *material mineral* y:

1. es fuertemente o extremadamente calcáreo comprobado por la efervescencia tras agregar una solución de HCl 1 M;  
*y*
2. está cementado, al menos parcialmente por carbonatos secundarios, con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado;  
*y*
3. es continua en la medida en que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero);  
*y*
4. no tiene raíces gruesas excepto, si están presentes, a lo largo de las fracturas verticales;  
*y*
5. tiene uno de los siguientes espesores:
  - a.  $\geq 1$  cm si es laminar y descansa directamente sobre *roca continua*; *o*
  - b.  $\geq 10$  cm.

#### Información adicional

Los horizontes petrocálcicos se presentan como calcreta no laminar (ya sea masiva o nodular) o como calcreta laminar, de las cuales, los tipos más comunes son los siguientes:

*Calcreta laminar*: capas superpuestas, separadas y petrificadas que varían en espesor, desde unos pocos

milímetros hasta varios centímetros. El color es generalmente blanco o rosa.

*Calcreta laminar petrificada*: una o varias capas extremadamente petrificadas, de color gris o rosa.

Generalmente están más cementadas que la calcreta laminar y son muy masivas (sin estructuras laminares finas, pero pueden estar presentes estructuras laminares gruesas).

Los poros no capilares en los horizontes petrocálcicos están rellenos y la conductividad hidráulica es de moderadamente lenta a muy lenta.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En regiones áridas, los horizontes petrocálcicos pueden ocurrir en asociación con *horizontes (petro-)dúricos*, hacia los cuales pueden intergradarse lateralmente. El agente cementante diferencia a los horizontes petrocálcicos de los *horizontes (petro-)dúricos*. En los horizontes petrocálcicos, el carbonato de calcio y algo de carbonato de magnesio constituyen el principal agente cementante; mientras que puede estar presente sílice como accesorio. En horizontes *(petro-)dúricos*, la sílice es el principal agente cementante, con o sin carbonato de calcio. Los horizontes petrocálcicos también ocurren en asociación con *horizontes gípsicos* o *petrogípsicos*.

Los horizontes con una acumulación significativa de carbonatos secundarios, sin cementación continua califican como *horizontes cálcicos*.

## 3.1.25 Horizonte petrodúrico

### Descripción general

Un horizonte petrodúrico (del griego *petros*, roca, y del latín *durus*, duro), también conocido como duripan (Estados Unidos) o dorbank (Sudáfrica), es un horizonte subsuperficial, generalmente de color rojizo o pardo rojizo, que está cementado principalmente por sílice secundaria iluvial ( $\text{SiO}_2$ , presumiblemente en forma de ópalo y de sílice microcristalino). El carbonato de calcio puede estar presente como agente cementante suplementario.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrodúrico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 1\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de sílice secundaria de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de acumulación de sílice secundaria visible;  
y
2. ambos de los siguientes:
  - a. cuando se seca al aire,  $< 50\%$  (en volumen) se disgrega en HCl 1 M, incluso tras una sumersión prolongada, y
  - b. cuando se seca al aire,  $\geq 50\%$  (en volumen) se disgrega en KOH concentrado caliente o NaOH concentrado caliente, al menos si se alterna con HCl 1 M;y
3. está cementado, al menos parcialmente, por sílice secundaria, con una clase de cementación de al menos débilmente cementado, tanto antes como después del tratamiento con ácido;  
y
4. es continuo en la medida en que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamento horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero);  
y
5. no tiene raíces gruesas excepto, si están presentes, a lo largo de las fracturas verticales;  
y
6. tiene un espesor  $\geq 1$  cm.

### Identificación en el campo

La identificación de la sílice secundaria se describe en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.27). Puede tener lugar una efervescencia tras aplicar HCl 1 M, pero en general no es tan vigorosa como en los *horizontes petrocálcicos*, que parecen similares. En ambientes muy secos, los horizontes petrodúricos comúnmente son laminares. En ambientes menos secos, son más comunes las fracturas verticales. Suele tener una resistencia a la penetración alta.

### Información adicional

Si tanto la sílice como los carbonatos están presentes como agentes cementantes, el horizonte petrodúrico solo se disgrega si se alternan KOH concentrado caliente o NaOH concentrado caliente (para disolver la sílice) con HCl (para disolver los carbonatos). Si los carbonatos están ausentes, el KOH o el NaOH por sí solos pueden disgregar el horizonte petrodúrico.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En climas áridos, los horizontes petrodúricos se pueden presentar en asociación con *horizontes petrocálcicos*, hacia los cuales se pueden intergradar lateralmente y/o presentarse junto con *horizontes cálcicos* o *gípsicos*. Remanentes de un horizonte petrodúrico o durinodos constituyen un *horizonte dúrico*. Los horizontes petrodúricos se pueden desarrollar a partir de cenizas volcánicas y pueden sobreyacer a capas con *propiedades ándicas* o *vítricas*.

## 3.1.26 Horizonte petrogípsico

### Descripción general

Un horizonte petrogípsico (del griego *petros*, roca, y *gypsos*, yeso) es un horizonte cementado que contiene acumulaciones de yeso secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petrogípsico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 40\%$  de yeso (en masa, que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación); y
2. tiene  $\geq 1\%$  (del área expuesta) de yeso secundario visible; y
3. está cementado, al menos parcialmente con yeso secundario, con una clase de cementación de al menos extremadamente débilmente cementado; y
4. es continuo en la medida en que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamiento horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero); y
5. no tiene raíces gruesas excepto, si están presentes, a lo largo de las fracturas verticales; y
6. tiene un espesor  $\geq 1$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes petrogípsicos son cementados, blanquecinos y compuestos predominantemente de yeso. Los horizontes petrogípsicos antiguos pueden estar cubiertos por una capa laminar delgada de yeso recién precipitado. La identificación del yeso secundario se describe en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.26).

### Información adicional

El procedimiento recomendado para determinar yeso en el laboratorio (Anexo 2, Capítulo 9.10) también extrae anhidrita, que se considera principalmente primaria.

En secciones delgadas, el horizonte petrogípsico muestra una masa basal compuesta de cristales de yeso

entrecruzados con una fábrica hipidiotópica o xenotópica, mezclado con cantidades variables de material detrítico.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Como el horizonte petrogípsico se desarrolla a partir de un *horizonte gípsico*, los dos están estrechamente relacionados. Los horizontes petrogípsicos ocurren con frecuencia en asociación con *horizontes (petro-) cálcicos*. Las acumulaciones de carbonato de calcio y de yeso suelen ocupar profundidades diferentes en el perfil del suelo, porque la solubilidad del carbonato de calcio es menor que la del yeso. Normalmente, se pueden distinguir claramente unos de otros por su morfología (consultar *horizonte cálcico*).

## 3.1.27 Horizonte petroplíntico

### Descripción general

Un horizonte petroplíntico (del griego *petros*, roca, y *plinthos*, ladrillo) es una capa continua o fracturada de material cementado, en la que los (hidr-)óxidos de Fe (y en algunos casos también de Mn) son un cementante importante y en la que la materia orgánica está ausente o presente solo en trazas. Se ha formado por cementación continua de un horizonte plíntico o pisoplíntico. La cristalización avanzada de los óxidos provoca una resistencia a la penetración muy alta. Los nombres tradicionales para horizontes similares al horizonte petroplíntico son "laterita" o "piedra de hierro" ("ironstone").

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte petroplíntico está formado por *material mineral* y:

1. consta de rasgos oximorfos en forma de concreciones y/o nódulos rojizos, amarillentos y/o negruzcos, que están dentro de (antiguos) agregados del suelo y están al menos parcialmente interconectados;  
y
2. tiene uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 2,5\%$   $Fe_{dith}$  (en masa, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación); o
  - b.  $\geq 10\%$   $Fe_{dith}$  en los rasgos oximorfos;y
3. tiene una relación entre  $Fe_{ox}$  y  $Fe_{dith} < 0,1$  en la tierra fina o en los rasgos oximorfos;  
y
4. está cementado con una clase de cementación de al menos fuertemente cementado;  
y
5. es continuo en la medida en que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciamento horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero);  
y
6. no tiene raíces gruesas excepto, si están presentes, a lo largo de las fracturas verticales;  
y
7. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes petroplínticos son extremadamente duros (resistencia a la penetración alta) y típicamente de color pardo rojizo a pardo amarillento. Son masivos o muestran un patrón nodular interconectado que encierra material con una menor resistencia a la penetración. Pueden estar fracturados. Las raíces generalmente solo se encuentran en fracturas verticales. La resistencia a la penetración es  $\geq 4,5$  MPa en  $\geq 50\%$  del volumen de la tierra fina. Por encima de este valor, la resistencia a la ruptura no disminuirá al humedecerse (consultar Asiamah, 2000).



### Información adicional

La relación entre  $Fe_{ox}$  and  $Fe_{dith}$  se ha estimado a partir de los datos proporcionados por Varghese & Byju (1993).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes petroplínticos están estrechamente asociados con los *horizontes plínticos* y *pisoplínticos* a partir de los cuales se desarrollan. En algunos lugares, los *horizontes plínticos* se pueden rastrear siguiendo las capas petroplínticas que se han formado; por ejemplo, en los cortes de carreteras.

La baja relación entre  $Fe_{ox}$  y  $Fe_{dith}$  separa el horizonte petroplíntico de los *horizontes espódicos* cementados (Ortsteinic o Placic), que además contienen en su mayoría una buena cantidad de materia orgánica. Los *horizontes limónicos* también tienen relaciones más altas.

## 3.1.28 Horizonte pisoplíntico

### Descripción general

Un horizonte pisoplíntico (del latín *pisum*, guisante, y del griego *plinthos*, ladrillo) contiene una gran cantidad de concreciones y/o nódulos que están al menos moderadamente cementados por (hidr-)óxidos por Fe (y en algunos casos también por Mn). También puede contener remanentes de un *horizonte petroplíntico* fragmentado.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte pisoplíntico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) ocupado por, solo o en combinación,
  - a. rasgos oximorfos en forma de concreciones y/o nódulos rojizos, amarillentos y/o negruzcos; **o**
  - b. remanentes de un *horizonte petroplíntico* fragmentado, con un diámetro  $> 2$  mm y una clase de cementación de al menos moderadamente cementado;
- y
2. no forma parte de un *horizonte petroplíntico*;
- y
3. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte pisoplíntico se forma cuando las concreciones y/o los nódulos discretos de un *horizonte plíntico* alcanzan un cierto porcentaje y una clase de cementación de al menos moderadamente cementado. La clase de cementación y la cantidad de concreciones y/o nódulos lo separan del *horizonte férrico*. Si las concreciones y/o los nódulos están lo suficientemente interconectados, el *horizonte pisoplíntico* se convierte en un *horizonte petroplíntico*. Un *horizonte pisoplíntico* también se puede formar por la fragmentación de un *horizonte petroplíntico*.

## 3.1.29 Horizonte plágico

### Descripción general

Un horizonte plágico (del bajo alemán *plaggen*, cepellón) es un horizonte superficial mineral negro o pardo que resulta de actividad humana. En suelos pobres en nutrientes, principalmente en la parte noroeste de Europa Central, desde la época medieval hasta la introducción de fertilizantes minerales a principios del siglo XX, se usaban comúnmente cepellones y otros materiales del suelo superficial para camas de ganado. Los cepellones consisten en céspedes, hierbas o arbustos enanos, a los que se adhieren capas de raíces y

suelo orgánico y mineral. Este material acarreado finalmente acabó por producir un horizonte apreciablemente engrosado (en ciertos lugares > 100 cm de espesor) que es rico en *carbono orgánico del suelo*. La saturación de bases suele ser baja.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte plágico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y:

1. tiene una clase textural arenosa, areno franca, franco arenosa o franca, o una combinación de ellos;  
y
2. uno o más de los siguientes:
  - a. contiene *artefactos*, pero < 20% (del volumen del suelo entero); o
  - b. tiene  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  P en el extracto de Mehlich-3 en los 20 cm superiores; o
  - c. tiene en su parte inferior marcas de pala o de una horca, restos de una capa de arado u otra evidencia de actividad agrícola anterior;y
3. tiene un color Munsell con brillo  $\leq 4$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco y croma  $\leq 4$  en húmedo;  
y
4. tiene  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*;  
y
5. tiene una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) < 50%, a menos que el suelo haya sido encalado o haya recibido fertilizantes minerales;  
y
6. muestra evidencia de que la superficie del terreno ha sido elevada;  
y
7. tiene un espesor  $\geq 20$  cm.

### Identificación en el campo

El horizonte plágico tiene colores parduzcos o negruzcos, relacionados con la procedencia de los materiales de origen. Puede contener artefactos, pero menos del 20%. Su reacción es mayormente de ligera a fuertemente ácida. Es posible que el pH haya aumentado debido al encalado reciente, pero rara vez alcanza una saturación de bases alta. Puede presentar evidencias de trabajos agrícolas antiguos en su parte inferior, como marcas de palas o de horcas, así como antiguas capas de arado. Los horizontes plágicos comúnmente sobreyacen a suelos enterrados, aunque las capas superficiales originales pueden estar mezcladas con el plaggen. En algunos casos se observan zanjas en el suelo enterrado realizadas como modo de cultivo para el mejoramiento del suelo. El límite inferior es típicamente neto a abrupto.

### Información adicional

La clase textural en la mayoría de los casos es arenosa o areno franca; son raras las clases franco arenosa y franca. El *carbono orgánico del suelo* puede incluir carbono agregado con el plaggen. En el extracto de Mehlich-3,  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  P (mismo valor que para los *horizontes préticos*) corresponden aproximadamente a  $143 \text{ mg kg}^{-1}$  P o  $327 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  en ácido cítrico al 1% (Kabala et al., 2018). Originalmente, el horizonte plágico tiene una saturación de bases baja. Si se encala o se fertiliza se renuncia a este criterio.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

En caso de haber sido encalados, algunos horizontes plágicos pueden cumplir con los criterios del *horizonte térrico*, pero los *horizontes térricos* generalmente tienen una actividad de fauna más alta. Algunos horizontes plágicos pueden contener carbono negro y también cumplir con los criterios del *horizonte prético*. Algunos *horizontes plágicos* también pueden calificar como *horizonte úmbrico* o incluso como *horizonte móllico*.

### 3.1.30 Horizonte plíntico

#### Descripción general

Un horizonte plíntico (del griego *plinthos*, ladrillo) es un horizonte subsuperficial rico en (hidr-)óxidos de Fe (en algunos casos también de Mn) y pobre en humus. La fracción arcillosa está dominada por caolinita, junto con otros productos de fuerte meteorización, como la gibbsita. Puede contener cuarzo. El horizonte plíntico se ha formado por procesos redox, generalmente originados por agua estancada, que pueden ser activos o relictos, y muestra rasgos redoximorfos. El horizonte plíntico no está continuamente cementado. Al exponerse a repetidos secados y humedecimientos con libre acceso de oxígeno, los óxidos se vuelven más cristalizados dando lugar a un horizonte continuamente cementado.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte plíntico está formado por *material mineral* y:

1. tiene en  $\geq 15\%$  de su área expuesta (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) rasgos oximorfos dentro de (antiguos) agregados del suelo que son negros o tienen un matiz más rojo y un croma más alto que el material circundante;  
y
2. uno o más de los siguientes:
  - a. tiene  $\geq 2,5\%$   $Fe_{dith}$  (en masa, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación); o
  - b. tiene  $\geq 10\%$   $Fe_{dith}$  en los rasgos oximorfos; o
  - c. cambia irreversiblemente a un horizonte continuamente cementado con una clase de cementación de al menos fuertemente cementado después de secados y humedecimientos repetidos;y
3. tiene una relación entre  $Fe_{ox}$  y  $Fe_{dith} < 0,1$  en la tierra fina o en los rasgos oximorfos;  
y
4. no forma parte de un *horizonte petroplíntico* o *pisoplíntico*;  
y
5. tiene un espesor  $\geq 15$  cm.

#### Identificación en el campo

Un horizonte plíntico muestra rasgos redoximorfos prominentes. Los rasgos oximorfos no están cementados o tienen una clase de cementación baja, y en muchos suelos permanentemente húmedos se pueden cortar con una pala.

#### Información adicional

Estudios micromorfológicos pueden revelar el grado de impregnación de la masa del suelo por (hidr-)óxidos de Fe. En muchos horizontes plínticos las *condiciones reductoras* prolongadas ya no están presentes.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Si las concreciones y los nódulos en el horizonte plíntico se vuelven al menos moderadamente cementados y alcanzan  $\geq 40\%$  del área expuesta, el horizonte plíntico cambia a un *horizonte pisoplíntico*. Si el horizonte plíntico se vuelve continuamente cementado, el horizonte plíntico cambia a un *horizonte petroplíntico*. Si los rasgos oximorfos no alcanzan el 15% del área expuesta, puede ser un *horizonte férrico*.

### 3.1.31 Horizonte prético

#### Descripción general

Un horizonte prético (del portugués *preto*, negro) es un horizonte superficial mineral que resulta de actividades humanas con adición de carbono negro, especialmente carbón vegetal. Se caracteriza por su color oscuro, normalmente con presencia de *artefactos* (fragmentos de cerámica, instrumentos líticos, o herramientas de hueso o concha, etc.) y altos contenidos de carbono orgánico, fósforo, calcio, magnesio y micronutrientes (principalmente zinc y manganeso), generalmente contrastando con los suelos naturales del área circundante. Contiene restos de carbono negro, que se pueden reconocer visualmente o mediante análisis químicos.

Los horizontes préticos se encuentran, por ejemplo, en muchos lugares de la cuenca del Amazonas, donde son el resultado de actividades precolombinas y han persistido durante muchos siglos a pesar de las condiciones tropicales húmedas prevalecientes, que generalmente causan altas tasas de mineralización de la materia orgánica. Estos suelos con un horizonte prético se conocen como "Terra Preta de Indio" o "Tierras Oscuras Amazónicas". Por lo general, tienen altas reservas de carbono orgánico. Muchos de ellos están dominados por arcillas de baja actividad.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte prético es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

1. un color Munsell con brillo  $\leq 4$  y croma  $\leq 3$ , ambos en húmedo;  
y
2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*;  
y
3. Ca más Mg intercambiable (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de tierra fina;  
y
4.  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1}$  P en el extracto de Mehlich-3;  
y
5. uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 1\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más el carbono negro de cualquier tamaño) de carbono negro visible;  
o
  - b. ambos de los siguientes:
    - i.  $\geq 0,3\%$  de carbono perteneciente a moléculas de carbono negro, determinado por análisis químicos;  
y
    - ii. una relación entre el carbono perteneciente a las moléculas de carbono negro y el carbono orgánico total  $\geq 0,15$ , determinada por análisis químicos;  
y
6. una o más capas con un espesor combinado  $\geq 20 \text{ cm}$ .

#### Información adicional

El carbono negro es un *artefacto* solo si los humanos lo fabrican intencionalmente. El contenido mínimo de *carbono orgánico del suelo* (criterio 2) se debe de cumplir sin los *artefactos*.

El P en el extracto de Mehlich-3 es aproximadamente el doble de los valores obtenidos en el extracto de Mehlich-1 (Kabała et al., 2018), que era el requisito en la 3ª edición de la WRB. Además, con respecto a la 3ª edición, el valor se ha aumentado de 30 a 50 (Mehlich-1) o de 60 a 100 (Mehlich-3)  $\text{mg kg}^{-1}$ .

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos horizontes préticos también pueden cumplir con los criterios del *horizonte plágico* y especialmente

en sus partes superiores con los criterios del *horizonte hórtico*. Algunos horizontes préticos pueden calificar como *horizontes móllicos* o *úmbricos*. Los hornos de carbón vegetal antiguos generalmente fallan en el criterio de P del horizonte prético. No encajan en el concepto de horizonte prético y se caracterizan por el calificador Carbonic y el calificador Pyric, y muchos de ellos son Technosols.

### 3.1.32 Horizonte protovértico

#### Descripción general

Un horizonte protovértico (del griego *proton*, primero, y del latín *vertere*, dar vuelta) tiene minerales de arcilla que se expanden y se retraen.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte protovértico está formado por *material mineral* y tiene:

1.  $\geq 30\%$  de arcilla;  
*y*
2. uno o más de los siguientes:
  - a.  $\geq 10\%$  (en volumen) de agregados del suelo en cuña; *o*
  - b. caras de deslizamiento en  $\geq 5\%$  de las superficies de los agregados del suelo; *o*
  - c. *grietas de expansión-retracción*; *o*
  - d. un coeficiente de extensibilidad lineal (COEL)  $\geq 0,06$ ; *y*
3. un espesor  $\geq 15$  cm.

#### Identificación en el campo

Los agregados del suelo en cuña y las caras de deslizamiento (consultar el Anexo 1, Capítulos 8.4.10 y 8.4.14) pueden no ser inmediatamente evidentes si el suelo está húmedo. A veces solo se puede tomar una decisión sobre su presencia después de que el suelo se ha secado. Los agregados en cuña pueden ser una estructura de segundo nivel de elementos prismáticos o de bloques angulares relativamente grandes, que se deben examinar cuidadosamente para ver si los agregados en cuña están presentes.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Si la expansión y retracción son más prominentes (o la capa tiene un espesor mayor), el horizonte protovértico se intergrada a un *horizonte vértico*.

### 3.1.33 Horizonte sálico

#### Descripción general

Un horizonte sálico (del latín *sal*, sal) es un horizonte superficial o un horizonte subsuperficial comenzando a poca profundidad que contiene grandes cantidades de sales fácilmente solubles; es decir, sales más solubles que el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\log K_s = -4,85$  a  $25^\circ\text{C}$ ).

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte sálico tiene:

1. en alguna época del año
  - a. si el  $\text{pH}_{\text{agua}}$  del extracto de pasta saturada es  $\geq 8,5$ , una conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada ( $\text{CE}_s$ )  $\geq 8 \text{ dS m}^{-1}$ , medida a  $25^\circ\text{C}$ , *y* un producto del espesor (en centímetros) por la  $\text{CE}_s$  (en  $\text{dS m}^{-1}$ )  $\geq 240$ ; *o*
  - b. una conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada ( $\text{CE}_s$ )  $\geq 15 \text{ dS m}^{-1}$ , medida a  $25^\circ\text{C}$ , *y* un producto del espesor (en centímetros) por la  $\text{CE}_s$  (en  $\text{dS m}^{-1}$ )  $\geq 450$ ;

y

2. un espesor  $\geq 15$  cm (espesor combinado si hay subhorizontes superpuestos que cumplen con los criterios 1.a y 1.b).

### Identificación en el campo

Las halófitas (por ejemplo, algunas especies de *Salicornia*, *Tamarix* y *Suaeda*) y los cultivos tolerantes a sales son los primeros indicadores. Las capas afectadas por sales suelen ser esponjosas. Las sales precipitan solo después de la evaporación de la mayor parte de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, puede ser que las sales no estén visibles.

Las sales pueden precipitar en la superficie del suelo (Solonchaks externos) o en profundidad (Solonchaks internos). Una costra de sal, si está presente, puede ser parte del horizonte sálico.

### Información adicional

En suelos carbonatados alcalinos, una  $CE_s$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \geq 8\text{ dS m}^{-1}$  y un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 8,5$  son muy comunes. Los horizontes sálicos pueden estar formados por *material orgánico* o *mineral*.

## 3.1.34 Horizonte sómbrico

### Descripción general

Un horizonte sómbrico (del francés *sombre*, sombra) es un horizonte subsuperficial de color oscuro que contiene más materia orgánica que el horizonte directamente suprayacente. No tiene discontinuidad lítica en su límite superior y no está asociado con Al ni está dispersado por Na.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte sómbrico está formado por *material mineral* y:

1. tiene  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
2. tiene un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 25\%$  (relativo) y  $\geq 0,2\%$  (absoluto) más alto que el de la capa suprayacente; y
3. no tiene una *discontinuidad lítica* en su límite superior y no forma parte de un *horizonte nátrico* o *espódico*; y
4. tiene un espesor  $\geq 10$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes sómbricos tienen un color oscuro y se encuentran en la parte subsuperficial del suelo, en muchos casos asociados con suelos bien drenados de mesetas altas y montañas en regiones tropicales y subtropicales húmedas. Se asemejan a horizontes enterrados, pero en contraste con muchos de éstos, los horizontes sómbricos siguen más o menos la forma de la superficie del suelo. Tienen un color Munsell con brillo más bajo que el horizonte directamente suprayacente y comúnmente una saturación de bases baja.

### Información adicional

Hay dos teorías importantes sobre la génesis de los horizontes sómbricos (de Almeida et al., 2015).

Primera teoría: El mayor contenido de materia orgánica es iluvial, pero no asociado con Al ni con Na. En este caso, se encuentran revestimientos de materia orgánica en superficies de agregados del suelo y en paredes de poros, así como materia orgánica iluvial en secciones delgadas.

Segunda teoría: El mayor contenido de materia orgánica es residual. Un clima más húmedo y una mayor biomasa vegetal (por ejemplo, bosque) formaron horizontes A de gran espesor. Posteriormente, el clima se volvió más seco, la parte superior del antiguo horizonte A experimentó una intensa mineralización; mientras

que los residuos de la vegetación actual, más pobres en biomasa (por ejemplo, sabana), forman solo un horizonte A delgado. A mayor profundidad, la mineralización es más lenta y la parte inferior del antiguo horizonte A se conserva, especialmente si el clima es frío y la saturación de bases es baja.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes sómbricos pueden coincidir con un *horizonte árgico, cámbico, ferrálico o nítico*. Al contrario de los *horizontes panpaicos*, los horizontes sómbricos no tienen *discontinuidad lítica* en su límite superior. Los *horizontes espódicos* se diferencian de los horizontes sómbricos por su CIC mucho más alta en la fracción de arcilla. *Horizontes nátricos* pueden tener subhorizontes con materia orgánica iluvial, pero estos tienen un mayor contenido de arcilla, una saturación de Na alta y una estructura específica, que los separa de los horizontes sómbricos.

## 3.1.35 Horizonte espódico

### Descripción general

Un horizonte espódico (del griego *spodos*, ceniza de madera) es un horizonte subsuperficial que contiene sustancias iluviales. En la mayoría de los horizontes espódicos, la apariencia de los subhorizontes superiores se caracteriza por la presencia de materia orgánica iluvial oscura y la de los subhorizontes inferiores por óxidos de Fe iluviales intensamente coloreados. Sin embargo, algunos horizontes espódicos muestran poca iluviación de Fe o poca iluviación de materia orgánica. En todos los horizontes espódicos, el Al iluviado se puede comprobar analíticamente. Los materiales iluviales se caracterizan por alta carga dependiente del pH, una superficie específica relativamente grande y una elevada retención de agua. Un horizonte eluvial suprayacente se puede introducir con lenguas en el horizonte espódico.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte espódico está formado por *material mineral* y:

1. tiene un pH (1:1 en agua)  $< 5,9$ , a menos que el suelo haya sido encalado o fertilizado;  
y
2. tiene un subhorizonte con un valor de  $Al_{ox}$  que es  $\geq 1,5$  veces el valor de  $Al_{ox}$  más bajo de todas las capas minerales por encima del horizonte espódico;  
y
3. tiene en su 1 cm superior uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 0,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **o**
  - b. un color Munsell con croma  $\geq 6$ , en húmedo, en  $\geq 85\%$  de su área expuesta;  
y
4. tiene en cada subhorizonte uno de los siguientes colores Munsell, en húmedo, en  $\geq 85\%$  de su área expuesta:
  - a. matiz 5YR o más rojo; **o**
  - b. matiz 7.5YR y brillo  $\leq 5$ ; **o**
  - c. matiz 10YR y brillo y croma  $\leq 2$ ; **o**
  - d. matiz 10YR y croma  $\geq 6$ ; **o**
  - e. un color 10YR 3/1; **o**
  - f. matiz N y brillo  $\leq 2$ ;  
y
5. uno o más de los siguientes:
  - a. está cubierto por *material clárico* que no está separado del horizonte espódico por una *discontinuidad lítica* y que sobreyace al horizonte espódico ya sea directa o por encima de un horizonte de transición, que tiene un espesor de una décima parte o menos del *material clárico* suprayacente; **o**



- b.  $\geq 10\%$  de los granos de arena del horizonte presentan revestimientos agrietados **o**
  - c. tiene un subhorizonte cementado con una clase de cementación de al menos débilmente cementado en  $\geq 50\%$  de toda su extensión horizontal; **o**
  - d. tiene un subhorizonte con un valor  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox} \geq 0,5\%$  que es  $\geq 2$  veces el valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$  más bajo de todas las capas minerales por encima del horizonte espódico;
- y
- 6. no forma parte de un *horizonte nátrico*;
- y
- 7. tiene un espesor  $\geq 2,5$  cm.

### Identificación en el campo

Muchos horizontes espódicos subyacen a *material clárico* y tienen colores de negro parduzco a pardo rojizo, que a menudo se desvanecen hacia abajo. La forma de muchos horizontes espódicos es ondulada, irregular o discontinua. Los horizontes espódicos pueden estar (parcialmente) cementados. Las cementaciones de poco espesor y relativamente continuas están indicadas por el calificador Placic y las cementaciones de mayor espesor y/o menos continuas por el calificador Ortsteinic. Los horizontes espódicos se pueden extender más hacia abajo en acumulaciones en bandas, que no se incluyen en el cálculo del espesor mínimo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Puede haber un *horizonte hórtico*, *plágico*, *térrico* o *úmbrico* por encima del horizonte espódico, con o sin *material clárico* en medio.

Los horizontes espódicos en materiales volcánicos pueden también exhibir *propiedades ándicas*. Los horizontes espódicos en otros materiales pueden exhibir algunas características de las *propiedades ándicas*, pero normalmente tienen una densidad aparente más alta. Con fines de clasificación, la presencia de un horizonte espódico es preferente sobre la ocurrencia de *propiedades ándicas*, a menos que esté enterrado a más de 50 cm de profundidad.

Algunas capas con *propiedades ándicas* se asemejan a horizontes espódicos, si están cubiertas por eyecciones volcánicas relativamente jóvenes y de color claro, que satisfacen los requisitos del *material clárico*. Pero la *discontinuidad lítica* en medio los excluye de ser horizontes espódicos. Esto se puede demostrar mejor mediante los siguientes análisis: Los 2,5 cm superiores del horizonte espódico tienen un  $C_{py}/OC$  y un  $C_f/C_{py} \geq 0,5$ .  $C_{py}$ ,  $C_f$  y  $OC$  son C extraíble con pirofosfato, C de ácidos fúlvicos y C orgánico, respectivamente (Ito et al., 1991).

Los *Horizontes limónicos* y *tsitélicos* se pueden parecer a horizontes espódicos, pero típicamente carecen de la translocación de Al. Sin embargo, los *horizontes limónicos* pueden solaparse con horizontes espódicos, especialmente con la parte inferior del horizonte espódico.

Al igual que muchos horizontes espódicos, los *horizontes sómbricos* también contienen más materia orgánica que la capa suprayacente. Se pueden diferenciar entre sí por la mineralogía de las arcillas. La caolinita usualmente domina en los horizontes sómbricos, mientras que la fracción arcillosa de los horizontes espódicos comúnmente contiene cantidades significativas de vermiculita y de clorita con capas interlaminares de Al. Los *horizontes plínticos*, que contienen grandes cantidades de Fe acumulado, tienen menos  $Fe_{ox}$  que el horizonte espódico.

## 3.1.36 Horizonte térrico

### Descripción general

Un horizonte térrico (del latín *terra*, tierra) es un horizonte superficial mineral que se desarrolla mediante la adición de *material mineral* o una combinación de *material mineral* y residuos orgánicos; por ejemplo, suelo mineral fértil, compost, arenas calcáreas de playa, loess o lodo. Puede contener piedras, granoclasificadas y



distribuidas al azar. En la mayoría de los casos, se construye gradualmente durante un largo período de tiempo. Ocasionalmente, los horizontes térricos se crean mediante adiciones únicas de material. Normalmente, el material agregado se mezcla con la parte superficial del suelo original.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte térrico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y:

1. muestra evidencia de la adición de material sustancialmente diferente del medio donde ha sido colocado; *y*
2. contiene, si están presentes,  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos*; *y*
3. tiene  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*; *y*
4. tiene una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 50\%$ ; *y*
5. muestra evidencia de que la superficie del terreno ha sido elevada; *y*
6. tiene un espesor  $\geq 20$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes térricos muestran características relacionadas con el material de origen; por ejemplo, el color. Se pueden observar suelos enterrados en la base del horizonte, aunque la mezcla puede oscurecer el contacto. Los suelos con un horizonte térrico muestran una superficie elevada que se puede inferir de las observaciones de campo o de registros históricos. El horizonte térrico no es homogéneo, pero los subhorizontes están completamente mezclados. Por lo general, contiene una pequeña cantidad de *artefactos*, como fragmentos de cerámica, restos culturales y desechos, que suelen ser muy pequeños ( $< 1$  cm de diámetro) y muy desgastados.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Algunos horizontes térricos también pueden cumplir con los criterios de horizontes antropogénicos con alteraciones más fuertes, como el *horizonte hórtico*, *plágico* o *prético*. La mayoría de los *horizontes hórticos* muestran más actividad de fauna en el suelo y la mayoría de los *horizontes plágicos* muestran menos que el *horizonte térrico*. Los *horizontes préticos* contienen carbono negro. Algunos horizontes térricos pueden calificar como *horizontes móllicos*.

## 3.1.37 Horizonte tiónico

### Descripción general

Un horizonte tiónico (del griego *theion*, azufre) es un horizonte subsuperficial extremadamente ácido en el que se forma ácido sulfúrico por oxidación de sulfuros.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte tiónico tiene:

1. un pH (1:1 en masa en agua, o en un mínimo de agua para permitir la medición)  $< 4$ ; *y*
2. uno o más de los siguientes:
  - a. acumulaciones de minerales de sulfato o hidroxisulfato de hierro o aluminio, predominantemente sobre o adyacentes a las superficies de agregados del suelo; *o*
  - b. superposición directa sobre *material hipersulfuroso*; *o*
  - c.  $\geq 0,05\%$  de sulfato soluble en agua;*y*
3. un espesor  $\geq 15$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes tiónicos generalmente exhiben acumulaciones de jarosita de color amarillo pálido o de schwertmanita de color pardo amarillento sobre o adyacentes a las superficies de agregados del suelo. La reacción del suelo es extremadamente ácida. Un  $\text{pH}_{\text{agua}}$  de 3,5 es bastante común. Si bien se asocian principalmente con sedimentos costeros sulfurosos recientes, los horizontes tiónicos también se pueden desarrollar en medios continentales, en *materiales hipersulfurosos* que pueden estar presentes en depósitos naturales o en *artefactos* como estériles de minas.

### Información adicional

Los minerales de sulfato o hidroxisulfato de hierro o aluminio incluyen jarosita, natrojarosita, schwertmanita, sideronatrita y tamarugita. Los horizontes tiónicos pueden estar formados por *material orgánico* o *mineral*.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Un horizonte tiónico a menudo subyace a un horizonte con *propiedades estagnicas* fuertemente expresadas.

## 3.1.38 Horizonte tsitélico

### Descripción general

Un horizonte tsitélico (del georgiano *tsiteli*, rojo) muestra una acumulación lateral de Fe. Suele encontrarse en laderas bajas o en depresiones. Cuesta arriba se encuentran Stagnosols y Planosols en posiciones inclinadas, que han perdido Fe reducido por el flujo lateral de agua subsuperficial. Más abajo, el Fe reducido entra en contacto con el oxígeno atmosférico, se oxida y se acumula en horizontes subsuperficiales comenzando generalmente a poca profundidad. Son ricos en Fe extraíble con oxalato, lo que da a los horizontes tsitélicos un color rojizo homogéneo.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte tsitélico está formado por *material mineral* y

1. tiene  $\geq 1\%$  de  $\text{Fe}_{\text{ox}}$ ; *y*
2. tiene una relación entre  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  y  $\text{Fe}_{\text{dith}} \geq 0,5$ ; *y*
3. tiene  $\text{Al}_{\text{ox}} < \text{Fe}_{\text{ox}}$ ; *y*
4. tiene un color Munsell con croma  $\geq 4$ , en húmedo; *y*
5. no muestra rasgos reductimorfos; *y*
6. no forma parte de un *horizonte limónico* o *espódico*; *y*
7. tiene un espesor  $\geq 5$  cm.

### Identificación en el campo

La acumulación de ferrihidrita provoca un color rojizo homogéneo, y si el horizonte es de textura fina, una baja densidad aparente y cierta tixotropía.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Los horizontes tsitélicos se pueden parecer a los *horizontes espódicos* de los Rustic Podzols, pero carecen de la translocación de Al que se requiere para los *horizontes espódicos*. Si muestran baja densidad aparente y tixotropía, pueden dar la impresión de *propiedades ándicas*, pero no tienen una cantidad significativa de alófanos e imogolitas ni de complejos de Al con humus. Contrariamente a la mayoría de los horizontes con *propiedades ándicas*, los horizontes tsitélicos muestran más Fe que Al en el extracto de oxalato. Las capas con rasgos oximorfos causados por *propiedades gléyicas* también pueden tener un aspecto similar a los horizontes tsitélicos. Si bien en las capas con *propiedades gléyicas* los óxidos se encuentran

predominantemente sobre las superficies de agregados del suelo, los óxidos en los horizontes tsitólicos llenan toda la matriz del suelo de manera homogénea. Los horizontes tsitólicos se distinguen bien de los *horizontes limónicos*, los cuales están (al menos parcialmente) cementados.

### 3.1.39 Horizonte úmbrico

#### Descripción general

Un horizonte úmbrico (del latín *umbra*, sombra) es un horizonte superficial, comúnmente de gran espesor, de color oscuro, con una saturación de bases baja y un contenido de materia orgánica de moderado a alto.

#### Criterios de diagnóstico

Un horizonte úmbrico es un horizonte superficial que está formado por *material mineral* y tiene:

1. solo o en combinación, en  $\geq 50\%$  (en volumen):
  - a. estructura de agregados del suelo con un tamaño promedio  $\leq 10$  cm; *o*
  - b. estructura en terrones u otros elementos estructurales creados por prácticas agrícolas;*y*
2.  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*;
- y*
3. uno o ambos de los siguientes:
  - a. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 3$  en húmedo y  $\leq 5$  en seco y croma  $\leq 3$  en húmedo;*o*
- b. todo lo siguiente:
  - i. una clase textural areno franca o más gruesa; *y*
  - ii. en  $\geq 90\%$  del área expuesta de todo el horizonte o de los subhorizontes debajo de cualquier capa de labranza, un color Munsell con brillo  $\leq 5$  y croma  $\leq 3$ , ambos en húmedo; *y*
  - iii.  $\geq 2,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*;*y*
4. si está presente una capa que corresponde al material originario del horizonte úmbrico y que tiene un color Munsell con brillo  $\leq 4$ , en húmedo, un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 0,6\%$  (absoluto) más alto que el de esta capa;
- y*
5. una saturación de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 50\%$  en promedio ponderado;
- y*
6. uno de los siguientes espesores:
  - a.  $\geq 10$  cm si sobreyace directamente a *roca continua*, *material duro técnico* o un *horizonte crítico*, *petrodúrico* o *petroplíntico*; *o*
  - b.  $\geq 20$  cm.

#### Identificación en el campo

Las principales características de campo de un horizonte úmbrico son su color oscuro y su estructura. En general, los horizontes úmbricos tienden a presentar un menor grado de desarrollo de estructura del suelo que los *horizontes móllicos*.

La mayoría de los horizontes úmbricos tiene una reacción ácida ( $\text{pH}_{\text{agua}} < 5,5$ ), lo que generalmente indica una saturación de bases  $< 50\%$ . Una indicación adicional de una fuerte acidez es un patrón de enraizamiento horizontal y poco profundo en ausencia de una barrera física.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El requisito de saturación de bases separa el horizonte úmbrico del *horizonte móllico*, que por lo demás es similar. El límite superior del contenido de *carbono orgánico del suelo* es de 20%, que es el límite inferior para el *material orgánico*.

Algunos *horizontes irrágricos* y *plágicos* también pueden calificar como horizontes úmbricos.

## 3.1.40 Horizonte vértico

### Descripción general

Un horizonte vértico (del latín *vertere*, dar vuelta) es un horizonte subsuperficial rico en arcilla que, como resultado de retracción y expansión, presenta caras de deslizamiento y agregados del suelo en cuña.

### Criterios de diagnóstico

Un horizonte vértico está formado por *material mineral* y tiene:

1.  $\geq 30\%$  de arcilla;  
y
2. uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 20\%$  (en volumen) de agregados del suelo en cuña, con un eje longitudinal inclinado entre  $\geq 10^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  con respecto a la horizontal; o
  - b. caras de deslizamiento en  $\geq 10\%$  de las superficies de los agregados del suelo;y
3. *grietas de expansión-retracción*;  
y
4. un espesor  $\geq 25$  cm.

### Identificación en el campo

Los horizontes vérticos son ricos en arcilla, y cuando están secos, a menudo tienen una clase de resistencia a la ruptura de al menos duro. Son características las superficies pulidas y brillantes con estrías (caras de deslizamiento), a menudo en combinación con ángulos agudos.

Los agregados del suelo en cuña y las caras de deslizamiento (consultar el Anexo 1, Capítulos 8.4.10 y 8.4.14) pueden no ser inmediatamente evidentes si el suelo está húmedo. A veces solo se puede tomar una decisión sobre su presencia después de que el suelo se ha secado. Los agregados en cuña pueden ser una estructura de segundo nivel de elementos prismáticos o de bloques angulares relativamente grandes, que se deben examinar cuidadosamente para ver si están presentes los agregados en cuña.

### Información adicional

El coeficiente de extensibilidad lineal (COEL, consultar el Anexo 2, Capítulo 9.6) suele ser  $\geq 0,06$ .

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Otros tipos de horizontes de diagnóstico también pueden tener altos contenidos de arcilla; por ejemplo, el *horizonte árgico*, *nátrico* y *nítico*. La mayoría carece de las características típicas del horizonte vértico. Sin embargo, pueden estar integrados lateralmente en el paisaje con horizontes vérticos, ocupando estos últimos la posición más baja. La expansión y retracción menos pronunciadas de los minerales de arcilla conducen a un *horizonte protovértico*.

## 3.2 Propiedades de diagnóstico

Las **propiedades de diagnóstico** se caracterizan por una combinación de atributos que reflejan resultados de procesos de formación del suelo o indican condiciones específicas de formación del suelo. Sus características se pueden observar o medir en el campo o en el laboratorio y requieren una expresión mínima o máxima para calificar como diagnóstico. Un espesor mínimo no es parte de los criterios.

### 3.2.1 Diferencia textural abrupta

#### Descripción general

Una diferencia textural abrupta (del latín *abruptus*, abrupto) es un incremento muy marcado en el contenido de arcilla dentro de un intervalo de profundidad limitado.

#### Criterios de diagnóstico

Una diferencia textural abrupta se refiere a dos capas superpuestas que están formadas por *material mineral* con todo lo siguiente:

1. la capa subyacente tiene todo lo siguiente:
  - a.  $\geq 15\%$  de arcilla; *y*
  - b. un espesor  $\geq 7,5$  cm;*y*
2. la capa subyacente comienza a  $\geq 10$  cm de la superficie del suelo mineral;  
*y*
3. la capa subyacente tiene, en comparación con la capa suprayacente:
  - a. al menos el doble de arcilla, si la capa suprayacente tiene  $< 20\%$  de arcilla; *o*
  - b.  $\geq 20\%$  (absoluto) más de arcilla, si la capa suprayacente tiene  $\geq 20\%$  de arcilla;*y*
4. si el límite entre las dos capas no es uniforme, la profundidad de la diferencia textural abrupta es donde la capa subyacente alcanza  $\geq 50\%$  del volumen total;  
*y*
5. la capa de transición, si está presente, tiene un espesor  $\leq 2$  cm.

#### Información adicional

Las *propiedades réticas* de la capa subyacente son un ejemplo de un límite irregular entre dos capas.

Dependiendo del desarrollo de las *propiedades réticas*, la diferencia textural abrupta puede estar en el límite superior de las *propiedades réticas* o más abajo (criterio 3).

### 3.2.2 Lenguas albelúvicas

#### Descripción general

El término lenguas albelúvicas (del latín *albus*, blanco, y *eludere*, lavar) se refiere a la interdigitación de material empobrecido en arcilla y Fe en un *horizonte árgico*. Las lenguas albelúvicas ocurren a lo largo de las superficies de los agregados del suelo y forman lenguas continuas verticalmente. En secciones horizontales, exhiben un patrón poligonal.

#### Criterios de diagnóstico

Lenguas albelúvicas:

1. se refieren a un *horizonte árgico* y, si el *horizonte árgico* tiene un espesor  $< 30$  cm, también a las capas subyacentes hasta 30 cm por debajo del límite superior del *horizonte árgico*;

- y
2. muestran *propiedades réticas* en el *horizonte árgico*;
- y
3. tienen lenguas continuas que están formadas por material de textura más gruesa, como se define en las *propiedades réticas*, que comienzan en el límite superior del *horizonte árgico*, con todo lo siguiente:
    - a. tienen una extensión vertical  $\geq 30$  cm; y
    - b. tienen una extensión horizontal  $\geq 1$  cm; y
    - c. ocupan  $\geq 10$  y  $< 90\%$  del área expuesta.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las lenguas albelúvicas son un caso especial de *propiedades réticas*. En las *propiedades réticas*, las partes de textura más gruesa pueden ser más delgadas y no son necesariamente continuas verticalmente. Las *propiedades réticas* también pueden estar presentes en *horizontes nátricos*, mientras que las lenguas albelúvicas se definen solo en *horizontes árgicos*. El *horizonte árgico*, en el que penetran las lenguas albelúvicas, también puede cumplir con los criterios de diagnóstico de un *horizonte frágico*. En suelos inalterados, el *horizonte árgico* con las lenguas albelúvicas normalmente tiene por encima un *horizonte álbico* o *cámbico*. Sin embargo, los horizontes suprayacentes se pueden perder debido a erosión o labranza.

## 3.2.3 Propiedades ándicas

### Descripción general

Las propiedades ándicas (del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo) resultan de la meteorización moderada principalmente de depósitos piroclásticos. La presencia de minerales de grado de ordenación bajo y/o complejos organometálicos son característicos de las propiedades ándicas. Estos minerales y complejos son comúnmente parte de la secuencia de meteorización en depósitos piroclásticos (*material téfrico*  $\rightarrow$  *propiedades vítricas*  $\rightarrow$  propiedades ándicas). Sin embargo, las propiedades ándicas con complejos organometálicos también se pueden formar en materiales ricos en silicatos no piroclásticos, en climas húmedos templados relativamente fríos.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades ándicas requieren:

1. una densidad aparente  $\leq 0,9$  kg dm<sup>-3</sup>; y
2. un valor de  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox} \geq 2\%$ ; y
3. una retención de fosfato  $\geq 85\%$ .

### Identificación en el campo

Las propiedades ándicas se pueden identificar usando la prueba de campo de fluoruro de sodio de Fieldes y Perrott (1966). Un pH en NaF  $\geq 9,5$  indica alófanos y/o complejos órgano-alumínicos en suelos libres de carbonatos. La prueba es un indicador para la mayoría de las capas con propiedades ándicas, excepto para aquellas muy ricas en materia orgánica. Sin embargo, la misma reacción ocurre en *horizontes espódicos* y en ciertas capas que son ricas en minerales de arcilla interlaminados con Al.

Las capas ándicas pueden exhibir tixotropía: el material del suelo cambia, bajo presión o por fricción, desde un sólido plástico a un estado líquido y vuelve a la condición sólida.

### Información adicional

Las propiedades ándicas se pueden encontrar en la superficie del suelo o en la parte subsuperficial, ocurriendo comúnmente como capas. Muchas capas superficiales con propiedades ándicas contienen una gran cantidad de materia orgánica ( $\geq 5\%$ ), son comúnmente de color muy oscuro (con color Munsell con brillo y croma  $\leq 3$ , en

húmedo), tienen una macroestructura esponjosa y en algunos lugares muestran tixotropía. Tienen una densidad aparente baja y comúnmente tienen una textura franco limosa o más fina. Las capas superficiales ándicas ricas en materia orgánica pueden ser de gran espesor,  $\geq 50$  cm en algunos suelos. Las capas subsuperficiales ándicas son generalmente de color algo más claro.

En climas perhúmedos, las capas ándicas ricas en humus pueden contener más del doble del contenido de agua de las muestras que han sido secadas a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  y rehumedecidas (característica hídrica).

Para la densidad aparente, se determina el volumen tras someter una muestra de suelo a una succión de 33 kPa (sin secado previo) y luego se determina el peso a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Se reconocen dos tipos principales de propiedades ándicas: una en la que predominan la alófana, la imogolita y minerales similares (calificador Silandic) y otra en el que prevalece el Al complejado por ácidos orgánicos (calificador Aluandic). La propiedad silándica típicamente da una reacción del suelo de neutra a fuertemente ácida y tiene un color un poco más claro; mientras que la propiedad aluándica da una reacción ácida a extremadamente ácida y un color negruzco.

Las capas superficiales no cultivadas ricas en materia orgánica con propiedades silándicas suelen tener un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 4,5$ , mientras que las capas superficiales no cultivadas ricas en materia orgánica con propiedades aluándicas suelen tener un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 4,5$ . Generalmente, el  $\text{pH}_{\text{agua}}$  en las capas subsuperficiales silándicas es  $\geq 5$ .

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las *propiedades vítricas* se distinguen de las propiedades ándicas por un menor grado de meteorización. Esto se evidencia por la presencia de vidrios volcánicos y generalmente por una menor cantidad de minerales edafogenéticos de grado de ordenación bajo y/o complejos organometálicos, caracterizados por una menor cantidad de  $\text{Al}_{\text{ox}}$  y  $\text{Fe}_{\text{ox}}$ , una mayor densidad aparente o una menor retención de fósforo. Los criterios de diagnóstico de las *propiedades ándicas* y *vítricas* han sido adaptados de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) y de los resultados de la Acción COST 622.

Los *horizontes espódicos* que contienen complejos de óxidos y sustancias orgánicas también pueden exhibir propiedades ándicas. Las propiedades ándicas también pueden estar presentes en los *horizontes chérnico*, *móllico* o *úmbrico*.

## 3.2.4 Propiedades ántricas

### Descripción general

Las propiedades ántricas (del griego *anthropos*, ser humano) se refieren a *horizontes móllicos* o *úmbricos* originados por actividad humana. Algunos de los horizontes móllicos con propiedades ántricas son horizontes úmbricos naturales transformados en *horizontes móllicos* por encalado y fertilización. Algunos horizontes superficiales minerales delgados, de color claro o pobres en humus también se pueden transformar en *horizontes úmbricos* o incluso *móllicos* mediante el cultivo a largo plazo (arado, encalado, fertilización, etc.). Otro grupo de *horizontes móllicos* o *úmbricos* artificiales es creado por el arado de capas superficiales orgánicas en el suelo mineral. En todos estos casos, el suelo tiene muy poca actividad de fauna, lo que es especialmente poco común en suelos con un *horizonte móllico*.

### Criterios de diagnóstico

Propiedades ántricas:

1. ocurren en suelos con un *horizonte móllico* o *úmbrico*;
- y
2. muestran evidencia de alteración humana por uno o más de los siguientes:



- a. un límite inferior abrupto a la profundidad de arado y  $\geq 10\%$  de los granos de arena no revestidos por materia orgánica; *o*
  - b. un límite inferior abrupto a la profundidad de arado y evidencia de mezcla de materiales del suelo ricos y pobres en humus por arado; *o*
  - c. fragmentos de cal aplicada; *o*
  - d.  $\geq 430 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  en el extracto de Mehlich-3 en los 20 cm superiores;
- y
- 3. muestra  $< 5\%$  (del área expuesta) de poros de fauna, coprolitos u otros resultados de actividad de fauna en el suelo, en una o ambas de las siguientes profundidades:
    - a. en los 5 cm inferiores del *horizonte móllico* o *úmbrico*; *o*
    - b. en un intervalo de profundidad de 5 cm por debajo de la capa de arado, si está presente.

### Identificación en el campo

Los principales criterios para su reconocimiento son signos de mezcla o arado, evidencia de encalado (por ejemplo, restos de trozos de cal aplicada), color oscuro y la casi absoluta ausencia de resultados de actividad de fauna.

El material rico en humus incorporado se puede identificar a simple vista, usando una lupa de  $10\times$  o usando secciones delgadas, dependiendo del grado de fragmentación/dispersión del material rico en humus.

Generalmente el material rico en humus incorporado se une débilmente al material pobre en humus, lo que se manifiesta por granos de arena no revestidos en una matriz más oscura en toda la capa mezclada.

### Información adicional

En el extracto de Mehlich-3,  $430 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  corresponden aproximadamente a  $654 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  o  $1500 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  en ácido cítrico al 1% (Kabała et al., 2018), que era el requisito en ediciones anteriores de la WRB. La idea original de las propiedades ántricas deriva de Krogh y Greve (1999).

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades ántricas son una característica adicional de algunos *horizontes móllicos* o *úmbricos*. Los *horizontes chérnicos* normalmente muestran una mayor actividad de fauna y no tienen propiedades ántricas.

## 3.2.5 Roca continua

### Criterios de diagnóstico

La roca continua (del latín *continuare*, continuar) es material consolidado, excluyendo los horizontes edafogenéticos cementados como los *horizontes limónico*, *petrocálcico*, *petrodúrico*, *petrogípsico*, *petroplíntico* y *espódico*. La roca continua está lo suficientemente consolidada como para que un espécimen de 25 a 30 mm de lado, secado al aire, permanezca intacto tras sumergirlo en agua durante 1 hora. El material se considera continuo solo si grietas ocupan  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de la roca continua, y solo si no se ha producido un desplazamiento significativo de la roca.

## 3.2.6 Propiedades gléyicas

### Descripción general

Las propiedades gléyicas (de la palabra popular rusa *gley*, arcilla húmeda azulada) se forman en capas que están saturadas de agua subterránea (o lo estaban en el pasado, si ahora están drenadas) durante un período lo suficientemente largo como para permitir que ocurran *condiciones reductoras* (lo cual puede variar desde unos pocos días en los trópicos hasta unas pocas semanas en otras áreas) y en la franja capilar por encima de ellos. Puede haber propiedades gléyicas sin presencia de agua subterránea en una capa rica en arcilla por



encima de una capa rica en arena o elementos gruesos. En algunos suelos con propiedades gléyicas, las *condiciones reductoras* son causadas por gases ascendentes como el metano o el dióxido de carbono. Si las *condiciones reductoras* ya no están presentes, las propiedades gléyicas son relictas.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades gléyicas se refieren al *material mineral*, muestran rasgos redoximorfos y comprenden uno de los siguientes:

1. una capa con  $\geq 95\%$  (del área expuesta) de rasgos reductimorfos que tienen los siguientes colores Munsell, en húmedo:
  - a. matiz N, 10Y, GY, G, BG, B o PB; *o*
  - b. matiz 2.5Y o 5Y y croma  $\leq 2$ ;*o*
2. una capa con  $> 5\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de rasgos oximorfos que:
  - a. se encuentran predominantemente en paredes de bioporos y, si hay agregados del suelo, predominantemente sobre o adyacentes a las superficies de los mismos; *y*
  - b. tienen un color Munsell con matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto, en húmedo, que el material circundante o que la matriz de la capa directamente subyacente; *o*
3. una combinación de dos capas: una capa que cumple con el criterio de diagnóstico 2 y una capa directamente subyacente que cumple con el criterio de diagnóstico 1.

### Identificación en el campo

Las características redoximorfos se describen en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.20).

### Información adicional

Las propiedades gléyicas son el resultado de un gradiente redox entre el agua subterránea y la franja capilar que provoca una distribución desigual de los (hidr-)óxidos de hierro o manganeso. En la parte inferior del suelo y/o dentro de agregados del suelo, los óxidos se transforman en compuestos solubles de Fe/Mn(II) o se translocan; ambos procesos llevan a la ausencia de colores que tienen un color Munsell con matiz más rojo que 2.5Y. Los compuestos translocados de Fe y Mn se pueden concentrar en forma oxidada (Fe[III], Mn[IV]) en superficies de agregados del suelo o en paredes de bioporos (canales de raíces de color intenso) y hacia la superficie incluso en la matriz. Las concentraciones de Mn se pueden reconocer por una fuerte efervescencia utilizando una solución de  $H_2O_2$  al 10%.

Los colores reductimorfos reflejan condiciones permanentemente húmedas. En materiales francos y arcillosos predominan los colores azul verdosos debido a las sales hidroxide de Fe (II, III) (herrumbre verde). Si el material es rico en azufre (S), predominan los colores negruzcos debido a los sulfuros de hierro coloidales como la greigita o la mackinawita (fácilmente reconocibles por el olor, tras aplicar HCl 1 M). En material calcáreo predominan los colores blanquecinos debido a la calcita y/o siderita. Las arenas son generalmente de color gris claro a blanco y también a menudo empobrecidas en Fe y Mn. Los colores verdes azulados y los colores negros son inestables y a menudo se oxidan a un color pardo rojizo en pocas horas de exposición al aire. La parte superior de una capa reductimorfa puede mostrar hasta un 5% de colores de oxidación, principalmente alrededor de canales de animales o canales de raíces de plantas.

Los rasgos oximorfos reflejan condiciones oxidantes, como en la franja capilar y en los horizontes superficiales de suelos con un nivel de agua subterránea fluctuante. Ciertos colores específicos indican ferrihidrita (pardo rojizo), goethita (pardo amarillento brillante), lepidocrocita (naranja), schwertmannita (naranja oscuro) y jarosita (amarillo pálido). En suelos francos y arcillosos, los óxidos/hidróxidos de hierro se concentran sobre las superficies de agregados del suelo y en paredes de poros relativamente grandes (por ejemplo, antiguos canales de raíces).

Algunos suelos, incluidos los suelos permanentemente inundados (de agua dulce o marina) y los suelos afectados por mareas, tienen solamente una capa que cumple con el criterio de diagnóstico 1 y ninguna capa que cumple el criterio de diagnóstico 2.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades gléyicas difieren de las *propiedades estagnicas*. Las propiedades gléyicas son causadas por un agente que se mueve en dirección ascendente (principalmente agua subterránea) que provoca *condiciones reductoras* y que conduce a una capa subyacente fuertemente reducida y una capa suprayacente con rasgos oximorfos sobre o adyacentes a las superficies de agregados del suelo (en algunos suelos, solo una de estas capas está presente). Las *propiedades estagnicas* se originan por el estancamiento de un agente entrante desde arriba (principalmente agua de lluvia) que causa *condiciones reductoras* y que conduce a una capa superior pobre en Fe y una capa subyacente con rasgos oximorfos dentro de agregados del suelo (en algunos suelos, solo una de estas capas está presente).

## 3.2.7 Discontinuidad lítica

### Descripción general

Una discontinuidad lítica (del griego *lithos*, piedra, y del latín *continuar*, continuar) representa materiales originarios diferentes dentro del suelo. Una discontinuidad lítica también puede denotar diferentes tiempos de depósito. Los diferentes estratos pueden tener la misma o diferente mineralogía.

### Criterios de diagnóstico

Cuando se comparan dos capas directamente superpuestas que están formadas por *material mineral*, una discontinuidad lítica requiere uno o más de los siguientes:

1. una diferencia abrupta en el tamaño de partículas que no está asociada únicamente con un cambio en el contenido de arcilla como resultado de la formación del suelo;  
**o**
2. ambos de los siguientes:
  - a. uno o más de los siguientes:
    - i.  $\geq 10\%$  de arena gruesa y  $\geq 10\%$  de arena media **y** una diferencia  $\geq 25\%$  en la relación arena gruesa a arena media **y** una diferencia  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena gruesa y/o arena media; **o**
    - ii.  $\geq 10\%$  de arena gruesa **y**  $\geq 10\%$  de arena fina **y** una diferencia  $\geq 25\%$  en la relación arena gruesa a arena fina **y** una diferencia  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena gruesa y/o arena fina; **o**
    - iii.  $\geq 10\%$  de arena media **y**  $\geq 10\%$  de arena fina **y** una diferencia  $\geq 25\%$  en la relación arena media a arena fina **y** una diferencia  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena media y/o arena fina; **o**
    - iv.  $\geq 10\%$  de arena **y**  $\geq 10\%$  de limo **y** una diferencia  $\geq 25\%$  en la relación arena a limo **y** una diferencia  $\geq 5\%$  (absoluto) en el contenido de arena y/o limo;**y**
  - b. las diferencias no resultan de la variación original dentro del material originario en forma de una distribución en bolsas de fracciones de diferentes tamaños de partículas dentro de una capa;**o**
3. las capas tienen elementos gruesos con diferente litología;  
**o**
4. una capa que contiene elementos gruesos sin halos de meteorización superpuesta a una capa que contiene elementos gruesos con halos de meteorización;  
**o**

5. una capa con elementos gruesos angulares por encima o por debajo de una capa con elementos gruesos redondeados;  
o
6. una capa superior que tiene  $\geq 10\%$  (absoluto, del volumen del suelo entero) más elementos gruesos que la capa subyacente, a menos que la diferencia sea originada por actividad de fauna;  
o
7. una menor cantidad de elementos gruesos en la capa suprayacente que no se puede explicar por meteorización avanzada en la capa suprayacente;  
o
8. diferencias abruptas de color que no resultan de la formación del suelo;  
o
9. marcadas diferencias en tamaño y forma de minerales resistentes (evidenciadas por métodos micromorfológicos o mineralógicos);  
o
10. diferencias en las relaciones  $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$  de la fracción de arena por un factor  $\geq 2$ ;  
o
11. diferencias en CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) por kg de arcilla por un factor  $\geq 2$ .

### Información adicional

En algunos casos, una discontinuidad lítica se puede deducir por uno de los siguientes: una línea horizontal de elementos gruesos (línea de piedras) sobre- y subyaciendo capas con una cantidad menor de elementos gruesos; o un porcentaje decreciente de elementos gruesos a medida que aumenta la profundidad. Por otro lado, la acción de granoclasificación de la mesofauna, como las termitas, puede producir efectos similares en lo que inicialmente había sido un material originario líticamente uniforme.

El criterio de diagnóstico 2 se ilustra con el siguiente ejemplo.

Capa 1: 20% arena gruesa, 10% arena media  $\rightarrow$  relación arena gruesa a arena media: 2.

Capa 2: 15% arena gruesa, 10% arena media  $\rightarrow$  relación arena gruesa a arena media: 1,5.

Diferencia entre relaciones: 25%

Diferencia en los contenidos de arena gruesa (absoluta): 5%

Diferencia en los contenidos de arena media (absoluta): 0

Resultado: entre las dos capas hay una discontinuidad lítica.

En general, la fórmula matemática para calcular las diferencias entre relaciones es:

$$\text{ABS}(\text{relación}_i - \text{relación}_{i+1}) / \text{MAX}(\text{relación}_i; \text{relación}_{i+1}) * 100$$

## 3.2.8 Propiedades protocálcicas

### Descripción general

Las propiedades protocálcicas (del griego *proton*, primero, y del latín *calx*, cal) se refieren a los carbonatos que provienen de la solución del suelo y han precipitado en el suelo. No pertenecen al material originario del suelo ni a otras fuentes como el polvo atmosférico. Se forman a través de la estructura o fábrica del suelo. Estos carbonatos se denominan carbonatos secundarios. Para calificar como propiedades protocálcicas deben ser permanentes y estar presentes en cantidades significativas.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades protocálcicas se refieren a concentraciones de carbonatos secundarios, visibles cuando están húmedos, que muestran uno o más de los siguientes:

1. ocupan  $\geq 5\%$  del área expuesta (que comprenda la tierra fina más las concentraciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) con masas, nódulos, concreciones o filamentos; **o**
2. cubren  $\geq 10\%$  de las superficies de agregados del suelo o paredes de bioporos; **o**
3. cubren  $\geq 10\%$  de las superficies inferiores de elementos gruesos o de remanentes de un horizonte cementado.

#### Identificación en el campo

La identificación de carbonatos secundarios se describe en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.25).

#### Información adicional

Las acumulaciones de carbonatos secundarios solamente se consideran propiedades protocálcicas si son permanentes y no aparecen y desaparecen con los cambios de humedad, lo cual puede comprobarse rociándolas con agua.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las acumulaciones de carbonatos secundarios con contenidos más altos de carbonato de calcio equivalente pueden calificar para un *horizonte cálcico*; o bien, si están continuamente cementadas con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado, para un *horizonte petrocálcico*. El *material calcárico* se refiere a la presencia de carbonatos en toda la tierra fina, que suele incluir carbonatos primarios.

### 3.2.9 Propiedades protogípsicas

#### Descripción general

Las propiedades protogípsicas (del griego *proton*, primero, y *gypsos*, yeso) se refieren al yeso que proviene de la solución del suelo y ha precipitado en el suelo. No pertenece al material originario del suelo ni a otras fuentes como el polvo atmosférico. Este yeso se llama yeso secundario.

#### Criterios de diagnóstico

Las propiedades protogípsicas se refieren a concentraciones visibles de yeso secundario que ocupan  $\geq 1\%$  del área expuesta (que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación).

#### Identificación en el campo

La identificación del yeso secundario se describe en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.26).

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las acumulaciones de yeso secundario con mayores contenidos de yeso pueden calificar para un *horizonte gípsico*; o bien, si están cementadas continuamente, para un *horizonte petrogípsico*. El *material gipsírico* incluye yeso primario.

### 3.2.10 Condiciones reductoras

#### Criterios de diagnóstico

Las condiciones reductoras (del latín *reducere*, reducir) muestran uno o más de los siguientes:

1. un logaritmo negativo de la presión parcial de hidrógeno (rH, calculado como  $Eh \cdot 29^{-1} + 2 \cdot pH$ )  $< 20$ ; **o**

2. la presencia de  $\text{Fe}^{2+}$  libre, como se demuestra en una superficie recién abierta y alisada de un suelo, originariamente mojado en campo, por la aparición de un fuerte color rojo tras humedecerlo con  $\alpha, \alpha'$ -dipiridilo al 0,2% disuelto en acetato de amonio ( $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N, pH 7); **o**
3. la presencia de sulfuro de hierro; **o**
4. la presencia de metano.

**Precaución:** La solución de  $\alpha, \alpha'$ -dipiridilo es tóxica si se ingiere y es dañina si se absorbe a través de la piel o se inhala. Tiene que ser usada con cuidado. Puede ser que no produzca el color rojo fuerte si el material del suelo tiene una reacción neutra o alcalina.

### 3.2.11 Propiedades réticas

#### Descripción general

Las propiedades réticas (del latín *rete*, red) describen la interdigitación de *material clárico* de textura más gruesa en un *horizonte nátrico* o *árgico* de textura más fina. El *material clárico* interdigitado de textura más gruesa se caracteriza por una eluviación parcial de minerales de arcilla y de óxidos de hierro. También puede haber *material clárico* de textura más gruesa que cae desde el horizonte suprayacente dentro de grietas en el *horizonte árgico* o *nátrico*. El *material clárico* de textura más gruesa se encuentra como interdigitaciones verticales, horizontales e inclinadas entre los agregados del suelo.

#### Criterios de diagnóstico

Las propiedades réticas se refieren a una combinación de partes de textura más fina y partes de textura más gruesa, ambas formadas por *material mineral*, dentro de la misma capa, con todo lo siguiente:

1. las partes de textura más fina pertenecen a un *horizonte árgico* o *nátrico*;  
**y**
2. las partes de textura más gruesa están formadas por *material clárico*;  
**y**
3. las partes de textura más fina tienen, en comparación con las partes de textura más gruesa, los siguientes colores Munsell, en húmedo:
  - a. matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo; **o**
  - b. brillo  $\geq 1$  unidades más bajo; **o**
  - c. croma  $\geq 1$  unidad más alto;**y**
4. el contenido de arcilla de las partes de textura más fina es mayor en comparación con las partes de textura más gruesa, como se especifica para el *horizonte árgico* o *nátrico*, criterio 2.a;  
**y**
5. las partes de textura más gruesa tienen un espesor  $\geq 0,5$  cm;  
**y**
6. las partes de textura más gruesa comienzan en el límite superior del *horizonte árgico* o *nátrico*;  
**y**
7. las partes de textura más gruesa ocupan áreas  $\geq 10$  y  $< 90\%$ , tanto en la sección vertical como en la horizontal, dentro de
  - a. los 30 cm superiores del *horizonte árgico* o *nátrico*; **o**
  - b. todo el *horizonte árgico* o *nátrico*,  
lo que sea más delgado;**y**
8. no ocurren dentro de una capa de arado.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades réticas incluyen el caso especial de las *lenguas albelúvicas*. Los *horizontes árgicos* o *nátricos* que exhiben propiedades réticas también pueden satisfacer los requisitos de un *horizonte frágico*. Una capa con propiedades réticas también puede mostrar *propiedades estágnicas* con o sin *condiciones reductoras*. En suelos no alterados, el *horizonte árgico* o *nátrico* con propiedades réticas normalmente tiene por encima un *horizonte álbico* o *cámbico*. Sin embargo, los horizontes suprayacentes se pueden perder debido a erosión o labranza.

## 3.2.12 Grietas de expansión-retracción

### Descripción general

Las grietas de expansión-retracción se abren y se cierran debido a la expansión (hinchamiento) y retracción (contracción) de minerales de arcilla con el cambio del contenido de agua del suelo. Éstas pueden no ser inmediatamente evidentes si el suelo está húmedo. Controlan la infiltración y percolación del agua, incluso si se rellenan con material de la superficie.

### Criterios de diagnóstico

Las grietas de expansión-retracción ocurren en *material mineral* y:

1. se abren y se cierran con cambios en el contenido de agua del suelo; *y*
2. tienen  $\geq 0,5$  cm de ancho, cuando el suelo está seco, con o sin rellenos de material de la superficie.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las grietas de expansión-retracción se mencionan en los criterios de diagnóstico del *horizonte protovértico*, del *horizonte vértico* y en la Clave para los Grupos de Suelos de Referencia (donde se hace referencia a sus requisitos de profundidad).

## 3.2.13 Propiedades siderálicas

### General descripción

Las propiedades siderálicas (del griego *sideros*, hierro, y del latín *alumen*, alumbre) se refieren a *material mineral* que tiene una CIC relativamente baja.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades siderálicas ocurren en *material mineral* y requieren:

1. uno o ambos de los siguientes:
  - a.  $\geq 8\%$  de arcilla *y* una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla; *o*
  - b. una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de suelo;*y*
2. evidencia de formación del suelo como se define en el criterio 3 del *horizonte cámbico*.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades siderálicas también están presentes en los *horizontes ferrálicos*.

## 3.2.14 Propiedades estágnicas

### Descripción general

Las propiedades estágnicas (del latín *stagnare*, inundar) se forman en capas que están, al menos temporalmente, saturadas de agua superficial (o lo estaban en el pasado, si ahora están drenadas) durante un período lo

suficientemente largo como para permitir que ocurran *condiciones reductoras* (lo cual puede variar desde unos pocos días en los trópicos hasta unas pocas semanas en otras áreas). En algunos suelos con propiedades estagnicas, las *condiciones reductoras* son causadas por la intrusión de otros líquidos como la gasolina. Si las *condiciones reductoras* ya no están presentes, las propiedades estagnicas son relictas.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades estagnicas se refieren al *material mineral*, muestran rasgos redoximorfos y comprenden uno o más de los siguientes:

1. una capa que comprende rasgos reductimorfos y material del suelo con el color original de la matriz y que muestra ambos de los siguientes:
  - a. los rasgos reductimorfos se encuentran predominantemente alrededor de bioporos y, si hay agregados del suelo, predominantemente en las partes externas de los mismos; **y**
  - b. los rasgos reductimorfos tienen, en comparación con el color de la matriz, los siguientes colores Munsell, en húmedo: brillo  $\geq 1$  unidad más alto y croma  $\geq 1$  unidad más bajo;  
**o**
2. una capa que comprende rasgos oximorfos y material del suelo con el color original de la matriz y que muestra ambos de los siguientes:
  - a. los rasgos oximorfos se encuentran, si hay agregados del suelo, predominantemente dentro de los mismos; **y**
  - b. los rasgos oximorfos son negros, rodeados de material de color más claro, o tienen, en comparación con el color de la matriz, los siguientes colores Munsell, en húmedo: matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 1$  unidad más alto;  
**o**
3. una capa que comprende rasgos reductimorfos y oximorfos (con o sin material del suelo con el color original de la matriz) y que muestra todo lo siguiente:
  - a. los rasgos reductimorfos se encuentran predominantemente alrededor de bioporos y, si hay agregados del suelo, predominantemente en las partes externas de los mismos;  
**y**
  - b. los rasgos oximorfos se encuentran, si hay agregados del suelo, predominantemente dentro de los mismos;  
**y**
  - c. los rasgos oximorfos son negros, rodeados de material de color más claro, o tienen, en comparación con los rasgos reductimorfos uno o más de los siguientes colores Munsell, todos en húmedo:
    - i. matiz  $\geq 5$  unidades más rojo; **o**
    - ii. croma  $\geq 4$  unidades más alto; **o**
    - iii. matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo y croma  $\geq 2$  unidades más alto; **o**
    - iv. matiz  $\geq 2.5$  unidades más rojo, brillo  $\geq 1$  unidad más bajo y croma  $\geq 1$  unidad más alto;  
**o**
4. una capa con los colores del *material clárico* en  $\geq 95\%$  de su área expuesta, que se considera un rasgo reductimorfo, por encima de una *diferencia textural abrupta* o por encima de una capa con una densidad aparente  $\geq 1,5 \text{ kg dm}^{-3}$ ;  
**o**
5. una combinación de dos capas: una capa con *material clárico* en  $\geq 95\%$  de su área expuesta, que se considera un rasgo reductimorfo, y una capa directamente subyacente que cumple con los criterios de diagnóstico 1, 2 o 3.

### Identificación en el campo

Los rasgos redoximorfos se describen en el Anexo 1 (Capítulo 8.4.20).



### Información adicional

Las propiedades estágnicas resultan de una reducción de los (hidr-)óxidos de hierro y/o de manganeso alrededor de los poros de mayor tamaño. El Mn y el Fe movilizados pueden ser lixiviados lateralmente hacia abajo dando como resultado *material clárico* (en muchos suelos, especialmente en la parte superior del perfil, que tiene una textura más gruesa) o pueden migrar hacia el interior de los agregados del suelo donde se reoxidan (especialmente en la parte inferior del perfil).

Si las propiedades estágnicas se expresan débilmente, los rasgos reductimorfos y oximorfos cubren solamente algunas partes del área expuesta y las otras partes muestran el color original de la matriz, que era el propio del suelo antes de que comenzaran los procesos redox. Si las propiedades estágnicas están fuertemente expresadas, toda el área expuesta de la tierra fina muestra rasgos reductimorfos u oximorfos.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades estágnicas difieren de las *propiedades gléyicas*. Las propiedades estágnicas se originan por el estancamiento de un agente entrante desde arriba (principalmente agua de lluvia) que provoca *condiciones reductoras* y que conduce a una capa superior pobre en Fe y una capa subyacente con rasgos oximorfos dentro de los agregados del suelo (en algunos suelos, solo una de estas capas está presente). Las *propiedades gléyicas* se originan por un agente ascendente (principalmente el agua subterránea) que causa *condiciones reductoras* y que conduce a una capa inferior fuertemente reducida y una capa suprayacente con rasgos oximorfos sobre o adyacentes a las superficies de los agregados del suelo (en algunos suelos, solo una de estas capas está presente).

## 3.2.15 Propiedades taquíricas

### Descripción general

Las propiedades taquíricas (de lenguas turcas *takyr*, tierra estéril) están relacionadas con una costra superficial de textura fina y una estructura laminar o maciza. Ocurren bajo condiciones áridas en suelos periódicamente inundados.

### Criterios de diagnóstico

Las propiedades taquíricas se refieren a una costra superficial que está formada por *material mineral* y tiene todo lo siguiente:

1. una clase textural franco arcillosa, franco arcillo-limosa, arcillo limosa o arcillosa;  
y
2. una estructura laminar o maciza;  
y
3. grietas poligonales con  $\geq 2$  cm de profundidad y con un espaciamiento horizontal promedio  $\leq 20$  cm, cuando el suelo está seco;  
y
4. una clase de resistencia a la ruptura de al menos duro cuando está seco y una plasticidad de al menos moderadamente plástica cuando está húmedo;  
y
5. una conductividad eléctrica ( $CE_s$ ) del extracto de pasta saturada de
  - a.  $< 4 \text{ dS m}^{-1}$ ; o
  - b. al menos  $1 \text{ dS m}^{-1}$  menor que la de la capa directamente debajo de la costra superficial.

### Identificación en el campo

Las propiedades taquíricas ocurren en depresiones en regiones áridas, donde el agua superficial, rica en arcilla y



limo, pero relativamente baja en sales solubles, se acumula y lixivia las sales de los horizontes superiores del suelo. Esto provoca la dispersión de la arcilla y la formación de una costra de gran espesor, compacta y de textura fina con grietas poligonales prominentes cuando se seca. La costra a menudo contiene  $\geq 80\%$  de arcilla y limo. Tiene un espesor lo suficientemente grande como para que no se enrosque por completo al secarse.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades taquíricas ocurren en asociación con muchos horizontes de diagnóstico, siendo los más importantes los *horizontes nátrico, sálico, gípsico, cálcico y cámbico*. La CE baja y el contenido bajo de sales solubles de las propiedades taquíricas las distinguen del *horizonte sálico*.

### 3.2.16 Propiedades vítricas

#### Descripción general

Las propiedades vítricas (del latín *vitrum*, vidrio) se aplican a capas que contienen vidrio de origen volcánico o industrial y que contienen una cantidad limitada de minerales de grado de ordenación bajo o complejos organometálicos.

#### Criterios de diagnóstico

Las propiedades vítricas requieren:

1. en la fracción entre  $> 0,02$  y  $\leq 2$  mm,  $\geq 5\%$  (por recuento de granos) de vidrio volcánico, agregados vítreos, otros minerales primarios revestidos de vidrio o vidrios resultantes de procesos industriales; y
2. un valor  $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox} \geq 0,4\%$ ; y
3. una retención de fosfato  $\geq 25\%$ .

#### Identificación en el campo

Las propiedades vítricas pueden ocurrir en una capa superficial. Sin embargo, también pueden ocurrir bajo algunas decenas de centímetros de depósitos piroclásticos recientes. Las capas con propiedades vítricas pueden tener una cantidad apreciable de materia orgánica. Las fracciones de arena y limo grueso de capas con propiedades vítricas tienen una cantidad significativa de vidrio volcánico inalterado o parcialmente alterado, agregados vítreos, otros minerales primarios revestidos de vidrio o vidrios resultantes de procesos industriales (las fracciones más gruesas se pueden verificar usando una lupa de mano de  $10\times$ ; las fracciones más finas se pueden comprobar con un microscopio).

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades vítricas están, por un lado, estrechamente vinculadas con las *propiedades ándicas*, hacia las que finalmente pueden desarrollar. Durante algún tiempo de este desarrollo, una capa puede mostrar tanto la cantidad de vidrios volcánicos necesarios para las propiedades vítricas como las características de las *propiedades ándicas*. Por otro lado, se desarrollan capas con propiedades vítricas a partir del *material téfrico*. Los criterios diagnósticos de las *propiedades ándicas* y *vítricas* han sido adaptados de Shoji et al. (1996), Takahashi et al. (2004) y de los resultados de la Acción COST 622.

Los *horizontes chérnico, móllico y úmbrico* también pueden exhibir propiedades vítricas.

### 3.2.17 Propiedades yérmicas

#### Descripción general

Las propiedades yérmicas (del español *yermo*) se encuentran en la superficie del suelo mineral en desiertos. Comprenden características como pavimento del desierto, barniz del desierto, ventifactos (windkanter), una estructura laminar y poros vesiculares.

## Criterios de diagnóstico

Las propiedades yérmicas ocurren en *material mineral* y tienen uno o ambos de los siguientes:

1. elementos gruesos superficiales que cubren  $\geq 20\%$  de la superficie del suelo (pavimento del desierto), sustentados por una capa de suelo con una abundancia de elementos gruesos de la mitad o menos de la abundancia de elementos gruesos superficiales y uno o más de los siguientes:
  - a.  $\geq 10\%$  de los elementos gruesos superficiales  $> 2$  cm (dimensión mayor) están barnizados; **o**
  - b.  $\geq 10\%$  de los elementos gruesos superficiales  $> 2$  cm (dimensión mayor) tienen forma moldeada por el viento (ventifactos, windkaners); **o**
  - c. una capa superficial, con  $\geq 1$  cm de espesor, con estructura laminar; **o**
  - d. una capa superficial, con  $\geq 1$  cm de espesor, con muchos poros vesiculares;
- o**
2. una capa superficial, no compactada por actividad humana, con  $\geq 1$  cm de espesor, con estructura laminar y muchos poros vesiculares.

## Identificación en el campo

Las características de las propiedades yérmicas se describen en el Anexo 1:

pavimento del desierto (Capítulo 8.3.4)

barniz del desierto y ventifactos (Capítulo 8.3.5)

estructura laminar (Capítulo 8.4.10)

poros vesiculares (Capítulo 8.4.12) - para ser diagnósticos, los poros vesiculares deben estar presentes en la clase de abundancia "muchos".

Si la textura es lo suficientemente fina, el suelo puede mostrar una red poligonal de grietas de desecación (Capítulos 8.3.8 y 8.4.13), a menudo rellenas con material eólico, que se extiende a mayores profundidades. En los desiertos fríos, los elementos gruesos más grandes en la superficie del suelo a menudo se fragmentan por la escarcha.

## Relaciones con algunos otros diagnósticos

Las propiedades yérmicas a menudo ocurren en asociación con otros diagnósticos, característicos de ambientes desérticos (*horizonte sálico, dúrico, gípsico, cálcico y cámbico*). En desiertos muy fríos (por ejemplo, la Antártida) pueden ocurrir en asociación con *horizontes crícos*. Bajo estas condiciones domina el material crioclástico grueso y hay poco polvo que se desprende y se deposita por el viento. En dichas condiciones puede encontrarse un pavimento denso con barniz, ventifactos, capas de arena eólica y acumulaciones de minerales solubles directamente sobre depósitos sueltos, sin poros vesiculares.

### 3.3 Materiales de diagnóstico

Los **materiales de diagnóstico** son materiales que influyen significativamente en los procesos de formación del suelo. Sus características se pueden heredar del material originario o pueden ser el resultado de procesos de formación del suelo. Los materiales de diagnóstico no describen el material originario, sino el material del suelo, y las características se refieren (como para todos los diagnósticos) a la tierra fina, a menos que se indique lo contrario. Sus características se pueden observar o medir en el campo o en el laboratorio y requieren una expresión mínima o máxima para calificar como diagnóstico. Un espesor mínimo no es parte de los criterios.

#### 3.3.1 Material eólico

##### Descripción general

El material eólico (del griego *aiolos*, rey de los vientos) describe el material depositado por el viento. Se encuentra típicamente en ambientes áridos y semiáridos.

##### Criterios de diagnóstico

El material eólico requiere:

1. evidencia de deposición eólica dentro de los 20 cm desde la superficie del suelo mineral por uno o ambos de los siguientes:
  - a. 10% de las partículas de arena media y gruesa son redondeadas o subangulares y tienen una superficie mate, en alguna capa o en material eólico rellenando grietas; **o**
  - b. aeroturbación (por ejemplo, estratificación cruzada) en alguna capa;
- y
2. < 1% de *carbono orgánico del suelo* desde la superficie del suelo mineral hasta una profundidad de 10 cm.

#### 3.3.2 Artefactos

##### Descripción general

Los artefactos (del latín *ars*, arte, y *factus*, hecho) describen material elaborado, alterado y excavado por humanos. Éstos pueden estar físicamente alterados (por ejemplo, fragmentados en pedazos), pero química- y mineralógicamente no están alterados o solo están pobremente alterados, y aún son en gran parte reconocibles.

##### Criterios de diagnóstico

Los artefactos son sustancias líquidas o sólidas de cualquier tamaño que:

1. son uno o ambos de los siguientes:
  - a. creados o sustancialmente modificados por actividad humana como parte de procesos de fabricación industrial o artesanal; **o**
  - b. trasladados a la superficie del suelo por actividad humana desde una profundidad en la que no estaban influenciados por procesos superficiales, y depositados en un medio en el que no ocurren comúnmente, con propiedades sustancialmente diferentes del medio donde se colocan;
- y
2. tienen sustancialmente las mismas propiedades químicas y mineralógicas que cuando se fabricaron, modificaron o excavaron por primera vez.

### Información adicional

Algunos ejemplos de artefactos son ladrillos, cerámica, vidrio, piedra triturada o labrada, tablas de madera, desechos industriales, plástico, basura, productos derivados del petróleo, bitumen, estériles de minas y petróleo crudo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El *material duro técnico* y las geomembranas intactas, fracturadas o compuestas, también cumplen con los criterios de diagnóstico de artefactos.

## 3.3.3 Material calcárico

### Descripción general

El material calcárico (del latín *calcarius*, que contiene cal) se refiere al material que contiene  $\geq 2\%$  de carbonato de calcio equivalente. Los carbonatos se heredan al menos parcialmente del material originario (carbonatos primarios).

### Criterios de diagnóstico

El material calcárico muestra una efervescencia visible con HCl 1 M en toda la tierra fina.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material calcárico también puede cumplir con los criterios de diagnóstico de *propiedades protocálcicas*, que muestran acumulaciones perceptibles de carbonatos secundarios. Los *horizontes cálcico* y *petrocálcico* tienen mayores contenidos de carbonatos y también muestran carbonatos secundarios. Los *horizontes petrocálcicos* están continuamente cementados.

## 3.3.4 Material clárico

### Descripción general

El material clárico (del latín *clarus*, claro) es tierra fina de color claro.

### Criterios de diagnóstico

El material clárico es *material mineral* y:

1. tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell, en seco, con uno o ambos de los siguientes:
  - a. brillo  $\geq 7$  y croma  $\leq 3$ ; *o*
  - b. brillo  $\geq 5$  y croma  $\leq 2$ ;*y*
2. tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell, en húmedo, con uno o más de los siguientes:
  - a. brillo  $\geq 6$  y croma  $\leq 4$ ;  
*o*
  - b. brillo  $\geq 5$  y croma  $\leq 3$ ;  
*o*
  - c. brillo  $\geq 4$  y croma  $\leq 2$ ;  
*o*
  - d. todo lo siguiente:
    - i. matiz 5YR o más rojo; *y*
    - ii. brillo  $\geq 4$  y croma  $\leq 3$ ; *y*
    - iii.  $\geq 25\%$  de los granos de arena y limo grueso no están revestidos.

### Identificación en el campo

La identificación en el campo depende de los colores del suelo. Además, se puede usar una lupa de mano de 10× para asegurarse de que los granos de arena y limo grueso no tengan revestimientos (criterio 2.d). El material clárico puede exhibir un cambio considerable en el croma cuando se humedece.

### Información adicional

La presencia de revestimientos alrededor de granos de arena y de limo grueso se puede determinar en secciones delgadas utilizando un microscopio óptico. Los granos no revestidos suelen mostrar un borde muy delgado en su superficie. Los revestimientos pueden ser de naturaleza orgánica, consistir en óxidos de hierro o ambos; y son de color oscuro bajo luz translúcida (luz polarizada plana). Los revestimientos de hierro son de color rojizo bajo luz incidente; mientras que los revestimientos orgánicos permanecen de color negro parduzco.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material clárico se utiliza como criterio de diagnóstico en la definición del *horizonte espódico*, de las *propiedades réticas* y de las *propiedades estágnicas*. Una capa con material clárico que ha perdido óxidos y/o materia orgánica por migración de arcilla, podzolización o por procesos redox causados por agua estancada, forma un *horizonte albico*.

## 3.3.5 Material dolomítico

### Criterios de diagnóstico

El material dolomítico (llamado así por el geocientífico francés *Déodat de Dolomieu*) muestra una efervescencia visible en toda la tierra fina con HCl 1 M en caliente. Se aplica al material que contiene  $\geq 2\%$  de un mineral que tiene una relación  $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3 < 1,5$ . Con HCl en frío solo da una efervescencia retardada y poco visible.

## 3.3.6 Material flúvico

### Descripción general

El material flúvico (del latín *fluvius*, río) se refiere a los sedimentos fluviales, marinos y lacustres que reciben material fresco o lo han recibido en el pasado y aún muestran estratificación. El material flúvico muestra solo poca formación del suelo después de su deposición.

### Criterios de diagnóstico

El material flúvico es *material mineral* y:

1. es de origen fluvial, marino o lacustre;  
y
  2. tiene estratos que son uno o ambos de los siguientes:
    - a. evidentes (incluida la estratificación inclinada por alteración criogénica) en  $\geq 25\%$  (del volumen del suelo entero) sobre una profundidad especificada;  
o
    - b. evidenciados por dos o más capas con todo lo siguiente:
      - i.  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgánico del suelo*; y
      - ii. un contenido de *carbono orgánico del suelo*  $\geq 25\%$  (relativo) y  $\geq 0,2\%$  (absoluto) más alto que el de la capa directamente suprayacente; y
      - iii. no forma parte de un *horizonte nátrico* o *espódico*;
- y

3. uno o ambos de los siguientes:
  - a. tiene una estructura granular simple, maciza o laminar o una estructura en bloques subangulares de grado débil; *o*
  - b. tiene una estructura granular compuesta o en bloques subangulares en una capa que cumple con los criterios de diagnóstico 2.b.

### Identificación en el campo

La estratificación se puede reflejar de diferentes maneras:

- variación en la textura y/o contenido o naturaleza de elementos gruesos
- diferentes colores relacionados con los materiales de origen
- alternancia de capas del suelo de colores más claros y más oscuros, lo que indica una disminución irregular en el contenido de carbono orgánico del suelo con la profundidad.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material flúvico siempre se asocia con cuerpos de agua (por ejemplo, ríos, lagos y el mar); por lo tanto, se puede distinguir del *material solimóvico*. También puede cumplir con los criterios de *material limnico*.

## 3.3.7 Material gipsífero

### Criterios de diagnóstico

El material gipsífero (del griego *gypsos*, yeso) es *material mineral* que contiene  $\geq 5\%$  de yeso que no es yeso secundario.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material gipsífero también puede cumplir con los criterios de diagnóstico de *propiedades protogípsicas*, que muestran acumulaciones perceptibles de yeso secundario. Los *horizontes gípsico* y *petrogípsico* también muestran yeso secundario. Los *horizontes petrogípsicos* tienen altas cantidades de yeso y están continuamente cementados.

## 3.3.8 Material hipersulfuroso

### Descripción general

El material hipersulfuroso (del griego *hyper*, sobre, y del latín *sulphur*, azufre) contiene S sulfuroso inorgánico y es capaz de acidificarse severamente como resultado de la oxidación de los compuestos sulfurosos inorgánicos que contiene. El material hipersulfuroso también se conoce como "suelos potencialmente de sulfatos ácidos".

### Criterios de diagnóstico

El material hipersulfuroso:

1. tiene  $\geq 0,01\%$  de S sulfuroso inorgánico;  
*y*
2. tiene un pH (1:1 en masa en agua o en un mínimo de agua para permitir la medición)  $\geq 4$ ;  
*y*
3. cuando una capa, de 2 a 10 mm de espesor, se incubó aeróbicamente a capacidad de campo durante 8 semanas, el pH disminuye a  $< 4$  y uno o más de los siguientes:
  - a. dentro de estas 8 semanas, la disminución total del pH es  $\geq 0,5$  unidades; *o*
  - b. a más tardar tras estas 8 semanas, la disminución del pH es de solo  $\leq 0,1$  unidades durante un período adicional de 14 días; *o*

- c. a más tardar tras estas 8 semanas, el pH comienza a aumentar nuevamente.

### Identificación en el campo

El material hiposulfuroso está saturado de agua, estacional o permanentemente, o se forma en condiciones principalmente anaeróbicas. Tiene color Munsell con matiz N, 5Y, 5GY, 5BG o 5G, brillo  $\leq 4$  y croma 1, todos en húmedo. Si se altera el suelo, se puede notar un olor a sulfuro de hidrógeno (huevos podridos), lo cual se acentúa con la aplicación de HCl 1 M.

Para una prueba de detección rápida, que no es definitiva, una muestra de 10 g tratada con 50 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  al 30% mostrará una disminución del pH a  $\leq 2,5$ . La evaluación final depende de las pruebas de incubación.

**Precaución:** El  $\text{H}_2\text{O}_2$  es un fuerte oxidante y los sulfuros y la materia orgánica formarán espuma violentamente en un tubo de ensayo, el cual puede llegar a calentarse mucho.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La acidificación del material hiposulfuroso generalmente provoca el desarrollo de un *horizonte tiónico*. El *material hiposulfuroso* tiene los mismos criterios para el S sulfuroso inorgánico y para el valor de pH, pero no llega a desarrollar una acidificación severa.

## 3.3.9 Material hiposulfuroso

### Descripción general

El material hiposulfuroso (del griego *hypo*, bajo, y del latín *sulphur*, azufre) contiene S sulfuroso inorgánico y no llega a desarrollar una acidificación severa como resultado de la oxidación de los compuestos sulfurosos inorgánicos que contiene. Aunque la oxidación no da lugar a la formación de suelos de sulfatos ácidos, el material hiposulfuroso es un peligro ambiental importante debido a los procesos relacionados con los sulfuros inorgánicos. El material hiposulfuroso tiene una capacidad de auto-neutralización, generalmente debido a la presencia de carbonato de calcio.

### Criterios de diagnóstico

El material hiposulfuroso:

1. tiene  $\geq 0,01\%$  de S sulfuroso inorgánico; y
2. tiene un pH (1:1 en masa en agua, o en un mínimo de agua para permitir la medición)  $\geq 4$ ; y
3. no está formado por *material hipersulfuroso*.

### Identificación en el campo

El material hiposulfuroso se forma en ambientes similares al *material hipersulfuroso* y morfológicamente puede ser indistinguible de aquél. Sin embargo, es menos probable que tenga una textura gruesa. La prueba con peróxido de hidrógeno (consultar *material hipersulfuroso*) puede también ser indicativa, pero la decisión final depende de las pruebas de incubación. Las pruebas de campo para el carbonato en la tierra fina se pueden usar para comprobar si el suelo tiene alguna capacidad de auto-neutralización.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La acidificación del material hiposulfuroso, por lo general, no provoca el desarrollo de un *horizonte tiónico*. El *material hipersulfuroso* tiene los mismos criterios para el S sulfuroso inorgánico y para el valor de pH, pero llega a desarrollar una acidificación severa.

### 3.3.10 Material límnico

#### Criterios de diagnóstico

El material límnico (del griego *limnae*, lago) incluye tanto *material orgánico* como *material mineral* y es uno o más de los siguientes:

1. depositado en agua por precipitación, posiblemente en combinación con sedimentación; *o*
2. derivado de algas; *o*
3. derivado de plantas acuáticas y posteriormente transportado; *o*
4. derivado de plantas acuáticas y posteriormente modificado por animales acuáticos y/o microorganismos.

#### Identificación en el campo

El material límnico se forma como depósitos subacuáticos y generalmente estratificados (tras su drenaje se puede presentar en la superficie del suelo). Se pueden distinguir cuatro tipos de material límnico:

1. *Tierra coprogénica* o *turba sedimentaria*: orgánica, identificable por la gran cantidad de gránulos fecales y residuos de turba, con color Munsell con brillo  $\leq 4$ , en húmedo, suspensión en agua ligeramente viscosa, tipo de plasticidad no plástica o ligeramente plástica, se contrae al secarse, difícil de remojarse después del secado, y agrietamiento a lo largo de los planos horizontales.
2. *Tierra de diatomeas*: principalmente diatomeas (silíceas), identificables por el cambio irreversible del color de la matriz al secarse (color Munsell con brillo 3 a 5 en condiciones de humedad de campo o mojado), como resultado de la contracción irreversible de los revestimientos orgánicos en las diatomeas (use un microscopio de 440 $\times$ ).
3. *Marga*: fuertemente calcárea, identificable por un color Munsell con brillo  $\geq 5$ , en húmedo, y una reacción con HCl 1 M. El color de la marga generalmente no cambia irreversiblemente al secarse.
4. *Gyttja*: pequeños agregados coprogénicos, que están formados por materia orgánica que ha sido fuertemente alterada por microorganismos, minerales de tamaño predominantemente de arcilla a limo,  $\geq 0,5\%$  de *carbono orgánico del suelo*, un color Munsell con matiz 5Y, GY o G, en húmedo, fuerte contracción al drenarse, y un valor rH  $\geq 13$ .

### 3.3.11 Material mineral

#### Descripción general

En el material mineral (del céltico *mine*, mineral) las propiedades de la tierra fina están dominadas por componentes minerales.

#### Criterios de diagnóstico

El material mineral tiene

1.  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* (en masa, que comprenda la tierra fina más los residuos vegetales muertos de cualquier longitud y un diámetro  $\leq 5$  mm); *y*
2.  $< 35\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos* que contienen  $\geq 20\%$  de carbono orgánico.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material que tiene  $\geq 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* es *material orgánico*. Otro material que tiene  $\geq 35\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos* que contienen  $\geq 20\%$  de carbono orgánico es *material organotécnico*.



### 3.3.12 Material mÚlmico

#### Descripci3n general

El material mÚlmico (del alemán *Mulm*, detritus pulverulento) es *material mineral* desarrollado a partir de *material orgánico*. Si el *material orgánico* saturado de agua se drena, comienza una descomposici3n rápida. Si bien la cantidad de componentes minerales permanece constante, el contenido de materia orgánica finalmente disminuye hasta por debajo del 20%, resultando un *material mineral*.

#### Criterios de diagnóstico

El material mÚlmico es *material mineral* que se desarrolla a partir de *material orgánico* saturado de agua tras el drenaje y que tiene:

1.  $\geq 8\%$  de *carbono orgánico del suelo*;  
y
2. solo o en combinaci3n:
  - a. una estructura granular simple; o
  - b. una estructura en bloques subangulares o angulares con un tamaño de agregados promedio  $\leq 2$  cm;y
3. un color Munsell con croma  $\leq 2$ , en húmedo.

### 3.3.13 Material orgánico

#### Descripci3n general

El material orgánico (del griego *organon*, herramienta) tiene grandes cantidades de materia orgánica en la tierra fina y/o contiene muchos residuos vegetales delgados muertos, y puede mostrar diferentes etapas de descomposici3n. Si todavía está conectado con plantas vivas (por ejemplo, musgos *Sphagnum*), puede incluso estar completamente sin descomponer. Si deriva de residuos orgánicos caídos, se descompone al menos hasta el punto de que no está suelto y/o que  $\leq 90\%$  del volumen (que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) están formados por tejidos vegetales muertos reconocibles. Los residuos orgánicos caídos con  $> 90\%$  de tejidos vegetales muertos reconocibles y aún sueltos se denominan capa de hojarasca (consultar el Capítulo 2.1, las Reglas generales, y el Anexo 1, Capítulos 8.3.1 y 8.3.2) la cual no se considera para la clasificaci3n en la WRB (las capas de hojarasca son en extremo variables temporal- y espacialmente en espesor). Por otro lado, la descomposici3n puede avanzar hasta que no queden tejidos vegetales muertos reconocibles y resulte una masa orgánica homogénea del suelo. El material orgánico se acumula tanto en condiciones húmedas como secas. El componente mineral de la tierra fina tiene una influencia limitada en las propiedades del suelo.

#### Criterios de diagnóstico

El material orgánico

1. tiene  $\geq 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* (en masa, que comprenda la tierra fina más los residuos vegetales muertos de cualquier longitud y un diámetro  $\leq 5$  mm);  
y
2. uno o más de los siguientes
  - a. contiene  $\leq 90\%$  (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles; o
  - b. no está suelto; o
  - c. está formado por material vegetal muerto aún conectado con plantas vivas.

### Información adicional

Un 20% de carbono orgánico corresponde aproximadamente a un 40% de materia orgánica. El restante, hasta el 60%, está formado por componentes minerales y/o componentes orgánicos que cumplen con el criterio de *artefactos*.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El *carbono orgánico del suelo* es carbono orgánico que no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico de los *artefactos*. El material que tiene  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* es *material organotécnico* o *material mineral*. Los horizontes *hístico* y *fólico* están formados por *material orgánico*.

## 3.3.14 Material organotécnico

### Descripción general

El material organotécnico (del griego *organon*, herramienta, y *technae*, arte) contiene grandes cantidades de *artefactos* orgánicos. Contiene cantidades relativamente pequeñas de *carbono orgánico del suelo* (carbono orgánico que no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico de *artefactos*).

### Criterios de diagnóstico

El material organotécnico tiene

1.  $\geq 35\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos* que contienen  $\geq 20\%$  de carbono orgánico; y
2.  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* (en masa, que comprenda la tierra fina más los residuos vegetales muertos, de cualquier longitud y un diámetro  $\leq 5$  mm).

### Información adicional

Algunos ejemplos de material organotécnico son: carbón de minas, lentejas de petróleo, plástico, tablas, y basura, como desechos de cocina o pañales para bebés.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material con  $\geq 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* es *material orgánico*, independientemente de los demás componentes. El material con  $< 20\%$  de *carbono orgánico del suelo* y menores cantidades de *artefactos* orgánicos es *material mineral*.

## 3.3.15 Material ornitogénico

### Descripción general

El material ornitogénico (del griego *ornis*, ave, y *genesis*, origen) es un material con fuerte influencia de excrementos de pájaros. A menudo tiene un alto contenido de elementos gruesos que han sido transportados por aves.

### Criterios de diagnóstico

El material ornitogénico tiene:

1. restos de aves o de actividad de aves (huesos, plumas y elementos gruesos clasificados de tamaño similar); y
2.  $\geq 750$  mg kg<sup>-1</sup> P en el extracto de Mehlich-3.

### Información adicional

En el extracto de Mehlich-3, 750 mg kg<sup>-1</sup> P corresponden aproximadamente a 1090 mg kg<sup>-1</sup> P o 2500 mg kg<sup>-1</sup>

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en ácido cítrico al 1% (Kabała et al., 2018), que era el requisito en ediciones anteriores de la WRB.

### 3.3.16 Carbono orgánico del suelo

#### Criterios de diagnóstico

El carbono orgánico del suelo (del griego *organon*, herramienta, y del latín *carbo*, carbón) es carbono orgánico que no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico de *artefactos*.

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

Para el carbono orgánico que cumple con los criterios de los *artefactos* se pueden aplicar los calificadores *Garbic* o *Carbonic*.

### 3.3.17 Material solimóvico

#### Descripción general

El material solimóvico (del latín *solum*, suelo, y *movere*, mover) es una mezcla heterogénea de material que se ha desplazado pendiente abajo, suspendido en agua. Está dominado por material que experimentó formación del suelo en su lugar original; por ejemplo, acumulación de materia orgánica o formación de óxidos de Fe. Ha sido transportado como resultado del lavado por erosión, y el transporte puede haber sido acelerado por prácticas de uso de la tierra (por ejemplo, deforestación, arado, labranza de ladera, degradación de la estructura). El material solimóvico se ha formado en tiempos relativamente recientes (principalmente del Holoceno). Normalmente, se acumula en posiciones de ladera, en depresiones o por encima de una barrera en una ligera pendiente. La barrera puede ser natural o antrópica (por ejemplo, muros de setos, terrazas, bancales). Después de la deposición, no hay formación del suelo avanzada.

#### Criterios de diagnóstico

El material solimóvico es *material mineral* y:

1. se encuentra en laderas, pies de laderas, piedemontes, abanicos, depresiones, por encima de barreras, a lo largo de barrancos o en posiciones de relieve similares, y se origina ladera arriba debido a erosión difusa;  
y
2. no es de origen fluvial, lacustre, marino o de movimiento de masas;  
y
3. uno o más de los siguientes:
  - a. si entierra un suelo mineral, tiene una densidad aparente más baja que la capa superior del suelo enterrado; **o**
  - b. tiene  $\geq 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo*; **o**
  - c. tiene un color Munsell con croma  $\geq 3$ , en húmedo; **o**
  - d. contiene *artefactos* y/o carbono negro de cualquier tamaño; **o**
  - e. tiene  $\geq 100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$  en el extracto de Mehlich-3;y
4. no forma parte de un horizonte de diagnóstico distinto de un *horizonte cámbico*, *chérnico*, *móllico* o *úmbrico*.

#### Identificación en el campo

La tierra fina del material solimóvico puede ser de cualquier tamaño de partículas. Se pueden incluir algunos elementos gruesos de pequeño tamaño. El material solimóvico en general está imperfectamente granoclasificado. Puede mostrar alguna estratificación gruesa, pero la estratificación no es una característica típica debido a la naturaleza difusa o caótica del proceso de deposición. El material solimóvico tiende a

ocupar áreas de pendiente suave a moderadamente pronunciada (2-30%). Puede contener carbono negro o pequeños *artefactos* como piezas de ladrillos, cerámica y vidrio. En muchos casos, el material solimóvico tiene en su base una *discontinuidad lítica*.

La parte superior del material solimóvico muestra características (textura de tierra fina, color, pH y contenido de *carbono orgánico del suelo*) similares a la capa superficial del lugar de origen en los alrededores. En casos extremos, el perfil del suelo con el material solimóvico refleja el perfil del suelo erosionado de la parte alta de la ladera, con el material del horizonte superficial enterrado bajo el material formado en la parte subsuperficial. Una buena indicación de ello en un paisaje es un color variable de la superficie del suelo entre posiciones convexas y cóncavas.

### Información adicional

Las acumulaciones por movimientos rápidos de masas, como deslizamientos de tierra, derrumbes o caídas de árboles no cumplen con el conjunto de los criterios de diagnóstico del material solimóvico.

En ambientes agrícolas, el material solimóvico tiene principalmente una saturación de bases alta. Si no es natural, es el resultado del encalado o de la fertilización antes y/o después de haber sido erosionado.

En ediciones anteriores de la WRB, el material solimóvico se denominaba material colúvico. Sin embargo, el uso tradicional de la palabra "coluvial" es tan diferente entre países y tradiciones nacionales y ha cambiado tanto con el tiempo (Miller & Juilleret, 2020) que es mejor evitar este término y utilizar uno nuevo.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material solimóvico no está asociado con cuerpos de agua perennes (por ejemplo, ríos, lagos, o el mar); por lo tanto, se puede distinguir del *material flúvico*. Sin embargo, en posiciones de ladera baja, el *material flúvico* y el solimóvico pueden sedimentar alternándose o intergradándose entre sí y puede ser difícil diferenciarlos.

El material solimóvico no se aporta intencionalmente como, por ejemplo, el material del suelo en los *horizontes térricos*.

## 3.3.18 Material duro técnico

### Descripción general

El material duro técnico (del griego *technae*, arte) describe el material consolidado, creado o sustancialmente modificado por humanos.

### Criterios de diagnóstico

El material duro técnico:

1. es material consolidado resultado de procesos industriales o artesanales; **y**
2. tiene propiedades sustancialmente diferentes a las de los materiales naturales; **y**
3. es continuo o tiene un espacio libre que cubre < 5% de su extensión horizontal.

### Información adicional

Ejemplos de materiales duros técnicos son: asfalto, hormigón o una capa continua de piedras labradas.

### Relaciones con algunos otros diagnósticos

El material duro técnico, intacto, fracturado o compuesto, también cumple con los criterios de diagnóstico de *artefactos*.

### 3.3.19 Material téfrico

#### Descripción general

El material téfrico (del griego *tephra*, montón de ceniza) tiene muchos vidrios en la tierra fina. Están formados por tefra (es decir, por productos piroclásticos de erupciones volcánicas no consolidados, no meteorizados o solo ligeramente meteorizados), de depósitos téfricos (es decir, tefra que ha sido re TRABAJADA y mezclada con material de otras fuentes, que incluye loess téfrico, arena eólica téfrica y aluvión volcanogénico) o de vidrios resultantes de procesos industriales (por ejemplo, cenizas de centrales eléctricas que queman carbón o lignito).

#### Criterios de diagnóstico

El material téfrico:

1. tiene en la fracción entre  $> 0,02$  y  $\leq 2$  mm,  $\geq 30\%$  (por recuento de granos) de vidrio volcánico, agregados vítreos, otros minerales primarios revestidos de vidrio o vidrios resultantes de procesos industriales; y
2. no tiene *propiedades ándicas* o *vítricas*.

#### Información adicional

El material téfrico se refiere a la tierra fina, pero también pueden estar presentes elementos gruesos (incluyendo cenizas, lapilli, piedra pómez, piroclastos vesiculares similares a la piedra pómez, bloques y bombas volcánicas). La descripción original del material téfrico se basa en Hewitt (1992) y la incorporación de los *artefactos* se ha adaptado de Uzarowicz et al. (2017).

#### Relaciones con algunos otros diagnósticos

La meteorización progresiva del material téfrico conducirá a la formación de *propiedades vítricas*. Los vidrios resultantes de procesos industriales cumplen con los criterios de los *artefactos*.

## 4 Clave para los Grupos de Suelos de Referencia con listas de calificadores principales y suplementarios

**Antes de utilizar la clave, es necesario leer las "Reglas para la nomenclatura de suelos" (Capítulo 2).**

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Suelos que tienen uno o más de los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>material orgánico</i> que comienza a <math>\leq 40</math> cm de la superficie del suelo y tiene dentro de los 100 cm de la superficie del suelo un espesor combinado de: <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\geq 40</math> cm si <math>&lt; 75\%</math> (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) está formado por fibras de musgos; o</li> <li><math>\geq 60</math> cm;</li> </ol> o </li> <li><i>material orgánico</i> que comienza en la superficie del suelo, tiene un espesor <math>\geq 10</math> cm y sobreyace directamente a hielo, <i>roca continua</i> o <i>material duro técnico</i>;</li> <li>una capa de elementos gruesos que, junto con <i>el material orgánico</i> suprayacente, si está presente, comienza en la superficie del suelo y tiene un espesor de <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\geq 10</math> cm si sobreyace a <i>roca continua</i> o <i>material duro técnico</i>; o</li> <li><math>\geq 40</math> cm;</li> </ol> y la mayor parte de los poros visibles entre los elementos gruesos está rellena de <i>material orgánico</i> y los poros visibles restantes, si existen, no contienen material del suelo. </li> </ol> <p><b>HISTOSOLS</b></p>	<p>Muusic/ Rockic/ Mawic Cryic Thionic Folic Floatic Subaquatic/ Tidalic Fibric/ Hemic/ Sapric Leptic/ Thyric Murshic/ Drainic Ombric/ Rheic Coarsic Skeletal Andic Vitric</p>	<p>Alcalic/ Dystric/ Eutric Aric Bryic Dolomitic/ Calcaric Fluvic Gellic Hyperorganic Isolatic Lignic Limnic Limonie Mineralic Mullmic Ornithic Placic Pyric Relocatic Salic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Wapnic</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
<b>Histosols</b>	<b>102</b>	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un <i>horizonte hístico, irragrico, plágico o térrico</i> con <math>\geq 50</math> cm de espesor; o</li> <li>2. un <i>horizonte antrácuico</i> y un <i>horizonte hidrágrico</i> subyacente con un espesor combinado <math>\geq 50</math> cm; o</li> <li>3. un <i>horizonte prético</i>, cuyas capas tienen un espesor combinado <math>\geq 50</math> cm, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>ANTHROSOLS</b></p>	<p>Hydragric/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/Terric Gleyic Stagnic Ferralic/ Sideralic Andic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Alcalic/ Dystric/ Eutric Calcic Carbonic Dolomitic/ Calcaric Drainic Escalic Fluvic Glossic/ Retic Endoleptic/ Endothyric Novic Oxyaquic Panpaic Pyric Salic Skeletal Sodic Spodic Technic/ Kalaic Toxic Vertic Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios	
<p>Otros suelos:</p> <p>1. con todo lo siguiente:</p> <p>a. que tienen uno o ambos de los siguientes:</p> <p>i. <math>\geq 20\%</math> (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de <i>artefactos</i> en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad; <i>o</i></p> <p>ii. una capa, con <math>\geq 10</math> cm de espesor, que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo, con <math>\geq 80\%</math> (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de <i>artefactos</i>;</p> <p>y</p> <p>b. que no tienen una capa que contenga <i>artefactos</i> y califique como un horizonte <i>árgico, dúrico, ferrálico, férrico, frágico, hidrárgico, nátrico, nítico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico, petroplíntico, pisoplíntico, plíntico, espódico o vértico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo, a menos que esté enterrada;</p> <p>y</p> <p>c. que no tienen una capa limitante, a menos que consista en <i>artefactos</i>, que comience a <math>\leq 10</math> cm de la superficie del suelo;</p> <p><i>o</i></p> <p>2. que tienen una geomembrana construida continua, de permeabilidad muy lenta a impermeable y de cualquier espesor, o <i>material duro técnico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo.</p> <p><b>TECHNOSOLS<sup>1</sup></b></p> <p>.</p>	<p>Ekranic/ Thyric</p> <p>Linic</p> <p>Urbic</p> <p>Spolic</p> <p>Garbic</p> <p>Cryic</p> <p>Isolatic</p> <p>Leptic</p> <p>Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Reductic</p> <p>Coarsic</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Andic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Geoabruptic</p> <p>Alcalic/ Dystric/ Eutric</p> <p>Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p> <p>Archaic</p> <p>Calcic</p> <p>Cambic</p> <p>Carbonic</p> <p>Chernic/ Mollic/ Umbric</p> <p>Densic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Drainic</p> <p>Ferritic</p> <p>Fluvic</p> <p>Folic/ Histic</p> <p>Fractic</p> <p>Gelic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Gypsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Hyperartefactic</p> <p>Immissic</p> <p>Laxic</p> <p>Lignic</p> <p>Limnic</p> <p>Magnesianic</p> <p>Mahic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Panpaic/ Raptic</p> <p>Protic</p> <p>Pyric</p> <p>Relocatic</p> <p>Salic</p> <p>Sideralic</p> <p>Skeletal</p> <p>Sodic</p> <p>Solimovic</p>	<p>Protospodic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Tephric</p> <p>Thionic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vitric</p>

<sup>1</sup> Los Technosols pueden enterrar a otros suelos, los cuales se pueden indicar detrás de la clasificación del Technosol utilizando la palabra "over" en medio (consultar el Capítulo 2.4). Alternativamente, los horizontes de diagnóstico enterrados o las capas enterradas con una propiedad de diagnóstico se pueden indicar con el especificador Thapto- seguido de un calificador. El material del suelo sobreyaciendo a una geomembrana o a *material duro técnico* también se puede caracterizar mediante calificadores. Si no cumplen con los criterios de espesor o profundidad de estos calificadores, se puede utilizar el especificador Supra- (consultar el Capítulo 2.3.2).



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un <i>horizonte crítico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>2. un <i>horizonte crítico</i> que comienza a <math>\leq 200</math> cm de la superficie del suelo y evidencia de alteración criogénica (crioturbación, levantamiento por heladas, ordenación criogénica, agrietamiento térmico, segregación por hielo, suelo poligonal, etc.) en una capa dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.</li> </ol> <p><b>CRYOSOLS</b></p>	<p>Glacic Turbic Subaquatic/ Tidalic/ Reductaquic/ Oxyaquic Leptic Histic Andic Mollic/ Umbric Natric Salic Spodic Retic Alic/ Luvic Calcic/ Wapnic Yermic Protic Cambic Coarsic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Albic Alcalic/ Dystric/ Eutric Biocrustic Dolomitic/ Calcaric Drainic Epic/ Endic/ Dorsic Evapocrustic/ Puffic Fluvic Folic Gypsic Humic/ Ochric Limnic Magnesic Nechic Novic Ornithic Pyric Raptic Sodic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Thixotropic Toxic Transportic Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que: 1. tienen uno de los siguientes: a. <i>roca continua</i> que comienza a $\leq 25$ cm de la superficie del suelo; o b. $< 20\%$ (del volumen del suelo entero) de tierra fina más residuos vegetales muertos de cualquier tamaño <sup>2</sup> , promediado en una profundidad de 75 cm de la superficie del suelo o hasta <i>roca continua</i> , lo que esté a menor profundidad; y 2. no tienen un <i>horizonte dúrico</i> , <i>petrocálcico</i> , <i>petrodúrico</i> , <i>petrogípsico</i> , <i>pisoplíntico</i> o <i>espódico</i> .  <b>LEPTOSOLS</b>	Nudilithic/ Lithic Coarsic Skeletal Subaquatic/ Tidalic Histic Andic Rendzic/ Mollic/ Umbric Gypsic Calcic Cambic/ Brunic Yermic/ Takyrlic Folic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Drainic Fluvic Gelic Gleyic Humic/ Ochric Isolatic Lapiadic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Placic Protic Pyric Salic Sodic Solimovic Protospodic Stagnic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic Protovertic Vitric

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia					
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119
<b>Leptosols</b>	<b>106</b>	Plinthosols	113	Phaeozems	120
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122
				Gypsisols	123
				Calcisols	124
				Retisols	125
				Acrisols	126
				Lixisols	127
				Alisols	128
				Luvisols	129
				Cambisols	130
				Fluvisols	131
				Arenosols	132
				Regosols	133

<sup>2</sup>El volumen no ocupado ni por tierra fina ni por residuos vegetales muertos está ocupado por elementos gruesos, remanentes de capas cementadas fragmentadas  $> 2$  mm, *artefactos*  $> 2$  mm o poros visibles.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un <i>horizonte nátrico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>SOLONETZ</b></p>	<p>Abruptic Gleyic Stagnic Mollic Salic Gypsic Petrocalcic Calcic Vertic Yermic/ Takyric Nudinatric Albic Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Biocrustic Neocambic/ Neobrunic Chromic Columnic Cutanic Differentic Duric Epic/ Endic Ferric Fluvic Fractic Humic/ Ochric Magnesic Hypernatric Novic Oxyaquic Petroplinthic Pyric Raptic Retic Skeletal Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un <i>horizonte vértico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral; y</li> <li><math>\geq 30\%</math> de arcilla en todo el intervalo entre la superficie del suelo mineral y el <i>horizonte vértico</i>; y</li> <li><i>grietas de expansión-retracción</i> que comienzan: <ol style="list-style-type: none"> <li>en la superficie del suelo mineral; o</li> <li>en el límite inferior de una capa de labranza; o</li> <li>directamente debajo de una capa con estructura granular compuesta o en bloques angulares o subangulares, todas de grado fuerte y con un tamaño de agregados <math>\leq 1</math> cm (superficie autoacolchada); o</li> <li>directamente debajo de una costra superficial; y se extienden hasta el <i>horizonte vértico</i>.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>VERTISOLS</b></p>	<p>Salic Sodic Leptic Petroduric/ Duric Gypsic Petrocalcic Calcic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric Pellic Chromic Haplic</p>	<p>Alcalic/ Endodystic Aric Chernic/ Mollic Dolomitic/ Calcaric Drainic Epic/ Endic Hypereutric Ferric Fractic Gilgaic Gleyic Grumic/ Mazic/ Pelocrustic Gypsic Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Pyric Raptic Skeletal Stagnic Sulfidic Takyric Technic/ Kalaic Thionic Toxic Transporitic</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
<b>Vertisols</b>	<b>108</b>	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un <i>horizonte sálico</i> que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>2. no tienen un <i>horizonte tiónico</i> que comience a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo; y</li> <li>3. no están permanentemente sumergidos en agua y no están situados debajo de la línea afectada por el agua de las mareas (es decir, no se localizan debajo de la línea media alta de mareas vivas).</li> </ol> <p><b>SOLONCHAKS</b></p>	<p>Petrosalic Gleyic Stagnic Sodic Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Mollic Fluvic Yermic/ Takyric Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aceric Aeolic Alcalic Biocrustic Carbonatic/ Chloridic/ Sulfatic Densic Dolomitic/ Calcaric Drainic Duric Evapocrustic/ Puffic Folic/ Histic Fractic Gelic Gypsic Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Hypersalic Skeletal Solimovic Sulfidic Technic/ Kalaic Endothionic Toxic Transportic Turbic Vertic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen uno o más de los siguientes:</p> <p>1. una capa, con <math>\geq 25</math> cm de espesor, que comienza a <math>\leq 40</math> cm de la superficie del suelo mineral y tiene</p> <p>a. <i>propiedades gléyicas</i> en todo su espesor; y</p> <p>b. <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subcapa;</p> <p>o</p> <p>2. ambos de los siguientes:</p> <p>a. un horizonte <i>móllico</i> o <i>úmbrico</i>, con <math>&gt; 40</math> cm de espesor, que tiene <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subhorizonte, desde los 40 cm debajo de la superficie del suelo mineral hasta el límite inferior del <i>horizonte móllico</i> o <i>úmbrico</i>;</p> <p>y</p> <p>b. directamente debajo del <i>horizonte móllico</i> o <i>úmbrico</i>, una capa, con <math>\geq 10</math> cm de espesor, que tiene su límite inferior a <math>\geq 65</math> cm por debajo de la superficie del suelo mineral y tiene:</p> <p>i. <i>propiedades gléyicas</i> en todo su espesor; y</p> <p>ii. <i>condiciones reductoras</i> en algunas partes de cada subcapa;</p> <p>o</p> <p>3. saturación permanente de agua que comienza a <math>\leq 40</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>GLEYSOLS</b></p>	<p>Thionic</p> <p>Reductic</p> <p>Subaquatic/ Tidalic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p> <p>Histic</p> <p>Andic</p> <p>Vitric</p> <p>Chernic/ Mollic/ Umbric</p> <p>Pisoplinthic/ Plinthic</p> <p>Stagnic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Oxygleyic/ Reductigleyic</p> <p>Gypsic</p> <p>Calcic/ Wapnic</p> <p>Spodic</p> <p>Fluvic</p> <p>Gypsic</p> <p>Dolomitic/ Calcaric</p> <p>Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Abruptic</p> <p>Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic</p> <p>Alcalic</p> <p>Arenicolic</p> <p>Aric</p> <p>Drainic</p> <p>Ferralic/ Sideralic</p> <p>Folic</p> <p>Fractic</p> <p>Gelic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Inclinic</p> <p>Laxic</p> <p>Limnic</p> <p>Limonic</p> <p>Magnesianic</p> <p>Mulmic</p> <p>Nechic</p> <p>Novic</p> <p>Placic</p> <p>Pyric</p> <p>Raptic</p> <p>Relocatic</p> <p>Salic</p> <p>Skeletal</p> <p>Sodic</p> <p>Solimovic</p> <p>Sulfidic</p> <p>Takyr</p> <p>Technic/ Kalaic</p> <p>Tephric</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Uterquic</p> <p>Vertic</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123	Cambisols	130
Anthrosols	103	<b>Gleysols</b>	<b>110</b>	Ferralsols	117	Calcisols	124	Fluvisols	131
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125	Arenosols	132
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126	Regosols	133
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127		
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128		
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen una o más capas con <i>propiedades ándicas</i> o <i>vítricas</i> con un espesor combinado de: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>\geq 30</math> cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y comenzando a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo; o</li> <li>b. <math>\geq 60\%</math> de todo el espesor del suelo, si una capa limitante comienza a <math>&gt; 25</math> y <math>\leq 50</math> de la superficie del suelo;</li> </ol> </li> <li>2. no tiene un <i>horizonte árgico, ferrálico, petroplántico, pisoplántico, plántico</i> o <i>espódico</i> que comience a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo, a menos que esté enterrado a más de 50 cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>ANDOSOLS<sup>3</sup></b></p>	<p>Aluandic/ Silandic Vitric Leptic Hydragric/ Anthraquic Gleyic Hydric Histic Chernic/ Mollic/ Umbric Petroduric/ Duric Gypsic Calcic Tephric Aeolic Skeletal Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Protoandic Aric Dolomitic/ Calcaric Drainic Eutrosilic/ Acroxic Fluvic Folic Fragic Gelic Humic/ Ochric Mulmic Nechic Novic Oxyaquic Panpaic Placic Posic Pyric Reductic Sideralic Sodic Solimovic Protospodic Technic/ Kalaic Thixotropic Toxic Transportic Turbic</p>

<sup>3</sup> Los Andosols pueden enterrar a otros suelos, los cuales se pueden indicar detrás de la clasificación del Andosol utilizando la palabra "over" en medio (consultar el Capítulo 2.4). Alternativamente, los horizontes de diagnóstico enterrados o las capas enterradas con una propiedad de diagnóstico se pueden indicar con el especificador Thapto-seguido de un calificador.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un <i>horizonte espódico</i> que comienza a <math>\leq 200</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>PODZOLS</b></p>	<p>Ortsteinic Carbic/ Rustic Albic/ Entic Leptic Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Andic Vitric Stagnic Anthromollic/ Umbric Glossic/ Retic Acric/ Alic Coarsic Skeletal</p>	<p>Arenic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aric Neocambic/ Neobrunic Cordic Densic Drainic Epic/ Endic/ Dorsic Eutric Folic Fragic Gelic Limonic Novic Ornithic Oxyaquic Placic Pyric Raptic Sideralic Hyperspodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	<b>Podzols</b>	<b>112</b>	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un <i>horizonte plántico, pisoplántico</i> o <i>petroplántico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>PLINTHOSOLS</b></p>	<p>Petric Pisoplinthic Gibbsic Stagnic Geric Nitric Histic Mollic/ Umbric Albic Leptic Coarsic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Acric/ Lixic Aric Cohesic Drainic Duric Dystric/ Eutric Epic/ Endic Folic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Saprolithic Technic/ Kalaic Toxic Transportic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen una <i>diferencia textural abrupta</i> en <math>\leq 75</math> cm de la superficie del suelo mineral y tienen dentro de un intervalo de 5 cm directamente por encima o por debajo de la <i>diferencia textural abrupta</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>propiedades estágnicas</i>, en las cuales el área de los rasgos reductimorfos más el área de los rasgos oximorfos es <math>\geq 50\%</math> (en promedio ponderado) del área total (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación); y</li> <li>2. <i>condiciones reductoras</i> por algún tiempo durante el año, en algunas partes del volumen del suelo que tiene los rasgos reductimorfos.</li> </ol> <p><b>PLANOSOLS</b></p>	<p>Reductic Thionic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Chernic/ Mollic/ Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Petroduric/ Duric Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Alcalic Andic Aric Cambic Capillarie Chromic Cohesic Columnic Densic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nechic Novic Pyric Raptic Skeletal Sodic Solimovic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	<b>Planosols</b>	<b>114</b>	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>propiedades estagnicas</i>, en las cuales el área de los rasgos reductimorfos más el área de los rasgos oximorfos es <math>\geq</math> un tercio (en promedio ponderado) del área (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) desde la superficie del suelo mineral hasta una profundidad de 60 cm o hasta <i>roca continua</i>, lo que esté a menor profundidad; y</li> <li>2. <i>condiciones reductoras</i> por algún tiempo durante el año en algunas partes del volumen del suelo que tiene los rasgos reductimorfos dentro de los 60 cm de la superficie del suelo mineral o hasta <i>roca continua</i>, lo que esté a menor profundidad.</li> </ol> <p><b>STAGNOSOLS</b></p>	<p>Reductic Thionic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Chernic/ Mollic/ Umbric Albic Fluvic Vertic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Calcic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Endoabruptic Alcalic Aric Cambic Capillarie Cohesic Drainic Ferralic/ Sideralic Ferric Folic Fragic Gelic Gelistagnic Geric Humic/ Ochric Inclinic Magnesic Mochipic Nechic Nitric Novic Ornithic Pyric Raptic Rhodic/ Chromic Skeletalic Sodic Solimovic Protospodic Sulfidic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Uterquic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que: 1. tienen un <i>horizon nítico</i> que comienza a $\leq 100$ cm de la superficie del suelo mineral; y 2. tienen desde la superficie del suelo mineral hasta el <i>horizonte nítico</i> , un contenido de arcilla que es al menos la mitad del contenido de arcilla promedio ponderado del <i>horizonte nítico</i> ; y 3. no tienen un <i>horizonte vértico</i> que comience por encima o en el límite superior del <i>horizonte nítico</i> .  <b>NITISOLS</b>	Ferralic/ Sideralic Ferritic Leptic Rhodic/ Xanthic Geric Hydragric/ Anthraquic/ Pretic Profundihumic Mollic/ Umbric Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Dystric/ Eutric	Andic Aric Densic Epic/ Endic Ferric Endogleyic Humic/ Ochric Magnesic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Sodic Endostagnic Technic/ Kalaic Toxic Transportic

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	<b>Nitisols</b>	<b>116</b>	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un <i>horizonte ferrálico</i> que comienza a <math>\leq 150</math> cm de la superficie del suelo mineral;</li> <li>2. no tienen un <i>horizonte árgico</i> que comience por encima o en el límite superior del <i>horizonte ferrálico</i>, a menos que el <i>horizonte árgico</i> tenga, en sus 30 cm superiores o en todo el espesor, lo que sea más delgado, uno o más de los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <math>&lt; 10\%</math> de arcilla dispersable en agua; o</li> <li>b. un <math>\Delta pH (pH_{KCl} - pH_{agua}) \geq 0</math> (ambos en una solución 1:1); o</li> <li>c. <math>\geq 1,4\%</math> de <i>carbono orgánico del suelo</i>.</li> </ol> </li> </ol> <p><b>FERRALSOLS</b></p>	<p>Ferritic Gibbsic Rhodic/ Xanthic Geric Nitric Pretic Gleyic Stagnic Profundihumic Mollic/ Umbric Acric/ Lixic Skeletal Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Activic Andic Aric Cohesic Densic Dystric/ Eutric Epic/ Endic/ Dorsic Ferric Fluvic Folic Humic/ Ochric Isoptic Litholinic Novic Oxyaquic Posic Pyric Raptic Saprolithic Solimovic Sombric Technic/ Kalaic Toxic Transportic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen: 1. un <i>horizonte chérnico</i> ; y 2. una capa con <i>propiedades protocálcicas</i> , con $\geq 5$ cm de espesor, o un <i>horizonte cálcico</i> que comienza a $\leq 50$ cm por debajo del límite inferior del <i>horizonte móllico</i> <sup>4</sup> y se encuentra, si está presente, por encima de un <i>horizonte petrocálcico</i> ; y 3. una saturación de bases (por NH <sub>4</sub> OAc 1 M, pH 7) <sup>5</sup> $\geq 50\%$ en todo el intervalo de la superficie del suelo mineral hasta la capa con <i>propiedades protocálcicas</i> o hasta el <i>horizonte cálcico</i> .  <b>CHERNOZEMS</b>	Petroduric/ Duric Petrocalcic Leptic Hortic Gleyic Vertic Greyzemic Luvic Calcic Cambic Skeletal Vermic Tonguic Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Densic Fluvic Fractic Humic Novic Oxyaquic Pachic Pyric Raptic Salic Sodic Solimovic Sombric Stagnic Technic/ Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123	Cambisols	130
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124	Fluvisols	131
Technosols	104	Andosols	111	<b>Chernozems</b>	<b>118</b>	Retisols	125	Arenosols	132
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126	Regosols	133
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127		
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128		
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129		

<sup>4</sup> Cualquier *horizonte chérnico* también cumple con los criterios de un *horizonte móllico*. El *horizonte móllico* se puede extender hacia más abajo que el *horizonte chérnico*.

<sup>5</sup> Si los datos de saturación de bases no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un <i>horizonte móllico</i>; y</li> <li>2. una capa con <i>propiedades protocálcicas</i>, con <math>\geq 5</math> cm de espesor, o un <i>horizonte cálcico</i> que comienza a <math>\leq 70</math> cm de la superficie del suelo mineral y se encuentra, si está presente, por encima de un <i>horizonte petrocálcico</i>; y</li> <li>3. una saturación de bases (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7)<sup>6</sup> <math>\geq 50\%</math> en todo el intervalo de la superficie del suelo mineral hasta la capa con <i>propiedades protocálcicas</i> o hasta el <i>horizonte cálcico</i>.</li> </ol> <p><b>KASTANOZEMS</b></p>	<p>Someric  Petroduric/ Duric  Petrogypsic  Gypsic  Petrocalcic  Leptic  Hortic/ Terric  Gleyic  Fluvic  Vertic  Luvic  Calcic  Cambic/ Brunic  Skeletal  Tonguic  Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/  Siltic  Andic  Anthric  Aric  Chromic  Densic  Fractic  Gelic  Humic  Laxic  Magnesic  Novic  Oxyaquic  Pachic  Panpaic/ Raptic  Pyric  Salic  Sodic  Solimovic  Sombric  Stagnic  Technic/ Kalaic  Tephric  Transportic  Turbic  Vitric</p>

<sup>6</sup> Si los datos de saturación de bases no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen: 1. un <i>horizonte móllico</i> ; y 2. una saturación de bases (por $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 M, pH 7) <sup>7</sup> $\geq 50\%$ en todas partes hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad.  <b>PHAEOZEMS</b>	Rendzic Chernic/ Someric Mulmic Petroduric/ Duric Petrocalcic Endocalcic Leptic Irragric/ Hortic/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Fluvic Vertic Greyzemic Glossic/ Retic Lixic/ Luvic Cambic/ Brunic Skeletal Vermic Tonguic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Albic Andic Anthric Aric Columnic Densic Ferralic/ Sideralic Folic Fractic Humic Isolatic Laxic Limonie Magnesic Nechic Novic Oxyaquic Pachic Panpaic/ Raptic Pyric Relocatic Rhodic/ Chromic Salic Sodic Solimovic Sombric Technic/ Kalaic Tephric Transportic Turbic Vitric

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia					
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119
Leptosols	106	Plinthosols	113	<b>Phaeozems</b>	<b>120</b>
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122
				Gypsisols	123
				Calcisols	124
				Retisols	125
				Acrisols	126
				Lixisols	127
				Alisols	128
				Luvisols	129
				Cambisols	130
				Fluvisols	131
				Arenosols	132
				Regosols	133

<sup>7</sup> Si los datos de saturación de bases no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen un <i>horizonte úmbrico, móllico u hórtico</i> .  <b>UMBRISOLS</b>	Hortic/ Plaggic/ Pretic/ Terric Chernic/ Mollic/ Someric Mulmic Fragic Leptic Gleyic Stagnic Fluvic Greyzemic Glossic/ Retic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Cambic/ Brunic Skeletal Tonguic Endodolomitic/ Endocalcaric Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Albic Andic Anthric Aric Densic Drainic Dystric/ Eutric Ferralic/ Sideralic Folic Gelic Humic Isolatic Laxic Limonie Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Pachic Panpaic/ Raptic Placic Pyric Relocatic Rhodic/ Chromic Solimovic Sombric Protospodic Sulfidic Technic/ Kalaic Thionic Toxic Transportic Turbic Vitric

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que tienen un <i>horizonte petrodúrico</i> o <i>dúrico</i> que comienza a $\leq 100$ cm de la superficie del suelo mineral.  <b>DURISOLS</b>	Petric Petrogypsic Gypsic Petrocalcic Calcic Leptic Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/ Takyric Andic Gypsic Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aeolic Aric Biocrustic Chromic Cohesic Epic/ Endic Gleyic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Novic Pyric Raptic Salic Sideralic Sodic Stagnic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Vertic

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia									
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123	Cambisols	130
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124	Fluvisols	131
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125	Arenosols	132
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126	Regosols	133
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127		
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128		
Vertisols	108	Stagnosols	115	<b>Durisols</b>	<b>122</b>	Luvisols	129		

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tienen un <i>horizonte gípsico</i> o <i>petrogípsico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral; y</li> <li>2. no tienen un <i>horizonte árgico</i> que comience por encima o en el límite superior del <i>horizonte gípsico</i> o <i>petrogípsico</i>, a menos que el <i>horizonte árgico</i> contenga yeso secundario o carbonatos secundarios, en todo su espesor.</li> </ol> <p><b>GYPSISOLS</b></p>	<p>Petric  Petrocalcic  Calcic  Leptic  Gleyic  Stagnic  Lixic/ Luvic  Cambic  Coarsic  Fractic  Skeletal  Yermic/ Takyric  Calcaric  Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/  Siltic  Abruptic  Aeolic  Aric  Biocrustic  Epic/ Endic  Fluvic  Hypergypsic  Humic/ Ochric  Isoptic  Naramic  Novic  Panpaic/ Raptic  Pyric  Salic  Sodic  Technic/ Kalaic  Toxic  Transportic  Turbic  Vertic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos que: 1. tienen un <i>horizonte cálcico</i> o <i>petrocálcico</i> que comienza a $\leq 100$ cm de la superficie del suelo mineral; y 2. no tienen un <i>horizonte árgico</i> que comience por encima o en el límite superior del <i>horizonte cálcico</i> o <i>petrocálcico</i> , a menos que el <i>horizonte árgico</i> contenga carbonatos secundarios, en todo su espesor.  <b>CALCISOLS</b>	Petric Leptic Gleyic Stagnic Lixic/ Luvic Cambic Coarsic Fractic Skeletal Yermic/ Takyric Gypsic Haplic	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Abruptic Aeolic Aric Biocrustic Hypercalcic Densic Epic/ Endic Fluvic Gellic Protogypsic Humic/ Ochric Isoptic Magnesic Naramic Novic Panpaic/ Raptic Pyric Rhodic/ Chromic Salic Sodic Solimovic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vertic

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	<b>Calcisols</b>	<b>124</b>
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						Arenosols	132
						Regosols	133

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral y <i>propiedades réticas</i> en su límite superior.</p> <p><b>RETISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Glossic Leptic Plaggic/ Pretic/ Terric Histic Gleyic Stagnic Sideralic Nudiargic Neocambic/ Neobrunic Albic Calcic Skeletal Endodolomitic/ Endocalcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aric Cutanic Densic Differentic Drainic Epic/ Endic Folic Gelic Humic/ Ochric Lamellic Nechic Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Solimovic Protospodic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <p>1. un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral;</p> <p>y</p> <p>2. una CIC (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) <math>&lt; 24 \text{ cmol}_e \text{ kg}^{-1}</math> arcilla en algún subhorizonte del <i>horizonte árgico</i> dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral;</p> <p>y</p> <p>3. Al intercambiable <math>&gt; (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})^8</math> intercambiables en la mitad o más de:</p> <p>a. el intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral; o</p> <p>b. la mitad inferior del suelo mineral por encima de una capa limitante que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral,</p> <p>lo que esté a menor profundidad.</p> <p><b>ACRISOLS</b></p>	<p>Abruptic</p> <p>Fragic</p> <p>Leptic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic/ Pretic/ Terric</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Ferralic</p> <p>Rhodic/ Chromic/ Xanthic</p> <p>Nudiargic</p> <p>Lamellic</p> <p>Albic</p> <p>Ferric</p> <p>Skeletal</p> <p>Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Andic</p> <p>Aric</p> <p>Neocambic/ Neobrunic</p> <p>Cohesic</p> <p>Cutanic</p> <p>Densic</p> <p>Differentic</p> <p>Hyperdystric/ Epieutric</p> <p>Epic/ Endic</p> <p>Geric</p> <p>Gibbsic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Magnesic</p> <p>Nechic</p> <p>Nitic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Posic</p> <p>Profondic</p> <p>Pyric</p> <p>Raptic</p> <p>Saprolithic</p> <p>Sodic</p> <p>Solimovic</p> <p>Sombric</p> <p>Technic/ Kalaic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Vitric</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia					
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122
				Gypsisols	123
				Calcisols	124
				Retisols	125
				<b>Acrisols</b>	<b>126</b>
				Lixisols	127
				Alisols	128
				Luvisols	129
				Cambisols	130
				Fluvisols	131
				Arenosols	132
				Regosols	133

<sup>8</sup> Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ . Si esos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral; y</li> <li>2. una CIC (por <math>\text{NH}_4\text{OAc}</math> 1 M, pH 7) <math>&lt; 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}</math> arcilla en algún subhorizonte del horizonte árgico dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>LIXISOLS</b></p>	<p> Abruptic  Fragic  Petrocalcic  Leptic  Hydragric/ Anthraquic/  Pretic/ Terric  Gleyic  Stagnic  Ferralic  Rhodic/ Chromic/ Xanthic  Nudiargic  Lamellic  Albic  Ferric  Gypsic  Calcic  Yermic/ Takyric  Skeletal  Haplic </p>	<p> Arenic/ Clayic/ Loamic/  Siltic  Andic  Aric  Neocambic/ Neobrunic  Cohesic  Columnic  Cutanic  Densic  Differentic  Epidystic/ Hypereutric  Epic/ Endic  Fractic  Geric  Gibbsic  Humic/ Ochric  Magnesic  Nechic  Nitic  Novic  Oxyaquic  Profondic  Pyric  Raptic  Saprolithic  Sodic  Solimovic  Technic/ Kalaic  Toxic  Transportic  Vitric </p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <p>1. un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral;</p> <p>y</p> <p>2. Al intercambiable <math>&gt; (Ca+Mg+K+Na)^9</math> intercambiables en la mitad o más de:</p> <p>a. el intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral; o</p> <p>b. la mitad inferior del suelo mineral por encima de una capa limitante que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral,</p> <p>lo que esté a menor profundidad.</p> <p><b>ALISOLS</b></p>	<p>Abruptic</p> <p>Fragic</p> <p>Leptic</p> <p>Hydragric/ Anthraquic/ Plaggic/ Pretic/ Terric</p> <p>Gleyic</p> <p>Stagnic</p> <p>Vertic</p> <p>Rhodic/ Chromic</p> <p>Nudiargic</p> <p>Lamellic</p> <p>Albic</p> <p>Ferric</p> <p>Skeletal</p> <p>Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic</p> <p>Andic</p> <p>Aric</p> <p>Neocambic/ Neobrunic</p> <p>Cutanic</p> <p>Densic</p> <p>Differentic</p> <p>Hyperdystric/ Epieutric</p> <p>Epic/ Endic</p> <p>Fluvic</p> <p>Folic</p> <p>Gelic</p> <p>Humic/ Ochric</p> <p>Hyperallic</p> <p>Magnesian</p> <p>Nechic</p> <p>Nitic</p> <p>Novic</p> <p>Oxyaquic</p> <p>Profondic</p> <p>Pyric</p> <p>Raptic</p> <p>Sodic</p> <p>Solimovic</p> <p>Protosodic</p> <p>Technic/ Kalaic</p> <p>Toxic</p> <p>Transportic</p> <p>Turbic</p> <p>Vitric</p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia					
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122
				Gypsisols	123
				Calcisols	124
				Retisols	125
				Acrisols	126
				Lixisols	127
				<b>Alisols</b>	<b>128</b>
				Luvisols	129
				Cambisols	130
				Fluvisols	131
				Arenosols	132
				Regosols	133

<sup>9</sup> Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).



Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen un <i>horizonte árgico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral.</p> <p><b>LUVISOLS</b></p>	<p>Abruptic Fragic Petrocalcic Leptic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Pretic/ Terric Gleyic Stagnic Vertic Rhodic/ Chromic Nudiargic Lamellic Albic Ferric Gypsic Calcic Yermic/ Takyric Skeletal Dolomitic/ Calcaric Haplic</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Andic Aric Neocambic /Neobrunic Columnic Cutanic Densic Differentic Epidystic/ Hypereutric Epic/ Endic Escalic Fluvic Fractic Gelic Humic/ Ochric Magnesic Nechic Nitric Novic Oxyaquic Profondic Pyric Raptic Sodic Solimovic Technic/ Kalaic Toxic Transportic Turbic Vitric</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>un <i>horizonte cámbico</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo mineral; y</li> <li>tiene su límite inferior a <math>\geq 25</math> cm de la superficie del suelo mineral; o</li> </ol> </li> <li>un <i>horizonte antrácuico, hidrágrico, irrágico, plágico, prético o térrico</i>; o</li> <li>un <i>horizonte frágico, tiónico</i> o <i>vértico</i> que comienza a <math>\leq 100</math> cm de la superficie del suelo mineral; o</li> <li>un <i>horizonte tsitélico</i> con una clase textural franco arenosa o más fina que comienza a <math>\leq 50</math> cm de la superficie del suelo mineral; o</li> <li>una o más capas con <i>propiedades ándicas</i> o <i>vítricas</i> con un espesor combinado <math>\geq 15</math> cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.</li> </ol> <p><b>CAMBISOLS</b></p>	<p>Fragic Thionic Hydragric/ Anthraquic/ Irragric/ Plaggic/ Pretic/ Terric Tsitelic Vertic Andic Vitric Leptic Histic Gleyic Stagnic Solimovic Fluvic Sideralic Rhodic/ Chromic Skeletal Yermic/ Takyrlic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Geoabruptic Aeolic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cohesic Columnic Densic Drainic Escallic Ferric Folic Fractic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/ Ochric Isoptic Laxic Limonic Litholinic Magnesic Nechic Novic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Protosodic Sulfidic Technic/ Kalaic Tephric Toxic Transportic Turbic</p>

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen <i>material flúvico</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. con <math>\geq 25</math> cm de espesor y comenzando a <math>\leq 25</math> cm de la superficie del suelo mineral; <i>o</i></li> <li>2. desde el límite inferior de una capa de labranza que tenga <math>\leq 40</math> cm de espesor, hasta una profundidad <math>\geq 50</math> cm de la superficie del suelo mineral.</li> </ol> <p><b>FLUVISOLS<sup>10</sup></b></p>	<p>Tidalic  Pantofluvic/ Anofluvic/  Orthofluvic  Leptic  Histic  Gleyic  Stagnic  Skeletal  Tephric  Yermic/ Takyric  Protic  Gypsic  Dolomitic/ Calcaric  Dystric/ Eutric</p>	<p>Arenic/ Clayic/ Loamic/  Siltic  Geoabruptic  Alcalic  Arenicolic  Aric  Protocalcic  Densic  Drainic  Folic  Gelic  Humic/ Ochric  Limnic  Limonie  Magnesic  Nechic  Oxyaquic  Panpaic  Placic  Pyric  Salic  Sideralic  Sodic  Sulfidic  Technic/ Kalaic  Toxic  Transportic  Turbic  Protovertic</p>

<sup>10</sup> Los Fluvisols pueden enterrar a otros suelos, los cuales se pueden indicar detrás de la clasificación del Fluvisol utilizando la palabra "over" en medio (consultar el Capítulo 2.4). Alternativamente, los horizontes de diagnóstico enterrados o las capas enterradas con una propiedad de diagnóstico se pueden indicar con el especificador Thapto-seguido de un calificador.

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
<p>Otros suelos que tienen dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>una clase textural en promedio ponderado areno franca o arenosa; y</li> <li>capas de textura más fina, si están presentes, con un espesor combinado &lt; 15 cm; y</li> <li>capas con <math>\geq 40\%</math> (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos, si están presentes, con un espesor combinado &lt; 15 cm.</li> </ol> <p><b>ARENOSOLS<sup>11</sup></b></p>	<p> Tidalic  Aeolic  Solimovic  Tephric  Tsitelic  Brunic  Gleyic  Sideralic  Yermic  Protic  Transportic  Relocatic  Gypsic  Dolomitic/ Calcaric  Dystric/ Eutric </p>	<p> Geoabruptic  Alcalic  Arenicollic  Aric  Biocrustic  Protocalic  Carbonic  Cordic  Folic  Gelic  Protogypsic  Humic/ Ochric  Hydrophobic  Isoptic  Lamellic/ Protoargic  Limonic  Nechic  Novic  Ornithic  Oxyaquic  Panpaic/ Raptic  Placic  Pyric  Rhodic/ Chromic/ Rubic/  Claric  Salic  Sodic  Bathyspodic  Protospodic  Stagnic  Sulfidic  Technic/ Kalaic  Toxic  Turbic </p>

Resumen de la clave para los Grupos de Suelos de Referencia							
Histosols	102	Solonchaks	109	Nitisols	116	Gypsisols	123
Anthrosols	103	Gleysols	110	Ferralsols	117	Calcisols	124
Technosols	104	Andosols	111	Chernozems	118	Retisols	125
Cryosols	105	Podzols	112	Kastanozems	119	Acrisols	126
Leptosols	106	Plinthosols	113	Phaeozems	120	Lixisols	127
Solonetz	107	Planosols	114	Umbrisols	121	Alisols	128
Vertisols	108	Stagnosols	115	Durisols	122	Luvisols	129
						Cambisols	130
						Fluvisols	131
						<b>Arenosols</b>	<b>132</b>
						Regosols	133

<sup>11</sup> Los Arenosols pueden enterrar a otros suelos, los cuales se pueden indicar detrás de la clasificación de los Arenosols utilizando la palabra "over" en medio (consultar el Capítulo 2.4). Alternativamente, los horizontes de diagnóstico enterrados o las capas enterradas con una propiedad de diagnóstico se pueden indicar con el especificador Thapto- seguido de un calificador. Los Arenosols pueden tener horizontes de diagnóstico a profundidades > 100 cm. Estos se pueden indicar con el especificador Bathy- seguido de un calificador; por ejemplo, Bathyacric (> 100 cm), Bathyspodic (> 200 cm).

Clave para los Grupos de Suelos de Referencia	Calificadores principales	Calificadores suplementarios
Otros suelos:  <b>REGOSOLS</b>	Tidalic Leptic Solimovic Aeolic Tephric Brunic Gleyic Stagnic Skeletal Vermic Yermic/ Takyric Protic Transportic Relocatic Gypsic Dolomitic/ Calcaric Dystric/ Eutric	Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Geoabruptic Alcalic Aric Biocrustic Protocalcic Carbonic Cordic Densic Drainic Escalic Fluvic Folic Gelic Gelistagnic Protogypsic Humic/ Ochric Isolatic Isoptic Magnesic Nechic Ornithic Oxyaquic Panpaic/ Raptic Pyric Salic Saprolithic Sodic Technic/ Kalaic Toxic Turbic Protovertic

## 5 Definiciones de los calificadores

**Antes de utilizar los calificadores, es necesario leer las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2).**

Las definiciones de los calificadores para las unidades de segundo nivel se refieren a los GSR, los horizontes, las propiedades y los materiales de diagnóstico y a atributos como el color, las condiciones químicas, la textura, etc. Las referencias a los GSR definidos en el Capítulo 4 y a los diagnósticos enumerados en el Capítulo 3 se muestran *en cursiva*.

Normalmente, solo son posibles un número limitado de combinaciones en un nombre de suelo; muchas de las definiciones hacen que los calificadores se excluyan mutuamente.

### Reglas generales

1. **Los subcalificadores** (consultar el Capítulo 2.3), **que se pueden utilizar en el nombre del suelo en lugar del calificador listado en la Clave** (Capítulo 4), se encuentran debajo de la definición del calificador respectivo (por ejemplo, Protocalcic se encuentra debajo de Calcic). **Los subcalificadores que no pueden reemplazar a un calificador de la lista**, se encuentran en orden alfabético (por ejemplo, Hyperallic).
2. Si el usuario puede construir un subcalificador relacionado con requisitos de profundidad, **el número indica qué regla se aplica**: (1), (2), (3), (4), (5). Si no se indica ningún número, dichos subcalificadores no se pueden construir.

### Definiciones

**Abruptic (ap)** (del latín *abruptus*, abrupto): que tiene una *diferencia textural abrupta* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral (1).

**Geoabruptic (go)** (del griego *gaia*, tierra): que tiene una *diferencia textural abrupta*, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, que no está asociada con el límite superior de un *horizonte árgico, nátrico o espódico* (1).

**Aceric (ae)** (del latín *acer*, agudo): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una capa con un pH (1:1 en agua) entre  $\geq 3,5$  y  $< 5$  y concentraciones de jarosita (*solo en Solonchaks*) (2).

**Acric (ac)** (del latín *acer*, agudo): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en algún subhorizonte dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral; y tiene Al intercambiable  $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$  intercambiables en la mitad o más del intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de una capa limitante que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Acroxic (ao)** (del latín *acer*, agudo, y griego *oxys*, agrio): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm y con  $< 2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin tamponar) en la fracción de tierra fina (*solo en Andosols*) (2).

**Activic (at)** (del latín *activus*, activo): que tiene por encima de un *horizonte ferrálico* una capa, con  $\geq 30$  cm

de espesor, con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla y  $< 0,6\%$  de *carbono orgánico del suelo* (solo en Ferralsols) (2).

**Aeolic (ay)** (del griego *aiolos*, rey de los vientos): que tiene *material eólico* (2: solo Ano- y Panto-).

**Albic (ab)** (del latín *albus*, blanco): que tiene un *horizonte álbico* que comienza a  $\leq 100 \text{ cm}$  de la superficie del suelo mineral (2).

**Alcalic (ax)** (del árabe *al-qali*, ceniza que contiene sal): que tiene:

- en *Histosols*, un pH (1:1 en agua)  $\geq 8,5$  en el *material orgánico* dentro de los 50 cm de la superficie del suelo,
  - en otros suelos, un pH (1:1 en agua)  $\geq 8,5$  en los 50 cm superiores de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad,
- y cumple con el conjunto de criterios de diagnóstico del calificador Eutric.

**Alic (al)** (del latín *alumen*, alumbre): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100 \text{ cm}$  de la superficie del suelo mineral con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en todo su espesor dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral; y tiene Al intercambiable  $> (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$  intercambiables en la mitad o más del intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral, por encima de una capa limitante que comienza a  $\leq 100 \text{ cm}$  de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Aluandic (aa)** (del latín *alumen*, alumbre, y del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 15 \text{ cm}$  con *propiedades ándicas* y un contenido de  $\text{Si}_{\text{ox}} < 0,6\%$  (2).

**Andic (an)** (del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con *propiedades ándicas* o *vítricas*, con un espesor combinado  $\geq 30 \text{ cm}$  (en *Cambisols*  $\geq 15 \text{ cm}$ ), de las cuales  $\geq 15 \text{ cm}$  (en *Cambisols*  $\geq 7,5 \text{ cm}$ ) tienen *propiedades ándicas* (2).

**Protoandic (qa)** (del griego *proton*, primero): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 15 \text{ cm}$  con un valor  $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}} \geq 1,2\%$ , una densidad aparente  $\leq 1,2 \text{ kg dm}^{-3}$  y una retención de fosfatos  $\geq 55\%$ ; y no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Andic (2).

**Nota:** Para la densidad aparente, se determina el volumen tras someter una muestra de suelo a una succión de 33 kPa (sin secado previo) y luego se determina el peso a  $105^\circ\text{C}$  (consultar el Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Anthraquic (aq)** (del griego *anthropos*, ser humano, y del latín *aqua*, agua): que tiene un *horizonte antrácuico* y no tiene un *horizonte hidrágrico*.

**Anthric (ak)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene *propiedades ántricas*.

**Archaic (ah)** (del griego *archae*, principio): que tiene una capa, con  $\geq 20 \text{ cm}$  de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, con  $\geq 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, de los cuales  $\geq 50\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) resultan de procesos pre-industriales; por ejemplo, cerámicas que muestran rastros de producción manual, cerámicas

que se pueden romper fácilmente o cerámicas que contienen arena (*solo en Technosols*) (2).

**Arenic (ar)** (del latín *arena*, arena): está formado por *material mineral* y tiene, solo o en combinación, una clase textural arenosa o areno franca:

- en una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm, que ocurren dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 10$  y  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Arenicolic (ad)** (relacionado con el género de gusanos *Arenicola*): que tiene  $\geq 50\%$  (en promedio ponderado, en volumen) de canales de gusanos, excrementos de gusanos o canales rellenos en una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor, que ocurre en una zona de mareas.

**Aric (ai)** (del latín *arare*, arar): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo, está homogeneizada por el arado y tiene un límite inferior abrupto o muy abrupto (2: solo Ano- y Panto-).

**Arzic (az)** (del turco *arz*, corteza de la tierra): que está saturado de agua subterránea o de corrientes de agua en una capa dentro de los 50 cm de la superficie del suelo durante algún tiempo en la mayoría de los años; y que contiene  $\geq 15\%$  de yeso promediado sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (*solo en Gypsisols*).

**Biocrustic (bc)** (del griego *bios*, vida, y del latín *crusta*, costra): que tiene una costra biológica superficial.

**Brunic (br)** (del bajo alemán *brun*, pardo): que tiene una capa, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral y cumple con los criterios de diagnóstico 3 y 4 del *horizonte cámbico*, pero no cumple con el criterio de diagnóstico 1 ni está formado por *material clárico*.

**Neobrunic (nb)** (del griego *neos*, nuevo): que tiene una capa, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral y cumple con los criterios de diagnóstico 3 y 4 del *horizonte cámbico*, pero no cumple con el criterio de diagnóstico 1 ni está formado por *material clárico* y sobreyace a:

- un *horizonte álbico* que sobreyace a un *horizonte árgico*, *nátrico* o *espódico*, o
- una capa con *propiedades réticas*.

**Bryic (by)** (del griego *bryon*, musgo):  $\geq 75\%$  (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) del *material orgánico* dentro de 100 cm de la superficie del suelo está formado por fibras de musgos.

**Calcaric (ca)** (del latín *calcarius*, que contiene cal): que tiene *material calcárico*:

- en una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral;
- y no tiene un *horizonte cálcico* o *petrocálcico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Calcic (cc)** (del latín *calx*, cal): que tiene un *horizonte cálcico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).



**Hypercalcic (jc)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte cálcico* con un carbonato de calcio equivalente  $\geq 50\%$  que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Protocalcic (qc)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa con *propiedades protocálcicas* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral; y no tiene un *horizonte cálcico* o *petrocálcico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (*no se aplica en Chernozems ni Kastanozems, donde las propiedades protocálcicas son parte de la definición*) (2).

**Cambic (cm)** (del latín *cambire*, cambiar): que tiene un *horizonte cámbico* que no está formado por *material clárico* y comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Neocambic (nc)** (del griego *neos*, nuevo): que tiene un *horizonte cámbico* que no está formado por *material clárico*, comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral y sobreyace a:

- un *horizonte álbico* que sobreyace a un *horizonte árgico*, *nátrico* o *espódico*, o
- una capa con *propiedades réticas*.

**Capillarie (cp)** (del latín *capillus*, pelo): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, y tiene tan pocos macroporos que la saturación de agua de los poros capilares provoca *condiciones reductoras*.

**Carbic (cb)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene un *horizonte espódico* con un color Munsell con brillo  $\leq 2$ , en húmedo, en todo su espesor ('Humus Podzols'; *solo en Podzols*).

**Carbonatic (cn)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene un *horizonte sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con un  $\text{pH} \geq 8,5$  y  $[\text{HCO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > 2*[\text{Cl}^-]$  (*solo en Solonchaks*).

**Carbonic (cx)** (del latín *carbo*, carbón): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene  $\geq 5\%$  carbono orgánico que pertenece a *artefactos* (2).

**Chernic (ch)** (del ruso *chorniy*, negro): que tiene un *horizonte chérnico* (2: solo Ano- y Panto-).

**Tonguichernic (tc)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un *horizonte chérnico* que penetra en forma de lenguas en una capa subyacente (2: solo Ano- y Panto-; referido al límite inferior del *horizonte chérnico*).

**Chloridic (cl)** (del griego *chloros*, amarillo-verde): que tiene un *horizonte sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con  $[\text{Cl}^-] > 2*[\text{SO}_4^{2-}] > 2*[\text{HCO}_3^-]$  (*solo en Solonchaks*).

**Chromic (cr)** (del griego *chroma*, color): que tiene, entre 25 y 150 cm de la superficie del suelo mineral, una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que muestra evidencia de formación del suelo como se define en el criterio 3 del *horizonte cámbico* y tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell con matiz más rojo que 7.5YR y croma  $> 4$ , ambos en húmedo, y no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Rhodic.

**Claric (cq)** (del latín *clarus*, claro): que tiene, entre 25 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que está formada por *material clárico*, y el suelo no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Bathypodic (*solo en Arenosols*) (2: excepto Epi-).

**Clayic (ce)** (del inglés *clay*, arcilla): está formado por *material mineral* y tiene, solo o en combinación, una clase textural arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa:

- en una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm, que ocurren dentro de los 100 cm de la

superficie del suelo mineral, o

- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 10$  y  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral  
(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Coarsic (cs)** (del inglés *coarse*, grueso): que tiene  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero) de tierra fina más residuos vegetales muertos de cualquier tamaño, promediado en una profundidad de 75 cm desde la superficie del suelo o hasta una capa limitante que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo, lo que esté a menor profundidad.

**Nota:** El volumen no ocupado ni por tierra fina ni por residuos vegetales muertos está ocupado por elementos gruesos, remanentes de capas cementadas fragmentadas  $> 2$  mm, *artefactos*  $> 2$  mm o poros visibles.

**Cohesic (co)** (del latín *cohaerere*, pegarse): que tiene un *horizonte cohésico* que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Columnic (cu)** (del latín *columna*, columna): que tiene una capa, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene estructura columnar (2).

**Cordic (cd)** (del latín *corda*, cuerda): que tiene dos o más acumulaciones en bandas, con  $\geq 0,5$  y  $< 2,5$  cm de espesor, que no están cementadas, tienen contenidos más altos de óxidos de Fe y/o de materia orgánica que los de las capas directamente suprayacente y subyacente, no cumplen con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Lamellic y tienen un espesor combinado  $\geq 2,5$  cm dentro de 50 cm; la banda superior comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Crylic (cy)** (del griego *kryos*, frío, hielo):

- que tiene un *horizonte críico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, o
- que tiene un *horizonte críico* que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo y evidencia de alteración criogénica en una capa a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo  
(1; solo Epi- y Endo-; referido al límite superior del *horizonte críico*).

**Cutanic (ct)** (del latín *cutis*, piel): que tiene un *horizonte árgico* o *nátrico* que cumple con los criterios de diagnóstico 2.b del horizonte respectivo.

**Densic (dn)** (del latín *densus*, denso): que tiene, dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral, una capa con una densidad aparente tal que las raíces no pueden penetrar, excepto a lo largo de grietas.

**Differentic (df)** (del latín *differentia*, diferencia): que tiene un *horizonte árgico* o *nátrico* que cumple con los criterios de diagnóstico 2.a del horizonte respectivo.

**Dolomitic (do)** (del mineral dolomita, llamado así por el geocientífico francés *Déodat de Dolomieu*): que tiene *material dolomítico*:

- en una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral  
(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Dorsic (ds)** (del latín *dorsum*, en posición inferior):

- en *Cryosols*, el *horizonte crítico* comienza a  $> 100$  cm de la superficie del suelo,
- en *Ferralsols* y *Podzols*, el *horizonte ferrálico/espódico* comienza a  $> 100$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Drainic (dr)** (del francés *drainer*, drenar): que ha sido drenado artificialmente

**Duric (du)** (del latín *durus*, duro): que tiene un *horizonte dúrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hyperduric (ju)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte dúrico* con  $\geq 50\%$  (del volumen del suelo entero) de durinodos o remanentes de un *horizonte petrodúrico* fragmentado que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Dystric (dy)** (del griego *dys*, malo, y *trophae*, alimento): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5,5$  en la mitad o más de la parte con *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos que tienen una capa limitante que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral, Al intercambiable  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables en la mitad o más de los 5 cm de la mayor profundidad posible que esté formada por *material mineral*,
- en otros suelos que tienen una o más capas formadas por *material mineral*:
  - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo mineral,
 lo que esté a menor profundidad,

Al intercambiable  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables en la mitad o más de su espesor combinado (3).

**Hyperdystric (jd)** (del griego *hyper*, sobre): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}}$  de  $< 5,5$  en todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y  $< 4,5$  en la mayor parte con *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
  - en otros suelos, que tienen *material mineral* en todo el espesor:
    - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
    - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo mineral,
 lo que esté a menor profundidad,
- Al intercambiable  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables y en su mayor parte Al intercambiable  $> 4$  veces  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables.

**Orthodystric (od)** (del griego *orthos*, justo): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5,5$  en todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
  - en otros suelos, que tienen *material mineral* en todo el espesor:
    - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
    - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo mineral,
 lo que esté a menor profundidad,
- Al intercambiable  $> (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables.

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Ekranic (ek)** (del francés *écran*, escudo): que tiene *material duro técnico* que comienza a  $\leq 5$  cm de la

superficie del suelo (*solo en Technosols*).

**Endic (ed)** (del griego *endon*, adentro):

- en *Cryosols*, el *horizonte crítico* comienza a  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos, el horizonte de diagnóstico superior, correspondiente al GRS, no cumpliendo con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Petric, comienza a  $> 50$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Entic (et)** (del latín *recens*, reciente): no tiene un *horizonte álbico* por encima del *horizonte espódico* (solo en *Podzols*).

**Epic (ep)** (del griego *epi*, sobre):

- en *Cryosols*, el *horizonte crítico* comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos, el horizonte de diagnóstico superior, correspondiente al GRS, no cumpliendo con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Petric, comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Escalic (ec)** (del español *escala*): el suelo ha sido truncado y/o transportado localmente para formar terrazas artificiales.

**Eutric (eu)** (del griego *eu*, bueno, y *trophae*, alimento): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5,5$  en la mayor parte con *material orgánico*, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos que tienen una capa limitante que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral,  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $\geq \text{Al}$  intercambiable en la mayor parte de los 5 cm de la mayor profundidad posible que esté formada por *material mineral*,
- en otros suelos que tienen una o más capas formadas por *material mineral*:
  - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 25$  cm de la superficie del suelo mineral,

lo que esté a menor profundidad,

$(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $\geq \text{Al}$  intercambiable en la mayor parte de su espesor combinado (3).

**Hypereutric (je)** (del griego *hyper*, sobre): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5,5$  en todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y  $\geq 6,5$  en la mayor parte con *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos, que tienen *material mineral* en todo el espesor:
  - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo mineral,

lo que esté a menor profundidad,

$(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $\geq \text{Al}$  intercambiable y en su mayor parte  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $\geq 4$  veces  $\text{Al}$  intercambiable.

**Oligoeutric (ol)** (del griego *oligos*, poco): que tienen, en suelos distintos de los *Histosols*:

- en suelos que tienen una capa limitante que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral,  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $\geq \text{Al}$  intercambiable y  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables  $< 5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en la mayor parte de los 5 cm de la mayor profundidad posible que esté formada por *material mineral*,

- en otros suelos, que tienen una o más capas formadas por *material mineral*:
  - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $\geq 25$  cm de la superficie del suelo mineral,
 lo que esté a menor profundidad,  
 (Ca+Mg+K+Na) intercambiables  $\geq$  Al intercambiable y (Ca+Mg+K+Na) intercambiables  $< 5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en la mayor parte de su espesor combinado (3).

**Orthoeutric (oe)** (del griego *orthos*, justo): que tienen

- en *Histosols*, un  $\text{pH}_{\text{agua}} \geq 5,5$  en todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo,
- en otros suelos, que tienen *material mineral* en todo el espesor:
  - entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - entre 20 cm de la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $\geq 50$  cm de la superficie del suelo mineral,
 lo que esté a menor profundidad,  
 (Ca+Mg+K+Na) intercambiables  $\geq$  Al intercambiable.

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Nota:** Oligoeutric tiene preferencia sobre Hypereutric y Orthoeutric.

**Eutrosilic (es)** (del griego *eu*, bueno, y *trophae*, alimento, y del latín *silex*, material que contiene silicio): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm con *propiedades ándicas* y una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  tierra fina (*solo en Andosols*) (2).

**Evapocrustic (ev)** (del latín *e*, fuera, y *vapor*, vapor, y *crusta*, costra): que tiene una costra salina, con  $\leq 2$  cm de espesor, en la superficie del suelo.

**Ferralic (fl)** (del latín *ferrum*, hierro, y *alumen*, alumbre): que tiene un *horizonte ferrálico* que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Ferric (fr)** (del latín *ferrum*, hierro): que tiene un *horizonte férrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Manganiferriic (mf)** (del elemento químico *manganeso*): que tiene un *horizonte férrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, en el cual  $\geq 50\%$  de los rasgos oximorfos son negros (2).

**Ferritic (fe)** (del latín *ferrum*, hierro): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene  $\geq 10\% \text{ Fe}_{\text{dith}}$  y no forma parte de un *horizonte petroplántico*, *pisoplántico* o *plántico* (2).

**Hyperferritic (jf)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene  $\geq 30\% \text{ Fe}_{\text{dith}}$  y no forma parte de un *horizonte petroplántico*, *pisoplántico* o *plántico* (2).

**Fibric (fi)** (del latín *fibra*, fibra): que tiene *material orgánico* que, después de frotar, está formado por  $>$  dos tercios (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles en:

- una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2);

no hay subcalificador si el *material orgánico* no está presente a  $\geq 60$  cm de la superficie del suelo), o

- el promedio ponderado de todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (*solo en Histosols*).

**Floatic (ft)** (del inglés *to float*, flotar): que tiene *material orgánico* flotando sobre agua (*solo en Histosols*).

**Fluvic (fv)** (del latín *fluvi*, río): que tiene *material flúvico*, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Akrofluvic (kf)** (del griego *akra*, cima): que tiene *material flúvico* a partir de la superficie del suelo mineral hasta una profundidad  $\geq 5$  cm, pero tiene  $< 25$  cm de espesor. (Además del subcalificador Akrofluvic, un suelo también puede tener el subcalificador Amphifluvic, Katofluvic o Endofluvic).

**Orthofluvic (of)** (del griego *orthos*, justo): que tiene *material flúvico*:

- desde la superficie del suelo mineral hasta una profundidad  $\geq 5$  cm, y
- con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 25$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Folic (fo)** (del latín *folium*, hoja): que tiene un *horizonte fólico* que comienza en la superficie del suelo.

**Skeletofolic (ko)** (del griego *skeletos*, secado): que tiene un *horizonte fólico* que comienza en la superficie del suelo y tiene  $\geq 40\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de elementos gruesos.

**Fractic (fc)** (del latín *fractus*, fracturado): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y está formada por un *horizonte petrocálcico* o *petrogípsico* fragmentado, cuyos remanentes:

- ocupan  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero), y
- tienen una longitud horizontal promedio  $< 10$  cm y/o ocupan  $< 80\%$  (del volumen del suelo entero) (2).

**Calcifractic (cf)** (del latín *calx*, cal): tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y que está formada por un *horizonte petrocálcico* fragmentado, cuyos remanentes:

- ocupan  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero), y
- tienen una longitud horizontal promedio  $< 10$  cm y/o ocupan  $< 80\%$  (del volumen del suelo entero) (2).

**Gypsofractic (gf)** (del griego *gypsos*, yeso): tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y que está formada por un *horizonte petrogípsico* fragmentado, cuyos remanentes:

- ocupan  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero), y
- tienen una longitud horizontal promedio  $< 10$  cm y/o ocupan  $< 80\%$  (del volumen del suelo entero) (2).

**Fragic (fg)** (del latín *fragilis*, frágil): que tiene un *horizonte frágico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Garbic (ga)** (del inglés *garbage*, basura): que tiene una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor y dentro de 100 cm de la superficie del suelo, que tiene  $\geq 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, de los cuales  $\geq 35\%$  tienen un contenido  $\geq 20\%$  de carbono orgánico (por ejemplo, residuos orgánicos) (*solo en Technosols*) (2).

**Hypergarbic (jb)** (del griego *hyper*, sobre): tiene una capa, con  $\geq 50$  cm de espesor y dentro de 100 cm de la superficie del suelo, que está formada por *material organotécnico* (*solo en Technosols*) (2).

**Gelic (ge)** (del latín *gelare*, congelar):

- que tiene una capa con una temperatura del suelo  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $\geq 2$  años consecutivos, que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo, y
- que no tiene un *horizonte crítico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, y
- que no tiene un *horizonte crítico* que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo con evidencia de alteración criogénica en una capa dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

**Gelistagnic (gt)** (del latín *gelare*, congelar, y *stagnare*, inundar): que tiene saturación de agua temporal causada por una capa congelada.

**Geoabruptic (go)**: consultar *Abruptic*.

**Geric (gr)** (del griego *geraios*, viejo): que tiene, dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa con una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin tamponar)  $< 6\text{ cmol}_c\text{ kg}^{-1}$  arcilla (2).

**Hypergeric (jq)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene, dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa con una suma de bases intercambiables (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7) más Al intercambiable (por KCl 1 M, sin tamponar)  $< 1,5\text{ cmol}_c\text{ kg}^{-1}$  arcilla (2).

**Gibbsic (gi)** (del mineral gibbsita, llamado así por el mineralogista estadounidense *George Gibbs*): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y contiene  $\geq 25\%$  gibbsita dentro de la fracción de arcilla (2).

**Gilgaic (gg)** (del aborigen australiano *gilgai*, agujero de agua): que tiene en la superficie del suelo microlomas y microdepresiones con una diferencia de nivel  $\geq 10$  cm; es decir, microrelieve gilgai (*solo en Vertisols*).

**Glacic (gc)** (del latín *glacies*, hielo): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y contiene  $\geq 75\%$  de hielo (del volumen del suelo entero) (2).

**Gleyic (gl)** (de la palabra popular rusa *gley*, arcilla húmeda azulada): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene *propiedades gléyicas* en todo su espesor y *condiciones reductoras* en algunas partes de cada subcapa (2).

**Inclinigleyic (iy)** (del latín *inclinare*, inclinar): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene *propiedades gléyicas* en todo su espesor y *condiciones reductoras* en algunas partes de cada subcapa; y tiene una inclinación de la pendiente  $\geq 5\%$  y un flujo de agua subsuperficial durante algún tiempo del año (2).

**Protogleyic (qy)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene *propiedades gléyicas* en todo su espesor y *condiciones reductoras* en algunas partes de cada subcapa (2).

**Relictigleyic (rl)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y cumple con el criterio 2 de las *propiedades gléyicas* en todo su espesor y no tiene *condiciones reductoras* (2).

**Glossic (gs)** (del griego *glossa*, lengua): que tiene *lenguas albelílicas* que comienzan a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Greyzemic (gz)** (del inglés *grey*, gris, y ruso *zemlya*, tierra): que tiene, en las superficies de los agregados en la mitad inferior de un *horizonte móllico*, granos de arena y/o de limo grueso no revestidos.

**Grumic (gm)** (del latín *grumus*, montón de tierra): que tiene en la superficie del suelo mineral una capa, con  $\geq 1$  cm de espesor, con una estructura granular compuesta o en bloques subangulares o angulares, todas de grado fuerte y con un tamaño de agregado  $\leq 1$  cm, es decir, "autoacolchado" (*solo en Vertisols*).

**Gypsic (gy)** (del griego *gypsos*, yeso): que tiene un *horizonte gípsico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hypergypsic (jg)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte gípsico* con un contenido de yeso  $\geq 50\%$  que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Protogypsic (qq)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa con *propiedades protogípsicas* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral; y no tiene un *horizonte gípsico* o *petrogípsico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Gypsic (gp)** (del griego *gypsos*, yeso): que tiene *material gipsírico*:

- en una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral;

y no tiene un *horizonte gípsico* o *petrogípsico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Haplic (ha)** (del griego *haplous*, simple): se usa cuando no aplica otro calificador principal del GSR respectivo.

**Hemic (hm)** (del griego *hemisys*, a medias): que tiene *material orgánico* que, después de frotar, está formado por  $\leq$  dos tercios y  $>$  un sexto (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles en:

- una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2; no hay subcalificador si el *material orgánico* no está presente a  $\geq 60$  cm de la superficie del suelo), o
- el promedio ponderado de todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (*solo en Histosols*).

**Histic (hi)** (del griego *histos*, tejido): que tiene un *horizonte hístico* que comienza:

- en la superficie del suelo, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material múlmico*, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material orgánico*, está saturada de agua durante  $< 30$  días consecutivos en la mayoría de los años y no está drenada.

**Skeletohistic (kh)** (del griego *skeletos*, secado): que tiene un *horizonte hístico* que comienza:

- en la superficie del suelo, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material múlmico*, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material orgánico*, está saturada de agua durante  $< 30$  días consecutivos en la mayoría de los años y no está drenada; y tiene  $\geq 40\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de elementos gruesos.

**Hortic (ht)** (del latín *hortus*, jardín): que tiene un *horizonte hórico* (2: solo Panto-).



**Humic (hu)** (del latín *humus*, tierra): que tiene  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo* como promedio ponderado hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral (si una capa limitante comienza dentro de la profundidad especificada, la suma ponderada del *carbono orgánico del suelo* también se divide por 50 cm).

**Hyperhumic (jh)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene  $\geq 5\%$  de *carbono orgánico del suelo* como promedio ponderado hasta una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo mineral.

**Profundihumic (dh)** (del latín *profundus*, profundo): que tiene hasta una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral,  $\geq 1,4\%$  de *carbono orgánico del suelo* como promedio ponderado y  $\geq 1\%$  de *carbono orgánico del suelo* en todas partes.

**Hydragric (hg)** (del griego *hydor*, agua, y del latín *ager*, campo): que tiene un *horizonte antrácuico* y un *horizonte hidrágrico* directamente subyacente, y éste último comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo.

**Hyperhydragric (jy)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte antrácuico* y un *horizonte hidrágrico* directamente subyacente con un espesor combinado  $\geq 100$  cm.

**Hydric (hy)** (del griego *hydor*, agua): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 35$  cm y que tienen *propiedades ándicas* y un contenido de agua  $\geq 70\%$  (masa del agua dividida por la masa del suelo seco) a una tensión de 1500 kPa, medido sin secar previamente la muestra (*solo en Andosols*) (2).

**Hydrophobic (hf)** (del griego *hydor*, agua, y *phobos*, miedo): repelente al agua; es decir, el agua permanece en la superficie del suelo seco  $\geq 60$  segundos (*solo en Arenosols*).

**Hyperalic (jl)** (del griego *hyper*, sobre, y del latín *alumen*, alumbre): que tiene un *horizonte árgico* que comienza  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene una relación limo a arcilla  $< 0,6$  y una saturación de Al (efectiva)  $\geq 50\%$ , en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que sea más delgado (*solo en Alisols*).

**Hyperartefactic (ja)** (del griego *hyper*, sobre, y del latín *ars*, arte, y *factus*, hecho): que tiene  $\geq 50\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (*solo en Technosols*).

**Hypercalcic (jc)**: consultar *Calcic*.

**Hypereutric (je)**: consultar *Eutric*.

**Hypergypsic (jy)**: consultar *Gypsic*.

**Hypernatric (jn)**: consultar *Natric*.

**Hyperorganic (jo)** (del griego *hyper*, sobre, y *organon*, herramienta): que tiene *material orgánico* con  $\geq 200$  cm de espesor (*solo en Histosols*).

**Hypersalic (jz)**: consultar *Salic*.

**Hyperspodic (jp)**: consultar *Spodic*.

**Immissic (im)** (del latín *immissus*, enviado adentro): que tiene en la superficie del suelo una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, con  $\geq 20\%$  (en volumen) de polvo, hollín o ceniza recientemente sedimentados que cumplen con los criterios de diagnóstico de *artefactos* (2: solo Ano- y Panto-).

**Inclinic (ic)** (del latín *inclinare*, inclinarse): que tiene

- una inclinación de la pendiente  $\geq 5\%$ , y
- una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene *propiedades gléyicas* o *estágnicas* y un flujo de agua subsuperficial por algún tiempo durante el año.

**Infraandic (ia)** (del latín *infra*, por debajo, y del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene una capa, con  $\geq 15$  cm de espesor, que subyace a un suelo clasificado con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4) y cumple con los criterios de diagnóstico 2 y 3 de las *propiedades ándicas* pero no cumple con el criterio de diagnóstico 1.

**Infraspodic (is)** (del latín *infra*, por debajo, y del griego *spodos*, ceniza de madera): que tiene una capa que subyace a un suelo clasificado con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4) y cumple con los criterios de diagnóstico 3 a 7 de un *horizonte espódico* pero no cumple con los criterios de diagnóstico 1 o 2, o con ninguno de ellos.

**Irragric (ir)** (del latín *irrigare*, regar, y *ager*, campo): que tiene un *horizonte irrágrico* (2: solo Panto-).

**Isolatic (il)** (del italiano *isola*, isla): que tiene, por encima de *material duro técnico*, por encima de una geomembrana o por encima de una capa continua de *artefactos* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo, material del suelo que contiene tierra fina sin ningún contacto con otro material del suelo que contiene tierra fina (es decir, suelos en techos o en macetas).

**Isopteris (ip)** (relacionado con *Isoptera*, infraorden zoológico de las termitas): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo mineral, es removida por termitas, tiene una densidad aparente  $\leq 1,3 \text{ kg dm}^{-3}$  y  $< 5\%$  de partículas  $\geq 630 \mu\text{m}$  (2: solo Ano- y Panto-).

**Kalaic (ka)** (del tamil *kalai*, arte): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 90$  cm de la superficie del suelo y tiene  $\geq 50\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* (2: solo Epi-, Endo- y Amphi-).

**Protokalaic (qk)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 90$  cm de la superficie del suelo y tiene  $\geq 25\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* (2: solo Epi-, Endo- y Amphi-).

**Lamellic (ll)** (del latín *lamella*, hoja de metal): que tiene dos o más lamelas, con  $\geq 0,5$  y  $< 7,5$  cm de espesor, con uno o ambos de los siguientes:

- tienen un contenido de arcilla más alto que el de las capas directamente suprayacente y subyacente, tal como se indica en los criterios de diagnóstico 2.a del *horizonte árgico*, o
- cumplen con los criterios de diagnóstico 2.b del *horizonte árgico*, con o sin otras acumulaciones, y tienen un espesor combinado  $\geq 5$  cm dentro de 50 cm; la lamela superior comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Totilamellic (ta)** (del latín *totus*, todo): que tiene un *horizonte árgico* que está formado completamente por láminas que comienzan a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Lapiadic (ld)** (del latín *lapis*, piedra): que tiene en la superficie del suelo *roca continua* que presenta rasgos

de disolución (arroyuelos, surcos), con  $\geq 20$  cm de profundidad, que cubren  $\geq 10$  y  $< 50\%$  de la superficie de la *roca continua* (solo en *Leptosols*).

**Laxic (la)** (del latín *laxus*, flojo): que tiene, entre 25 y 75 cm de la superficie del suelo mineral, una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor, que tiene una densidad aparente  $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$ .

**Nota:** Para la densidad aparente, se determina el volumen tras someter una muestra de suelo a una succión de 33 kPa (sin secado previo) y luego se determina el peso a 105 °C (consultar el Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Leptic (le)** (del griego *leptos*, delgado): que tiene *roca continua* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: solo Epi- y Endo-).

**Lignic (lg)** (del latín *lignum*, madera): que tiene inclusiones de fragmentos de madera intactos que consituyen  $\geq 25\%$  del volumen del suelo (que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos), dentro de los 50 cm de la superficie del suelo.

**Limnic (lm)** (del griego *limnae*, lago): que tiene una o más capas con *material limnico*, con un espesor combinado  $\geq 10$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2).

**Minerolimnic (ml)** (del céltico *mine*, mineral): que tiene una o más capas con *material limnico*, que están formadas por *material mineral*, con un espesor combinado  $\geq 10$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2).

**Organolimnic (oo)** (del griego *organon*, herramienta): que tiene una o más capas con *material limnico*, que están formadas por *material orgánico*, con un espesor combinado  $\geq 10$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2).

**Limonic (ln)** (del griego *leimon*, pradera): que tiene un *horizonte limónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Linic (lc)** (del latín *linea*, línea): que tiene una geomembrana continua construida, muy poco permeable a impermeable y de cualquier espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1).

**Lithic (li)** (del griego *lithos*, piedra): que tiene *roca continua* que comienza a  $\leq 10$  cm de la superficie del suelo (solo en *Leptosols*).

**Nudilithic (nt)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene *roca continua* en la superficie del suelo (solo en *Leptosols*).

**Litholinic (lh)** (del griego *lithos*, piedra, y del latín *linea*, línea): que tiene una capa, con  $\geq 2$  y  $\leq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos y en las capas superior e inferior  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos (*línea de piedra*) (1, referido al límite superior de la capa).

**Lixic (lx)** (del latín *lixivia*, sustancias lavadas): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en algún subhorizonte dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral; y tiene Al intercambiable  $\leq (\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}+\text{Na})$  intercambiables en la mitad o más del intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de una capa limitante que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se

pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Loamic (lo)** (del inglés *loam*, franco): está formado por *material mineral* y tiene, solo o en combinación, una clase textural franca, franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo-arenosa o franco arcillo-limosa:

- en una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm, que ocurren dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 10$  y  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral  
(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Luvic (lv)** (del latín *eluere*, lavar): que tiene un *horizonte árgico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $\geq 24$   $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla en todo su espesor dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral; y tiene Al intercambiable  $\leq (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na})$  intercambiables en la mitad o más del intervalo de profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo mineral o en la mitad inferior del suelo mineral por encima de una capa limitante que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, lo que esté a menor profundidad (2).

**Nota:** Los cationes intercambiables se indican en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Si estos datos no están disponibles, se pueden utilizar los valores de pH de acuerdo con el Anexo 2 (Capítulo 9.13).

**Magnesianic (mg)** (del elemento químico *magnesio*): que tiene una relación  $\text{Ca}/\text{Mg} < 1$ :

- en una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Hypermagnesianic (jm)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una relación  $\text{Ca}/\text{Mg} < 0,1$ :

- en una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
- en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral

(2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Mahic (ma)** (de maori *mahi*, trabajo): que tiene

- una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo y tiene  $\geq 80\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) *artefactos*, y
- $< 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) *artefactos* en los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad.

**Mawic (mw)**: (del swahili *mawe*, piedras): que tiene una capa de elementos gruesos que, junto con el *material orgánico* suprayacente, si está presente, comienza en la superficie del suelo y tiene un espesor de:

- $\geq 10$  cm si sobreyace a *roca continua* o *material duro técnico*, o
- $\geq 40$  cm;

y la mayor parte de los poros visibles entre los elementos gruesos está rellena de *material orgánico* y los poros visibles restantes, si están presentes, no contienen material del suelo (*solo en Histosols*) (1: solo Epi- y Endo-; referido al límite superior de la capa limitante o de la capa de elementos gruesos).

**Mazic (mz)** (del español, *maza*): que tiene una estructura maciza y una clase de resistencia a la ruptura de al menos duro en los 20 cm superiores del suelo mineral (*solo en Vertisols*).

**Mineralic (mi)** (del céltico *mine*, mineral): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas de *material mineral*, que no están formadas por *material múllico* y tienen un espesor combinado  $\geq 20$  cm por encima o entre capas de *material orgánico* (*solo en Histosols*) (2: solo Epi-, Endo-, Amphi- y Poly-).

**Akromineralic (km)** (del griego *akra*, cima): que tiene *material mineral*, con  $\geq 10$  cm de espesor, que no está formado por *material múllico* y comienza en la superficie del suelo, pero las capas de *material mineral*, no consistiendo en *material múllico*, por encima o entre capas de *material orgánico* tienen un espesor combinado  $< 20$  cm (*solo en Histosols*).

**Orthomineralic (oi)** (del griego *orthos*, justo): que tiene:

- *material mineral*, con  $\geq 10$  cm de espesor, que no está formado por *material múllico* y comienza en la superficie del suelo, y
- dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas de *material mineral* que no están formadas por *material múllico* y tienen un espesor combinado  $\geq 20$  cm por encima o entre capas de *material orgánico* (*solo en Histosols*) (2: solo Epi-, Endo-, Amphi- y Poly-).

**Mochipic (mc)** (del nahuátl *mochipa*, siempre): que tiene una capa con *propiedades estagnicas*, con  $\geq 25$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, que está saturada de agua por  $\geq 300$  días acumulados en la mayoría de los años.

**Mollic (mo)** (del latín *mollis*, blando): que tiene un *horizonte móllico* (2: solo Ano- y Panto-).

**Anthromollic (am)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene un *horizonte móllico* y *propiedades ántricas* (2: solo Ano- y Panto-).

**Somerimollic (sm)** (del español *somero*): que tiene un *horizonte móllico*, con  $< 20$  cm de espesor.

**Tonguimollic (tm)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un *horizonte móllico* que penetra en forma de lenguas en una capa subyacente (2: solo Ano- y Panto-; referido al *horizonte móllico*, no a las lenguas).

**Mulmic (mm)** (del alemán *Mulm*, detritus pulverulento): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor, que está formada por *material múllico* y comienza en la superficie del suelo mineral.

**Murshic (mh)** (del polaco *mursz*, putrefacción): que tiene un *horizonte hístico* drenado, con  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza:

- en la superficie del suelo, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material múllico*, o
- directamente debajo de una capa, con  $< 40$  cm de espesor, que está formada por *material orgánico*, está saturada de agua durante  $< 30$  días consecutivos en la mayoría de los años y no está drenada, y tiene una densidad aparente  $\geq 0,2 \text{ kg dm}^{-3}$  y uno o ambos de los siguientes:

- estructura granular compuesta o estructura en bloques angulares o subangulares, todas de grado moderado a fuerte, o

- grietas

(*solo en Histosols*) (2).

**Nota:** Para la densidad aparente, se determina el volumen tras someter una muestra de suelo a una succión de 33 kPa (sin secado previo) y luego se determina el peso a 105 °C (consultar el Anexo 2, Capítulo 9.5).

**Muusic (mu)** (del sajá *muus*, hielo): que tiene *material orgánico* que comienza en la superficie del suelo y sobreyace directamente a hielo (*solo en Histosols*) (1: solo Epi- y Endo-; referido al límite superior del

hielo).

**Naramic (nr)** (del hindi, *naram*, suave):

- en *Gypsisols*: tiene un *horizonte gípsico* por encima de un *horizonte petrogípsico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2),
- en *Calcisols*: tiene un *horizonte cálcico* por encima de un *horizonte petrocálcico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Natric (na)** (del árabe *natrún*, sal): que tiene un *horizonte nátrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hypernatric (jn)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte nátrico* con un porcentaje de Na intercambiable (PSI)  $\geq 15$  en todo el espesor del *horizonte nátrico* o en sus primeros 40 cm, lo que sea más delgado.

**Nudinatric (nn)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene un *horizonte nátrico* que comienza en la superficie del suelo mineral.

**Nechic (ne)** (del amárico *nech*, blanco): que tiene un  $\text{pH}_{\text{agua}} < 5$  y granos minerales no revestidos de arena y/o de limo grueso en una matriz oscura en algún lugar dentro de los 5 cm de la superficie del suelo mineral; y no tiene un *horizonte espódico* que comience a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Neobrunic (nb)**: consultar *Brunic*.

**Neocambic (nc)**: consultar *Cambic*.

**Nític (ni)** (del latín *nitidus*, brillante): que tiene un *horizonte nítico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral. (2)

**Novic (nv)** (del latín *novus*, nuevo): que tiene una capa, con  $\geq 5$  y  $< 50$  cm de espesor, por encima de un suelo enterrado que se clasifica con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4).

**Areninovic (aj)** (del latín *arena*, arena): que tiene una capa, con  $\geq 5$  y  $< 50$  cm de espesor, que tiene, sola o en combinación, una clase textural arenosa o franco arenosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que se clasifica con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4).

**Clayinovic (cj)** (del inglés *clay*, arcilla): que tiene una capa, con  $\geq 5$  y  $< 50$  cm de espesor, que tiene, sola o en combinación, una clase textural arcillosa, arcillo arenosa o arcillo limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que se clasifica con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4).

**Loaminovic (lj)** (del inglés *loam*, franco): que tiene una capa, con  $\geq 5$  y  $< 50$  cm de espesor, que tiene, sola o en combinación, una clase textural franca, franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo-arenosa o franco arcillo-limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que se clasifica con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4).

**Siltinovic (sj)** (del inglés *silt*, limo): que tiene una capa, con  $\geq 5$  y  $< 50$  cm de espesor, que tiene, sola o en combinación, una clase textural limosa o franco limosa en su mayor parte, por encima de un suelo enterrado que se clasifica con preferencia de acuerdo con las “Reglas para la nomenclatura de suelos” (Capítulo 2.4).

Son posibles combinaciones para indicar el material depositado (consultar el Capítulo 2.4).

**Nudiargic (ng)** (del latín *nudus*, desnudo, y *argilla*, arcilla blanca): que tiene un *horizonte árgico* que comienza en la superficie del suelo mineral.

**Nudilithic (nt)**: consultar *Lithic*.

**Nudinatric (nn)**: consultar *Natric*.

**Ochric (oh)** (del griego *ochros*, pálido): que tiene  $\geq 0,2\%$  de *carbono orgánico del suelo* (en promedio ponderado) en los 10 cm superiores del suelo mineral; y no tiene un *horizonte móllico* o *úmbrico* y no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Humic.

**Ombric (om)** (del griego *ombros*, lluvia): que tiene un *horizonte hístico*, cuyos  $\geq 20$  cm superiores o al menos su mitad superior, lo que sea más delgado, están saturados predominantemente de agua de lluvia (*solo en Histosols*).

**Ornithic (oc)** (del griego *ornis*, ave): que tiene una capa, con  $\geq 15$  cm de espesor, con *material ornitogénico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo (2).

**Orthofluvic (of)**: consultar *Fluvic*.

**Ortsteinic (os)** (del sajón antiguo *arut*, duro): que tiene un *horizonte espódico*, que tiene un subhorizonte que está cementado ('ortstein') con una clase de cementación de al menos débilmente cementado en  $\geq 50\%$  de toda su extensión horizontal; y no cumple con el conjunto de los criterios de diagnóstico del calificador Placic (*solo en Podzols*).

**Oxyaquic (oa)** (del griego *oxys*, agrio, y del latín *aqua*, agua): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, está saturada de agua durante  $\geq 20$  días consecutivos; y no tiene *propiedades gléyicas* ni *propiedades estágnicas* en ninguna capa dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Oxygleyic (oy)** (del griego *oxys*, agrio, y de la palabra popular rusa *gley*, arcilla húmeda azulada): que no tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa que cumple con el criterio de diagnóstico 1 de las *propiedades gléyicas* (*solo en Gleysols*).

**Pachic (ph)** (del griego *pachys*, grueso): que tiene un *horizonte chérnico*, *móllico* o *úmbrico* con  $\geq 50$  cm de espesor (*solo en Chernozems, Kastanozems, Phaeozems y Umbrisols*).

**Panpaic (pb)** (del quechua *p'anpay*, enterrar): que tiene un *horizonte panpaico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (1, referido al límite superior del *horizonte panpaico*).

**Pellic (pe)** (del griego *pellos*, polvoriento): que tiene en los primeros 30 cm superiores del suelo mineral un color Munsell con brillo  $\leq 3$  y croma  $\leq 2$ , ambos en húmedo (*solo en Vertisols*).

**Pelocrustic (pq)** (del griego *pelos*, arcilla, y del latín *crusta*, costra): que tiene una costra superficial permanente con  $\geq 30\%$  de arcilla (*solo en Vertisols*).

**Petric (pt)** (del griego *petros*, roca): que tiene un horizonte de diagnóstico cementado que pertenece al GSR correspondiente y comienza a  $\leq 100$  cm la superficie del suelo mineral (1: solo Epi- y Endo-).

**Nudipetric (np)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene un horizonte de diagnóstico cementado que pertenece al GSR correspondiente y comienza en la superficie del suelo mineral.

**Petrocalcic (pc)** (del griego *petros*, roca, y del latín *calx*, cal): que tiene un *horizonte petrocálcico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Petroduric (pd)** (del griego *petros*, roca, y del latín *durus*, duro): que tiene un *horizonte petrodúrico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Petrogypsic (pg)** (del griego *petros*, roca, y *gypsos*, yeso): que tiene un *horizonte petrogípsico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Petroplinthic (pp)** (del griego *petros*, roca, y *plinthos*, ladrillo): que tiene un *horizonte petroplíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Petrosalic (ps)** (del griego *petros*, roca, y del latín *sal*, sal): que tiene una capa, con  $\geq 10$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, que está cementada por sales más solubles que el yeso (2).

**Pisoplinthic (px)** (del latín *pisum*, guisante, y del griego *plinthos*, ladrillo): que tiene un *horizonte pisoplíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Placic (pi)** (del griego *plax*, piedra plana): que tiene una capa, con  $\geq 0,1$  y  $< 2,5$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, que está cementada con una clase de cementación de al menos débilmente cementado por óxidos de Fe, con o sin otros agentes cementantes, y es continua en la medida en que fracturas verticales, si están presentes, tienen un espaciado horizontal promedio  $\geq 10$  cm y ocupan  $< 20\%$  (del volumen del suelo entero) (2: solo Epi-, Endo- y Amphi-).

**Plaggic (pa)** (del bajo alemán *plaggen*, cepellón): que tiene un *horizonte plágico* (2: solo Panto-).

**Plinthic (pl)** (del griego *plinthos*, ladrillo): que tiene un *horizonte plíntico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Posic (po)** (del latín *positivus*, dado): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene una carga nula o positiva ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{agua}} \geq 0$ , ambos en una solución 1:1) (2).

**Pretic (pk)** (del portugués *preto*, negro): que tiene un *horizonte prético* (2: solo Panto-).

**Profondic (pn)** (del francés *profond*, profundo): que tiene un *horizonte árgico*, en el cual el contenido de arcilla no decrece por  $\geq 20\%$  (relativo) de su máximo, en ninguna parte hasta los 150 cm de la superficie del suelo mineral.

**Protic (pr)** (del griego *proton*, primero): no muestra desarrollo de horizontes del suelo, con excepción de un *horizonte crítico*, el cual puede estar presente.

**Protoandic (qa)**: consultar *Andic*.



**Protoargic (qg)** (del griego *proton*, primero, y del latín *argilla*, arcilla blanca): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, un incremento de arcilla absoluto  $\geq 4\%$  desde una capa hasta la capa directamente subyacente (*solo en Arenosols*) (2).

**Protocalcic (qc)**: consultar *Calcic*.

**Protospodic (qp)**: consultar *Spodic*.

**Protovertic (qv)**: consultar *Vertic*.

**Puffic (pu)** (del inglés *to puff*, hinchar): que tiene una costra superficial química formada por sales fácilmente solubles.

**Pyric (py)** (del griego *pyr*, fuego): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas que no forman parte de un *horizonte prético*, que tienen un espesor combinado  $\geq 10$  cm y  $\geq 5\%$  (del área expuesta, que comprenda la tierra fina más los restos carbonizados de cualquier tamaño) de carbono negro visible (2).

**Raptic (rp)** (del latín *raptus*, roto): que tiene una *discontinuidad lítica* en alguna profundidad  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral que no está relacionada con *material eólico, flúvico, solimóvico* o *téfrico* (1).

**Reductaquic (ra)** (del latín *reductus*, reducido, y *aqua*, agua): que tiene por encima de un *horizonte crítico* una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo, está saturada de agua durante el periodo de deshielo y presenta durante algún periodo del año *condiciones reductoras* (*solo en Cryosols*) (2).

**Reductic (rd)** (del latín *reductus*, reducido): que tiene *condiciones reductoras* en  $\geq 25\%$  (en volumen) dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, causadas por emisión de gases (por ejemplo, metano u óxido de carbono) o causadas por intrusiones de líquidos (por ejemplo, gasolina).

**Reductigleyic (ry)** (del latín *reductus*, reducido, y de la palabra popular rusa *gley*, arcilla húmeda azulada): no tiene, en  $\geq 40$  cm de la superficie del suelo mineral, una capa que cumpla con el criterio de diagnóstico 2 de las *propiedades gléyicas* (*solo en Gleysols*).

**Relocatic (rc)** (del latín *re*, de nuevo, y *locatus*, colocado): que ha sido removido *in situ* o en las inmediaciones por actividad humana a una profundidad  $\geq 100$  cm (por ejemplo, arado profundo, relleno de calicatas o nivelación de terrenos) y no tiene formación de horizontes de diagnóstico tras el removimiento, en todas partes, excepto un *horizonte móllico* o *úmbrico* (*Relocatic* es redundante en *Technosols*, excepto en combinación con los calificadores Ekranic, Thyric o Linic); un horizonte de diagnóstico destruido se puede añadir con un guion (excepto los horizontes que son definidos como horizontes superficiales según sus criterios de diagnóstico); por ejemplo, Spodi-Relocatic, Spodi-Epirelocatic; sin embargo, no hay códigos previstos para estas adiciones (4: solo Epi-).

**Rendzic (rz)** (del polaco *rzendzic*, crujir en contacto con un disco de arado): que tiene un *horizonte móllico* que contiene o directamente sobreyace a *material calcárico* que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente o que sobreyace directamente a roca calcárea que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente (2: solo Ano- y Panto-).

**Somerirendzic (sr)** (del español *somero*): que tiene un *horizonte móllico*, con  $< 20$  cm de espesor, que

directamente sobreyace a roca calcárea que contiene  $\geq 40\%$  de carbonato de calcio equivalente.

**Retic (rt)** (del latín *rete*, red): que tiene *propiedades réticas* que comienzan a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Rheic (rh)** (del griego *rhein*, fluir): que tiene un *horizonte hístico* en el que el agua subterránea o el agua corriente asciende a  $< 20$  cm de la superficie del suelo o alcanza la mitad superior del *horizonte hístico*, lo que esté a menor profundidad (*solo en Histosols*).

**Rhodic (ro)**: (del griego *rhodon*, rosa): que tiene, entre 25 y 150 cm de la superficie del suelo mineral, una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que muestra evidencia de formación del suelo como se define en el criterio 3 del *horizonte cámbico* y tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell con matiz más rojo que 5YR, en húmedo, brillo  $< 4$  en húmedo y un brillo en seco de no más de una unidad mayor que el brillo en húmedo.

**Rockic (rk)**: (del inglés *rock*, roca): que tiene *material orgánico* que comienza en la superficie del suelo y sobreyace directamente a *roca continua* o *material duro técnico* (*solo en Histosols*) (1: solo Epi- y Endo-; referido al límite superior de la *roca continua* o del *material duro técnico*).

**Rubic (ru)**: (del latín *ruber*, rojo): que tiene, entre 25 y 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que no está formada por *material clárico* y tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell con matiz más rojo que 10YR y/o croma  $\geq 5$ , ambos en húmedo (*solo en Arenosols*) (2; excepto Epi-).

**Rustic (rs)** (del inglés *rust*, herrumbre): que tiene un *horizonte espódico* con un color Munsell con croma  $\geq 6$ , en húmedo, en todo su espesor ('Iron Podzols'; *solo en Podzols*).

**Salic (sz)** (del latín *sal*, sal): que tiene un *horizonte sálico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypersalic (jz)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte sálico* con un subhorizonte, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene una  $CE_s \geq 30$  dS m<sup>-1</sup> a 25 °C (2).

**Protosalic (qz)** (del griego *proton*, primero): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una capa que tiene una  $CE_s \geq 4$  dS m<sup>-1</sup> a 25 °C; y no tiene un *horizonte sálico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Sapric (sa)** (del griego *sapros*, podrido): que tiene *material orgánico* que, después de frotar, está formado por  $\leq$  un sexto (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles en:

- una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (2; no hay subcalificador si el *material orgánico* no está presente a  $\geq 60$  cm de la superficie del suelo), o
- el promedio ponderado de todo el *material orgánico* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo (*solo en Histosols*).

**Saprolithic (sh)** (del griego *sapros*, podrido, y *lithos*, piedra): que tiene una capa, con  $\geq 30$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene estructura de la roca en  $\geq 75\%$  (del volumen del suelo entero) y una CIC (por NH<sub>4</sub>OAc 1 M, pH 7)  $< 24$  cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> arcilla (2).

**Sideralic (se)** (del griego *sideros*, hierro, y del latín *alumen*, alumbre): que tiene, dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral, una capa con *propiedades siderálicas*; y no tiene un *horizonte ferrálico* que comience a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hypersideralic (jr)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene, dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral, una capa con  $\geq 8\%$  de arcilla, con una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M, pH 7)  $< 16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  arcilla y muestra evidencia de formación del suelo, como se define en el criterio 3 del *horizonte cámbico*; no tiene un *horizonte ferrálico* que comience a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Silandic (sn)** (del latín *silex*, material que contiene silicio, y del japonés *an*, oscuro, y *do*, suelo): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con un espesor combinado  $\geq 15$  cm con *propiedades ándicas* y un contenido de  $\text{Si}_{\text{ox}} \geq 0,6\%$  (2).

**Siltic (sl)** (del inglés *silt*, limo): está formado por *material mineral* y tiene, sola o en combinación, una clase textural limosa o franco limosa:

- en una o más capas con un espesor combinado  $\geq 30$  cm, que ocurren dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, o
  - en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y una capa limitante que comienza a  $> 10$  y  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral
- (2; no hay subcalificador si la capa limitante comienza a  $< 60$  cm de la superficie del suelo mineral).

**Skeletal (sk)** (del griego *skeletos*, secado): que tiene  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos promediados sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Akroskeletal (kk)** (del griego *akra*, cima): que tiene  $\geq 40\%$  de la superficie del suelo cubierta por elementos gruesos que tienen una longitud promedio de su mayor dimensión  $> 6$  cm (piedras, bloques y/o bloques grandes).

**Ejectiskeletic (jk)** (del latín *ejicere*, arrojar): que tiene  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos de origen piroclástico (lapilli, bombas y/o bloques), promediados sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Fractiskeletic (fk)** (del latín *fractus*, fracturado): que tiene  $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos más remanentes de capas cementadas fragmentadas,  $> 2$  mm, promediados sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad; y no cumple con el conjunto de los criterios de los calificadores Duric, Fractic, Pisoplinthic y Skeletic (5).

**Orthoskeletal (ok)** (del griego *orthos*, justo): que tiene:

- $\geq 40\%$  de la superficie del suelo cubierta por elementos gruesos que tienen una longitud promedio de su mayor dimensión  $> 6$  cm (piedras, bloques y/o bloques grandes), y
- $\geq 40\%$  (del volumen del suelo entero) de elementos gruesos promediados sobre una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo mineral o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Sodic (so)** (del árabe *suda*, dolor de cabeza – referido a las propiedades del carbonato de sodio para aliviar el dolor de cabeza): que tiene una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene  $\geq 15\%$  de Na más Mg y  $\geq 6\%$  de Na en el complejo de intercambio; y no tiene un *horizonte nátrico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Argisodic (as)** (del latín *argilla*, arcilla blanca): que tiene un *horizonte árgico*, que comienza a

$\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, que tiene  $\geq 15\%$  de Na más Mg y  $\geq 6\%$  de Na en el complejo de intercambio en todo el espesor del *horizonte árgico* o en sus 40 cm superiores, lo que sea más delgado (2).

**Protosodic (qs)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral y tiene  $\geq 6\%$  de Na y  $< 15\%$  de Na más Mg en el complejo de intercambio; y no tiene un *horizonte nátrico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Solimovic (sv)** (del latín *solum*, suelo, y *movere*, mover): que tiene *material solimóvico*, con  $\geq 20$  cm de espesor, que comienza en la superficie del suelo mineral (2: solo Ano- y Panto-).

**Sombric (sb)** (del francés *sombre*, sombra): que tiene un *horizonte sómbrico* que comienza a  $\leq 150$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Someric (si)** (del español *somero*): que tiene un *horizonte móllico* o *úmbrico* con  $< 20$  cm de espesor.

**Spodic (sd)** (del griego *spodos*, ceniza de madera): que tiene un *horizonte espódico* que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Hyperspodic (jp)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte espódico*, con  $\geq 100$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Protospodic (qp)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral, tiene un  $\text{pH} < 4,6$  y tiene un valor de  $\text{Al}_{\text{ox}} \geq 0,5\%$  que es  $\geq 1,5$  veces el valor de  $\text{Al}_{\text{ox}}$  más bajo de todas las capas minerales superiores; y no tiene un *horizonte espódico* que comience a  $\leq 200$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Spolic (sp)** (del latín *spoliare*, explotar): que tiene una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, que tiene  $\geq 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, de los cuales  $\geq 35\%$  consisten en productos industriales (por ejemplo, estériles de mina, materiales dragados, escorias, cenizas, escombros, etc.) (*solo en Technosols*) (2).

**Hyperspolic (jj)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una capa, con  $\geq 50$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, que tiene  $\geq 35\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, los cuales consisten en productos industriales (*solo en Technosols*) (2).

**Stagnic (st)** (del latín *stagnare*, inundar): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un *horizonte hidrágrico* y tiene:

- *propiedades estágnicas* en las cuales el área de los rasgos reductimorfos más el área de los rasgos oximorfos es  $\geq 25\%$  (en promedio ponderado) del área total de la capa (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), y
- *condiciones reductoras* por algún tiempo durante el año en algunas partes del volumen de la capa que tiene los rasgos reductimorfos (2).

**Inclinistagnic (iw)** (del latín *inclinare*, inclinarse): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un *horizonte hidrágrico* y tiene:

- *propiedades estágnicas* en las cuales el área de los rasgos reductimorfos más el área de los rasgos oximorfos es  $\geq 25\%$  (en promedio ponderado) del área total de la capa (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), y
- *condiciones reductoras* por algún tiempo durante el año en algunas partes del volumen de la capa que tiene los rasgos reductimorfos,

y que tiene una inclinación de la pendiente  $\geq 5\%$  y un flujo de agua subsuperficial por algún tiempo durante el año (2).

**Protostagnic (qw)** (del griego *proton*, primero): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral, no forma parte de un *horizonte hidrágrico* y tiene:

- *propiedades estágnicas* en las cuales el área de los rasgos reductimorfos más el área los rasgos oximorfos es  $\geq 10\%$  y  $< 25\%$  (en promedio ponderado) del área total de la capa (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), y
- *condiciones reductoras* por algún tiempo durante el año en algunas partes del volumen de la capa que tiene los rasgos reductimorfos (2).

**Relictistagnic (rw)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene una capa, con  $\geq 25$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral y:

- tiene *propiedades estágnicas* en las cuales el área de los rasgos oximorfos es  $\geq 10\%$  (en promedio ponderado) del área total de la capa (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), y
- no tiene *condiciones reductoras* (2).

**Subaquatic (sq)** (del latín *sub*, debajo, y *aqua*, agua): que está permanentemente sumergido en agua no más profunda que 200 cm.

**Sulfatic (su)** (del latín *sulphur*, azufre): que tiene un *horizonte sálico* con una solución del suelo (1:1 en agua) con  $[\text{SO}_4^{2-}] > 2*[\text{HCO}_3^-] > 2*[\text{Cl}^-]$  (solo en *Solonchaks*).

**Sulfidic (sf)** (del latín *sulphur*, azufre): que tiene *material hipersulfuroso* o *hiposulfuroso*, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hypersulfidic (js)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene *material hipersulfuroso*, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hyposulfidic (ws)** (del griego *hypo*, debajo): que tiene *material hiposulfuroso*, con  $\geq 15$  cm de espesor, que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Takyric (ty)** (de los idiomas turcos *takyr*, tierra estéril): que tiene *propiedades taquiricas*.

**Technic (te)** (del griego *technae*, arte): que tiene  $\geq 10\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Hypertechnic (jt)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene  $\geq 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Prototechnic (qt)** (del griego *proton*, primero): que tiene  $\geq 5\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos* dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad (5).

**Tephric (tf)** (del griego *tephra*, montón de ceniza): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con *material téfrico* con un espesor combinado  $\geq 30$  cm (2).

**Prototephric (qf)** (del griego *proton*, primero): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con *material téfrico* con un espesor combinado  $\geq 10$  cm (2).

**Technotephric (tt)** (del griego *technae*, arte): que tiene, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, una o más capas con *material téfrico*, que están formadas predominantemente por *artefactos*,

con un espesor combinado  $\geq 30$  cm (2).

**Terrie (tr)** (del latín *terra*, tierra): que tiene un *horizonte térreo* (2: solo Panto-).

**Thionic (ti)** (del griego *theion*, azufre): que tiene un *horizonte tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Hyperthionic (ji)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene un *horizonte tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene un pH (1:1 en agua)  $< 3,5$  (2).

**Hypothionic (wi)** (del griego *hypo*, debajo): que tiene un *horizonte tiónico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo y tiene un pH (1:1 en agua)  $\geq 3,5$  y  $< 4$  (2).

**Thixotropic (tp)** (del griego *thixis*, contacto, y *tropae*, reversión): que tiene en una capa, dentro de los 50 cm de la superficie del suelo, un material que cambia, bajo presión o frotado, de un estado sólido a un estado licuado y regresa a la condición sólida.

**Thyric (th)** (del griego *thyreos*, escudo): que tiene *material duro técnico* que comienza a  $> 5$  y  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (1: solo Epi- y Endo-).

**Tidalic (td)** (del inglés *tide*, marea): afectado por las mareas, es decir, se localiza entre la línea media alta de mareas vivas y la línea media baja de mareas vivas.

**Tonguic (to)** (del inglés *tongue*, lengua): que muestra lenguas de un *horizonte chérnico, móllico o úmbrico* dentro de una capa subyacente.

**Toxic (tx)** (del griego *toxon*, arco, referido al veneno de flecha): que tiene en una capa, dentro de los 50 cm de la superficie del suelo, concentraciones tóxicas de sustancias orgánicas o inorgánicas, distintas de los iones de Al, Fe, Na, Ca y Mg, o tiene radioactividad peligrosa para los humanos.

**Radiotoxic (rx)** (del latín *radius*, rayo): que tiene radioactividad, peligrosa para los humanos.

**Nota:** La definición de los valores límite es tarea de los gobiernos y no de la WRB.

**Transportic (tn)** (del latín *transportare*, transportar): que tiene, en la superficie del suelo o debajo de un horizonte superficial orgánico recién formado, una capa:

- con  $\geq 20$  cm de espesor, o
- con un espesor  $\geq 50\%$  de todo el suelo, si una capa limitante comienza a  $\leq 40$  cm de la superficie del suelo,

con material del suelo que contiene, si están presentes,  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos*;

y que ha sido movido intencionalmente desde un área de origen fuera de las inmediaciones por actividad humana, generalmente con ayuda de maquinaria y sin modificaciones ni desplazamientos sustanciales por fuerzas naturales (2: solo Ano- y Panto-).

**Organotransportic (ot)** (del griego *organon*, herramienta): que tiene, en la superficie del suelo o debajo de un horizonte superficial orgánico recién formado, una capa:

- con  $\geq 20$  cm de espesor, o
- con un espesor  $\geq 50\%$  de todo el suelo, si una capa limitante comienza a  $\leq 40$  cm de la superficie del suelo,

con *material orgánico* que contiene, si están presentes,  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos*;

y que ha sido movido intencionalmente desde un área de origen fuera de las inmediaciones por

actividad humana, generalmente con ayuda de maquinaria y sin modificaciones ni desplazamientos sustanciales por fuerzas naturales (2: solo Ano- y Panto-).

**Skeletotransportic (kt)** (del griego *skeletos*, secado): que tiene, en la superficie del suelo o debajo de un horizonte superficial orgánico recién formado, una capa:

- con  $\geq 20$  cm de espesor, o
- con un espesor  $\geq 50\%$  de todo el suelo, si una capa limitante comienza a  $\leq 40$  cm de la superficie del suelo,

con material del suelo que contiene, si están presentes,  $< 10\%$  (del volumen del suelo entero) de *artefactos* y que contiene  $\geq 40\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de elementos gruesos;

y que ha sido movido intencionalmente desde un área de origen fuera de las inmediaciones por actividad humana, generalmente con ayuda de maquinaria y sin modificaciones ni desplazamientos sustanciales por fuerzas naturales (2: solo Ano- y Panto-).

**Tsitelic (ts)** (del georgiano *tsiteli*, rojo): que tiene un *horizonte tsitélico* que comienza a  $\leq 50$  cm de la superficie del suelo mineral.

**Turbic (tu)** (del latín *turbare*, perturbar): que tiene rasgos de alteración criogénica (crioturbación, material mezclado, horizontes del suelo perturbados, involuciones, intrusiones orgánicas, levantamiento por heladas, separación de material grueso del fino, grietas, suelo poligonal etc.) en una capa dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y por encima de un *horizonte crítico* o de una capa congelada estacionalmente (2: solo si es claramente reconocible como capa).

**Relictiturbic (rb)** (del latín *relictus*, dejado atrás): que tiene rasgos de alteración criogénica dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, causados por acción de heladas en el pasado (2: solo si es claramente reconocible como capa).

**Umbric (um)** (del latín *umbra*, sombra): que tiene un *horizonte úmbrico* (2: solo Ano- y Panto-).

**Anthroumbic (aw)** (del griego *anthropos*, ser humano): que tiene un *horizonte úmbrico* y *propiedades ántricas* (2: solo Ano- y Panto-).

**Someriumbric (sw)** (del español *somero*): que tiene un *horizonte úmbrico* con  $< 20$  cm de espesor.

**Tonguiumbric (tw)** (del inglés *tongue*, lengua): que tiene un *horizonte úmbrico* que penetra en forma de lenguas en una capa subyacente (2: solo Ano- y Panto-; referido al *horizonte úmbrico*, no a las lenguas).

**Urbic (ub)** (del latín *urbs*, ciudad): que tiene una capa, con  $\geq 20$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, que tiene  $\geq 20\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, de los cuales  $\geq 35\%$  consisten en escombros y desechos de asentamientos humanos (*solo en Technosols*) (2).

**Hyperurbic (jx)** (del griego *hyper*, sobre): que tiene una capa, con  $\geq 50$  cm de espesor y dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, que tiene  $\geq 35\%$  (en promedio ponderado, del volumen del suelo entero) de *artefactos*, los cuales consisten en escombros y desechos de asentamientos humanos (*solo en Technosols*) (2).

**Uterquic (uq)** (del latín *uterque*, ambos): que tiene una capa:

- con propiedades gléyicas dominantes y en alguna parte con *propiedades estágnicas*, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral (*solo en Gleysols*) (2),
- con *propiedades estágnicas* dominantes y en alguna parte con *propiedades gléyicas*, que comienza a  $\leq 75$  cm de la superficie del suelo mineral (*solo en Planosols y Stagnosols*) (2).

**Vermic (vm)** (del latín *vermis*, gusano): que tiene  $\geq 50\%$  (en volumen, en promedio ponderado) de canales de gusanos, crotovinas o madrigueras de animales rellenas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral o de la superficie del suelo mineral hasta una capa limitante, lo que esté a menor profundidad.

**Vertic (vr)** (del latín *vertere*, dar vuelta): que tiene un *horizonte vértico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Protovertic (qv)** (del griego *proton*, primero): que tiene un *horizonte protovértico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral; y no tiene un *horizonte vértico* que comience a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo mineral (2).

**Vitric (vi)** (del latín *vitrum*, vidrio): que tiene dentro de los 100 cm de la superficie del suelo:

- en *Andosols*, una o más capas con *propiedades vítricas* con un espesor combinado  $\geq 30$  cm. (2),
- en otros suelos, una o más capas con *propiedades ándicas* o *vítricas* con un espesor combinado  $\geq 30$  cm (en *Cambisols*  $\geq 15$  cm), de los cuales  $\geq 15$  cm (en *Cambisols*  $\geq 7,5$  cm) tienen *propiedades vítricas* (2).

**Wapnic (wa)** (del polaco *wapno*, cal): que tiene un *horizonte cálcico* dentro de *material orgánico* que comienza a  $\leq 100$  cm de la superficie del suelo (2).

**Xanthic (xa)** (del griego *xanthos*, amarillo): que tiene un *horizonte ferrálico* que tiene un subhorizonte, con  $\geq 30$  cm de espesor y comenzando a  $\leq 75$  cm del límite superior del *horizonte ferrálico*, que tiene en  $\geq 90\%$  de su área expuesta un color Munsell con matiz 7.5YR o más amarillo, brillo  $\geq 4$  y croma  $\geq 5$ , todos en húmedo.

**Yermic (ye)** (del español *yermo*): que tiene *propiedades yérmicas*.

**Nudiyermic (ny)** (del latín *nudus*, desnudo): que tiene *propiedades yérmicas* sin pavimento de desierto.

**Paviyermic (vy)** (del latín *pavimentum*, pavimento): que tiene *propiedades yérmicas*, incluyendo un pavimento de desierto.



## 6 Códigos para los Grupos de Suelos de Referencia, calificadores y especificadores

Grupos de Suelos de referencia							
Acrisol	AC	Chernozem	CH	Leptosol	LP	Regosol	RG
Alisol	AL	Durisol	DU	Lixisol	LX	Retisol	RT
Andosol	AN	Ferralsol	FR	Luvisol	LV	Solonchak	SC
Anthrosol	AT	Fluvisol	FL	Nitisol	NT	Solonetz	SN
Arenosol	AR	Gleysol	GL	Phaeozem	PH	Stagnosol	ST
Calcisol	CL	Gypsisol	GY	Planosol	PL	Technosol	TC
Cambisol	CM	Histosol	HS	Plinthosol	PT	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Kastanozem	KS	Podzol	PZ	Vertisol	VR

Calificadores							
Abruptic	ap	Carbonatic	cn	Floatic	ft	Hypereutric	je
Aceric	ae	Carbonic	cx	Fluvic	fv	Hyperferritic	jf
Acric	ac	Chernic	ch	Folic	fo	Hypergarbic	jb
Acroxic	ao	Claric	cq	Fractic	fc	Hypergeric	jq
Activic	at	Chloridic	cl	Fractiskeletic	fk	Hypergypsic	jg
Aeolic	ay	Chromic	cr	Fragic	fg	Hyperhumic	jh
Akrofluvic	kf	Clayic	ce	Garbic	ga	Hyperhydagic	jy
Akrominerale	km	Clayinovic	cj	Gelic	ge	Hypermagnesic	jm
Akroskeletal	kk	Coarsic	cs	Gelistagnic	gt	Hypernatric	jn
Albic	ab	Cohesic	co	Geoabruptic	go	Hyperorganic	jo
Alcalic	ax	Columnic	cu	Geric	gr	Hypersalic	jz
Alic	al	Cordic	cd	Gibbsic	gi	Hypersideralic	jr
Aluandic	aa	Crylic	cy	Gilgaic	gg	Hyperspodic	jp
Andic	an	Cutanic	ct	Glacic	gc	Hyperspolic	jj
Anthraquic	aq	Densic	dn	Gleyic	gl	Hypersulfidic	js
Anthric	ak	Differentic	df	Glossic	gs	Hypertechnic	jt
Anthromollic	am	Dolomitic	do	Greyzem	gz	Hyperthionic	ji
Anthroumbic	aw	Dorsic	ds	Grumic	gm	Hyperurbic	jx
Archaic	ah	Drainic	dr	Gypsic	gy	Hyposulfidic	ws
Arenic	ar	Duric	du	Gypsifrac	gf	Hypothionic	wi
Arenicollic	ad	Dystic	dy	Gypsiric	gp	Immissic	im
Areninovic	aj	Ejectiskeletic	jk	Haplic	ha	Inclinic	ic
Argisodic	as	Ekranic	ek	Hemic	hm	Inclinigleyic	iy
Aric	ai	Endic	ed	Histic	hi	Inclinistagnic	iw
Arzic	az	Entic	et	Hortic	ht	Infraandic	ia
Biocrustic	bc	Epic	ep	Humic	hu	Infraspodic	is
Brunic	br	Escalic	ec	Hydragric	hg	Irragric	ir
Brylic	by	Eutric	eu	Hydric	hy	Isolatic	il
Calcaric	ca	Eutrosilic	es	Hydrophobic	hf	Isopteris	ip
Calcic	cc	Evapocrustic	ev	Hyperalic	jl	Kalaic	ka
Calcifrac	cf	Ferralic	fl	Hyperartefactic	ja	Lamellic	ll
Cambic	cm	Ferric	fr	Hypercalcic	jc	Lapiadic	ld
Capillaric	cp	Ferritic	fe	Hyperduric	ju	Laxic	la
Carbic	cb	Fibric	fi	Hyperdystric	jd	Leptic	le

Calificadores							
Lignic	lg	Organotransportic	ot	Protospodic	qp	Somerimollic	sm
Limnic	lm	Ornithic	oc	Protostagnic	qw	Somerirendzic	sr
Limonic	ln	Orthodystric	od	Prototechnic	qt	Someriumbric	sw
Linic	lc	Orthoeutric	oe	Prototephric	qf	Spodic	sd
Lithic	li	Orthofluvic	of	Protovertic	qv	Spolic	sp
Litholinic	lh	Orthomineralic	oi	Puffic	pu	Stagnic	st
Lixic	lx	Orthoskeletal	ok	Pyric	py	Subaquatic	sq
Loamic	lo	Ortsteinic	os	Radiotoxic	rx	Sulfatic	su
Loaminovic	lj	Oxyaquic	oa	Raptic	rp	Sulfidic	sf
Luvic	lv	Oxygleyic	oy	Reductaquic	ra	Takyric	ty
Magnesian	mg	Pachic	ph	Reductic	rd	Technic	te
Manganiferic	mf	Panpaic	pb	Reductigleyic	ry	Technotephric	tt
Mahic	ma	Paviyermic	vy	Relictigleyic	rl	Tephric	tf
Mawic	mw	Pellic	pe	Relictistagnic	rw	Terric	tr
Mazic	mz	Pelocrustic	pq	Relictiturbic	rb	Thionic	ti
Mineralic	mi	Petric	pt	Relocatic	rc	Thixotropic	tp
Mineroliminic	ml	Petrocalcic	pc	Rendzic	rz	Thyric	th
Mochipic	mc	Petroduric	pd	Retic	rt	Tidalic	td
Mollic	mo	Petrogypsic	pg	Rheic	rh	Tonguic	to
Mulmic	mm	Petroplinthic	pp	Rhodic	ro	Tonguichernic	tc
Murshic	mh	Petrosalic	ps	Rockic	rk	Tonguimollic	tm
Muusic	mu	Pisoplinthic	px	Rubic	ru	Tonguimbric	tw
Naramic	nr	Placic	pi	Rustic	rs	Totilamellic	ta
Natric	na	Plaggic	pa	Salic	sz	Toxic	tx
Nechic	ne	Plinthic	pl	Sapric	sa	Transportic	tn
Neobrunic	nb	Posic	po	Saporlithic	sh	Tsitelic	ts
Neocambic	nc	Pretic	pk	Sideralic	se	Turbic	tu
Nitic	ni	Profondic	pn	Silandic	sn	Umbric	um
Novic	nv	Profundihumic	dh	Siltic	sl	Urbic	ub
Nudiargic	ng	Protic	pr	Siltinovic	sj	Uterquic	uq
Nudilithic	nt	Protoandic	qa	Skeletal	sk	Vermic	vm
Nudinatric	nn	Protoargic	qg	Skeletofolic	ko	Vertic	vr
Nudipetric	np	Protocalcic	qc	Skeletohistic	kh	Vitric	vi
Nudiyermic	ny	Protogleyic	qy	Skeletotransportic	kt	Wapnic	wa
Ochric	oh	Protogypsic	qq	Sodic	so	Xanthic	xa
Oligoeutric	ol	Protokalaic	qk	Solimovic	sv	Yermic	ye
Ombric	om	Protosalic	qz	Sombric	sb		
Organolimnic	oo	Protosodic	qs	Someric	si		

Especificadores							
Amphi	..m	Endo	..n	Kato	..k	Supra	..s
Ano	..a	Epi	..p	Panto	..e	Thapto	..b
Bathy	..d			Poly	..y		

Combinaciones con el calificador Novic (consultar el Capítulo 2.4, Suelos enterrados)							
Aeoli-Novice	nva	Solimovi-Novice	nvs	Tephri-Novice	nvv	Transporti-Novice	nvp
Fluvi-Novice	nvf	Techni-Novice	nvt				

Nota: Los códigos para las combinaciones con subcalificadores del calificador Novic se construyen de acuerdo con el calificador, por ejemplo, Aeoli-Siltinovic (sja).

## Reglas para el uso de códigos para la nomenclatura de suelos

En el primer nivel de clasificación, el código del GSR está solo.

En el segundo nivel, el código se inicia con el GSR,

seguido por un "-",

seguido por los calificadores principales, si aplican varios, con un "." entre ellos, de acuerdo con el listado de arriba a abajo,

si es aplicable, seguido por un "-",

seguido por los calificadores suplementarios relacionados con la textura, si aplican varios, con un "." entre ellos, en la secuencia de arriba a abajo del perfil,

si es aplicable, seguido por un "-",

seguido por los demás calificadores suplementarios, si aplican varios, con un "." entre ellos, en orden alfabético de los nombres de los calificadores (no por orden alfabético de sus códigos),

si es aplicable, seguido por un "-",

seguido por calificadores que no están en la lista para el GSR respectivo.

Los subcalificadores (calificadores combinados con especificadores) se colocan en el orden de los calificadores como si se usaran sin el especificador. Excepción: Si se usan con un calificador principal, los subcalificadores Proto-, Bathy- y Thapto- deben pasar a los calificadores suplementarios.

Si un grupo de calificadores está vacío, el "-" se incluye igualmente si uno de los siguientes grupos no está vacío.

El esquema resultante queda como sigue:

GSR {-} [PQ1[.PQ2]etc] {-} [TQ1[.TQ2]etc] {-} [SQ1[.SQ2]etc] {-} [NQ1[.NQ2]etc]

Con:

PQ = calificador principal, con o sin especificadores añadidos,

TQ = calificador suplementario relacionado con la textura, con o sin especificadores añadidos,

SQ = otro calificador suplementario, con o sin especificadores añadidos,

NQ = calificador no listado para el GSR correspondiente, con o sin especificadores añadidos;

etc = pueden agregarse más calificadores de la misma manera si es necesario;

los elementos en [] se listan si ellos aplican;

los elementos en {} son necesarios si siguen otros elementos.

## Ejemplos del uso de códigos para la nomenclatura de suelos

Albic Stagnic Luvisol (Episiltic, Katoclayic, Bathysiltic, Cutanic, Differentic, Epic, Ochric):

LV-st.ab-slp.cek.sld-ct.df.ep.oh

Hemic Follic Endorockic Histosol (Dystric):

HS-rkn.fo.hm-dy

Haplic Ferralsol (Pantoloamic, Dystric, Endic, Humic, Bathypetroplinthic, Posic):

FR-ha-loe-dy.ed.hu.ppd.po

Calcaric Skeletic Pantofluvic Fluvisol (Pantoarenic, Ochric):

FL-fve.sk.ca-are-oh

Dystric Umbric Aluandic Andosol (Pantosiltic, Thaptohistic, Hyperhumic):

AN-aa.um.dy-sle-hib.jh

Isolatic Ekranic Technosol (Supraarenic, Supracalcaric):

TC-ek.il-ars-cas

Dystric Arenosol (Bathyspodic):

AR-dy-sdd

## Reglas para el uso de códigos para crear leyendas de mapas

En el primer nivel de escala, el código del GSR está solo.

En el segundo y tercer nivel de escala, el código se inicia con el GSR,

seguido por un "-",

seguido por los calificadores principales (número de acuerdo con el nivel de escala) de acuerdo con el listado de arriba a abajo, con un "." entre ellos.

Si se agregan calificadores electivos,

se añade un "-",

seguido por los calificadores electivos, con un "." entre ellos (los calificadores principales quedan en primer lugar y de ellos, el primer calificador aplicable se coloca en primer lugar, y la secuencia de los calificadores suplementarios agregados se decide por el edafólogo o la edafóloga que elabora el mapa).

Si de acuerdo con el nivel de escala, no se ha agregado ningún calificador principal, el "-" se incluye igualmente si se agrega algún calificador electivo.

Si se indican suelos codominantes o asociados, las palabras "dominante:", "codominante:" y "asociado:" se escriben antes del código del suelo.

El esquema resultante queda como sigue:

GSR{-}[PQ1[.PQ2]]{-}[EQ1[.EQ2]etc]

Con:

PQ = calificador principal,

EQ = calificador electivo;

etc = pueden agregarse más calificadores de la misma manera si es necesario;

los elementos en [] se listan si ellos aplican;

los elementos en {} son necesarios si siguen otros elementos.

## Ejemplos del uso de códigos para crear leyendas de mapas

Umbric Geric Xanthic Ferralsols (Clayic, Dystric, Endic, Humic):

primer nivel de escala: FR

segundo nivel de escala: FR-xa

tercer nivel de escala: FR-xa.gr

Si calificadores electivos se agregan: ejemplos:

primer nivel de escala: FR--ce

segundo nivel de escala: FR-xa-ce

tercer nivel de escala: FR-xa.gr-um.ce.dy

## 7 Referencias

- Asiamah, R.D.** 2000. *Plinthite and conditions for its hardening in agricultural soils in Ghana*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. (Thesis)
- Broll, G., Brauckmann, H.-J., Overesch, M., Junge, B., Erber, C., Milbert, G., Baize, D. & Nachtergaele, F.** 2006. Topsoil characterization – recommendations for revision and expansion of the FAO-Draft (1998) with emphasis on humus forms and biological features. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169 (3): 453-461.
- de Almeida, J.A., Lunardi Neto, A. & Vidal-Torrado, P.** 2015. Sombric horizon: Five decades without evolution (Review). *Scientia Agricola*, doi:10.1590/0103-9016-2014-0111.
- FAO.** 1988. *Soil map of the world. Revised legend*, by FAO–UNESCO–ISRIC. World Soil Resources Report No. 60. Rome.
- FAO.** 1994. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. Draft. Rome/Wageningen.
- FAO.** 1998. *World Reference Base for Soil Resources*, by ISSS–ISRIC–FAO. World Soil Resources Report No. 84. Rome.
- FAO.** 2001. *Lecture notes on the major soils of the world* (with CD-ROM), by P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren & F. Nachtergaele, eds. World Soil Resources Report No. 94. Rome.
- FAO–UNESCO.** 1971–1981. *Soil map of the world 1:5 000 000*. 10 Volumes. Paris, UNESCO, Paris.
- Fieldes, M. & Perrott, K.W.** 1966. The nature of allophane soils: 3. Rapid field and laboratory test for allophane. *N. Z. J. Sci.*, 9: 623–629.
- Fox, C.A., Tarnocai, C. & Broll, G.** 2010. New A horizon protocols for topsoil characterization in Canada. *19<sup>th</sup> World Congress of Soil Science Proceedings*, Symposium 1.4.2.
- Graefe, U., Baritz, R., Broll, G., Kolb, E., Milbert, G. & Wachendorf, C.** 2012. Adapting humus form classification to WRB principles. *EUROSOIL 2012, Book of Abstracts*, p. 954.
- Hewitt, A.E.** 1992. *New Zealand soil classification*. DSIR Land Resources Scientific Report 19. Lower Hutt.
- Ito, T., Shoji, S., Shirato, Y. & Ono, E.** 1991. Differentiation of a spodic horizon from a buried A horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 438–442.
- IUSS Working Group WRB.** 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006*. World Soil Resources Report No. 103, FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2007. *World Reference Base for Soil Resources 2006, First Update 2007*. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2010. *Guidelines for constructing small-scale map legends using the WRB*. FAO, Rome.
- IUSS Working Group WRB.** 2015. *World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Report No. 106, FAO, Rome.

- Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.-F., Sartori, G., Englisch, M., van Delft, B., de Waal, R. & Le Bayon, R.C.** 2013. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192: 286-294.
- Juilleret, J., de Azevedo, A.C., Santos, R.A., dos Santos, J.C., Pedron, F. de A., Dondeyne, S.** 2018. Where are we with whole regolith pedology? A comparative study from Brazil. *South African Journal of Plant and Soil* 35, 251–261. <https://doi.org/10.1080/02571862.2017.1411537>.
- Juilleret, J., Dondeyne, S., Vancampenhout, K., Deckers, J., Hissler, C.** 2016. Mind the gap: A classification system for integrating the subsolum into soil surveys. *Geoderma* 264, 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.031>.
- Kabala, C., Galka, B., Labaz, B., Anjos, L. & Cavassani, R.** 2018. Towards more simple and coherent chemical criteria in a classification of anthropogenic soils: A comparison of phosphorus tests for diagnostic horizons and properties. *Geoderma*, 320: 1-11.
- Krogh, L. & Greve, M.H.** 1999. Evaluation of World Reference Base for Soil Resources and FAO Soil Map of the World using nationwide grid soil data from Denmark. *Soil Use & Man.*, 15(3):157–166.
- Miller, B & Juilleret, J.** 2020. The colluvium and alluvium problem: Historical review and current state of definitions. *Earth-Science Reviews*, 209:103316.
- Munsell Soil Color Charts.** Munsell Color Co. Inc. Baltimore 18, Maryland 21218, USA.
- Nachtergaele, F.** 2005. The “soils” to be classified in the World Reference Base for Soil Resources. *Euras. Soil Sci.*, 38(Suppl. 1): 13–19.
- Prietz, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. *Geoderma* 356:113922.
- Shoji, S., Nanzyo, M., Dahlgren, R.A. & Quantin, P.** 1996. Evaluation and proposed revisions of criteria for Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci.*, 161(9): 604–615.
- Soil Survey Staff.** 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2<sup>nd</sup> Edition. Agric. Handbook 436. Washington, DC, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff.** 2014. *Keys to soil taxonomy*. 12<sup>th</sup> Edition. Washington, DC, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Sokolov, I.A.** 1997. Soil formation and exogenesis. Moscow. 241pp. [in Russian].
- Takahashi, T., Nanzyo, M. & Shoji, S.** 2004. Proposed revisions to the diagnostic criteria for andic and vitric horizons and qualifiers of Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50 (3): 431–437.
- Uzarowicz, L., Zagorski, Z., Mendak, E., Bartminski, P., Szara, E., Kondras, M., Oktaba, L, Turek, A. & Rogozinski, R.** 2017. Technogenic soils (Technosols) developed from fly ash and bottom ash from thermal power stations combusting bituminous coal and lignite. Part I. Properties, classification, and indications of early pedogenesis. *Catena* 157: 75-89.
- Varghese, T. & Byju, G.** 1993. *Laterite soils. Their distribution, characteristics, classification and management*. Technical Monograph 1. Thirivananthapuram, Sri Lanka, State Committee on Science, Technology and Environment.

**Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R.-C., Gobat, J.-M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., Vacca, A., Serra, G., Chersich, S., Andreetta, A., Kolli, R., Brun, J.J., Cools, N., Englisch, M., Hager, H., Katzensteiner, K., Brêthes, A., De Nicola, C., Testi, A., Bernier, N., Graefe, U., Wolf, U., Juilleret, J., Garlato, A., Obber, S., Galvan, P., Zampedri, R., Frizzera, L., Tomasi, M., Banas, D., Bureau, F., Tatti, D., Salmon, S., Menardi, R., Fontanella, F., Carraro, V., Pizzeghello, D., Concheri, G., Squartini, A., Cattaneo, D., Scattolin, L., Nardi, S., Nicolini, G., Viola, F.** 2018. *Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms — Keys of classification of humus systems and forms*. Appl. Soil Ecol. 122, 75–86.



## 8 Anexo 1: Guía de campo

Esta guía ayuda a describir suelos. Proporciona todas las características de campo necesarias para la clasificación según la WRB y algunas otras características generales. Esta Guía de Campo no pretende ser un manual exhaustivo, y las personas que la utilicen deben tener conocimientos básicos en la ciencia del suelo y experiencia en campo. En muchos suelos, algunas de las características que aparecen aquí no están presentes. Cada característica se debe indicar en la Ficha de Descripción del Suelo (Anexo 4, Capítulo 11) utilizando los códigos proporcionados.

La Guía de Campo consta de seis partes consecutivas:

1. Trabajos de preparación y reglas generales.
2. Datos generales y descripción de los factores de formación del suelo.
3. Descripción de las características de la superficie.
4. Descripción de las capas.
5. Muestreo.
6. Referencias.



*Figura 8.1: Edafólogos y edafólogas ideales.*



## 8.1 Trabajos de preparación y reglas generales

### 8.1.1 Exploración de una zona de interés con barrena y pala

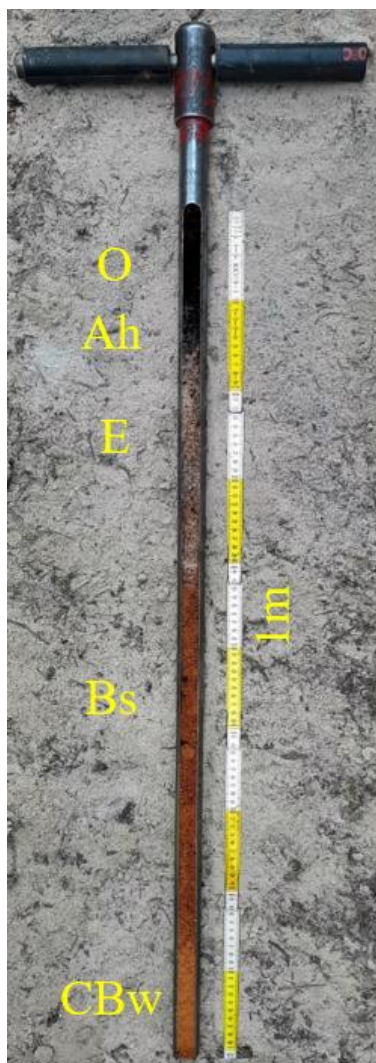


Figura 8.2: Perfil de la barrena Pürckhauer.

Seleccione su área de interés y asígnele un nombre propio; por ejemplo, *Paso de Gombori*. Luego elija un sitio. Para una mayor exploración utilice una barrena Pürckhauer o Edelman. Si usa una barrena Pürckhauer introdúzcala en el suelo de manera vertical con un martillo de plástico. De vez en cuando gire la barrena con la ayuda de la barra giratoria, especialmente en suelos ricos en arcilla. Si la barrena golpea una roca o una piedra grande, retírela. Puede volver a intentarlo a una pequeña distancia de ese punto, pero tenga cuidado de no dañar la barrena. Si es posible, introduzca la barrena hasta 1 m de profundidad. Si no se puede, anote la profundidad real que se ha alcanzado. Para sacar la barrena gírela mientras tira.

Coloque ahora la barrena en el suelo y corte el material que sobresale con un cuchillo y retírelo hacia un lado. Evite contaminar una capa con el material removido de otra. Tenga en cuenta que el interior de la barrena puede haberse compactado; por lo tanto, las profundidades de las capas pueden ser imprecisas. Coloque una regla plegable a un lado de la barrena, de acuerdo con la profundidad realmente alcanzada (Figura 8.2).

En la mayoría de los casos, la capa superior del suelo se despende de la barrena. Para investigarla con más detalle, realice siempre una pequeña calicata (miniperfil) cerca de donde se introdujo la barrena. Debe tener al menos 25 cm de profundidad y de ancho, y las paredes deben ser verticales y lisas. Coloque ahora una regla plegable en la pared del miniperfil de forma que el punto 0 esté en la superficie del suelo (consultar el Capítulo 8.3.1). Para una reconstrucción posterior puede ser útil tomar una foto del miniperfil (Figura 8.3).

Las características que se pueden describir en el material del suelo de la barrena están marcadas con un asterisco (\*) en el Capítulo 8.4.



Figura 8.3: Miniperfil.

### 8.1.2 Preparación del perfil del suelo

Una calicata debe tener al menos 1 m de profundidad o hasta que se alcance el material originario. En laderas debe ser de  $1 \text{ m} / \cos(\alpha)$ , a menos que el material originario comience a menor profundidad (Figura 8.4). Para determinar si se cumplen los criterios de espesor y de profundidad de la WRB o para calcular reservas de elementos (Prietz & Wiesmeier, 2019), se necesita el espesor de la capa perpendicular a la pendiente. Esta se calcula multiplicando el espesor vertical por  $\cos(\alpha)$ .

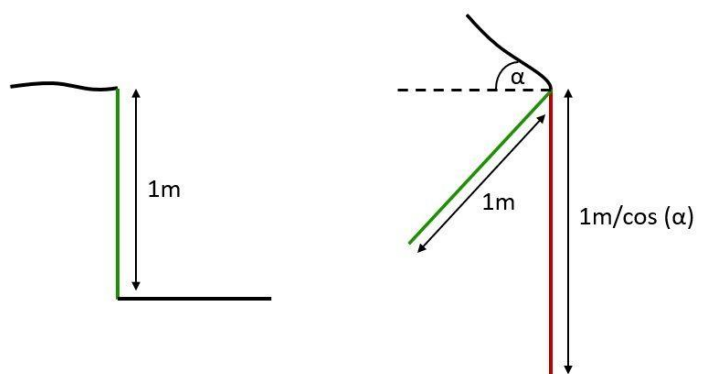


Figura 8.4: Profundidad correcta del perfil del suelo cuando el terreno está inclinado.

La calicata debe tener 1 m de ancho. Si está sobre una pendiente, la pared del perfil debe ser paralela a las curvas de nivel. El material se debe depositar a la izquierda y/o a la derecha de la calicata y nunca colocarse en la parte superior (el lado de la pared del perfil). Nunca camine, ni coloque herramientas en el lado de la pared del perfil. Se recomienda depositar el material del suelo en dos montículos y colocar por separado las partes del suelo superficial y subsuperficial. Más tarde, cuando se rellene la calicata, se debe rellenar primero la parte del suelo subsuperficial y después la parte del suelo superficial.



Prepare cuidadosamente la pared del perfil, la cual debe ser estrictamente vertical y lisa. Las raíces se deben cortar directamente en la pared del perfil. Utilice una herramienta adecuada para limpiar la pared del perfil de manera horizontal y evite que se contamine verticalmente. Coloque la cinta métrica de forma que el punto 0 se encuentre en la superficie del suelo (consultar el Capítulo 8.3.1). Éste debe estar a un lado, pero sin tocar las paredes laterales y debe estar estrictamente vertical y plana. Puede ser útil fijar el extremo inferior de la cinta con una piedra o con un palo. Tome una foto manteniendo la cámara perpendicularmente a la pared del perfil (Figura 8.5). Evite cualquier inclinación. Capture también al menos una foto del terreno y la vegetación circundante (Figura 8.6); por ejemplo, la cubierta arbórea. Asegúrese de que podrá asociar más adelante el perfil y la foto. Si es posible, guarde y nombre las fotos el mismo día en que las tome.

Si se describe un perfil de suelo que se excavó hace algún tiempo, la parte superficial del suelo estará probablemente alterada. Para describir la parte superficial del suelo se necesita un miniperfil reciente y cercano al perfil del suelo.

Figura 8.5: Perfil ideal del suelo. Tome siempre la foto perpendicularmente a la pared del perfil.



*Figura 8.6: El entorno del perfil en el paisaje.*

## 8.2 Datos generales y descripción de los factores de formación del suelo

Este capítulo se refiere a algunos datos generales y a los factores de formación del suelo: clima, forma del terreno y vegetación. Otros factores de formación del suelo se describen con la descripción de las capas.

### 8.2.1 Fecha y autores

Indique la fecha de descripción y los nombres de los autores que describieron.

### 8.2.2 Ubicación

Asigne e indique un nombre a la ubicación; por ejemplo, *Paso de Gombori 1*.

Indique las coordenadas GPS.

Indique la altitud sobre el nivel del mar (s.n.m.); por ejemplo, *106 m*.

### 8.2.3 Forma del terreno y topografía

Este Capítulo se refiere a la topografía a escala general. Para las irregularidades de la superficie a nivel local, (microtopografía) consulte el Capítulo 8.3.11.

#### Gradiente

Indique la inclinación de la superficie del terreno, con respecto al plano horizontal. Si el perfil se localiza en una superficie plana, la inclinación es 0%. Si se encuentra en una pendiente realice si es posible 2 registros: uno de la pendiente ascendente y otro de la pendiente descendente, a 10 m de distancia cada uno; por ejemplo, *pendiente ascendente: 18%; pendiente descendente: 16%*.

#### Aspecto de la pendiente

Si el perfil se encuentra en una pendiente, indique la dirección de la brújula en la que se orienta la pendiente, vista hacia abajo; por ejemplo, *225°*.

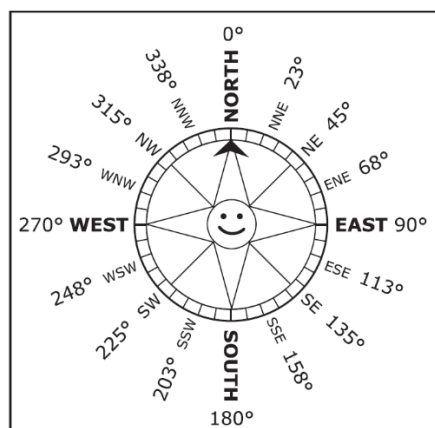


Figura 8.7: Aspecto de la pendiente, Schoeneberger et al. (2012), 1-5.

## Forma de la pendiente

Si el perfil se encuentra en una pendiente, indique su forma en dos direcciones: pendiente arriba/pendiente abajo (perpendicular a la curva de nivel, es decir, la curvatura vertical) y a través de la pendiente (paralela a la curva de nivel, es decir, la curvatura horizontal); por ejemplo, *lineal*, *convexa* o *cóncava*.

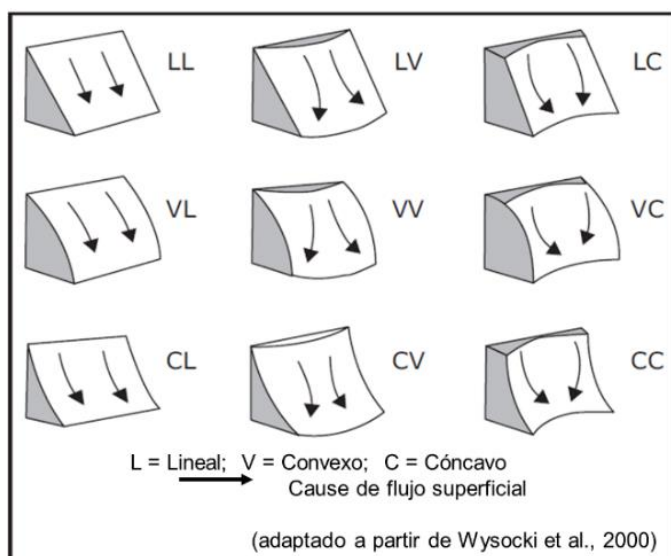


Figura 8.8: Formas de la pendiente, Schoeneberger et al. (2012), 1-6.

## Posición del perfil del suelo (relacionado con la topografía)

Si el perfil se encuentra en un terreno accidentado, Indique la posición del perfil.

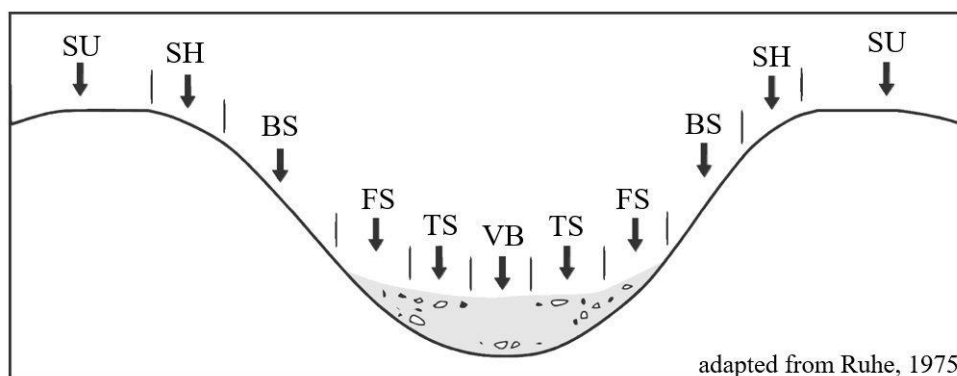


Figura 8.9: Posición del perfil, Schoeneberger et al. (2012), 1-7, modificado (cuencas no incluidas).

Cuadro 8.1: Posición del perfil, Schoeneberger et al. (2012), 1-7, modificado.

Posición	Código
Cumbre (cresta)	SU
Pendiente superior (hombro)	SH
Pendiente media (espalda de ladera)	BS
Pendiente baja	FS
Piedemonte	TS
Fondo del valle	VB
Cuenca con desagüe	OB
Cuenca endorreica	EB



## 8.2.4 Clima y tiempo

### Clima

Indique el clima según Köppen (1936) y las ecozonas según Schultz (2005, adaptado). El término “verano” se refiere a la estación con altitud solar alta y el término “invierno” a la estación con altitud solar baja.

*Cuadro 8.2: Clima según Köppen (1936).*

Clima	Código
Climas tropicales	A
Clima tropical húmedo	Af
Clima tropical de sabana de invierno seco	Aw
Clima tropical de sabana de verano seco	As
Clima tropical monzónico	Am
Climas secos	B
Clima árido cálido	BWh
Clima árido frío	BWc
Clima semiárido cálido	BSh
Clima semiárido frío	BSc
Climas templados	C
Clima húmedo subtropical	Cfa
Clima oceánico templado	Cfb
Clima oceánico subpolar	Cfc
Clima de invierno seco subtropical	Cwa
Clima de invierno seco templado	Cwb
Clima de invierno seco subpolar	Cwc
Clima mediterráneo de verano cálido	Csa
Clima mediterráneo de verano cálido/frío	Csb
Clima mediterráneo de verano frío	Csc
Climas continentales	D
Clima continental húmedo de verano cálido	Dfa
Clima continental húmedo de verano templado	Dfb
Clima subártico	Dfc
Clima subártico extremadamente frío	Dfd
Clima continental con influencia monzónica de verano cálido	Dwa
Clima continental con influencia monzónica de verano templado	Dwb
Clima subártico con influencia monzónica	Dwc
Clima subártico extremadamente frío con influencia monzónica	Dwd
Clima continental con influencia mediterránea de verano cálido	Dsa
Clima continental con influencia mediterránea de verano templado	Dsb
Clima subártico con influencia mediterránea	Dsc
Clima subártico extremadamente frío con influencia mediterránea	Dsd
Climas polares y alpinos	E
Clima de tundra	ET
Clima glacial	EF

*Cuadro 8.3: Ecozonas según Schultz (2005, adaptado).*

Ecozona	Código
Trópico con lluvias todo el año	TYR
Trópico con lluvias de verano	TSR
Trópico y subtropico secos	TSD
Subtópico con lluvias todo el año	SYR

Subtrópico con lluvias de invierno (clima mediterráneo)	SWR
Latitudes medias húmedas	MHU
Latitudes medias secas	MDR
Zona boreal	BOR
Zona polar-subpolar	POS

### Estación del año de descripción

Indique la estación del año cuando se hizo la descripción del perfil. La vegetación se puede describir mejor en la estación de mayor desarrollo vegetativo.

*Cuadro 8.4: Estación del año de descripción.*

Ecozona	Temporada	Código
SYR, SWR, MHU, MDR, BOR, POS	Primavera	SP
	Verano	SU
	Otoño	AU
	Invierno	WI
TSR	Estación húmeda	WS
	Estación seca	DS
TYR, TSD	No hay estacionalidad significativa para el crecimiento de las plantas	NS

### Condiciones meteorológicas

Indique las condiciones meteorológicas actuales y anteriores a la descripción.

*Cuadro 8.5: Condiciones meteorológicas actuales, Schoeneberger et al. (2012), 1-1.*

Condiciones meteorológicas actuales	Código
Soleado despejado	SU
Parcialmente nublado	PC
Nublado	OV
Lluvia	RA
Aguanieve	SL
Nieve	SN

*Cuadro 8.6: Condiciones meteorológicas anteriores, FAO (2006), Cuadro 2.*

Condiciones meteorológicas anteriores	Código
No ha llovido en el último mes	NM
No ha llovido en la última semana	NW
No ha llovido en las últimas 24 horas	ND
Lluvia, pero no intensa en las últimas 24 horas	RD
Lluvia intensa durante algunos días o lluvia excesiva en las últimas 24 horas	RH
Lluvia extrema o nieve deritiéndose	RE

## 8.2.5 Vegetación y uso del suelo

Este capítulo se refiere a todas las clases de cubierta vegetal, desde la completamente natural hasta la completamente antrópica. No se trata de un levantamiento de vegetación y solo se indican las características realmente relevantes para el suelo. Si la tierra es de uso agrícola o pecuario, Indique el tipo de uso. En todos los demás casos, Indique el tipo de vegetación. Observe un área (si es posible de 10 m × 10 m) con el perfil del suelo en su centro.

## Estratos de vegetación

Los estratos relevantes son los siguientes.

*Cuadro 8.7: Estratos de vegetación, National Committee on Soil and Terrain (2009), 79, modificado.*

Criterio	Estrato	Código
Vegetación cercana a la superficie del suelo	Estrato herbáceo	GS
Si están presentes tanto el estrato inferior (herbáceo) como el estrato superior (arbóreo), se puede definir un estrato medio entre ambos (arbustivo).	Estrato arbustivo	MS
Plantas de mayor altura (solo si la cobertura del dosel es $\geq 5\%$ )	Estrato arbóreo	US

## Tipo de vegetación o de uso agropecuario

Si el uso del suelo no es agropecuario, indique el tipo de vegetación según Cuadro 8.8, para cada estrato por separado; si hay más de un tipo de vegetación en el mismo estrato, indique hasta tres, el dominante primero. Si el uso del suelo es agropecuario, indique el tipo de uso según Cuadro 8.9. Las tierras de uso agropecuario pueden presentar varios estratos, pero no se describen separadamente.

*Cuadro 8.8: Tipos de vegetación, National Committee on Soil and Terrain (2009), 88-93, modificado.*

Forma de vida	Tipo de vegetación	Código
Acuática	Algas: agua dulce o salobre	AF
	Algas: agua del mar	AM
	Plantas acuáticas superiores (leñosas o no leñosas)	AH
Costras superficiales	Costras biológicas (de cianobacterias, algas, hongos, líquenes y/o musgos)	CR
Plantas terrestres no leñosas	Hongos	NF
	Líquenes	NL
	Musgos	NM
	Turba	NP
	Pastos y/o hierbas	NG
Plantas terrestres leñosas	Matorral o arbustos enanos	WH
	Arbustos de hoja perenne	GT
	Arbustos estacionalmente verdes	WS
	Árboles de hoja perenne (principalmente no plantados)	WE
	Árboles estacionalmente verdes (principalmente no plantados)	WT
	Plantaciones forestales, sin rotación con cultivos o pastizales	WP
	Plantaciones forestales, en rotación con cultivos o pastizales	WR
Ninguna (estéril)	Superficie de agua, roca o suelo con $< 0,5\%$ de cobertura vegetal	NO

*Cuadro 8.9: Tipos de uso agropecuario.*

Tipo de uso agropecuario	Código
Sistema agroforestal simultáneo con árboles y cultivos perennes	ACP
Sistema agroforestal simultáneo con árboles y cultivos anuales	ACA
Sistema agroforestal simultáneo con árboles y cultivos perennes y anuales	ACB
Sistema agroforestal simultáneo con árboles y praderas	AGG
Sistema agroforestal simultáneo con árboles, cultivos y praderas	ACG
Pasto sobre vegetación (semi)natural	PNB
Praderas de gestión intensiva, pastoreadas	GIP
Praderas de gestión intensiva, no pastoreadas	GIN
Producción de cultivos perennes (p.e., alimentos, forraje, combustibles, fibras, plantas ornamentales)	CPP
Producción de cultivos anuales (p.e., alimentos, forraje, combustibles, fibras, plantas ornamentales)	CPA
Barbecho, menos de 12 meses, con vegetación espontánea	FYC
Barbecho, al menos 12 meses, con vegetación espontánea	FOL
Barbecho, eliminación constante de todas las plantas (agricultura de secano)	FDF



### Altura, cobertura y taxones de la vegetación

Para las tierras sin uso agropecuario indique las siguientes características:

- Altura media y altura máxima en metros sobre el terreno de cada estrato por separado.
- Cobertura vegetal. Para el estrato superior y el estrato medio indique el porcentaje (por área) de la cobertura del dosel. Para el estrato inferior indique el porcentaje (por área) de la cobertura del terreno.
- Hasta tres especies importantes por estrato; por ejemplo, *Fagus orientalis*. Si no conoce las especies, indique el rango taxonómico inmediatamente superior.

### Especie actual o última cultivada

Para las tierras agropecuarias indique la especie cultivada utilizando el nombre científico; por ejemplo, *Zea mays*. Si está en barbecho, indique la última especie y el mes y año de la cosecha o del término del cultivo. Si se cultiva/ha cultivado simultáneamente más de una especie, indique hasta tres en la secuencia de la superficie cubierta, empezando por la especie que cubre la mayor superficie; ésto incluye las especies arbóreas en sistemas agroforestales simultáneos.

### Especies cultivadas por rotación

Para las tierras agropecuarias indique las especies que se han cultivado en los últimos cinco años en rotación con la actual o la última especie. Indique hasta tres en la secuencia de frecuencia, empezando por la especie más frecuente, incluyendo las especies arbóreas en sistemas agroforestales en rotación.

### Técnicas especiales para aumentar la productividad del sitio

Indique las técnicas que se refieren a la zona circundante del perfil del suelo. Las técnicas que afectan a determinadas capas del suelo se notifican para la capa respectiva. Las técnicas que provocan desniveles superficiales se deben indicar adicionalmente en el Capítulo 8.3.11. Si hay más de un tipo, indique hasta tres, el dominante primero.

*Cuadro 8.10: Técnicas especiales para aumentar la productividad del sitio.*

Tipo	Código
Drenaje por canales abiertos	DC
Drenaje subterráneo	DU
Cultivo por inundación	CW
Riego	IR
Camas elevadas o camellones	RB
Terrazas construidas	HT
Elevación local de la superficie de la tierra	LO
Otros	OT
Ninguno	NO

## 8.3 Descripción de las características de la superficie

Las características de la superficie se pueden detectar en la superficie del suelo sin necesidad de observar el perfil del suelo.

### 8.3.1 Superficie del suelo

Una **capa de hojarasca** es una capa suelta que contiene > 90% (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles (por ejemplo, hojas sin descomponer). El material vegetal muerto aún unido a plantas vivas (por ejemplo, partes muertas del musgo *Sphagnum*) no se considera parte de una capa de hojarasca. La **superficie del suelo** (0 cm) es por convención la superficie del suelo después de eliminar, si está presente, la capa de hojarasca y, si está presente, por debajo de una capa de plantas vivas (por ejemplo, musgos vivos). La **superficie del suelo mineral** es el límite superior de la capa más superficial compuesta por *material mineral* (consultar el Capítulo 2.1, Reglas generales, y Capítulo 8.4.4).

### 8.3.2 Capa de hojarasca

Observe un área de 5 m × 5 m, con el perfil en su centro, e indique el área cubierta y el espesor promedio y máximo de la capa de hojarasca en cm (consultar el Capítulo 8.3.1). Si no hay capa de hojarasca, indique 0 cm de espesor.

### 8.3.3 Afloramientos rocosos

Los afloramientos rocosos son exposiciones de roca sólida. Observe un área (si es posible de 10 m × 10 m) con el perfil en su centro. Indique el porcentaje de cobertura por afloramientos rocosos en la superficie. Indique también, en m, la distancia promedio entre los afloramientos rocosos y su tamaño (longitud promedio de la dimensión mayor).

### 8.3.4 Elementos gruesos superficiales

Los elementos gruesos superficiales, que incluyen los parcialmente expuestos, son elementos sueltos que yacen en la superficie del suelo. Observe un área (si es posible de 5 m × 5 m) con el perfil en su centro. El Cuadro 8.11 muestra la longitud promedio de la dimensión mayor en cm.

*Cuadro 8.11: Tamaño de los elementos gruesos superficiales, FAO (2006), Cuadro 15.*

Tamaño (cm)	Clase de tamaño	Código
> 0,2 - 0,6	Grava fina	F
> 0,6 - 2	Grava media	M
> 2 - 6	Grava gruesa	C
> 6 - 20	Piedras	S
> 20 - 60	Bloques	B
> 60	Bloques grandes	L
Sin elementos gruesos en la superficie		N

Indique el porcentaje total del área cubierta por elementos gruesos superficiales. Además, indique al menos una y hasta tres clases de tamaño, y el porcentaje del área cubierta por los elementos gruesos superficiales de la clase de tamaño correspondiente; la dominante primero.

### 8.3.5 Rasgos de desierto

Los elementos gruesos que están constantemente expuestos al arrastre de la arena por el viento pueden ser afectados por abrasión, moldeado y pulido, lo que da lugar a superficies planas con bordes afilados. Estos elementos se denominan ventifactos (windkanters). Observe un área de  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  con el perfil en su centro, e indique el porcentaje de ventifactos en relación con los elementos gruesos  $> 2\text{ cm}$  (dimensión mayor).

Los elementos gruesos pueden presentar meteorización química, que puede dar lugar a la formación de óxidos y a un color intenso en sus superficies superiores; pero no en sus superficies inferiores sin meteorización, las cuales presentan el color original de la roca. Este color intenso en las superficies superiores se llama barniz del desierto. Observe un área de  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  con el perfil en su centro, e indique el porcentaje de elementos gruesos  $> 2\text{ cm}$  (dimensión mayor) que presentan barniz del desierto.

### 8.3.6 Suelo poligonal

El suelo poligonal es el resultado del ordenamiento del material debido a los ciclos de congelación-descongelación en las regiones con permafrost. Indique el ordenamiento de elementos gruesos  $> 6\text{ cm}$  (dimensión mayor) en la superficie del suelo.

*Cuadro 8.12: Patrones superficiales del suelo.*

Forma	Código
Círculos	R
Polígonos	P
Bandas	S
Ninguna	N

### 8.3.7 Costras superficiales

Las costras superficiales se describen como capas y se explican con más detalle en el Capítulo 8.4.31. Aquí se describe el área cubierta. Observe un área (si es posible de  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ ) con el perfil en su centro. Indique el porcentaje del área que presenta una costra superficial.

### 8.3.8 Grietas superficiales

Las grietas son fisuras distintas de las atribuidas a la estructura del suelo (consultar el Capítulo 8.4.10). Si hay grietas superficiales, indique su anchura promedio. Si la superficie del suelo entre las grietas de mayor anchura está dividida regularmente por grietas de menor anchura, indique las dos clases. Si aparecen aleatoriamente diferentes clases de anchura, indique solo la dominante. La continuidad de las grietas a mayor profundidad se indica en la descripción de las capas (consultar el Capítulo 8.4.13). En cada clase de anchura indique la distancia promedio entre las grietas, su disposición espacial y su persistencia.

#### Anchura

*Cuadro 8.13: Anchura de las grietas superficiales, FAO (2006), Cuadro 21.*

Anchura (cm)	Clase de anchura	Código
$\leq 1$	Muy fina	VF
$> 1 - 2$	Fina	FI
$> 2 - 5$	Media	ME
$> 5 - 10$	Ancha	WI

> 10	Muy ancha	VW
Sin grietas superficiales		NO

### Distancia entre grietas superficiales

Cuadro 8.14: Distancia entre grietas superficiales, FAO (2006), Cuadro 21, modificado.

Distancia (cm)	Clase de distancia	Código
≤ 0,5	Mínima	TI
> 0,5 - 2	Muy pequeña	VS
> 2 - 5	Pequeña	SM
> 5 - 20	Media	ME
> 20 - 50	Grande	LA
> 50 - 200	Muy grande	VL
> 200 - 500	Enorme	HU
> 500	Muy enorme	VH

### Disposición espacial de las grietas superficiales

Cuadro 8.15: Disposición espacial de las grietas superficiales.

Disposición espacial	Código
Poligonal	P
No poligonal	N

### Persistencia de las grietas superficiales

Cuadro 8.16: Persistencia de las grietas superficiales.

Criterio	Código
Reversible (se abre y se cierra con el cambio de humedad; por ejemplo, en Vertisols y en suelos con el calificador Vertic o Protovertic)	R
Irreversible (persisten todo el año; por ejemplo, grietas en pólderes drenados o grietas en capas cementadas)	I

## 8.3.9 Presencia de agua

Indique la presencia de agua por encima de la superficie del suelo. Para los cultivos bajo inundación e irrigados, consultar el Capítulo 8.2.5. Si hay agua de más de un origen por encima de la superficie del suelo, indique el dominante.

Cuadro 8.17: Agua por encima de la superficie del suelo.

Criterio	Código
Sumergido permanentemente en agua de mar (debajo de la marea viva baja)	MP
Zona de mareas (entre la marea viva baja y la marea viva alta)	MT
Mareas tormentosas ocasionales (por encima de la marea viva alta)	MO
Sumergido permanentemente en agua continental	FP
Sumergido en agua continental remota, al menos una vez al año	FF
Sumergido en agua continental remota, menos de una vez al año	FO
Sumergido en agua subterránea local ascendente, al menos una vez al año	GF
Sumergido en agua subterránea local ascendente, menos de una vez al año	GO
Sumergido en agua de lluvia local, al menos una vez al año	RF
Sumergido en agua de lluvia local, menos de una vez al año	RO

Sumergido en agua continental de origen desconocido, al menos una vez al año	UF
Sumergido en agua continental de origen desconocido, menos de una vez al año	UO
Ninguno de los anteriores	NO

### 8.3.10 Repelencia al agua

Las superficies secas del suelo pueden ser repelentes al agua (hidrófobas). Indique la repelencia al agua solo si la superficie del suelo está seca. Coloque un poco de agua en la superficie del suelo y mida el tiempo que transcurre hasta que se infiltra.

*Cuadro 8.18: Repelencia al agua.*

Criterio	Código
El agua aguanta $\geq 60$ segundos	R
El agua se infiltra completamente en $< 60$ segundos	N

### 8.3.11 Relieves superficiales

#### Microrelieve natural de la superficie

Este apartado se refiere a los microrelieves resultantes de los procesos de formación del suelo, no asociados con la erosión, deposición o actividad humana. Las morfologías superficiales provocados por actividad humana o por erosión se describen en los párrafos siguientes. La deposición se considera una característica de las capas (consultar el Capítulo 8.4). Indique los microrelieves superficiales con una diferencia de altura promedio  $\geq 5$  cm. Indique el tipo, la diferencia de altura promedio, el diámetro promedio de las zonas elevadas y la distancia promedio entre los máximos de altura. Indique todos los valores en m.

*Cuadro 8.19: Tipos de microrelieves superficiales naturales.*

Criterio	Código
Microrelieves causados por permafrost (palsas, pingos, bolas de hielo, tufures, etc.)	P
Microrelieves causados por arcillas de expansión-retracción (relieve gilgai)	G
Otros	O
Ninguno	N

#### Relieves superficiales causados por actividad humana

Indique hasta dos tipos de relieves superficiales causados por actividad humana, con una diferencia de altura promedio  $\geq 5$  cm, el dominante primero. Indique solamente si muestran un patrón repetitivo. No se describen características únicas; por ejemplo, un montículo aislado. En terrazas indique la altura promedio del muro. En todas las demás características indique la diferencia promedio entre los puntos más altos y bajos, la anchura/longitud promedio de la característica y la distancia promedio entre los máximos de profundidad/altura. Indique todos los valores en cm.

*Cuadro 8.20: Tipos de relieves de superficie causados por actividad humana.*

Tipo	Código
Terrazas construidas	HT
Camas elevadas o camellones	RB
Otras elevaciones longitudinales	EL
Elevaciones poligonales	EP
Elevaciones redondeadas	ER
Canales de drenaje	CD
Canales de riego (irrigación)	CI

Otros canales	CO
Agujeros poligonales	HP
Agujeros redondeados	RH
Otros	OT
Ninguno	NO

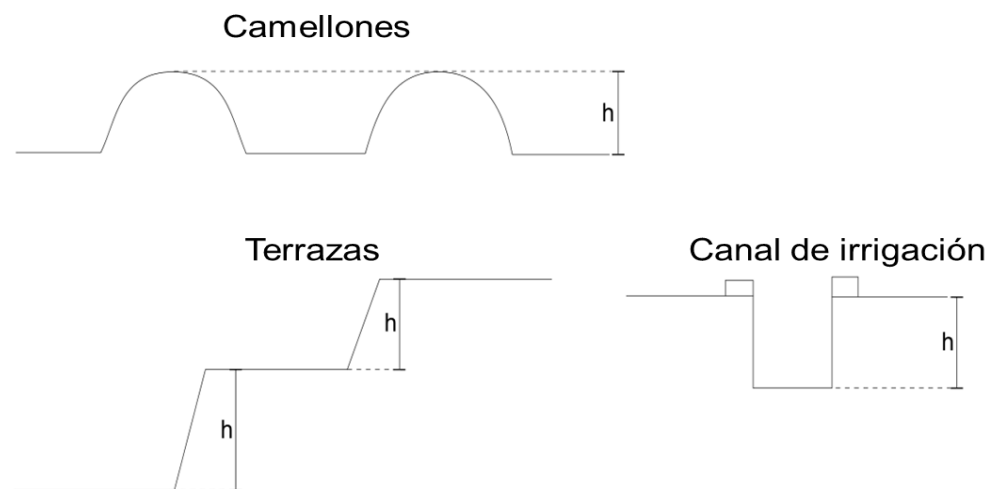


Figura 8.10: Alteraciones de la superficie causadas por actividad humana.

### Morfologías superficiales causados por la erosión

Este apartado se refiere a fenómenos de erosión con una diferencia de altura promedio  $\geq 5$  cm. Indique la categoría, el grado y la actividad.

Cuadro 8.21: Categorías de erosión, FAO (2006), Cuadro 16.

Categoría	Código
Erosión hídrica	
Erosión laminar	WS
Erosión por surcos	WR
Erosión por cárcavas o barrancas	WG
Erosión por túnel o galerías	WT
Erosión eólica	
Arenas movedizas	AS
Otros tipos de erosión eólica	AO
Erosión hídrica y eólica	WA
Movimiento de masas (deslizamiento de tierras y fenómenos similares)	MM
Erosión, no categorizada	NC
No hay indicios de erosión	NO

Cuadro 8.22: Grado de erosión, FAO (2006), Cuadro 18.

Criterio	Titulación	Código
Algunas evidencias de daños en las capas superficiales; las funciones ecológicas originales prácticamente intactas.	Leve	S
Evidencia clara de remoción de capas superficiales; las funciones ecológicas originales parcialmente destruidas.	Moderado	M
Capas superficiales completamente removidas y capas subsuperficiales expuestas; las funciones ecológicas originales completamente destruidas.	Grave	V
Remoción sustancial de las capas subsuperficiales; las funciones ecológicas originales totalmente destruidas (malpaís o tierras baldías).	Extremo	E

*Cuadro 8.23: Actividad de erosión, FAO (2006), Cuadro 19.*

<b>Criterio</b>	<b>Código</b>
Activa en la actualidad	PR
Activa en el pasado reciente (en los últimos 100 años)	RE
Activa en tiempos históricos	HI
Período de actividad desconocido	NK

### **Posición del perfil del suelo (relacionado con el relieve de la superficie)**

Indique dónde se encuentra el perfil del suelo.

*Cuadro 8.24: Posición del perfil del suelo, si la superficie del suelo es irregular.*

<b>Posición</b>	<b>Código</b>
En la parte alta	H
En la pendiente	S
En la parte baja	L
En una superficie no afectada	E

### **8.3.12 Alteraciones técnicas de la superficie**

Este capítulo se refiere a las alteraciones técnicas de la superficie que no modifican en relieve. Para los relieves superficiales, consulte el Capítulo 8.3.11. Indique las alteraciones técnicas de la superficie.

*Cuadro 8.25: Alteraciones técnicas de la superficie.*

<b>Tipo</b>	<b>Código</b>
Sellado con hormigón	SC
Sellado con asfalto	SA
Otros tipos de sellado	SO
Remoción del suelo superficial	TR
Nivelación	LV
Otros	OT
Ninguna	NO

## 8.4 Descripción de las capas

### 8.4.1 Identificación de las capas y de su profundidad

Una **capa del suelo** es una zona del suelo, aproximadamente paralela a la superficie del suelo, con propiedades diferentes a las de las capas sobre- y/o subyacentes. Si al menos una de estas propiedades es el resultado de procesos de formación del suelo, la capa se denomina **horizonte del suelo**. En lo sucesivo, el término “capa” se utiliza preferentemente para incluir las capas en las que no se han producido procesos de formación del suelo.

Una capa del suelo se identifica por ciertas características observables. Entre estas características se encuentran:

- Color de la matriz
- Rasgos redoximorfos
- Textura
- Elementos gruesos
- Artefactos
- Densidad aparente
- Estructura
- Revestimientos y puentes
- Grietas
- Carbonatos
- Carbonatos secundarios
- Yeso secundario
- Sílice secundaria
- Cementación
- Saturación de agua
- Vidrios volcánicos
- Contenido de  $C_{org}$
- Alteraciones humanas

Siempre que observe una diferencia importante en al menos una de estas características, establezca un límite de capa. Si una capa tiene un espesor demasiado grande (por ejemplo  $> 30$  cm), es conveniente subdividirla para su descripción en dos o más capas de espesor más o menos igual. En algunos suelos será necesario adicionar límites de capas a ciertas profundidades, en los cuales se tendrá que revisar la presencia o ausencia de un horizonte de diagnóstico (por ejemplo, 20 cm para comprobar *horizontes móllicos* o *úmbricos*). Los sedimentos aluviales y las capas de tefra pueden estar finamente estratificados; para su descripción es conveniente combinar varios estratos de este tipo en una sola capa. En todos los demás casos no se deben combinar en una sola capa estratos geológicos diferentes.

En los siguientes encabezados, la (o), la (m) y la (o, m) indican si la característica descrita se debe indicar en capas orgánicas, minerales o en ambas (consultar el Capítulo 8.4.4). En el caso de capas organotécnicas, el usuario decide qué características se deben describir. El asterisco (\*) informa que la característica también se puede describir a partir de un barrenado con una barrena *Pürckhauer*.

Las capas se numeran consecutivamente a partir de la superficie del suelo (consultar el Capítulo 8.3.1) y hacia abajo. Indique la profundidad superior e inferior de cada capa. Si se desconoce la profundidad inferior de la última capa, indique la profundidad del perfil con el símbolo + como profundidad inferior de la capa.



Para la descripción deben tenerse en cuenta los siguientes principios (consultar Reglas generales, Capítulo 2.1):

1. Todos los datos se refieren a la tierra fina, a menos que se indique lo contrario. La **tierra fina** comprende los constituyentes del suelo  $\leq 2$  mm. El **suelo entero** se compone de tierra fina, elementos gruesos, *artefactos*, partes cementadas y residuos vegetales muertos de cualquier tamaño.
2. Todos los datos se expresan en **masa**, a menos que se indique lo contrario.

## 8.4.2 Homogeneidad de la capa (o, m)

### Capa formada por diferentes partes

Si una capa está formada por dos o más partes diferentes que no forman capas horizontales, pero se pueden distinguir fácilmente, se describen por separado. Utilice líneas separadas en la Ficha de Descripción del Suelo (Anexo 4, Capítulo 11) e indique el porcentaje de cada parte (del área expuesta, que comprenda el suelo entero). Algunos ejemplos son las capas con *propiedades réticas* (consultar el Capítulo 8.4.18), con alteración criogénica (consultar el Capítulo 8.4.34) o con removimiento por un arado único (consultar el Capítulo 8.4.39). No se recomienda la separación si solo hay un límite ondulado (como ocurre, por ejemplo, en los *horizontes chérnico* o en los horizontes eluviales en Podzols, consultar el Capítulo 8.4.5), o si solo hay algunas adiciones de materiales (consultar el Capítulo 8.4.39).

### Capa compuesta por varios estratos de sedimentos aluviales o de tefra

Los estratos aluviales comprenden depósitos fluviales, lacustres y marinos. Los estratos de tefra contienen una cantidad significativa de piroclastos. Indique la presencia de estratos aluviales y de estratos de tefra dentro de la capa descrita.

Cuadro 8.26: Presencia de estratos dentro de una capa.

Criterio	Código
Capa compuesta por dos o más estratos aluviales	A
Capa compuesta por dos o más estratos de tefra	T
Capa compuesta por dos o más estratos aluviales que contienen tefra	B
La capa no está compuesta por diferentes estratos	N

## 8.4.3 Agua

### Saturación de agua (o, m)

Indique la saturación de agua.

Cuadro 8.27: Tipos de saturación de agua.

Criterio	Código
Saturado de agua de mar durante $\geq 30$ días consecutivos	MS
Saturado de agua de mar según los cambios de marea	MT
Saturado de agua subterránea o corriente durante $\geq 30$ días consecutivos de agua que tiene una conductividad eléctrica $\geq 4$ dS m <sup>-1</sup>	GS
Saturado de agua subterránea o corriente durante $\geq 30$ días consecutivos de agua que tiene una conductividad eléctrica $< 4$ dS m <sup>-1</sup>	GF
Saturado de agua de lluvia durante $\geq 30$ días consecutivos	RA
Saturado de agua de hielo derretido durante $\geq 30$ días consecutivos	MI
Saturado de agua durante $\geq 30$ días consecutivos en el pasado, después drenado y ahora saturado de agua durante $< 30$ días consecutivos	DR
Agua pura, cubierta por materia orgánica flotante	PW
Ninguno de los anteriores	NO

### Estado de humedad del suelo (m) (\*)

Compruebe el estado de humedad del suelo en las capas no saturadas. Rocíe la pared del perfil con agua y observe el cambio de color. A continuación saque una muestra (no rociada), aplástela e indique su comportamiento.

Cuadro 8.28: Estado de humedad del suelo, FAO (2006), Cuadro 57, modificado.

Aplastamiento	Humedecimiento	Clase de humedad	Código
Polvoriento o duro	Cambia mucho a oscuro	Muy seca	VD
No suelta polvo	Cambia a oscuro	Seca	DR
No suelta polvo	Cambia ligeramente a oscuro	Ligeramente húmeda	SM
No suelta polvo	Sin cambio de color	Húmeda	MO
Escurren gotas de agua	Sin cambio de color	Mojada	WE

### 8.4.4 Capas orgánicas, organotécnicas y minerales

Se distinguen las siguientes capas (consultar el Capítulo 3.3):

- Las capas orgánicas están formadas por *material orgánico*.
- Las capas organotécnicas están formadas por *material organotécnico*.
- Las capas minerales son todas las demás capas.

Una capa orgánica u organotécnica se denomina hidromorfa si está saturada de agua durante  $\geq 30$  días consecutivos en la mayoría de los años o si ha sido drenada. En caso contrario se denomina terrestre. Las capas orgánicas hidromorfas comprenden la turba y el *material límnic* orgánico. Indique si una capa es orgánica, organotécnica o mineral y si es orgánica u organotécnica, además indique si es hidromorfa o terrestre. La distinción es preliminar y puede tener que corregirse en función de los análisis de laboratorio.

Cuadro 8.29: Capas orgánicas, organotécnicas y minerales.

Criterio	Código
Orgánica hidromorfa	OH
Orgánica terrestre	OT
Organotécnica hidromorfa	TH
Organotécnica terrestre	TT
Mineral	MI

### 8.4.5 Límites de capa (o, m)

#### Nitidez del límite inferior de la capa (\*)

Indique la nitidez del límite inferior de la capa.

Cuadro 8.30: Nitidez de los límites de las capas, Schoeneberger et al. (2012), 2-6, modificado

Capas minerales, capas organotécnicas y capas orgánicas hidromorfas: transición dentro de (cm)	Capas orgánicas terrestres: transición dentro de (cm)	Nitidez	Código
$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	Muy abrupto	V
$> 0,5 - 2$	$> 0,1 - 0,2$	Abrupto	A
$> 2 - 5$	$> 0,2 - 0,5$	Neto	C
$> 5 - 15$	$> 0,5 - 1$	Gradual	G
$> 15$	$> 1$	Difuso	D

## Forma

Indique la forma. La característica se refiere al límite inferior de la capa, pero si la forma es discontinua o está “fracturada”, se refiere a toda la capa.

Cuadro 8.31: Formas de los límites de las capas, Schoeneberger et al. (2012), 2-7.

Criterio	Forma	Código
Superficie casi plana	Plana	S
Ondulaciones menos profundas que anchas	Ondulada	W
Ondulaciones más profundas que anchas	Irregular	I
Fracturada, sin continuidad	Discontinua	B

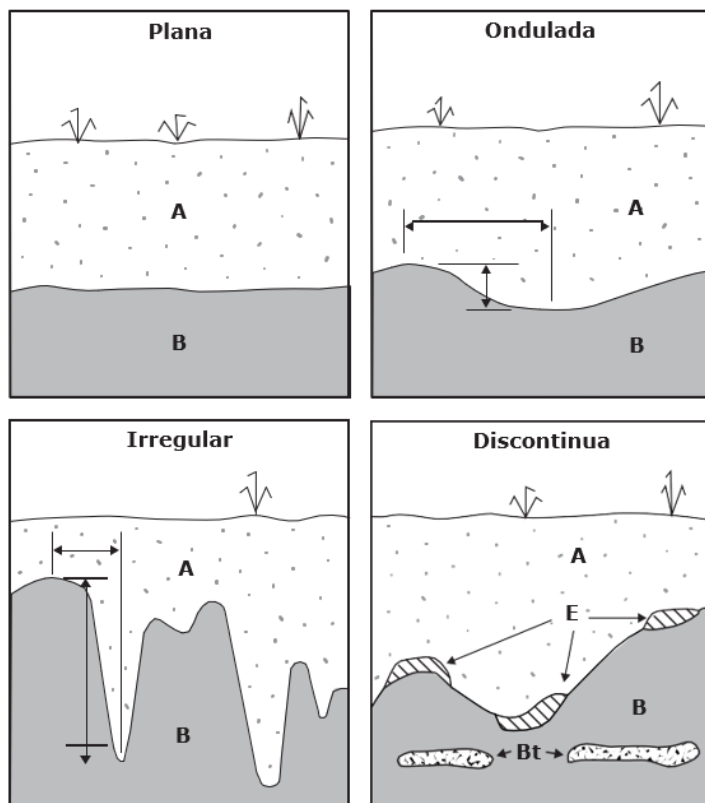


Figura 8.11: Formas de los límites de las capas, Schoeneberger et al. (2012), 2-7, modificado.

### 8.4.6 Deposición eólica (m)

Indique cualquier indicio de deposición eólica. Utilice una lupa de mano (máximo 10×).

Cuadro 8.32: Tipos de deposición eólica.

Criterio	Código
Aeroturbación (estratificación cruzada).	CB
≥ 10% de las partículas de arena media o más gruesa son redondeadas o subangulares y tienen una superficie mate.	RH
≥ 10% de las partículas de arena media o más gruesa son redondeadas o subangulares y tienen una superficie mate, pero solo en material eólico que ha rellenado grietas.	RC
Otros.	OT
No hay indicios de deposición eólica.	NO

## 8.4.7 Elementos gruesos y remanentes de capas cementadas fragmentadas (o, m)

Este capítulo se refiere a elementos gruesos naturales y a remanentes de capas cementadas fragmentadas. Los *artefactos* se describen en el Capítulo 8.4.8. Un elemento grueso es una partícula mineral derivado del material originario, > 2 mm en su diámetro equivalente (consultar el Capítulo 8.4.9). Los remanentes de capas cementadas fragmentadas pueden tener cualquier tamaño, pero solo se describen aquí si tienen un diámetro equivalente > 2 mm. La subdivisión (0,6 a 60 cm) se basa en su mayor dimensión.

### Tamaño y forma

El Cuadro 8.33 indica la longitud mayor y la forma.

*Cuadro 8.33: Clases de tamaño y forma de los elementos gruesos y de los remanentes de capas cementadas fragmentadas, FAO (2006), Cuadros 27 y 28.*

Tamaño (cm)	Clase de tamaño	Forma	Código
> 0,2 - 0,6	Grava fina	Redondeada	FR
		Angular	FA
		Redondeada y angular	FB
> 0,6 - 2	Grava media	Redondeada	MR
		Angular	MA
		Redondeada y angular	MB
> 2 - 6	Grava gruesa	Redondeada	CR
		Angular	CA
		Redondeada y angular	CB
> 6 - 20	Piedras	Redondeada	SR
		Angular	SA
		Redondeada y angular	SB
> 20 - 60	Bloques	Redondeada	BR
		Angular	BA
		Redondeada y angular	BB
> 60	Bloques grandes	Redondeada	LR
		Angular	LA
		Redondeada y angular	LB
Ni elementos gruesos, ni remanentes de capas cementadas fragmentadas			NO

### Grado de meteorización (elementos gruesos) y agente cementante (remanentes de capas cementadas fragmentadas)

*Cuadro 8.34: Grado de meteorización de los elementos gruesos, FAO (2006), Cuadro 29.*

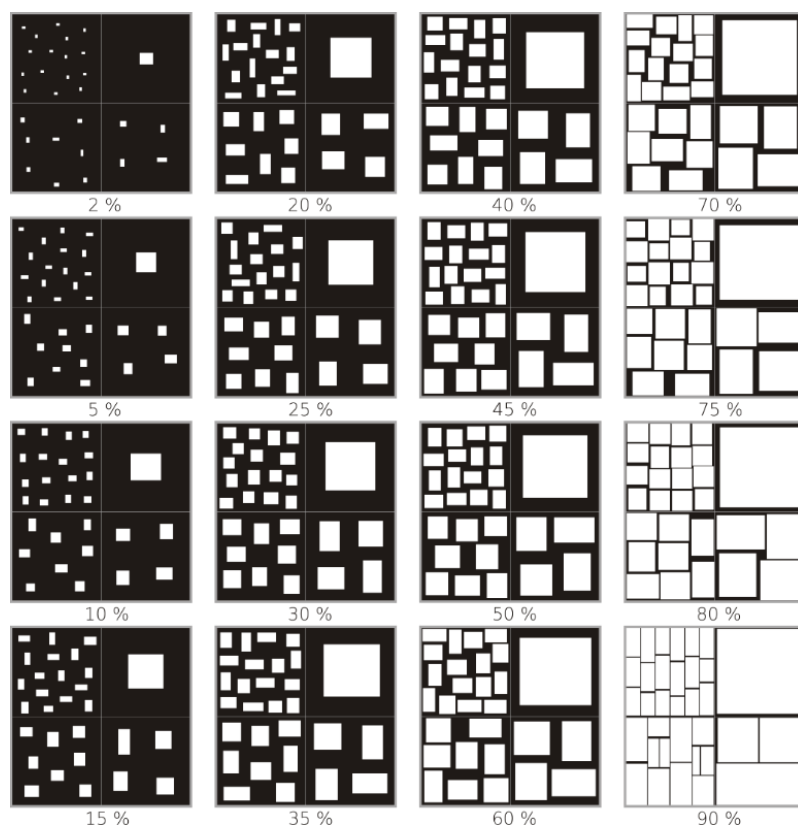
Criterio	Grado de meteorización	Código
Ausencia o escasos signos de meteorización.	Ligero	F
Pérdida del color original de la roca y pérdida de la forma cristalina en las partes externas; los centros permanecen relativamente inalterados; la resistencia original se conserva relativamente bien.	Moderadamente meteorizado	M
Todos los minerales, salvo los más resistentes, están meteorizados; se ha perdido el color original de la roca y tiende a desintegrarse solamente con una presión moderada.	Fuertemente meteorizado	S

*Cuadro 8.35: Remanentes de capas cementadas fragmentadas: agente cementante.*

Cementante	Código
Carbonatos secundarios	CA
Yeso secundario	GY
Sílice secundaria	SI
Óxidos de Fe, predominantemente dentro de los (antiguos) agregados del suelo; sin contenido significativo de materia orgánica.	FI
Óxidos de Fe, predominantemente en las superficies de los (antiguos) agregados del suelo; sin contenido significativo de materia orgánica.	FO
Óxidos de Fe, sin relación con (antiguos) agregados del suelo; sin contenido significativo de materia orgánica.	FN
Óxidos de Fe en presencia de un contenido significativo de materia orgánica.	FH

### Abundancia

Indique el porcentaje total del volumen ocupado por elementos gruesos. Además, indique al menos una y hasta cuatro clases de tamaño y forma, su grado de meteorización y el porcentaje del volumen ocupado por los elementos gruesos de la clase correspondiente, la dominante primero. Indique el porcentaje total del volumen ocupado por remanentes de capas cementadas fragmentadas y su agente cementante, si aplica hasta dos, y el porcentaje del volumen ocupado por los remanentes de cada cementación, el dominante primero (consultar los Capítulos 8.4.30 y 8.4.32). Todos los porcentajes se dan en volumen del suelo entero. Figura 8.12 ayuda a estimar el volumen.



*Figura 8.12: Gráficos para estimar los porcentajes de elementos gruesos y de remanentes de capas cementadas fragmentadas, FAO (2006), Figura 5, modificado por B. Repe.*

### Poros visibles entre elementos gruesos

Entre los elementos gruesos pueden existir grandes poros visibles a simple vista que no contienen material del suelo. Indique su porcentaje total (del volumen del suelo entero).

## 8.4.8 Artefactos (o, m)

Los *artefactos* son sustancias sólidas o líquidas que han sido:

- creados o sustancialmente modificados por actividad humana como parte de procesos de fabricación industrial o artesanal, o
- trasladados a la superficie por actividad humana desde una profundidad en la que no estaban influenciados por procesos superficiales, y depositados en un medio en el que no ocurren comúnmente.

### Tipo

*Cuadro 8.36: Ejemplos de artefactos, Schoeneberger et al. (2012), 2-50, modificado.*

Tipo	Código
Betún (asfalto), continuo	BT
Betún (asfalto), fragmentos	BF
Cal aplicada, terrones	LL
Carbono negro (por ejemplo, carbón vegetal, partículas parcialmente carbonizadas, hollín)	BC
Caucho (neumáticos, etc.)	RU
Ceniza residual	BA
Cenizas volátiles	FA
Cerámica	CE
Desperdicios de desbaste (lascas de herramientas de piedra)	DE
Estériles de minas (jales)	MS
Escoria de caldera	BS
Geomembrana, continua	GM
Geomembrana, fragmentos	GF
Hormigón, continuo	CR
Hormigón, fragmentos	CF
Ladrillos, adobes	BR
Madera tratada	TW
Metal	ME
Monedas de oro	GC
Papel, cartón	PA
Petróleo	CO
Piedras apisonadas o trituradas	DS
Placa de yeso	PB
Plástico	PT
Productos petrolíferos transformados	PO
Residuos domésticos (indiferenciados)	HW
Residuos industriales	IW
Residuos orgánicos	OW
Subproductos de la combustión del carbón	CU
Tela, alfombra	CL
Vidrio	GL
Otros	OT
Ninguno	NO

Nota: Si no ha sido producido intencionadamente por actividad humana, el carbono negro se considera natural (consultar el Capítulo 8.4.36).

## Tamaño

El Cuadro 8.37 indica la longitud promedio de la mayor dimensión de los *artefactos* sólidos.

*Cuadro 8.37: Tamaño de los artefactos, FAO (2006), Cuadro 27.*

Tamaño (cm)	Clase de tamaño	Código
$\leq 0,2$	Tierra fina	E
$> 0,2 - 0,6$	Grava fina	F
$> 0,6 - 2$	Grava media	M
$> 2 - 6$	Grava gruesa	C
$> 6 - 20$	Piedras	S
$> 20 - 60$	Bloques	B
$> 60$	Bloques grandes	L

## Abundancia

Indique el porcentaje total del volumen (que comprenda el suelo entero) ocupado por *artefactos* sólidos. Además, indique al menos uno y hasta cinco tipos y clases de tamaño y el porcentaje del volumen ocupado por el tipo y la clase de tamaño respectivos, el dominante primero. Figura 8.12 ayuda a estimar el volumen. Adicionalmente, el carbono negro se debe notificar como porcentaje del área expuesta (que comprenda la tierra fina más el carbono negro de cualquier tamaño).

## 8.4.9 Textura del suelo (m) (\*)

### Clases de tamaño de partículas

*Cuadro 8.38: Clases de tamaño de partículas, ISO 11277:2009.*

Clase de tamaño de partículas	Diámetro de las partículas
Tierra fina	Todas las partículas $\leq 2$ mm
Arena	$> 63 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Arena muy gruesa	$> 1250 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Arena gruesa	$> 630 \mu\text{m} - \leq 1250 \mu\text{m}$
Arena media	$> 200 \mu\text{m} - \leq 630 \mu\text{m}$
Arena fina	$> 125 \mu\text{m} - \leq 200 \mu\text{m}$
Arena muy fina	$> 63 \mu\text{m} - < 125 \mu\text{m}$
Limo	$> 2 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Arcilla	$\leq 2 \mu\text{m}$

Las clases de tamaño de partículas de hasta 2 mm se definen en función del diámetro equivalente. El diámetro equivalente es el diámetro de una esfera que en el análisis de sedimentación se deposita con la misma velocidad que la partícula correspondiente.

El ojo humano y el sentido táctil de los dedos pueden detectar partículas  $> 150 - 300 \mu\text{m}$ , dependiendo de la sensibilidad individual.

### Clases texturales

Indique la clase textural. Tenga en cuenta que la textura al tacto, según el siguiente diagrama de flujo, proporciona una estimación de la textura. Especialmente, alrededor de los límites entre clases los resultados pueden ser no absolutamente fiables. Las personas principiantes deberán pedir ayuda a profesionales experimentados en edafología.

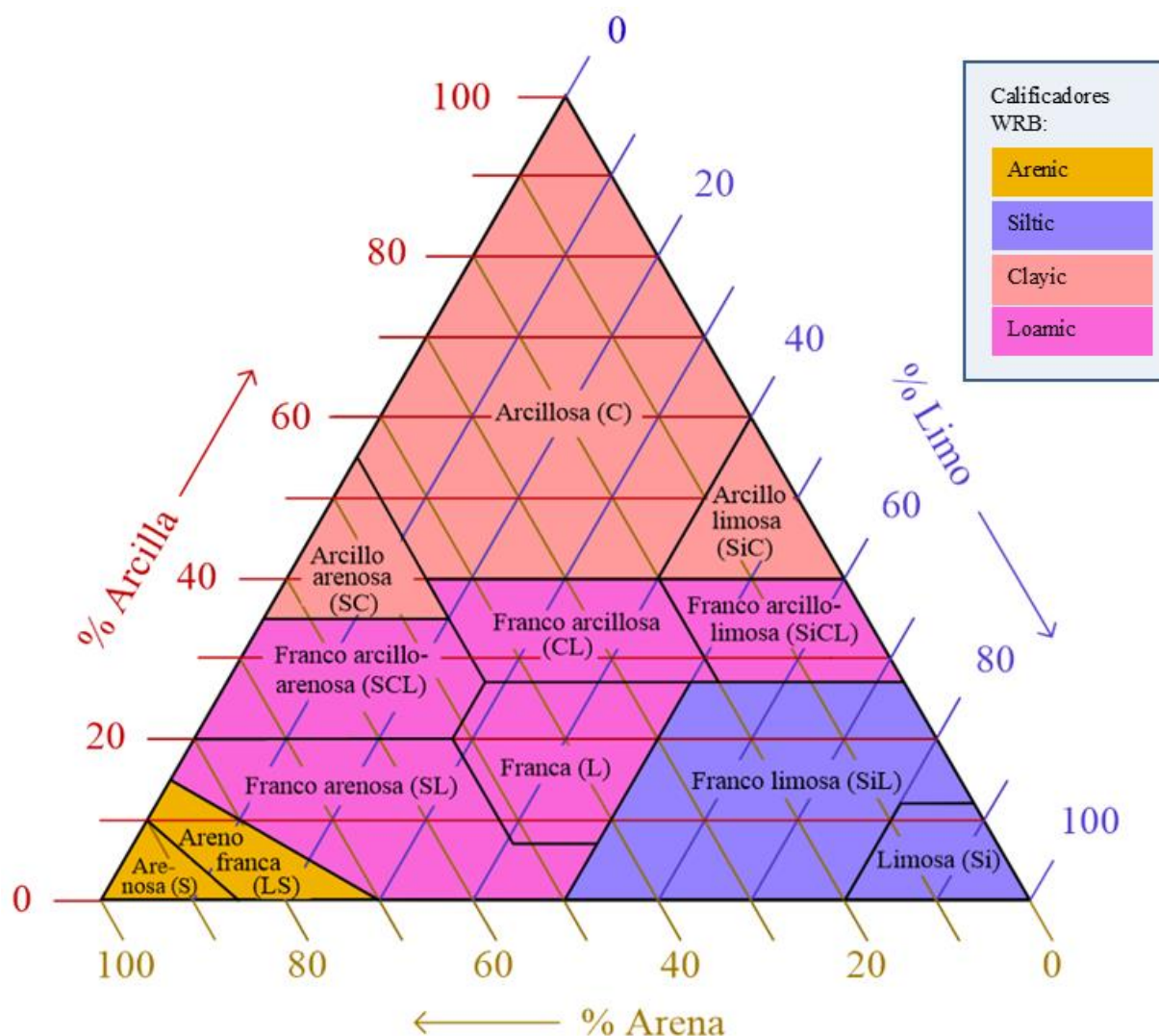


Figura 8.13: Clases texturales, triángulo, Blum et al. (2018), Figura 28, modificada.

Cuadro 8.39: Clases texturales, Soil Science Division Staff (2017).

Clase textural	% arena	% limo	% arcilla	Criterios adicionales
Arenosa (S)	> 85	< 15	< 10	$(\%limo + 1,5 \times \%arcilla) < 15$
Areno franca (LS)	> 70 a $\leq 90$	< 30	< 15	$(\%limo + 1,5 \times \%arcilla) \geq 15$ y $(\%limo + 2 \times \%arcilla) < 30$
Limosa (Si)	$\leq 20$	$\geq 80$	< 12	
Franco limosa (SiL)	$\leq 50$	$\geq 50$ a < 80	< 27	
	$\leq 8$	$\geq 80$ a $\leq 88$	$\geq 12$ a $\leq 20$	
Franco arenosa (SL)	> 52 a $\leq 85$	$\leq 48$	< 20	$(\%limo + 2 \times \%arcilla) \geq 30$
	> 43 a $\leq 52$	$\geq 41$ a < 50	< 7	
Franca (L)	> 23 a $\leq 52$	$\geq 28$ a < 50	$\geq 7$ a < 27	
Franco arcillo-arenosa (SCL)	> 45 a $\leq 80$	< 28	$\geq 20$ a < 35	
Franco arcillo-limosa (SiCL)	$\leq 20$	> 40 a $\leq 73$	$\geq 27$ a < 40	
Franco arcillosa (CL)	> 20 a $\leq 45$	> 15 a < 53	$\geq 27$ a < 40	
Arcillo arenosa (SC)	> 45 a $\leq 65$	< 20	$\geq 35$ a < 55	
Arcillo limosa (SiC)	$\leq 20$	$\geq 40$ a $\leq 60$	$\geq 40$ a $\leq 60$	
Arcillosa (C)	$\leq 45$	< 40	$\geq 40$	



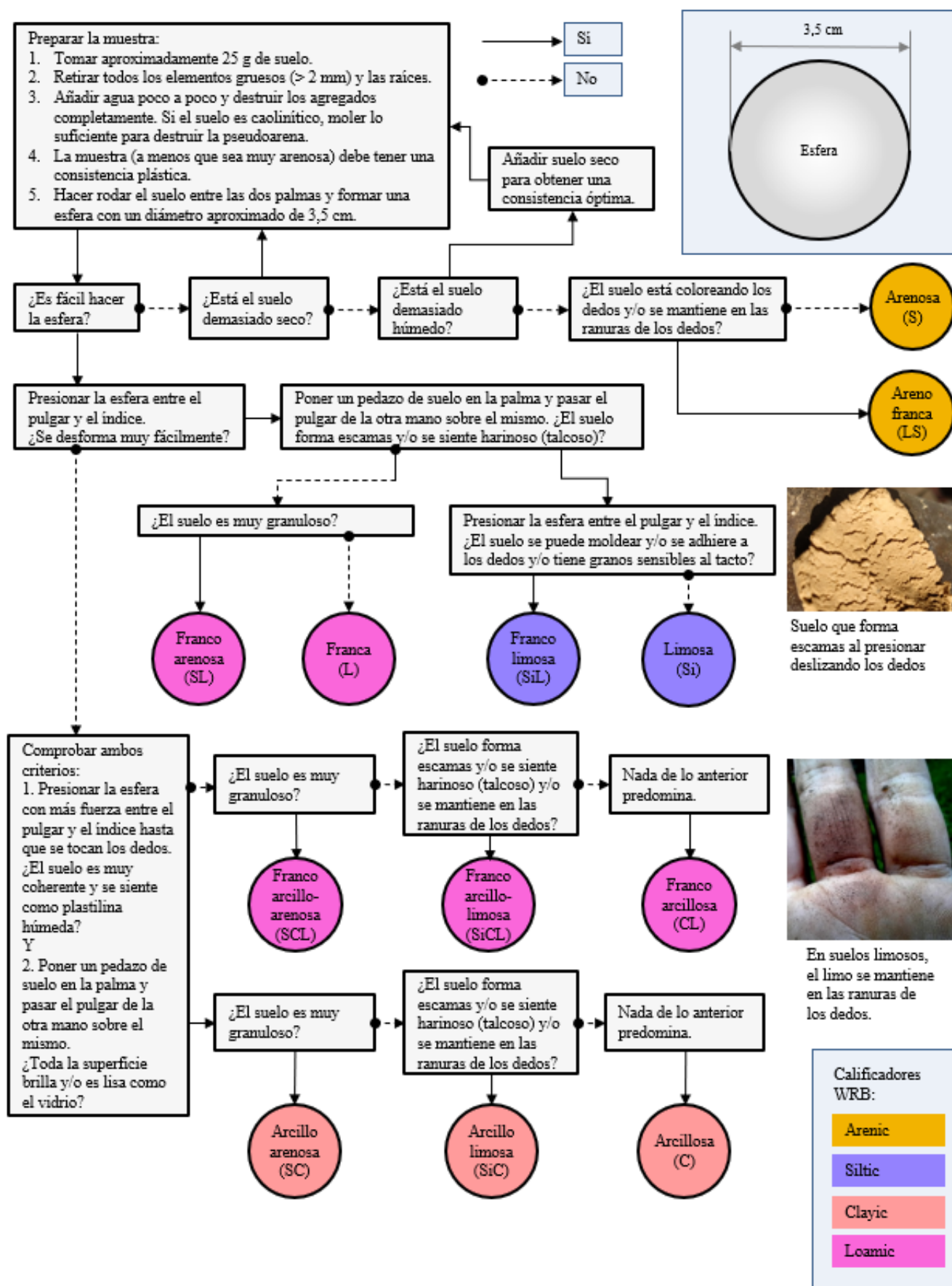


Figura 8.14: Clases texturales, diagrama de flujo, ideas adaptadas de: Natural England Technical Information Note TIN037 (2008) y Thien (1979).

### Subclases de las clases texturales arenosa y areno franca

Si la capa pertenece a las clases texturales arenosa o areno franca, Indique la subclase. Las subclases granulométricas de la arena se detectan mediante estimación visual de los diámetros de los granos o mediante análisis de laboratorio. Las subclases texturales arenosa muy fina y areno franca muy fina tienden a presentar al tacto sensación harinosa; mientras que todas las subclases más gruesas presentan al tacto sensación granulosa.

*Cuadro 8.40: Subclases de las clases texturales arenosa y areno franca (Soil Science Division Staff, 2017), modificado. Los porcentajes de las fracciones de arena se refieren a toda la tierra fina (no a la arena).*

% arena muy gruesa y gruesa	% arena media	% suma de arena muy gruesa, gruesa y media	% arena fina	% arena muy fina	Sensación	Subclases de la clase textural arenosa	Subclases de la clase textural areno franca
$\geq 25$	$< 50$	No definido	$< 50$	$< 50$	Granulosa	Arena gruesa (CS)	Areno franca gruesa (LCS)
$< 25$	No definido	$\geq 25$	$< 50$	$< 50$	Granulosa	Arena media (MS)	Areno franca media (LMS)
$\geq 25$	$\geq 50$	No definido	No definido	No definido			
No definido	No definido	No definido	$\geq 50$	No definido	Granulosa	Arena fina (FS)	Areno franca fina (LFS)
No definido	No definido	$< 25$	No definido	$< 50$			
No definido	No definido	No definido	No definido	$\geq 50$	Con tendencia a ser harinosa	Arena muy fina (VFS)	Areno franca muy fina (LVFS)

### 8.4.10 Estructura (m)

La estructura es el arreglo espacial de los componentes sólidos del suelo y los poros. Si es, al menos parcialmente, el resultado de procesos de formación del suelo, se denomina **estructura del suelo**. En caso contrario, se trata de **estructura de la roca**. La estructura se refiere a la tierra fina y se describe para capas minerales. Además, se describe la estructura de las capas orgánicas hidromorfas drenadas.

Un **agregado del suelo** es un cuerpo estructural discreto que se puede distinguir claramente de su entorno y que resulta de procesos de formación del suelo. Si se aplica una fuerza a un espécimen y se rompe a lo largo de las superficies naturales de debilidad, está compuesto por agregados. Si el espécimen se rompe exactamente donde se aplica la fuerza, la estructura es **maciza** (coherente). Si no hay coherencia entre las partículas, la estructura es de tipo **granular simple** (particular). La labranza u otras prácticas agrícolas pueden crear elementos estructurales artificiales, que se denominan **terrones**.

Los agregados no desmenuzados y la estructura no agregada se denominan estructura de primer nivel. Las capas de estructura maciza y de agregados del tipo bloques subangulares, bloques angulares, poliédrico, lenticular, laminar, en cuña, prismático y columnar se pueden romper en agregados de una estructura de segundo nivel y aún más en agregados de una estructura de tercer nivel. Las estructuras de segundo y tercer nivel pueden ser del mismo tipo o distinto que la estructura de primer nivel.

Utilice la pala, saque una muestra grande y asegúrese de que los agregados de la estructura de primer nivel, si están presentes, no se perturban, y observe la estructura. Indique hasta tres tipos, si están presentes, el dominante primero. Para agregados y terrones, indique el grado, la penetrabilidad por raíces y la clase de tamaño, para cada tipo por separado. Si procede, indique dos clases de tamaño, la dominante primero. Para cada tipo y clase de tamaño, indique la abundancia (en porcentaje del volumen de la capa).

De la estructura de primer nivel, tome algunos agregados de cada tipo (si hay más de una clase de tamaño de un tipo, tome solo agregados de la clase mayor) e intente romperlos con poca fuerza. Si aparecen agregados de una estructura de segundo nivel, indique hasta dos tipos, si están presentes, el dominante primero. Para cada tipo, indique por separado el grado, la clase de tamaño y la penetrabilidad por raíces. Si procede, indique dos clases de tamaño, la dominante primero. Para cada tipo y clase de tamaño indique la abundancia (en porcentaje del volumen de la estructura correspondiente de primer nivel).

De la estructura de segundo nivel, tome algunos agregados de cada tipo (si hay más de una clase de tamaño de un tipo, tome solo agregados de la clase mayor) e intente romperlos con poca fuerza. Si aparecen agregados de una estructura de tercer nivel, indique el tipo, el grado, la clase de tamaño y penetrabilidad por raíces. Si procede, indique dos clases de tamaño, la dominante primero. Para cada tipo y clase de tamaño indique la abundancia (en porcentaje del volumen de la estructura correspondiente de segundo nivel).

### Tipos

Figura 8.15 explica algunos términos generales de la descripción de los agregados del suelo.

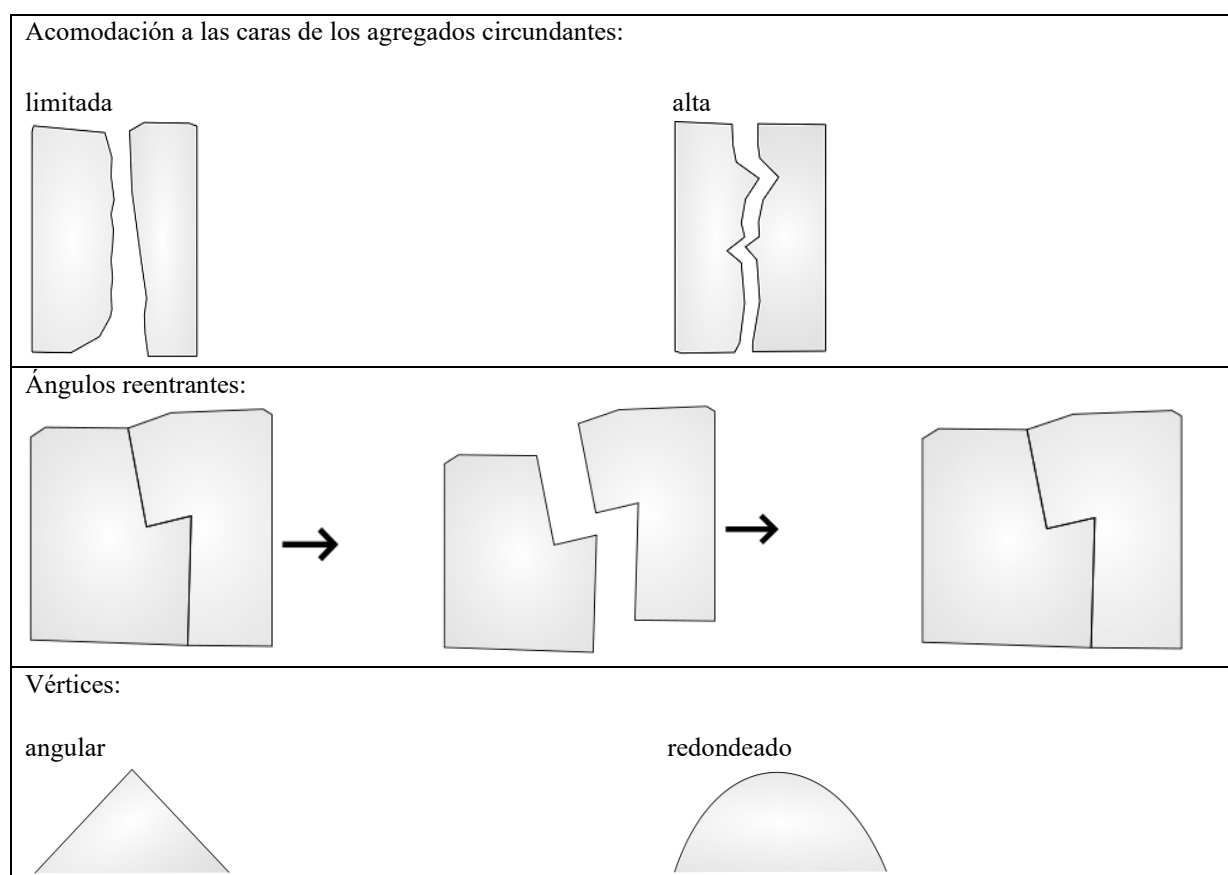
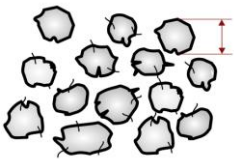
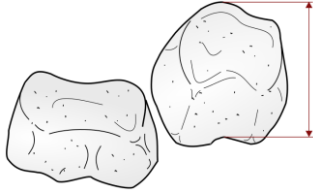
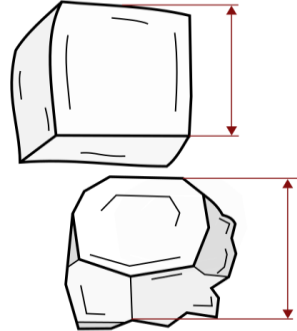
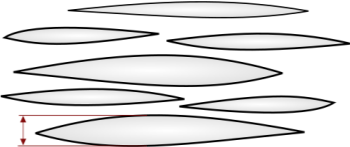
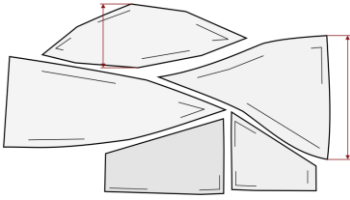
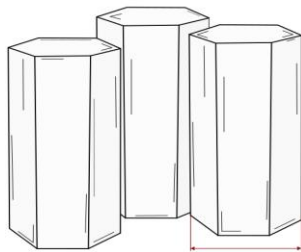


Figura 8.15: Términos generales de la descripción de los agregados del suelo.

Cuadro 8.41: Tipos de estructura, descripciones, Schoeneberger et al. (2012), 2-53, FAO (2006), Cuadro 49, National Committee on Soil and Terrain (2009), 171-181, modificados.

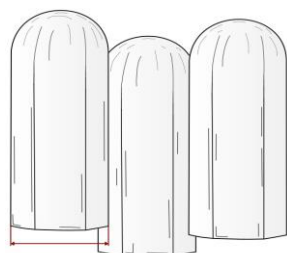
<p>Estructura granular compuesta</p> 	<p>Esferoidal; biogénico; muchos poros visibles; limitado por caras curvadas o muy irregulares; acomodación limitada a las caras de los agregados circundantes (si es muy porosa, también se llama "estructura migajosa").</p>
<p>Estructura en bloques subangulares</p> 	<p>Limitado por caras rugosas onduladas; número de caras variable; muchos vértices redondeados; acomodación limitada a las caras de los agregados circundantes.</p>
<p>Estructura en bloques angulares</p> 	<p>Limitado por caras relativamente planas, lisas y aproximadamente iguales; número de caras variable; vértices mayormente angulares; acomodación alta a las caras de los agregados circundantes.</p>
<p>Estructura lenticular</p> 	<p>Limitado por caras curvadas; agregados superpuestos, en forma de lente, generalmente paralelos a la superficie del suelo; tienen un mayor espesor en el centro y se estrechan hacia los bordes; normalmente acomodación alta a las caras de los agregados circundantes; (formado por procesos de congelación activos o relictos).</p>
<p>Estructura en cuña</p> 	<p>Limitado por caras planas; cuñas o lentes entrelazadas que terminan en vértices angulares pronunciados; pueden faltar los extremos de los vértices; normalmente acomodación alta a las caras de los agregados circundantes (típico de la estructura de primer o segundo nivel en <i>horizontes vérticos</i>).</p>

#### Estructura prismática



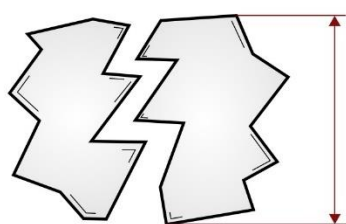
Limitado por caras relativamente planas;  
unidades alargadas verticalmente con vértices angulares y caras superiores planas;  
acomodación alta a las caras de los agregados circundantes.

#### Estructura columnar



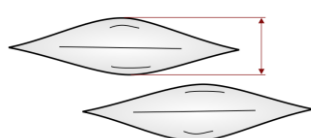
Limitado por caras relativamente planas;  
unidades alargadas verticalmente con vértices angulares a redondeados y caras superiores redondeadas (en forma de domo).

#### Estructura poliédrica



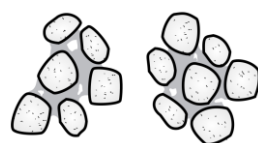
Limitado por caras relativamente planas, lisas y desiguales;  
más de seis caras;  
vértices mayormente angulares;  
normalmente acomodación alta a las caras de los agregados circundantes;  
ángulos reentrantes entre caras contiguas  
(típico de la estructura de segundo nivel en *horizontes níticos*)

#### Estructura en bordes planos



Limitado por caras curvas;  
agregados en forma de lente que un mayor espesor en el centro y se estrechan hacia los bordes;  
acomodación limitada a las caras de los agregados circundantes  
(típico de la estructura de segundo nivel en *horizontes níticos*)

#### Pseudosarena/Pseudolimo


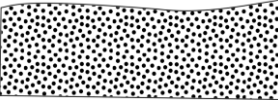



Unidades esferoidales de tamaño arena y limo, compuestas por complejos de óxidos y caolinita;  
los complejos pueden estar interconectados entre sí;  
la textura al tacto, según el Capítulo 8.4.9, primero da la impresión de un predominio de arena y limo y después de un prolongado presionado demuestra el predominio de la arcilla.

#### Estructura laminar



Limitado por caras horizontales relativamente planas;  
acomodación alta a las caras de los agregados circundantes.

<p>Estructura granular simple (estructura particular)</p>  <p>Totalmente no coherente: por ejemplo, arena suelta.</p>	
<p>Estructura maciza</p>  <p>El material es una masa coherente (no necesariamente cementada).</p>	
<p>Estructura en terrones</p>  <p>Terrones artificiales creados por prácticas agrícolas; por ejemplo, labranza.</p>	

*Cuadro 8.42: Tipos de estructura, formación y códigos.*

Tipo	Formación	Código
Granular compuesta	Estructura de agregados del suelo, natural	GR
Bloques subangulares	Estructura de agregados del suelo, natural	BS
Bloques angulares	Estructura de agregados del suelo, natural	BA
Lenticular	Estructura de agregados del suelo, natural	LC
En cuña	Estructura de agregados del suelo, natural	WE
Prismática	Estructura de agregados del suelo, natural	PR
Columnar	Estructura de agregados del suelo, natural	CO
Poliédrica	Estructura de agregados del suelo, natural	PH
Bordes planos	Estructura de agregados del suelo, natural	FE
Pseudoarena/ Pseudolimo	Estructura de agregados del suelo, natural	PS
Laminar	Estructura de agregados del suelo, natural o resultante de una presión artificial.	PL
Granular simple (Particular)	Sin unidades estructurales, estructura de la roca, heredada del material originario.	SR
	Sin unidades estructurales, estructura del suelo, resultado de procesos de formación del suelo, como pérdida de materia orgánica y/o de óxidos y/o de minerales de arcilla o pérdida de estratificación.	SS
Maciza	Sin unidades estructurales, estructura de la roca, heredada del material originario, estructura que no cambia con la humedad del suelo, no o ligeramente meteorizado químicamente.	MR
	Sin unidades estructurales, estructura de la roca, heredada del material originario, estructura que no cambia con la humedad del suelo, fuertemente meteorizado químicamente (p.e., saprolita).	MW
	Sin unidades estructurales, estructura del suelo, presente cuando está húmedo y cambia a estructura de agregados del suelo cuando se seca.	MS
Estratificada	Sin unidades estructurales, estructura de la roca, visible estratificación por sedimentación.	ST
Terrones	Elementos estructurales artificiales.	CL

## Grado

Cuadro 8.43: Grado de las unidades estructurales, Soil Science Division Staff (2017), 159f, modificado.

Criterio	Grado	Código
Las unidades son apenas observables en el lugar. Al desmenuzarlas suavemente, el material del suelo se subdivide en una mezcla de unidades enteras y rotas, la mayoría de las cuales no presentan superficies de debilidad. Las superficies difieren en cierto modo de los interiores.	Débil	W
Las unidades están bien formadas y son evidentes en su lugar. Al desmenuzarlas, el material del suelo se subdivide en una mezcla de unidades mayormente enteras, algunas unidades rotas y material que no está en unidades. Los agregados se separan de los agregados adyacentes revelando caras casi enteras que tienen propiedades distintas de aquellas de superficies fracturadas.	Moderado	M
Las unidades se distinguen en el lugar. Al desmenuzarlas, se separan claramente, principalmente en unidades enteras. Las superficies de los agregados tienen propiedades distintas.	Fuerte	S

## Penetrabilidad por raíces

Los agregados gruesos del suelo pueden tener un borde exterior denso que no permite la entrada de raíces.

Cuadro 8.44: Penetrabilidad del agregado por raíces.

Criterio	Código
Todos los agregados con borde exterior denso	P
Algunos agregados con borde exterior denso	S
Sin agregados con borde exterior denso	N

## Tamaño

La dimensión que se debe medir se indica en el Cuadro 8.41 mediante una línea.

Cuadro 8.45: Tamaño de agregados, Schoeneberger et al. (2012), 2-55; FAO (2006), Cuadro 50, modificado.

Criterio: Tamaño de la unidad estructural (mm)			Clase de tamaño	Código
Granular compuesta, Bordes planos, Laminar	Bloques subangulares, Bloques angulares, Lenticular, Poliédrica, Terrones	En cuña, Prismático, Columnar		
≤ 1	≤ 5	≤ 10	Muy fino	VF
> 1 - 2	> 5 – 10	> 10 - 20	Fino	FI
> 2 - 5	> 10 – 20	> 20 - 50	Medio	ME
> 5 - 10	> 20 – 50	> 50 - 100	Grueso	CO
> 10 - 20	> 50 – 100	> 100 - 300	Muy grueso	VC
> 20	> 100	> 300	Extremadamente grueso	CE

## Inclinación de los agregados en cuña

Si están presentes agregados en cuña, indique el porcentaje (en volumen) ocupado por agregados con inclinación entre  $\geq 10^\circ$  y  $\leq 60^\circ$  de la horizontal.

### 8.4.11 Poros y grietas (resumen)

El suelo tiene poros llenos de aire o agua, los cuales son:

- Poros de empaquetamiento primario.
- Poros no matriciales (tubulares, tubulares dendríticos, vesiculares, irregulares).
- Poros interestructurales (fracturas entre agregados del suelo, que se pueden deducir de la descripción de la estructura del suelo).



- Grietas (fisuras distintas de las atribuidas a la estructura del suelo).
- Aquí solo se describen los poros no matriciales y grietas.

## 8.4.12 Poros no matriciales (m)

### Tipo

Cuadro 8.46: Tipos de poros no matriciales, Schoeneberger et al. (2012), 2-73, modificado.

Criterio	Tipo	Código
Poros cilíndricos y alargados; por ejemplo, canales de lombrices.	Tubular	TU
Poros cilíndricos, alargados y ramificados; por ejemplo, canales vacíos de raíces.	Tubular dendrítico	DT
Poros ovoides a esféricos; por ejemplo, pseudomorfos solidificados de burbujas de gas atrapado y concentrado debajo de una costra; más comunes en entornos áridos y semiáridos y en suelos con permafrost.	Vesicular	VE
Cavidades no conectadas, cámaras; por ejemplo, huecos; formas diversas	Irregular	IG
Sin poros no matriciales		NO

Los poros tubulares y tubulares dendríticos se denominan comúnmente como **bioporos**.

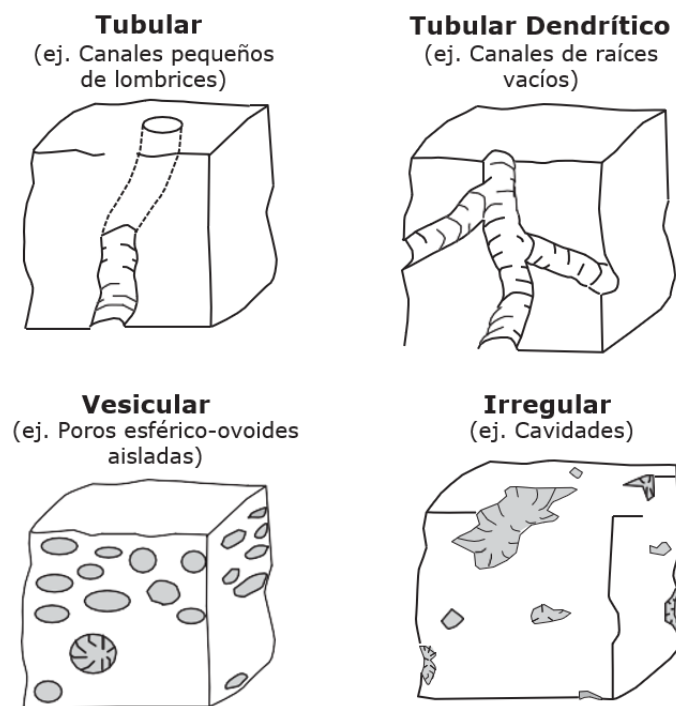


Figura 8.16: Tipo de poros no matriciales, Schoeneberger et al. (2012), 2-74.

### Tamaño y abundancia

Cuadro 8.47: Tamaño de poros, Schoeneberger et al. (2012), 2-70.

Diámetro	Superficie de suelo que debe evaluarse	Clase de tamaño	Código
≤ 1 mm	1 cm <sup>2</sup>	Muy fino	VF
> 1 - 2 mm	1 cm <sup>2</sup>	Fino	FI
> 2 - 5 mm	1 dm <sup>2</sup>	Medio	ME
> 5 - 10 mm	1 dm <sup>2</sup>	Grueso	CO
> 10 mm	1 m <sup>2</sup>	Muy grueso	VC



Cuadro 8.48: Abundancia de poros, Schoeneberger et al. (2012), 2-70, modificado.

Número	Clase de abundancia	Código
≤ 1	Muy pocos	V
> 1 - 3	Pocos	F
> 3 - 5	Comunes	C
> 5	Muchos	M

Indique todos los tipos de poros no matriciales que corresponda. Para cada tipo y cada clase de tamaño, cuente el número de poros en el área evaluada. Para cada tipo, indique la clase de tamaño dominante (clase de tamaño que tiene el mayor número de poros). Para cada tipo, calcule la suma de poros sobre todas las clases de tamaño y su clase de abundancia.

Por ejemplo:

Muy fino: 0

Fino: 2

Medio: 2

Grueso: 1

Muy grueso: 0

La suma es 5, y la clase de abundancia es Comunes.

### 8.4.13 Grietas (o, m)

Indique su persistencia y continuidad.

#### Persistencia

Cuadro 8.49: Persistencia de grietas, Schoeneberger et al. (2012), 2-76.

Criterio	Código
Reversible (se abren y se cierran con los cambios de humedad del suelo)	RT
Irreversible (persisten todo el año)	TI
Sin grietas	NO

#### Continuidad

Cuadro 8.50: Continuidad de grietas.

Criterio	Código
Todas las grietas continúan en la capa subyacente.	CA
Al menos la mitad, pero no todas las grietas, continúan en la capa subyacente.	HC
Al menos una, pero menos de la mitad de las grietas, continúa en la capa subyacente.	SC
Las grietas no continúan en la capa subyacente.	NC

#### Espesor y abundancia

Indique el espesor promedio en mm y el número de grietas. Cuente las grietas en sentido horizontal a lo largo de 1 m; utilice el centro vertical de la capa.

### 8.4.14 Rasgos de presión (m)

Los rasgos de presión se forman cuando los agregados del suelo se presionan entre sí debido a la expansión de las arcillas. Las superficies de los agregados pueden ser brillantes. Existen dos tipos de rasgos: caras de presión que no se deslizan entre sí y no tienen estrías, y caras de deslizamiento que se deslizan entre sí y tienen estrías. Las estrías se desarrollan si los granos de arena (o limo) se mueven con una fuerte presión a lo

largo de las superficies de los agregados. Los rasgos de presión no difieren del color de la matriz (consultar el Capítulo 8.4.17). Una lupa de mano (máximo 10×) puede ser útil. Indique la abundancia de:

- Caras de presión en % de las superficies de los agregados del suelo.
- Caras de deslizamiento en % de las superficies de los agregados del suelo.

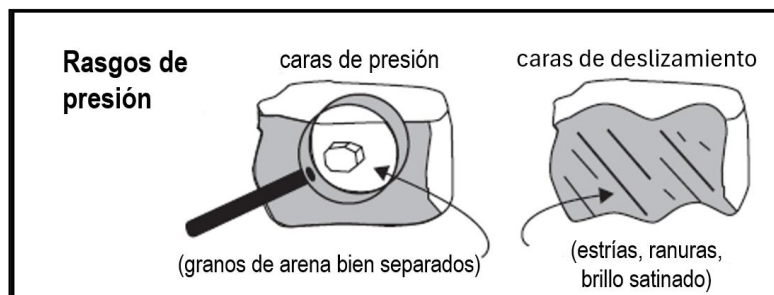


Figura 8.17: Rasgos de presión, Schoeneberger et al. (2012), 2-34.

### 8.4.15 Concentraciones (resumen)

Las siguientes definiciones se aplican a concentraciones; por ejemplo, concentraciones redox o concentraciones de carbonatos secundarios. Es posible que algunas sustancias no abarquen todos los tipos de concentraciones que se encuentran a continuación. Para las clases de cementación, consultar el Capítulo 8.4.30.

Cuadro 8.51: Tipos de concentraciones (resumen), Soil Science Division Staff (2017), página 174f.

Descripción	Denominación
Cuerpo redondeado, al menos muy débilmente cementado, que se puede extraer como unidad discreta; con organización interna en forma de capas concéntricas visibles a simple vista.	Concreción
Cuerpo redondeado, al menos muy débilmente cementado, que se puede extraer como unidad discreta; sin organización interna evidente.	Nódulo
Cuerpo longitudinal de cualquier clase de cementación.	Filamento
Cuerpo no cementado o extremadamente débilmente cementado, de forma variada, que no se puede extraer como unidad discreta.	Masa
Revestiendo las superficies de elementos gruesos, de remanentes de capas cementadas fragmentadas, de agregados del suelo o paredes de bioporos	Revestimiento

### 8.4.16 Color del suelo (resumen)

En general, el color del suelo puede ser una característica de las cuatro propiedades siguientes:

- Matriz (consultar los Capítulos 8.4.17 y 8.4.18).
- Jaspeado litogénico (consultar el Capítulo 8.4.19).
- Rasgos redoximorfos, resultados de procesos redox (consultar el Capítulo 8.4.20).
- Rasgos no redoximorfos, resultados de otros procesos edafogénéticos:
  - Meteorización incipiente (consultar el Capítulo 8.4.22).
  - Revestimientos y puentes de arcilla (consultar el Capítulo 8.4.23).
  - Granos de arena y/o limo grueso no revestidos (consultar el Capítulo 8.4.23).
  - Acumulaciones en bandas (consultar el Capítulo 8.4.24).
  - Carbonatos secundarios (consultar el Capítulo 8.4.25).
  - Yeso secundario (consultar el Capítulo 8.4.26).
  - Sílice secundaria (consultar el Capítulo 8.4.27).
  - Sales fácilmente solubles (consultar el Capítulo 8.4.28).
  - Acumulaciones de materia orgánica (consultar el Capítulo 8.4.36).

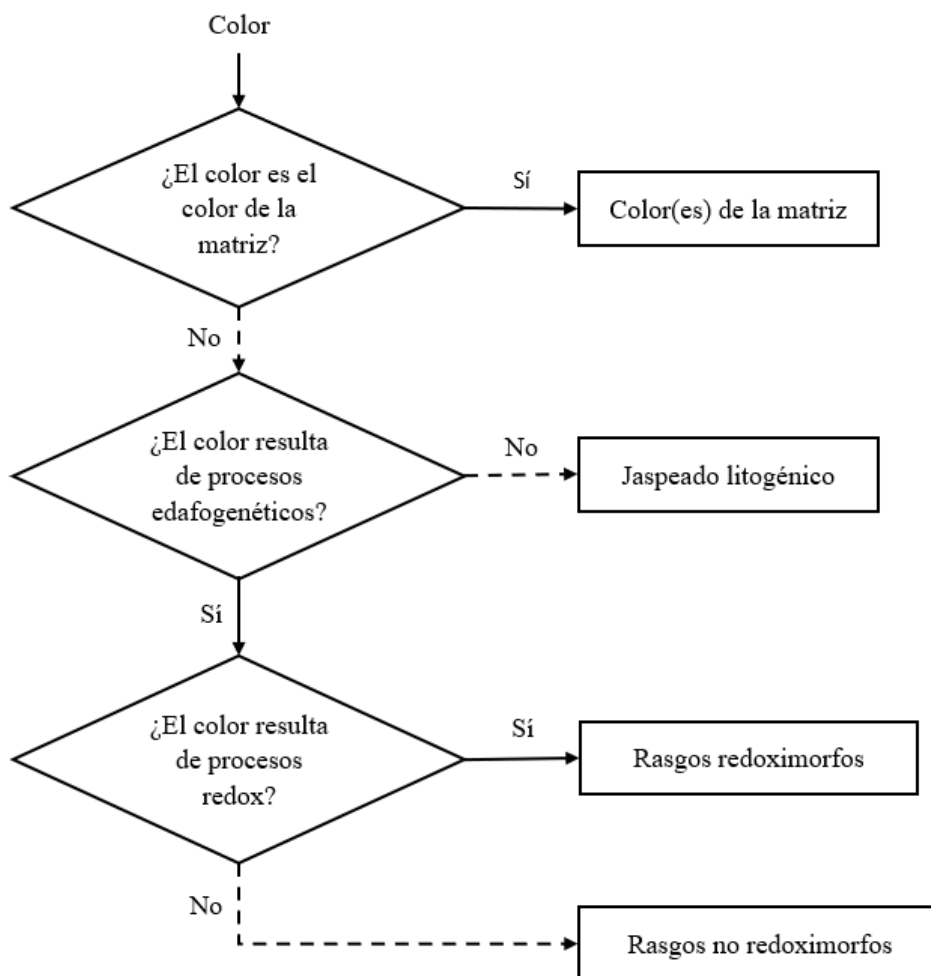


Figura 8.18: Diagrama de flujo de colores, Schoeneberger et al. (2012), 2-8, modificado.

Utilice las tablas de colores Munsell. Tome una muestra reciente, aplástela ligeramente y observe el color en la sombra (tanto sus ojos como la carta de colores deben de estar en la sombra) pero no en la penumbra. Registre matiz, brillo y croma. El color de la matriz y de los rasgos reductimorfos se registran dos veces: en húmedo y (si es posible) en seco; los demás colores solo en estado húmedo. El estado húmedo corresponde a la capacidad de campo, que se obtiene con suficiente precisión humedeciendo y determinando el color tan pronto como hayan desaparecido las películas de humedad visibles.

#### 8.4.17 Color de la matriz (m) (\*)

Indique el color de la matriz del suelo. Si hay más de un color de matriz, indique hasta tres, el dominante primero y dé el porcentaje del área expuesta.

La meteorización química avanzada sin alteración física, especialmente sin turbación, da lugar a saprolitos (consultar el Capítulo 8.4.10). Según los minerales presentes, puede resultar un patrón de color. Estos colores se describen como colores de la matriz.

#### 8.4.18 Combinaciones de partes de textura más fina de color más oscuro y partes de textura más gruesa de color más claro

Si una capa se compone de partes de textura más fina de color más oscuro y partes de textura más gruesa de

color más claro, que no forman capas horizontales pero se pueden distinguir fácilmente, se describen por separado. Utilice líneas separadas en la Ficha de Descripción del Suelo (Anexo 4, Capítulo 11) y haga una descripción completa. Los colores principales se consideran colores de la matriz.

Para las partes de textura más gruesa, indique además las siguientes características:

- El porcentaje (del área expuesta) ocupado por las partes de textura más gruesa de cualquier orientación (vertical, horizontal, inclinada) que tienen un espesor  $\geq 0,5$  cm.
- El porcentaje (del área expuesta) ocupado por lenguas verticales continuas, con partes de textura más gruesa y con una extensión horizontal  $\geq 1$  cm (si estas lenguas están ausentes, indique 0%).
- El intervalo de profundidad total en cm donde las lenguas cubren  $\geq 10\%$  del área expuesta (si se extienden a lo largo de varias capas, el intervalo solo se indica en la descripción de aquella capa, donde comienzan las lenguas en su límite superior).

En el centro de la capa, prepare una superficie horizontal, de  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ , e indique el porcentaje (por área horizontal cubierta) de las partes de textura más gruesa.

### 8.4.19 Jaspeado litogénico (m)

Indique el color, la clase de tamaño y la abundancia. Si hay más de un color, indique hasta tres, el dominante primero e indique el tamaño y la abundancia de cada color por separado.

#### Color

Indique el color según las tablas de colores Munsell. Escriba “None” (ninguno) si no hay jaspeado litogénico.

#### Tamaño

El Cuadro 8.52 indica la longitud promedio de la mayor dimensión.

*Cuadro 8.52: Tamaño de los jaspeados litogénicos, FAO (2006), Cuadro 33.*

Tamaño (mm)	Clase de tamaño	Código
$\leq 2$	Muy fino	V
$> 2 - 6$	Fino	F
$> 6 - 20$	Medio	M
$> 20$	Grueso	C

#### Abundancia (del área expuesta)

Indique el porcentaje de abundancia.

### 8.4.20 Rasgos redoximorfos (m)

Los rasgos redoximorfos (rasgos reductimorfos más rasgos oximorfos) son el resultado de procesos de reducción o de reducción seguida por re-oxidación. Los rasgos oximorfos muestran la acumulación de sustancias en estado oxidado (concentraciones) y suelen tener un matiz más rojo, un brillo más bajo y un croma más alto que el material circundante; mientras que los rasgos reductimorfos muestran las características opuestas. Las zonas del suelo que muestran rasgos reductimorfos pueden contener sustancias en estado reducido o haberlas perdido.

Indique la sustancia, la ubicación, la clase de tamaño (hasta dos, el dominante primero), la clase de cementación y la abundancia para cada color por separado, para un máximo de tres colores, el dominante primero. La sustancia de los rasgos oximorfos se indica siempre, la de los rasgos reductimorfos solo en

algunos casos. La clase de tamaño solo se reporta para los rasgos oximorfos dentro de agregados del suelo. La cementación solo se reporta para los rasgos oximorfos. La abundancia se reporta como porcentaje del área expuesta.

### Color (\*)

Indique el color según las tablas de colores Munsell. Escriba “None” (ninguno) si no hay rasgos redoximorfos.

### Sustancia (\*)

*Cuadro 8.53: Sustancia de los rasgos oximorfos.*

Sustancia	Código
Óxidos de Fe	FE
Óxidos de Mn	MN
Óxidos de Fe y Mn	FM
Jarosita	JA
Schwertmannita	SM
Sulfatos de Fe y Al (sin especificar)	AS

El término “óxidos”, tal como se utiliza aquí, incluye los hidróxidos y los óxido-hidróxidos. El término “sulfatos” incluye los hidroxisulfatos.

*Cuadro 8.54: Sustancia de los rasgos reductimorfos.*

Sustancia	Código
Sulfuros de Fe	FS
No hay acumulación visible	NV

### Ubicación (\*)

*Cuadro 8.55: Ubicación de los rasgos oximorfos.*

Ubicación		Código
Partes interiores	Dentro de agregados del suelo: masas.	OIM
	Dentro de agregados del suelo: concreciones.	OIC
	Dentro de agregados del suelo: nódulos.	OIN
	Dentro de agregados del suelo: concreciones y/o nódulos (no es posible distinguirlos).	OIB
Partes exteriores	Sobre las superficies de agregados del suelo.	OOA
	Adyacentes a las superficies de agregados del suelo, impregnando la matriz.	OOH
	Sobre paredes de bioporos, recubriendo toda la superficie de las paredes.	OOE
	Sobre paredes de bioporos, sin recubrir toda la superficie de las paredes.	OON
	Adyacentes a bioporos, impregnando la matriz.	OOI
Aleatoria (no asociada con superficies de agregados o poros)	Distribuidos por la capa, sin orden visible.	ORN
	Distribuidos por la capa; material circundante con rasgos reductimorfos.	ORS
	En toda la capa.	ORT

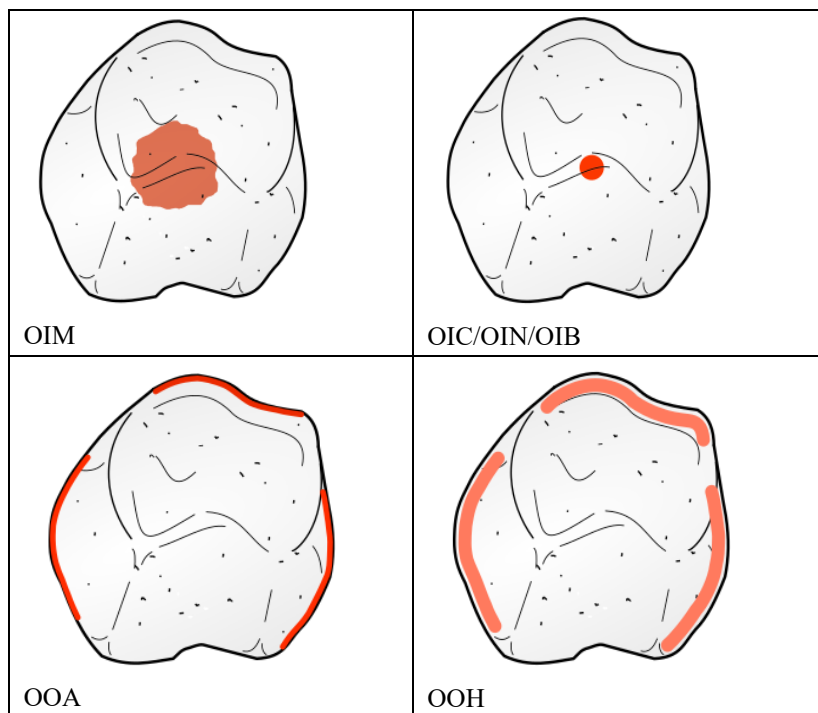


Figura 8.19: Ubicación de algunos rasgos oximorfos.

Cuadro 8.56: Ubicación de los rasgos reductimorfos.

Ubicación		Código
Parte interior	Dentro de agregados del suelo.	RIA
Parte exterior	Partes externas de agregados del suelo.	ROA
	Alrededor de bioporos, rodeando la totalidad de los poros.	ROE
	Alrededor de bioporos, no rodeando la totalidad de los poros.	RON
Aleatoria (no asociada con superficies de agregados o poros)	Distribuidos por la capa, sin orden visible.	RRN
	Distribuidos por la capa; material circundante con rasgos oximorfos.	RRS
	En toda la capa.	RRT

### Tamaño de los rasgos oximorfos (\*)

El Cuadro 8.57 indica la longitud promedio de la mayor dimensión.

Cuadro 8.57: Tamaño de los rasgos oximorfos, FAO (2006), Cuadro 33.

Tamaño (mm)	Clase de tamaño	Código
≤ 2	Muy fino	VF
> 2 - 6	Fino	FI
> 6 - 20	Medio	ME
> 20 -60	Grueso	CO
> 60	Muy grueso	VC

### Clase de cementación de los rasgos oximorfos (\*)

Si no se puede obtener un espécimen intacto, el rasgo oximorfo no está cementado. En caso contrario, extraiga el rasgo, aplique fuerza de manera perpendicular a su mayor dimensión, observe la fuerza necesaria para romperlo e indique la clase de cementación.

Cuadro 8.58: Consistencia de los rasgos oximorfos, Schoeneberger et al. (2012), 2-63.

Criterio	Clase	Código
Espécimen intacto no obtenible o fuerza muy ligera entre los dedos, < 8 N	No cementado	NC
Fuerza ligera entre los dedos, 8 - < 20 N	Extremadamente débilmente cementado	CEE
Fuerza moderada entre los dedos, 20 - < 40 N	Muy débilmente cementado	VWC
Fuerza intensa entre los dedos, 40 - < 80 N	Débilmente cementado	CME
No falla al aplicar fuerza entre los dedos, ≥ 80 N	Moderadamente o más cementado	MOC

### Abundancia (del área expuesta)

Indique por separado la abundancia total de las partes con rasgos oximorfos y la abundancia total de las partes con rasgos reductimorfos, ambas en el interior, en el exterior y en ubicaciones aleatorias. Indíquelas como porcentaje del área expuesta (que comprenda la tierra fina más los rasgos oximorfos de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación).

### Abundancia de rasgos oximorfos cementados (en volumen)

Este apartado se refiere a los rasgos oximorfos cementados con una clase de cementación de al menos moderadamente cementado y un diámetro > 2 mm. Comprenden concreciones y nódulos (consultar más arriba) y remanentes de una capa fragmentada, que ha sido cementada por óxidos de Fe. Indique la abundancia como porcentaje en volumen (que comprenda el suelo entero).

## 8.4.21 Potencial redox y condiciones reductoras (o, m)

El potencial redox del suelo (Eh) expresa la relación entre las concentraciones de sustancias oxidadas y reducidas y se mide en milivoltios (mV). En los suelos, el potencial redox oscila entre +800 mV y -350 mV. Un potencial redox bajo indica fuertes condiciones reductoras. Al excavar una calicata, el oxígeno accede a la pared del perfil, lo que provoca una rápida oxidación de las sustancias reducidas expuestas y el consiguiente cambio del potencial redox en la pared del perfil.

### Medir el potencial redox y calcular el valor rH

Para medir el potencial redox (Blume et al., 2011; FAO, 2006), se necesita el siguiente equipo:

- Una varilla puntiaguda de acero inoxidable de 4-5 mm de diámetro, lo suficientemente larga para alcanzar la profundidad de suelo deseada.
- Un tubo de plástico perforado de 15 - 20 mm de diámetro y de una longitud que corresponda a la profundidad de medición.
- Solución concentrada de KCl, fijada con agar.
- Un electrodo de Pt.
- Un electrodo de referencia; por ejemplo, con Ag/AgCl en KCl 1 M o con calomelanos (como los utilizados para medir el valor pH).
- Un potenciómetro.

Procedimiento: A una distancia de 1 - 2 m, a un lado de la calicata, introduzca la varilla en el suelo hasta la profundidad deseada, desbaste el electrodo de Pt con papel de lija de grano fino, introdúzcalo inmediatamente en el agujero y presiónelo contra el suelo. Haga otro agujero a 10 - 20 cm de distancia, lo suficientemente ancho y profundo para colocar un tubo de plástico que sea unos cm más largos que la profundidad del electrodo de Pt. Llene el tubo con la solución fija de KCl, coloque el tubo en el pozo y fíjelo con material del suelo. A continuación, coloque el electrodo de referencia en la solución de KCl. Conecte los electrodos con el potenciómetro y lea el voltaje pasados 30 minutos. Repita las lecturas cada 10 minutos

hasta que el valor se estabilice. En algunos casos, esto puede llevar varias horas. Se recomiendan al menos dos repeticiones. Si dispone de más de un equipo, puede medir el potencial redox simultáneamente a diferentes profundidades del suelo. El voltaje obtenido se debe ajustar al voltaje del electrodo de hidrógeno estándar: para Ag/AgCl en KCl 1 M añada +244 mV, para calomel añada +287 mV. Simultáneamente, mida el valor de pH (consultar el Capítulo 8.4.29) del suelo en la pared del perfil en agua destilada (suelo:agua = 1:5) a la misma profundidad. Indique el valor rH que se calcula con la siguiente ecuación:

$$rH = (2 Eh/59) + 2 pH$$

Nota: Si la calicata está recién excavada y el suelo no es demasiado arenoso, también puede insertar los electrodos horizontalmente al menos 15 cm hacia adentro de la pared del perfil.

### Estimación del valor rH (\*)

Las siguientes pruebas de campo están disponibles para probar las condiciones reductoras:

- El metano puede encenderse con una cerilla.
- El H<sub>2</sub>S se forma al rociar una muestra de suelo con una solución de HCl al 10% y se puede identificar por el olor a huevo podrido.
- El Fe<sup>2+</sup> puede comprobarse por oxidación con una solución al 0,2% (masa en volumen) de α,α'-dipiridilo disuelto en acetato de amonio 1N (NH<sub>4</sub> OAc), pH 7. Tome una muestra de suelo y rocíela con la solución. Si Fe<sup>2+</sup> está presente, se desarrollará un fuerte color rojo. Para la prueba se necesita una muestra recién abierta que aún no se haya oxidado de la pared abierta del perfil. En suelos neutros a alcalinos, el color es apenas visible. Precaución: la solución es ligeramente tóxica.

El Cuadro 8.59 explica como estimar el valor de rH utilizando estas pruebas de campo y los rasgos redoximorfos observados (consultar el Capítulo 8.4.20). Indique el rango de valores de rH. Tenga en cuenta que los rasgos oximorfos pueden ser relictos. Los rasgos reductimorfos también pueden ser relictos si una capa ha perdido el Fe y el Mn por eluviación en forma reducida, dejando tras de sí una capa prácticamente libre de Fe y Mn.

*Cuadro 8.59: Rangos de valores de rH y procesos edáficos relacionados, derivados de rasgos redoximorfos y de pruebas de campo de condiciones reductoras, Blume et al. (2011), página 24; FAO (2006), Cuadro 36, modificados.*

Criterio	Procesos	Valor rH	Código
Sin rasgos redoximorfos.	Fuertemente aireado	> 33	R6
	Desnitrificación	29 - 33	
Rasgos oximorfos de Mn; temporalmente no hay oxígeno libre presente.	Reacciones redox del Mn	temporalmente 20 - 29	R5
Rasgos oximorfos de Fe.	Reacciones redox del Fe	temporalmente < 20	R4
Color azul verdoso a gris, iones Fe <sup>2+</sup> siempre presentes (las zonas reducidas muestran un resultado positivo con α,α'-dipiridilo).	Formación de óxidos de Fe <sup>II</sup> /Fe <sup>III</sup> (óxido verde)	13 - 20	R3
Color negro debido a sulfuros metálicos (la pulverización con una solución de HCl al 10% provoca la formación de H <sub>2</sub> S).	Formación de sulfuros	10 - 13	R2
Metano inflamable presente.	Formación de metano	< 10	R1

## 8.4.22 Meteorización incipiente (m)

Uno de los principales procesos de meteorización química es la formación de óxidos de Fe (incluidos hidróxidos y óxido-hidróxidos). Si la meteorización es incipiente, los óxidos de Fe se pueden concentrar en



las partes del suelo con fácil acceso al oxígeno; por ejemplo, a lo largo de los poros. Estas partes tienen un matiz claramente más rojo o un croma más alto. Indique su abundancia como porcentaje del área expuesta.

### 8.4.23 Revestimientos y puentes (m)

#### Revestimientos de arcilla y puentes de arcilla

La arcilla iluvial está formada por minerales de arcilla, en su mayoría junto con óxidos y en muchos casos junto con materia orgánica. Cubre superficies de agregados del suelo, elementos gruesos y paredes de bioporos en forma de revestimientos (argilanes) o forma puentes entre granos de arena. Los minerales de arcilla confieren a los revestimientos un aspecto brillante. Los óxidos proporcionan un color más intenso (normalmente un croma Munsell más alto) que el color de la matriz; la materia orgánica proporciona un color más oscuro (normalmente un brillo Munsell más bajo) que el color de la matriz (consultar el Capítulo 8.4.17). Una lupa de mano (máximo 10×) puede ser útil.

Indique la abundancia de

- Revestimientos de arcilla en % de las superficies de agregados del suelo, elementos gruesos y/o paredes de bioporos.
- Puentes de arcilla entre granos de arena en % de los granos de arena presentes.

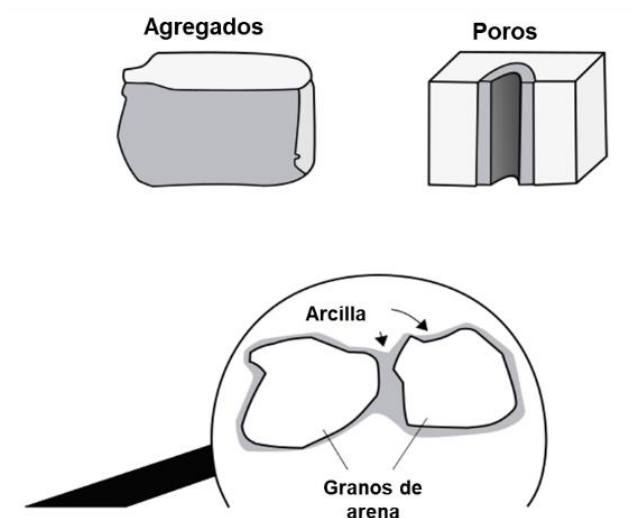


Figura 8.20: Revestimientos y puentes de arcilla, Schoeneberger et al. (2012), 2-34.

#### Revestimientos de materia orgánica y revestimientos de óxidos en granos de arena y limo grueso

Los granos de arena y limo grueso están revestidos en su mayor parte por materia orgánica y/o por óxidos. En algunas capas, estos revestimientos pueden estar agrietados. En otras capas pueden estar ausentes.

Cuadro 8.60: Revestimientos de materia orgánica y revestimientos de óxidos en granos de arena y/o limo grueso.

Criterio	Código
Revestimientos agrietados en granos de arena.	C
Granos de arena y/o limo grueso no revestidos.	U
Todos los granos de arena y limo grueso revestidos sin grietas.	A

Para C, indique el porcentaje relativo al número estimado de granos de arena. Para U, indique el porcentaje relativo al número estimado de granos de arena y limo grueso.

### 8.4.24 Acumulaciones en bandas (m) (\*)

Las acumulaciones en bandas son acumulaciones finas y horizontalmente continuas dentro de la matriz de otra capa. Indique la(s) sustancia(s) acumulada(s).

Cuadro 8.61: Sustancias de las acumulaciones en bandas.

Sustancia	Código
Minerales de arcilla.	CC
Óxidos de Fe y/o óxidos de Mn.	OO
Materia orgánica.	HH
Minerales de arcilla y óxidos de Fe y/o óxidos de Mn.	CO
Minerales de arcilla y materia orgánica.	CH
Óxidos de Fe y/o óxidos de Mn y materia orgánica.	OH
Minerales de arcilla, óxidos de Fe y/o óxidos de Mn y materia orgánica.	TO
Sin acumulaciones en bandas.	NO

El término “óxidos”, tal como se utiliza aquí, incluye los hidróxidos y los óxido-hidróxidos. Si se acumulan minerales de arcilla, una acumulación en bandas tiene < 7,5 cm de espesor, en todos los demás casos es < 2,5 cm. Si hay 2 o más acumulaciones en bandas en una capa, indique el número de acumulaciones y su espesor combinado en cm.

Si se acumulan minerales de arcilla (CC, CO, CH, TO), las acumulaciones en bandas se denominan **lamelas**. Para las lamelas, indique adicionalmente la clase de textura, la abundancia de revestimientos de arcilla y de puentes de arcilla y el espesor combinado dentro de 50 cm debajo del límite superior de la lamela más alta. Indique la abundancia de

- Revestimientos de arcilla en % de las superficies de agregados del suelo, elementos gruesos y/o paredes de bioporos.
- Puentes de arcilla entre granos de arena en % de los granos de arena presentes.

### 8.4.25 Carbonatos (o, m)

Tome una muestra de suelo, añada gotas de HCl 1 M y observe la reacción. Este método detecta los carbonatos de calcio primario y secundario. Contrario al carbonato de calcio, la dolomita (carbonato de calcio y de magnesio) muestra poca reacción con el HCl frío. Para identificar la dolomita, ponga un poco de material del suelo en una cuchara, añada gotas de HCl 1 M y caliéntelo con un mechero. Si solamente se produce efervescencia tras el calentamiento, indica la presencia de dolomita.

#### Contenido (\*)

Indique el contenido de carbonato en la matriz del suelo y si la reacción con el HCl es inmediata o solo después del calentamiento.

Cuadro 8.62: Contenido de carbonatos, FAO (2006), Cuadro 38.

Criterio	Contenido	% (en masa)	Código
Sin efervescencia visible o audible.	No calcáreo	0	NC
Efervescencia audible pero no visible.	Ligeramente calcáreo	> 0 - 2	SL
Efervescencia visible.	Moderadamente calcáreo	> 2 - 10	MO
Efervescencia fuerte, las burbujas forman una espuma baja.	Fuertemente calcáreo	> 10 - 25	ST
Efervescencia extremadamente fuerte, se forma espuma espesa rápidamente.	Extremadamente calcáreo	> 25	EX

Cuadro 8.63: Reacción retardada con HCl.

Criterio	Código
Reacción con HCl 1 M inmediata.	I
Reacción con HCl 1 M solo después del calentamiento.	H

### Carbonatos secundarios

Indique el tipo de carbonatos secundarios. Si hay más de uno, indique hasta cuatro, el dominante primero. Indique los carbonatos secundarios solo si son **visibles cuando están húmedos**. Compruebe siempre con HCl si se trata realmente de carbonatos. Indique la abundancia como porcentaje para cada forma usando como referencia el Cuadro 8.65.

Cuadro 8.64: Tipos de carbonatos secundarios.

Tipo	Código
Masas (incluidas las concentraciones esferoidales como ojos blancos (byeloglaska); incluidas las masas que llenan la tierra fina entera).	MA
Nódulos y/o concreciones.	NC
Filamentos (incluidos los filamentos continuos como los pseudomicelios).	FI
Revestimientos en superficies de agregados del suelo o paredes de bioporos.	AS
Revestimientos en la cara inferior de elementos gruesos y de remanentes de capas cementadas fragmentadas (con o sin revestimientos en las otras caras).	UR
Sin carbonatos secundarios.	NO

Cuadro 8.65: Referencia para estimar el porcentaje de carbonatos secundarios.

Código	Referencia para estimar el porcentaje
MA, NC, FI	Área expuesta (que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación).
AS	Superficies de paredes de bioporos y de agregados del suelo.
UR	Superficies inferiores.

## 8.4.26 Yeso (m)

### Contenido

Indique el contenido de yeso en la matriz del suelo. Si no hay sales fácilmente solubles o están presentes solo en pequeñas cantidades, el yeso se puede estimar midiendo la conductividad eléctrica en suspensiones de suelo con diferentes relaciones suelo-agua pasados 30 minutos (en el caso del yeso de grano fino). Este método detecta el yeso primario y secundario. Nota: Los contenidos más altos de yeso se pueden diferenciar por la abundancia de pseudomicelios/cristales solubles en H<sub>2</sub>O y un color del suelo con un brillo alto y un croma bajo.

Cuadro 8.66: Contenido de yeso en capas con pocas sales fácilmente solubles, FAO (2006), Cuadro 40.

Conductividad eléctrica (CE)	Contenido	% (en masa)	Código
$\leq 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ en 10 g de suelo / 25 ml de H <sub>2</sub> O o $\leq 0,18 \text{ dS m}^{-1}$ en 10 g de suelo / 250 ml de H <sub>2</sub> O	No gipsífero	0	NG
$> 0,18 - \leq 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ en 10 g de suelo / 250 ml de H <sub>2</sub> O.	Ligeramente gipsífero	> 0 - 5	SL
$> 1,8 \text{ dS m}^{-1}$ en 10 g de suelo / 250 ml de H <sub>2</sub> O.	Moderadamente gipsífero	> 5 - 15	MO
	Fuertemente gipsífero	> 15 - 60	ST
	Extremadamente gipsífero	> 60	EX

## Yeso secundario

El yeso secundario se puede encontrar como:

- Filamentos (yeso vermiforme, pseudomicelios).
- Cristales de inter-crecimiento o nódulos de yeso (rosas).
- colgantes (normalmente fibrosos) debajo de elementos gruesos y de remanentes de capas cementadas fragmentadas.
- Agregados fibrosos.
- Yeso harinoso.

El yeso es blando y se puede rasgar fácilmente con un cuchillo o romperse entre la uña del pulgar y el índice. El yeso es muy soluble y, cuando se encuentra en suelos que no están en condiciones de extrema aridez, cabe suponer que es secundario en casi todos los casos. Por el contrario, las rocas yesíferas y sus fragmentos son primarios. El yeso fibroso, cuando se encuentra en vetas dentro de calizas o areniscas, también es primario. Indique la abundancia total (en porcentaje del área expuesta, que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) de todos los tipos de yeso secundario.

## 8.4.27 Sílice secundaria (m)

### Forma

La sílice secundaria ( $\text{SiO}_2$ ) es blanquecina y se compone predominantemente de ópalo y formas microcristalinas. Ocurre en capas laminares, lentes, poros (parcialmente) rellenos, puentes entre granos de arena y como revestimientos en la superficie de agregados del suelo, paredes de bioporos, elementos gruesos y remanentes de capas cementadas fragmentadas.

Indique el tipo de sílice secundaria. Si hay más de un tipo, indique hasta dos, el dominante primero. Nota: Los durinodos frecuentemente están revestidos de carbonatos secundarios.

*Cuadro 8.67: Tipos de sílice secundaria.*

Tipo	Código
Nódulos (durinodos).	DN
Acumulaciones dentro de una capa, cementada por sílice secundaria.	CH
Remanentes de una capa cementada por sílice secundaria.	FC
Otras acumulaciones.	OT
Sin sílice secundaria.	NO

### Tamaño

Si una capa muestra durinodos y/o remanentes de una capa que ha sido cementada por sílice secundaria, indique la clase de tamaño. El Cuadro 8.68 indica la longitud promedio de la mayor dimensión.

*Cuadro 8.68: Tamaño de durinodos y de remanentes de una capa cementada por sílice secundaria.*

Tamaño (cm)	Clase de tamaño	Código
$\leq 0,5$	Muy fino	VF
$> 0,5 - 1$	Fino	FI
$> 1 - 2$	Medio	ME
$> 2 - 6$	Grueso	CO
$> 6$	Muy grueso	VC

## Abundancia

Indique el porcentaje total (del área expuesta) de sílice secundaria. Para una capa cementada, este porcentaje se refiere a la tierra fina más las acumulaciones de sílice secundaria de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación. Para durinodos y remanentes de una capa cementada, este porcentaje comprende la sílice secundaria visible en sus superficies. Si una capa presenta durinodos y/o remanentes de una capa cementada, Indique además el porcentaje (en volumen) de aquellos durinodos y remanentes que tienen un diámetro  $\geq 1$  cm.

## 8.4.28 Sales fácilmente solubles (o, m)

Las sales fácilmente solubles precipitan en suelo seco y se disuelven en suelo húmedo. Son más solubles que el yeso. La presencia de sales fácilmente solubles se comprueba midiendo la conductividad eléctrica en un extracto de pasta saturada (CE<sub>S</sub>). En el extracto de pasta saturada, el suelo está completamente húmedo, pero no tiene un excedente de agua visible. Ésto no es fácil de conseguir.

Alternativamente, se puede medir la conductividad eléctrica en un extracto de 10 g de suelo con 25 ml de agua destilada (CE<sub>2,5</sub>). Mezcle cuidadosamente el suelo y el agua, deje reposar durante al menos 30 minutos y mida la conductividad eléctrica en la solución clara en dS m<sup>-1</sup>. A continuación, se debe transformar en la CE<sub>S</sub> según la siguiente ecuación:  $CE_S = 250 \times CE_{2,5} \times (CA_S)^{-1}$ .

CA<sub>S</sub> es el contenido de agua en el extracto de pasta saturada. Se puede estimar en suelos minerales a partir de la textura (consultar el Capítulo 8.4.9) y el contenido de C<sub>org</sub> (consultar el Capítulo 8.4.36) y en suelos orgánicos a partir del grado de descomposición (consultar el Capítulo 8.4.41), con ayuda de Cuadro 8.69 y Cuadro 8.70. Altas cantidades de elementos gruesos reducen el contenido de agua.

Indique la conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada en dS m<sup>-1</sup>.

*Cuadro 8.69: Estimación del contenido de agua del extracto de pasta saturada de capas minerales, DVWK (1995); FAO (2006), Cuadro 43.*

Clase textural	Contenido de agua del extracto de pasta saturada (CA <sub>S</sub> ) (g de agua / 100 g de suelo)					
	Contenido de C <sub>org</sub> (%)					
	< 0,25	0,25 - < 0,5	0,5 - < 1	1 - < 2	2 - < 4	4 - < 20
CS	5	6	8	13	21	35
MS	8	9	11	16	24	38
FS, VFS	10	11	13	18	26	40
LS, SL(< 10% arcilla)	14	15	17	22	30	45
SiL(< 10% arcilla)	17	18	20	25	34	49
Si	19	20	22	27	36	51
SL( $\geq$ 10% arcilla)	22	23	26	31	39	55
L	25	26	29	34	42	58
SiL( $\geq$ 10% arcilla)	28	29	32	37	46	62
SCL	32	33	36	41	50	67
CL, SiCL	44	46	48	53	63	80
SC	51	53	55	60	70	88
SiC, C(< 60% arcilla)	63	65	68	73	83	102
C( $\geq$ 60% arcilla)	105	107	110	116	126	147

Cuadro 8.70: Estimación del contenido de agua del extracto de pasta saturada de capas orgánicas, DVWK (1995); FAO (2006), Cuadro 43.

Grado de descomposición (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos)	Contenido de agua del extracto de pasta saturada (CAs) (g de agua/ 100 g de suelo)
La materia orgánica está formado únicamente por tejidos vegetales muertos reconocibles.	80
Después de frotar, > tres cuartas partes de la materia orgánica, pero no toda, está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles.	120
Después de frotar, ≤ tres cuartas partes y > dos tercios de la materia orgánica está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles.	170
Después de frotar, ≤ dos tercios y > un sexto de la materia orgánica está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles.	240
Después de frotar, ≤ una sexta parte de la materia orgánica está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles.	300

### 8.4.29 pH de campo (o, m)

Indique el pH de campo. Para su determinación se recomiendan dos métodos diferentes: el colorimétrico y el potenciométrico. El método colorimétrico solo permite la medición del pH en agua destilada; mientras que el método potenciométrico permite la medición en diferentes soluciones.

#### Método colorimétrico

Mezcle suelo y agua destilada en una proporción 1:1 (volumen:volumen) y agite bien la mezcla. Deje reposar la mezcla hasta que se forme un sobrenadante. Sumerja un papel indicador en el sobrenadante e indique el resultado.

#### Método potenciométrico

Cuadro 8.71 muestra soluciones comunes y proporciones de mezcla. Mezcle bien el suelo, secado al aire, con la solución. Deje reposar la mezcla hasta que se forme un sobrenadante. Mida el valor del pH con un electrodo de pH, idealmente con la ayuda de un trípode. Espere hasta que el valor sea estable. Indique el valor obtenido junto con el código que indica la solución y la proporción de la mezcla.

Cuadro 8.71: Medición potenciométrica del pH.

Solución	Relación de mezcla (volumen:volumen)	Código
Agua destilada (H <sub>2</sub> O)	1:1	W11
Agua destilada (H <sub>2</sub> O)	1:5	W15
CaCl <sub>2</sub> , 0,01 M	1:5	C15
KCl, 1 M	1:5	K15

### 8.4.30 Consistencia (m)

La consistencia es el grado y tipo de cohesión y adhesividad que presenta el suelo. Este capítulo se refiere a la consistencia de la matriz y de los rasgos no redoximorfos. Para la consistencia de los rasgos redoximorfos, consultar el Capítulo 8.4.20. La consistencia se describe por separado para las (partes de) capas cementadas y no cementadas. Si una muestra de suelo no se rompe cuando se aplica una fuerza ligera, hay que comprobar si está cementada.

### Presencia y volumen de cementación

La cementación por hielo es obvia. Para comprobar la cementación por otros agentes se deben tomar especímenes diferentes, dependiendo de las características del suelo. En costras superficiales y en agregados laminares, tome un espécimen de aproximadamente 1 a 1,5 cm de largo por 0,5 cm de espesor (o el grosor presente, si es < 0,5 cm). En todos los demás casos, tome un espécimen entre 2,6 a 3 cm de largo en todas las dimensiones. Sumerja el espécimen, secado al aire, en agua durante al menos 1 hora. Si se disgrega, como formando una sopa, no está cementado. En caso contrario, está cementado. Indique el porcentaje (del volumen del suelo entero) de la capa que está cementada.

### Agentes cementantes (suelo cementado)

Indique los agentes cementantes. Si hay más de uno, indique hasta tres, el dominante primero. El término “óxidos”, tal como se utiliza aquí, incluye los hidróxidos y los óxido-hidróxidos.

Cuadro 8.72: Agentes cementantes, Schoeneberger et al. (2012), 2-64.

Cementante	Código
Carbonatos	CA
Yeso	GY
Sales fácilmente solubles	RS
Sílice	SI
Materia orgánica	OM
Óxidos de Fe	FE
Óxidos de Mn	MN
Al	AL
Hielo, < 75 % (en volumen)	IA
Hielo, ≥ 75 % (en volumen)	IM

### Cementación (suelo cementado) y resistencia a la ruptura (suelo no cementado)

Para comprobar estos rasgos se deben tomar especímenes diferentes, dependiendo de las características del suelo. En costras superficiales y en agregados laminares, tome un espécimen de aproximadamente 1 a 1,5 cm de largo por 0,5 cm de espesor (o el grosor presente, si es < 0,5 cm) y aplique una fuerza perpendicularmente a su dimensión mayor. En todos los demás casos, tome un espécimen de 2,6 a 3 cm de longitud en todas sus dimensiones y aplique una fuerza. Observe la fuerza necesaria para romperla e indique la clase de cementación (suelo cementado) o la clase de resistencia a la ruptura (suelo no cementado). La resistencia a la ruptura se debe detectar en suelo húmedo y, si es posible, también en suelo seco. Si no se pueden obtener especímenes del tamaño requerido, utilice la siguiente ecuación para calcular la fuerza de ruptura (Cuadro 8.73 y Cuadro 8.74) (Schoeneberger et al., 2012):

$(2,8 \text{ cm}/\text{longitud del espécimen cm})^2 \times (\text{fuerza estimada (N) de ruptura})$ ; por ejemplo, para un espécimen de 5,6 cm  $[(2,8/5,6)^2 \times 20 \text{ N}] = 5 \text{ N} \rightarrow$  Muy friable (húmedo).

Cuadro 8.73: Clases de cementación, Schoeneberger et al. (2012), 2-64.

Criterio	Clase	Código
Muestra intacta no obtenible o fuerza muy ligera entre los dedos, < 8 N.	No cementado	NOC
Fuerza ligera entre los dedos, 8 - < 20 N	Extremadamente débilmente cementado	EWC
Fuerza moderada entre los dedos, 20 - < 40 N	Muy débilmente cementado	VWC
Fuerza intensa entre los dedos, 40 - < 80 N	Débilmente cementado	WEC
Fuerza moderada entre las manos, 80 - < 160 N	Moderadamente cementado	MOC
Presión del pie con el peso de todo el cuerpo, 160 - < 800 N	Fuertemente cementado	STC

Golpe < 3 J (3 J = 2 kg dejado caer a 15 cm) y no se fractura bajo la presión del pie con el peso de todo el cuerpo (800 N).	Muy fuertemente cementado	VSC
Golpe ≥ 3 J (3 J = 2 kg dejado caer a 15 cm).	Extremadamente fuertemente cementado	EXC

*Cuadro 8.74: Resistencia a la ruptura, suelo no cementado, Schoeneberger et al. (2012), 2-63.*

Criterio	Resistencia a la ruptura en húmedo		Resistencia a la ruptura en seco	
	Clase	Código	Clase	Código
Muestra intacta no obtenible	Suelto	LO	Suelto	LO
Fuerza muy ligera entre los dedos, < 8 N	Muy friable	VF	Suave	SO
Fuerza ligera entre los dedos, 8 - < 20 N	Friable	FR	Ligeramente duro	SH
Fuerza moderada entre los dedos, 20 - < 40 N	Firme	FI	Moderadamente duro	MH
Fuerza intensa entre los dedos, 40 - < 80 N	Muy firme	VI	Duro	HA
Fuerza moderada entre las manos, 80 - < 160 N	Extremadamente firme	EI	Muy duro	VH
Presión del pie con el peso de todo el cuerpo, 160 - < 800 N	Ligeramente rígido	SR	Extremadamente duro	EH
Golpe < 3 J (3 J = 2 kg dejado caer a 15 cm) y no se fractura bajo la presión del pie con el peso de todo el cuerpo (800 N)	Rígido	RI	Rígido	RI
Golpe ≥ 3 J (3 J = 2 kg dejado caer a 15 cm)	Muy rígido	VR	Muy rígido	VR

### Susceptibilidad a la cementación (suelo no cementado)

Algunas capas son susceptibles a la cementación tras secarse y humedecerse repetidamente. Indique la susceptibilidad.

*Cuadro 8.75: Susceptibilidad a la cementación.*

Criterio	Código
Cementación tras secados y humedecimientos repetidos	CW
Sin cementación tras secados y humedecimientos repetidos	NO

### Fragilidad (suelo no cementado a débilmente cementado)

Indique la fragilidad (forma de ruptura). Tome una muestra húmeda, de unos 3 cm de largo en todas sus dimensiones, presiónela entre el pulgar y el índice y obsérvela cuando se rompa.

*Cuadro 8.76: Tipos de fragilidad, Schoeneberger et al. (2012), 2-65.*

Criterio	Tipo de fragilidad	Código
Estalla o se rompe abruptamente	Quebradiza	BR
Antes de la compresión a la mitad del espesor original	Semi-deformable	SD
Después de la compresión a la mitad del espesor original	Deformable	DF

### Plasticidad (suelo no cementado)

La plasticidad es el grado en que un suelo moldeado se puede deformar permanentemente sin romperse. Se estima a un contenido de agua en donde se expresa la máxima plasticidad (generalmente húmedo). Haga un cilindro (alambre, churro) de suelo de 4 cm de largo, enróllelo en diámetros más pequeños, tómelo entre pulgar e índice, suspéndalo por un extremo y observe si soporta su propio peso o se rompe. Indique la plasticidad.



Cuadro 8.77: Tipos de plasticidad, Schoeneberger et al. (2012), 2-66.

Criterio	Tipo de plasticidad	Código
No se puede formar un cilindro de 6 mm de diámetro, o si se forma, se rompe por su propio peso.	No plástica	NP
El cilindro de 6 mm de diámetro soporta su propio peso; el de 4 mm, no.	Ligeramente plástica	SP
El cilindro de 4 mm de diámetro soporta su propio peso; el de 2 mm, no.	Moderadamente plástica	MP
El cilindro de 2 mm de diámetro soporta su propio peso.	Muy plástica	VP

### Resistencia a la penetración

La medición de la resistencia a la penetración se recomienda para capas cementadas o con una clase de resistencia a la ruptura de al menos firme (en húmedo). El suelo no cementado debe estar a capacidad de campo para la medición. Utilice un penetrómetro e indique la resistencia a la penetración en MPa. La medición se debe repetir al menos cinco veces para calcular un valor promedio fiable.

### 8.4.31 Costras superficiales (m)

Una costra es una capa fina de constituyentes del suelo entrelazados horizontalmente o en pequeñas placas poligonales (consultar Schoeneberger et al., 2012). Las costras del suelo se desarrollan en la(s) primera(s) capa(s) mineral(es) y están formadas por un agente sellante de origen físico, químico y/o biológico. Las características de la costra son diferentes de las de las capas subyacentes. Normalmente, las costras del suelo modifican la tasa de infiltración y estabilizan los agregados sueltos del suelo. Pueden estar presentes de forma permanente o solo cuando el suelo está seco. La superficie cubierta se indica en el Capítulo 8.3.7. Pueden estar cementadas o no, tal como se indica en el Capítulo 8.4.30.

Indique el agente sellante. Si hay más de uno, indique hasta tres, el dominante primero.

Cuadro 8.78: Agente sellante de costras superficiales.

Tipo	Código
Físico, permanente	PP
Físico, solo cuando está seco	PD
Químico, por carbonatos	CC
Químico, por yeso	CG
Químico, por sales fácilmente solubles	CR
Químico, por sílice	CS
Biológico, por cianobacterias	BC
Biológico, por algas	BA
Biológico, por hongos	BF
Biológico, por líquenes	BL
Biológico, por musgos	BM
No hay costra	NO

### 8.4.32 Continuidad de materiales duros y capas cementadas (m)

La *roca continua*, el *material duro técnico* y las capas cementadas pueden presentar fracturas, que se rellenan con material del suelo no cementado. Indique el porcentaje total (del volumen del suelo entero) que está ocupado por fracturas y la distancia promedio entre las fracturas en cm. Si el material duro o cementado comienza en la superficie del suelo, también tiene que ser descrito. Si una capa cementada no solo presenta fracturas sino que está completamente fragmentada, los remanentes se reportan con los elementos gruesos (consultar el Capítulo 8.4.7).

### 8.4.33 Vidrios volcánicos y características ándicas (o, m)

#### Vidrios volcánicos en la fracción de arena y limo grueso

Indique el porcentaje de partículas de la fracción de arena y limo grueso ( $> 20 \mu\text{m} - \leq 2 \text{ mm}$ ) que están formadas por vidrios volcánicos. Utilice una lupa de mano o un microscopio.

Cuadro 8.79: Abundancia de partículas en la fracción de arena y limo grueso que están formadas por vidrios volcánicos.

% de partículas	Clase de abundancia	Código
0	Ninguna	N
$> 0 - 5$	Pocas	F
$> 5 - 30$	Comunes	C
$> 30$	Muchas	M

Si el porcentaje se sitúa en torno a un valor límite, tome una muestra de suelo, separe por tamizado la fracción de arena y limo grueso, coloque las partículas sobre un portaobjetos y cuente las partículas de vidrio y las que no lo son.

#### Características ándicas

Las *propiedades ándicas* se definen mediante datos de laboratorio. En campo se puede reconocer una baja densidad aparente, un color oscuro y un alto contenido de materia orgánica. Además, hay dos pruebas de campo específicas que ayudan a detectar las *propiedades ándicas*.

**Tixotropía:** Las capas con *propiedades ándicas* muestran una alta carga variable que permite la absorción de mucha agua, que puede ser fácilmente expulsada por agitación, pero que será absorbida de nuevo, pasado un tiempo. Procedimiento: Tome una muestra de suelo y haga una esfera de unos 2,5 cm de diámetro. Espere a que desaparezcan las películas de humedad. Coloque la esfera en la mano en forma de cuchara y agítela. Si aparecen películas de humedad en la superficie de la esfera, el suelo presenta tixotropía. Al cabo de un rato, las películas de humedad volverán a desaparecer.

**Prueba de NaF según Fieldes y Perrott (1966), explicado en FAO (2006):** Un  $\text{pH}_{\text{NaF}} \geq 9,5$  indica la presencia de abundante alófana e imogolita y/o complejos órgano-alumínicos. El aluminio absorbe iones  $\text{F}^-$  al tiempo que libera iones  $\text{OH}^-$ . La prueba es indicativa para la mayoría de las capas con *propiedades ándicas*, excepto para aquellas muy ricas en materia orgánica. Sin embargo, la misma reacción se produce en horizontes espódicos y en suelos arcillosos ácidos ricos en minerales de arcilla con intercapas de aluminio; los suelos con carbonatos libres también reaccionan. Antes de la prueba de NaF, compruebe el pH del suelo en agua o KCl (la prueba de NaF no es adecuada para suelos alcalinos) y la presencia de carbonatos libres (mediante la prueba de HCl). Procedimiento: Coloque una pequeña cantidad de suelo sobre un papel filtro previamente empapado en fenolftaleína y añada unas gotas de NaF 1 M (ajustado a pH 7,5). Una reacción positiva se indica por un cambio rápido a un color rojo intenso. Como alternativa, mida el pH de una suspensión de 1 g de suelo en 50 ml de NaF 1 M (ajustado a pH 7,5) pasados 2 minutos. Un  $\text{pH} \geq 9,5$  es un indicio de *propiedades ándicas*.

Indique los resultados.

Cuadro 8.80: Tixotropía y prueba de campo de NaF.

Criterio	Código
Prueba de NaF positiva	NF
Tixotropía	TH

Prueba de NaF positiva y tixotropía	NT
Ninguna de las anteriores	NO

### 8.4.34 Características del permafrost (o, m)

#### Alteración criogénica

Estime el porcentaje total (del área expuesta, que comprenda el suelo entero) afectado por alteración criogénica. Indique hasta tres rasgos, el dominante primero e indique por separado el porcentaje para cada rasgo.

*Cuadro 8.81: Alteración criogénica.*

Característica	Código
Cuña de hielo	IW
Lente de hielo	IL
Límite de la capa inferior fracturado	DB
Involuciones orgánicas en una capa mineral	OI
Involuciones minerales en una capa orgánica	MI
Segregación de material grueso y de material fino	CF
Otras	OT
Ninguna	NO

#### Presencia de permafrost

Una capa con permafrost tiene, de forma continua durante  $\geq 2$  años consecutivos, uno de los siguientes:

- hielo masivo, cementación por hielo o cristales de hielo fácilmente visibles, o
- una temperatura del suelo  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y agua insuficiente para formar cristales de hielo fácilmente visibles.

Indique si una capa tiene permafrost.

*Cuadro 8.82: Capas con permafrost.*

Criterio	Código
Hielo masivo, cementación por hielo o cristales de hielo fácilmente visibles.	I
Temperatura del suelo $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y agua insuficiente para formar cristales de hielo fácilmente visibles.	T
No hay permafrost	N

### 8.4.35 Densidad aparente (m) (\*)

Estime la densidad de empaquetamiento utilizando un cuchillo con una hoja de unos 10 cm de longitud.

*Cuadro 8.83: Densidad de empaquetamiento.*

Criterio	Clase	Código
El cuchillo penetra completamente incluso aplicando poca fuerza	Muy suelta	VL
El cuchillo penetra completamente cuando se aplica fuerza	Suelta	LO
El cuchillo penetra la mitad cuando se aplica fuerza	Intermedia	IN
Solo la punta del cuchillo penetra cuando se aplica fuerza	Firme	FR
El cuchillo no penetra (o sólo muy poco) cuando se aplica fuerza	Muy firme	VR

Con la siguiente figura, la densidad aparente se determina a partir de la densidad de empaquetamiento y la textura del suelo (consultar el Capítulo 8.4.9). Si el contenido de  $C_{org}$  es  $> 1\%$ , la densidad aparente debe reducirse en  $0,03\text{ kg dm}^{-3}$  por cada incremento de  $0,5\%$  en el contenido de  $C_{org}$ . Indique la densidad aparente con una precisión de un decimal.

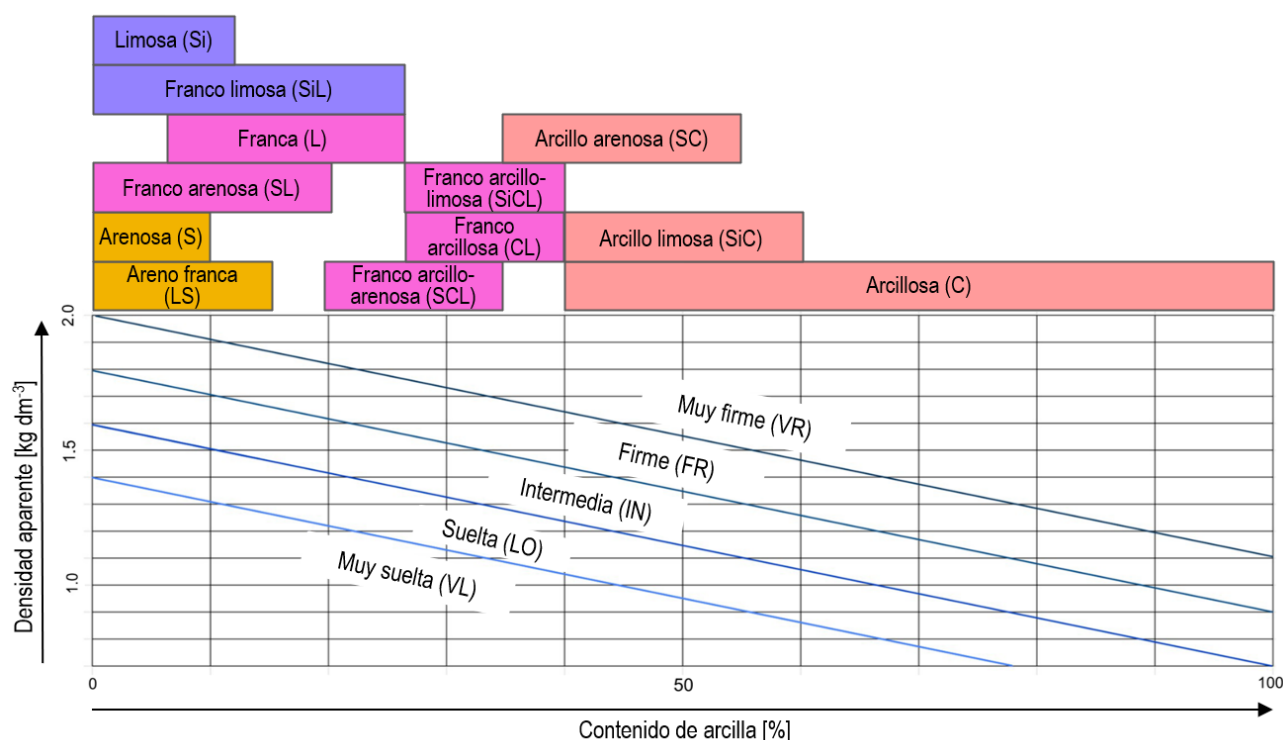


Figura 8.21: Estimación de la densidad aparente a partir de la densidad de empaquetamiento y la textura, FAO (2006), Figura 7, modificada.

### 8.4.36 Carbono orgánico del suelo ( $C_{org}$ )

#### Estimación del contenido (m) (\*)

Indique los valores mínimo y máximo del contenido estimado de carbono orgánico. La estimación se basa en el brillo de los colores Munsell, húmedo, y la textura. Si el croma es de 3,5 - 6, utilice un brillo 0,5 más alto (por ejemplo, si ha descrito un color Munsell 10YR 3/4, utilice un brillo 3,5 para estimar el carbono orgánico del suelo). Si el croma es  $> 6$ , utilice un brillo 1 más alto.

Atención: El brillo Munsell también está influido por el material originario, los carbonatos y las condiciones redox.

Cuadro 8.84: Estimación del contenido de carbono orgánico en una muestra húmeda, Blume et al. (2011), modificado.

Brillo Munsell	Contenido de carbono orgánico (%), relacionado con la clase textural del suelo		
	S	LS, SL, L	SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C
$\geq 6$	$< 0,2$	$< 0,2$	$< 0,2$
5,5	$< 0,2$	$< 0,2$	$0,2 - < 0,5$
5	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 0,5$
4,5	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 0,5$
4	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 0,5$	$0,2 - < 1,0$
3,5	$0,2 - < 1,0$	$0,5 - < 1,0$	$0,5 - < 2,5$
3	$0,5 - < 2,5$	$1,0 - < 2,5$	$1,0 - < 5,0$
2,5	$1,0 - < 5,0$	$\geq 2,5$	$\geq 2,5$
$\leq 2$	$\geq 2,5$		

### Acumulaciones naturales de materia orgánica (m)

Este capítulo se refiere a las acumulaciones de materia orgánica en forma de cuerpos discretos. Suelen tener un brillo Munsell inferior al del material circundante. Indique aquí todas las acumulaciones que son naturales o que son un efecto secundario de actividades humanas. Para las acumulaciones de *artefactos* consulte el Capítulo 8.4.8 y para el material transportado por actividad humana el Capítulo 8.4.39. Si el carbono negro ha sido producido intencionadamente por la actividad humana, se considera un artefacto. Las acumulaciones de materia orgánica debidas a la actividad de fauna se indican dos veces, una vez aquí y otra en el Capítulo 8.4.38. Indique hasta tres tipos de acumulaciones, el dominante primero, y el porcentaje (del área expuesta) de cada tipo por separado.

*Cuadro 8.85: Tipos de acumulación de materia orgánica.*

Tipo	Código
Canales de gusanos rellenos.	BU
Crotovinas rellenas.	KR
Revestimientos de materia orgánica en superficies de agregados del suelo y paredes de bioporos (no es visible otro material en los revestimientos).	CO
Carbono negro (por ejemplo, carbón vegetal, partículas parcialmente carbonizadas, hollín).	BC
No hay acumulación visible de materia orgánica.	NO

### Carbono negro (o, m)

Para el carbono negro se debe indicar además el porcentaje del área expuesta (que comprenda la tierra fina más el carbono negro de cualquier tamaño).

### 8.4.37 Raíces (o, m)

Cuente el número de raíces por dm<sup>2</sup>, separadamente para dos clases de diámetro, e indique las clases de abundancia.

*Cuadro 8.86: Abundancia de raíces, FAO (2006), Cuadro 80.*

Número ≤ 2 mm	Número > 2 mm	Clase de abundancia	Código
0	0	Ninguna	N
1 - 5	1 - 2	Muy pocas	V
6 - 10	3 - 5	Pocas	F
11 - 20	6 - 10	Comunes	C
21 - 50	11 - 20	Muchas	M
> 50	> 20	Abundantes	A

### 8.4.38 Resultados de actividad de fauna (o, m)

Indique la actividad de fauna que ha modificado visiblemente los rasgos de la capa. Si procede, indique hasta 5 tipos, el dominante primero. Indique por separado el porcentaje (del área expuesta) de la actividad de mamíferos, de aves, de gusanos, de insectos y de la actividad no especificada.

*Cuadro 8.87: Tipos de actividad de fauna, FAO (2006), Cuadro 82, modificado.*

Tipo	Código
Actividad de mamíferos	
Grandes madrigueras abiertas	MO
Grandes madrigueras rellenas (crotovinas)	MI

Actividad de aves	
Huesos, plumas, grava seleccionada de tamaño similar	BA
Actividad de gusanos	
Canales de gusanos	WE
Excrementos de gusanos	WC
Actividad de insectos	
Canales y nidos de termitas	TI
Canales y nidos de hormigas	IA
Actividad de otros insectos	IO
Madrigueras (sin especificar)	BU
No hay resultados visibles de actividad de fauna	NO

### 8.4.39 Alteraciones por actividad humana (o, m)

#### Adiciones de material natural transportadas por humanos

Se entiende por material natural a cualquier material que no cumple con los criterios de los *artefactos* (consultar el Capítulo 8.4.8). Indique por separado el porcentaje (del volumen del suelo entero), que puede variar desde muy poco hasta el 100%, para cada adición. Si se produce más de una, indique hasta tres, la dominante primero. Para adiciones minerales  $\leq 2$  mm, indique además, si es posible, la clase textural (consultar el Capítulo 8.4.9), el contenido de carbonatos (consultar el Capítulo 8.4.25) y el contenido de  $C_{org}$  (consultar el Capítulo 8.4.36).

Cuadro 8.88: Adiciones artificiales de material natural.

Material	Código
Orgánico	OM
Mineral, $> 2$ mm	ML
Mineral, $\leq 2$ mm	MS
Sin adiciones	NO

#### Alteraciones *in situ*

Indique las alteraciones *in situ*. Si hay más de una, indique hasta dos, la dominante primero.

Cuadro 8.89: Alteraciones *in situ*.

Tipo	Código
Arado, anualmente	PA
Arado, al menos una vez cada 5 años	PO
Arado en el pasado, no se ha arado desde $> 5$ años	PP
Labranza, sin especificar	PU
Removido (por ejemplo, arado único)	RM
Aflojado	LO
Compactación, diferente a una suela de labor (a un piso de arado)	CP
Deterioro de la estructura, que no es ni por labranza ni por removimiento	SD
Otras	OT
Sin alteración <i>in situ</i>	NO

#### Formación de agregados en el suelo tras adiciones o alteraciones *in situ*

La adición o mezcla puede combinar materiales más ricos y más pobres en  $C_{org}$ . Se puede formar una nueva estructura granular compuesta combinando ambos. Indique en qué medida se ha producido este proceso. Utilice una lupa.

*Cuadro 8.90: Formación de agregados tras adiciones o alteraciones in situ.*

Criterio	Código
Nueva estructura granular compuesta presente en toda la capa.	T
Nueva estructura granular compuesta presente en algunos lugares, pero en otros lugares se encuentran aislados unos de otros, los materiales añadidos o mezclados y los materiales presentes anteriormente.	P
No hay estructura granular compuesta nueva.	N

#### 8.4.40 Material originario (m)

Indique el material originario. Consulte mapas geológicos.

*Cuadro 8.91: Tipos de material originario, FAO (2006), Cuadro 12, modificado.*

Clase principal	Grupo	Código	Tipo	Código
Roca ígnea	Ígnea félsica	IF	Granito	IF1
			Cuarzo-diorita	IF2
			Grano-diorita	IF3
			Diorita	IF4
			Riolita	IF5
	Ígnea intermedia	II	Andesita, traquita, fonolita	II1
			Diorita-sienita	II2
	Ígnea máfica	IM	Gabro	IM1
			Basalto	IM2
			Dolerita	IM3
	Ígnea ultramáfica	IU	Peridotita	IU1
			Piroxenita	IU2
			Serpentinita	IU3
	Piroclástica	IP	Toba volcánica	IP1
			Escoria/brecha volcánica	IP2
			Ceniza volcánica	IP3
			Ignimbrita	IP4
Roca metamórfica	Metamórfica félsica	MF	Cuarcita	MF1
			Gneis, migmatita	MF2
			Pizarra, filita (rocas pelíticas)	MF3
			Esquisto	MF4
	Metamórfica máfica	MM	Pizarra, filita (rocas pelíticas)	MM1
			Esquisto (verde)	MM2
			Gneis rico en minerales de Fe y Mg	MM3
			Caliza metamórfica (mármol)	MM4
			Anfibolita	MM5
			Eclogita	MM6
	Metamórfica ultramáfica	MU	Serpentinita, piedra verde	MU1

Roca sedimentaria (consolidada)	Sedimentos clásticos	SC	Conglomerado, brecha	SC1
			Arenisca, grauvaca, arcosa	SC2
			Limolita, lutolita, arcillolita	SC3
			Shale	SC4
			Piedra ferrosa	SC5
	Carbonática, orgánica	SO	Roca caliza, otras rocas carbonatadas	SO1
			Marga y otras mezclas	SO2
			Carbón, betún y rocas afines	SO3
	Evaporitas	SE	Anhidrita, yeso	SE1
			Halita	SE2
Roca sedimentaria (no consolidada)	Residuo meteorizado	UR	Bauxita, laterita	UR1
	Fluvial	UF	Arena, grava	UF1
			Arcilla, limo, material franco	UF2
	Lacustre	UL	Arena	UL1
			Limo y arcilla, < 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente, pocas o ninguna diatomea	UL2
			Limo y arcilla, < 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente, muchas diatomeas	UL3
			Limo y arcilla, ≥ 20% CaCO <sub>3</sub> equivalente (marga)	UL4
	Marina, estuarina	UM	Arena	UM1
			Arcilla, limo	UM2
	Coluvial	UC	Depósitos en taludes	UC1
			Lahar	UC2
			Depósito de material del suelo	UC3
	Eólica	UE	Loess	UE1
			Arena	UE2
	Glacial	UG	Morrena	UG1
			Arena glacio-fluvial	UG2
			Grava glacio-fluvial	UG3
	Criogénica	UK	Restos de gelifración periglacial	UK1
			Capa de solifluxión periglacial	UK2
	Orgánica	UO	Turba alimentada por agua de lluvia (bog)	UO1
			Turba alimentada por agua subterránea (fen)	UO2
			Lacustre (sedimentos límnicos orgánicos)	UO3
	Antropogénica/tecnogénica	UA	Material natural redepositado	UA1
			Depósitos industriales/artesanales	UA2
	Depósitos no especificados	UU	Arcilla	UU1
			Material franco, limo	UU2
			Arena	UU3
			Arena y grava	UU4
			Grava, roca fragmentada	UU5

Si se desconoce el tipo, basta con indicar el grupo. Nota: Los antiguos términos “rocas ácidas” y “rocas básicas” han sido sustituidos por “rocas félsicas” y “rocas máficas”.



## 8.4.41 Grado de descomposición de las capas orgánicas y presencia de residuos vegetales muertos (o) (\*)

### Grado de descomposición

Este capítulo se refiere al grado en que los tejidos vegetales muertos reconocibles se transforman en materia orgánica homogénea. Frote el material del suelo e indique el porcentaje de tejidos vegetales muertos reconocibles (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos).

### Características del horizonte Oa

Si un horizonte Oa está presente (consultar el Anexo 3, Capítulo 10.2), indique sus características.

*Cuadro 8.92: Características del horizonte Oa.*

Criterio	Tipo	Código
Se rompe en trozos longitudinales con bordes agudos	Bordes agudos	SE
Se rompe en trozos longitudinales con bordes no agudos	Compacto	CO
Se rompe en trozos granulares o se rompe en polvo	Granular	CR

### Residuos vegetales naturales muertos

Este capítulo se refiere a residuos naturales vegetales muertos. Para los residuos modificados, vea *artefactos* (consultar el Capítulo 8.4.8). Indique hasta dos tipos de residuos vegetales, el dominante primero, y dé el porcentaje (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de cada tipo por separado.

*Cuadro 8.93: Residuos muertos de plantas específicas.*

Tipo	Código
Madera	W
Fibras de musgo	S
Ninguno de los anteriores	N

## 8.5 Muestreo

Se describe aquí el muestreo de las capas superficiales orgánicas terrestres y el muestreo convencional y volumétrico de las capas minerales, todo ello para los análisis estándar descritos en el Anexo 2 (Capítulo 9). El muestreo de otras capas requiere técnicas especiales que no se describen aquí.

### 8.5.1 Preparación de bolsas de muestreo

Utilice bolsas fuertes y resistentes a la humedad (transparentes, si es posible) para el muestreo. Escriba los detalles del muestreo dos veces: una en la bolsa y otra en un trozo de papel que se introducirá en la bolsa. Si desea trasladar anillos de muestreo al laboratorio, escriba los detalles en ellos. Utilice siempre un marcador permanente.

Anote los siguientes datos:

- Nombre del perfil.
- Convencional (C) / Volumétrico (V).
- Profundidad superior e inferior de la capa.
- Denominación de la capa (consultar el Anexo 3, Capítulo 10).

Ejemplo: *Paso Gombori I - V - 0-10 cm - Ah*.

Asegúrese de cerrar bien las bolsas después de introducir la muestra.

### 8.5.2 Muestreo de capas orgánicas

Por lo general, se muestrea la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos. Para decidir si una capa está formada por materia orgánica, el carbono orgánico se mide en una muestra que contenga la tierra fina más los residuos vegetales muertos de cualquier longitud y un diámetro  $\leq 5$  mm (excluidos los *artefactos*).

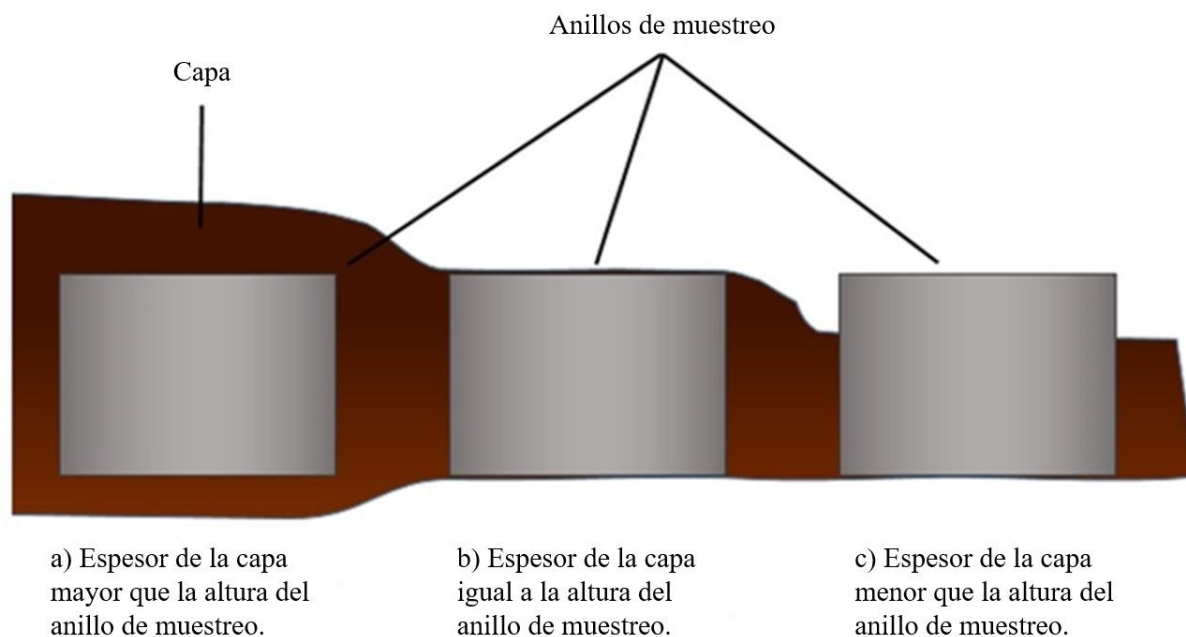
Para el muestreo de las capas superficiales orgánicas terrestres, utilice un marco cuadrado de acero, por ejemplo, de 30 cm de lado. Utilice un martillo de goma para introducir el marco a través de las capas superficiales orgánicas y a unos pocos centímetros dentro del suelo mineral. El marco debe penetrar en el suelo de manera uniforme, no introduzca primero un lado y luego el otro. Recoja el material orgánico superficial manualmente, tome muestras de la capa de hojarasca y de cada horizonte O por separado. Tenga mucho cuidado de recoger muestras de todas las capas orgánicas superficiales, pero no de las capas minerales.

### 8.5.3 Muestreo convencional de capas minerales

Utilice una espátula para tomar por separado muestras de cada capa y a lo largo de toda su anchura y todo su espesor. Empiece por la capa inferior. Asegúrese de muestrear solo una capa cada vez, para evitar que el material de una capa caiga en la otra.

### 8.5.4 Muestreo volumétrico de capas minerales

En la superficie del suelo, determine un área lo suficientemente grande para el número apropiado de anillos de muestreo (por ejemplo, 3 anillos). La zona debe estar adyacente a la pared del perfil y cerca de la cinta métrica. En esta zona, elimine las capas orgánicas superficiales y comience el muestreo capa por capa, de arriba hacia abajo. El espesor de una capa mineral puede ser mayor, igual o menor que la altura de un anillo de muestreo (Figura 8.22).



*Figura 8.22: Muestreo volumétrico.*

- Si el espesor de la capa es mayor, reste la altura del anillo de muestreo del espesor de la capa y divida la diferencia entre 2. Este resultado equivale al espesor del material del suelo que se debe retirar a partir del límite superior de la capa.
- Si el espesor de la capa es igual, es muy importante que la superficie sea plana.
- Si el espesor de la capa es menor, se necesita el espesor de la capa en relación con la altura del anillo de muestreo para calcular el volumen muestreado.

Para cada capa, forme una superficie plana. Si el suelo está más seco que la capacidad de campo, humedezca la superficie lentamente con agua, utilizando un atomizador. Espere hasta que el suelo esté húmedo pero evite un exceso de agua. A continuación, introduzca lenta- y completamente los anillos de muestreo, pero evite compactar el material del suelo. Para clavar los anillos de muestreo, utilice un martillo y un trozo de madera. El trozo debe ser de madera resistente y tener superficies planas en la parte superior e inferior. Debe ser lo suficientemente grande para cubrir un anillo de muestreo. Si el anillo no se desplaza sin deformarse, deje de introducirlo e intente encontrar una posición mejor.

Para sacar los anillos, introduzca una espátula en la tierra justo debajo del anillo y sáquelo. Si el suelo es difícil de penetrar, puede utilizar un cuchillo de hoja dentada (cuchillo de pan). Si es necesario, corte las raíces. Al sacar los anillos, asegúrese de que no se pierda nada de suelo de su interior. Coloque un tapón en la parte superior y dé la vuelta al anillo. Alise la superficie inferior y coloque otro tapón.

Si desea realizar más análisis físicos, traslade el anillo al laboratorio. Si el espesor de la capa es inferior a la altura del anillo (caso c), rellene el volumen con resina. Si solo desea determinar la masa del suelo, puede vaciar el material del anillo en la bolsa designada y reutilizar el anillo.

Para determinar la masa del suelo de una muestra de un determinado volumen, también puede utilizar terrones recubiertos (consultar el Anexo 2, Capítulo 9.5).

## 8.6 Referencias

- Blum, W.E.H., Schad, P. & Nortcliff, S.** 2018. Essentials of soil science. Soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB). Borntraeger Science Publishers, Stuttgart.
- Blume, H.-P., Stahr, K. & Leinweber, P.** 2011. Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler. 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- DVWK.** 1995. Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zu Standortscharakterisierung. Teil I: Ansprache von Böden. DVWK Regeln 129. Bonn, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser.
- FAO.** 2006. Guidelines for soil description. Prepared by Jahn, R., Blume, H.-P., Asio, V.B., Spaargaren, O., Schad, P. 4th ed. FAO, Roma.
- FAO.** 2009. Guía para la descripción de suelos. 4ª edición. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas, FAO, Roma.
- International Organization for Standardization.** 2015. Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation. ISO 11277:2009. <https://www.iso.org/standard/54151.html>, retrieved 13.04.2020.
- Köppen, W. & Geiger, R.** 1936. Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger R (1930-1943): Handbuch der Klimatologie. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- National Committee on Soil and Terrain.** 2009. Australian soil and land survey field handbook. 3rd ed. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Natural England.** 2008. Technical Information Note TIN037.
- Porta Casanellas, J. & López-Acevedo Reguerín, M.** 2005. Agenda de campo de suelos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Prietz, J. & Wiesmeier, M.** 2019. A concept to optimize the accuracy of soil surface area and SOC stock quantification in mountainous landscapes. Geoderma 356:113922.
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C. & Soil Survey Staff.** 2012. Field Book for describing and sampling soils. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.
- Schultz, J.** 2005. The ecozones of the world. Springer, Heidelberg.
- Soil Science Division Staff.** 2017. Soil survey manual. Agriculture Handbook No. 18. United States Department of Agriculture, Washington.
- Thien, S.J.** 1979. A flow diagram for teaching texture by feel analysis, Journal of Agronomic Education, 8: 54-55, downloaded from NRCS.

## 9 Anexo 2: Resumen de procedimientos analíticos para la caracterización del suelo

Este anexo proporciona resúmenes de procedimientos analíticos recomendados para la caracterización del suelo para la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Las descripciones completas se pueden encontrar en *Procedures for soil analysis* (Van Reeuwijk, 2002) y en el USDA *Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual* (Soil Survey Staff, 2014).

### 9.1 Preparación de las muestras

Las muestras se secan al aire o alternativamente en una estufa a 40 °C como máximo. La tierra fina se obtiene tamizando la muestra seca con una malla de 2 mm. Los terrones que no pasan por el tamiz se trituran (no se muelen) y se vuelven a tamizar. Los elementos gruesos y las raíces que no pasan por el tamiz se tratan por separado.

En casos especiales, en donde el secado al aire provoca cambios irreversibles e inaceptables en determinadas propiedades del suelo (por ejemplo, en turba y en suelos con *propiedades ándicas*), las muestras se conservan y se tratan en estado húmedo. Estas muestras se deben conservar en condiciones de refrigeración y analizarse pocas semanas después del muestreo.

### 9.2 Contenido de humedad

El cálculo de los contenidos se realiza sobre la base de la masa seca (105 °C) del suelo.

### 9.3 Análisis granulométrico

La parte mineral de la tierra se separa en varias fracciones de tamaño y se determina la proporción de las mismas. La determinación abarca todo el material; es decir, incluidos los elementos gruesos, pero el procedimiento propiamente dicho se aplica únicamente a la tierra fina ( $\leq 2$  mm). Las clases de tamaño de partículas según la norma ISO 11277:2009 figuran en el Cuadro 9.1:

*Cuadro 9.1: Clases de tamaño de partículas.*

Clase de tamaño de partículas	Diámetro de las partículas
Tierra fina	Todas las partículas $\leq 2$ mm
Arena	$> 63 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Arena muy gruesa	$> 1250 \mu\text{m} - \leq 2$ mm
Arena gruesa	$> 630 \mu\text{m} - \leq 1250 \mu\text{m}$
Arena media	$> 200 \mu\text{m} - \leq 630 \mu\text{m}$
Arena fina	$> 125 \mu\text{m} - \leq 200 \mu\text{m}$
Arena muy fina	$> 63 \mu\text{m} - \leq 125 \mu\text{m}$
Limo	$> 2 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Limo grueso	$> 20 \mu\text{m} - \leq 63 \mu\text{m}$
Limo fino	$> 2 \mu\text{m} - \leq 20 \mu\text{m}$
Arcilla	$\leq 2 \mu\text{m}$
Arcilla gruesa	$> 0,2 \mu\text{m} - \leq 2 \mu\text{m}$
Arcilla fina	$\leq 0,2 \mu\text{m}$

El pretratamiento de la muestra tiene por objeto la dispersión completa de las partículas primarias. Por lo tanto, los materiales cementantes (normalmente de origen secundario) como la materia orgánica y el carbonato de calcio pueden necesitar ser eliminados. En algunos casos, también es necesario aplicar la desferrización. La cantidad de material cementante se debe documentar. Sin embargo, dependiendo del objetivo del estudio, puede ser fundamentalmente erróneo eliminar los materiales cementantes. En consecuencia, todos los pretratamientos se consideran opcionales. Sin embargo, para la caracterización del suelo, la eliminación de la materia orgánica mediante  $H_2O_2$  y de los carbonatos mediante  $HCl$  se lleva a cabo de forma rutinaria. Tras este pretratamiento, la muestra se agita con un agente dispersante y la arena se separa de la arcilla y el limo con un tamiz de 63  $\mu m$ . La arena se fracciona por tamizado en seco; las fracciones de arcilla y de limo se determinan por el método de la pipeta o, alternativamente, por el método del hidrómetro.

## 9.4 Arcilla dispersable en agua

Es el contenido de arcilla que se encuentra cuando la muestra se dispersa con agua sin ningún tratamiento previo para eliminar los compuestos cementantes y sin utilizar un agente dispersante. La proporción de arcilla dispersable en agua, con respecto a la arcilla total, se puede utilizar como indicador de estabilidad de la estructura.

## 9.5 Densidad aparente

La densidad se define como la masa por unidad de volumen. La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa de sólidos y el volumen total o aparente y se da en estado seco. Este volumen total incluye el volumen de sólidos y el espacio poroso. El volumen y, por tanto, la densidad aparente cambia con la expansión y retracción, lo que está relacionado con el contenido de humedad. Por ello, se debe especificar el estado de humedad de la muestra antes del secado.

Se pueden utilizar dos procedimientos diferentes:

- *Muestras de núcleo inalterado*. Se presiona en el suelo un cilindro metálico de volumen conocido. Se registra la masa húmeda de la muestra. Puede ser el estado húmedo de campo o el estado después de equilibrar la muestra a una tensión de agua especificada. A continuación, la muestra se seca a 105 °C y se pesa de nuevo. La densidad aparente es la relación entre la masa seca y el volumen (en relación con el contenido de agua determinado y/o la tensión del agua especificada).
- *Terrones recubiertos*. Los terrones obtenidos en el campo se recubren con laca plástica (por ejemplo, Sarán disuelto en metiletilcetona) para permitir su determinación bajo el agua. Así se obtiene el volumen del terrón. Se registra la masa húmeda de la muestra. Puede ser el estado húmedo en el campo o después de equilibrar el terrón a una tensión de agua especificada. A continuación, la muestra se seca a 105 °C y se pesa de nuevo. La densidad aparente es la relación entre la masa seca y el volumen (en relación con el contenido de agua determinado y/o la tensión del agua especificada).

Si la muestra contiene muchos elementos gruesos, se tamizan después del secado y luego se determina por separado su masa y su volumen. Con ello se calcula la densidad aparente de la tierra fina. La determinación de la densidad aparente es muy sensible a la variabilidad natural, causada sobre todo por la falta de representatividad de las muestras (elementos gruesos, cementaciones, grietas, raíces, etc.). Por ello, las determinaciones se deben realizar siempre al menos por triplicado.

## 9.6 Coeficiente de extensibilidad lineal (COEL)

El COEL da una indicación de la capacidad de expansión-retracción reversible de un suelo. Se calcula como la relación entre la diferencia entre la longitud húmeda y la longitud seca de un terrón y su longitud seca:  $(L_m - L_d)/L_d$ , en la que  $L_m$  es la longitud a 33 kPa de tensión y  $L_d$  la longitud en seco (105 °C).

## 9.7 pH

El pH del suelo se mide con un potenciómetro en una suspensión sobrenadante de una mezcla suelo:líquido. Si no se indica lo contrario, la relación suelo:líquido es de 1:5 (volumen:volumen) (según las normas ISO). El líquido es agua destilada ( $pH_{\text{agua}}$ ) o una solución de KCl 1 M ( $pH_{\text{KCl}}$ ). Sin embargo, en algunas definiciones se utiliza una proporción suelo:agua de 1:1.

## 9.8 Carbono orgánico

Muchos laboratorios utilizan auto-analizadores (por ejemplo, de combustión seca). En estos casos, se recomienda una prueba cualitativa de carbonatos de calcio detectando la efervescencia con HCl y, si procede, una corrección por C inorgánico (consultar el Capítulo 9.9).

En otros laboratorios, se sigue el *método Walkley-Black*, el cual consiste en la combustión húmeda de la materia orgánica con una mezcla de dicromato potásico y ácido sulfúrico a unos 125 °C. El dicromato residual se valora frente a sulfato ferroso. Para compensar la oxidación incompleta, se aplica un factor de corrección empírico de 1,3 en el cálculo del resultado.

## 9.9 Carbonatos

Se utiliza el *método de valoración rápida* de Piper (también llamado *método de neutralización ácida*). La muestra se trata con HCl diluido y se valora el ácido residual. Los resultados se denominan *carbonato de calcio equivalente*, ya que la disolución no es selectiva para la calcita, y también se disuelven otros carbonatos como la dolomita.

**Nota:** También se pueden utilizar otros procedimientos como el *método volumétrico de Scheibler* o el *calcímetro de Bernard*.

## 9.10 Yeso

El yeso se disuelve agitando la muestra con agua. Luego, se precipita selectivamente del extracto añadiendo acetona. Este precipitado se vuelve a disolver en agua y se determina la concentración de Ca como medida del yeso. Este método también extrae la anhidrita.

## 9.11 Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y cationes básicos intercambiables

Se utiliza el método del acetato de amonio a pH 7. En suelos salinos, las sales fácilmente solubles deben lavarse antes de iniciar el procedimiento. La muestra se hace percolar con acetato de amonio (pH 7) y se miden los cationes en el percolado. Luego se hace percolar la muestra con acetato de sodio (pH 7), se elimina el exceso de sal y se intercambia el Na adsorbido mediante percolación con acetato de amonio (pH 7). El Na en este último percolado es una medida de la CIC.

Alternativamente, tras la percolación con acetato de amonio, la muestra se puede lavar para eliminar el exceso de sal, destilar toda la muestra y determinar el amoníaco desprendido.

La percolación en tubos se puede sustituir por agitación en matraces. Cada extracción se debe repetir tres veces y los tres extractos se deben combinar para el análisis.

**Nota 1:** Se pueden utilizar otros procedimientos para la CIC siempre que la determinación se realice a pH 7.

**Nota 2:** En casos especiales en los que la CIC no es un criterio de diagnóstico, por ejemplo, en suelos salinos y alcalinos, la CIC se puede determinar a pH 8,2.

**Nota 3:** La saturación de bases de los suelos salinos, calcáreos y yesosos se puede considerar del 100%.

## 9.12 Aluminio intercambiable y acidez intercambiable

El Al intercambiable se libera al ser intercambiado por una solución no tamponada de KCl 1 M.

La acidez intercambiable se extrae con una solución tamponada de cloruro de bario y trietanolamina, a pH 8,2. El extracto se vuelve a valorar con HCl.

## 9.13 Cálculos de CIC y cationes intercambiables

Estos cálculos generalmente solo se proporcionan para el *material mineral*.

### CIC

La CIC se expresa en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  suelo. La CIC  $\text{kg}^{-1}$  arcilla se calcula dividiendo la CIC  $\text{kg}^{-1}$  suelo por el contenido de arcilla. Ésto suele ser solamente correcto si, antes de hacerlo, se resta la CIC  $\text{kg}^{-1}$  suelo atribuido a la materia orgánica. No disponemos de un método fiable para detectar la contribución de la materia orgánica a la CIC. Por lo tanto, se recomienda hacer el cálculo como si toda la CIC fuera aportada por la arcilla. Si el contenido de materia orgánica es bajo, el error es insignificante.

### Saturaciones a pH 7

La saturación de bases se refiere a los cationes básicos intercambiables y se calcula como  $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}) \text{ intercambiables} \times 100 / \text{CIC}$ .

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se calcula como:

$\text{Na intercambiable} \times 100 / \text{CIC}$ .

Los datos de cálculo se expresan en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  y los resultados en %.

Si no se dispone de los datos de la saturación de bases se puede utilizar en su lugar el  $\text{pH}_{\text{agua}}$ . Si tampoco se dispone de estos datos se puede utilizar el  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ . Las correlaciones entre la saturación de bases y el pH dependen de la cantidad de materia orgánica y muestran una variación extremadamente alta. Se recomiendan los siguientes valores de pH para una saturación de bases del 50%:

*Cuadro 9.2: Valores de pH correspondientes a una saturación de bases del 50%.*

$\text{C}_{\text{org}} (\%)$	$\text{pH}_{\text{agua}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$
< 2	5,0	4,0
$\geq 2$ a < 7,5	5,3	4,5
$\geq 7,5$ a < 20	5,7	5,0



## Relaciones entre cationes

Los iones intercambiables se expresan en  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Para algunos suelos se requiere la relación entre la suma de los cationes básicos y el Al intercambiables. Si no se dispone de los datos de los iones intercambiables se puede utilizar en su lugar el  $\text{pH}_{\text{agua}}$ . Si tampoco se dispone de estos datos se puede utilizar el  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ . Las correlaciones entre iones intercambiables y el pH dependen de la cantidad de materia orgánica y muestran una variación extremadamente alta. Se recomiendan los siguientes valores de pH:

*Cuadro 9.3: Valores de pH correspondientes a las relaciones entre cationes.*

	intercambiable (Ca+Mg+K+Na) = intercambiable Al		intercambiable (Ca+Mg+K+Na) $\geq$ 4 veces el intercambiable Al		intercambiable Al > 4 veces el intercambiable (Ca+Mg+K+Na)	
$C_{\text{org}}$ (%)	$\text{pH}_{\text{agua}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$	$\text{pH}_{\text{agua}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$	$\text{pH}_{\text{agua}}$	$\text{pH}_{\text{KCl}}$
< 2	4,6	3,8	5,5	4,7	3,9	3,2
$\geq 2$ a < 7,5	4,9	4,1	5,9	5,0	4,2	3,4
$\geq 7,5$ a < 20	5,4	4,6	6,3	5,5	4,5	3,7

## 9.14 Hierro, aluminio, manganeso y sílice extractables

Estos análisis comprenden:

- $\text{Fe}_{\text{dith}}$ ,  $\text{Al}_{\text{dith}}$ ,  $\text{Mn}_{\text{dith}}$ : El ditionito-citrato-bicarbonato disuelve:
  - Fe, en particular a partir de óxidos, hidróxidos y óxido-hidróxidos de Fe (III);
  - Al a partir de óxidos de Fe, donde el Al ha sustituido al Fe, y Al asociado con óxidos reducibles;
  - Mn, en particular a partir de óxidos, hidróxidos y óxido-hidróxidos de Mn (IV).
 Tanto el procedimiento de Mehra & Jackson (1958) como el de Holmgren (1967) se pueden utilizar con filtración por membrana (0,45  $\mu\text{m}$ ).
- $\text{Fe}_{\text{ox}}$ ,  $\text{Al}_{\text{ox}}$ ,  $\text{Si}_{\text{ox}}$ ,  $\text{Mn}_{\text{ox}}$ : El oxalato (oxalato de amonio 0,2M tamponado a pH 3 con ácido oxálico 0,2M) disuelve:
  - Fe a partir de óxidos, hidróxidos y óxido-hidróxidos poco cristalinos (como la ferrihidrita), y parcialmente Fe a partir de goethita, lepidocrocita, maghemita y magnetita, y parcialmente Fe a partir de asociaciones orgánicas;
  - Al a partir de óxidos de Fe, donde el Al ha sustituido al Fe, a partir de hidroxi-intercapas de filosilicatos, y parcialmente a partir de aluminosilicatos de grado de ordenación bajo (como alófana e imogolita), y parcialmente a partir de asociaciones orgánicas, y el Al adsorbido;
  - Si, parcialmente a partir de aluminosilicatos de grado de ordenación bajo (como alófana e imogolita);
  - Mn a partir de óxidos, hidróxidos y óxido-hidróxidos (completamente).
 El procedimiento de Blakemore et al. (1987) se puede utilizar con filtración por membrana (0,45  $\mu\text{m}$ ).

**Nota:**  $\text{Al}_{\text{dith}}$  y  $\text{Mn}_{\text{ox}}$  no se utilizan para las definiciones en la WRB. Para más información sobre los métodos, vea Rennert (2019).

## 9.15 Salinidad

Los atributos asociados con la salinidad de los suelos se determinan en un extracto de *pasta saturada*. Los atributos incluyen: pH, conductividad eléctrica ( $\text{CE}_s$ ), relación de adsorción de sodio (RAS) y los cationes y aniones de las sales disueltas. Éstos incluyen Ca, Mg, Na, K, carbonato y bicarbonato, cloruro, nitrato y sulfato. La RAS y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se pueden estimar a partir de las concentraciones de los cationes disueltos.

La determinación en el extracto de pasta saturada suele ser difícil. Como alternativa, la conductividad y los

cationes y aniones se pueden detectar en una solución 1:2,5 y recalcularse al extracto de pasta saturada (consultar el Capítulo 8.4.28).

## 9.16 Fosfato y retención de fosfato

Estos análisis comprenden:

- *Método Mehlich-3*: Extracción con una solución de ácido acético glacial 0,2 M, nitrato de amonio 0,25 M, fluoruro de amonio 0,015 M, ácido nítrico 0,013 M y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0,001 M (Mehlich 1984).
- Para la retención de fosfato se utiliza el *método Blakemore*. La muestra se equilibra con una solución de fosfato a pH 4,6 y se determina la proporción de fosfato extraído de la solución (Blakemore et al., 1987).

## 9.17 Análisis mineralógico de la fracción arenosa

Una vez eliminados los materiales cementantes y los revestimientos, la arena se separa de la arcilla y el limo mediante tamizado en húmedo. De la arena, la fracción de 63-420  $\mu\text{m}$  se separa mediante tamizado en seco. Esta fracción se divide en una *fracción pesada* y una *fracción ligera* con ayuda de un líquido de alta densidad: solución de politungstato sódico con una densidad específica de 2,85  $\text{kg dm}^{-3}$ . De la *fracción pesada* se hace una lámina para el microscopio, y la *fracción ligera* se tiñe selectivamente para identificar microscópicamente a los feldespatos y al cuarzo. El análisis requiere un microscopio petrográfico.

El vidrio volcánico se suele reconocer como granos isotrópicos con vesículas.

## 9.18 Difractometría de rayos X

La difracción de rayos X (DRX) se puede utilizar para analizar: (1) el polvo de la tierra fina o (2) la fracción de arcilla separada del suelo.

## 9.19 Reserva total de bases

Existen dos métodos para analizar el contenido total de elementos: DRX (consultar el Capítulo 9.18) y un extracto con HF y  $\text{HClO}_4$ . Los valores obtenidos para Ca, Mg, K y Na se utilizan para calcular la reserva total de bases.

## 9.20 Sulfuros

El S inorgánico reducido se convierte en  $\text{H}_2\text{S}$  mediante una solución ácida caliente de  $\text{CrCl}_2$ . El  $\text{H}_2\text{S}$  evolucionado queda atrapado cuantitativamente en una solución de acetato de Zn en forma de  $\text{ZnS}$  sólido. A continuación, el  $\text{ZnS}$  se trata con  $\text{HCl}$  para liberar  $\text{H}_2\text{S}$  a la solución, el cual se valora rápidamente con una solución de  $\text{I}_2$  hasta virar a azul por la reacción del  $\text{I}_2$  con almidón (Sullivan et al., 2000). Precaución: Los residuos tóxicos se deben gestionar con cuidado.

## 9.21 Referencias

- Blakemore, L.C., Searle, P.L. & Daly, B.K.** 1987. Soil Bureau analytical methods. A method for chemical analysis of soils. NZ Soil Bureau Sci. Report 80. DSIRO.
- Holmgren, G.** 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 31 (2), 210-211.
- Mehlich, A.** 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15 (12): 1409–1416.
- Mehra, O.P. & Jackson, M.L.** 1958. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, 7, 317-327.
- Rennert, T.** 2019. Wet-chemical extractions to characterise pedogenic Al and Fe species – a critical review. *Soil Research* 57, 1–16. 221
- Soil Survey Staff.** 2014. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5.0. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Sullivan, L.A., Bush, R.T. & McConchie, D.** 2000. A modified chromium reducible sulfur method for reduced inorganic sulfur: optimum reaction time in acid sulfate soil. *Australian Journal of Soil Research*, 38, 729-34.
- Van Reeuwijk, L.P.** 2002. Procedures for soil analysis. 6th Edition. Technical Papers 9. Wageningen, Netherlands, ISRIC – World Soil Information

## 10 Anexo 3: Denominaciones de horizontes y capas

Este anexo proporciona los símbolos de horizontes y capas para la descripción del suelo. Las denominaciones se basan en las características de campo (Anexo 1, Capítulo 8) y las características de laboratorio (Anexo 2, Capítulo 9). En algunos casos, es posible que los procesos que han dado lugar a estas características ya no estén activos. **Aquí sólo se ofrecen breves descripciones, que no pretenden ser definiciones como en los diagnósticos de la WRB.** En la mayoría de los casos, no se ofrecen criterios cuantitativos.

La **tierra fina** comprende los constituyentes del suelo  $\leq 2$  mm. El **suelo entero** se compone de tierra fina, elementos gruesos, *artefactos*, partes cementadas y residuos vegetales muertos de cualquier tamaño (consultar el Capítulo 2.1, Reglas generales, y Anexo 1, Capítulos 8.3.1 and 8.3.2).

Una **capa de hojarasca** es una capa suelta que contiene  $> 90\%$  (en volumen, que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles (por ejemplo, hojas sin descomponer). El material vegetal muerto aún unido a plantas vivas (por ejemplo, partes muertas del musgo *Sphagnum*) no se considera parte de una capa de hojarasca. La **superficie del suelo** (0 cm) es por convención la superficie del suelo después de eliminar, si está presente, la capa de hojarasca y, si está presente, por debajo de una capa de plantas vivas (por ejemplo, musgos vivos). La **superficie del suelo mineral** es el límite superior de la capa más superficial compuesta por *material mineral* (consultar el Capítulo 2.1, Reglas generales, y el Anexo 1, Capítulo 8.3.1).

Una **capa del suelo** es una zona del suelo, aproximadamente paralela a la superficie del suelo, con propiedades diferentes a las de las capas sobre- y/o subyacentes. Si al menos una de estas propiedades es el resultado de procesos de formación del suelo, la capa se denomina **horizonte del suelo**. En lo sucesivo, el término capa se utiliza para indicar la posibilidad de que no se hayan producido procesos de formación del suelo. Un **estrato** (consultar el Capítulo 10.4) es el resultado de procesos geológicos y puede comprender más de una capa.

Se distinguen las siguientes capas (consultar el Capítulo 3.3):

- **Las capas orgánicas** están formadas por *material orgánico*.
- **Las capas organotécnicas** están formadas por material organotécnico.
- **Las capas minerales** son todas las demás capas.

La denominación consta de una letra mayúscula (símbolos mayores), que en la mayoría de los casos va seguida de una o varias letras minúsculas (sufijos). Se dan reglas para las combinaciones de símbolos en una capa y para las secuencias de capas.

La palabra **roca** comprende tanto el material consolidado como el no consolidado. La palabra **óxidos**, en lo sucesivo, incluye óxidos, hidróxidos y óxido-hidróxidos.

## 10.1 Símbolos mayores

Cuadro 10.1: Símbolos mayores.

Símbolo	Criterios
H	<p>Capa orgánica u organotécnica que no forma parte de una capa de hojarasca; saturación de agua &gt; 30 días consecutivos en la mayoría de los años o drenado; generalmente se considera como capa de turba o capa límnic orgánica.</p> <p><i>Nota bene:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo saturación de agua pueden existir capas orgánicas completamente sin descomponer, consistentes en 100% (del volumen de todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles. Sin embargo, la mayoría de las capas H que han sufrido al menos cierta descomposición, muestran &lt; 100% (del volumen de todos los residuos vegetales muertos) de tejidos vegetales muertos reconocibles y se consideran horizontes del suelo.</li> <li>Si se utiliza la H para capas organotécnicas, el sufijo u es obligatorio.</li> </ul>
O	<p>Horizonte orgánico o capa organotécnica que no forma parte de una capa de hojarasca; saturación de agua ≤ 30 días consecutivos en la mayoría de los años y sin drenar; generalmente, se considera como horizonte que no es de turba ni límnic.</p> <p><i>Nota bene:</i> Si se utiliza la O para capas organotécnicas, el sufijo u es obligatorio.</p>
A	<p>Horizonte mineral en la superficie del suelo mineral o enterrado; contiene materia orgánica que, al menos en parte, ha sido modificada <i>in situ</i>; con estructura del suelo y/o elementos estructurales creados por prácticas agrícolas en ≥ 50% (del volumen de la tierra fina); es decir, con estructura de la roca, si está presente, en &lt; 50% (del volumen de la tierra fina); las capas minerales labradas se designan como A, aunque pertenecieran a otra capa antes de la labranza.</p>
E	<p>Horizonte mineral; ha perdido por movimiento descendente dentro del suelo (vertical o lateralmente) uno o más de los siguientes: especies de Fe, Al y/o Mn; minerales de arcilla; materia orgánica.</p>
B	<p>Horizonte mineral que se ha formado (al menos originalmente) por debajo de un horizonte A o E; con estructura de la roca, si está presente, en &lt; 50% (del volumen de la tierra fina); con uno o más de los siguientes procesos de formación del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>formación de una estructura de agregados del suelo.</li> <li>formación de minerales de arcilla y/o óxidos.</li> <li>acumulación por procesos de iluviación de uno o varios de los siguientes: especies de Fe, Al, y/o Mn; minerales de arcilla; materia orgánica; sílice; carbonatos; yeso.</li> <li>remoción de carbonatos o yeso.</li> </ul> <p><i>Nota bene:</i> Los horizontes B pueden mostrar también otras acumulaciones.</p>
C	<p>Capa mineral; no consolidada (se puede cortar con una pala cuando está húmeda), o consolidada y más fracturada que la capa R; ninguna formación del suelo o formación del suelo que no cumple con los criterios de los horizontes A, E y B.</p>
R	<p>Roca consolidada; con especímenes que secados al aire o más secos, cuando se colocan en agua, no se desmoronan en 1 hora; con fracturas, si están presentes, que ocupan &lt; 10% (del volumen del suelo entero); no es el resultado de la cementación de un horizonte del suelo.</p>
I	<p>≥ 75% de hielo (del volumen del suelo entero), permanente, por debajo de una capa H, O, A, E, B o C.</p>
W	<p>Agua permanente por encima de la superficie del suelo o entre capas, que puede estar estacionalmente congelada.</p>

## 10.2 Sufijos

Si no se indica lo contrario, las descripciones se refieren a la **tierra fina** (consultar el Capítulo 2.1).

Cuadro 10.2: Sufijos.

Símbolo	Criterios	Combinación con
a	Material orgánico en estado avanzado de descomposición; después de frotar suavemente, $\leq$ un sexto del volumen (que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles [a como <b>avanzado</b> ].	H, O
b	Horizonte enterrado; primero, el horizonte se ha formado, y luego ha sido enterrado por material mineral [b como el inglés <b>buried</b> , enterrado].	H, O, A, E, B
c	Concreciones y/o nódulos (sólo se utiliza si sigue a otro sufijo (g, k, q, v, y) que indique la sustancia acumulada) [c como <b>concreción</b> ].	
d	Drenado [d como <b>drenado</b> ].	H
e	Material orgánico en estado intermedio de descomposición; después de frotar suavemente, $\leq$ dos tercios y $>$ un sexto del volumen (que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) está formado por tejidos vegetales muertos reconocibles [e como <b>intermedio</b> ].	H, O
	Saprolita [e como el inglés <b>saprolite</b> , saprolita].	C
f	Permafrost [f como el inglés <b>frost</b> , congelado].	H, O, A, E, B, C
g	Acumulación de óxidos de Fe y/o Mn (acumulaciones de óxidos de Fe y/o de Mn de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) predominantemente dentro de agregados del suelo, si están presentes, y pérdida de estos óxidos en las superficies de agregados (horizontes A, B y C) o pérdida de Fe y/o Mn por flujo lateral subsuperficial (colores pálidos en $\geq 50\%$ del área expuesta; horizontes E); y transportado en forma reducida [g como <b>estágnico</b> ].	A, B, C  E
h	Cantidad significativa de materia orgánica; en los horizontes A, al menos parcialmente modificada <i>in situ</i> ; en horizontes B predominantemente por iluviación; en horizontes C formando parte del material originario [h como <b>humus</b> ].	A, B, C
i	Material orgánico en estado inicial de descomposición; después de frotar suavemente, $>$ dos tercios del volumen (que comprenda la tierra fina más todos los residuos vegetales muertos) están formados por tejidos vegetales muertos reconocibles [i como <b>inicial</b> ].	H, O
	Superficies de deslizamiento y/o agregados en cuña [i como <b>slickenside</b> ].	B
j	Acumulación de jarosita y/o schwertmannita (acumulaciones de jarosita y/o schwertmannita de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) [j como <b>jarosita</b> ].	H, O, A, E, B, C

k	Acumulación de carbonatos secundarios (acumulaciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación), evidente por uno o ambos de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• visibles incluso en estado húmedo</li> <li>• con un carbonato de calcio equivalente <math>\geq 5\%</math> más alto (absoluto, en masa, que comprenda la tierra fina más las acumulaciones de carbonatos secundarios de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) que el de la capa subyacente y ninguna <i>discontinuidad lítica</i> entre las dos capas</li> </ul> [k como el alemán <i>Karbonat</i> , carbonato].	H, O, A, E, B, C
l	Acumulación de Fe y/o Mn en forma reducida por agua capilar ascendente con posterior oxidación (acumulaciones de óxidos de Fe y/o de Mn de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación). Acumulación predominantemente en las superficies de agregados del suelo, si están presentes, y reducción de estos óxidos dentro de los agregados [l como capilar].	H, A, B, C
m	Cementación edafogenética en $\geq 50\%$ (del volumen del suelo entero); clase de cementación: al menos moderadamente cementado (sólo se utiliza si sigue a otro sufijo (k, l, q, s, v, y, z) que indique el agente cementante) [m como cementado].	
n	Porcentaje de sodio intercambiable $\geq 6\%$ [n como el inglés <i>natric</i> , sódico].	E, B, C
o	Acumulación residual de grandes cantidades de óxidos edafogenéticos en horizontes fuertemente meteorizados [o como óxido].	B
p	Modificación por labranza (por ejemplo, arado); las capas minerales se designan A, aunque pertenecieran a otra capa antes de la labranza [p como el inglés <i>plough</i> , arado].	H, O, A
q	Acumulación de sílice secundaria (acumulaciones de sílice secundaria de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) [q como el inglés <i>quartz</i> , cuarzo].	A, E, B, C
r	Fuerte reducción [r como reducción].	A, E, B, C
s	Acumulación de óxidos de Fe, óxidos de Mn y/o Al (acumulaciones de óxidos de Fe, óxidos de Mn y/o Al de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) por procesos de iluviación vertical desde arriba [s como <i>sesquióxido</i> ].	B, C
t	Acumulación de minerales de arcilla por procesos de iluviación (con o sin óxidos asociados) [t como el alemán <i>Ton</i> , arcilla].	B, C
u	Contiene <i>artefactos</i> o consta de <i>artefactos</i> (se refiere al suelo entero) [u como <i>urbano</i> ].	H, O, A, E, B, C, R
v	Plintita (se refiere a la tierra fina más las acumulaciones de óxidos de Fe y/o de Mn de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) [el sufijo v no tiene connotación].	B, C
w	Formación de una estructura de agregados del suelo y/o de óxidos y/o de minerales de arcilla (filosilicatos, alófanos y/o imogolitas) [w como el inglés <i>weathered</i> , meteorizado].	B
x	Características frágicas (agregados del suelo con una resistencia a la ruptura de al menos firme y una fragilidad quebradiza, que no permite que las raíces entren en los agregados) [la x se refiere a la imposibilidad de entrar en los agregados].	E, B, C
y	Acumulación de yeso secundario (acumulaciones de yeso secundario de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) [y del español <i>yeso</i> ].	A, E, B, C

z	Presencia de sales fácilmente solubles [z como el holandés <i>zout</i> , sal].	H, O, A, E, B, C
@	Alteración criogénica.	H, O, A, E, B, C
$\alpha$	Presencia de carbonatos primarios (en las capas R se refiere a la roca, en todas las demás capas se refiere a la tierra fina) y no hay acumulación significativa de carbonatos secundarios [ $\alpha$ como <i>carbonato</i> ].	H, A, E, B, C, R
$\beta$	Densidad aparente $\leq 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$ [ $\beta$ del inglés <i>bulk density</i> , densidad aparente].	B
$\gamma$	Contiene $\geq 5\%$ (por recuento de granos) de vidrios volcánicos en la fracción entre $> 0,02$ y $\leq 2 \text{ mm}$ [ $\gamma$ del inglés <i>glass</i> , vidrio].	H, O, A, E, B, C
$\delta$	Densidad aparente alta (natural o antrópica - no relacionado con la cementación (símbolo m), con <i>horizontes frágicos</i> (símbolo x), con capas con <i>propiedades réticas</i> (símbolo Bt/E)), de modo que las raíces no pueden entrar, excepto a lo largo de las grietas [ $\delta$ como <i>denso</i> ].	A, E, B, C
$\lambda$	Depositado en una masa de agua (límnico) [ $\lambda$ como <i>límnico</i> ].	H, A, C
$\rho$	Características relictas (sólo se utiliza si sigue a otro sufijo (g, k, l, p, r, @) que indique el rasgo relictos) [ $\rho$ como <i>relictos</i> ].	
$\sigma$	Saturación de agua permanente y sin rasgos redoximorfos [ $\sigma$ como <i>saturación</i> ].	A, E, B, C
$\tau$	Material natural transportado por actividad humana (se refiere el suelo entero) [ $\tau$ como <i>transportado</i> ].	H, O, A, B, C
$\varphi$	Acumulación de Fe y/o de Mn en forma reducida por flujo lateral subsuperficial, con posterior oxidación (acumulaciones de óxidos de Fe y/o de Mn de cualquier tamaño y de cualquier clase de cementación) [ $\varphi$ como <i>flujo</i> ].	A, B, C

Las capas I y W no tienen sufijos.

Combinación de sufijos:

- La c sigue al sufijo que indica el elemento que forma las concreciones o nódulos; si éste ocurre con más de un sufijo, cada uno de ellos va seguido de la c.
- La m sigue al sufijo que indica el elemento que es el agente cementante; si éste ocurre con más de un sufijo, cada uno de ellos va seguido de la m.
- La p sigue al sufijo que indica los rasgos relictos; si éste ocurre con más de un sufijo, cada uno de ellos va seguido de la p.
- Si dos sufijos pertenecen al mismo proceso de formación del suelo, se suceden inmediatamente; en la combinación de t y n, la t se escribe en primer lugar; se deben seguir las reglas 1, 2 y 3, si procede.  
Ejemplos: Btn, Bhs, Bsh, Bhsm, Bsmh.
- Si en un horizonte B las características de los sufijos g, h, k, l, o, q, s, t, v o y están fuertemente expresadas, el sufijo w no se utiliza, aunque sus características estén presentes. Si las características de los sufijos mencionados están débilmente expresadas y las características del sufijo w también están presentes, los sufijos se combinan.  
Ejemplos:  
Bwt (débil acumulación iluvial de minerales de arcilla; características de w presentes),  
Btw (acumulación iluvial de minerales de arcilla intermedia; características de w presentes),  
Bt (fuerte acumulación iluvial de minerales de arcilla; características de w presentes),  
*Nota bene:* Si las características del horizonte B están ausentes ( $\geq 50\%$  de estructura de la roca, en volumen, que comprenda la tierra fina), el horizonte se denomina Ct.
- En las capas H y O se escribe primero la i, la e o la a.
- Los sufijos @, f y b se escriben en último lugar, si b ocurre junto con @ o f (sólo si otros sufijos también presentes): @b, fb.



8. A parte de eso, los símbolos deben estar en la secuencia de dominancia, el dominante primero. Ejemplos: Btng, Btgb, Bkcyc.

### 10.3 Capas de transición

Si las características de dos o más capas mayores se superponen entre sí, los símbolos mayores se combinan sin nada entre ellos, el dominante primero, cada uno seguido de sus sufijos.

Ejemplos: AhBw, BwAh, AhE, EAh, EBg, BgE, BwC, CBw, BsC, CBs.

Si las características de dos o más capas mayores se dan en el mismo intervalo de profundidad, pero ocupan partes distintas claramente separadas entre sí, los símbolos mayores se combinan con una barra (/), el dominante primero, cada uno seguido de sus sufijos.

Ejemplos:

Bt/E (interdigitaciones de material E en un horizonte Bt),

C/Bt (horizonte Bt formando lamelas dentro de una capa C).

Si un sufijo se aplica a dos o más símbolos mayores, no se repite y sigue al primer símbolo.

Ejemplo: AhkBw (no: AhkBwk; no: AhBwk).

W no se puede combinar con otros símbolos mayores. H, O, I y R se pueden solamente combinar utilizando una barra.

### 10.4 Secuencias de capas

La secuencia de las capas es de arriba hacia abajo con un guion en medio. Consulte los ejemplos en el Capítulo 10.5.

Si ocurren discontinuidades líticas, los estratos se indican con números precedentes, empezando por el segundo estrato. Las capas I y W no se consideran estratos. Todas las capas del estrato correspondiente reciben su número:

Ejemplo: Oi-Oe-Ah-E-2Bt-2C-3R.

Si ocurre el sufijo b, se combinan el número y el sufijo b.

Ejemplo: Oi-Oe-Ah-E-Bt-2Ahb-2Eb-2Btb-2C-3R.

Si ocurren dos o más capas con la misma denominación, las letras van seguidas de números. La secuencia de números continúa a través de estratos distintos.

Ejemplos:

Oi-Oe-Oa-Ah-Bw1-Bw2-2Bw3-3Ahb1-3Eb-3Btb-4Ahb2-4C,

Oi-He-Ha-Cr1-2Heb-2Hab-2Cr2-3Cry.

## 10.5 Ejemplos de secuencias de capas

Este capítulo proporciona ejemplos de secuencias de capas para cada GSR. Estos son sólo **ejemplos** y en cada GSR también se proporcionan otras secuencias de capas. Algunas secuencias de capas aparecen en más de un GSR.

### **Histosols:**

Hi-He-Ha-Ha $\lambda$ -Cr

Hi-Hef-Haf-Cf

Hi-Ha $\gamma$ -Ha $\beta$ -Cr

Oi-Hid-Hed-He-Ha-Ha $\lambda$ -Cr

W-Hi $\lambda$ -He $\lambda$ -Ha $\lambda$ -Cr

Oi-W-Hi $\lambda$ -He $\lambda$ -Ha $\lambda$ -Cr

Oi-I

Oi-Oe-Oa-R

Oi-Oe-Ru

Oi-Oe/C-Oa/C-R

### **Anthrosols:**

Ap-Bw-C

Arp-Ardp-Bg-C

### **Technosols:**

Aht-2Bwu-2Cu

Ah-2Our-3C

Ru-2Cu-3Bw-3C

Aht-2Ru

### **Cryosols:**

Oi-Ah-Bw@-Bwf-Cf

Oi-Oe-Ah-Cf

### **Leptosols:**

Oi-Oe-Ah-R

Oi-Ah-CBw-C

### **Solonetz:**

Ah-E-Btn-C

### **Vertisols:**

Ah-Bw-Bi-C

### **Solonchaks:**

Ah-Bz-Cz

### **Gleysols:**

Ah-Bl-Br-Cr

Ah-Br-Cr

Ah-Bl-C

Ah-C $\sigma$

He-Cr

W-He $\lambda$ -Cr

W-Ahr-Cr

### **Andosols:**

Ah-Bw $\gamma$ -C $\gamma$

Ah-Bw $\beta$ -C $\gamma$

**Podzols:**

Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-Bs-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bhs-BsC-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bh-C  
Oi-Oe-Oa-AhE-E-Bs-C

**Plinthosols:**

Ah-Eg-Bvg-C  
Ah-Bv-Bo-C  
Ah-Bvc-Bo-C  
Ah-Bvm-Bo-C  
Ah-Bvm-Ce-C

**Planosols:**

Oi-Oe-Ah-Eg-2Bg-2C  
Ah-Eg-Btg-C

**Stagnosols:**

Ah-Bg-C  
Oi-Ah-Eg-Btg-C

**Nitisols:**

Ah-Bo-C

**Ferralsols:**

Ah-Bo-C  
Ah-Bo-Ce-C  
Ah-Bw-Bo-Ce-C

**Chernozems:**

Ah-Ck  
Ah-Bwk-C  
Ah-Bw-Bwk-C

**Kastanozems:**

Ah-Ck  
Ah-Bwk-C  
Ah-Bk-C

**Phaeozems:**

Ah-C  
Ah-Bw-C  
Ah-Bw-Bwk-C  
Ah-E-Bt-C

**Umbrisols:**

Ah-C  
Oi-Ah-Bw-C

**Durisols:**

Ah-Bqc-C  
A-Bqc-C  
A-Bqm-C  
A-Bw-Bqm-C  
A-Bk-Bqm-C

**Gypsisols:**

Ah-Cy  
A-By-C  
A-Bk-By-C  
A-By-Bk-C  
A-Bym-C

**Calcisols:**

Ah-Ck  
Ah-Bk-C $\alpha$   
A-Bkc-C  
A-Bkm-C  
A-Bw-Bk-C $\alpha$   
Ah-E-Btk-Bk-C

**Retisols:**

Ah-E-Bt/E-Bt-C

**Acrisols, Lixisols, Alisols, Luvisols:**

Ah-E-Bt-C

**Cambisols:**

Ah-Bw-C  
Oi-Oe-Ah-Bw-C  
Ah-Bw $\phi$ -C

**Fluvisols:**

Ah-C1-2C2-3C3

**Arenosols:**

A-C  
Ah-C

**Regosols:**

A-C  
Ah-C  
Ah $\tau$ -C  
Ah-C $\gamma$

## 10.6 Referencias

**FAO.** 2006. Directrices para la descripción de suelos. Preparado por Jahn R, Blume H-P, Asio VB, Spaargaren O, Schad P. 4ª ed. FAO, Roma.

**Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C. & Soil Survey Staff.** 2012. Libro de campo para la descripción y muestreo de suelos. Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln.

## 11 Anexo 4: Ficha de descripción del suelo

La Ficha de Descripción del Suelo se proporciona como archivos Excel y pdf de código abierto en la página web de la WRB. Para las celdas en marrón se requiere un código, y para las celdas en verde se requieren cifras o texto libre. El archivo Excel, que representa la totalidad de los Anexos 1 (Capítulo 8) y 3 (Capítulo 10), es relativamente largo.

También se puede preparar una versión abreviada propia. Si está seguro de que en la zona de su estudio de suelos no se pueden dar determinadas características, se pueden eliminar las columnas correspondientes. (Ejemplo: Si su estudio no se encuentra en un desierto, se pueden suprimir las columnas que hacen referencia a características desérticas).

## 12 Anexo 5: Guía para la configuración de bases de datos

La creación de una base de datos para la descripción y clasificación de suelos según la WRB no es una tarea sencilla debido a los requisitos, a menudo contradictorios, relativos a cuestiones como:

- Objetivos y necesidades de la evaluación de los datos.
- Posibilidad de reutilizar los datos.
- Calidad de los datos.
- Seguridad de datos y sistemas.
- Funcionalidad de las operaciones de la base de datos.
- Experiencia de administradores y usuarios de la base de datos.

Y finalmente, se encuentra la compleja estructura de datos necesaria para abarcar los parámetros con sus datos auxiliares y la complejidad de la sintaxis de los nombres del suelo de la WRB.

La recopilación de datos de un solo usuario y proyecto se puede realizar mediante una hoja de cálculo, lo que resulta inadecuado para sistemas de información multiusuario que necesitan mantener la seguridad de los datos durante décadas. La integración de la WRB 2022 en un sistema de información de suelos o incluso de tierras ya existente exige soluciones diferentes a las de una base de datos recién creada con un solo objetivo. Incluso si se consideran las bases de datos relacionales más comunes, no todos los sistemas de manejo de bases de datos ofrecen las operaciones lógicas y posibilidades previstas en el *Structured Query Language (SQL)*, y difieren en gran medida en el rendimiento y en el uso de programación adicional.

La página de inicio de la WRB ofrece orientación y ejemplos prácticos para configurar bases de datos adaptadas a la cuarta edición de la WRB.

## 13 Anexo 6: Colores para los mapas de los GSR

En este anexo se **sugieren** colores para los mapas de los GSR. Las sugerencias siguen aproximadamente las opciones de color de los atlas editados por el Centro Común de Investigación (Joint Research Center, JRC) de la Comisión Europea.

Las directrices para la creación de leyendas de mapas figuran en el Capítulo 2.5. Una unidad cartográfica consta de

- solo un suelo dominante
- un suelo dominante más un suelo codominante y/o uno o más suelos asociados
- uno, dos o tres suelos codominantes con o sin uno o más suelos asociados.

Se recomienda encarecidamente indicar más de un suelo en las unidades cartográficas, ya que la restricción a un solo suelo suele dar una imagen insuficiente o incluso engañosa.

Se recomienda utilizar símbolos de color y códigos alfanuméricos para que el lector del mapa pueda identificar correctamente la unidad cartográfica de cada polígono. (Para imágenes ráster es posible usar solamente colores.) El color representa únicamente el suelo dominante o, en su ausencia, el suelo codominante principal. Los demás suelos se indican añadiendo códigos alfanuméricos. En el primer nivel de escala no se requiere nada más. Si se agregan calificadores electivos, hay que utilizar códigos alfanuméricos. Los principales calificadores agregados en el segundo y tercer nivel de escala también se indican mediante códigos alfanuméricos. Éstos son seleccionados por el edafólogo o la edafóloga que elabora el mapa. En unidades cartográficas complejas con varios suelos, los suelos codominantes y asociados se pueden mencionar únicamente en la explicación de la unidad cartográfica.

*Cuadro 13.1: Colores para los mapas de los GSR.*

<b>GSR</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>B</b>	<b>RGB hexadecimal</b>
Acrisol (AC)	247	152	4	#F79804
Alisol (AL)	255	255	190	#FFFFBE
Andosol (AN)	254	0	0	#FE0000
Anthrosol (AT)	207	152	4	#CF9804
Arenosol (AR)	245	212	161	#F5D4A1
Calcisol (CL)	254	244	0	#FEF400
Cambisol (CM)	254	190	0	#FEBE00
Chernozem (CH)	145	77	53	#914D35
Cryosol (CR)	75	61	172	#4B3DAC
Durisol (DU)	239	228	190	#EFE4BE
Ferralsol (FR)	255	135	33	#FF8721
Fluvisol (FL)	0	254	253	#00FEFD
Gleysol (GL)	128	131	217	#8083D9
Gypsisol (GY)	254	246	164	#FEF6A4
Histosol (HS)	112	107	102	#706B66
Kastanozem (KS)	202	147	127	#CA937F
Leptosol (LP)	209	209	209	#D1D1D1
Lixisol (LX)	255	190	190	#FFBEBE
Luvisol (LV)	250	132	132	#FA8484
Nitisol (NT)	255	167	127	#FFA77F
Phaeozem (PH)	189	100	70	#BD6446
Planosol (PL)	247	125	58	#F77D3A

Plinthosol (PT)	115	0	0	#730000
Podzol (PZ)	12	217	0	#0CD900
Regosol (RG)	254	227	164	#FEE3A4
Retisol (RT)	254	194	194	#FEC2C2
Solonchak (SC)	254	0	250	#FE00FA
Solonetz (SN)	249	194	254	#F9C2FE
Stagnosol (ST)	64	192	233	#40C0E9
Technosol (TC)	145	0	157	#91009D
Umbrisol (UM)	115	142	127	#738E7F
Vertisol (VR)	197	0	255	#C500FF

## Referencias

- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I. & Vargas, R. (eds.).** 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp.
- Jones, A., Montanarella, L. & Jones, R. (eds.).** 2005. Soil Atlas of Europe. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Stolbovoy, V., Tarnocai, C., Broll, G., Spaargaren, O. & Montanarella, L. (eds.).** 2010. Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. & Zougmore, R. (eds.).** 2013. Soil Atlas of Africa. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.