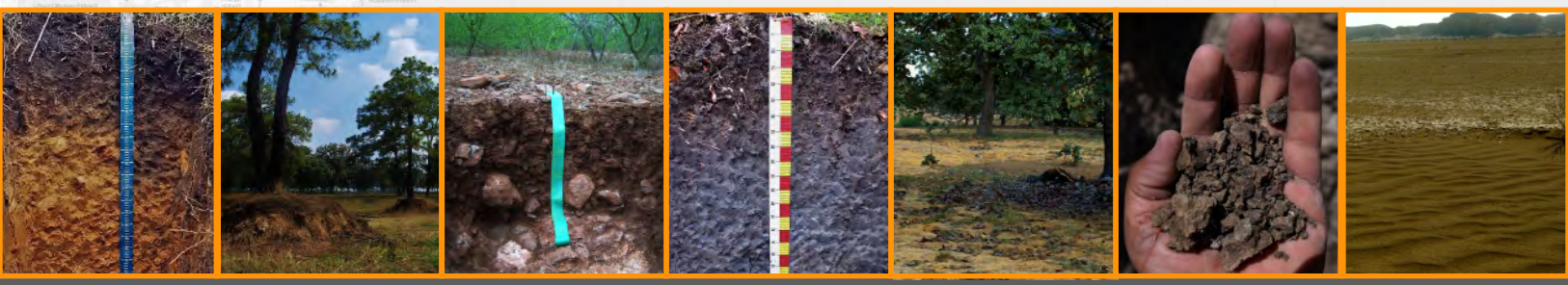
Guía para la interpretación de la cartografía

Edafología

Escala 1: 250 000

Serie III



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Guía para la interpretación de cartografía

Edafología

Escala 1:250 000

Serie III

INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Obras complementarias publicadas por el INEGI sobre el tema:

Conjunto de Datos Vectorial Edafológico escala 1:250 000 Serie III; Guía para la interpretación de cartografía Edafología Escala 1:250 000 Serie I; Guía para la interpretación de cartografía Edafología Escala 1:250 000 Serie II.

Catalogación en la fuente INEGI:

912.014 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
Guía para la interpretación de cartografía : edafología : escala 1:250 000 : serie III / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2014.

vii, 60 p.

.

1. Cartografía - Estudio y enseñanza.

.

Conociendo México

01 800 111 4634
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa **@INEGI_INFORMA**

DR © 2015, **Instituto Nacional de Estadística y Geografía**
Edificio Sede
Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301
Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes,
Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI,
Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas.

Presentación

Los recursos naturales y humanos con que cuenta un país son factores fundamentales para su desarrollo económico y social, de ahí que su estudio y evaluación adquieran singular importancia.

Contar con información suficiente, confiable y oportuna de estos aspectos a nivel nacional y en diferentes niveles, se convierte en una necesidad primordial.

Bajo estas consideraciones el **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI),** ha elaborado la Serie "Guías para la interpretación de las Cartas", producidas por la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, una de las cuales constituye el presente trabajo dedicado a la **"Carta Edafológica".**

El propósito fundamental de esta **Guía** consiste en facilitar la interpretación de la información cartográfica que se produce en la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGyMA), con el objeto de ampliar el universo de usuarios y de hacerla más accesible al público no especializado.

Se presenta, en lenguaje sencillo y de fácil comprensión, los objetivos de cada tipo de carta, su utilidad, los criterios y procedimientos para interpretar la información que contienen sobre la forma y dimensiones del territorio nacional, la localización y cuantificación de los recursos naturales, la clasificación y ubicación de las obras de infraestructura y de los centros de población, entre otros aspectos.

Índice

1. Información edafológica 1
1.1 Importancia de la cartografía de los recursos naturales 1
1.2 Antecedentes 1
1.3 Ubicación de la información edafológica en el sistema de información geográfica 2
1.4 Objetivos 2
2. Conceptos y consideraciones generales 5
2.1 Conceptos 5
2.2 Escala 5
3. Características de la información 7
3.1 Sistema de clasificación 7
3.1.1 Nomenclatura de horizontes genéticos del suelo 8
3.1.2 Denominación de horizontes, materiales y propiedades de diagnóstico del suelo 9
3.1.3 Principios de clasificación del suelo con la wrb 2014 9
3.2 Características de la información digital 10
3.2.1 Unidades edafológicas 10
3.2.2 Sitios de información edafológica 13
3.2.3 Descripción de la tabla de atributos de sitios de información edafológica 13
3.2.4 Metadatos 15
3.3 Características de la información impresa 15
3.3.1 Descripción de la información impresa 15
3.4 Metodología 18
4. Contenido e información de la carta edafológica serie iii 21
4.1 Grupos de suelos 21
4.2 Calificadores de suelos 35
5. Aplicaciones de la información edafológica 59

Introducción

A lo largo de más de cuarenta años de estar generando información edafológica, esta se ha venido consolidando como una herramienta muy importante para diversas instituciones de gobierno, la academia, así como usuarios privados.

La información edafológica que se pone a disposición de los usuarios no sólo indica la distribución de los diferentes tipos de suelo presentes en nuestro país, sino que también describe las características de los suelos como pueden ser las limitantes y propiedades físicas, químicas, clase textural, etcétera. Este insumo sirve de apoyo para realizar estudios específicos enfocados al uso sustentable de los recursos naturales, incluyendo el suelo.

La información edafológica abarca la totalidad del territorio nacional y anteceden a la Serie III, dos series: la Serie I (1980-1999) y la Serie II (2002-2007), obtenidas mediante los sistemas de clasificación FAO 1968, modificada por DETENAL en 1970 y WRB 1998, adecuada por INEGI en 2000, respectivamente.

La Serie III se elaboró a partir de la **Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB 2014),** utilizada como estándar internacional para los sistemas de clasificación de suelos, que fue aprobada por la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS por sus siglas en inglés), desarrollado por la FAO, que se basa en conceptos modernos y reglas de clasificación que incluyen la taxonomía de suelos y la leyenda FAO/UNESCO del Mapa de Suelos del Mundo.

La integración de la Serie III, bajo el sistema de clasificación WRB 2014, permite a los diferentes usuarios disponer de información actualizada, sujeta a estándares internacionales, que permita disponer de herramientas que contribuyan a apoyarlos en la toma de decisiones, basados en un mejor conocimiento de los suelos de México.

1. Información edafológica

1.1 Importancia de la cartografía de los recursos naturales

El hombre, desde siempre, ha tenido que recurrir al uso de los recursos naturales que le rodean, con la finalidad de obtener bienes y servicios que le permitan vivir más cómodamente. Conforme las civilizaciones se han ido desarrollando, estas se han visto en la necesidad de hacer uso más intensivo de estos, provocando el deterioro de los mismos. Por esta razón, el ser humano está obligado a planear de mejor manera el aprovechamiento sustentable de sus recursos, y para hacerlo, es indispensable saber con qué cuenta, cuánto se tiene y dónde se ubica. Es aquí donde se utiliza cartografía, la cual es una herramienta importante para la valoración de los recursos naturales renovables (agua, suelo, vegetación) y no renovables (minerales) y sus interacciones con el paisaje (ubicación geográfica, clima, tiempo). Para generar cartografía, primeramente se tendrá que recopilar y analizar datos y medidas de los recursos naturales de interés de un lugar o región determinado y representarlos gráficamente (mapa) a una escala que permita interpretarlos claramente; a partir de esta información se pueden elaborar planes de desarrollo.

Actualmente, el instituto Nacional de Estadística y Geografía, a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, realiza el inventario de recursos naturales de manera sistemática, en todo el territorio nacional, con diferentes temas y fines. Esta información se dispone tanto en formato analógico como en digital. Para el caso de esta *Guía*, la representación corresponde al mapa de suelos o carta edafológica.

1.2 Antecedentes

Los antecedentes de la información Edafológica del INEGI se remontan a 1968, año de la creación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP), adscrita a la Secretaría de la Presidencia y encargada de elaborar, en sus inicios, la cartografía nacional escala 1:50 000. Desde entonces ha generado información topográfica y temática, a diferentes escalas, entre ellas, la carta edafológica (Figura 1). Los distintos productos cartográficos del recurso suelo elaborados por INEGI han sido: Carta Edafológica escala 1:1 000 000 (1979-1981), los continuos nacionales, escala 1: 250 000, Serie I (1980-1998) y Serie II (2002-2007) y 762 hojas, escala 1:50 000 (1969-1980). Para la elaboración de los productos cartográficos antes mencionados, se han realizado más de 9 500 perfiles de suelo, a los que se sumarán los nuevos perfiles para la integración de la **Serie III,** la cual se inició en el año 2013.

Escala 1:1 000 000

8 hojas edafológicas
Leyenda FAO 1968 modificada por CETENAL 1970
De 1979 a 1981

Escala 1:250 000

122 hojas edafológicas
Serie I. Leyenda FAO 1968 modificada por CETENAL 1970 (de 1980 a 1999).
Serie II. Sistema WRB 1999 (2002-2007).

Escala 1:50 000

762 de 2285 hojas edafológicas
Leyenda FAO 1968 modificada por CETENAL 1970
De 1969-1980

Figura 1. Escalas de los diferentes productos cartográficos del recurso suelo.

1.3 Ubicación de la Información Edafológica en el Sistema de Información Geográfica

De acuerdo a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 26 apartado B, se establece que el Estado Mexicano contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG). El 16 de abril del año 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el cual se expide la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG), la cual es reglamentaria del artículo 26 antes mencionado. El SNIEG está integrado por 4 subsistemas: I) Demográfica y Social, II) Económica, III) Geográfica y de Medio Ambiente y IV) Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia. Cada Subsistema tendrá como objetivo producir, integrar y difundir información respecto a estos 4 temas.

El Sistema de Información Geográfica y de Medio Ambiente, de acuerdo con el artículo 27 de la Ley, tiene entre sus funciones la generación de grupos de datos de recursos naturales, con indicadores sobre los temas de agua, suelo, flora y fauna, residuos sólidos y residuos peligrosos, para lo cual se dispone de la información de los inventarios de recursos naturales, del que la información de suelos forma parte.

Actualmente se realizan dos tipos de inventarios: el de información básica y el de información temática, este último comprende de las cartas sobre localización y magnitud de los recursos geológicos e hidrológicos, el uso actual del suelo y los tipos de vegetación que hay en el territorio nacional, así como las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de los suelos, motivo del presente trabajo, en su escala actual de representación, 1:250 000.

1.4 Objetivos

En congruencia con estas disposiciones, el INEGI, en lo que refiere a información eda-

fológica escala 1:250 000, tiene los siguientes objetivos:

- Indicar la continuidad edafogeográfica de los diferentes grupos de suelo presentes en México.
- Presentar las características y propiedades físicas y químicas de los suelos que se encuentran en el país.
- Proporcionar información acerca de las limitantes físicas y químicas de los distintos grupos de suelo distribuidos en México.
- Proporcionar la información completa de cada uno de los sitios de suelos estudiados a lo largo y ancho del país y que fueron la base de la clasificación.
- Proporcionar información ecológico-geográfica para la enseñanza e investigación sobre los recursos naturales.
- Proporcionar información edafológica comparable con otros sistemas de clasificación a nivel mundial.
- Generar y proporcionar información básica, que sea útil en la planeación y toma de decisiones.
- Constituir un marco de referencia para el establecimiento de políticas a nivel nacional y/o regional.

Figura 2. Información de apoyo para evitar el uso no sustentable de los recursos naturales.

2. Conceptos y consideraciones generales

2.1 Conceptos

La palabra **edafología** proviene de las raíces griegas "*édaphos* - suelos" y "*logos* - estudio", estudio del suelo; relacionando la composición y naturaleza del mismo, con las plantas y el entorno que le rodea. Por su parte, el concepto de suelo va a depender de quien lo defina: el agricultor, el ingeniero civil, el ambientalista, etcétera. Una acepción universal precisa al suelo como "cualquier material suelto en la superficie de la Tierra, capaz de sustentar la vida". El suelo es resultado de la actuación de una serie de factores activos (clima y organismos vivos), que inciden sobre factores pasivos (roca madre y relieve), independientemente del tiempo transcurrido.

Los suelos están formados por horizontes o capas, que están acomodadas más o menos paralelos a la superficie; esto puede ser apreciado en cortes verticales de la tierra (zanjas, pozos, cortes de carretera, etcétera.) La mayoría de los suelos presentan tres o cuatro horizontes, definidos principalmente por el color, textura, estructura, contenido en materia orgánica, presencia de carbonatos y sales solubles. Algunos suelos muestran un cambio gradual de un horizonte a otro, mientras que otros varían de manera más brusca entre ellos.

El grado en el que cada una de las características resultantes, de la acción de los factores formadores del suelo, son representados en los horizontes o capas (máximo medibles y observables), sirven de base para la clasificación y denominación de los suelos. El análisis de estas características nos permitirá saber aspectos como profundidad, drenaje, nutrientes, pedregosidad, entre muchos otros, que finalmente ayudarán en la toma de decisiones para el mejor manejo del recurso suelo (agrícola, pecuario, forestal, ingeniería civil, etcétera.) (Figura 3).

Figura 3. Información de apoyo para la toma de decisiones para el mejor uso del recurso suelo.

2.2 Escala

Cuando se va a interpretar cartografía de algún tema de interés, siempre es necesario tomar en cuenta el factor de escala del mapa; esta se define como la relación existente entre la medida real en el terreno y la medida representada en el mapa de algún elemento. De la escala depende el nivel de detalle que podrá tener el mapa y servirá de indicador sobre el tipo de información que incluye.

La escala puede representarse principalmente de dos formas:

- Escala numérica: es la que indica la longitud de una línea en el mapa y la correspondiente en el terreno; por ejemplo: 1/250 000 o 1:250 000.

- Escala gráfica: representa las distancias en el terreno sobre una línea recta graduada. Ej. 1:250 000 (Figura 4).

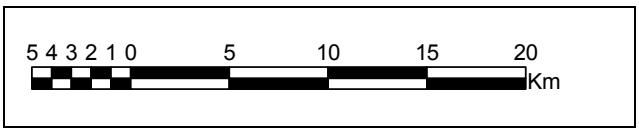


Figura 4. Escala gráfica 1:250 000.

La fórmula para el cálculo del valor correspondiente del mapa en el terreno es la siguiente:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

Donde: 1/E = Factor de Escala

d = Distancia representada en el plano.

D = Distancia real del terreno.

La Serie III de Información Edafológica, está representada precisamente a una escala 1:250 000, lo que quiere decir que 1 centímetro en el mapa equivaldrá a 2 500 metros o 2.5 kilómetros sobre el terreno; por lo tanto un centímetro cuadrado en el mapa equivale a 625 hectáreas o 6.25 km^2. La escala 1:250 000 cubre al país con 153 cartas.

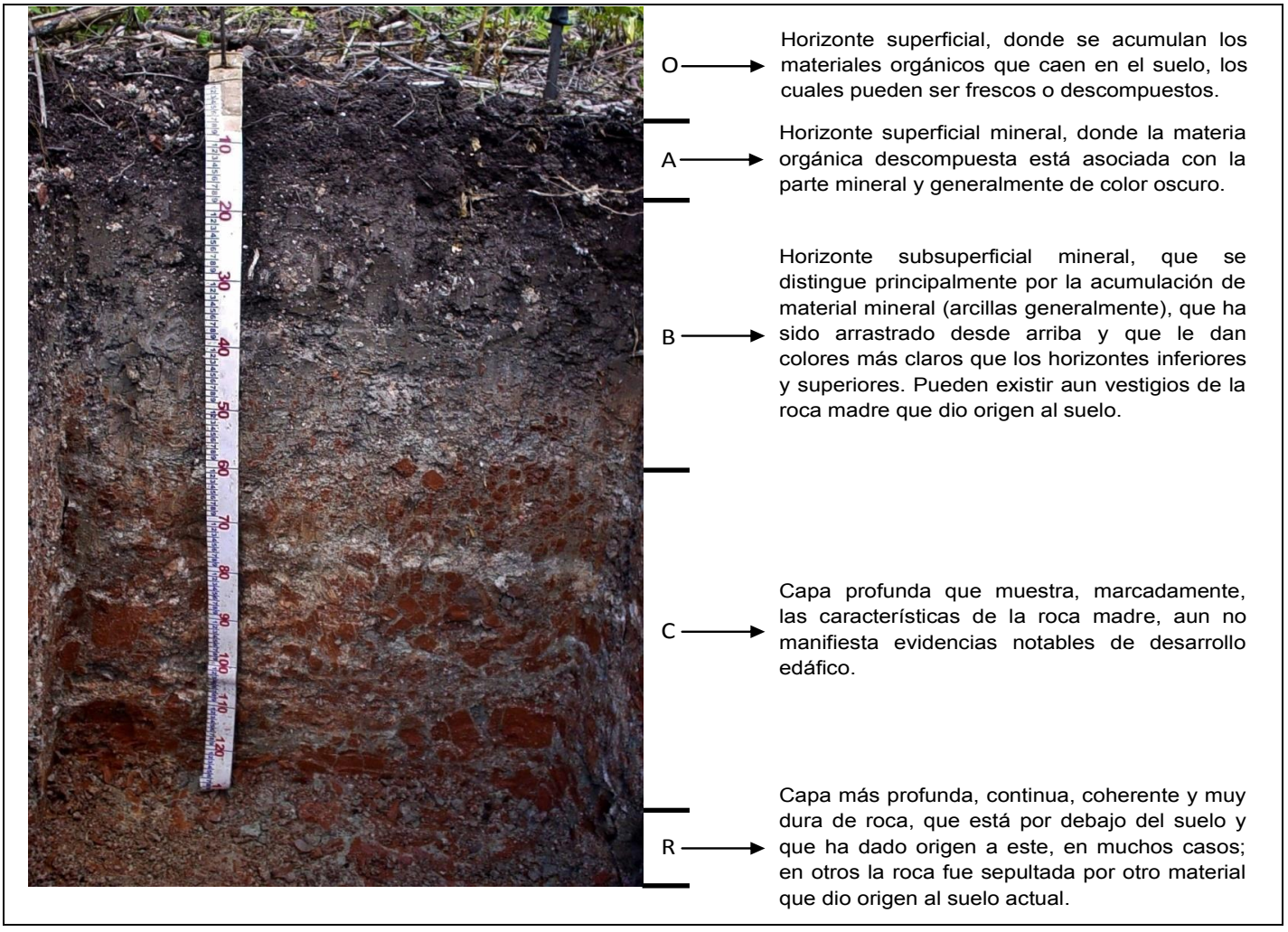


Figura 5. Perfil con horizontes y capas del suelo.

3. Características de la información

3.1 Sistema de clasificación

El recurso suelo presenta características y propiedades diferenciadoras, mismas que nos permiten identificar los horizontes y capas que lo conforman. Hay que tener presente que el suelo es un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea y está en constante evolución, de aquí la dificultad de categorizarlo en casilleros determinados; que es lo que pretende hacer un sistema de clasificación.

La clasificación de suelos es una de las ramas más avanzadas de las ciencias del suelo. El propósito de cualquier sistema de clasificación es organizar el conocimiento de manera que las propiedades de los objetos puedan recordarse, así como comprender la relación entre ellos con un fin determinado. Clasificar ayuda a identificar la complejidad cuando hay demasiados objetos, pudiendo crear clases útiles de acuerdo a sus similitudes de comportamiento o de propiedades, para organizar el conocimiento, lo que también permite simplificar los procesos de toma de decisiones.

La clasificación usada por la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGyMA) es una clasificación mundial, que reúne las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de un suelo determinado y las clasifica de acuerdo con el grado de desarrollo del mismo. Al variar los factores formadores, clima, vegetación, tipo de roca y con el paso del tiempo como cuarto factor, se desarrollan suelos con distribución y características muy diversas; por ejemplo, en una zona plana rodeada de montañas que se inunda en alguna época del año, se formará un suelo que acumulará sales y presentará condiciones desfavorables para fines agrícolas, pero podrá sostener algunos pastos y cultivos resistentes, y permitir su aprovechamiento. Estas características determinan su colocación dentro de la clasificación.

La Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés) 2014 es un documento normativo internacional encargado de diseñar y emitir de forma jerárquica los criterios de diagnóstico y estructura de la clave de suelo, asentada en la presente edición de la carta edafológica. La WRB ha sido desarrollada por un grupo de trabajo, en coordinación internacional, de la IUSS (Unión Internacional de Ciencias del Suelo).

La WRB está basada en la leyenda (FAO-UNESCO, 1974) y la leyenda revisada (FAO, 1988) del Mapa de Suelos del Mundo (FAO-UNESCO, 1971-1981). En 1980, la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS, desde el año 2002 cambió a IUSS) formó la “Base Internacional de Referencia para Clasificación de Suelos” un Grupo de Trabajo para la posterior elaboración de un sistema de clasificación de suelos basada en la ciencia. Este Grupo de Trabajo ha sido 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) y la segunda edición en 2006 (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2006).

Para esta serie III se eligió la WRB 2014 ya que se usa como estándar internacional en los sistemas de clasificación de suelos, prueba de ello está en la edición del Atlas de Suelos de Latinoamérica y el Caribe 2014, donde se utilizó el sistema en los mapas, logrando armonizar la información de los suelos que presentan los países de Latinoamérica y el Caribe. Además, su funda-

mento práctico y técnico permite al usuario una interpretación sencilla de los elementos del medio físico para la elaboración de programas de acción. La terminología registrada en la carta edafológica debe utilizarse solamente como una referencia de entrada a un conjunto de características comprensibles e interpretables; el uso de la información en ella contenida, los datos complementarios que se encuentran en los informes de campo y los resultados analíticos de laboratorio.

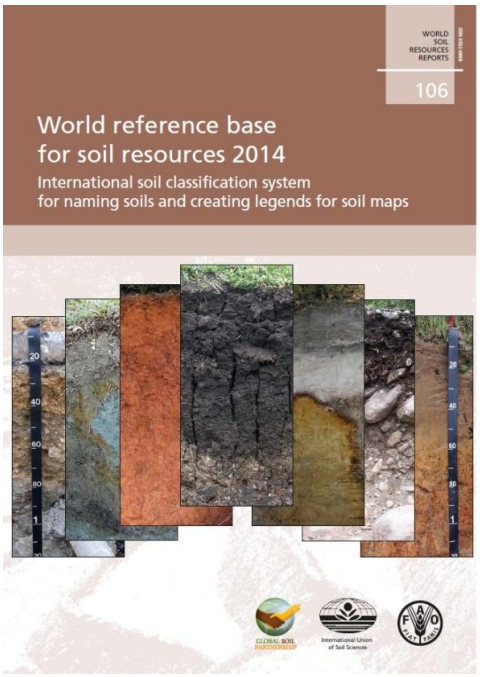


Figura 6. Portada de la WRB 2014.

3.1.1 Nomenclatura de horizontes genéticos del suelo

La nomenclatura de horizontes es útil para realizar la descripción del suelo y nos ayuda a identificar los procesos genéticos que se dieron para su formación. Se estructura mediante el uso de una o dos letras mayúsculas para los horizontes mayores y letras minúsculas para identificar otros rasgos o elementos presentes en el perfil del suelo.

Los horizontes mayores o capas de suelos se representan con las letras H, O, A, E, B, C y R. La mayoría son horizontes de suelos genéticos que poseen valores cualitativos (color del suelo, estructura, presencia de grietas, facetas) que han adquirido de acuerdo a los cambios que han sufrido. En términos generales los horizontes o capas se definen de la siguiente manera:

H. Horizonte superficial orgánico, donde se acumulan los materiales orgánicos que caen en el suelo, los cuales pueden ser frescos o descompuestos.

O. Horizonte o capa dominada por material orgánico que consiste de deshechos intactos y parcialmente descompuestos, como hojas, ramas, musgos y líquenes, que se han acumulado sobre la superficie.

A. Horizonte superficial mineral, donde la materia orgánica descompuesta está asociada con la parte mineral y generalmente es de color oscuro.

E. Horizonte mineral donde el principal rasgo es la pérdida de arcilla silicatada, aluminio, o la combinación de estos, dejando una concentración de arena y partículas de limo, donde la mayor parte de la estructura de roca ha sido completamente desintegrada.

B. Horizonte subsuperficial mineral, donde pueden existir aún vestigios de la roca madre que dio origen al suelo. Además, se distingue por la remoción o acumulación de materia orgánica y mineral, que le dan colores más intensos que los horizontes inferiores o superiores.

C. Horizonte o capa mineral que muestra marcadamente las características de la roca madre del que se deriva; aún no manifiesta evidencias notables de desarrollo edáfico.

R. Roca continua, coherente y muy dura de roca, que está por debajo del suelo y que ha dado origen a este, en muchos casos; en

otros, la roca fue sepultada por otro material que dio origen al suelo actual.

Las letras minúsculas llamadas sufijos (a, b, c, d, e, por mencionar algunos) se utilizan para designar características especiales distintivas de las capas y horizontes mayores. Así mismo, estas capas u horizontes pueden presentar diferencias específicas que se reportan como subhorizontes, identificándolas mediante el uso de números sufijos, por ejemplo: Ap1, Ap2; Bt1, Bt2, Bt3.

En los suelos minerales, podemos utilizar números arábigos como prefijos para indicar la presencia de una discontinuidad litológica, por ejemplo: Ap-Bt-2Bt2. De manera general los suelos no presentan la totalidad de los horizontes.

3.1.2 Denominación de horizontes, materiales y propiedades de diagnóstico del suelo

Los horizontes y propiedades de diagnóstico se caracterizan por una combinación de atributos que reflejan resultados generalizados y comunes de los procesos de formación de suelos (Bridges, 1997) o indican condiciones específicas de formación de suelo. Sus características se pueden observar o medir ya sea en campo o laboratorio, y requieren de una mínima o máxima expresión para calificar como de diagnóstico. Además, los horizontes de diagnóstico requieren cierto espesor, formando así, una capa reconocible en el suelo.

Mientras que los materiales de diagnóstico son aquellos que influyen significativamente en los procesos pedogenéticos o son indicativos de éstos.

3.1.3 Principios de clasificación del suelo con la WRB 2014

En la WRB 2014 se describen 32 GRS (Grupo de Suelo de Referencia) considerando los factores o procesos que condicionan la formación del suelo.

El resultado de la acción de los factores formadores del suelo, representados en los horizontes y/o capas, es lo que sirve de base para la clasificación de los suelos. Su análisis, tanto de aspectos morfológicos, físicos y químicos, nos permite conocer aspectos como drenaje, manejo agrícola, penetración de raíces, nutrientes y cantidad de arena o arcilla. Todas van íntimamente ligadas al uso y manejo del recurso suelo.

Para clasificar un suelo, debemos en primera instancia analizar la información obtenida en campo donde podemos encontrar las evidencias de los procesos formadores del suelo. Posteriormente identificar los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico de acuerdo a lo que indica el documento de la WRB 2014, y representarlos en el formato de la descripción del perfil del suelo.

Una vez definidos los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, debemos compararlos con los códigos y nombres de clasificación de la WRB 2014 con el fin de ubicar el GSR que los contenga; esta actividad se realiza de manera sistemática, iniciando con el primer grupo y excluyendo aquellos que no reúnan los requisitos. Éste es el primer nivel del sistema de clasificación de la WRB 2014.

Continuando con el segundo nivel del sistema de clasificación, se hace una distinción entre los calificadores principales y suplementarios, los cuales son indicativos de los procesos de formación del suelo que han afectado de manera significativa sus características principales.

3.2 Características de la información digital

La información se ha estructurado en formato vectorial y se ha codificado de acuerdo a la Tabla de Atributos que a su vez se relaciona con los valores de las variables del Diccionario de Datos Edafológico, escala 1:250 000 (Vectorial).

La Carta se integra por 153 conjuntos de datos digitales que conforman el continuo nacional en formato shape con datum ITRF92.

3.2.1 Unidades edafológicas

La información de las Unidades Edafológicas está representada en un continuo Nacional en formato vectorial tipo shape, con una tabla de atributos asociada, la cual está organizada en filas y columnas (Figura 7). Las filas representan cada una de las unidades edafológicas y las columnas los atributos relacionados.

La estructura de la tabla de atributos está diseñada para facilitar la consulta de los datos dependiendo del interés y objetivos de los usuarios.

La columna principal contiene la Clave de la Unidad Edafológica (Clave_WRB), las siguientes columnas representan cada uno de los componentes de la clave principal desglosados por separado con los códigos de los Grupos y Calificadores de suelo, así como de la Clase textural y Limitante superficial.

Table

f1412_ce1u_siii

WRB_2014	SUELO_1	S1_CALIF1	S1_CALIF2	S2_CALIF1	SUELO_2	SUELO_3	S3_CALIF1	S2_CALIF2	TEXTURA	LIM_SUP
CMeu/2	CM	eu	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	
PHlep+RGeu+VRpe/2	PH	lep	NA	eu	RG	VR	pe	NA	2	
VRpe+PHca+RGca/3	VR	pe	NA	ca	PH	RG	ca	NA	3	
CMeu/2	CM	eu	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	
CMeu/2	CM	eu	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	
KSsl-cc+PHca+VRpe/2	KS	sl	cc	ca	PH	VR	pe	NA	2	
LVskp/3R	LV	skp	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3	
PHca+RGca-glw+CMca/2	PH	ca	NA	ca	RG	CM	ca	glw	2	
PHlep+VRpe/3	PH	lep	NA	pe	VR	NA	NA	NA	3	

Figura 7. Vista de la tabla de atributos de las unidades edafológicas.

a) Descripción códigos de columnas

Clave_WRB	Columna que indica el o los suelos, la textura y limitante física superficial que caracteriza a la unidad edafológica.
Suelo_1	Columna que indica el suelo dominante de la unidad edafológica.
S1_CALIF1	Calificador principal más importante del grupo de suelo dominante.
S1_CALIF2	Calificador suplementario del grupo de suelo dominante.
Suelo_2	Columna del grupo de suelo que, por su extensión, se asocia en segundo lugar en la unidad edafológica.
S2_CALIF1	Calificador principal más importante del grupo de suelo 2.
S2_CALIF2	Calificador suplementario del grupo de suelo 2.
Suelo_3	Columna del grupo de suelo que ocupa la menor extensión dentro de la unidad edafológica.
S3_CALIF1	Calificador principal más importante del grupo de suelo 3.
TEXTURA	Columna que indica la clase textural del suelo dominante en la unidad edafológica.
LIM_SUP	Columna que indica la limitante física superficial.

b) Descripción de códigos de grupos de suelo[1]

GRUPO	CLAVE SUELO	GRUPO	CLAVE SUELO
Acrisol	AC	Leptosol	LP
Alisol	AL	Lixisol	LX
Andosol	AN	Luvisol	LV
Antrosol	AT	Nitisol	NT
Arenosol	AR	Phaeozem	PH
Calcisol	CL	Planosol	PL
Cambisol	CM	Plinthosol	PT
Chernozem	CH	Podzol	PZ
Cryosol	CR	Regosol	RG
Durisol	DU	Retisol	RT
Ferralsol	FR	Solonchak	SC
Fluvisol	FL	Solonetz	SN
Gleysol	GL	Stagnosol	ST
Gypsisol	GY	Technosol	TC
Histosol	HS	Umbrisol	UM
Kastanozem	KS	Vertisol	VR

Tabla 1. Códigos para representar los Grupos de Suelo.

c) Descripción códigos de calificadores[2]

Calificador	Clave	Calificador	Clave
Abrúptico	ap	Imísico	im
Acérico	ae	Inclínico	ic
Ácrico	ac	Irrágrico	ir
Acróxico	ao	Lamélico	ll
Aeólico	ay	Lapiádico	ld
Álbico	ab	Láxico	la
Alcálico	ax	Léptico	le
Álico	al	Lígnico	lg
Aluándico	aa	Límnico	lm
Alúmico	au	Lítico	li
Ándico	an	Líxico	lx
Antrácuico	aq	Loámico	lo
Ántrico	ak	Lúvico	lv
Arcaico	ah	Magnésico	mg
Arénico	ar	Manganiférrico	mf
Árico	ai	Máwico	mw
Arídico	ad	Mázico	mz
Árzico	az	Melánico	ml
Calcárico	ca	Mesotrófico	ms
Cálcico	cc	Minerálico	mi
Cámbico	cm	Mólico	mo
Capilárico	cp	Nátrico	na
Carbonático	cn	Nécico	ne
Carbónico	cx	Nítico	ni
Chérnico	ch	Nóvico	nv
Cláyico	ce	Ócrico	oh
Clorídico	cl	Oxiácuico	oa
Colúmnico	cu	Páquico	ph
Colúvico	co	Pélico	pe
Crómico	cr	Pétrico	pt
Cutánico	ct	Plácico	pi
Dénsico	dn	Plíntico	pl
Dístrico	dy	Profóndico	pn
Dolomítico	do	Prótico	pr
Dráinico	dr	Púfico	pu
Dúrico	du	Redúctico	rd
Ekránico	ek	Régico	rg
Escálico	ec	Réico	rh
Espólico	sp	Rendzico	rz
Esquelético	sk	Rético	rt
Estágnico	st	Róckico	rk
Éutrico	eu	Ródico	ro
Evapocrústico	ev	Rúbico	ru
Ferrálico	fl	Rúptico	rp
Férrico	fr	Sálico	sz
Ferrítico	fe	Sáprico	sa
Fíbrico	fi	Siderálico	se
Floático	ft	Silándico	sn
Flúvico	fv	Síltico	sl
Fólico	fo	Sódico	so
Fráctico	fc	Argisodico	as

[1] No todos los Grupos de Suelo se han encontrado en México.

[2] El listado no presenta el total de calificadores; se enlistan los más frecuentes en México.

Calificador	Clave	Calificador	Clave
Frágico	fg	Protosodico	qs
Fúlvico	fu	Somérico	si
Gárbico	ga	Subacuático	sq
Gélico	ge	Sulfídico	sf
Gípsico	gy	Takyrico	ty
Gipsírico	gp	Técnico	te
Gléyico	gl	Téfrico	tf
Glósico	gs	Tidálico	td
Greyzémico	gz	Tixotrópico	tp
Grosartefáctico	gx	Tónguico	to
Grúmico	gm	Tóxico	tx
Háplico	ha	Transpórtico	tn
Hémico	hm	Umbrico	um
Hidrágrico	hg	Úrbico	ub
Hídrico	hy	Utérquico	uq
Hidrofóbico	hf	Vértico	vt
Hístico	hi	Vítrico	vi
Hórtico	ht	Yérmico	ye
Húmico	hu	Protosálica	qz
Hipersálica	jz	Protosódica	qs

Tabla 2. Códigos para representar los calificadores de suelo.

d) Descripción de especificadores

Calificadores que tienen requisitos de profundidad se pueden combinar con los especificadores, epi-, endo-, amphi- y panto- para crear subcalificadores (por ejemplo Epicálcico, Endocálcico) más expresar la profundidad de ocurrencia. Si dos o más de estos especificadores son aplicables, sólo se utiliza el que representa la expresión más fuerte (por ejemplo, si panto- es aplicable, los otros no se utilizan). Calificadores que son mutuamente excluyentes a la misma profundidad pueden ser aplicables a diferentes profundidades en el mismo suelo. Calificadores que ya cuentan con un rango de profundidad requisito de 0 a 50 cm o 50 a 100 cm de la superficie del suelo no requieren estos especificadores de profundidad.

Especificador	Código
Amphi	...a
Bathy	...d
Endo	...n
Epi	...p
Panto	...e
Supra	...s
Thapto	...b

Tabla 3. Códigos para representar los especificadores de suelo.

e) Descripción códigos para la clase textural

La tabla de atributos incluye también información sobre la Clase Textural (columna: "TEXTURA") y sobre la Pedregosidad Superficial del terreno ("LIM_SUP").

Existen tres códigos que describen la clase textural de los primeros 30 cm del suelo dominante:

Gruesa (1). Suelos arenosos con más de 70% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

Media (2). Comúnmente llamados francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo.

Fina (3). Suelos arcillosos con más de 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo.

f) Descripción códigos para la limitante física superficial

Se refiere a la presencia significativa de piedras, gravas y guijarros del suelo dominante en la mayor parte de la superficie del suelo (Figura 8). Existen dos claves para describir la fase:

Pedregosa (P).- con piedras mayores de 60 mm de diámetro, distribuidos en más del 40% del polígono de suelo.

Gravosa (G).- con gravas entre 2 mm hasta 60 mm de diámetro, distribuidos en más del 40% del polígono de suelo.

Figura 8. Fase física superficial.

3.2.2 Sitios de información edafológica

Es el segundo componente espacial y es el lugar en el que se realiza el perfil del suelo para la obtención de evidencia física, datos y muestras y darle sustento técnico a la clasificación del suelo y de las unidades edafológicas. Este componente espacial consta de dos tablas de atributos, una con información básica del sitio de verificación y otra (relacional), con información de cada uno de los atributos de los horizontes presentes en el perfil de suelo.

En el archivo digital el sitio de información edafológica aparece representado por un punto asociado a las coordenadas (x, y) y un número de identificador.

La descripción de las columnas de atributos y valores de las diferentes variables está contenida en una Tabla de Atributos (Figura 9) y documentada en el Diccionario de Datos Edafológicos escala 1:250 000 Serie III.

3.2.3 Descripción de la tabla de atributos de Sitios de Información Edafológica

Id_perfi	Identificador único del perfil de suelo
Coord_x	Coordenada que indica la posición de longitud del sitio.
Coord_y	Coordenada que indica la posición de latitud del sitio.
Fecha	Fecha de la visita al sitio.
Clave_wrb	Clasificación del perfil Serie III (WRB 2014).
Gpo_suelo	Código y nombre que identifica al suelo.
Calif_prim	Código y nombre que indica la cualidad dominante del suelo.
Calif_sec	Código y nombre que indica la segunda cualidad del suelo.
F_rúdica	Nombre que indica la presencia de fragmentos de roca en la superficie del suelo.
Altitud	Dato de altura con referencia a nivel medio del mar.
Precip	Dato de la precipitación media anual.
Temp	Dato de la temperatura media anual.
Clima	Clave del clima presente en el sitio.
Prov_fis	Nombre del paisaje donde se ubica el sitio.
Sub_fis	Código de la Subregión fisiográfica del sitio.
Topoforma	Nombre de la forma del terreno del sitio.
Roca_sub	Nombre de la roca que subyace al suelo o aflorando.
Geología	Nombre de la era de origen de la roca.
Modo_for	Nombre del proceso que dio origen al suelo.
Vegetación	Nombre de la vegetación o uso del suelo del sitio.
Pos_pen	Código que indica la ubicación dentro de la topoforma del sitio de información.
For_pen	Código que indica dirección de inclinación del terreno.
Gra_pen	Valor porcentual de inclinación dominante del terreno.
Com_pen	Código que indica nivel de velocidad de escurrimiento superficial sobre el terreno.
Relieve	Código que indica la forma física del paisaje en el sitio.
Pedreg	Dato estimado en % de fragmentos gruesos en el área.
Aflora	Dato estimado en % de afloramientos de roca dura sobre la superficie del sitio.
Lim_sup	Valor en cm que indica el inicio del horizonte o capa.
Lim_inf	Valor en cm que indica el fin del horizonte o capa.
Nomen_hte	Clave alfanumérica que describe al horizonte o capa y sus procesos.
Horizonte	Valor consecutivo de posición del horizonte dentro del perfil.
Hor_Diag	Nombre técnico definido por la presencia de características físicas y químicas en el suelo.
Cont_hor	Código que indica diferencia en intensidad entre 2 horizontes.
For_hor	Código que indica la figura del horizonte o capa en límite inferior.
HCl	Código que indica grado de efervescencia del suelo al HCl en el horizonte o capa.

H2O2	Código que indica grado de efervescencia del suelo al H2O2 en el horizonte o capa.
Prop_diag	Nombre técnico que indica algún proceso de formación en el suelo.
Mat_diag	Nombre técnico que identifica algún componente en el suelo.
Est_forma	Código que indica aspecto de los agregados del suelo.
Tam_gr_la	Código que indica las dimensiones en mm de estos agregados.
Tam_pr_co	Código que indica las dimensiones en mm de estos agregados.
tam_bl_mi	Código que indica las dimensiones en mm de estos agregados.
Est_des	Código que indica la intensidad de los agregados del suelo.
Col_hum_c	Signos alfanuméricos que indican color húmedo de campo (Munsell).
Col_seco_c	Signos alfanuméricos que indican color seco de campo (Munsell).
Cons_seco	Código que indica la resistencia a deformación de los agregados del suelo en seco.
Cons_hum	Código que indica la resistencia a deformación de los agregados del suelo en húmedo.
Adhe	Código que indica la cualidad del suelo de adherirse en estado húmedo.
Plas	Código que indica la cualidad del suelo de moldearse en estado húmedo.
Películas	Código que indica la presencia de recubrimientos en agregados del suelo.
Facetas	Código que indica la presencia de superficies pulidas en agregados del suelo.
Grietas	Código que indica presencia de grietas o fisuras en el suelo.
Gravas	Código que indica presencia estimada de gravas en el horizonte.
Piedras	Código que indica presencia estimada de piedras en el horizonte.
Concreción	Código que indica estimación de presencia de concreciones en el horizonte del suelo.
Nódulos	Código que indica presencia de minerales en el horizonte del suelo.
Manchas	Código que indica presencia de manchas en el horizonte del suelo.
Man_color	Signos alfanuméricos que identifican color de las manchas. (Munsell)
Raíces	Código que indica estimación de presencia de raíces en el horizonte.
Cem	Código que indica presencia y tipo de material endurecido dentro del perfil de suelo.
Sup_suelo	Descripción de tipo de material presente sobre la superficie del suelo en el sitio.
Esc_sup	Código que indica velocidad del agua sobre la superficie del suelo.
Infil	Código que indica movimiento del agua en interior del perfil de suelo.
Tipo_ero	Dato que indica la causa de pérdida de suelo en el sitio de información.
Forma_ero	Dato que indica la forma de pérdida de suelo en el sitio.
Grado_ero	Código que indica la intensidad de pérdida de suelo en el sitio.
Inf_hum	Código que indica el grado de afectación por actividades del hombre.
Fac_noc	Código que indica evento que modifica las condiciones del suelo.
R	Valor del % de arcilla.
L	Valor del % de limo.
A	Valor del % de arena.
Text_ Camp	Clave que representa la estimación de textura del suelo en campo.
Clas_texto	Clave de clase textural de la proporción tierra fina del suelo (Lab.).
Esq_grava	Valor porcentual que indica presencia de gravas dentro del perfil.
Esq_piedra	Valor porcentual que indica presencia de piedras dentro del perfil.
Col_seco_l	Signos alfanuméricos que identifican color del suelo en seco (Lab).
Col_hum_l	Signos alfanuméricos que identifican color del suelo en húmedo (Lab).
CE	Valor de cualidad del suelo para indicar grado de salinidad.
pH	Valor que indica grado de acidez, neutralidad o basicidad del suelo.
CO	Valor de % de carbono orgánico del suelo.
CIC	Valor de la capacidad del suelo para retener y liberar cationes.
SB	Valor que indica la proporción de los cationes potasio, calcio, magnesio y sodio intercambiables.
SNa	Valor porcentual que indica la proporción del catión sodio presente.
K	Valor en cmol de potasio adsorbido.
Ca	Valor en cmol de calcio adsorbido.
Na	Valor en cmol de sodio adsorbido.
Mg	Valor en cmol de magnesio adsorbido.
P2O5	Valor en mg/kg de fósforo disponible.
CaCO3	Valor de % de carbonatos de calcio presentes en el suelo.
CaSO4	Valor de % de Sulfatos de calcio presentes en el suelo.
DA	Valor en gr.cm-3 que indica el peso seco de una unidad de volumen de suelo.
Na+Mg	Valor en % de relación de saturación de Na+Mg presente.
Id_foto	Clave que identifica la fotografía del sito de perfil de suelo.
Cal_pos	Calificador de posición planimétrica del objeto.

id_Sitio *	Coord_x	Coord_y	Fecha	Clave_wrb	Gpo_suelo	Calif_prim	Calif_sec
F1412-204	663086	2316872	05/12/2003	CMlen-ca/2	CAMBISOL	Endoléptico	Calcárico
F1412-205	655084	2282055	06/12/2003	CLha/2	CALCISOL	Háplico	N
F1412-206	650035	2255381	07/12/2003	GYcc-lv/3	GIPSISOL	Cálcico	Lúvico
F1412-207	673110	2220651	08/12/2003	NTdy-cr/3	NITISOL	Dístrico	Crómico
F1412-208	719050	2231276	09/12/2003	PHgln-sl/2	PHAEOZEM	Endogléyico	Sîltico
F1412-201	605700	2245020	27/11/2003	CMlen-dy/1	CAMBISOL	Endoléptico	Dístrico
F1412-202	636761	2257997	28/11/2003	KScc-sl/2	KASTAÑOZEM	Cálcico	Sîltico
F1412-203	637354	2296870	29/11/2003	CLvr-gln/2	CALCISOL	Vértico	Endogléyico

Figura 9. Vista de la tabla de atributos de los sitios de información edafológica.

3.2.4 Metadatos

Un complemento de la información edafológica escala 1:250 000, Serie III, son los *Metadatos,* los cuales son datos altamente estructurados que describen información, como el contenido, la calidad, la condición y otras características del conjunto de datos.

El principal objetivo de los Metadatos es que los usuarios de la información geográfica del recurso suelo, elaborada por INEGI, identifiquen qué se produce, cuáles son las características de la información, cuáles fueron los insumos utilizados, en qué fecha fueron generados, quién lo ha producido, cómo puede accederse a él, entre otros. Este complemento es fundamental para explotar de mejor manera la información edafológica.

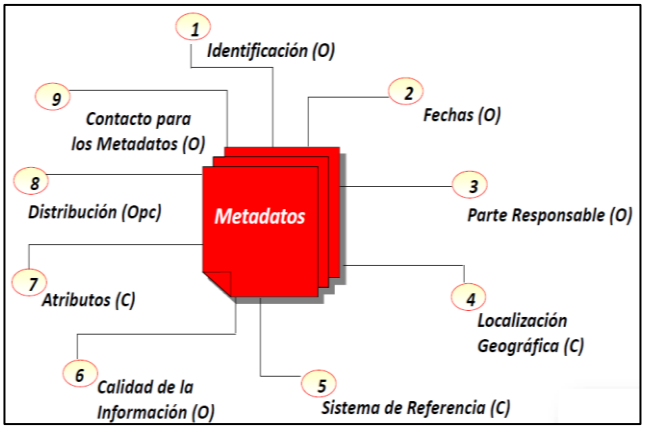


Figura 10. Diagrama de Metadatos.

3.3 Características de la información impresa

Con el objetivo de simplificar la información de suelos y de hacer más legible su interpretación se producen actualmente versiones impresas de los 122 conjuntos que abarcan el territorio nacional. Entre los recursos cartográficos empleados en la carta edafológica impresa se encuentran los siguientes:

3.3.1 Descripción de la información impresa

a) Claves de suelo cortas, donde la longitud de los calificadores está en función del tamaño del polígono impreso.

Clave digital WRB	Tamaño de polígono	Clave impresa WRB
PHskp-ca+RGca+CMca /3P	Menor a 1,000 ha	PHskp/3P
	1,000 a 10,000 ha	PHskp-ca+RGca/3P
	Mayor a 10,000 ha	PHskp-ca+RGca+CMca/3P

Tabla 4. Claves de suelo por tamaño de polígono.

b) Los colores empleados para la representación de los grupos de suelo están basados en los criterios de representación de paisaje (Tabla 5). Las combinaciones de color (Red-Green-Blue) fueron editadas en formato *Layer* en el programa ArcGIS.

GRUPO	CÓDIGO SUELO	CLAVE COLOR	SIMBOLOGÍA
Acrisol	AC	169-196-73	AC
Alisol	AL	115-76-0	AL
Andosol	AN	226-159-183	AN
Anthrosol	AT	209-255-115	AT
Arenosol	AR	255-234-190	AR
Calcisol	CL	252-247-219	CL
Cambisol	CM	241-150-90	CM
Chernozem	CH	169-119-83	CH
Cryosol	CR	199-220-255	CR
Durisol	DU	245-169-24	DU
Ferralsol	FR	166-61-0	FR
Fluvisol	FL	161-212-207	FL
Gleysol	GL	217-191-218	GL
Gypsisol	GY	220-252-202	GY
Histosol	HS	104-161-176	HS
Kastanozem	KS	219-154-132	KS
Leptosol	LP	171-184-175	LP
Lixisol	LX	232-230-109	LX
Luvisol	LV	206-203-20	LV
Nitisol	NT	70-167-155	NT
Phaeozem	PH	217-193-147	PH
Planosol	PL	247-208-118	PL
Plinthosol	PT	233-255-190	PT
Podzol	PZ	0-214-46	PZ
Regosol	RG	253-212-202	RG
Retisol	RT	255-87-0	RT
Solonchak	SC	252-229-79	SC
Solonetz	SN	249-244-132	SN
Stagnosol	ST	255-255-5	ST
Technosol	TC	204-204-204	TC
Umbrisol	UM	216-127-179	UM
Vertisol	VR	251-162-169	VR

Tabla 5. Combinación de color establecido para los diferentes grupos de suelo.

c) La información sobre limitantes físicas (hasta 100 cm de profundidad) ha sido transferida de códigos a pantallas, lo que permite que las claves edafológicas sean cortas y no sature el área visible y legible de la carta impresa. Las equivalencias entre códigos y pantallas es la siguiente:

Tipo de limitante física	Códigos	Representación
Lítico (Suelo < 10cm.)	li (incluye Leptosol lítico)	
Epiléptico (Suelo 10-50 cm.)	lep (incluye Leptosol)	
Endoléptico (Suelo 50-100 cm.)	len	
Epipetrodúrico	pdp (incluye Durisol epipétrico)	
Endopetrodúrico	pdn (incluye Durisol endopétrico)	
Epipetrocálcico	pcp (incluye Calcisol epipétrico)	
Endopetrocálcico	pcn (incluye Calcisol endopétrico)	
Epipetrogípsico	pgp (incluye Gypsisol epipétrico)	
Endopetrogípsico	pgn (incluye Gypsisol endopétrico)	

Tabla 6. Representación gráfica d
físicas del suelo.

d) Para limitantes químicas los calificadores WRB son reemplazados por un código impreso para evitar la saturación del área visible de la carta impresa.

Código impreso	Descripción del código	Valores de salinidad, sodicidad o saturación de sodio más magnesio	Calificadores WRB incluidos
z	Protosálica	≥ 4 dS/m	qz
Z	Sálica	≥ 15 dS/m y 8dS/m (pH > 8.5)	zp
Zh	Hipersálica	≥ 30 dS/m	jz
s	Protosódica	≥ 6% de sodio intercambiable en una capa de ≥ 20 cm dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo.	qs
S	Sódica	≥ 15% de Na intercambiable más Mg y ≥ 6% de Na en el complejo de intercambio, en una capa ≥ 20 cm de espesor dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo.	so

Tabla 7. Representación de limitantes químicas del suelo.

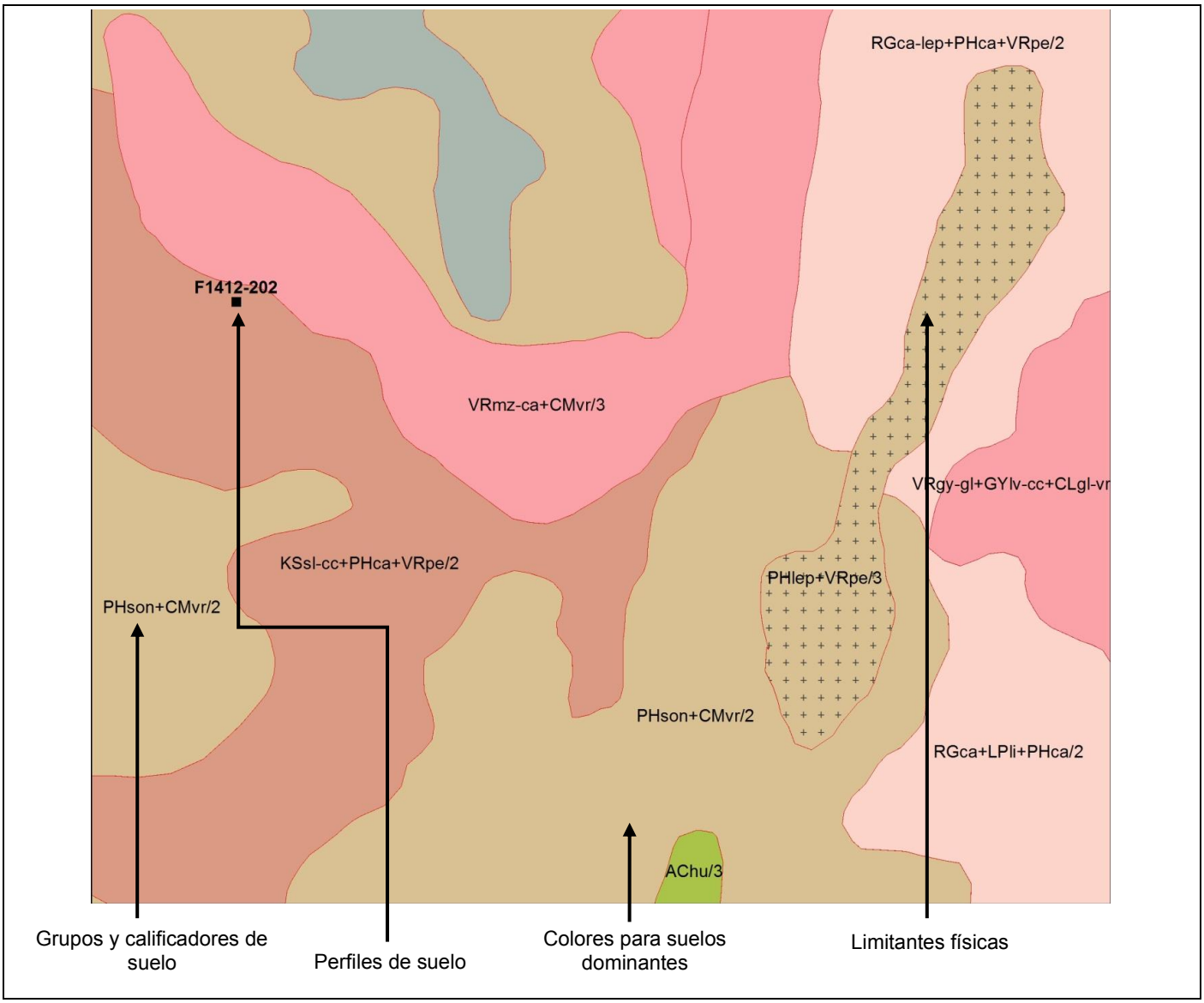


Figura 11. Detalle de la carta edafológica impresa.

3.4 Metodología

Para elaborar la carta edafológica Serie III se efectúan cuatro procesos:

- Planeación.
- Análisis de información.
- Trabajo de campo.
- Clasificación de los sitios de información y unidades edafológicas.
- Edición digital cartográfica.

La planeación consiste en asignar a nivel nacional y a cada especialista su área de trabajo, proporcionar y obtener los insumos que se utilizarán para realizar la actividad.

El análisis de información tiene como fin elaborar el mapa preliminar de suelos a partir de la interpretación de imágenes de satélite, y de información alfanumérica generada por el INEGI, seleccionar los sitios de verificación, preparar el itinerario de campo, con el objetivo de representar espacialmente los principales grupos y calificadores de suelos.

El trabajo en campo gravita en verificar unidades edafológicas; describir morfológicamente los sitios más representativos; para ello se abren calicatas (perfiles de suelo) en sitios previamente elegidos por sus condiciones ambientales.

Se toman muestras de suelo para enviarlas al laboratorio; se recopilan valores como profundidad, color, pedregosidad, estructura, textura al tacto, etcétera.; los cuales, son útiles para clasificar los suelos de los sitios de información visitados. Dichos valores, obtenidos para cada muestra, son revisados y relacionados, minuciosamente, en conjunto con los datos obtenidos en campo para determinar la clasificación de cada calicata y las claves de cada una de las unidades edafológicas, representadas como polígonos en el mapa.

El último paso es complementar las tablas de atributos de los sitios de muestreo y unidades edafológicas con los valores obtenidos en campo y laboratorio, así como la clasificación y asignación de claves edafológicas, edición del mapa, validación de exactitud temática y topológica. Por último se envía a Base de Datos.

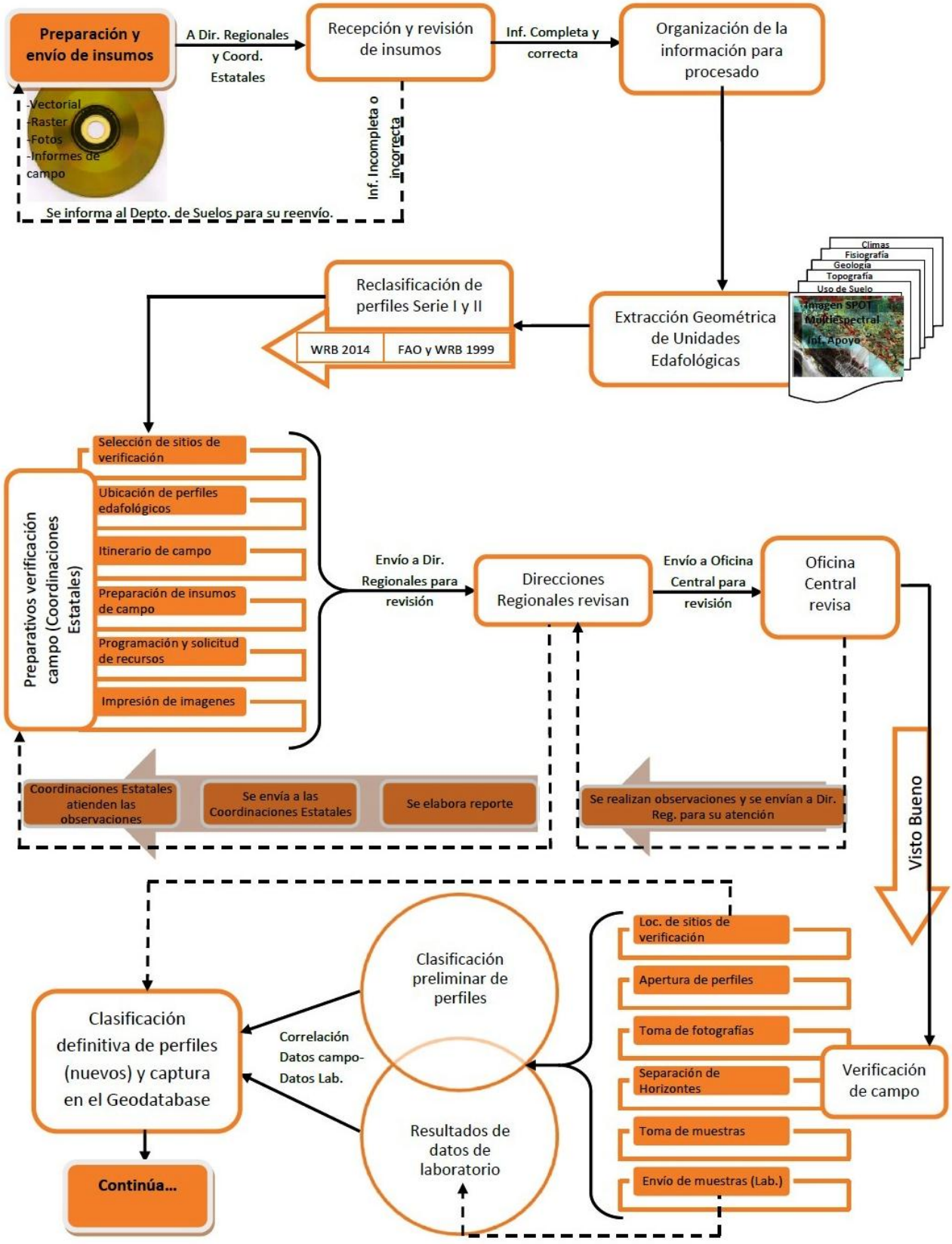


Figura 12. Proceso de elaboración de la carta edafológica Serie III (Parte 1).

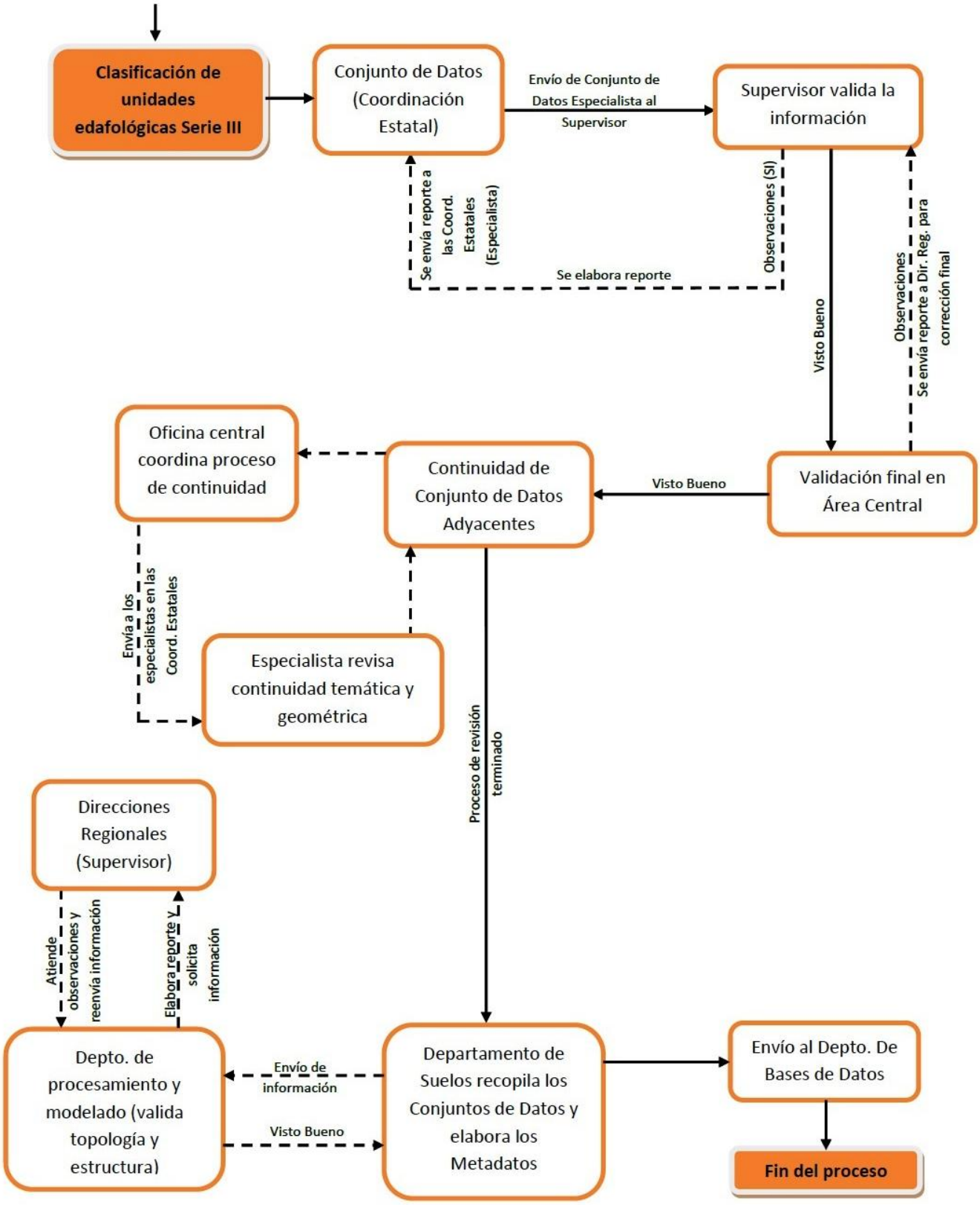


Figura 13. Proceso de elaboración de la carta edafológica Serie III (Parte 2).

4. Contenido e información de la carta edafológica Serie III

4.1 Grupos de suelos

Acrisol (AC)

Del latín *acris,* muy ácido.

Suelos con arcillas de baja actividad y que no son fértiles en general para la agricultura. Muy susceptibles a la erosión por deforestación. Los Acrisoles son representativos de zonas muy lluviosas como las sierras del sur de Chiapas, los bosques mesófilos y selvas altas de Oaxaca, así como las cumbres de la sierra de Nayarit. Se caracterizan por sus colores rojos o amarillos claros con manchas rojas y por ser muy ácidos, pH generalmente debajo de 5.5 donde la mayoría de los nutrientes no son disponibles para la mayoría de los cultivos tradicionales, salvo el cacao, café y piña; por ello su uso más adecuado es forestal.

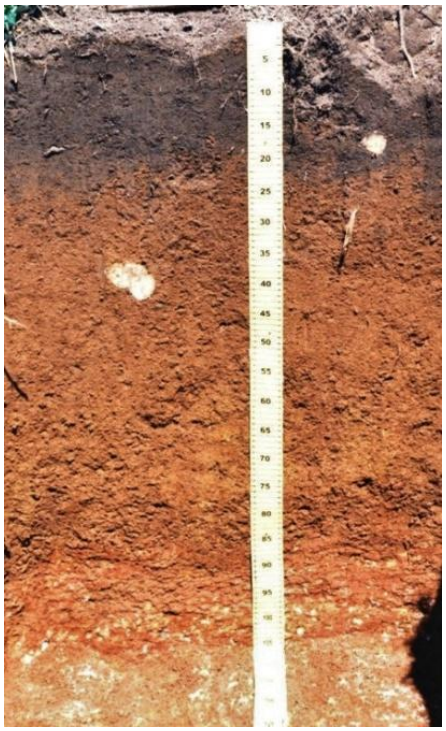


Figura 14. Acrisol.

Alisol (AL)

Del latín *alumen,* alumbre.

Los Alisoles son suelos tóxicos por su alto contenido de aluminio, pobres en calcio, magnesio y potasio; tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conducen a la formación de un subhorizonte árgico. Se producen en regiones de clima húmedo tropical subtropical y regiones templadas húmedas. Los Alisoles predominan en topografía montañosa u ondulada. Como consecuencia, muchos Alisoles sólo permiten cultivos de raíces poco profundas y éstos sufren de estrés por la sequía. Un porcentaje significativo de Alisoles son improductivos para una amplia variedad de cultivos.

Andosol (AN)

Del japonés *an,* negro, y *do,* suelo.

Suelos de origen volcánico reciente, muy ligeros en peso debido al abundante alófano o complejos de aluminio-humus en los primeros 30 cm de profundidad. Tienen una consistencia resbaladiza. Si bien los Andosoles son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua, cuando están situados en ladera es preferible conservarlos con su vegetación original. Presentan frecuentemente valores superiores a 3.0% de carbono orgánico y se erosionan rápidamente por deforestación y remoción de raíces. Los Andosoles mexicanos son particularmente frágiles ya que la mayoría están situados en regiones con cambios drásticos en el uso del

suelo, por ejemplo, antiguos bosques de pino, oyamel o incluso mesófilos, que hoy son terrenos agrícolas de regular o baja productividad. Se localizan básicamente en 5 regiones fisiográficas, de oeste a este, la Neovolcánica Nayarita, Neovolcánica Tarasca y Mil Cumbres en Michoacán, los Lagos y Volcanes del Anáhuac, Chiconquiaco y la Sierra de los Tuxtlas. La mayor parte de los Andosoles en México están situados sobre depósitos de basalto, andesitas, brechas volcánicas básicas, brechas sedimentarias y estructuras volcanoclásticas.

Figura 15. Andosol.

Anthrosol (AT)

Del griego *anthropos,* ser humano.

Suelos que han sido modificados profundamente por actividades humanas, tales como: la adición de material orgánico mineral, carbón vegetal, residuos domésticos, el riego y el cultivo. Se encuentran en muchas regiones en las cuales la gente ha practicado la agricultura por largos periodos. La influencia de los seres humanos está normalmente restringida a los horizontes superficiales. El horizonte de diferenciación puede estar sepultado e intacto a cierta profundidad. De acuerdo al tipo de horizonte es el resultado del cultivo que obtendrá, por ejemplo los horizontes plágicos tienen propiedades físicas favorables como la porosidad, penetración de raíces y la disponibilidad de humedad, pero muchos de ellos también tienen características químicas menos satisfactorias como acidez y deficiencia de nutrientes.

Los Antrosoles con horizonte plágico se utilizan favorablemente para viveros y la horticultura.

Figura 16. Antrosol.

Arenosol (AR)

Del latín *arena,* arena.

Suelos con más del 85% de arena. Incluyen arenas depositadas en dunas o playas y también arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de labranza y enraizamiento. Los Arenosoles más susceptibles a la degradación por cambio de uso son los de cli-

ma húmedo. La superficie más importante de Arenosoles se encuentra en los desiertos de Sonora, Baja California y Baja California Sur.

En la zona seca son usados para pastizales, pueden usarse para cultivos rentables en caso de contar con sistemas de riego. En los trópicos húmedos están químicamente agotados y son altamente sensibles a la erosión.

Figura 17. Arenosol.

Calcisol (CL)

Del latín *calcarius,* calcáreo.

Suelos con más del 15% de carbonato de calcio en por lo menos una capa de 15 cm de espesor, pueden presentar una capa cementada (petrocálcico). Muchos cultivos en Calcisoles tienen éxito si son fertilizados con nitrógeno, fósforo, hierro y zinc. Es uno de los grupos de suelo más extendidos en el país. Están situados principalmente en zonas áridas de origen sedimentario (calizas y lutitas-areniscas) en los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, irrigados, drenados (para prevenir la salinización) y fertilizados, pueden ser altamente productivos bajo una amplia variedad de cultivos.

Figura 18. Calcisol.

Cambisol (CM)

Del latín *cambiare,* cambiar.

Suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas u horizontes. No tienen un patrón climático definido, pero pueden encontrarse en alguna posición geomorfológica intermedia entre cualquiera de dos grupos de suelo considerados por la WRB. Tienen en el subsuelo una capa más parecida a suelo que a roca y con acumulaciones moderadas de calcio, hierro, manganeso y arcilla. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son buenos con fines agrícolas y son usados intensamente. Los Cambisoles éutricos de la zona templada son muy productivos.

Figura 19. Cambisol.

Chernozem (CH)

Del ruso *cher,* negro, y *zemlja,* tierra.

Suelos de clima árido o semiárido, con una capa superficial gruesa, negra o muy oscura y rica en carbono orgánico, fértiles en magnesio, potasio y carbonatos en el subsuelo. La mayor extensión de Chernozems se encuentra en tres regiones: las sierras y llanuras de Durango, las llanuras de San Luis Potosí, Zacatecas y la Llanura Costera Tamaulipeca. Se emplean en la agricultura de riego o temporal y en el cultivo de pastizales.

Figura 20. Chernozem.

Cryosol (CR)

Del griego *Kraios*, frío, hielo.

Suelos afectados por el hielo, los minerales de este suelo están formados en un ambiente de permafrost. Las capas subsuperficiales (horizonte críico) se congelan de forma permanente, el agua ocurre en forma de hielo. Los procesos criogénicos son los procesos dominantes formadores de suelos en la mayoría de los Cryosoles. En México únicamente pueden localizarse en las montañas más elevadas.

Durisol (DU)

Del latín *durus,* duro.

Suelos con acumulación aluvial o coluvial de sílice, en México presentan una capa

endurecida conocida regionalmente como ‘tepetate’. Son muy susceptibles a la erosión hídrica. Algunas veces están afectados por sales y normalmente impiden el paso de las raíces después del medio metro de profundidad. Su distribución está en los Altos de Jalisco, las llanuras Tarahumara y de Ojuelos, así como en zonas erosionadas del estado de México y Tlaxcala. El uso más frecuente de estos suelos es el aprovechamiento de pastizales naturales o inducidos y eventualmente la agricultura de temporal.

Figura 21. Durisol.

Ferralsol (FR)

Del Latín *Ferrum y alumen*, alumbre.

Suelos tropicales rojos y amarillos con un alto contenido de sesquióxidos; tienen material fuertemente intemperizado sobre geoformas viejas pero estables; su desarrollo es más rápido sobre material intemperizado de rocas básicas que sobre material silíceo. Presentan buena profundidad, permeabilidad y microestructura estable, lo cual hace a los Ferralsoles menos susceptibles a la erosión que la mayoría de los suelos tropicales intensamente degradados.

Fluvisol (FL)

Del latín f*luvius,* río.

Suelos con abundantes sedimentos fluviales, marinos o lacustres en periodos recientes y que están tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras. Tienen buena fertilidad natural y son atractivos históricamente para los asentamientos humanos de nuestro país. Los Fluvisoles con influencia de marea son suelos ecológicamente valiosos en los que la vegetación original debe preservarse. Se localizan principalmente en las llanuras intermontanas y valles abiertos o ramificados de Coahuila, Nuevo León, Sonora y la Península de Baja California, así como en el área de influencia de los principales ríos de Sinaloa, Veracruz y Chiapas.

Figura 22. Fluvisol.

Gleysol (GL)

Del ruso *gley,* masa lodosa.

Suelos propios de humedales y que bajo condiciones naturales están afectados por agua subterránea en los primeros 50 cm de profundidad. Presentan manchas azul-verdosas o negruzcas que denotan presencia de sulfuro de hierro o metano. También presentan manchas rojas en el periodo seco cuando los agregados son expuestos al aire y el hierro es oxidado. El encalado y el drenaje combinados son prácticas que aumentan la disponibilidad de nutrientes y carbono orgánico, así como disminuyen la toxicidad por aluminio en el suelo. El área más extensa de Gleysoles se encuentra en los pantanos tabasqueños, la llanura costera veracruzana y hondonadas del estado de Campeche. Los Gleysoles son aprovechados en México como pastizales cultivados y por su extensión constituyen una fuente importante de carbono especialmente en la vegetación de tular, manglar y popal.

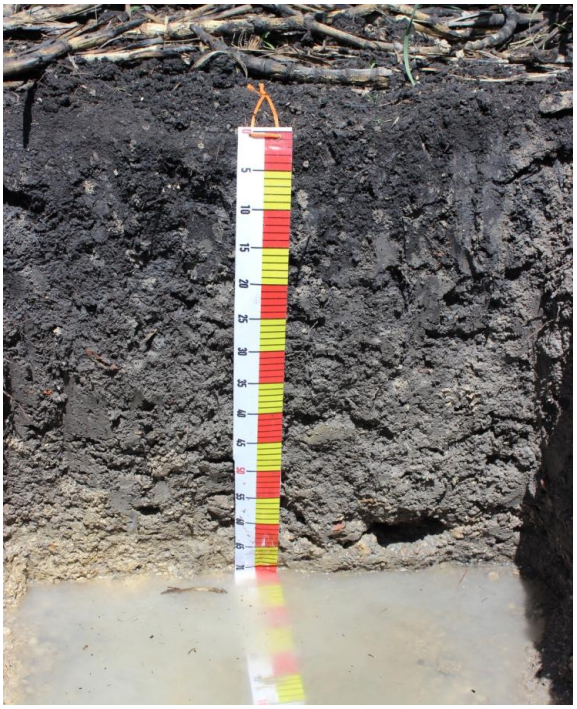


Figura 23. Gleysol.

Gypsisol (GY)

Del latín *gypsum, y*eso.

Suelos con más del 5% de yeso (sulfato de calcio) en por lo menos una capa de 15 cm de espesor. Se encuentran en las zonas más secas de los climas áridos. Los Gypsisoles situados en depósitos aluviales y coluviales jóvenes son mejor aprovechados para la agricultura por su contenido de yeso relativamente menor. Grandes áreas de estos suelos se usan para pastizales de bajo volumen. El agua de riego y el drenaje combinado son prácticas regularmente favorables. De lo contrario el riego provoca corrosión, formación de cuevas y subsidencia irregular de la superficie de la tierra. Estos suelos son representativos en el Bolsón de Mapimí y en llanuras desérticas en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. El campo de dunas de yeso más famoso en México se ubica en Cuatro Ciénegas, Coahuila.

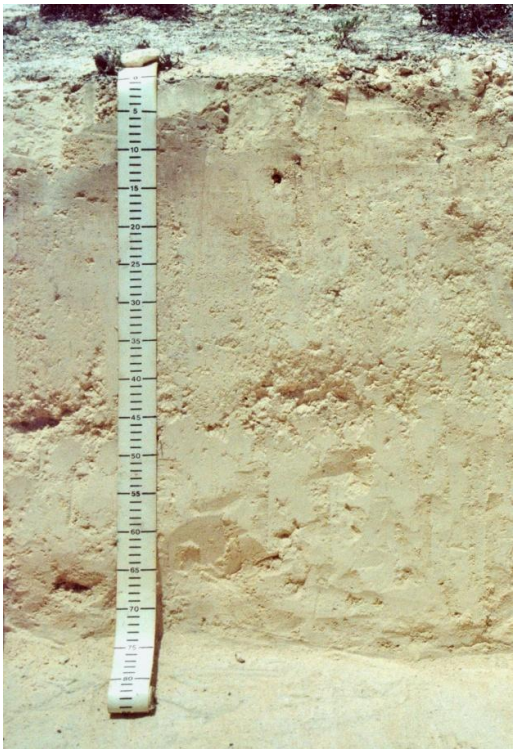


Figura 24. Gypsisol.

Histosol (HS)

Del griego *histos,* tejido.

Suelos con capas orgánicas de espesor mayor a 10 cm. Los restos orgánicos son acumulados en cualquier condición de humedad y presentan una concentración mayor al 18% de carbono orgánico. Son suelos de alto valor ecológico debido a sus propiedades de absorción de humedad.

Se localizan en las llanuras costeras inundables o con ciénegas de la península de Yucatán, especialmente bajo vegetación hidrófila, de petén y algunas selvas medianas subperennifolias. También pueden encontrarse como relictos en algunas regiones lacustres de Michoacán, Estado de México y Distrito Federal, soportando agricultura bajo sistema de riego. Se caracterizan por tener altas cantidades de hojarasca, fibras, madera o humus. Ocasionalmente huelen a podrido y presentan acumulación de salitre.

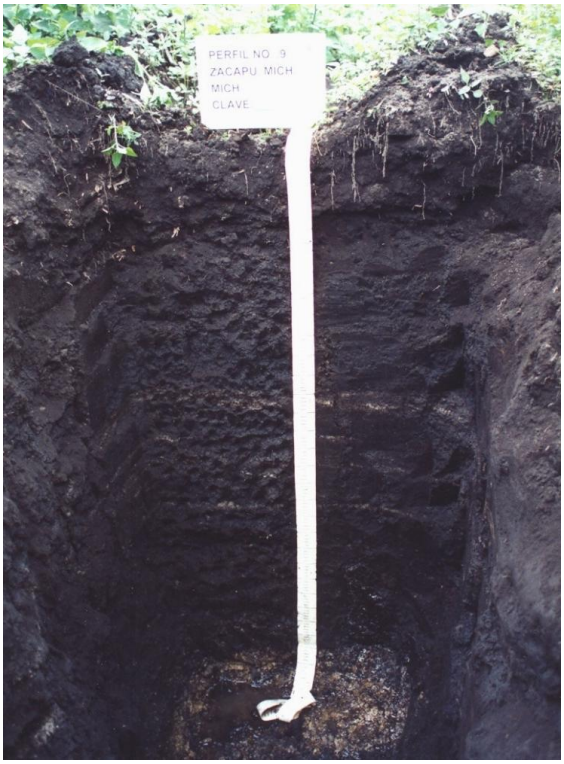


Figura 25. Histosol.

Kastanozem (KS)

Del latín *castanea,* castaño y del ruso *zemlja,* tierra.

Suelos de clima árido o semiárido, con una capa superficial gruesa de color pardo oscuro y rica en carbono orgánico, ricos en magnesio, potasio y carbonatos en el subsuelo. Requieren fertilizantes fosfatados y un buen programa de riego que evite riesgos de salinización. Son susceptibles a la erosión hídrica y eólica especialmente si son terrenos agrícolas en descanso o tierras de sobrepastoreo. Los Kastanozems se encuentran situados principalmente en el Bolsón de Mapimí, las llanuras de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. Tanto el clima como el uso principal de este suelo son similares al del Chernozem, aunque con una mayor proporción de matorrales desérticos de tipo micrófilo, tamaulipeco y rosetófilo.

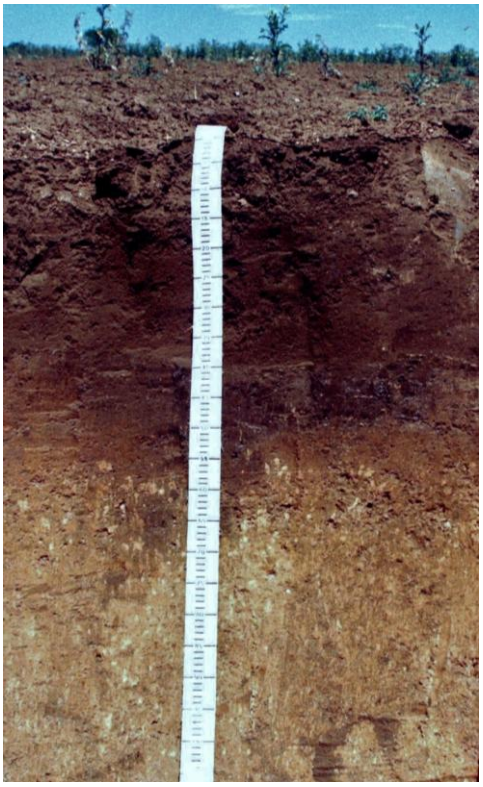


Figura 26. Kastanozem.

Leptosol (LP)

Del griego *leptos,* delgado.

Anteriormente están incluidos en el grupo de los *Litosoles*, del griego Lithos, piedra. Actualmente representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la sierra La Giganta, Del Burro, La Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta Oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

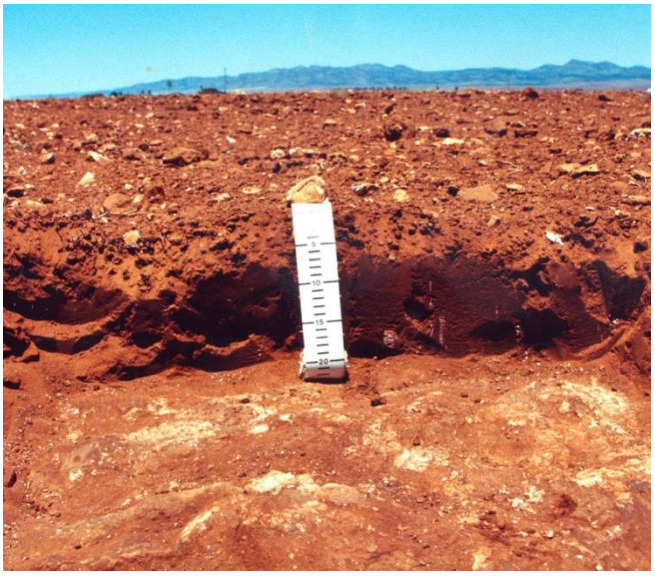


Figura 27. Leptosol.

Lixisol (LX)

Del latín *lixivia,* sustancias lavadas.

Suelos con arcillas de baja actividad que son fuertemente susceptibles a la erosión por deforestación. Requieren aplicación continua de fertilizantes cuando son destinados a la actividad agrícola. Los Lixisoles se encuentran en regiones cálidas templadas, tropicales y subtropicales, estacionalmente secas. Dichas áreas son comúnmente usadas para pastizales de bajo volumen. En México se encuentran en una zona transicional entre los Luvisoles y los Acrisoles.

Figura 28. Lixisol.

Luvisol (LV)

Del latín *luere,* lavar.

Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Los Luvisoles son

generalmente fértiles para la agricultura. Son el quinto grupo de suelos más extendido sobre nuestro país y su distribución abarca superficies de bosques de pino en la Sierra Madre Occidental, extensas áreas de profundidad limitada en la Mesa del Centro, así como importantes superficies de pastizal en la llanura costera del Golfo.

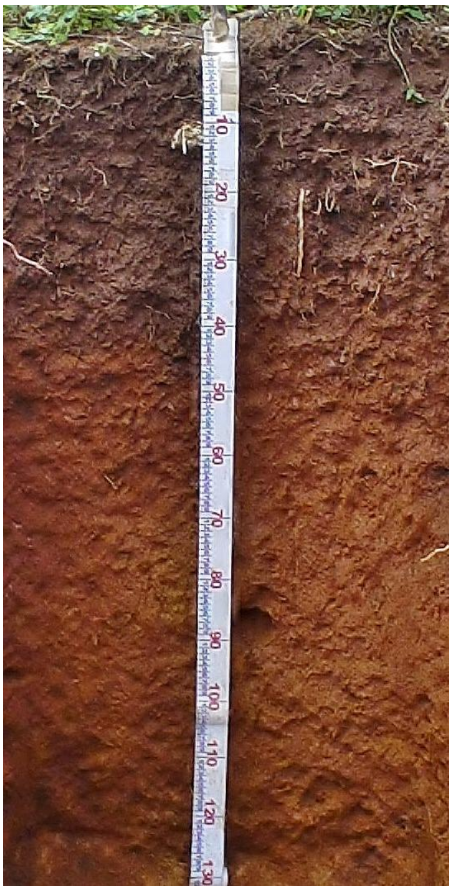


Figura 29. Luvisol.

Nitisol (NT)

Del latín *nitidus,* brillante.

Suelos tropicales profundos, intensamente rojos o amarillos, con arcillas de alta capacidad de retención de humedad y con agregados brillantes fuertemente estructurados. Pueden ser los suelos más productivos de los trópicos húmedos por su profundidad y capacidad de enraizamiento, son moderadamente estables frente a la erosión. Los Nitisoles se cultivan con éxito en plantaciones como: cacao, tabaco, café y caucho, especialmente aquellos fertilizados adicionalmente con fósforo. Su distribución en México está restringida a la zona volcánica nayarita y a las zonas más profundas del norte de Campeche y sur de Yucatán.

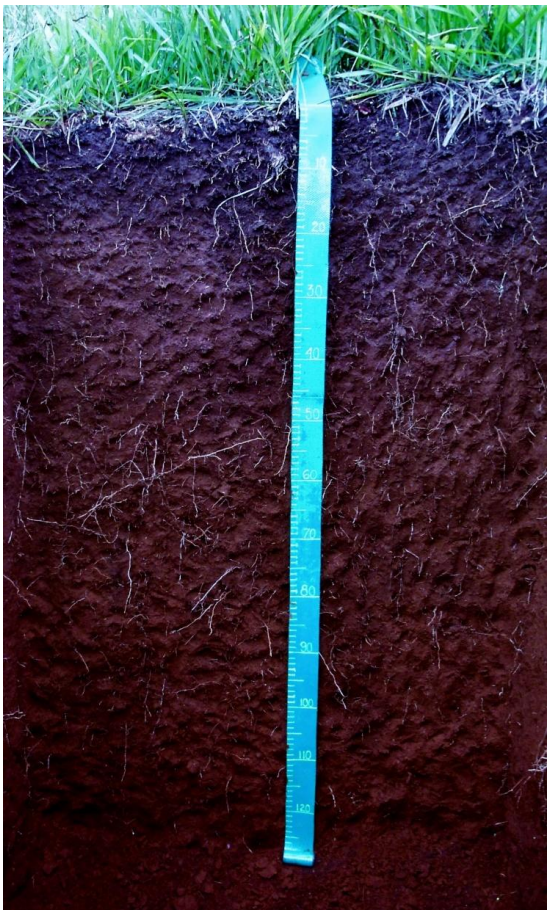


Figura 30. Nitisol.

Phaeozem (PH)

Del griego *phaios*, oscuro, y del ruso *zemlja*, tierra.

Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan

estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura, por ejemplo, en los Altos de Jalisco, las llanuras de Querétaro, Hidalgo y norte de Guanajuato, en la Gran Meseta Chihuahuense, al pie de la Sierra Madre Occidental y en numerosos valles del sur y sureste de México.

Figura 31. Phaeozem.

Planosol (PL)

Del latín *planus,* plano.

Suelos con un horizonte de textura gruesa abruptamente sobre un subsuelo denso y de textura más fina. Se encuentran típicamente en tierras planas de pastizales que durante algún periodo del año están cubiertas por agua. Presentan manchas rojas en la época de sequía. Son poco fértiles, comúnmente con arbustos dispersos y sistemas de raíces someros. Se distribuyen principalmente en las llanuras de piso cementado, llanuras de aluvión antiguo y extensas mesetas basálticas o escalonadas del estado de Jalisco y Aguascalientes. En México se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería de bovinos, ovinos y caprinos del centro y norte del país. Son muy susceptibles a la erosión.

Figura 32. Planosol.

Plinthosol (PT)

Del griego *plinthos,* ladrillo.

Suelos ricos en plintita. La plintita es una mezcla rica en óxidos de hierro y arcilla caolinítica que generalmente es pobre en humus y que en ambientes de humedad y sequía repetida forma nódulos, concreciones o cementaciones difíciles de romper. Su ubicación geográfica está enfocada al límite entre el trópico húmedo y subhúmedo. Presentan considerables problemas de manejo, son poco fértiles y limitan fuertemente el volumen

de enraizamiento cuando están endurecidos en el subsuelo. Desde el punto de vista económico son suelos valiosos para la cerámica y la industria de la construcción. Ocasionalmente constituyen reservas valiosas de hierro, aluminio, manganeso y titanio. En México se encuentran identificados en los estados de Chiapas y Tabasco.

Figura 33. Plinthosol.

Podzol (PZ)

Del ruso *pod*, por debajo, y *zola*, cenizas.

Suelos con un horizonte eluvial que tiene la apariencia de ceniza, con materiales intemperizados de roca silícea, depósitos aluviales y eólicos de arenas de cuarzo. Se encuentran principalmente en las zonas templadas y boreales del hemisferio Norte de tierras planas a montañosas y bosques de coníferas; en los trópicos húmedos bajo bosque ligero. Los Podzoles en regiones de latitudes altas tienen condiciones climáticas poco atractivas para la mayoría de usos de suelo agrícolas, en regiones templadas éstos se recuperan con mayor frecuencia para el uso cultivable. En México se han localizado de forma puntual únicamente en la sierra norte de Oaxaca, donde la precipitación supera los 4 000 mm anuales.

Regosol (RG)

Del griego *rhegos,* manta.

Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles.

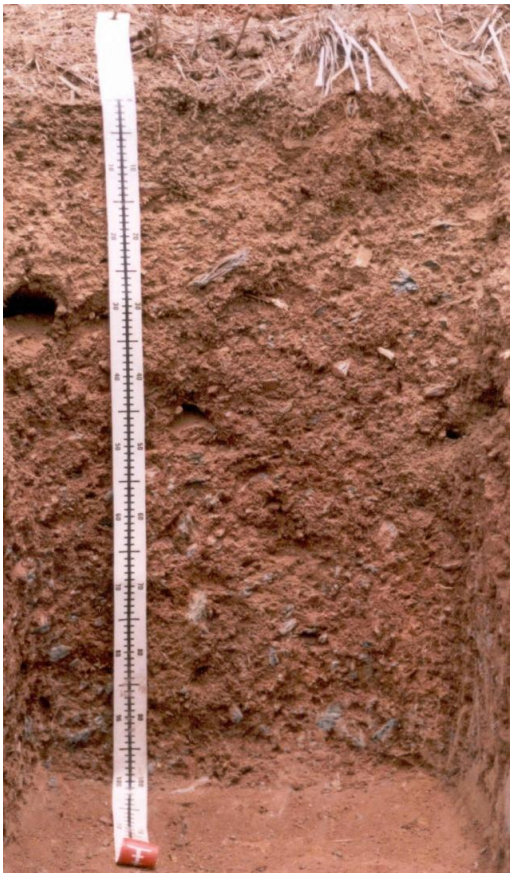


Figura 34. Regosol.

Retisol (RT)

Del latín *rete*, red.

Suelos de llanuras planas a onduladas bajo bosque de coníferas o bosque mixto. La capacidad agrícola de los Retisoles es limitada debido a su acidez, bajos niveles de nutrientes, problemas de labranza y drenaje; para muchos además, su posición típica en zonas con heladas severas durante un largo invierno. La ganadería es el principal uso de la tierra agrícola (producción de leche y cría de ganado); cultivos herbáceos (cereales, patatas, remolacha y maíz forrajero) desempeñan un papel menor. En México no existen registros.

Solonchak (SC)

Del ruso *sol,* sal y *chak,* zona salada.

Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formadas en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces precipitan en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Algunos métodos de control son el riego y uso de yeso combinado. Existen dos patrones de distribución principal: los Solonchaks de influencia marina, especialmente en los deltas del río grande de Santiago, Altar y San Sebastián Vizcaíno, diversos deltas de Sonora y Sinaloa. Los Solonchaks continentales con extrema evapotranspiración, por ejemplo: en la Laguna de Mayrán y las Sierras Transversales de la Sierra Madre Oriental; además de compartir los mismos tipos de vegetación que los Solonetz.

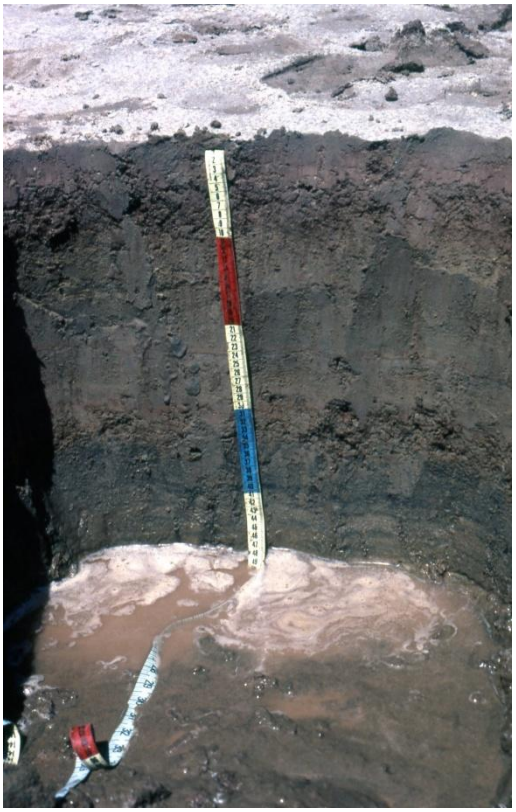


Figura 35. Solonchak.

Solonetz (SN)

Del ruso *sol,* sal y *etz,* expresado fuertemente.

Suelos fuertemente alcalinos, que presentan en el subsuelo capas endurecidas con estructura columnar o prismática y alto contenido de arcilla unido a niveles de sodio o magnesio intercambiable muy elevados para la mayoría de los cultivos agrícolas. Están relacionados con clima seco caluroso y con depósitos costeros con alta concentración de sodio. En México existen registros de Solonetz profundos asistidos por riego que tienen éxito agrícola; para ello ha sido necesario mejorar la estructura y porosidad a través de la aplicación de residuos orgánicos y riego con agua rica en calcio. Suelos representativos de las llanuras y médanos del norte de Chihuahua y de la Laguna de Mayrán en

Coahuila, donde el clima seco y la vegetación de tipo halófilo o áreas sin vegetación son dominantes.

Figura 36. Solonetz.

Stagnosol (ST)

Del latín *Stagnare*, inundación.

Suelos con agua retenida periódicamente, tienen una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo glaciar, depósitos aluviales, coluviales, materiales intemperizados; son más comunes en tierras planas, de regiones de climas templados o subtropicales con condiciones climáticas húmedas. El potencial agrícola de los Stagnosoles está limitado debido a su falta de oxígeno, resultante del estancamiento del agua por encima de un denso subsuelo. En la temporada de lluvias estos suelos son demasiado húmedos o bien pueden ser demasiados secos para la producción de cultivos en la estación seca. En México se identifican en algunas áreas de Tabasco.

Figura 37. Stagnosol.

Technosol (TC)

Del griego *technikos,* bien hecho.

Suelos dominados o fuertemente influenciados por todo tipo de material hecho o expuesto por la actividad humana que de otro modo no se produciría en la superficie de la tierra; la edafogénesis en estos suelos se ve fuertemente afectada por los materiales y su organización, se encuentra principalmente en áreas urbanas e industriales, donde la actividad humana ha propiciado la construcción de suelo artificial, sellado del suelo natural o la extracción de material. De este modo, las ciudades, carreteras, minas, basureros, derrames de petróleo, el carbón de depósito de cenizas y similares está incluido en Technosoles. Se ven fuertemente afectados por la naturaleza del material o de la actividad humana. Es probable que éstos contengan

más sustancias tóxicas que otros grupos de suelos y deben ser tratados con cuidado.

Figura 38. Technosol.

Umbrisol (UM)

Del latín *umbra,* sombra.

Suelos oscuros y ácidos en la superficie, de clima húmedo o subhúmedo, en ambiente montañoso. Son susceptibles a la erosión por efecto de la deforestación del bosque o selva. Estos suelos se encuentran usualmente en dos grandes regiones: altas de bosques templados y bajas en las llanuras costeras donde la precipitación es abundante.

Figura 39. Umbrisol.

Vertisol (VR)

Del latín *vertere,* dar vuelta.

Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen

buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas. Se encuentran frecuentemente en las zonas agrícolas de regadío del país, como los bajíos de Michoacán, Guanajuato y Campeche, la región de Chapala, la depresión de Tepalcatepec y las fértiles llanuras costeras de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz así como en llanuras intermontanas de San Luis Potosí y Tamaulipas.

Figura 40. Vertisol.

4.2 Calificadores de suelos

Abrúptico (ap)

Del latín *abruptus,* repentino.

Suelo que indica un fuerte contraste en aumento de la cantidad de arcilla en el interior. En algunos casos indica erosión extrema de la capa superficial.

Figura 41. Abrúptico.

Acérico (ae)

Suelo que tiene un pH ácido y presenta moteados en el primer metro de la superficie; esto es propio de suelos ricos en sales solubles (solo en Solonchaks).

Ácrico (ac)

Suelos que presentan un horizonte arcilloso dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo con una baja saturación de bases entre 50 y 100 cm de profundidad.

Acróxico (ao)

Suelos pobres en bases intercambiables en la tierra fina, más Al intercambiable, en una o más capas con un espesor combinado mayor o igual a 30 cm dentro de los primeros 100 cm de profundidad (sólo en *Andosoles*).

Aeólico (ay)

Suelo que tiene en la superficie una capa de al menos 10 cm de material depositado por el viento.

Álbico (ab)

Del latín *albus*, blanco.

Capas de textura gruesa, de color blanco o claro, sin estructura y que ocurre en suelos donde el agua se estanca y se desvía lateralmente sobre una capa endurecida o impermeable.

Figura 42. Álbico.

Alcálico (ax)

Característica que se encuentra en suelos que ocurren principalmente en las zonas áridas de México y que tienen pH mayor de 8.5 hasta los primeros 50 cm de profundidad.

Álico (al)

Suelo que tiene un horizonte subsuperficial arcilloso (por acumulación) en los primeros 100 cm de profundidad y un contenido de bases y aluminio muy bajo.

Aluándico (aa)

Suelo que tiene una o más capas con un espesor combinado de mayor o igual a 15 cm que contiene sílice y aluminio con características propias de suelos volcánicos.

Alúmico (au)

Suelo que tiene un contenido elevado de aluminio entre 50 y 100 cm y baja saturación de bases en la mayor parte del perfil.

Ándico (an)

Suelo que tiene dentro de los primeros 100 cm una o más capas resultado de la meteorización de materiales volcánicos con un espesor combinado mayor o igual a 30 cm (en Cambisoles mayor o igual a 7.5 cm).

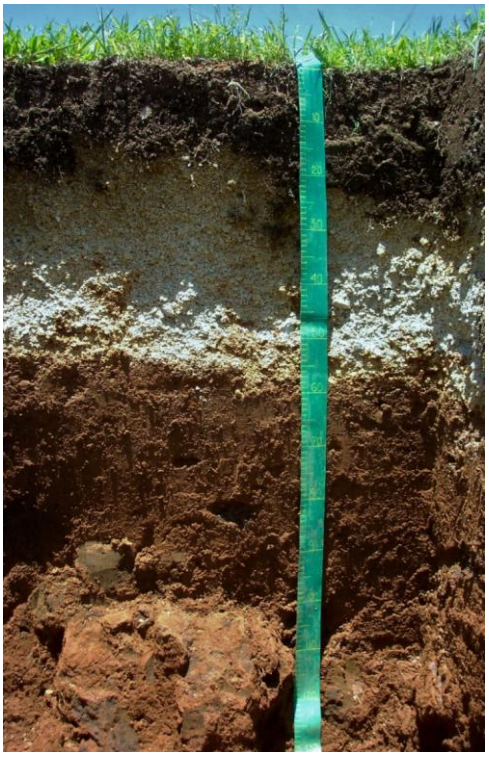


Figura 43. Ándico.

Antrácuico (aq)

Del griego *anthropos*, humano y del latín *aqua*, agua.

Suelo con horizonte superficial modificado por actividad humana al realizar cultivos en húmedo.

Ántrico (ak)

Suelo que tiene un horizonte oscuro modificado por actividad humana (arado, encalado o aplicación de fertilizantes).

Arcáico (ah)

Suelo con una capa de mayor o igual a 20 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm desde la superficie del suelo, con más de 20% de artefactos producidos por procesos pre-industriales, es decir, cerámicas, producción a mano (solo en Technosoles).

Arénico (ar)

Suelos con una capa gruesa de arena, generalmente mayor a 30 cm de espesor; tiene un drenaje excesivamente rápido y son bastante propensos a la erosión eólica cuando la capa arenosa está muy próxima a la superficie.

Figura 44. Arénico.

Árico (ai)

Suelo que presenta señales de arado a una profundidad de 20 cm.

Figura 45. Árico.

Arídico (ad)

Del latín *aridus*, seco.

Suelos con bajo contenido de carbono, color claro, evidencia de actividad eólica y son típicos de los climas secos de México. A diferencia de los suelos yérmicos o takyricos, los suelos arídicos no tienen abundantes fragmentos de rocas ni costras en formas de polígonos en la superficie.

Figura 46. Arídico.

Árzico (az)

Suelo que tiene agua freática rica en sulfatos, dentro de los primeros 50 cm desde la superficie (sólo en Gypsisoles).

Calcárico (ca)

Del latín *calcarius,* con cal.

Suelo con más de 2% de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.

Cálcico (cc)

Del latín *calxis*, calcáreo.

Horizonte o capa de suelo con más de 15% de carbonato de calcio o más de 5% de carbonatos secundarios al menos en 15 cm de espesor. Los carbonatos pueden estar dispersos o formar micelios, nódulos, concreciones o manchas. Se denominan hipercálcicos cuando tienen más de 50% de carbonatos de calcio o petrocálcicos cuando en el subsuelo se encuentra una capa cementada o compactada de carbonatos que la mayor parte de raíces no puede penetrar.

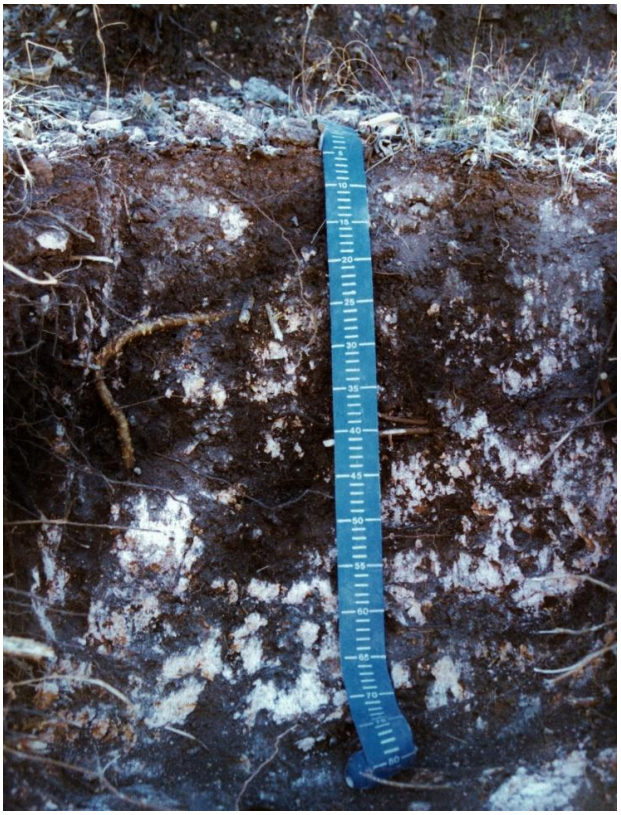


Figura 47. Cálcico.

Cámbico (cm)

Del latín *cambiare*, cambiar.

Suelo que tiene un horizonte subsuperficial que muestra evidencia de alteración edafogenéticos en un rango entre débil y relativamente fuerte y que ha perdido al menos, la mitad de la estructura del material parental de la fracción tierra fina.

Figura 48. Cámbico.

Capilárico (cp)

Suelo que tiene un horizonte con largos periodos de anegamiento, que propician capas de suelo con moteados de colores, diferentes al del suelo original.

Carbonático (cn)

Suelo que tiene un horizonte con alta concentración de sales solubles y pH igual o mayor de 8.5.

Carbónico (cx)

Suelo que tiene una capa mayor o igual a 10 cm de espesor, con al menos 20% (en masa) de carbono orgánico.

Figura 49. Carbónico.

Chérnico (ch)

Del ruso *chorniy*, negro.

Suelo que tiene un horizonte relativamente grueso, negruzco con alta saturación de bases, alta actividad biológica y un contenido de materia orgánica de moderado a alto.

Figura 50. Chérnico.

Cláyico (ce)

Suelo que tiene un horizonte igual o mayor a 30 cm de espesor dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo; presenta una clase textural arcillosa, arcillo arenosa, o limo arcillosa.

Clorídico (cl)

Suelo que tiene un horizonte con alta concentración de sales solubles y que contiene cloro en solución.

Colúmnico (cu)

Suelo que tiene un horizonte con estructura columnar, igual o mayor a 15 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm desde la superficie del suelo.

Figura 51. Colúmnico.

Colúvico (co)

Suelos que presentan material acumulado al pie de la pendiente por sedimentación; esto a causa de la gravedad y en ocasiones por erosión inducida por el hombre.

Crómico (cr)

Del griego *kromos*, color.

Suelo que tiene una capa de color roja de más de 30 cm de espesor.

Figura 52. Crómico.

Cutánico (ct)

Suelos con revestimientos de arcilla fácilmente reconocibles a la vista por su color rojo o pardo más acentuado que el resto del suelo.

Figura 53. Cutánico.

Dénsico (dn)

Suelo que tiene un horizonte que presenta compactación natural o artificial en los primeros 100 cm desde la superficie del suelo, en la medida en que las raíces no pueden penetrar, o lo hacen pero con gran dificultad.

Dístrico (dy)

Del griego *dys*, enfermo.

Suelo con un horizonte de baja saturación de bases. Generalmente el pH es ácido y permanece húmedo la mayor parte del año. Algunos cultivos tolerantes a esta condición son la fresa, café, manzano, membrillo, arroz, papa y tabaco.

Dolomítico (do)

Suelo que tiene dolomita (efervece fuertemente al 1 *M* HCl) entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua.*

Dráinico (dr)

Suelo que tiene un horizonte con drenaje artificial.

Dúrico (du)

Del latín *durus*, duro.

Suelo que tiene un horizonte subsuperficial que muestra nódulos o concreciones débilmente cementados o endurecidos por sílice.

Figura 54. Dúrico.

Ekránico (ek)

Suelo que tiene un horizonte de material como asfalto, concreto o una capa continua de piedras estructuradas por cualquier medio diferente al natural que empieza dentro de los 5 cm desde la superficie del suelo.

Escálico (ec)

Suelo que tiene terrazas hechas por el hombre.

Espólico (sp)

Suelo que tiene una capa mayor o igual a 20 cm de espesor, en los primeros 100 cm de la superficie del suelo, con 20% o más (en volumen, peso ponderado) de *artefactos* de los cuales en 35% o más (en volumen) son desecho industrial (jales de minas, dragados, escoria, cenizas, escombros, etcétera) (solo en Technosoles).

Esquelético (sk)

Suelos con un horizonte de más de 40% del volumen ocupado por piedras, gravas y guijarros dentro de los primeros 100 cm de profundidad. Se denomina hiperesquelético cuando el volumen ocupado de piedras, gravas y guijarros es mayor a 80% del volumen del suelo.

Figura 55. Esquelético.

Estágnico (st)

Suelo que tiene una capa mayor o igual a 25 cm de espesor, que no forma parte de un horizonte *hidrágrico* y que tiene:

- Propiedades *estágnicas* en la cual el área de colores reductimórficos más el área de colores oximórficos es mayor o igual a 25% del área total.
- Condiciones *reductoras* por algún tiempo durante el año en la mayor parte del volumen del suelo que tiene los colores reductimórficos dentro de los 75 cm desde la superficie del suelo mineral.

Figura 56. Estágnico.

Éutrico (eu)

Del griego *eu*, bueno.

Suelos saturados con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución. El estado éutrico puede considerarse un indicador adicional de buena fertilidad del suelo. Los suelos éutricos son característicos de clima seco o semiseco debido a la baja precipitación.

Evapocrústico (ev)

Suelos con costra salina de hasta 2 cm de espesor en la superficie; característica propia de suelos afectados por sal, principalmente de regiones costeras y de zonas climáticas áridas y semiáridas (solo en Solonchaks).

Ferrálico (fl)

Del latín *ferrum*, fierro y *alumen*, aluminio.

Suelo con un horizonte subsuperficial que resulta de un largo e intenso periodo de intemperización. Contiene minerales como óxidos de Fe, Al, Mn y Titanio (Ti) en la fracción arcilla. El contenido de estos minerales origina un horizonte de color rojizo o amarillento.

Férrico (fr)

Del latín *ferrum*, hierro.

Suelos con abundantes moteados de color amarillo o rojo, generados bajo alternancia de periodos secos y periodos muy húmedos. En otros casos puede deberse a la saturación de agua en horizontes inferiores que no tienen un buen drenaje.

Figura 57. Férrico.

Ferrítico (fe)

Suelo que tiene una capa mayor o igual a 30 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm desde la superficie, con 10% o más de Fe en la fracción tierra fina y no forma parte de un horizonte *petroplíntico*, *pisoplíntico* o *plíntico*.

Fíbrico (fi)

Suelo que tiene, después de cernido, dos terceras partes o más (por volumen) de ma-

terial *orgánico* que consiste en tejidos de plantas reconocibles, dentro de 100 cm de la superficie del suelo (solo en Histosoles).

Floático (ft)

Que tiene material orgánico flotando sobre el agua (solo en Histosoles).

Flúvico (fv)

Del latín *fluvius*, río.

Suelo con horizonte producto de sedimentación fluvial, marina o lacustre; tiene material que muestra estratificación visible.

Figura 58. Flúvico.

Fólico (fo)

Del latín *folium*, hoja.

Suelo con horizonte superficial o subsuperficial que ocurre a poca profundidad, formado por materia orgánica bien aireada, con periodos de saturación con agua y tiene un mínimo de 10 cm de espesor.

Fráctico (fc)

Suelo con horizonte de al menos 10 cm de espesor, en los primeros 100 cm de profundidad y está formado por remanentes de un horizonte fracturado, cementado o endurecido.

Frágico (fg)

Del latín *frangere*, romper.

Suelo con un horizonte subsuperficial natural, no cementado, en el cual las raíces y el agua pueden penetrar sólo a lo largo de estrías o de las caras estructurales.

Fúlvico (fu)

Del latín *fulvus*, amarillo oscuro.

Suelo con un horizonte grueso y oscuro, que contiene materia orgánica humificada. Este calificador se obtiene por laboratorio.

Gárbico (ga)

Suelo que tiene una capa mayor o igual a 20 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm de profundidad, con 20% o más de artefactos; 35% o más corresponde a desperdicios de material orgánico (solo en Technosoles).

Gélico (ge)

Suelo que tiene una capa con una temperatura de menor o igual a 0 °C por al menos 2

años consecutivos, y que comienza en los primeros 200 cm de la superficie del suelo.

Gípsico (gy)

Del griego *gypsum*, yeso.

Suelo con un horizonte que contiene más del 5% de yeso en diversas formas (primario y secundario): manchas, vetas, pseudomicelios, cristales, revestimientos o acumulaciones pulverulentas. Si bien el yeso es más soluble que el carbonato de calcio, los suelos con yeso regularmente están cerca de los suelos salinos o ricos en carbonatos.

Figura 59. Gípsico.

Gipsírico (gp)

Suelos que contienen más del 5% de yeso primario (sin yeso en forma secundaria), en todo el perfil entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua,* material *técnico duro* o una capa cementada o endurecida.

Gléyico (gl)

Del ruso *gley*, masa de suelo.

Suelos saturados de agua o recientemente drenados que presentan manchas de diverso matiz y luminosidad, notables a la vista sobre las caras del suelo o entre los poros abiertos por las raíces o lombrices, como consecuencia de una gran distribución de hidróxidos de hierro y manganeso en dichos lugares. Las manchas verdes o azules reflejan condiciones de permanente inundación. Las negras reflejan materiales ricos en azufre o manganeso. Los colores verde azulado y negro son inestables y con frecuencia se oxidan a pardo rojizos a las pocas horas de exposición al aire.

Figura 60. Gléyico.

Glósico (gs)

Que tiene una *lengua albelúvica* que empieza en los primeros 100 cm de la superficie del suelo.

Greyzémico (gz)

Suelo que tiene granos de limo y arena no revestidos sobre las caras estructurales en la mitad inferior de un horizonte mólico.

Grosartefáctico (gx)

Suelo que tiene fragmentos gruesos que cumplen los criterios de *artefactos,* ocupando el 40% o más (por volumen), en una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo o hasta *roca continua,* material *técnico duro* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad (solo en Technosoles).

Grúmico (gm)

Suelos con una capa superficial de estructura de tamaño fino. Aplica sólo en Vertisoles para diferenciar aquellos que han sido intensamente laboreados en la superficie.

Háplico (ha)

Suelos sin desarrollo que no presentan rasgos de evolución o calificador de suelo notable.

Hémico (hm)

Suelo con un horizonte que tiene menos de dos tercios y un sexto o más (por volumen) de *materia orgánica,* que consiste en tejido vegetal reconocible dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo (solo en Histosoles).

Hidrágrico (hg)

Suelo que presenta un horizonte antrácuico y un horizonte hidrágrico directamente subyacente, dentro de los primeros 100 cm desde la superficie del suelo.

Hídrico (hy)

Suelo que tiene una capa con un espesor combinado mayor o igual a 35 cm con un contenido de agua igual o superior a 100% dentro de los primeros 100 cm de la superficie (solo en Andosoles).

Hidrofóbico (hf)

Suelo con una capa repelente al agua, es decir, el agua permanece en la superficie seca del suelo 60 segundos o más (solo en Arenosoles).

Hístico (hi)

Del griego *histos*, tejido.

Suelos con una capa mayor a 10 cm, constituida de material orgánico saturado con agua la mayor parte del año a menos que tenga drenaje artificial. Tienen más del 12% de carbono orgánico.

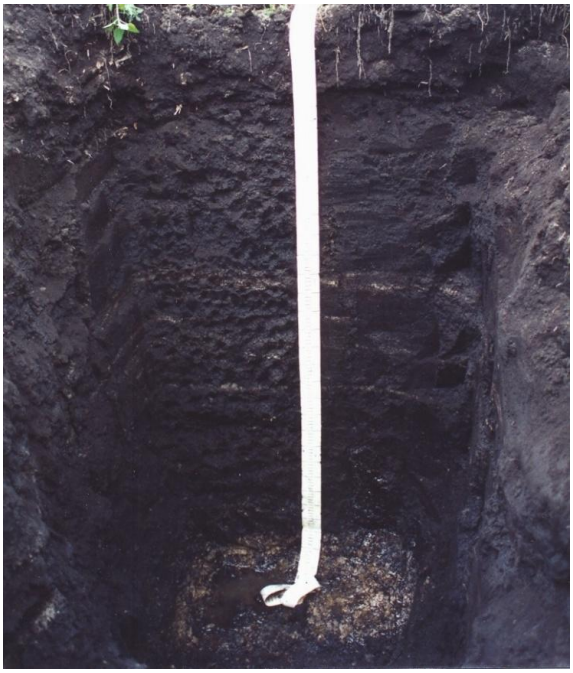


Figura 61. Hístico.

Hórtico (ht)

Del latín *hortus*, jardín.

Suelo con horizonte mineral superficial, que resulta de actividades humanas, muy fértil, producto de laboreo profundo, intensa fertilización y/o aplicación de abono, desechos de cocina, composta, etcétera.

Húmico (hu)

Del latín *humus,* tierra.

Suelos ricos en carbono orgánico que tienen en promedio 1% o más en los primeros 50 cm de profundidad. Cuando tiene más de 5% se denomina hiperhúmico. En caso de Leptosoles debe contener 2% o más.

Figura 62. Húmico.

Imísico (im)

Suelo que tiene, en la superficie, una capa de 10 cm o más de espesor, con 20% de polvo sedimentado recientemente, hollín o cenizas que cumplen con los criterios de *artefactos*.

Inclínico (ic)

Suelo que tiene una inclinación de la pendiente mayor o igual a 5% y un flujo de agua subterránea.

Irrágrico (ir)

Del latín *irrigare*, regar.

Suelo con un horizonte superficial, resultado de actividades humanas que se forma gradualmente debido a la aplicación constante de agua de riego.

Lamélico (ll)

Suelo que tiene lamelas o laminillas de arcilla (mayor o igual a 0.5 cm y menos de 7.5 cm de espesor) con un espesor combinado mayor o igual a 15 cm, dentro de los primeros 100 cm de profundidad.

Lapiádico (ld)

Suelo que tiene en la superficie *roca continua* que presenta características de disolución (regueras, ranuras de 20 cm o más de profundidad) y cubriendo entre el 10% y el 50% de la superficie (solo en Leptosoles).

Láxico (la)

Suelo que tiene una densidad aparente 0.9 kg dm-3 o menos, en una capa de suelo mineral de 20 cm o más de espesor, entre 25 y 75 cm desde la superficie del suelo mineral.

Léptico (le)

Del griego *leptos,* roca.

Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epiléptico (0-49cm) o endoléptico (50-100 cm).

Figura 63. Léptico.

Lígnico (lg)

Suelo que tiene inclusiones de fragmentos de madera que conforman al menos 25% del volumen del suelo, dentro de los primeros 50 cm desde la superficie del suelo (solo en Histosoles).

Límnico (lm)

Suelo que tiene una o más capas con material *derivado* de algas y diatomeas, con un espesor combinado mayor o igual a 10 cm dentro de los primeros 50 cm de la superficie del suelo.

Lítico (li)

Del griego *lithos*, piedra.

Suelos limitados por roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso que se denomina nudilítico y tecnolítico.

Figura 64. Lítico.

Líxico (lx)

Suelo con un horizonte arcilloso entre 50 y 100 cm de profundidad, con una CIC de la arcilla menor de 24$cmol_c$ kg^{-1} y saturación de bases de 50% o más.

Loámico (lo)

Horizonte de espesor mínimo de 30 cm que tiene una textura franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso, franco arcilloso o franco arcillo limosa dentro de los primeros 100 cm de profundidad.

Lúvico (lv)

Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. La arcilla es de alta actividad en CIC (mayor de 24cmol$_c$ kg^{-1}), lo que representa buenas posibilidades de fertilidad para la agricultura en general.

Figura 65. Lúvico.

Magnésico (mg)

Suelo que tiene una relación Ca-Mg intercambiable de menos de 1, en la mayor parte dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua*, material *técnico duro* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Manganiférrico (mf)

Suelo que tiene un horizonte *férrico* que empieza dentro de los primeros 100 cm de la superficie y tiene 50% o más de nódulos o moteados negros.

Figura 66. Manganiférrico.

Máwico (mw)

Suelo que tiene materia orgánica directamente por encima de fragmentos gruesos, intersticios los cuales también están llenos de materia orgánica (solo en Histosoles).

Mázico (mz)

Indica que el suelo tiene una estructura muy dura y de gran tamaño; la mayor parte de los Vertisoles en México tiene esta particularidad.

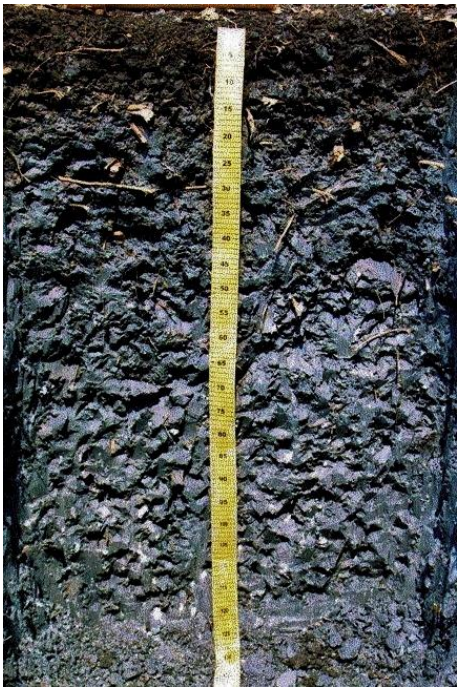


Figura 67. Mázico.

Melánico (ml)

Suelo que tiene un horizonte con materia orgánica altamente humificada menor o igual a 30 cm desde la superficie del suelo (solo en Andosoles).

Mesotrófico (ms)

Vertisol con saturación de bases, 75% o menos, en los primeros 20 cm superficiales (solo en Vertisoles).

Minerálico (mi)

Suelo con un horizonte de material mineral con espesor mínimo de 20 cm, que se encuentra entre dos horizontes o capas de suelo orgánico dentro de los primeros 100 cm de profundidad.

Mólico (mo)

Del latín *mollis*, suave.

Suelo con un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta; 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm o más, en los demás grupos.

Figura 68. Mólico.

Nátrico (na)

Suelo con un horizonte o capa de suelo rico en sodio y magnesio intercambiable (15% de saturación de sodio como mínimo), con un pH mayor de 8.5, el cual presenta estructura densa y forma columnar o prismática, con cabezas redondeadas y de color blancuzco. Son poco permeables, duros o extremadamente duros en seco y no tienen buen drenaje en general.

Figura 69. Nátrico.

Nécico (ne)

Suelo que tiene granos minerales de limo o arena no revestidos en una matriz más oscura, en algún lugar dentro de los primeros 5 cm de la superficie del suelo.

Nítico (ni)

Del latín *nitidus*, brillante.

Suelo con un horizonte subsuperficial con un mínimo de 30% de arcilla y baja concentración de limo. Se puede apreciar caras de agregados del suelo brillantes; los colores pueden ser de rojizos a amarillentos.

Figura 70. Nítico.

Nóvico (nv)

Suelo con un horizonte de 5 a 50 cm de espesor que está sobre un suelo sepultado. Aplica para aquellos horizontes que fueron depositados por efecto del aire, abanicos aluviales, por acción de la pendiente o por actividad humana.

Ócrico (oh)

Suelo que tiene un horizonte mineral superficial, con 10 cm o más de espesor con 0.6% o menos de *carbono orgánico*.

Oxiácuico (oa)

Suelo saturado con agua rica en oxígeno durante un periodo mayor o igual a 20 días

consecutivos y no tiene propiedades gléyicas o estágnicas en cualquier capa dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo.

Páquico (ph)

Suelo que tiene un horizonte mólico o úmbrico, con 50 cm o más de espesor.

Figura 71. Páquico.

Pélico (pe)

Vertisol que tiene un color negro o café oscuro.

Figura 72. Pélico.

Pétrico (pt)

Del griego *petros*, roca.

Suelo con una capa cementada o fuertemente compactada que inicia dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo. En México se distinguen cuatro formas de cementación: a) de carbonato de calcio (petrocálcico), b) de sílice (petrodúrico), c) de yeso (petrogypsico) y d) de cloruro de sodio y magnesio (petrosálico). Los suelos pétricos no tienen estructura o pueden semejar una estructura laminar. No se disgregan en agua durante tiempo prolongado y no pueden ser penetrados por barrenos o palas. Tienen un espesor mínimo de 10 cm. Cuando una cementación o compactación es localizada en cualquiera de los grupos Durisol, Calcisol, Gypsisol o Solonchak, se escribe solamente el valor “pétrico”, debido a que el material constituyente va implícito en el nombre del grupo de suelo. Si están presentes, tienen un

espaciamiento horizontal promedio mayor o igual a 10 cm y ocupan menos de 20% (en volumen).

Plácico (pi)

Suelo que tiene una capa, entre 0.1 y 2.5 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo, que está cementada o endurecida por una combinación de materia orgánica, Fe, Mn y/o Al y es continua a lo largo de las fracturas verticales.

Plíntico (pl)

Del griego *plinthos*, ladrillo.

Suelos con una mezcla rica en Fe (en algunos casos rico en Mn), pobre en humus, de arcilla caolinítica, con cuarzo y que cambia a una capa con nódulos o concreciones extremadamente duras de romper, cuando son expuestas a la intemperie.

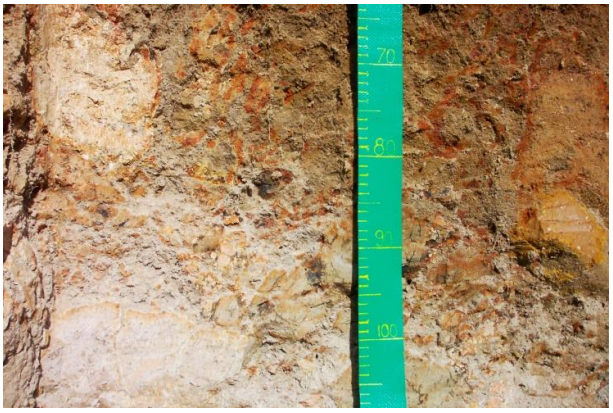


Figura 73. Plíntico.

Profóndico (pn)

Suelo que tiene un horizonte arcilloso dentro de los primeros 150 cm de la superficie.

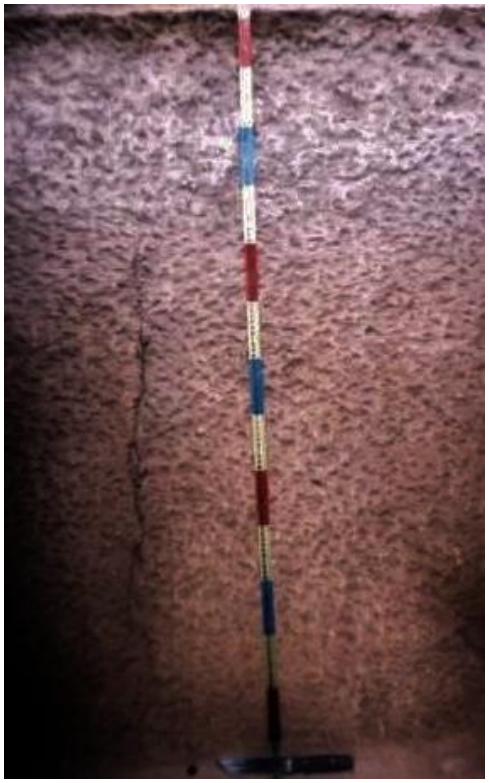


Figura 74. Profóndico.

Prótico (pr)

Suelo sin desarrollo; no tiene ninguna característica adicional sobresaliente.

Púfico (pu)

Suelo que tiene un horizonte superficial que muestra una costra esponjada (hacia arriba) por cristales de sal (solo en Solonchaks).

Redúctico (rd)

Suelo que tiene *condiciones reductoras*, en 25% o más del volumen de la tierra fina dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo, causada por emisiones gaseosas; por ejemplo, metano o de dióxido de carbono o causado por intrusión de líquidos, como gasolina.

Régico (rg)

Suelo que tiene un horizonte *hórtico, irrágrico, plágico, prético, o térrico*, mayor o igual a 150 cm de espesor (solo en Antrosoles).

Réico (rh)

Suelo que tiene un horizonte hístico predominantemente saturado con agua subterránea o el agua que fluye de la superficie (solo en Histosoles).

Réndzico (rz)

Indica que existe un suelo con un horizonte mólico que está directamente por encima de una capa rica en carbonato de calcio (40% o más). Cuando el horizonte mólico es menor de 20 cm se denomina someriréndzico.

Figura 75. Rendzico.

Rético (rt)

Del latín *rete*, nido.

Suelo con un horizonte arcilloso y con sodio, en el cual se aprecian inclusiones de material muy claro y de textura más gruesa en el primer metro de profundidad.

Róckico (rk)

Suelo que presenta un horizonte que tiene materia orgánica directamente sobre roca continua o material técnico duro (solo en Histosoles).

Ródico (ro)

Suelo con una capa de 30 cm o más, extremadamente rojo, más rojo que los suelos con calificador crómico.

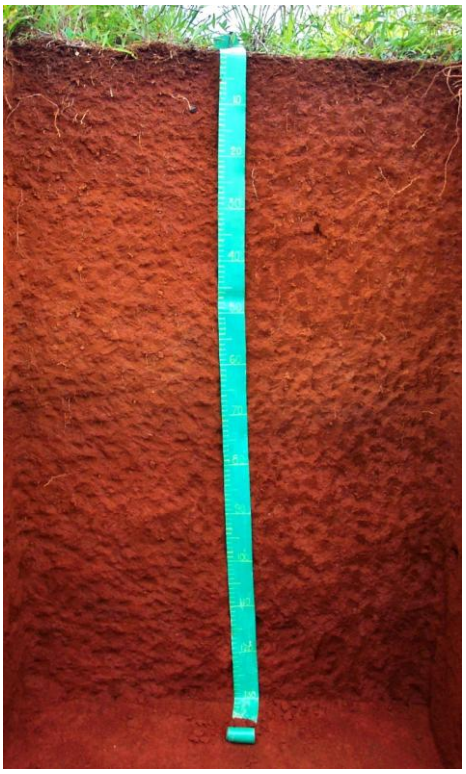


Figura 76. Ródico.

Rúbico (ru)

Suelo con una capa subsuperficial dentro de los primeros 100 cm de la superficie, de mayor o igual a 30 cm de espesor, con un color hue Munsell más rojo que 10YR y/o un croma de mayor o igual a 5; ambos húmedos (solo en Arenosoles).

Rúptico (rp)

Suelos con discontinuidad litológica dentro de los primeros 100 cm de profundidad; se refleja en un cambio abrupto de la textura o la pedregosidad en el suelo, derivado fundamentalmente de eventos geológicos acentuados.

Sálico (sz)

Del latín *sal*, sal.

Suelos con enriquecimiento de sales de 15 cm o más de espesor. Las sales son fácilmente solubles en agua y precipitan sólo después de la evaporación de la mayor parte de la humedad del suelo. Si el suelo está húmedo las sales pueden no estar visibles. La salinidad se mide en función a la conductividad eléctrica (CE) del suelo. Se dice sálico (sz) cuando la concentración de sales es mayor de 15 dS/m, y 8 dS/m, si tiene un pH mayor a 8.5; protosálico (qz) cuando la concentración de sales es moderada, mayor o igual 4 dS/m e hipersálico (jz) cuando la concentración es extremadamente alta, mayor de 30 dS/m.

Figura 77. Sálico.

Sáprico (sa)

Suelo con una capa que, después de frotado, tiene menos de un sexto (en volumen) de material orgánico, que consiste en tejido vegetal reconocible dentro de los primeros 100 cm de la superficie (solo en Histosoles).

Siderálico (se)

Del griego *sideros*, hierro y el latín, *alumen*, aluminio.

Suelo que tiene un horizonte subsuperficial mineral, con una baja CIC (menor de 4 $cmol_c$ kg^{-1}).

Silándico (sn)

Suelo que tiene una o más capas con un espesor combinado de 15 cm o más, con propiedades *ándicas* y un contenido de Si_{ox}, mayor o igual a 0.6% o un Al_{py}/Al_{ox} de menos de 0.5, dentro de los primeros 100 cm de la superficie (solo en Andosoles).

Síltico (sl)

Suelos con una capa limosa, generalmente con más de 40% de limo y con un espesor de 30 cm o más, dentro de los primeros 100 cm de la superficie.

Sódico (so)

Suelos con una capa de 20 cm o más con 6% de sodio o 15% de concentración de sodio más magnesio, dentro de los primeros 100 cm de profundidad.

Argisódico (as). Tiene un horizonte árgico con 15% o más de saturación

de sodio más magnesio y más del 6% corresponde al sodio intercambiable en los primeros 40 cm.

Protosódico (qs). Tiene una capa de 20 cm o más dentro de los primeros 100 cm de profundidad, con más del 6% de sodio intercambiable.

Figura 78. Sódico.

Somérico (si)

Suelo que tiene un horizonte *mólico* o *úmbrico*, de menos de 20 cm de espesor.

Subacuático (sq)

Suelo sumergido permanentemente bajo el agua, no más profundo de 200 cm.

Sulfídico (sf)

Del latín *sulpur*, azufre.

Suelo con un horizonte que a menudo ofrece brillo dorado por el contenido de pirita, pero es inestable ya que oscurece debido a la exposición del mismo. Debido al ácido sulfúrico presente, es posible notar un olor a "huevos podridos".

Takyrico (ty)

Del uzbeko *takyr*, tierra yerma.

Suelos con una costra superficial de estructura masiva o laminar, propia de sitios áridos, con inundación periódica y que presentan grietas de 2 cm o más de profundidad, cuando están secas.

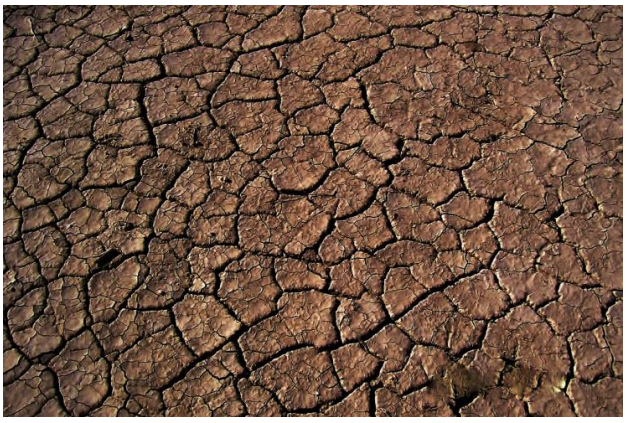


Figura 79. Takyrico.

Técnico (te)

Suelo con un horizonte con al menos 10% del volumen de artefactos, creados o modificados por humanos de manera artesanal o industrial como ladrillos, cerámica, vidrio, desecho industrial, basura, productos derivados de petróleo, desechos o jales de minas, etcétera.

Téfrico (tf)

Del griego *tephra*, ceniza acumulada.

Suelos con abundante ceniza, lapilli, pómez, brecha volcánica y cualquier otro producto no consolidado de erupción volcánica.

Tidálico (td)

Suelo inundado por la marea pero no cubierto por el agua durante la marea baja media.

Tixotrópico (tp)

Suelo que contiene alguna capa, dentro de los primeros 50 cm de la superficie del suelo; material que cambia, bajo presión o por frotamiento, a partir de un sólido plástico a una etapa licuificada y de vuelta a la condición sólida.

Tónguico (to)

Suelo que muestra lenguas de un horizonte *chérnico, mólico o úmbrico* dentro de una capa subyacente.

Tóxico (tx)

Suelo con un horizonte dentro de los primeros 50 cm de profundidad, con concentraciones tóxicas de sustancias orgánicas o inorgánicas, o radioactividad peligrosa para los humanos.

Transpórtico (tn)

Suelo con un horizonte de al menos 20 cm de espesor, producto de actividad humana intencional, por lo general con ayuda de maquinaria, sin el soporte de fuerzas naturales.

Úmbrico (um)

Del latín *umbra*, sombra.

Suelo con propiedades semejantes al mólico pero mucho más ácido. Tiene un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta. Saturación de bases menor de 50%. El espesor requerido para calificar como úmbrico depende de la profundidad total del suelo: 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm en los demás grupos de suelo.

Figura 80. Úmbrico.

Úrbico (ub)

Suelo con un horizonte de menos 20 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm de profundidad que contiene artefactos y de los cuales una tercera parte son escombros y basura de asentamientos humanos.

Utérquico (uq)

Suelo que tiene una capa con propiedades *gléyicas* dominantes y algunas partes con propiedades *estágnicas.*

Vértico (vt)

Del latín *vertere* dar vuelta.

Suelos con más de 30% de arcilla expandible (con abundantes grietas en seco) en algún horizonte de 25 cm de espesor. Tienen alta fertilidad y están asentados en las zonas agrícolas más productivas del país: Sinaloa, Veracruz, Tamaulipas, Querétaro y Guanajuato, por mencionar algunos.

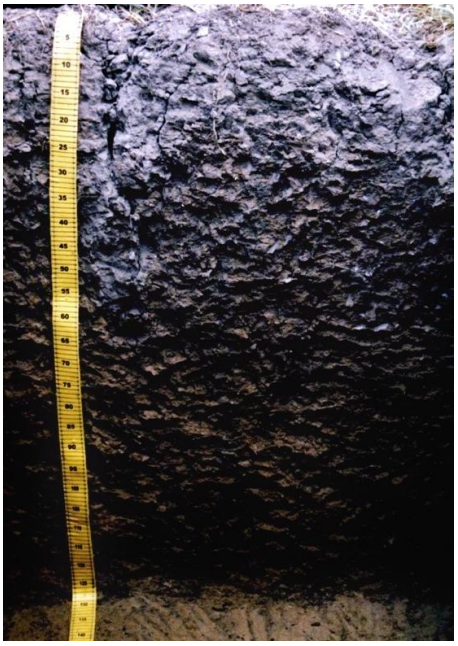


Figura 81. Vértico.

Vítrico (vi)

Del latín *vitrum*, vidrio.

Suelos con abundante vidrio volcánico y otros minerales derivados de erupciones recientes.

Figura 82. Vítrico

Yérmico (ye)

Del español *yermo*, desierto.

Suelos de clima árido con abundantes fragmentos de rocas en la superficie gastadas por el viento.

Figura 83. Yérmico.

5. Aplicaciones de la información edafológica

La cartografía edafológica que genera el INEGI tiene en la práctica un sinnúmero de aplicaciones, entre las que podemos destacar las encaminadas a la investigación, educación, actividades de programación y proyectos específicos como son de ingeniería civil, por mencionar algunos.

Como ejemplos de investigación podemos citar los estudios sobre degradación de los suelos en donde es común la utilización de variables edáficas para evaluar la productividad.

Insumo principal para derivar otros mapas temáticos, como lo es uso potencial del suelo (agrícola, pecuario y forestal)

Para identificar los terrenos de mayor potencial agrícola y buscar con ello aumentar la producción de alimentos.

Figura 84. Aplicación de información edafológica 1.

Para identificar los terrenos con problemas de salinidad y sodicidad, en donde es necesario mejorar la utilización de prácticas de manejo: uso de mejoradores de suelo, hacer eficiente el uso del agua de riego.

Estudios sobre tecnologías de suelos que permitan reemplazar y reducir la aplicación de fertilizantes comerciales y técnicas alternativas de cultivos.

Para conocer la permeabilidad de los terrenos y así realizar obras que permitan el libre drenaje de los suelos.

Para elaborar mapas de fases físicas (pedregosa y gravosa) a nivel de superficie, las cuales afectan la utilización de maquinaria agrícola.

Para elaborar mapas de fases químicas (salinidad y sodicidad), las cuales afectan en menor o mayor parte la productividad de los cultivos que en ella se desarrollan.

Como herramienta en los estudios de diagnósticos de sustentabilidad y ordenamiento ecológico a escala regional.

Ejemplo: para reforestar un área, la selección del tipo de plantas con las que se deben poblar va a depender del conocimiento que se tenga de la profundidad del suelo para penetración de las raíces y las propiedades químicas: ácidos, alcálicos, presencia o ausencia de carbonatos, arcillosos, arenosos, etcétera.

Como es de todos sabido, las rocas también constituyen parte del sustrato en que se construyen las obras de ingeniería civil (presas, carreteras, construcciones, etcétera), del conocimiento que se tenga del tema, se seleccionará el tipo de maquinaria que habrá de usarse, las características que deben tener las cimentaciones o basamentos de las construcciones y la localización de los lugares de donde se puedan extraer los materiales complementarios (bancos de material) a los otros elementos usados en la construcción.

Figura 85. Aplicación de información edafológica 2.

Por otra parte, la Carta Edafológica Serie III está en proceso de producción y su información estará desagregada en formato 1:250 000, integrada en un solo continuo nacional del cual podrán derivarse 122 cartas impresas.

Figura 86. Conjuntos de datos 1:250 000.