

**MANUAL SOTER**

**PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOPIACION DE MAPAS DIGITALES**

**DE ESCALA PEQUEÑA Y BASE DE DATOS DE CARACTERISTICAS**

**DE SUELOS Y TERRENO**

**Editores:**

**V.W.P. van Engelen  
J.H.M. Pulles**

**4<sup>a</sup> Edición  
Mayo 1991**



**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA Y INFORMACION EN SUELOS**

**MANUAL SOTER**  
**PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOPIACION DE MAPAS DIGITALES**  
**DE ESCALA PEQUEÑA Y BASE DE DATOS DE CARACTERISTICAS**  
**DE SUELOS Y TERRENO**

Editores:  
V.W.P. van Engelen  
J.H.M. Pulles  
Traducción: W.L. Peters

4<sup>ta</sup> Edición  
Mayo 1991

**CENTRO INTERNATIONAL DE REFERENCIA Y INFORMACION EN SUELOS**  
**WAGENINGEN, THE NETHERLANDS**



# CONTENIDO

RESEÑA HISTORICA .....	v
PARTE I SUELOS Y TERRENO .....	1
1. Introducción .....	1
2. La aproximación de SOTER .....	3
2.1. Criterios de diferenciación .....	3
2.2. Conjunto universal de datos de suelos y terreno .....	7
2.3. La aproximación SOTER a escalas mas grandes .....	7
3. Estructura de la base de datos SOTER .....	9
3.1. Terreno .....	11
3.2. Componente de terreno .....	11
3.3. Suelo .....	12
4. Reglas adicionales de SOTER .....	15
4.1. Códigos de unidad SOTER (SU) .....	15
4.2. Tamaño mínimo de la SU .....	15
4.3. Número de componentes .....	16
4.4. Perfiles de suelo representativos .....	16
4.5. Tipos de atributos .....	16
4.6. Procedimientos de actualización .....	17
5. Codificación de atributos .....	19
5.1. Terreno .....	19
unit_id SOTER (19); fecha de recolección (19); forma regional de tierra (19); elevación mínima (20); elevación máxima (20); intensidad de relieve (21); profundidad de entalle (21); pendiente de entalle (21); superficie cubierta por entalle (21); litología general (21); superficie de agua permanente (22); map_id (22)	
5.2. Componente de terreno .....	23
unit_id SOTER (23); número del componente de terreno (23); proporción de SU (23); data_id del componente de terreno (23)	
5.3. Datos de componente de terreno .....	23
data_id de componente de terreno (23); grado de pendiente (23); longitud de pendiente (24); meso relieve (24); micro relieve (25); material parental (25); grupo textural de material parental no consolidado (26); rocosidad en la superficie (26); pedregosidad en la superficie (26); profundidad hasta la roca parental (26); drenaje superficial (27); frecuencia de inundación (27); comienzo de inundación (27); duración de inundación (27); profundidad hasta la mesa freática, alta (27); profundidad hasta la mesa freática, baja (27)	

5.4.	Suelo .....	28
	unit_id SOTER (28); número del componente de terreno (28); número del suelo (28); proporción de la SU (28); posición dentro del componente de terreno (28); profundidad radicular (28); profile_id (28); número de perfiles de referencia (29)	
5.5.	Datos del perfil .....	29
	profile_id (29); ubicación latitud (29); ubicación longitud (29); lab_id (29); fecha de muestreo (29); base de datos de perfiles nacional (29); drenaje interno (29); infiltración (30); desarrollo de suelo (31); espesor de hojarasca/material orgánico sobre la superficie (32); grado de descomposición (32); susceptibilidad a la formación de costras superficiales (32); material por debajo del pedon (33)	
5.6.	Datos de capa .....	33
	profile_id (33); número de la capa (33); limite inferior (33); nitidez del limite (33); color en húmedo (34); color en seco (34); tipo de estructura (34); tamaño de los elementos estructurales (35); grado de estructuración (35); contenido de carbón (35); contenido de nitrógeno (35); P total (35); CIC de suelo (35); CIC efectiva de suelo (36); CIA de suelo (36); Ca intercambiable (36); Mg intercambiable (36); K intercambiable (36); Na intercambiable (36); Al intercambiable (36); Fe extractable con ditionita (36); Al extractable con ditionita (36); Fe extractable con oxalato ácido (36); Al extractable con oxalato ácido (37); pH-H <sub>2</sub> O (37); pH-KCl (37); conductividad eléctrica (EC <sub>e</sub> ) (37); CaCO <sub>3</sub> (37); yeso (37); volumen de fragmentos gruesos (37); tamaño de fragmentos gruesos (37); arena total (37); arena muy gruesa (37); arena gruesa (38); arena media (38); arena fine (38); arena muy fine (38); limo (38); arcilla (38); arcilla natural (38); clase textural (38); mineralogía de las arcillas (39); contenido de humedad a diferentes valores de pF (39); densidad aparente (40); conductividad hidráulica a diferentes valores de pF (40); horizonte diagnóstico (40); propiedades diagnósticas (44)	
PARTE II USO DE LA TIERRA Y VEGETACION .....		49
6.	Covertura de la Tierra .....	49
6.1.	Uso de la tierra .....	49
6.2.	Vegetación .....	50
PARTE III ARCHIVOS MISCELANEOS .....		55
7.	Archivos de referencia .....	55
7.1.	Información de mapa .....	55
7.2.	Información de laboratorio .....	56
7.3.	Base de datos de perfiles de suelo .....	58

8.	Clima .....	59
8.1.	Introducción .....	59
8.2.	Estación climática .....	60
8.3.	Datos climáticos .....	60
8.4.	Diferentes características climáticas .....	61
8.5.	Reglas adicionales .....	63
8.6.	Archivo relacionado .....	64
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....		65
GLOSARIO .....		69
ANEXO 1.	Jerarquía de la litología .....	71
ANEXO 2.	Jerarquía del uso de la tierra .....	77
ANEXO 3.	Jerarquía de la vegetación. ....	83
ANEXO 4.	Códigos ISO de países .....	93
ANEXO 5.	Formatos de entrada de datos SOTER .....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relaciones entre una unidad SOTER, sus componentes y los criterios de diferenciación mas importantes . . . . .	3
Figura 2	Unidades SOTER despues de diferenciar en base a forma de tierra . . . . .	4
Figura 3	Unidades SOTER despues de diferenciar en base a litología . . . . .	4
Figura 4	Unidades SOTER despues de diferenciar en base a formas de superficie . . . . .	5
Figura 5	Unidades SOTER despues de diferenciar en base a grado de pendiente . . . . .	5
Figura 6	Unidades SOTER despues de diferenciar en base a suelos . . . . .	6
Figura 7	Unidades SOTER, sus componentes de terreno (tc), atributos y localización . . . . .	9
Figura 8	Representación esquemática de una unidad SOTER con terreno, componentes de terreno y suelos . . . . .	10
Figura 9	Estructura de la base de datos SOTER con datos areales y puntuales . . . . .	11
Figura 10	Formas regionales de tierra mas importantes definidas en base a intensidad del relieve y grado de pendiente . . . . .	21
Figura 11	Grupos texturales del material parental . . . . .	26
Figura 12	Clases texturales de la tierra fina . . . . .	39
Figura 13	Ejemplo de diferentes tipos de datos climáticos reportados para una estación climática (Posedas, Argentina). . . . .	63
Figura 14	Formato para perfil . . . . .	95
Figura 15	Formato para capa; características descriptivas . . . . .	95
Figura 16	Formato para capa; características químicas . . . . .	96
Figura 17	Formato para capa; características físicas . . . . .	96
Figura 18	Formato para terreno . . . . .	96
Figura 19	Formato para componentes de terreno y datos . . . . .	97
Figura 20	Formato para suelo . . . . .	97

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Atributos no espaciales de una unidad SOTER . . . . .	13
Tabla 2	Jerarquía de la litología . . . . .	22
Tabla 3	Clases de tamaño de elementos estructurales para diferentes tipos en mm's (Soil Survey Staff, 1951; FAO, 1990). . . . .	35
Tabla 4	Jerarquía del uso de la tierra; ordenes, grupos y sistemas de uso de la tierra . . . . .	50
Tabla 5	Clases jerárquicas de vegetación . . . . .	51
Tabla 6	Tablas relacionadas . . . . .	55
Tabla 7	Lista de atributos para estación climática y filas de datos climáticos . . . . .	59

## RESEÑA HISTORICA

Por iniciativa de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (SICS) fué convocado un taller de trabajo de expertos a nivel internacional en suelos y disciplinas relacionadas en Wageningen, Holanda para describir la Estructura de un Mapa Digitalizado de los Recursos Suelo a Nivel Internacional con su base de Datos (ISSS, 1986a). A base de las conclusiones y recomendaciones de este taller una propuesta de proyecto fué escrita para SOTER, una Base Digital de Suelos y Terrenos a Nivel Mundial a una escala de 1:1 M (ISSS, 1986b).

Un pequeño comité internacional fué nombrado para desarrollar una leyenda "universal" de mapa con datos aptos para la recopilación de mapas de suelos y terrenos a escala pequeña y para incluir atributos necesarios para un rango amplio de interpretaciones tales como aptitud para cultivos, degradación de suelos, productividad forestal, cambios en los suelos a nivel mundial, aptitud para riego, zonificación agro ecológica y riesgos de sequía. Una lista inicial de atributos fué recopilada. La aproximación SOTER fué endosada después durante el Congreso de la SICS en Hamburgo República Federal de Alemania en Agosto de 1986.

Una segunda reunión financiada por el Programa de la Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA) fué realizada en Nairobi, Kenya en Mayo de 1987 para discutir la aplicación de la Base de Datos SOTER en la preparación de mapas de evaluación de degradación de suelo. Dos grupos de trabajo (desarrollo de leyenda y evaluación de degradación de suelo) se formaron durante esta reunión. El grupo de trabajo de la leyenda quedó encargado de la tarea de elaborar una guía para una Base Digital de Datos de Suelos y Terreno a Nivel Mundial a una escala 1: 1 M, de proponer conceptos generales de leyenda y definiciones de preparar una estructura de archivos de atributos y de elaborar un diseño tentativo de un Manual de Procedimientos (ISSS, 1987).

Como consecuencia de la reunión de Nairobi PNUMA contrató al Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos (ISRIC) para recopilar un mapa mundial del estado de la degradación de suelo inducida por el hombre a una escala de 1: 10 a 1: 15 M, acompañado por una primera zona piloto a una escala 1: 1 M, en América Latina con el fin de evaluar el estado y el riesgo de degradación de suelo en base a una base digital de datos de suelos y terreno a una escala de 1: 1 M. ISRIC subcontrato al Centro de Investigación de Recursos de Tierra, Agricultura, Canadá para la preparación de la primera aproximación del Manual de Procedimientos para el área piloto a escala 1: 1 M.

La primera aproximación de un Manual de Procedimientos (Shields y Coote, 1988) fué presentada durante el primer Taller de Trabajo Regional sobre una Base Digital de Datos de Suelos y Terreno y la Evaluación a Nivel Mundial de la Degradación de Suelo realizado en Marzo de 1988 en Montevideo, Uruguay (ISSS, 1988). La metodología propuesta fué probada después en una primera zona piloto cubriendo partes de Argentina, Brasil y Uruguay. Datos de suelos y terreno fueron recopilados por los equipos de levantamiento de suelos de los países participantes con el fin de evaluar la utilidad de los procedimientos propuestos en el Manual. Durante dos reuniones de correlación y giras al campo pequeñas modificaciones fueron sugeridas, mientras que durante el taller de trabajo al final de la fase de recolección de datos cambios fueron recomendados. Estos fueron incorporados en la versión del Manual de Procedimientos de Enero de 1989 (Shields and Coote, 1989).

Aplicaciones de la metodología SOTER en la parte central de Brasil y también en un área fronteriza entre EUA y Canadá revelaron algunos defectos de la primera versión del Manual. También las primeras interpretaciones tentativas de los datos de América Latina y la integración de los datos de atributos en un Sistema de Información Geográfica demostraron la necesidad de modificaciones.

Una tercera versión revisada del Manual fué preparada por el grupo de trabajo SOTER (ISRIC, 1990a) y fué enviada a un grupo bastante amplio de científicos de suelo y usuarios potenciales de la base de datos. Un taller de trabajo sobre la Revisión del Manual de Procedimientos fué realizado en el ISRIC en Wageningen para discutir los conceptos revisados de leyenda y definiciones (ISRIC, 1990b). En base a las recomendaciones de este Taller de Trabajo las modificaciones propuestas fueron complementadas y los comentarios fueron incluidos teniendo como resultado la versión actual del Manual de Procedimientos.

El Manual consiste en tres partes. La primera trata las características de suelos y terreno, mientras la segunda trata el uso de la tierra en forma resumida hasta que una base de datos más amplio de uso de la tierra estará disponible (proveniente de otras organizaciones). En la tercera parte información sobre archivos relacionados y datos climáticos necesarios para las aplicaciones de SOTER son descritos. En cada sección las definiciones y descripciones de los atributos a ser codificados son dadas, mientras que en la primera parte también la aproximación del mapeo es descrita.

Contrario a las versiones de 1988 y 1989 el actual Manual no cubre la evaluación de la degradación de suelo porque es considerada como parte interpretativa. Estas interpretaciones formarán parte de futuras publicaciones.

Las especificaciones técnicas (definiciones de tablas, claves primarias, etc.) y las reglas para el manejo de la base de datos (procedimientos de introducción y soporte, etc.), formarán parte de futuras publicaciones SOTER.

Los editores esperan que esta edición revisada formará una base sólida para futuros trabajos con SOTER. Cualquier comentario será bienvenido y debe ser enviado al Proyecto SOTER<sup>1</sup>.

John Pulles  
Vincent van Engelen

editores

---

<sup>1</sup> Director, Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos, P.O. Box 353, 6700 AJ Wageningen, Países Bajos.



# PARTE I SUELOS Y TERRENO

## 1 Introducción

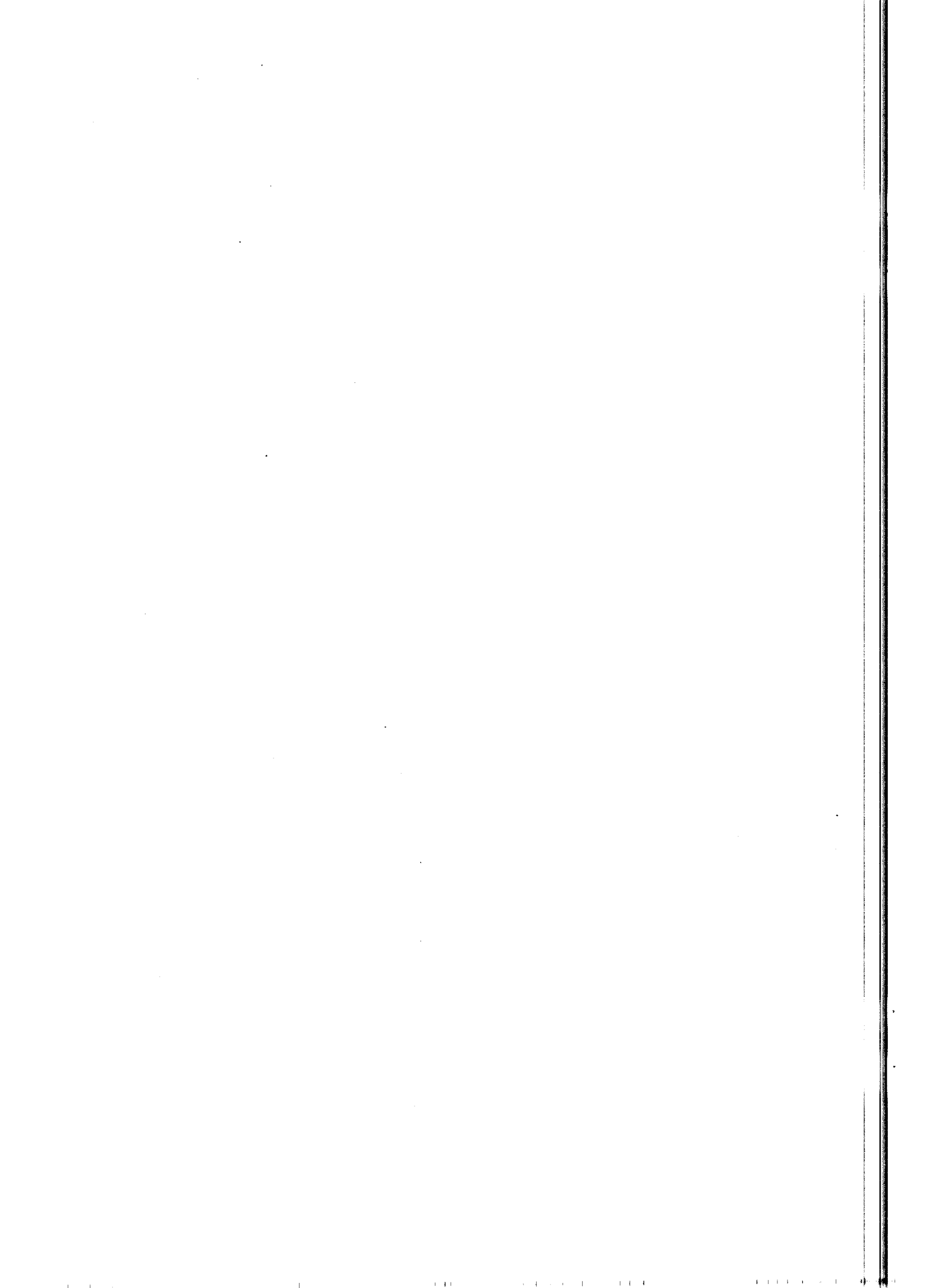
El objetivo del proyecto SOTER es utilizar la tecnología de informática actual y futura para producir una base de datos digital de suelos y terreno a nivel mundial que contiene límites de unidades de mapeo digitalizadas y sus datos de atributos (ISSS, 1986b). La base de datos será usada para el mapeo y monitoreo mejorado de los cambios en los recursos de suelos y terreno a nivel mundial y el desarrollo de un sistema de información capaz de producir información precisa, útil y oportuna sobre los recursos de suelos de agua para gente de poder político y de decisión.

La base de datos:

- a) tendrá una escala general promedio o precisión de: 1:1 Millón,
- b) será compatible con bases de datos de otros recursos ambientales a nivel mundial,
- c) será sujeto a actualización y eliminación de datos obsoletos y/o no relevantes,
- d) Será accesible a un grupo muy amplio a nivel internacional, regional y nacional de gente de poder político y de decisión para suministrarles mapas interpretativos e información tabular esencial para el desarrollo, el manejo y la conservación de recursos ambientales, y
- e) Será transferible o aprovechable para países en vía de desarrollo para la elaboración de bases de datos nacionales a escalas mayores.

Como se puede deducir de estas características el Manual de Procedimientos de SOTER, debe traducir los objetivos generales en un conjunto manejable de reglas para la recolección (usando fuentes existentes o, si es necesario, a través de levantamientos nuevos o uso de la percepción remota), codificación y almacenamiento de datos de suelos y terreno.

El Manual no es una guía para metodología de levantamiento o de cualquier recolección de datos de campo, y tampoco representa una metodología para la interpretación de datos provenientes de la percepción remota. Muchos manuales sobre las técnicas de levantamiento de suelos están disponibles en el mercado, y cualquier novato en metodología de levantamiento debe referirse a éstas.



## 2 La aproximación de mapeo de SOTER

Al elaborar más los objetivos generales de SOTER, como han sido definidos en el Capítulo 1, sale la siguiente lista de temas a ser discutidos en el Manual de Procedimientos.

- a) La identificación de criterios para delinear áreas con características homogéneas de suelos y terreno
- b) La definición de los parámetros de suelos y terreno a ser incluidos en la base de datos, teniendo como resultado la adaptación de una base de datos ("leyenda") para una base de datos digital de suelos y terreno a nivel mundial teniendo una escala de 1 a 1 Millón
- c) El desarrollo de una metodología transferible a y utilizable por países en vía de desarrollo para la elaboración de bases de datos a nivel nacional a la misma escala o a escalas mayores (transferencia de tecnología).

### 2.1 Criterios de diferenciación

El mapeo de características de suelos y terreno tal como es resentado en este Manual, proviene de la idea que el paisaje (dentro del cual están ubicados suelos y terreno), incluye procesos y sistemas de interacción entre fenómenos físicos biológicos y sociales que se desarrollan con el tiempo. Esta idea surgió inicialmente en URSS y Alemania (Ciencia del Paisaje) y fué aceptada gradualmente en el mundo entero. Un concepto integral similar de tierra fué usado en la aproximación de sistemas de tierras desarrollado en Australia (Christian y Steward, 1953) y mejorado después (Mc Donald et al, 1990). SOTER está continuando este desarrollo considerando la tierra como un conjunto de divisiones naturales que consiste en individuos de suelos y terreno.

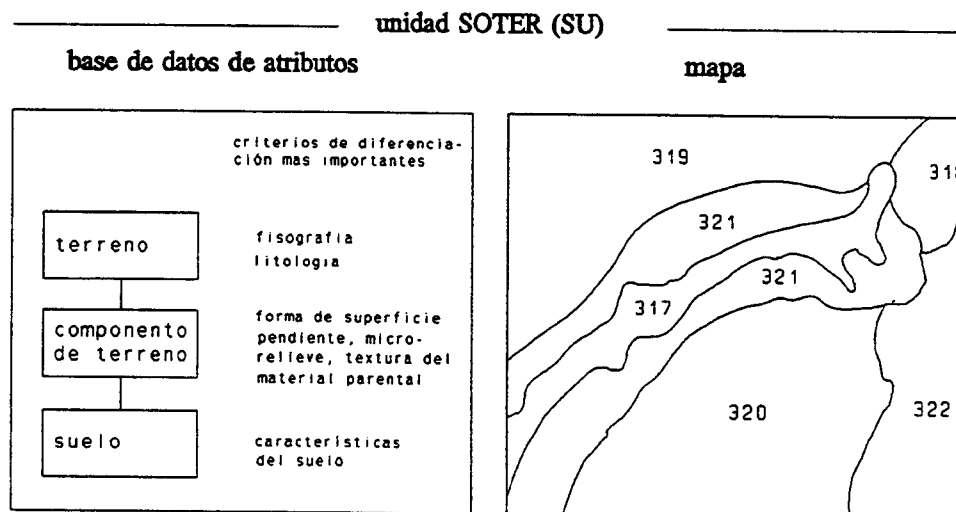


Figura 1 Relaciones entre una unidad SOTER, sus componentes y los criterios de diferenciación mas importantes.

## Terreno

La base de la aproximación SOTER es el mapeo de áreas con un patrón distinto, muchas veces repetitivo de forma de tierra, forma de superficie, pendiente, material parental y suelos. Las áreas delimitadas en el mapa de esta manera son llamadas "Unidades SOTER" (SU). Cada SU representa así áreas con una combinación única de características de suelos y terreno.

En la figura 1 las relaciones entre las SU y sus componentes son representadas. Como se puede ver en esta figura una Unidad SOTER puede consistir en uno o más polígonos en el mapa, teniendo cada uno de estos datos idénticos de atributos excepto la ubicación.

Los criterios de diferenciación más importantes se aplican paso por paso. La fisiografía es el primer criterio de diferenciación que se usa para separar las SU. La forma de la superficie terrestre se puede describir mejor denominando y cuantificando en lo posible las formas de tierra mayores, su elevación e intensidad de relieve. De esta manera una subdivisión general de un área puede hacerse y puede ser representada en un mapa (Fig. 2). Estas unidades correspondiendo a las formas de tierra mayores se pueden subdividir después según litología o material parental (Fig. 3).

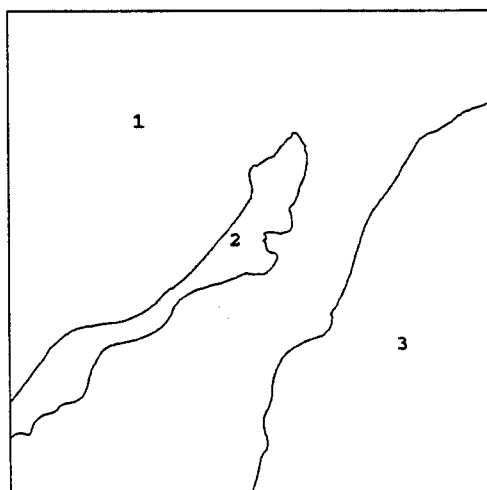


Figura 2 Unidades SOTER después de diferenciar en base a forma de tierra.

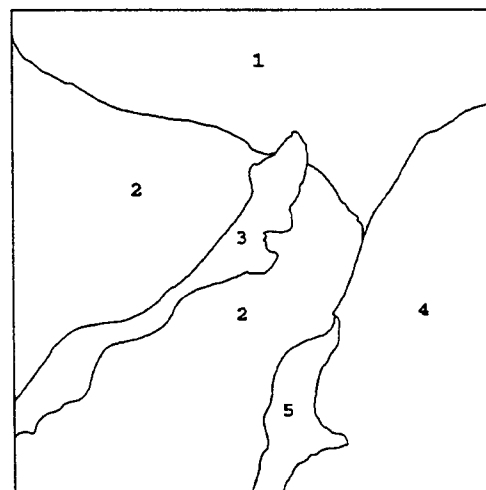


Figura 3 Unidades SOTER después de diferenciar en base a litología.

Esto causará más subdivisiones de las unidades fisiográficas. Terreno dentro del contexto de la SU se define como un área con una combinación particular de forma de tierra y litología y posee una combinación/patrón-típico de formas de superficie del terreno y suelos también que será descrito más adelante. Los criterios de diferenciación más importantes relacionados con terrenos están representados en la figura 1.

### Componente de terreno

El próximo paso es la identificación de áreas dentro del terreno con un patrón particular (aspectos particulares) de forma de superficie pendiente, micro relieve y material parental. Esto tendrá como resultado más subdivisiones del terreno en componentes del terreno

(figs. 4 y 5). Si el patrón de características de forma de superficie y de pendiente, etc., está demasiado complicado para ser separado a una escala de 1:1 millón, las subdivisiones no pueden hacerse en el mapa pero únicamente en la base de datos. Sin embargo, siempre se justifica la identificación de componentes de terreno. Los criterios de diferenciación más importantes están representados en la fig. 1.

## Suelo

Cada componente de terreno consistirá en uno o más suelos que pueden ser delimitados en el mapa (fig. 6) o separados únicamente en la base de datos, dependiendo de la superficie que ocupan y la complejidad de su patrón.

Los datos de terreno están conectados a una base de datos de perfil de suelo. Los datos de suelo son tomados de un perfil representativo. En otras palabras los datos de suelo están basados en observaciones puntuales, las calicatas y pueden ser extrapolados hacia la SU para la cual son consideradas representativas. Sin embargo, no todas las características de un perfil pueden ser extrapolados indiferentemente y es necesario hacerlo con cuidado. La extrapolación de las características más importantes del suelo hacia la SU entera se considera justificable, pero para otros atributos de suelo la variabilidad espacial puede ser demasiado grande para hacer lo mismo indiscriminadamente.

Los criterios para diferenciar entre suelos están basados en diferencias en características importantes tales como espesor de las capas mayores/horizontes, textura, pH, CIC y Carbón Orgánico. Diferencias en otras características como Potasio intercambiable no justifica normalmente la definición de un Suelo "nuevo".

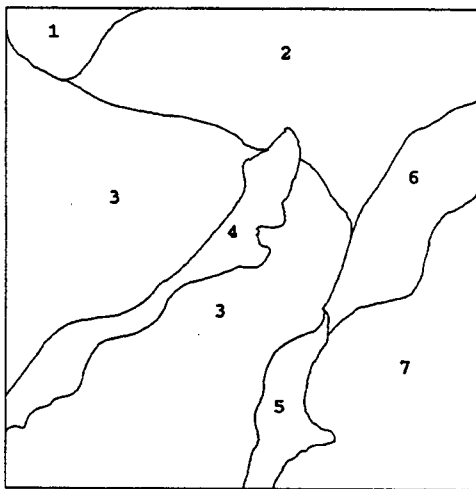


Figura 4 Unidades SOTER después de diferenciar en base a formas de superficie.

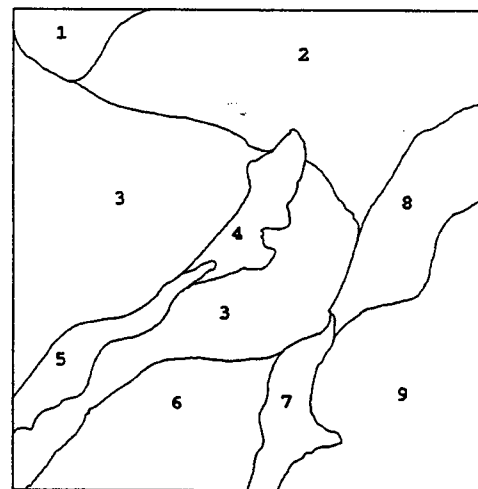


Figura 5 Unidades SOTER después de diferenciar en base a grado de pendiente.

Si información existente sobre suelos se usa para la recopilación de las SU la siguiente norma puede ser usada para considerar los suelos similares o disimilares.

- Si las unidades cartográficas adicionales son definidas solamente hasta el segundo nivel de la leyenda de la FAO (FAO-Unesco, 1974) o hasta el tercer nivel de Soil



Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975), Gran grupo, entradas separadas deben ser usadas para cada suelo dentro del componente de terreno.

- Si la clasificación llega a nivel de Subgrupo de Soil Taxonomy o al nivel comparable (tercero) de la leyenda de la FAO con fases (FAO, 1988) está permitido hacer referencia a una entrada en otra parte de la base de datos.

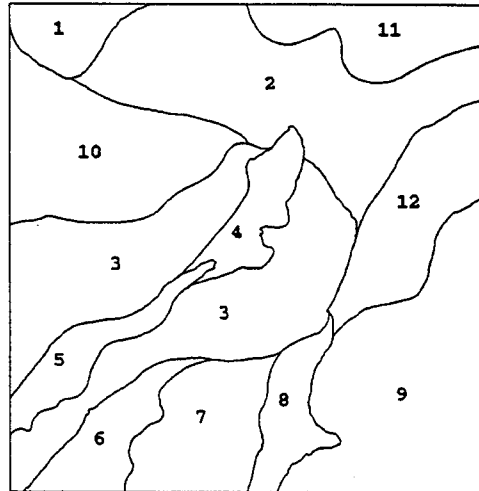


Figura 6 Unidades SOTER despues de diferenciar en base a suelos.

En la situación ideal por lo menos desde el punto de vista de dar las georeferencias de los datos, el procedimiento conducirá a áreas homogéneas en el mapa (SU) con una forma de tierra un material parental y un suelo. A la escala de SOTER (1: 1 M) es muy poco probable que esta situación ocurrirá con frecuencia. Normalmente los patrones de forma de superficie y suelos serán demasiado complicados para ser separados en el mapa. Por esta razón las SU estarán compuestas probablemente de un terreno con varios componentes de terreno y varios suelos.

Aún cuando la subdivisión de SU en varios componentes de terreno y suelo tiene la ventaja de acumular mucha información sobre la SU, presenta una desventaja grande también, porque mientras la posición relativa de los componentes dentro de la SU y el porcentaje que ocupan de la misma son almacenadas, no es posible registrar su ubicación exacta dentro de la SU. Las subdivisiones de las SU en componentes de terreno y suelos no pueden ser ubicadas con exactitud; estos están ubicados en alguna parte dentro de los límites de la SU.

Esta situación es similar al mapeo convencional de suelos a escalas pequeñas donde el uso de complejos es común. La aproximación SOTER deber ser considerada como un compromiso entre la resolución del mapa a escala pequeña y la cantidad de información disponible.

La desventaja de la ausencia de ubicación exacta de los componentes de terreno y suelos se manifiesta solamente cuando los datos de una SU complejo deben ser representados en forma de mapas. No tiene importancia cuando se genera información tabular.

## **2.2 Conjunto universal de datos de suelos y terreno**

La mayor parte de este manual trata las definiciones de los atributos de suelos y terreno, los datos no espaciales, para ser introducidos en la base de datos. Aunque las definiciones pretenden ser validas a nivel universal. La experiencia actual está restringida a la aplicación en un número limitado de áreas pilotos. Como consecuencia es de esperar que la estructura de la base de datos SOTER se evolucionará con el tiempo.

Definiciones han sido tomadas en lo posible de fuentes existentes (Benzler et al, 1982; Day, 1983; FAO, 1977, 1986 y 1990; ISSS, 1986b; Remmelzwaal, 1990 y 1991; Soil Conservation Service, 1979, 1981 y 1986; Soil Survey Staff, 1975; Touber et al, 1989; Unesco, 1975). Algunas definiciones han sido adaptadas a los requerimientos de SOTER. Para aquellos atributos que no tenían significado preciso a nivel mundial se elaboraron nuevas definiciones. Las definiciones precisas para todos los atributos no espaciales de suelos y terreno son presentados en el capítulo 5.

La lista de definiciones es bastante provisional pero no existe acuerdo alguno a nivel mundial todavía sobre las definiciones de formas de tierra y muchos otros atributos. Sin embargo la aprobación hace poco tiempo de algunos de los criterios y significados propuestos por parte de organizaciones mundiales y la incorporación de los mismos en sus guías (FAO, 1990) harán estas definiciones más aceptadas en un sentido muy amplio sin duda alguna.

En lo posible un sistema jerárquico de términos para atributos es usado. Esto no era posible en todos los casos porque para muchos atributos no existen subdivisiones definidas, e.g. subdivisiones de forma de tierra y forma de superficie varían entre muchos autores.

Aquellos atributos que pueden ser derivados de otros no están incluidos e.g. saturación con bases y relación C/N. La clase textual es una excepción. Esta puede ser derivada de las fracciones de partículas individuales pero para facilitar la búsqueda es registrada por separado. La clasificación taxonómica como tal no es registrada como un atributo en SOTER pero si es necesario puede ser derivado de varios atributos de la base de datos.

## **2.3 La aproximación SOTER a escalas mas grandes**

La metodología presentada en este manual ha sido elaborada para aplicaciones a una escala de 1: 1 M y ha sido probada exitosamente en varias áreas piloto (América Latina, Brasil, Norteamérica). Sin embargo la metodología ha sido planificada también para escalas más grandes para la elaboración de bases de datos nacionales de suelos y terreno. Un primer intento fué realizado en el Estado de Sao Paulo en Brasil a una escala de 1:100.000 (Oliviera y van den Berg, 1992).

Como era de esperar algunas modificaciones fueron necesarias en los componentes de la SU. (estructura de la base de datos de atributos) mientras que las definiciones de los atributos pudieron ser usadas más o menos independientemente de la escala. Las modificaciones serán discutidas seguidamente.

## **Componentes de una unidad SOTER (SU)**

A escalas pequeñas (hasta 1:250.000) la estructura presentada en la figura 1 para la aproximación a escala 1:1000.000 puede mantenerse. Con escalas mayores se asume que el nivel superior del componente de una SU (la parte de terreno) desaparecerá gradualmente. Esto no significa que la información sobre terreno quedará afuera, porque formará parte de la información sobre la SU. Los atributos de terreno se incluirán en el próximo nivel (componente de terreno). Esto ya ocurrirá probablemente a escalas de 1:100.000 y 1:50.000.

A escalas mayores de 1:50.000 se espera que el componente de terreno de una SU también puede ser incorporado a la parte de suelos. SU serán delineaciones de unidades de Suelo.

### **Atributos**

Para poder aplicar la aproximación SOTER a diferentes escalas es necesario desarrollar un sistema jerárquico de términos para ser usados a varias escalas. Este es el caso para los atributos que se refieren al área en particular. Por lo contrario los atributos puntuales son independientes de la escala. Ejemplos de sistemas jerárquicos de términos son presentados en este manual para litología, uso de la tierra y vegetación para las cuales a cada nivel existen conjuntos de clases relacionadas a la escala (anexos 1, 2, y 3).

Para hidrología y forma de tierra no existe este sistema jerárquico a los niveles de la base de datos. A los niveles más bajos de la base de datos, a nivel de suelo no se necesita un sistema jerárquico porque los datos se refieren a mediciones en observaciones puntuales principalmente.

La lista de atributos para datos puntuales de suelos (perfiles representativos) está restringido a aquellos atributos que supuestamente pueden ser extrapolados a la SU para la cual el punto es considerado representativo. Atributos adicionales pueden ser recolectados pero su variabilidad espacial hace muy dudosa su representatividad para toda la SU. Esto significa que a escalas más grandes más atributos por punto de observación pueden ser registrados y usados para la interpretación.

Atributos que no están incluidos en la base de datos son por ejemplo algunos que tienen relación con la materia orgánica en el suelo (tipo de humus) y propiedades químicas detalladas (micro-nutrientes, fracciones de Nitrógeno). Además puede ser necesario introducir atributos más detallados para bases de datos a escalas más grandes.

### 3 Estructura de la base de datos SOTER

En todas las disciplinas relacionadas con el mapeo de fenómenos espaciales dos tipos de datos pueden ser distinguidos:

1. Datos geométricos: ubicación y extensión de un objeto son representados por un punto, una línea o área delimitada y la topología (formas, vecinos y jerarquía).
2. Datos de atributos: características del objeto.

Estas dos formas están presentes en SOTER también. La información sobre suelos y terreno tiene un componente geométrico que indica la ubicación, la topología y también una parte de atributos que describe las características no espaciales. La geometría es almacenada en una parte de la base de datos (manejada por software de Sistema de Información geográfica, GIS) mientras que los datos de atributos son almacenados en archivos separados de atributos (manejadas por un Sistema de Manejo de la Base de Datos, DBMS). Una identificación única incluida en ambos datos los geométricos y de los atributos, forma el enlace para conectar estos dos tipos de información (véase fig. 7 y 8). En la fig. 7 parte de un mapa ha sido presentada en forma de un bloque diagramático. La separación de las unidades SOTER (SU) se ha hecho hasta el nivel de componente de terreno. La fig. 8 presenta los suelos dentro de las SU también.

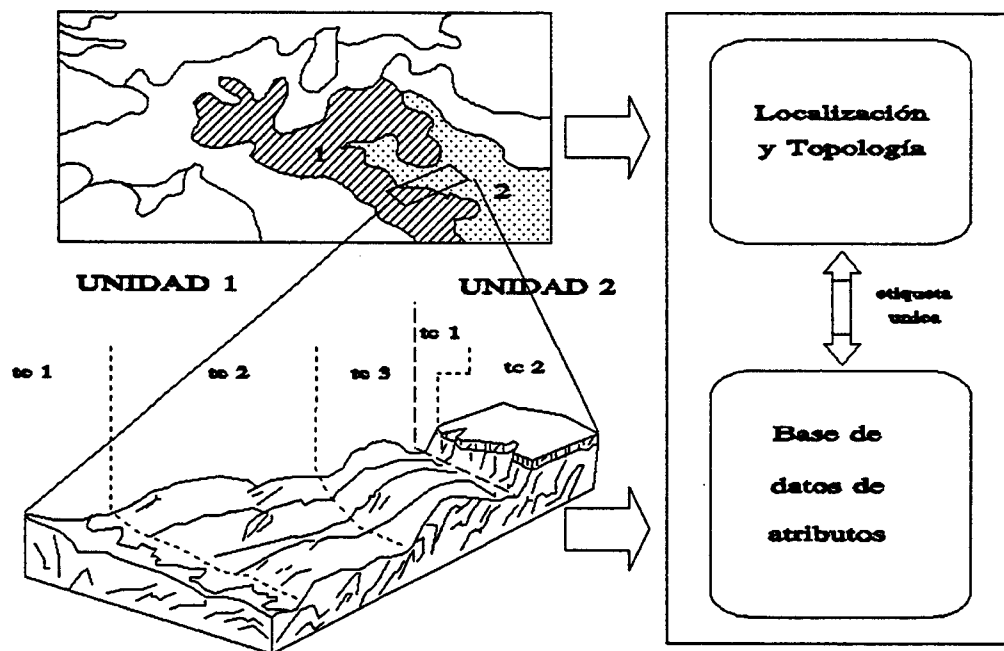


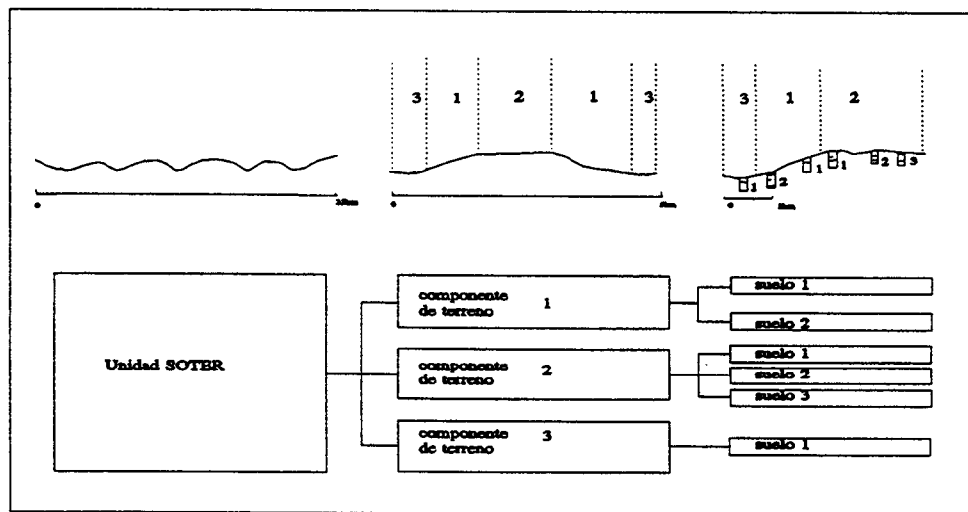
Figura 7 Unidades SOTER, sus componentes de terreno (tc), atributos y localización.

El sistema integral (GIS más DBMS) almacena y maneja ambas bases de datos geométricos y de atributos. Este manual se limita a la parte de atributos de la base de

datos, específicamente a la estructura de la base de datos de atributos y las definiciones de los mismos.

Para asegurar el almacenamiento más efectivo y un manejo flexible de los atributos no espaciales se decidió usar una base de datos adicional para SOTER (Pulles, 1988). El manejo de los datos es realizado por un sistema de manejo de una base relacional de datos (RDBMS) en el cual los datos son almacenados en tablas, cuyos registros están relacionados unos con otros mediante valores de algunos campos claves (claves primarias) en este caso la identificación de la SU.

La estructura de la base de datos no espaciales de las SU representada en la fig. 9 es derivada del esquema de los componentes de una SU (fig 1) y es el resultado de un proceso continuo de crear la estructura más eficiente para datos que describen áreas y datos relacionados a una observación puntual particular siempre dejando espacio para enlaces con otras observaciones puntuales, por ejemplo bases de datos nacionales de perfiles de suelo.



**Figura 8** Representación esquemática de una unidad SOTER con terreno, componentes de terreno y suelos.

Por razones de eficiencia de la base de datos varios bloques de componentes de la SU han sido subdivididos dando como resultados dos separaciones para los componentes de terreno y tres para los suelos. La fig. 9 muestra el esquema completo de la estructura de la base de datos de atributos mientras que la tabla 1 da la lista completa de atributos.

En vista de que los componentes de terreno y suelos pueden ocurrir en varias SU's al mismo tiempo la eficiencia implica almacenar los datos correspondientes una sola vez. Por eso la estructura de la base de datos es un poco diferente del esquema de la SU. Los cambios se explicarán en los siguientes parágrafos.



### 3.1 Terreno

A nivel de la Unidad SOTER (SU) se describe el terreno en términos de forma de tierra, relieve y entalle entre otros. Observa que la SU no es igual a una unidad de terreno o de forma de tierra, tal como fué descrito en el capítulo 2. Otros criterios para delimitar SU separadas son por ejemplo forma de superficie y características de suelo.

### 3.2 Componente de terreno

Cuando componentes de terreno en diferentes unidades comparten los mismos datos de componente de terreno es deseable referir uno a otro e introducir los datos una sola vez. Por eso el componente de la SU usa dos tablas:

- 1) Una tabla de *componente de terreno* con su proporción en su SU específica y una referencia a un conjunto de datos de componente de terreno y
- 2) Una tabla de *datos de componente de terreno* que contiene los valores específicos de los atributos.

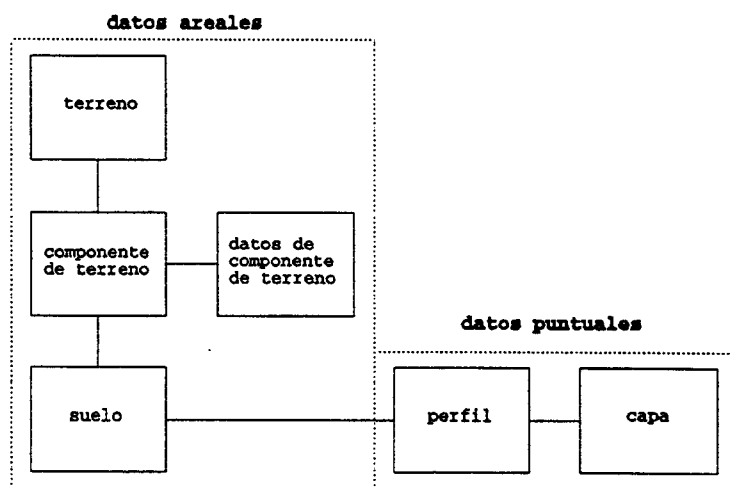


Figura 9 Estructura de la base de datos SOTER con datos areales y puntuales.

La estructura de la base de datos está representada en la figura 9. Todos los bloques representan tablas en la base de datos SOTER. Registros de datos son conectados uno con otro mediante sus identificaciones únicas.

Para cada conjunto de componentes de terreno con un conjunto idéntico de datos de componente de terreno una identificación única es introducida por el DBMS para este conjunto de datos. Atributos a nivel de componente de terreno no pueden ser mapeados sin cierto procesamiento porque una SU puede consistir en múltiples componentes de terreno y así tener un rango de valores para un atributo.

Las conexiones entre tablas se mantienen mediante campos claves, llamados claves primarias: identificaciones presentes en todas las tablas. La conexión entre terreno y componente de terreno se realiza por la ID de SU, entre componente de terreno y datos de componente de terreno por la ID de SU y componente de terreno etc. Todos los campos de claves primarias aparecen en letras gruesas en la tabla 1.

Parte de los datos de atributos se refiere a un valor promedio para toda la SU o sus componentes. Las líneas punteadas de la fig. 9 indican las tablas que contienen datos para áreas dentro de la SU (datos areales) y datos relacionados a un punto de observación (datos puntuales). Estos últimos son extrapolados a (una parte de) la SU.

La conexión con otros datos puntuales (p.e. bases de datos nacionales de perfiles de suelo) se explica en el capítulo 7.

### **3.3 Suelo**

El "suelo" de una SU forma parte de un componente de terreno y como puede ser apreciado en la figura 9 no está conectado directamente a los datos del componente de terreno. La proporción ocupada por el suelo es expresada como un porcentaje de la SU en lugar de un porcentaje del componente de terreno. El "suelo" relaciona un perfil de referencia dado a uno (o más) componentes de terreno. De esta manera los datos de perfil son almacenados una sola vez pero a los mismos pueden referirse muchas veces.

Tabla 1 Atributos no espaciales de una unidad SOTER.

TERRENO		
1 ID de la unidad SOTER (SOTER unit_id)	6 intensidad de relieve	11 superficie de agua permanente
2 año de compilación	7 profundidad de entalle	12 Identificación de mapa (map_id)
3 forma regional de tierra	8 pendiente de entalle	
4 elevación mínima	9 superficie cubierta por entalle	
5 elevación máxima	10 litología general	
COMPONENTE DE TERRENO		
COMPONENTE DE TERRENO	DATOS DE COMPONENTE DE TERRENO	
13 ID de la unidad SOTER (SOTER unit_id)	17 data_id del componente de terreno	24 rocosidad en la superficie
14 número del componente de terreno	18 grado de pendiente	25 pedregosidad en la superficie
15 proporción de SU	19 longitud de pendiente	26 profundidad hasta la roca parental
16 data_id del componente de terreno	20 meso relieve	27 drenaje superficial
	21 micro relieve	28 frecuencia de inundación
	22 material parental	29 comienzo de inundación
	23 grupo textural de material parental no consolidado	30 duración de inundación
		31 profundidad hasta la mesa freática alta
		32 profundidad hasta la mesa freática baja
SUELO		
SUELO	CAPA	
33 ID de la unidad SOTER (SOTER unit_id)	54 ID del perfil (profile ID)	80 conductividad eléctrica
34 número del componente de terreno	55 número de la capa	81 CaCO <sub>3</sub>
35 número del suelo	56 límite inferior	82 yeso
36 proporción de SU	57 nitidez del límite	83 volumen de fragmentos gruesos
37 posición dentro del componente de terreno	58 color en húmedo	84 tamaño de fragmentos gruesos
38 profundidad radicular	59 color en seco	85 arena total
39 Id del perfil (profile ID)	60 tipo de estructura	86 arena muy gruesa
40 número de perfiles de referencia	61 tamaño de los elementos estructurales	87 arena gruesa
	62 grado de estructuración	88 arena media
	63 contenido de carbón	89 arena fina
	64 contenido de nitrógeno	90 arena muy fina
	65 P-total	91 limo
	66 CIC - soil	92 arcilla
	67 CIC - efectiva de suelo	93 arcilla natural
	68 CIA - de suelo	94 clase textural
	69 Ca intercambiable	95 mineralogía de arcillas
	70 Mg intercambiable	96 contenido de humedad a diferentes valores de pF
	71 K intercambiable	97 densidad aparente
	72 Na intercambiable	98 conductividad hidráulica a diferentes valores de pF
	73 Al intercambiable	99 horizonte diagnóstico
	74 Fe - extractable con ditionita	100 propiedades diagnósticas
	75 Al - extractable con ditionita	
	76 Fe - extractable con oxalato ácido	
	77 Al - extractable con oxalato ácido	
	78 pH-H <sub>2</sub> O	
	79 pH-KCl	
PERFIL		
41 ID del perfil (profile ID)		
42 ubicación latitud		
43 ubicación longitud		
44 ID del laboratorio (lab ID)		
45 fecha de muestreo		
46 base de datos de perfiles nacional		
47 drenaje interno		
48 infiltración		
49 desarrollo de suelo		
50 espesor de hojarasca/ material orgánico sobre la superficie		
51 grado de descomposición		
52 susceptibilidad a la formación de costras superficiales		
53 material por debajo del pedon		

N.B. Clavas principales son impresas en negro

Los atributos pueden ser divididos en tres partes:

- 1) La tabla de *suelo* contiene la información para conectar el suelo con el componente de terreno y con la tabla de *perfil*; más la proporción del suelo dentro de la SU.
- 2) La tabla de *perfil* contiene la información válida para todo el perfil y.
- 3) La tabla de *capa* contiene la información válida para las diferentes capas del perfil de suelo.

El término "capa" se usa en lugar de horizonte porque éste último se usa normalmente en un contexto pedogenético únicamente.

En este momento la base de datos SOTER limita el número de perfiles de referencia del suelo a uno solo.

## **4 Reglas adicionales de SOTER**

Las diferentes normas descritas en este capítulo forman un anexo a aquellas definidas en el capítulo 2. Están relacionadas principalmente con reglas que determinan el tamaño mínimo de una SU, en términos absolutos y relativos y también los criterios que determinan la selección de perfiles representativas, relaciones con bases de datos asociadas, tipo de datos, datos que faltan etc.

Procedimientos de la base de datos SOTER como impresión de fecha y procedimientos de apoyo no se tratan en este manual y serán descritos en un folleto por separado.

### **4.1 Códigos de unidad SOTER (SU)**

A cada SU es asignado un código identificador que es único para la base de datos. Cuando las bases de datos nacionales tienen que convertirse en bases de datos de suelos y terreno a nivel regional o global el administrador del Sistema será responsable de asegurar que los códigos son únicos. A nivel nacional no es necesario preocuparse para un código único a nivel global.

### **4.2 Tamaño mínimo de la SU**

Por regla el tamaño mínimo de una SU es de 0.25 cm<sup>2</sup> en el mapa y esto corresponde a 25 km/ a una escala de 1:1000.000. Normalmente unidades tan pequeñas corresponderán a fenómenos alargados, angostos y patrones de drenaje o áreas con suelos y terreno fuertemente contrastantes. Por regla un tamaño mínimo de 0.25 cm<sup>2</sup> es considerado como el área más pequeña que puede ser representada en un mapa. Generalmente las unidades de mapeo serán más grandes.

Si existen cambios laterales graduales nuevas SU pueden ser delimitadas cuando algún componente de terreno de una SU cambia en superficie en más de 50%.

El recopilador del mapa debe ser muy selectivo en elegir los componentes de terreno y suelos que son considerados importantes para las interpretaciones. Únicamente un cambio significativo en material parental, forma de superficie y grado de pendiente pueden dar origen a una nueva SU. Es muy importante recordar que no es aconsejable describir más componentes de terreno y suelo de lo necesario. Discreción a esta altura ahorrará mucho tiempo requerido para la codificación y procesamiento de extra datos con la computadora.



### **4.3 Número de componentes**

Dentro de una SU el componente de terreno puede ocupar cualquier porcentaje y no existe restricción alguna en cuanto el tamaño mínimo de un área representada por un suelo. Teóricamente esto permite un número sin límite de componentes de terreno, cada uno con un componente de suelo. En la práctica es muy poco probable que esta situación se presenta porque muchas áreas de componente de terreno y de suelo no son tan pequeñas.

Normalmente el terreno de una SU consistirá en 2 o 3 componentes de terreno con 1 o 2 suelos cada uno dando origen a entre 2 y 6 suelos para una unidad.

Aquellas partes de las SU que no pueden ser señaladas por separado como componentes de terreno deben ser unidas con componentes adyacentes. La suma de los porcentajes de componentes de terreno como indicados en el archivo de atributos siempre debe ser 100%.

### **4.4 Perfiles de suelo representativos**

El perfil representativo usado para la parte de suelos es seleccionado de un número de perfiles de referencias con características similares representativos para el suelo. SOTER confiará en la selección por parte de los levantadores originales. Se considera que los perfiles de referencia tomados en cuenta para la selección deben ser almacenados en una base de datos nacional de perfiles, p.e. la Base de Datos de Suelo de FAO/ISRIC (FAO, 1989). Una selección de estos perfiles será almacenada finalmente también en una base de datos mundial de perfiles de suelo, el Sistema de Información de Suelos de ISRIC (van Waveren and Bos, 1988a, 1988b). La base de datos SOTER incluye una clave para las bases de datos nacionales.

La base de datos SOTER también incluye un código que indica cuantos perfiles de referencia fueron usados para la selección del perfil representativo. Este es un primer paso para incorporar información sobre la confiabilidad espacial de los datos.

Horizontes (capas) pedogenéticos maestros del perfil son descritos. Son derivados de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo de FAO-Unesco (1974 y 1988). Normalmente cada perfil puede ser caracterizado usando hasta cuatro horizontes maestros. Si es necesario más horizontes pueden ser usados pero el objetivo general es reducir a un mínimo el número de capas.

### **4.5 Tipos de atributos**

Diferentes tipos de atributos pueden ser distinguidos basados en su importancia para interpretaciones usando la base de datos. Así se distinguen dos tipos de atributos.

- Obligatorios: deben ser recolectados o estimados.
- Opcionales: recolección es recomendable.

Para la mayor parte de los atributos numéricos de la fila de capa se necesitan estimaciones por expertos si no existen datos analíticos. Algunos atributos numéricos exigen un valor medido a parte de ser obligatorio (p.e. % de arena); para algunos conjuntos de atributos

no se aceptan estimaciones p.e. la relación entre contenido de humedad del suelo y la succión de la matriz.

Ausencia de datos cuantitativos de atributos será introducida como tal en la base de datos. En el caso de datos faltantes estimaciones por expertos son consideradas adecuadas. Estos dos tipos de datos tienen su propia identificación en la base de datos, en particular en el archivo de capa. Campos vacíos para los atributos obligatorios no están permitidos. Cuando los valores de atributos cuantitativos son derivados de informes de levantamientos de suelos existentes con valores de clases de los atributos, el promedio del rango de clase puede ser usado como estimación por experto.

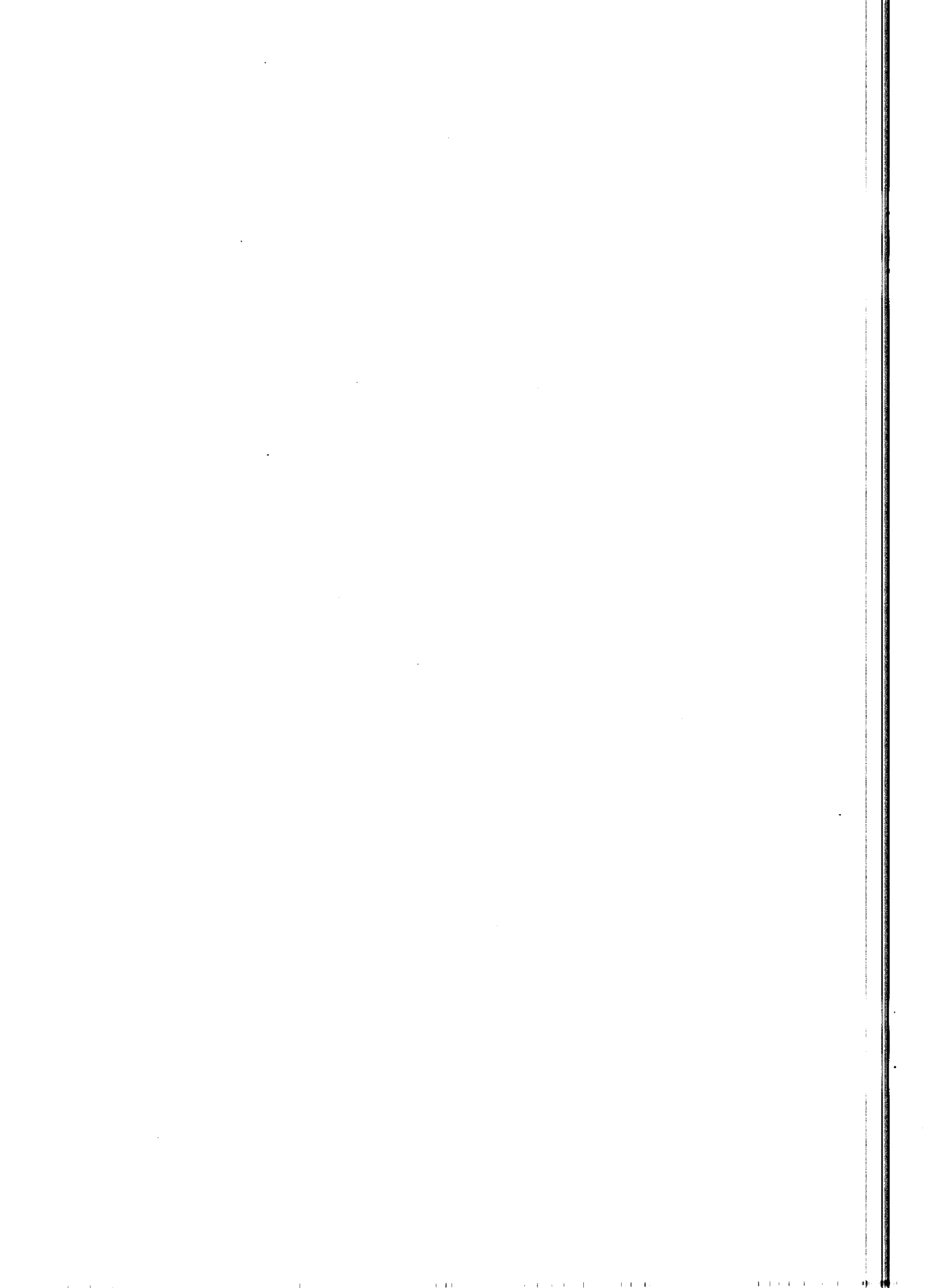
Los datos pueden estar disponibles en dos formas: numérica y descriptiva (no numérica). Para atributos numéricos el valor medido es introducido en el archivo de la base de datos. Para atributos descriptivos la calidad dominante es almacenada usualmente por una abreviación connotativa del nombre del atributo.

#### **4.6 Procedimientos de actualización**

Aún cuando características de terreno y más aún de suelos se consideran bastante estables en el tiempo puede ser necesario actualizar ciertos datos. En este momento no existe procedimiento alguno para actualizar datos geográficos tales como los límites de las SU.

Cuando es necesario actualizar la base de datos de atributos puede ser a causa de datos faltantes en la base de datos, datos incorrectos o datos obsoletos. Si faltan datos los espacios pueden ser llenados simplemente; si datos nuevos reemplazan datos incorrectos los datos viejos pueden ser sobrescritos.

Por lo contrario cuando más datos actualizados estarán disponibles los datos viejos permanecen correctos por el momento y no son reemplazados. En cambio los datos viejos son pasados a una base de datos que contiene datos obsoletos. Esta base de datos puede ser usado para el monitoreo de cambios. La SU y los datos del perfil son únicos en ambos, espacio y tiempo.



## 5 Codificación de atributos

Favor notar que los nombres de los atributos dados en la tabla 1 o en los siguientes párrafos no son necesariamente los mismos que las identificaciones/códigos usados en la base de datos SOTER. Los números de los atributos en la tabla 1 son los mismos que los números de atributos en este capítulo.

### 5.1 Terreno

#### 1 *unit\_id SOTER*

Unit\_id SOTER es el código de identificación de una unidad SOTER (SU) en el mapa y es el enlace entre el área mapeada y los atributos en la base de datos. Unidades SOTER que tienen atributos idénticos llevan el mismo Unit\_id SOTER. En otras palabras el Unit-id SOTER es comparable con el código de una unidad de mapeo en un mapa de suelos convencional.

Para SOTER que debe llegar a ser una base de datos a nivel mundial global, el código de cada unidad de terreno debe ser único para el mundo. La mayor parte del software para GIS puede manejar códigos numéricos únicamente y de esta manera SOTER está limitado a números para esta codificación. Los números serán asignados según orden de llegada porque es imposible prever cuantos números serán necesarios.

Sin embargo para recopiladores de datos para SOTER a nivel regional es suficiente dar números únicos a nivel local solamente en una secuencia que puede ser ajustada antes de ser introducida en la base de datos SOTER.

#### 2 *fecha de recolección*

El año durante el cual los datos originales del terreno han sido recolectados. La fecha de recopilación del mapa según el procedimiento de SOTER no es registrado por separado porque esta fecha está generalmente muy cerca de la fecha de introducción en la base de datos (una fecha registrada por el RDBMS). Se asume que la fecha de recolección de los datos de componentes de los terrenos es la misma que la del terreno.

#### 3 *forma regional de tierra*

Formas de tierra son descritas por su fisiografía (forma) independientemente de su origen genético o procesos de modelación. Formas de tierra son definidas a base de sus pendientes y su intensidad de relieve que se define como la diferencia promedio entre las partes altas y bajas por unidad de longitud (m/km). Estos criterios han sido propuestos para un sistema de clasificación de formas de terreno o ser usado por la FAO (Rommelzwaal, 1991). Se proponen tres grupos:

Formas de tierra con pendientes fuertes e intensidad de relieve alta:

**M Mountains** pendientes predominantes > 30% e intensidad de relieve > 600m/2km. En general laderas muy inclinadas y de forma irregular con un área restringida de cima.  
Escarpes mayores, pendientes relativamente fuertes y pendientes casi perpendiculares de extensión lineal considerable que separa superficies como mesas ubicadas a diferentes niveles están incluidas en esta forma de tierra también.

Formas de tierra con pendientes moderadas e intensidad de relieve moderada:

**H Hills** pendientes predominantes de 10-30%, intensidad de relieve > 50 metros en la unidad de pendiente más representativas. La pendiente más representativa puede ser > 30% pero en este caso la intensidad de relieve es < 600m/2km.  
Elevaciones naturales levantándose prominentemente sobre una planicie adyacente o circundante y teniendo un patrón más denso reconocible de colinas o líneas de crestas normalmente en posiciones más elevadas con una forma de superficie irregular o caótica compuesta de formas elevadas convexas y bajas cóncavas.

**V Valley** Las mismas características de Hills pero el Valley está en posición más baja que la forma de tierra circundante y tiene una forma alargada.

Formas de tierra con pendientes suaves e intensidad de relieve baja:

**P Plain** Pendientes generales 0 - 10%, intensidad de relieve menos de 100m/km; pendiente característica puede ser > 10% <: la intensidad de relieve es < 50m sobre la unidad de pendiente representativa.  
Zonas planas o ligeramente onduladas que tiene muy pocas o ningunas irregularidades prominentes.

**T Plateau** Tipo especial de Plain que tiene como límite por lo menos a un lado un escarpe abrupto (Tableland).

**B Basin** Tipo especial de Plain, depresiones/cubetas rodeadas por Mountains, Hills o Plateaus.

#### 4 *elevación mínima*

Elevación mínima absoluta de la SU en metros sobre el nivel del mar. Este atributo y el próximo se pueden derivar fácilmente de un mapa topográfico.

#### 5 *elevación máxima*

Elevación máxima absoluta de la SU en metros sobre el nivel del mar.



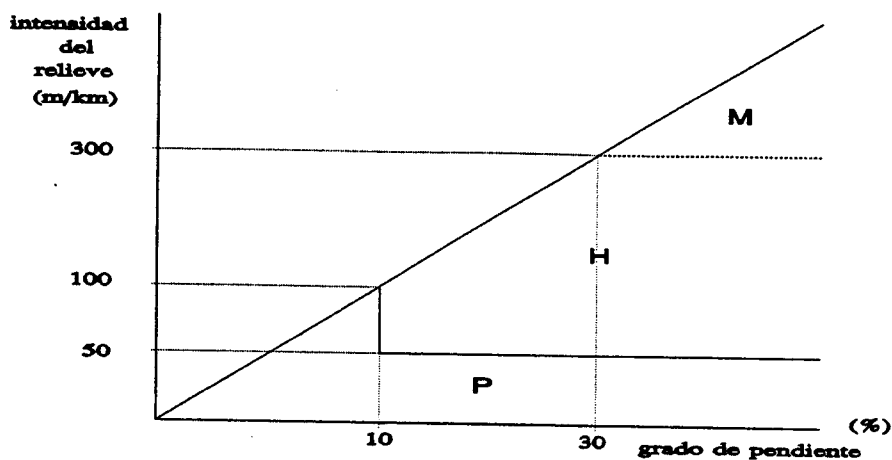


Figura 10 Formas regionales de tierra definidas en base a intensidad del relieve y grado de pendiente

6 *intensidad de relieve*

La intensidad de relieve es la diferencia entre el punto más alto y el más bajo dentro del terreno su unidad de longitud (ms/km). Nota que la intensidad de relieve es dada en ms/km y no en ms/2km.

7 *profundidad de entalle*

La profundidad de la disección de la forma de tierra (para Plain, Plateaus y Basin solamente).

8 *pendiente de entalle*

El porcentaje característico de pendiente de la disección (para Plain, Plateaus y Basin solamente).

9 *superficie cubierta por entalle*

El área estimada de la US cubierta por la disección en %.

10 *litología general*

Descripción generalizada de materiales superficiales consolidados o no consolidados que ocupan la mayor parte del terreno (Holmes, 1968). Criterios de diferenciación más importantes son la génesis y la composición mineralógica. Para una descripción de la jerarquía de los términos véase ANEXO 1. La litología debe ser especificada hasta el nivel de grupo por lo menos.

Tabla 2 Jerarquía de la litología.

clase principal	grupo	tipo	
I	roca ígnea	IA ígnea ácida	IA1 granito
			IA2 grano-diorita
			IA3 cuarzo-diorita
			IA4 riolita
	..	II ígnea intermedia	II1 andesita, trajita, fonolita
			II2 diorita-sienita
	..	IB ígnea básica	IB1 gabro
			IB2 basalto
			IB3 dolerita
	..	IU ígnea ultrabásica	IU1 peridotita
			IU2 piroxenita
			IU3 ilmenita, magnetita, piedro de hierro, serpentina
M	roca metamórfica	MA metamórfica ácida	MA1 cuarzita
			MA2 gneiss, migmatita
	..	MB metamórfica básica	MB1 pizarra, filite (rocas pelíticas)
			MB2 esquisto
			MB3 gneis rico en minerales ferromagnésicos
			MB4 caliza metamórfica (mármol)
S	roca sedimentaria	SC sedimentos clásticos	SC1 conglomerado, breccia
			SC2 arenisca, greywacke, arkosa
			SC3 limolita, arcilita,
			SC4 lutita
	..	SO sedimentos orgánicos	SO1 caliza y otras rocas carbonatas
			SO2 marga y otras mezclas
			SO3 carbón piedra y rocas relacionadas
	..	SE evaporitas	SE1 anhidrita, yeso
			SE2 halita
U	no consolidado	UF fluviol	
		UL lacústrino	
		UM marino	
		UC coluvial	
		UE eólico	
		UG glacial	
		UP piroclástico	
UO orgánico			

### 11 superficie de agua permanente

Area de la SU que es un cuerpo de agua permanente (más de 10 meses por año). Si un cuerpo de agua es suficientemente extenso debe ser delimitado en el mapa. El área se expresa como un porcentaje.

### 12 map\_id

El número del código del mapa del cual los datos han sido derivados para la recopilación de las SU.

## 5.2 Componente de terreno

### 13 *unit\_id SOTER*

Véase *Unit\_id SOTER* bajo párrafo 5.1 Terreno.

### 14 *número del componente de terreno*

El número en secuencia del componente de terreno. El componente de terreno más grande se menciona primero, segundo por el segundo en tamaño, etc.

#### Ejemplos

*Unit\_id SOTER* = 2034,  
Número de componente de terreno = 1  
(proporción dentro de SU = 70%)

*Unit\_id SOTER* = 2034  
Número de componente de terreno = 1  
proporción dentro de SU = 30%)

### 15 *proporción de SU*

Proporción que ocupa el componente de terreno dentro de SU en %. La suma de todos los componentes de terreno debe ser 100% para cada SU. Si un componente de terreno es demasiado pequeño para ser codificado su proporción debe ser incluida dentro un componente adyacente.

### 16 *data\_id del componente de terreno*

Código para *data-id* del componente de terreno. Este código es idéntico a la combinación de *terrain-id* y el número del componente de terreno o cuando se refiere a un *data-id* de un componente de terreno ya descrito igual a este *\_id*.

## 5.3 Datos de componente de terreno

### 17 *data\_id de componente de terreno*

Véase *Data\_id* del componente de terreno en párrafo 5.2 Componente de Terreno.

### 18 *grado de pendiente*

Grado de pendiente (%) predominante.

### Ejemplos

caso A (los componentes de terreno no descritos en la base de datos todavía).

Unit_id SOTER = 2034	Unit_id SOTER = 2034
Número del componente de terreno = 1	Número del componente de terreno = 2
Proporción dentro de SU = 30%	Proporción dentro de SU = 70%
Data_id del componente de terreno = 2034_1	Data_id del componente de terreno = 2034_2

caso B (los componentes de terreno, uno ya descrito (marcado con \*) uno todavía no.)

Unit_id SOTER 2035	Unit_id SOTER = 2035
Número del componente de terreno = 1	Número de componente de terreno = 2
Proporción dentro de SU = 60%	Proporción dentro de SU = 40%
Data_id del componente de terreno = 2034_2*	Data_id del componente de terreno = 2035_2

### 19 longitud de pendiente

Longitud de pendiente estimada en ms.

### 20 meso relieve

El meso relieve o forma local de superficie (Day, 1983; FAO, 1977; McDonald, 1990; Soil Survey Staff, 1951):

- |   |           |   |
|---|-----------|---|
| D | dissected | Un patrón denso de líneas de drenaje de más de 5 mts. de profundidad.   |
| G | gullies   | Un patrón bien desarrollado de cárcavas frecuentes y activas de más de 30 cms. de profundidad que provee un drenaje externo del área.   |
| H | hummocky  | Una secuencia muy complicada de pendientes que se extienden desde depresiones algo redondeadas o kettles de diferentes tamaños hacia colinas o lomas irregulares cónicas. No existe una concordancia entre elevaciones y depresiones en general. Pendientes entre 4 y 70% generalmente. |
| I | ridged    | Una elevación alargada angosta de la superficie usualmente con una cresta con lados muy inclinados. Las elevaciones pueden ser paralelas, subparalelas o pueden cruzarse.   |
| O | sloping   | Pendiente larga uniforme con un grado mayor del 2%.   |
| C | concave   | Cóncavo, parte baja de una pendiente, con el grado de pendiente decreciendo hacia abajo.  |

X	convex	Convexo, parte alta de una pendiente con el grado de pendiente decreciendo hacia arriba.
T	terraced	Escarpe y una superficie horizontal o con pendiente suave más arriba. Pendientes de 2% o menos.

## 21 *micro relieve*

El microrelieve de la forma de superficie se refiere a las diferencias de altura a pequeña escala sobre distancias cortas (FAO, 1986; McDonald, 1990).

A	absent	No hay microrelieve.
M	mounded	Un patrón que incluye montículos de relieve diferente elevándose sobre una superficie plana. Los montículos deben ocupar por lo menos el 40% del área. Ejemplo son los montículos de comejenes y bachacos.
G	gilgai	Un patrón de microrelieve que consiste en micro depresiones encerradas y micro elevaciones de menos de 60 cms. en áreas casi planas o en micro valles y micro escarpes que corren con la pendiente. El patrón ocurre sobre suelos con altos coeficientes de expansión y contracción.
R	rills	Un patrón bien desarrollado de surcos frecuentes y activos (de menos de 30 cms. de profundidad) produciendo drenaje externo para el área.
D	depositions	Depósitos sedimentados por agua o viento que forman elevaciones pequeñas sobre la superficie original (micro-dunas etc).
P	frost polygons	Elevaciones largas en forma de polígonos que consiste en material más grueso (principalmente piedras) que la parte interior un poco más altas que la superficie.

## 22 *material parental*

Descripción generalizada de los materiales consolidados o no consolidados en la superficie que ocupan la mayor parte del componente de terreno (Holmes, 1968; Strahler, 1969). Estos materiales incluyen los tipos de rocas de los cuales es derivado el material parental y otros materiales no consolidados o depósitos orgánicos.

Una lista completa de los códigos de litología es dado en ANEXO 1. Describe el material parental por lo menos hasta el nivel de tipo. Si el tipo de material parental ya ha sido registrado a nivel del terreno no es necesario especificarlo aquí otra vez.

23 *grupo textural de material parental no consolidado*

Grupo textural de partículas de menos de 2mm del material parental no consolidado o el material a 2 metros de profundidad si el suelo presenta un desarrollo profundo.

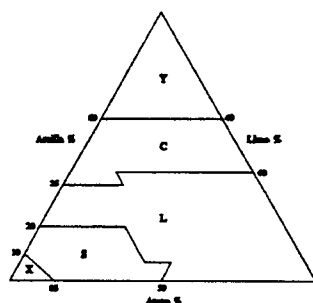


Figura 11 Grupos texturales del material parental.

Y	muy arcillosa	Más de 60% de arcilla
C	arcillosa	Clases Arcilla arenosa, arcilla limosa y texturales arcillosas (véase fig.5) hasta 60% de arcilla.
L	francosa	Clases Francosa, franco arcillo arenosa, franco arcillosa, franco limosa y franco arcillo limosa.
S	arenosa	Clases Arena francosa y franco arenosa.
X	extremadamente arenosa	Clases texturales arenosas.

24 *rocosidad en la superficie*

Afloramiento de rocas, % de cobertura o exposición.

25 *pedregosidad en la superficie*

Pedregosidad en la superficie, % de cobertura.

26 *profundidad hasta la roca parental*

Profundidad hasta la roca parental consolidada en ms.

### 27 *drenaje superficial*

Drenaje superficial (Cochrane et.al., 1985; van Waveren, 1987).

<b>E</b>	<b>extremadam ente lento</b>	El agua se queda en la superficie y el suelo está saturado con agua durante períodos de un mes o más.
<b>S</b>	<b>lento</b>	El agua drena lentamente; el suelo está saturado con agua por un período de un mes.
<b>M</b>	<b>medio</b>	El agua drena moderadamente; el suelo no está saturado con agua por más de 48 horas cada vez.
<b>R</b>	<b>rápido</b>	El exceso de agua drena rápidamente aún en períodos de mucha precipitación.
<b>V</b>	<b>muy rápido</b>	El exceso de agua drena muy rápidamente. La capa superficial del suelo no puede suministrar humedad adecuada para la formación de semilla.

### 28 *frecuencia de inundación*

La frecuencia de inundación en períodos/año E.g.: 0.2 = un período de inundación cada 5 años.

### 29 *comienzo de inundación*

El día de comienzo en general de la inundación del componente de terreno.

### 30 *duración de inundación*

La duración promedio de inundación por período (días/período). En el caso de inundación diaria la duración de cada período es 0.25.

### 31 *profundidad hasta la mesa freática, alta*

Promedio del nivel freático alto de un número de años, cms.

### 32 *profundidad hasta la mesa freática, baja*

Promedio del nivel freático bajo de un número de años cms.

## 5.4 Suelo

### 33 *unit\_id SOTER*

Véase Unit\_id SOTER en párrafo 5.1. terreno.

### 34 *numero del componente de terreno*

Véase component\_id de terreno bajo párrafo 5.2. componente de terreno.

### 35 *número del suelo*

El número del suelo dentro de la secuencia del componente de terreno. El suelo que ocupa más superficie dentro del componente de terreno se enumera primero, después el segundo y así sucesivamente.

### 36 *proporción de la SU*

Proporción que ocupa el suelo dentro de la SU en %.

### 37 *posición dentro del componente de terreno*

La posición relativa del suelo dentro del componente de terreno.

H	alta	Cima/parte alta del componente de terreno
M	medio	Partes altas y medias de la pendiente/posiciones medias del componente de terreno
L	baja	Partes bajas de pendiente/componente de terreno
A	todas	Todas las posiciones dentro del componente de terreno

### 38 *profundidad radicular*

Profundidad en cms. hasta la cual no existen restricciones físicas o químicas para el desarrollo radicular tales como capas impermeables o tóxicas. Rocas fuertemente fracturadas como esquistos pueden ser consideradas penetrables para las raíces.

### 39 *profile\_id*

Código para el perfil representativo. Cualquier código nacional está permitido siempre y cuando sea único.



**40** *número de perfiles de referencia*

El número de perfiles de referencia considerados para la selección del perfil representativo.

**5.5** **Datos del perfil**

**41** *profile\_id*

Código para el perfil representativo.

**42** *ubicación latitud*

Latitud de la ubicación del perfil de referencia en grados decimales (p.e. -10.8050 = 10° 28' 30" S).

**43** *ubicación longitud*

Longitud de la ubicación del perfil de referencia en grados decimales (p.e. -97.2510 = 97° 15' 06" O).

**44** *lab\_id*

Código del laboratorio que hizo el análisis de las muestras.

**45** *fecha de muestreo*

Fecha de la toma de las muestras de suelo.

**46** *base de datos de perfiles nacional*

Nombre de la base de datos de perfiles nacional donde otros pedones de la misma SU pueden ser encontrados.

**47** *drenaje interno*

Drenaje interno (FAO, 1977).

<b>X</b> excesivo	El agua es removida del suelo muy rápidamente en relación al suministro. El exceso de agua infiltra muy rápidamente si el material subyacente es permeable. Puede haber un flujo
-------------------	--

subsuperficial muy rápido en pendientes fuertes durante precipitaciones intensivas. La fuente de agua es la precipitación.

**R rápido**

El agua es removida rápidamente. El exceso de agua infiltra rápidamente si el material subyacente es permeable. Flujo subsuperficial puede ocurrir en pendientes fuertes durante precipitaciones intensivas. La fuente del agua es la precipitación.

**W bien**

El agua es removida del suelo fácilmente. El exceso de agua infiltra fácilmente hacia materiales permeables subyacentes o corre subsuperficialmente en sentido lateral. Estos suelos retienen comúnmente cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de plantas después de lluvias o aplicaciones de riego.

**I imperfecto**

El agua es removida del suelo tan lentamente en relación al suministro que el suelo queda mojado por una parte significativo del período de crecimiento. El exceso de agua se mueve hacia abajo lentamente si la precipitación es la fuente del agua. Si el agua subsuperficial freática es la fuente principal la tasa de flujo puede variar pero el suelo permanece mojado por una parte significativa del período de crecimiento.

**P pobre**

El agua es removida tan lentamente en relación al suministro que el suelo permanece mojado por una parte comparativamente grande del período que el suelo no está congelado. Exceso de agua es evidente en el suelo durante mucho tiempo. Flujo subsuperficial o agua freática o ambas, además de precipitación son las fuentes principales de agua; puede presentarse una mesa de agua colgante también.

**V muy pobre**

El agua es removida del suelo tan lentamente que el nivel freático queda cerca de o en la superficie durante gran parte del período cuando el suelo no está congelado. Flujo de agua freática y flujo subsuperficial son las fuentes principales de agua. La precipitación es menos importante excepto en aquellos casos donde existe una mesa de agua colgante.

#### **48 infiltración**

Infiltración o percolación, cms/hr.

#### 49 desarrollo de suelo

Los procesos formadores de suelos que asumiblemente han conducido al suelo actual.

AD	andic	Meteorización de material volcánico que ha resultado en la formación de silicatos de aluminio amorfos
AN	anthric	Influencia humana pronunciada
CA	calcic	Acumulación de carbonatos de calcio
CB	cambic	Meteorización en el lugar reflejada por un cambio de color, textura o consistencia sin traslocaciones importantes
CH	chernic	Acumulación en la parte superficial de materia orgánica saturada
FA	ferralic	Acumulación residual de sesquioxides como resultado de meteorización fuerte
FL	fluvic	Ausencia de atributos evidentes consecuencia de la pedogénesis pero con estratificación sedimentaria
GL	gleyic	Reducción como resultado de influencia de agua freática
GY	gypsic	Acumulación de yeso
LI	lixic	Acumulación iluvial de arcillas poco activas
LU	luvic	Acumulación iluvial de arcillas activas
MO	modic	Acumulación en la parte superficial de superficial de materia orgánica desaturada
NI	nitic	Acumulación de arcilla (iluvial y/o residual) en presencia de arcillas poco activas
OR	organic	Acumulación espesa en la superficie de materiales orgánicos poco o no descompuestos asociados generalmente con saturación con agua
PO	podzic	Acumulación iluvial de compuestos amorfos de materia orgánica muchas veces con hierro y/o aluminio
PR	primic	Ausencia de atributos evidentes causados por pedogénesis. Ausencia de estratificación
SA	salic	Acumulación de sales solubles
SO	sodic	Acumulación de sodio (y magnesio) causando dispersión del material del suelo

ST	stagnic	Reducción como consecuencia de saturación con agua superficial- y subsuperficialmente
VE	vertic	Volteo del material de suelo como consecuencia de expansión y contracción

**50** *espesor de hojarasca/material orgánico sobre la superficie*

Espesor en cms de la capa de hojarasca/material orgánico sobre la superficie del suelo.

**51** *grado de descomposición*

Grado de descomposición de material orgánico/hojarasca sobre la superficie (Soil Survey Staff, 1975).

F	fibric	Materiales orgánicos poco decompuestos más de la 2/3 parte del volumen ocupada por fibras
H	hemic	Material orgánico de suelo que tiene un grado de descomposición intermedio entre fibric y sapric (contenido de fibras entre 1/6 y 2/3 del volumen)
S	sapric	Material orgánico del suelo con un alto grado de descomposición < 1/6 parte del volumen ocupada por fibras.

**52** *susceptibilidad a la formación de costras superficiales*

El grado en el cual la superficie del suelo tiende a formar costras y sellarse.

N	ninguno	Sin encostramiento y sellamiento
W	débil	La superficie de suelo demuestre una ligera tendencia a encostramiento. Una costra suave o débilmente dura de menos de 0.5 cms. de espesor.
M	moderado	El suelo demuestra una moderada tendencia a formación de costras superficiales. Una costra suave o débilmente dura de más de 0.5 cms. de espesor o una costra dura de menos de 0.5 cms.
S	fuerte	La superficie del suelo demuestra una fuerte tendencia a formar costras. Una costra dura de más de 0.5 cms. de espesor.

### 53 *material por debajo del pedon*

El material que se encuentra por debajo de la última capa descrita:

N	roca no consolidada	Roca/material no consolidado
P	petroplintita	Plintita endurecida irreversiblemente
R	roca	Roca dura no meteorizada
S	piedras	Línea de piedras, camada de piedras o granzón
W	roca meteorizada	Roca meteorizada o podrida
U	desconocido	Desconocido, continuación de la capa suprayacente

### 5.6 Datos de capa

#### 54 *profile\_id*

Véase *profile\_id* en párrafo 5.4 Suelo (atributo 39).

#### 55 *número de la capa*

Número en la secuencia para horizontes maestro del perfil de referencia. Se recomienda limitar el número de capas a un máximo de 4.

#### 56 *limite inferior*

Profundidad del límite inferior de la capa en cms.

#### 57 *nitidez del límite*

Nitidez del límite con el horizonte subyacente (FAO, 1990). Para el capa mas profundo no es necesario de registrar el nitidez.

A	abrupto	menos de 2 cms.
C	claro	de 2 a 5 cms.
G	gradual	de 5 a 15 cms.
D	difuso	15 cms o más.

**58** *color en húmedo*

Matiz, intensidad y pureza según Munsell. Valores intermedios en las tablas Munsell no son aceptados.

**59** *color en seco*

Matiz intensidad y pureza según Munsell para el suelo seco.

**60** *tipo de estructura*

Forma o tipo de estructura (FAO, 1990; Soil Survey Staff, 1951).

<b>P</b>	laminar	Partículas ordenadas en un plano generalmente horizontal
<b>R</b>	prismática	Prismas sin partes altas redondeadas
<b>C</b>	columna	Prismas con partes altas redondeadas
<b>A</b>	blocosa angular	Limitada por planos que intersectan a ángulos agudos
<b>S</b>	blocosa subangular	Caras planas mezcladas con redondeadas con vértices redondeadas normalmente
<b>G</b>	granular	Esferoidales o poliedrales, poco porosas
<b>B</b>	megajosa	Esferoidales, poliedrales, porosas sin estructura maciza
<b>M</b>	gruesa	Sin estructura, gruesa
<b>N</b>	grano simple	Sin estructura, granos individuales
<b>W</b>	en forma de cuña	Estructura en horizontes con caras de fricción intersectándose como en los Vertisoles.

**61 tamaño de los elementos estructurales**

**Tabla 3** Clases de tamaño de elementos estructurales para diferentes tipos en mm's. (Soil Survey Staff, 1951; FAO, 1990)

Clases	Rangos de tamaño de elementos estructurales (mm)				
	laminar	prismatica/ columnar	blocosa (sub)ang.	gran.	miga.
V muy fino	< 1	< 10	< 5	< 1	< 1
F fino	1 - 2	10 - 20	5 - 10	1 - 2	1 - 2
M medio	2 - 5	20 - 50	10 - 20	2 - 5	2 - 5
C grueso	5 - 10	50 - 100	20 - 50	5 - 10	
X muy grueso	> 10	> 100	> 50	> 10	

**62 grado de estructuración**

Grado de desarrollo de los elementos estructurales (FAO, 1977).

N	sin estructura	Sin observación observable o arreglo de líneas naturales de debilidad (masiva o grano simple)
W	débil	Agregados indistintos pobremente formados apenas observable en su lugar
M	moderado	Agregados distintos bien formados moderadamente resistentes y evidentes pero no claros en suelo no disturbado
S	fuerte	Agregados resistentes muy evidentes en suelo no desplazado con cierta adhesión entre elementos en suelo no disturbado pero se separan cuando el suelo es disturbado

**63 contenido de carbón**

Contenido de carbón orgánico en la tierra fina, g/km.

**64 contenido de nitrógeno**

Nitrógeno total en g/kg.

**65 P total**

mg/kg

**66 CIC de suelo**

cmol(+)/kg a pH 7.0 (en NH<sub>4</sub>OAc)

**67** *CIC efectiva de suelo*

CIC efectiva de suelo, cmol(+)/kg en 1M KCl

**68** *CIA de suelo*

cmol(-)/kg

**69** *Ca intercambiable*

cmol(+)/kg

**70** *Mg intercambiable*

cmol(+)/kg

**71** *K intercambiable*

cmol(+)/kg

**72** *Na intercambiable*

cmol(+)/kg

**73** *Al intercambiable*

cmol(+)/kg

**74** *Fe extractable con ditionita*

% de peso

**75** *Al extractable con ditionita*

% de peso

**76** *Fe extractable con oxalato ácido*

Extracción con una solución de oxalato de amonio a pH 3, % de peso.



**77** *Al extractable con oxalato ácido*

Extracción con una solución de oxalato de amonio a p3, % de peso.

**78** *pH-H<sub>2</sub>O*

pH determinado en la suspensión de una mezcla de 1:25 suelo-agua.

**79** *pH-KCl*

pH determinado en la suspensión de una mezcla de 1:25 suelo-1 M KCl.

**80** *conductividad eléctrica (CE)*

Conductividad eléctrica del extracto de saturación en mS/m.

**81** *CaCO<sub>3</sub>*

Contenido de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), g/kg.

**82** *yeso*

Contenido de yeso (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), g/kg.

**83** *volumen de fragmentos gruesos*

Porcentaje del volumen de la matriz del suelo ocupado por fragmentos gruesos.

**84** *tamaño de fragmentos gruesos*

Tamaño de fragmentos gruesos predominantes en cms. Si la estimación está basada en las clases granzón (0.2 a 7.5 cm) guijarros (7.5 a 25 cm) y piedras (>25 cm) introduzca el valor promedio de clases.

**85** *arena total*

% de peso de partículas entre 2.0 - 0.05mm en la fracción de tierra fina.

**86** *arena muy gruesa*

% de peso de partículas entre 2.0 - 1.0mm en la fracción de tierra fina.

**87 arena gruesa**

% de peso de partículas entre 1.0 - 0.5mm en la fracción de tierra fina.

**88 arena media**

% de peso de partículas entre 0.5 - 0.25 mm en la fracción de tierra fina.

**89 arena fina**

% de peso de partículas entre 0.25 - 0.10mm en la fracción de tierra fina.

**90 arena muy fina**

% de peso de partículas entre 0.10 - 0.05mm en la fracción de tierra fina.

**91 limo**

% de peso de partículas entre 0.002 - 0.050mm en la fracción de tierra fina.

**92 arcilla**

% de peso de partículas menores de 0.002mm en la fracción de tierra fina.

**93 arcilla natural**

% de peso de partículas menores de 0.002mm en la fracción de tierra fina sin tratamiento previo.

**94 clase textural**

Clase textural de la tierra fina (Soil Survey Staff, 1951).

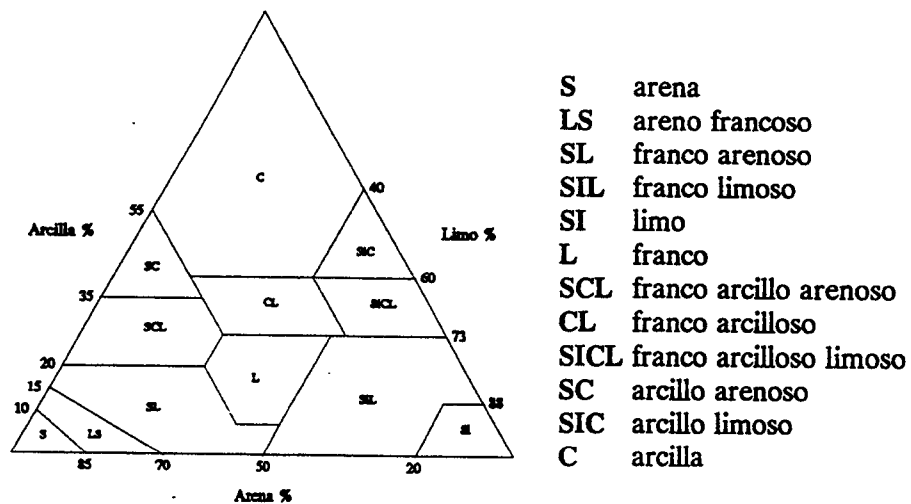


Figura 12 Clases texturales de la tierra fina.

### 95 mineralogía de las arcillas

Tipo predominante de minerales en la fracción de arcilla:

- AL** alófano
- CH** clorítico
- IL** ilítico
- IN** Interestratificado o mixto
- KA** caolinítico
- MO** montmorillonítico
- SE** sesquioxídico
- VE** vermiculítico

### 96 contenido de humedad a diferente valores de pF

Porcentaje de volumen de la humedad del suelo a diferentes valores de pF. Se recomienda introducir los datos de dos valores de pF por lo menos, preferiblemente capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

p.e.:

pF	1.0	1.3	2.0	2.4	2.7	3.4	4.2	6.0
Z humedad de suelo	0.41	0.40	0.37	0.32	0.26	0.17	0.09	0.02

97 *densidad aparente*

kg/dm<sup>3</sup>, o g/cm<sup>3</sup>

98 *conductividad hidráulica a diferentes valores de pF*

La conductividad hidráulica en cm/hr a diferentes valores de pF. Por lo menos se requieren dos valores: uno para la conductividad saturada y otro para la condición no saturada. Véase el ejemplo del contenido de humedad a diferentes valores de pH también.

99 *horizonte diagnóstico*

Las descripciones han sido tomadas de la Leyenda Revisada del Mapa de Suelos del Mundo (FAO 1988). Para definiciones más precisas puede referirse a esta publicación.

**HI** histic

Un horizonte de más de 25 cm. pero menos de 40 cm. de espesor. Puede tener un espesor mayor de 40 cm. pero menor de 60 cm. si consiste en 75% o más de su volumen en fibras de sphagnum o si tiene una densidad aparente en húmedo de menos de 0.1 kg/dm<sup>3</sup>. Una capa superficial de menos de 25 cm. de profundidad, se considera como horizonte hístico si después de haber sido mezclado hasta una profundidad de 25 cm. tiene 16% o más de carbón orgánico si tiene 60% arcilla, 8% si no tiene arcilla y entre 8 y 16% para contenidos intermedios de arcilla.

**MO** mollic

Un horizonte superficial con las siguientes propiedades en los primeros 18cm.:

1. La estructura de suelo es suficientemente fuerte para que el horizonte no sea ni masivo ni duro o muy duro cuando seco. Prismas muy gruesas mayores de 30 cm. de diámetro están incluidos dentro de masivo si no hay estructura secundaria dentro de las prismas.
2. Cromo menos de 3.5 en húmedo intensidad (value) más oscuro que 3.5 en húmedo y menos de 5.5 en seco; la intensidad del color es más oscuro en por lo menos una unidad que el C(ambos en húmedo y seco). Si no hay horizonte C debe hacerse la comparación con el horizonte inmediatamente por debajo del A. Si hay más de 40% de carbonatas derivados finamente no existen requerimientos de intensidad de color en seco, en húmedo la intensidad debe ser 5 o menos.
3. Saturación con bases 50% o más.
4. El contenido de carbón orgánico es por lo menos 0.6% a través del horizonte.

<b>FI fimic</b>	Una capa superficial de 50cm. o más hecha por el hombre producto de un abono continuo por mucho tiempo de mezclas de tierra. Si un horizonte fímico cumple con los requisitos de móllico o úmbrico se distingue de estos dos por un contenido de $P_2O_5$ extractable con ácido cítrico de 1% mayor de 250 mg/kg. Ejemplos son el antrópico y plagénico de Taxonomía de Suelos.
<b>UM umbric</b>	Comparable con móllico en cuanto a color, carbón orgánico, contenido de Fósforo, consistencia, estructura y espesor. Sin embargo la saturación con bases es menor de 50%.
<b>OC ochric</b>	Este horizonte tiene colores demasiado claros, cromas demasiado altas, demasiado poca materia orgánica o demasiado delgado para móllico o úmbrico o es masivo y duro cuando seco. Materiales con estratificación fina no califican como horizonte ochrico, por ejemplo capas superficiales de depósitos aluviales recientes.
<b>AR argic</b>	<p>Un horizonte subsuperficial que tiene un contenido de arcilla considerablemente más alto que el horizonte sobreyacente. Esta diferencia puede ser consecuencia de acumulación iluvial de arcilla, o de una destrucción de arcilla el horizonte superficial o de una erosión selectiva de arcilla en la parte superficial o de actividad biológica o de una combinación de dos o más de estos procesos. Sedimentación de materiales en la superficie que tienen texturas más gruesas que los horizontes subyacentes pueden elevar una diferenciación textural pedogenética. Sin embargo una discontinuidad litológica sola como por ejemplo en depósitos aluviales no califica como horizonte árgico. Cuando un horizonte árgico se ha formado por iluviación de arcilla películas de arcillas pueden ocurrir en las caras de los agregados, en grietas y en poros y canales.</p> <p>La textura debe ser areno francosa o más fina con por lo menos 8% de arcilla.</p>
<b>NA natric</b>	<p>Un horizonte árgico con:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una estructura columnar o prismática en alguna parte o una estructura blocosa con lenguas de un horizonte eluvial en las cuales hay granos de limo o arena sin revestimiento que se extienden por más de 2.5 cm. dentro del horizonte y</li> <li>2. Un porcentaje de Sodio intercambiable de más de 15% dentro de los primeros 40 cm. del horizonte; o más Mg y Na intercambiable que Calcio y acidez intercambiable dentro de los primeros 40 cm. si la saturación con Na intercambiable es más de 15% en algún subhorizonte dentro de 200 cm. desde la superficie.</li> </ol>
<b>CB cambic</b>	Un horizonte alterado que no cumple con los requisitos de los horizontes árgico, nátrico o spódico y que no tiene los colores oscuros, el contenido de materia orgánica y la estructura de los horizontes hístico, móllico y úmbrico. La textura es franco arenosa o más fina, con por lo menos 8% de arcilla; el espesor mínimo es

de 15 cm. con un límite inferior a por lo menos 25 cm. por debajo de la superficie del suelo.

Estructura de suelo debe ser de desarrollo moderado por lo menos o estructura de roca es ausente en por lo menos la mitad del volumen del horizonte, la CIC es más de 160 mmol(+)/kg de arcilla, o el contenido de minerales meteorizables en la fracción entre 0.050 y 0.200 mm es de 10% o más; el horizonte muestra alteración en cuanto a: a) Cromas más fuertes, matices más rojos o contenidos de arcilla más altos que los horizontes subyacentes o b) Evidencia de remoción de carbonatos o c) Si no hay carbonatos en el material parental o en el polvo que cae al suelo la evidencia de alteración requerida se satisface por la presencia de estructura suelo y ausencia de estructura de roca en más del 50% del horizonte; el horizonte no presenta cementación, endurecimiento o consistencia quebradiza en estado húmedo.

#### SP spodic

El horizonte spódico cumple con uno de los siguientes requisitos a una profundidad mayor de 12,5 cms.:

- 1) Un subhorizonte de más de 2.5 cm. de espesor que es cementado en forma continua por una combinación de materia orgánica con hierro y/o aluminio.
- 2) Una textura arenosa o francosa gruesa con granos oscuros bien visibles del tamaño de limo grueso o más grueso o con granos de arena cubiertos con cutanes agrietadas que consisten en materia orgánica con aluminio con o sin hierro.
- 3) Uno o más subhorizontes en los cuales: a) En caso de tener 0.1% ó más de hierro extractable la razón de hierro más aluminio extractable con pirofosfato a un pH 10 al porcentaje de arcilla es 0.2 o más, y en caso de tener menos de 0,1% de hierro extractable la razón de aluminio más carbón orgánico al porcentaje de arcilla es 0,2 ó más; y b) La suma de hierro y aluminio extractable con pirofosfato es la mitad o más de la suma de hierro y aluminio extractable con diatonito-citrato; y c) El espesor es tal que el índice de acumulación de materiales amorfos en los subhorizontes que cumplen con los requisitos anteriores es 65 ó más. Este índice es calculado sustrayendo la mitad del porcentaje de arcilla de la CIC a pH 8.2 en mmol/kg de arcilla y multiplicando este valor por el espesor del subhorizonte en centímetros. Los resultados de todos los subhorizontes se suman después.

#### FA ferralic

El horizonte ferrálico tiene una textura que es franco arenosa o más fina con por lo menos 8% de arcilla; tiene un espesor mínimo de 30 cm.; tiene un CIC menor o igual a 160mmol/kg de arcilla o tiene una CIC efectiva igual o menor de mmol/kg de arcilla (suma de bases intercambiables determinadas con  $\text{NH}_4\text{OAc}$  y la acidez intercambiable determinada en IMKCI); tiene menos de 10% de minerales meteorizables en la fracción entre 0.050 y 0,200mm; tiene menos de 10% de arcilla dispersable en agua; tiene una razón limo/arcilla de 0,2 o menos; no tiene propiedades ándicas; tiene menos de 5% por volumen de estructura de roca.

- CA calcic** Un horizonte de acumulación de carbonato de calcio. El horizonte está enriquecido con carbonato de calcio secundario sobre un espesor de 15 cm. o más, tiene un contenido de carbonato de calcio de 15% o más y por lo menos 5% más que un horizonte subyacente. El último requisito es expresado en volumen si los carbonatos secundarios en el horizonte cálcico se presentan como colgantes de fragmentos gruesos o como concreciones o en forma de polvo. Si este tipo de horizonte cálcico yace sobre materiales muy calcáreos (40% o más de equivalente de carbonato de calcio) el porcentaje de carbonato no decrece necesariamente con la profundidad.
- PC petrocalcic** Un horizonte cálcico continuo cementado o endurecido, cementado por carbonato de calcio y en algunos lugares por carbonato de calcio y magnesio. Sílice puede estar presente. El horizonte petrocálcico está cementado continuamente de tal manera que fragmentos secos no se desmoronan en agua y que raíces no pueden entrar. Es masivo o laminar, extremadamente duro en seco así que ni pala ni barreno pueden penetrar y muy firme a extremadamente firme en húmedo. Poros no capilares están rellenos, conductividad hidráulica es moderadamente lenta a lenta, normalmente tiene espesor mayor de 10 cm.
- GY gypsic** El horizonte gypsic ha sido enriquecido con sulfato de calcio secundario ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), tiene un espesor mayor de 10 cm., contiene por lo menos 5% más de yeso que el horizonte subyacente y el producto de espesor (cm) y el porcentaje de yeso es 150 o más.
- PG petrogypsic** Un horizonte gypsic que está tan cementado con yeso que los fragmentos secos no se desmoronan en agua y que raíces no pueden entrar. El contenido de yeso pasa 60% usualmente.
- SU sulphuric** El horizonte sulfúrico se forma como resultado de drenaje artificial y oxidación de materiales minerales u orgánicos ricos en sulfuros. Tiene un espesor mínimo de 15 cms. y se caracteriza por un pH- $\text{H}_2\text{O}$  de menos de 3.5 y presenta generalmente manchas de jarosita con matices de 2.5Y o más y pureza (chroma) de 6 o más.
- AL albic** Arcilla y óxidos libres de hierro han sido removidos o se ha producido una segregación de los óxidos tal que el color del horizonte es determinado por el color de las partículas primarias de arena y limo y no por cutanes de los mismos. Un horizonte álbico tiene una intensidad (value) de color en húmedo de 4 o más o una intensidad en seco de 5 o más o ambas. Si la intensidad en seco es 7 o más o en húmedo 6 o más la pureza (chroma) es 3 o menos. Si la intensidad en seco es 5 o 6 o en húmedo 4 o 5, la pureza está más cerca de 2 que de 3. Si los materiales parentales tienen matices de 5YR o más rojo una pureza en húmedo de 3 está permitida en el horizonte álbico donde la pureza proviene del color de granos de arena o limo sin cutanes.

## Propiedades diagnósticas (FAO, 1989).

TC cambio textural	Un incremento del contenido de abrupto arcilla entre dos capas que se presenta en una distancia vertical de menos de 5 cm. en donde la capa subyacente tiene un contenido de arcilla dos veces el contenido de la capa suprayacente si ésta última tiene menos de 20% de arcilla o un incremento de 20% o más si la superficie tiene 20% de arcilla o más.
AD propiedades ándicas	<p>Materiales de suelo que cumplan una o más de los siguientes requisitos:</p> <p>1) Aluminio extractable con oxalato ácido más la mitad del hierro extraíble con oxalato ácido es 2% o más en la fracción de tierra fina: la densidad aparente de la fracción de tierra fina, medida en el estado de humedad de campo es 0.9 kg/dm<sup>3</sup> o menos; retención de fosfatos es más de 85%.</p> <p>2) Más del 60% del volumen del suelo completo consiste en material volcánico-clástico más grueso de 2mm; aluminio extractable con oxalato ácido más la mitad de hierro extractable con oxalato ácido es 0.40% o más en la fracción de tierra fina.</p> <p>3) La fracción entre 0.02 y 2.0mm es por lo menos el 30% de la fracción de tierra fina y cumple uno de los siguientes requisitos:</p> <p>a) Si la fracción de tierra fina tiene como suma del Aluminio extractable con oxalato ácido y la mitad del hierro extractable con oxalato ácido 0.40% o menos debe haber por lo menos 30% de vidrio volcánico en la fracción entre 0.02 y 2.0mm. b) Si la fracción de tierra fina tiene como suma del Aluminio extractable con oxalato ácido y la mitad del hierro extractable con oxalato ácido 20% más debe haber por lo menos 5% de vidrio volcánico en la fracción entre 0.02 y 2.0mm. c) Si la fracción de tierra fina como suma del Aluminio extractable con oxalato ácido y la mitad del hierro extractable con oxalato ácido entre 0.40 y 2% debe haber un contenido proporcional de vidrio volcánico en la fracción entre 0.02 y 2.0mm entre 30 y 5%.</p>
CO calcareo	Material de suelo que muestra una fuerte efervescencia con 10% de HCl en la mayor parte de la tierra fina o que tiene más de 2% de equivalente de carbonato de calcio.
CA calcaric	Suelos que son calcareos entre los 20 y 50 cms. de profundidad.
RO roca dura continua	El material subyacente es suficientemente coherente y duro en húmedo para imposibilitar excavar con pala. El material es continuo excepto por unas grietas producidas en el lugar sin desplazamiento significativo de los fragmentos y a distancias horizontales de 10 cms. o más. El material considerado aquí no incluye horizontes subsuperficiales como duripan, horizonte petrocálcico o petrogipsico o una fase petroférica.

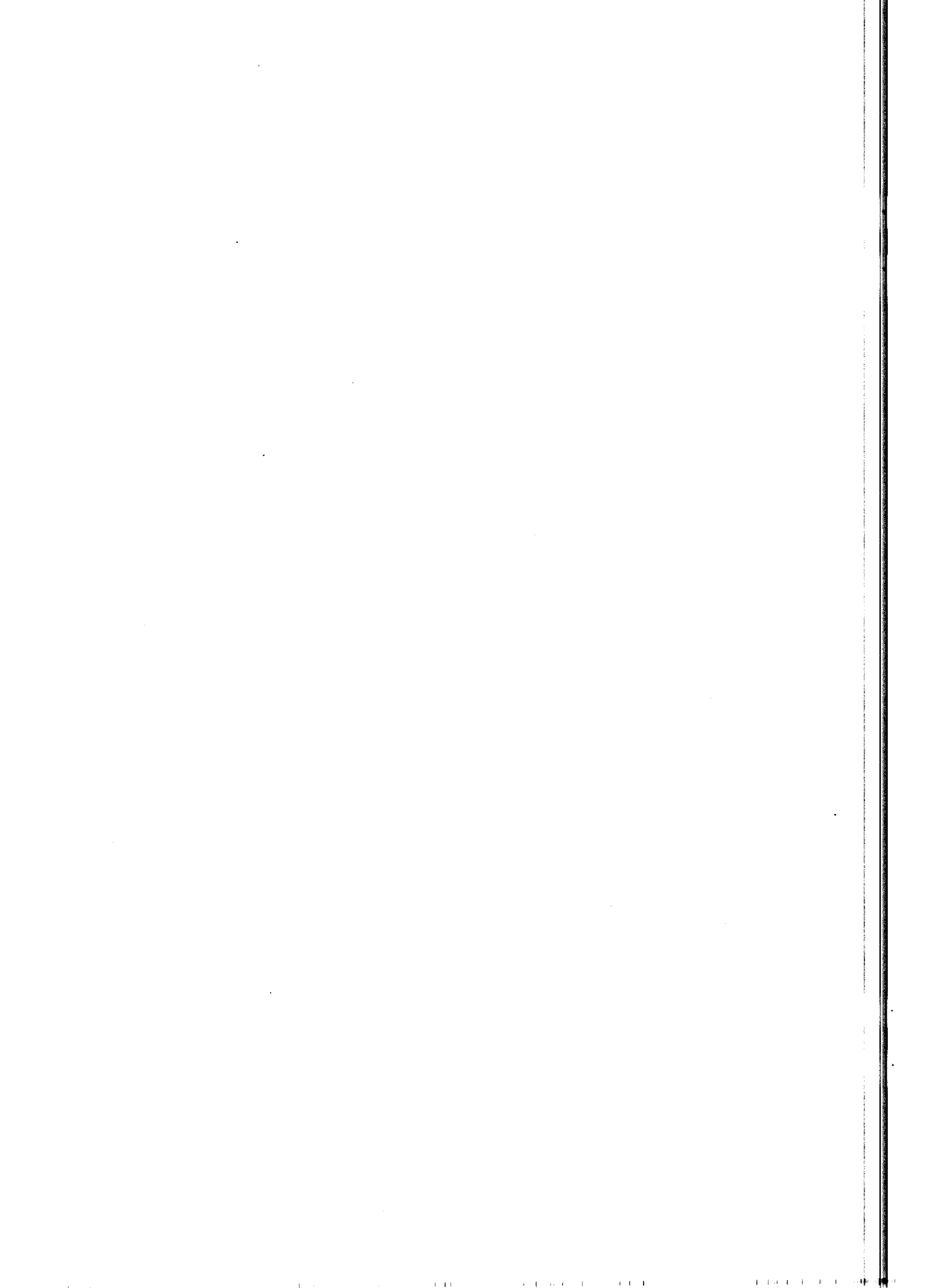


<b>FA</b> propiedades ferráticas	El término propiedades ferráticas es usado para Cambisols y Arenosols que tienen una CIC de menos de 240 mmol(+)/kg de arcilla o menos de 40 mmol(+)/kg de suelo en por lo menos un subhorizonte del horizonte cámbico o del horizonte inmediatamente por debajo del horizonte A.
<b>FI</b> propiedades férricas	Muchas manchas gruesas con matices más rojos que 7.5YR o pureza de más de 50 ambas; nódulos hasta 2 cms. de diámetro cuya parte exterior está enriquecida y débilmente cementada o endurecida con Fe y con matices más rojos o purezas más fuertes que la parte interior (Luvisols, Alisols, Lixisol y Acrisols).
<b>FL</b> propiedades flúvicas	Sedimentos fluviales marinos y lacustrinos que reciben materiales frescos con intervalos regulares y que a menos que sean drenados artificialmente tienen una o más de las siguientes propiedades: 1) Un contenido de carbón orgánico que decrece irregularmente con la profundidad o que no llega a un valor tan bajo como de 0.2% a una profundidad de 125 cms. Estratos finos de arena puedan tener menos carbón orgánico si los sedimentos más finos abajo, excepto horizontes enterrados, cumplen con el requisito. 2) Estratificación en por lo menos el 25% del suelo dentro de 125 cms. desde la superficie.
<b>GE</b> propiedades géricas	Materiales de suelo que tienen ó: 1) 15 mmol(+)/kg o menos de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) más aluminio extractable con 1MKCl y un pH (1MKCl) de 5 o más ó 2) un delta pH (pH KCl menos pH H <sub>2</sub> O) de + 0,1 o más.
<b>GL</b> propiedades gléyicas y stágnicas	Materiales de suelo que están saturados con agua durante algún período del año, o durante todo el año en la mayoría de los años y que muestran evidencia de procesos de reducción o de reducción y segregación de hierro (véase FAO-Unesco Mapa de Suelos del Mundo).
<b>GY</b> gypsífero	Material de suelo que contiene 5% o más de yeso.
<b>IN</b> interfingering	Penetraciones de un horizonte álbico dentro de un horizonte árgico o nátrico subyacente por las caras de los agregados principalmente las verticales. Las penetraciones no son suficientemente anchas para llegar a "Tonguing" pero forman esquelatanes continuos (recubrimientos de las caras verticales de los agregados con limo o arena limpia de más e 1mm de espesor).
<b>NI</b> propiedades nítricas	Material de suelo que tiene 30% o más de arcilla, tiene una estructura blocosa angular moderadamente fuerte que se desmorona fácilmente en elementos planos con ángulos agudos que muestra caras de agregados brillantes que son argilanes delgados o caras de presión. Esta estructura de suelo está asociada aparentemente a la presencia de cantidades significativas de óxidos activos de hierro e indica un almacenamiento de agua altamente

efectivo y propiedades favorables de adsorción-desorción de fosfatos.

- OR** materiales orgánicas de suelo  
Materiales orgánicos de suelos están: 1) Saturados con agua durante períodos largos ó están drenados artificialmente y excluyendo las raíces vivas, a) tienen 18% o más de carbón orgánico si la fracción mineral tiene 60% o más de arcilla, b) tienen 12% o más de carbón orgánico si la fracción mineral no tiene arcilla o c) tiene un contenido de carbón orgánico proporcional entre 12 y 18%, si el contenido de arcilla es menor de 60%; 2) No están saturados nunca por más de algunos días y tienen más de 20% de carbón orgánico.
- PE** permafrost  
Permafrost es una capa en la cual la temperatura está a 0°C o más bajo en forma permanente.
- PL** plintita  
Plintita es una mezcla de arcilla con cuarzo y otros diluentes, rica en hierro y pobre en materia orgánica. Se presenta normalmente como un moteado rojo usualmente en patrones laminares poligonales o reticulares y se convierte irreversiblemente en un hardpan o en agregados irregulares cuando es expuesta a procesos repetitivos de humedecerse y secarse. En un suelo húmedo la plintita es firme usualmente pero se puede cortar con pala. Cuando está endurecido irreversiblemente el material no es considerado más plintita. Este material endurecido se muestra como fase petroférica o esquelética.
- SA** propiedades sálicas  
La conductividad eléctrica del extracto de saturación es más de 15 dS/m dentro e 30 cms. desde la superficie o más de 4 dS/m dentro de 30 cms. desde la superficie si el pH-H<sub>2</sub>O es más de 8,5.
- SI** slickensides  
Caras de fricción son superficies pulidas producidas por una masa pasando sobre o rozando otra. Algunas ocurren en la base de una superficie de deslizamiento donde una masa de suelo se mueve hacia abajo sobre una pendiente relativamente fuerte. Caras de fricción son muy comunes en arcillas expansibles donde existen cambios estacionales marcados en el contenido de humedad.
- SM** consistencia "smearly"  
Material de suelo thixotrópico cambia bajo presión o por frotación de un sólido plástico en un estado de liquefacción y de nuevo en el estado sólido. En el estado de liquefacción el material pasa entre los dedos y los ensucia.
- SO** propiedades sódicas  
El porcentaje de sodio intercambiable es 15% o más o el sodio más magnesio intercambiable es 50% o más.
- SL** cal suave polvorulento  
Cal autigénico traslocado suficientemente suave para ser cortado con la uña precipitado en el lugar desde la solución del suelo en vez de ser heredado de un material parental de suelo, debería estar presente en una acumulación significativa (recubrimientos de paredes de poros y caras de agregados).

<b>HU</b> strongly humic	Soil material with an organic carbon content of more than 14 g/kg fine earth as a weighted average over a depth of 100 cm from the surface. This calculation assumes a bulk density of 1.5 kg/dm <sup>3</sup> .
<b>SU</b> materiales sulfídicos	Materiales sulfídicos son materiales minerales u orgánicos de suelo saturados con agua que contienen 0.75% o más de azufre (peso seco), principalmente en forma de sulfuros conteniendo un equivalente de carbonato de calcio de menos de tres veces el azufre y teniendo un pH de más de 3.5. Materiales sulfídicos se acumulan en suelos permanentemente saturados que tienen un pH de más de 3.5 generalmente en aguas salobres. Si el suelo es drenado los sulfuros se oxidan y forman ácido sulfúrico. El pH que está normalmente cerca de neutro antes del drenaje cae a valores por debajo de 3.5. En este momento los materiales se convierten en horizonte sulfúrico. Materiales sulfurosos difieren del horizonte sulfúrico en su condición de reducción, su pH y la ausencia de manchas de jarosita con matices de 2.5Y y más ó una pureza de 6 o más.
<b>TO</b> tonguing	Un horizonte álbico penetra un horizonte árgico por las caras de los agregados, si éstas están presentes. Las lenguas deben haber una profundidad mayor que su anchura y tener dimensiones horizontales de 5mm o más en horizontes árgicos de textura fina (arcilla, arcilla limosa y arcilla arenosa), 10mm o más en horizontes árgicos de textura medianamente finas y 15mm o más en horizontes árgicos de texturas medias o gruesas (franco limosa, francosa y franco arenosa) y deben ocupara más del 15% de la masa de la parte superior del horizonte árgico.
<b>VE</b> propiedades vérticas	Características relacionadas a suelos arcillosos que durante algún período en la mayoría de los años muestran uno o más de los siguientes: grietas, caras de fricción, agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedo que en combinación no son suficientes para ubicar el suelo en los vertisols.
<b>WM</b> minerales meteorizables	Minerales meteorizables son aquellos inestables en un clima húmedo comparándolos con otros minerales como cuarzo, arcillas de armazón 1:1 Si ocurre meteorización estos minerales liberan nutrientes para las plantas y hierro o aluminio. Incluyen 1) Minerales de arcilla: todas las arcillas de armazon 2:1 excepto clorita interestratificada con aluminio. Sepiolita, talco y glauconita están incluidos también dentro de este grupo de arcillas meteorizables aún cuando su tamaño no es de arcilla. 2) Minerales de las fracciones de limo y rena: feldespatos, feldespatoides, minerales ferromagnésicos, vidrios, micas y zeolitas.



## PARTE II USO DE LA TIERRA Y VEGETACION

### 6 Cobertura de la Tierra

En SOTER las características de cobertura de la tierra (vegetación y uso de la tierra) son almacenadas en dos archivos separados de las propiedades de suelos y terreno. En comparación con los atributos más estables de la tierra tratados en Parte I de este Manual la cobertura de la tierra es considerada como una entidad más dinámica que puede cambiar rápidamente con el tiempo. Por esta razón puede ser necesario añadir datos más recientes frecuentemente. Además otras instituciones están trabajando en bases de datos para uso de la tierra (FAO) y vegetación o están planificando hacerlo. En este momento tales bases de datos no están disponibles y por esta razón existe la necesidad de incorporar estos datos en SOTER.

Para uso interpretativo de la base de datos SOTER los datos de cobertura de la tierra son imprescindibles. Un sistema provisional para tales datos es implementado para la base de datos SOTER. La información de la cobertura de tierra es presentada a nivel de la unidad SOTER (SU). Así se evita el esfuerzo de digitalizar límites separados de cobertura de la tierra y un simple enlace es posible entre los datos de suelos y terreno y la cobertura de la tierra.

#### 6.1 Uso de la tierra

El archivo de uso de la tierra contiene cuatro atributos únicamente de los cuales los primeros dos: SOTER unit\_id y la fecha de observación son atributos claves.

1 *SOTER unit\_id*

Código de identificación de una unidad SOTER (véase 5.1. Terreno).

2 *fecha de observación*

La fecha de observación del uso de la tierra almacenada en formato YYMMDD.

3 *uso de la tierra*

Las clases de uso de la tierra son definidas en un sistema jerárquico (Remmelzwaal, 1990). Al nivel más alto las clases son subdivididas en subclases y grupos en base al tipo de uso de la tierra y el uso de insumos y/o producción (animal, vegetal). Los códigos para uso de la tierra están en la tabla 4, las descripciones en el anexo 2.

4 *proporción de SU*

Proporción que el uso de la tierra ocupa dentro de la SU en %.

Tabla 4

Jerarquía del uso de la tierra, ordenes, grupos y sistemas de uso de la tierra.

S	ZONAS URBANAS/ INDUSTRIAS	SR	uso residencial		
		SI	uso industrial		
		ST	transporte		
		SC	recreacional		
		SX	excavaciones		
A	AGRICULTURA	AA	cultivos anuales	AA1	agricultura migratoria
				AA2	agricultura con "barbecho"
				AA3	agricultura sistema ley
				AA4	agricultura de secano
				AA5	arroz en agua
				AA6	agricultura bajo riego
		AP	cultivos perennes	AP1	sin riego
				AP2	con riego
		AT	cultivos arbóreos y arbustivos	AT1	árboles sin riego
				AT2	árboles con riego
				AT3	arbustos sin riego
				AT4	arbustos con riego
H	GANADERIA	HE	pastoreo extensivo	HE1	nomadismo
				HE2	semi nomadismo
				HE3	pastoreo en haciendas
		HI	pastoreo intensivo	HI1	producción animal
				HI2	producción lechera
F	PRODUCCION FORESTAL	FN	explotación de bosques naturales	FN1	talaselectiva
				FN2	tala completa
		FP	plantaciones forestales		
M	AGRICULTURA MIXTA	MF	agroforestal		
		MP	agropastoreo (sistema de cultivo y ganadería)		
E	EXTRACCION/ RECOLECCION	EV	explotación de la vegetación natural		
		EH	cacería y pesca		
P	PROTECCION DE LA NATURALEZA	PN	preservación de naturaleza y fauna	PN1	reservas
				PN2	parques
				PN3	manejo de la fauna natural
		PD	control de degradación	PD1	sin intervención
		PD2	con intervención		
U	SIN USO				

## 6.2 Vegetación

El archivo de vegetación tiene cuatro atributos de los cuales los primeros dos: SOTER unit\_id y la fecha de observación son atributos claves.

### 1 SOTER unit\_id

Código de identificación de una unidad SOTER (véase 5.1 Terreno).

## 2 fecha de observación

Fecha de observación de la vegetación original almacenada en formato YYMMDD.

## 3 vegetación

Descripción generalizada de la fisionomía de la vegetación original presente (Unesco, 1973). La tabla 5 da la clasificación jerárquica de vegetación a ser aplicada a nivel de la SU. Una descripción completa de las clases aparece en el anexo 3. La vegetación debe ser clasificada por lo menos al nivel de subclase de formación.

## 4 proporción de SU

La proporción que la vegetación ocupa dentro de la SU en %.

Tabla 5

Clases jerárquicas de vegetación.

Clases jerárquicas de vegetación.			
I	bosque cerrado	IA	bosque siempre verde principalmente
		IA1	bosque ombrófilo tropical
		IA2	bosque siempre verde estacional tropical y subtropical
		IA3	bosque semidecíduo tropical y subtropical
		IA4	bosque ombrófilo subtropical
		IA5	bosque de manglares
		IA6	bosque siempre ombrófilo, templado y subpolar
		IA7	bosque siempre verde estacional, templado de hojas anchas
		IA8	bosque siempre verde esclerófilo de hojas anchas de lluvia invernal
		IA9	bosque siempre verde, tropical y subtropical de hojas agujas
		IA10	bosque siempre verde, templado y subpolar de hojas agujas
..		IB	bosque deciduo principalmente
		IB1	bosque deciduo seco tropical y subtropical
		IB2	bosque deciduo frío con árboles (o arbustos) siempre verdes
		IB3	bosque deciduo frío sin árboles siempre verde
..		IC	bosque extremadamente xeromórfico
		IC1	bosque extremadamente xeromórfico con predominancia esclerófila

			IC2	bosque espinoso
			IC3	bosque carnoso principalmente
II	tierra arbolada (bosqueralo)	IIA	arbolado siempre verde principalmente	IIA1 arbolado siempre verde de hojas anchas
				IIA2 arbolado siempre verde de hojas agujas
..		IIB	arbolado deciduo principalmente	IIB1 arbolado deciduo seco
				IIB2 arbolado deciduo frío con arboles siempre verdes
				IIB3 arbolado deciduo frío sin arboles siempre verdes
..		IIC	arbolado extremadamente xeromórfico	subdivisiones como en IC
III	arbustal	IIIA	arbustal siempre verde principalmente	IIIA1 vegetación de arbustos siempre verdes
				IIIA2 vegetación de arbustos siempre verdes de hojas agujas y arbustos micrófilos
..		IIIB	arbustal deciduo principalmente	IIIB1 vegetación de arbustos deciduos secos mezclada con plantas leñosas siempre verdes
				IIIB2 vegetación de arbustos deciduos secos sin plantas leñosas siempre verde
				IIIB3 vegetación de arbustos deciduos fríos
..		IIIC	arbustal extremadamente xeromórfico	IIIC1 vegetación de arbustos siempre verde subdesérticos
				IIIC2 vegetación de arbustos deciduos subdesérticos
IV	arbustal enano y comunidades relacionadas	IVA	arbustal enano siempre verde principalmente	IVA1 matorral de arbustos enanos siempre verde
				IVA2 vegetación de arbustos enanos siempre verdes
				IVA3 vegetación de arbustos enanos siempre verdes mezclada con formaciones herbáceas
..		IVB	arbustal enano deciduo principalmente	IVB1 matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos) deciduos secos facultativamente
				IVB2 matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos) deciduos secos obligatoriamente



			IVB3	matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos) deciduos fríos	
..		IVC	arbustal enano extremadamente xeromórfico	subdivisiones como en IIIC	
..		IVD	tundra	IVD1 tundra briófitas principalmente	
				IVD2 tundra de líquen principalmente	
..		IVE	formaciones musgosas de pantano con arbustos enanos	IVE1 turba levantada	
				IVE2 turba no levantada	
V	herbazal (vegetación herbácea)	VA	vegetación de gramíneas altas	VA1 gramíneas altas con vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%	
				VA2 gramíneas altas con vegetación arbórea cubriendo menos de 10%	
				VA3 gramíneas altas con una vegetación arbustiva	
				VA4 gramíneas altas con plantas leñosas (plantas bosquetes) principalmente palmas	
				VA5 gramíneas altas prácticamente leñosas	
..		VB	vegetación de gramíneas medianamente altas	VB1 gramíneas medianamente altas con vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%	
				VB2 gramíneas medianamente altas con vegetación arbórea cubriendo menos de 10%	
				VB3 gramíneas medianamente altas con vegetación arbustiva	
				VB4 gramíneas medianamente altas con plantas con hojas en forma de bosquete (usualmente palmas)	
				VB5 gramíneas medianamente altas prácticamente sin plantas leñosas	
..		VC	vegetación de gramíneas bajas	VC1 gramíneas bajas con vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%	
				VC2 gramíneas bajas con una vegetación arbórea cubriendo menos de 10%	
				VC3 gramíneas bajas con una vegetación arbustiva	

		<b>VC4</b>	gramíneas bajas con plantas que tienen hojas en forma de bosquete (usualmente palmas)	
		<b>VC5</b>	gramíneas bajas prácticamente sin plantas leñosas	
		<b>VC6</b>	gramíneas bajas a medianamente altas mesofíticas	
		<b>VC7</b>	tundra graminoide	
..	<b>VD</b>	vegetación de plantas herbáceas de hojas anchas	<b>VD1</b>	plantas herbáceas de hojas anchas altas
			<b>VD2</b>	plantas herbáceas de hojas anchas bajas
..	<b>VE</b>	vegetación hydromórfica de agua dulce	<b>VE1</b>	comunidades enraizadas de agua dulce
			<b>VE2</b>	comunidades de agua dulce flotando libremente

---

## PARTE III ARCHIVOS MISCELANEOS

### 7 Archivos de referencia

Tablas que contienen información sobre materiales fuentes usados para la recopilación de las unidades SOTER generalmente mapas de suelo, laboratorios que han analizado muestras de suelo, métodos de laboratorio y los organismos responsables para bases de datos nacionales de perfiles de suelo son descritos en este capítulo.

Tabla 6 Tablas relacionadas.

INFORMATION DE MAPA	LABORATORIO	BASE DE DATOS DE PERFILES DE SUELO
1 map ID	1 lab ID	1 soil profile database ID
2 título del mapa	2 nombre del lab.	2 nombre del instituto
3 año		
4 escala	METODOS DE LABORATORIO	
5 latitud mínima		
6 longitud mínima	3 Lab ID	
7 latitud máxima	4 fecha	
8 longitud máxima	5 atributo	
9 tipo de mapa	6 método de análisis	
	METODOS	
	7 método de análisis	
	8 descripción	

#### 7.1 Información de mapa

En este archivo información sobre el tipo de mapa, escala, ubicación, fecha es almacenada. El Sistema de Información Geográfica (GIS) puede ser usado para sobreponer esta información en el mapa SOTER porque la ubicación es registrada en coordenadas máxima y mínima X e Y. Existe una conexión derecha (clave primaria "map\_id") entre la tabla de terreno y la tabla de información de mapa. Los atributos están en la tabla 6.

##### 1 *identificación del mapa (map\_id)*

El número de código del mapa del cual los datos fueron usados para la recopilación de las unidades SOTER. Véase map\_id en el capítulo 1.1. Terreno.

##### 2 *título del mapa*

Citación del título del mapa.

##### 3 *año*

Año de publicación del mapa.

**4** *escala*

Escala del mapa.

**5** *latitud mínima*

Latitud mínima (coordenada Y) del mapa en grados decimales Este. Latitud Oeste tiene número negativo.

**6** *longitud mínima*

Longitud mínima (coordenada X) del mapa en grados decimales Norte. Longitud Sur tiene número negativo.

**7** *latitud máxima*

Latitud máxima (coordenada Y) del mapa en grados decimales Este.

**8** *longitud máxima*

Longitud máxima (coordenada X) del mapa en grados decimales Norte.

**9** *tipo de mapa*

El tipo de mapa:

- S mapa de suelo
- M mapa morfopedológico (suelo paisaje)
- O otro mapa

## **7.2 Información de laboratorio**

Para cada método de análisis usado en un laboratorio particular una entrada separada debe ser realizada.

### **Laboratorio**

**1** *identificación del laboratorio (lab\_id)*

Código de identificación del laboratorio que ha analizado el perfil de suelo de referencia. Un código de país con un número secuencial está dado. Véase la lista de códigos de países en el anexo 4.

**2** *nombre del laboratorio*

Nombre completo del laboratorio.

**Metodos de laboratorio**

**3** *identificación del laboratorio (lab\_id)*

Código de laboratorio (véase atributo 1, lab\_id).

**4** *fecha*

Fecha cuando el laboratorio introdujo un método para cierto atributo. El formato es YYMMDD.

**5** *atributo*

El atributo de la capa del perfil que ha sido analizado, los mismos códigos que en el capítulo 4.6 Datos de capa.

**6** *método de análisis*

Código del método de análisis usado. Métodos son descritos en forma resumida sin entrar en detalles sobre procedimientos precisos.

**Métodos**

**7** *método de análisis*

Código del método (véase atributo 6).

**8** *descripción*

Una descripción completa del método usado.

### **7.3 Base de datos de perfiles de suelo**

Información sobre la base de datos nacional de perfiles de suelo que ha sido consultada para la selección de los datos para la base de datos SOTER puede ser encontrada como un archivo adicional. Un código de país (código ISO de anexo 4) seguido por un número es dado. El nombre de la organización puede ser indicado también.

#### **1 *identificación de la base de datos de perfiles de suelo (soil profile database\_id)***

El código de identificación del dueño, instituto u organización que tiene en posesión (parte de) la base de datos nacional de perfiles de suelo. El código consiste en un código ISO para el país (véase anexo 4) y un número.

#### **2 *nombre del instituto***

Nombre completo del dueño, instituto u organización de la base nacional de perfiles de suelo.

## 8 Clima

### 8.1 Introducción

Datos climáticos forman una parte integral del inventario básico de recursos naturales. Sin embargo el clima es tratado en forma separada de la base de datos SOTER porque los datos climáticos no están relacionados directamente con las unidades SOTER. Datos climáticos están basados en observaciones puntuales únicamente y el enlace con información sobre suelos y terreno existe por medio de la ubicación geográfica de estos puntos. Los archivos climáticos de SOTER deben ser usados para aplicaciones múltiples de la base de datos de suelos y terreno. Datos mensuales son considerados suficientes para la mayor parte de las aplicaciones (a escala pequeña).

Durante el Taller de Trabajo sobre las Revisiones del Manual de Procedimientos (ISRIC, 1990b), se recomendó derivar si sería posible los datos de atributos para la base de datos climáticos SOTER de bases de datos computarizadas existentes, como WMO(CLICOM), FAO y CIAT. Datos de estas bases de datos pueden ser importados por medio de un archivo intermedio ASCII cuidando las dimensiones.

Datos de observaciones puntuales son extraídos de conjuntos de datos meteorológicos y consisten en dos grupos principales: 1) información de la estación climática y 2) datos climáticos mensuales.

Los archivos presentados en la tabla 7 son usados para almacenar la información de la estación y los datos climáticos mensuales u por períodos de diez días. Campos claves en la tabla de estación son el código de la estación, en la tabla de los datos mensuales el código de la estación, tipo de datos, primer año y último año.

Tabla 7 Lista de atributos para estación climática y filas de datos climáticos.

ESTACION	DATOS CLIMATICOS
1 código de la estación	6 código de la estación
2 nombre de la estación	7 tipo de datos
3 latitud	8 identificación de la fuente (source_id)
4 longitud	9 primer año
5 altitud	10 último año
	11 años de registro
	12 Enero
	..
	23 Diciembre
	24 anual

## 8.2 Estación climática

### 1 *código de la estación*

El código de la estación consiste en un código de país ISO de dos caracteres (según anexo 4) seguido por un número de cuatro dígitos.

### 2 *nombre de la estación*

El nombre de la estación es dado, hasta 80 caracteres están permitidos.

### 3 *latitud*

La latitud es almacenada en grados decimales Norte; latitudes en la hemisfera Sur son negativas.

### 4 *longitud*

La longitud es almacenada en grados decimales Este; longitudes en la hemisfera Occidental son negativas.

### 5 *altitud*

La altitud sobre o por debajo del nivel del mar, m.

## 8.3 Datos climáticos

### 6 *código de la estación*

El código de la estación climática. Véase código de la estación bajo Estación Climática (8.2).

### 7 *tipo de datos*

Los diferentes tipos de datos climáticos son tratados en párrafo 8.4.

### 8 *identificación de la fuente (source\_id)*

Código para la fuente principal de datos para cada tipo separado de datos. Los códigos deben ser explicados en un archivo separado.



**9** *primer año*

El primer año del período de observación.

**10** *ultimo año*

El último año del período de observación.

**11** *años de registro*

El número de años de registro en el período de observación.

**12..23** *Enero...Diciembre*

Valores de los datos para cada mes individual. Valores promedios mensuales para los años de registro.

**24** *anual*

El valor anual (promedio o total).

#### **8.4** **Diferentes características climáticas**

En esta sección las diferentes características climáticas (atributo 8: tipo de datos) están organizadas en varios grupos. La importancia del tipo de dato de atributo es indicada por una letra (M = obligatorio, D = deseable y O = opcional). Si una característica obligatoria no está disponible la estación no debe ser incluida en la base de datos.

##### **precipitación**

Los datos de precipitación son registrados en mm's. La cantidad de precipitación es un atributo obligatorio; si no está disponible se considera inútil la inclusión de la estación en la base de datos.

<b>RAIN</b>	<b>M</b>	Precipitación total, mm.
<b>RDAY</b>	<b>D</b>	Número de días lluviosos; días con por lo menos 1 mm de precipitación.
<b>RMAX</b>	<b>O</b>	Precipitación máxima en 24 horas, mm
<b>RR75</b>	<b>O</b>	Confiablez de la precipitación; la cantidad de precipitación segura en 3 de 4 años, mm.

### **temperatura**

La temperatura es almacenada en grados centígrados (°C). Ambas temperaturas mínimas y máximas son obligatorias. La temperatura promedio es opcional porque puede ser derivada de temperaturas máximas y mínimas.

- TEMP** O Temperatura promedio durante un período de 24 horas.  
**TMIN** M Temperatura mínima durante un período de 24 horas.  
**TMAX** M Temperatura máxima durante un período de 24 horas.

### **radiación/insolación**

Una de las dos, radiación o insolación es obligatoria; la otra es opcional entonces. Se prefieren datos de radiación.

- RADI** M/O Radiación total, MJ/m<sup>2</sup>/día<sup>-1</sup>  
**SUNH** O/M Horas de insolación directa por día.  
**CLOU** O Grado de nubosidad, octas.

### **humedad**

Una de las dos, presión de vapor o humedad relativa es obligatoria. Se prefiere presión de vapor en lugar de humedad relativa.

- VAPP** M/O Presión de vapor, mbar.  
**HUMI** O/M Humedad relativa promedio durante un período de 24 horas, %.  
**HMIN** O Humedad relativa mínima durante un período de 24 horas, %.  
**HMAX** O Humedad relativa máxima durante un período de 24 horas, %.

### **viento**

Velocidad del viento en ms/segundo.

- WIND** D Velocidad promedio del viento a 2 mts. durante un período de 24 horas.  
**WDAY** O Velocidad del viento durante el día a 2 mts. durante un período de 24 horas.  
**WNIG** O Velocidad del viento durante la noche a 2 mts. durante un período de 24 horas.  
**WDIR** O Dirección dominante del viento a 2 mts. durante un período de 24 horas.

### **riesgo u ocurrencia de eventos adversos de tiempo**

- WRIS** O El riesgo o la ocurrencia de eventos adversos de tiempo como granizadas, huracanes y heladas nocturnas es indicada en una escala entre 0 (nunca) y 1 (cada año durante el mes bajo consideración). Valores intermedios son

usados si la frecuencia es menos de cada año. Por ejemplo una ocurrencia cada cinco años durante el mes de Marzo = 0.2.

### evaporación

- EPAN ○ Evaporación de tina Tipo A, mm
- ECOL ○ Evaporación de tina Colorado, mm
- EPIC ○ Evaporación Piche, mm

### evapotranspiración

Por ser una característica calculada la evapotranspiración es opcional.

- PETP ○ Evapotranspiración potencial Penman, mm
- PETH ○ Evapotranspiración potencial Hargreaves, mm
- PETT ○ Evapotranspiración potencial Thornthwaite, mm

STAT.	SR	DATO	P-AN	U-AN	ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
AR21	06	RAIN	1901	1980	80	141	148	139	146	131	127	97	99	143	189	134	149	1643
AR21	07	RDAY	1951	1980	30	9.6	9.3	9.3	8.3	8.3	9.6	8.3	9.3	11.0	10.6	7.6	8.6	110.8
AR21	01	TEMP	1951	1980	30	26.2	25.8	24.3	20.7	18.1	16.5	15.6	17.3	18.8	20.9	23.3	25.7	21.1
AR21	01	TMIN	1951	1980	30	19.7	19.4	18.2	14.8	12.5	11.5	10.0	11.0	12.8	14.7	16.5	18.8	15.0
AR21	01	TMAX	1951	1980	30	32.7	32.2	30.4	26.6	23.6	21.5	21.2	23.6	24.8	27.1	30.1	32.6	27.2
AR21	01	VAPP	1951	1980	30	24.2	24.5	32.0	19.3	17.5	15.9	14.2	14.7	16.5	18.5	19.7	21.8	19.2
AR21	01	WIND	1951	1980	30	1.5	1.7	1.5	1.5	1.7	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.7	1.8
AR21	01	PETP	1951	1980	30	149	125	105	69	45	32	41	63	74	107	138	161	1109

Figura 13 Ejemplo de diferentes tipos de datos climáticos reportados para una estación climática (Posedas, Argentina).

## 8.5 Reglas adicionales

Datos pueden ser suministrados para diferentes categorías de características climáticas:

Para los cálculos según Penman los datos obligatorios son: temperatura mínima y máxima, radiación, presión de vapor o humedad relativa, velocidad del viento, precipitación mensual y número de días lluviosos.

Si faltan datos algunos parámetros pueden ser estimados de otros:

- Humedad relativa y presión de vapor pueden ser estimados uno de otro.
- Radiación, horas de sol y grado de nubosidad.
- Temperatura mínima y máxima determinan la temperatura promedio.

## **8.6 Archivo relacionado**

Existe un archivo relacionado a la base de datos climáticas: el archivo de fuentes contiene un campo clave que es la identificación de la fuente (`source_id`) y un atributo: el nombre completo de la fuente (informe publicado) o el nombre y la dirección de la organización meteorológica que tiene en su posesión el conjunto completo de datos climáticos.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Benzler, J.H., Finnern, H., Müller, W., Roeschmann, G., Will, R.H. and Wittmann, O., 1982. *Bodenkundliche Kartieranleitung*. AG Bodenkunde, Hannover. 331 p.
- Christian, C.S. and Stewart, G.A., 1953. *General report on survey of Katharina-Darwin region, 1946*. CSIRO Austr. Land Res. Ser. No. 1.
- Cochrane, T.T., de Castro, N.F. and Netto, J.M., 1981. *An explanatory manual for CIAT's computerized land resource study of tropical America*. CIAT, Cali.
- Cochrane, T.T., Sanchez, L.G., de Azevedo, L.G., Porras, J.H., and Garves, C.L., 1985. *Land in tropical America*. CIAT, Cali.
- Day, J.H. (ed), 1983. *The Canada soil information system (CanSIS), Manual for describing soils in the field*. Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa.
- FAO, 1977. *Guidelines for the description of soils*. FAO, Rome.
- , 1986. *Guidelines for the coding of soil data. Proposals for an international soil data bank, reprint 1977*. FAO, Rome.
- , 1988. *Soil map of the world, Revised legend*. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome.
- , 1990. *Guidelines for soil description. 3rd Edition (Revised)*. FAO, Rome.
- FAO-ISRIC, 1989. *FAO-ISRIC soil database. World Soil Resources Report 64*. FAO, Rome.
- FAO-Unesco, 1974. *Soil map of the world. Vol 1, legend*. Unesco, Paris.
- Gunn, R.H., Beattie, J.A., Reid, R.E. and van de Graaff, R.H.M., 1990. *Australian soil and land survey handbook*. Inkata Press, Melbourne. 300 p.
- Holmes, 1968. *Physical geology*. Wiley & Sons Ltd., New York.
- ISRIC, 1990a. *SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation. 3rd version*. Ed. by V.W.P. van Engelen and J.H.M. Pulles. Working paper and preprint 90/2, ISRIC, Wageningen, 69p.
- , 1990b. *Proceedings of the international workshop on procedures manual revisions for the Global Soils and Terrain Digital Database, Wageningen 24-26 April 1990*. Ed. by N.H. Batjes. Working paper and preprint 90/5, ISRIC, Wageningen, 25p.
- ISSS, 1986a. *Proceedings of an international workshop on the structure of a digital international soil resources map annex database*. Ed. by M.F. Baumgardner and L.R. Oldeman. SOTER report 1, ISSS, Wageningen, 138p.
- , 1986b. *Project proposal "World soils & terrain digital database at a scale 1:1 M (SOTER)"*. Ed. by M.F. Baumgardner. ISSS, Wageningen, 23p.
- , 1987. *Proceedings of the second international workshop on a global soils and terrain digital database. 18-22 May 1987, at UNEP Nairobi*. Ed. by R.F. van de Weg. SOTER report 2, ISSS, Wageningen, 47p.
- , 1988a. *International Reference Base Group. ISSS Commission V, Leuven*.
- , 1988b. *Proceedings of the first regional workshop on a global soils and terrain digital database and global assessment of soil degradation. 20-25 March 1988, Montevideo, Uruguay*. Ed. by W.L. Peters. SOTER report 3, ISSS, Wageningen, 81p English/Spanish.

- , 1989. Proceedings of the second regional workshop on a global soils and terrain digital database and global assessment of soil degradation. 12-16 December 1988, Porto Alegre. Ed. by W.L. Peters. SOTER report 4, ISSS, Wageningen, 105p English/Spanish.
- Kenya Soil Survey Staff, 1987. Soil survey manual. Kenya Soil Survey, Nairobi.
- McDonald, R.C., Isbell, R.F., Speight, J.G., Walker, J. and Hopkins M.S., 1990. Australian soil and land survey. Field handbook. Second edition. Inkata Press, Melbourne. 198 p.
- Meijerink, A.M.J. and Valenzuela, C.R., 1987. ILWIS: Integrated Land and Watershed Management System. Methodology, terrain soil module, input. Publication M2, 2nd version. ITC, Enschede.
- National Bureau of Soil Survey and Land Use Planning, 1987. Field manual for soil mapping of India and of different states. Nagpur.
- Oliveira, J.B. and van de Berg, M., 1992. Application of the SOTER methodology to a semi-detailed survey (1:100,000) in the Piracicaba region (Sao Paulo State, Brazil). SOTER Report 6, ISSS, Wageningen.
- Remmelzwaal, A., 1990. Classification of land and land use, first approach. FAO, Rome (unpublished).
- , 1991. Draft physiographic system. FAO, Rome (unpublished).
- Ruthenberg, H., 1980. Farming systems in the tropics. Third edition. Clarendon, Oxford.
- Shields, J.A. and Coote, D.R., 1988. SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation. Working paper and preprint 88/2, ISRIC, Wageningen, 144p.
- , 1989. SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation including proposed procedures for interpretation of soil degradation status and risk. Internal report, ISRIC, Wageningen.
- Soil Conservation Service, 1979. Pedon coding system for the national cooperative soil survey. US Dept. of Agric., Washington D.C.
- Soil Conservation Service, 1981. Soil survey manual: revised chapter 4. US Dept. of Agric., Washington D.C.
- Soil Conservation Service, 1986. National soils handbook, 1986 amendment. Glossary of landform and geologic terms. US Dept. of Agric., Washington D.C.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil survey manual. U.S. Dept. of Agric. Handbook No. 18. Government Printer, Washington D.C.
- , 1975. Soil taxonomy. U.S. Dept. of Agric. Handbook No. 438, Government Printer, Washington D.C.
- Strahler, A.N., 1969. Physical geology. Wiley and Sons, New York.
- Touber, L., Smaling, E.M.A., Andriess, W. and Hakkeling, R.T., 1989. Inventory and evaluation of tropical forest land. Guidelines for a common methodology. Tropenbos Foundation, Ede.
- Unesco, 1973. International classification and mapping of vegetation. Ecology conservation 6. Unesco, Paris.
- Van de Weg, R.F., 1987 (ed). Proceedings of the second international workshop on a global soils and terrain digital database. SOTER Report 2. ISSS, Wageningen.
- Van Waveren, E.J. and Bos, A.B., 1988a. Guidelines for the description and coding of soil data. Technical paper 14, ISRIC, Wageningen. 43p.
- Van Waveren, E.J. and Bos, A.B., 1988b. ISRIC Soil Information System; User manual, Technical manual. Technical paper 15, ISRIC, Wageningen. 63p.

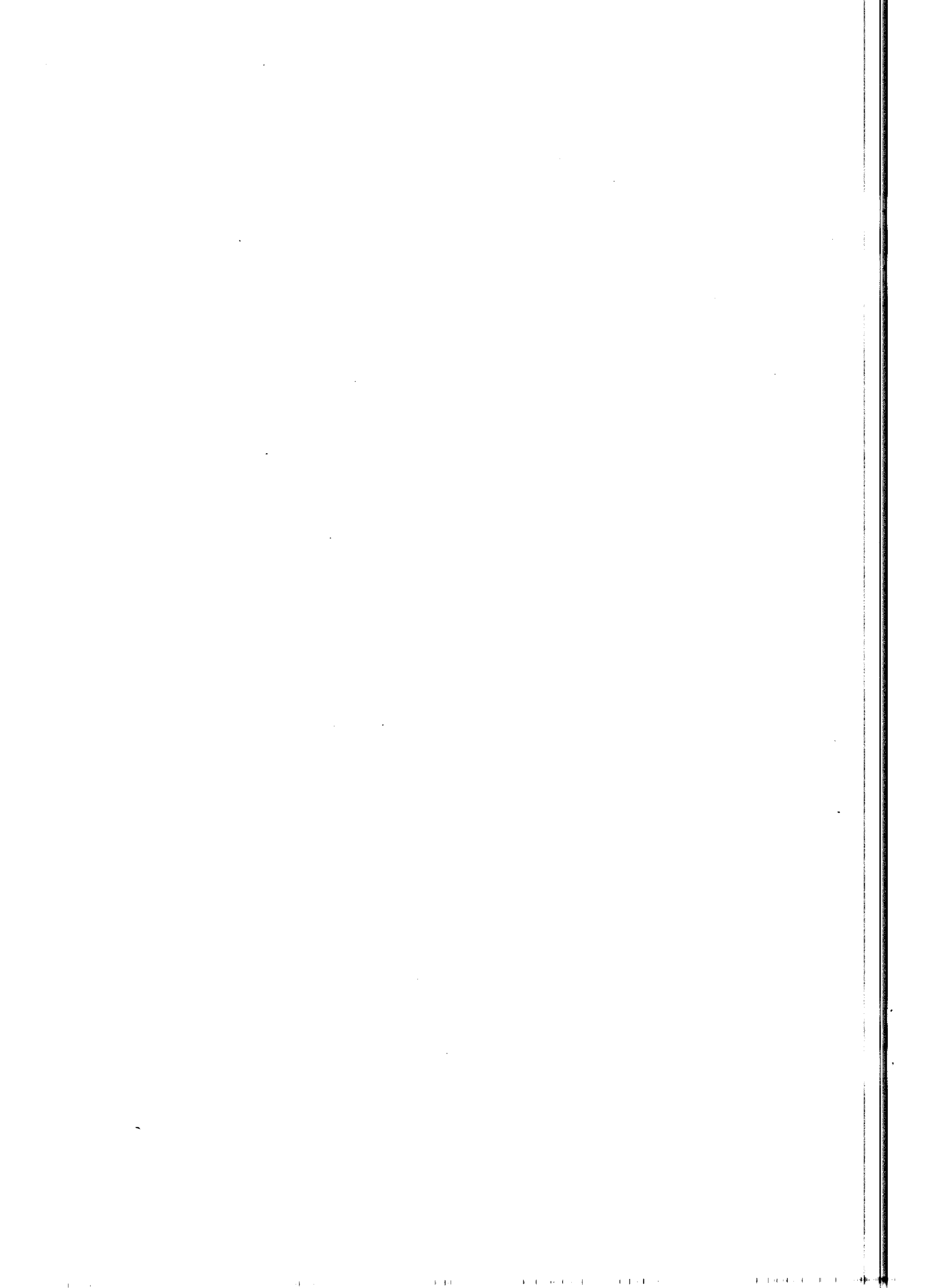
Vogel, A.W., 1986. Class limits for land and soil properties. A comparative study for use at the establishment of a World Soil and Terrain Digital Database (SOTER). Working paper and preprint 86/3, ISRIC, Wageningen. 154 p.





## **GLOSARIO**

base de datos	Un sistema de registro computarizado.
clave primaria	Atributo o combinación de atributos que indentifica un registro en una tabla/archivo de manera única.
datos de atributo	Información no gráfica sobre elementos en un GIS. En este manual asociada con unidades SOTER.
datos georeferenciados	Información que tiene una ubicación (coordenadas) precisa.
DBMS	Sistema de manejo de la base de datos; un sistema para manejar y manipular la base de datos.
estructura de la base de datos	La forma de estar organizados los datos en una base de datos.
GIS	Sistema de información geográfica = un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para apoyar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis el modelado y el despliegue de datos con referencia espacial.
introducción (input)	El proceso de introducción datos.
polígono	Area delineada en un mapa.
RDBMS	Sistema de manejo de una base de datos relacional; un sistema computarizado de registro en el cual los datos están estructurados en conjuntos de registros de tal manera que relaciones entre datos pueden ser usadas para manejo y manipulación. Los archivos de datos son percibidas como tablas.
soporte	Una copia de una fila o un disket completo en caso de perderse el original.
topología	La manera de estar relacionados elementos geográficos (elementos vecinos, elementos encerrados).
unidad SOTER (SU)	Tipo especial de unidad cartográfica; un conjunto de áreas (polígonos) en un mapa que presentan patrón particular que muchas veces se repite, de forma de tierra, forma de superficie, material parental y suelo.
unidad de mapeo (cartográfica)	Un conjunto de áreas en un mapa (polígonos) que representan un fenómeno o un conjunto de fenómenos bien definidos; unidades cartográficas son descritas en la leyenda el mapa.



## **ANEXO 1. Jerarquía de la litología**

Adaptada de Holmes (1968) y Strahler (1969).

### **I Roca ígnea.**

Formada por solidificación desde un estado fundido o parcialmente fundido; las variedades mayores incluyen rocas intrusivas (plutónicas) y extrusivas (volcánicas).

#### **IA ígnea ácida**

Cualquier roca ígnea que consiste en minerales de color claro predominantemente que tienen un peso específico bajo y que contienen más de 65% de sílice.

##### **IA1 granito**

Roca intrusiva de grano grueso compuesto esencialmente de una mezcla de cuarzo, feldespatos de potasio y micas.

##### **IA2 granodiorita**

##### **IA3 cuarzo diorita**

##### **IA4 riolita**

Lava (extrusiva) que es similar al granito en cuanto a composición.

### **II ígnea intermedia**

#### **II1 andesita, trajita, fónolita**

Color gris claro o rosado en superficies de fractura reciente. Andesita es extrusiva.

#### **II2 Diorita - sienita**

Rocas intrusivas.

### **IB ígnea básica**

Cualquier roca ígnea que tiene un contenido de sílice relativamente bajo a veces definido arbitrariamente como de menos de 54%. Son relativamente ricas en minerales de Fe y Mg como piróxenos (augita) y hornblenda.

#### **IB1 gabbro**

**IB2** basalto

Roca extrusiva negra de alta densidad.

**IB3** dolerita

**IU** ígnea ultrabásica

Roca ígnea muy rica en minerales de Fe y Mg.

**IU1** peridotita

**IU2** piroxenita

**IU3** ilmenita, magnetita, piedra de hierro, serpentina

**M** roca metamórfica

Roca de cualquier origen alterado en cuanto a composición mineralógica y/o química o estructura por calor, presión y movimiento a cierta profundidad dentro de la corteza terrestre. Casi todas las rocas metamórficas son cristalinas. Subdivisión en base a la mineralogía (ácida, básica).

**MA** metamórfica ácida

Rocas metamórficas de un ambiente ácido.

**MA1** cuarzita

**MA2** gneiss, migmatita

**MB** metamórfica básica

Rocas metamórficas de un ambiente básico.

**MB1** pizarra, filita

**MB2** esquisto

**MB3** Gneiss rico en minerales ferromagnésicos (ej. gneiss de hornblenda).

**MB4** caliza metamórfica (mármol)

## **S Roca sedimentaria**

Un depósito consolidado de partículas clásticas, precipitados químicos y remanentes orgánicos acumulados en o cerca de la superficie de la tierra bajo condiciones de temperatura y presión relativamente baja.

### **SC Sedimentos clásticos**

Roca derivada de sedimentos clásticos.

**SC1** Conglomerado, breccia

**SC2** Arenisca, greywacke, arkosa

Roca sedimentaria que consiste en arenas, materiales granzonosos, greywackes y conglomerados.

**SC3** Limolita, arcilita

**SC4** Lutita

Roca sedimentaria que consiste en lutitas (arcillas/limos) con estratificación fina.

### **SO Sedimentos orgánicos**

**SO1** Caliza y otras rocas carbonatadas

Roca sedimentaria formada por calizas, arrecifes de coral o travertinas.

**SO2** Marga y otras mezclas

Un depósito terroso no consolidado formado principalmente por carbonato de calcio mezclado con arcilla en porciones iguales aproximadamente.

**SO3** Carbón piedra y rocas relacionadas

### **SE Evaporitas**

Sedimentos químicos.

**SE1** Anhidrita, yeso

Sulfato de calcio (anhidrita) y/o sulfato hídrico de calcio (yeso).

**SE2** Halita

Roca de sal, cloruro de sodio (halita).

## U No consolidado

Materiales no consolidados o depósitos orgánicos.

### UF Fluvial

Sedimentos formados generalmente por granzón y arena o limo y arcilla. El granzón tiene una forma típica redondeada y tiene arena en los espacios porosos. Sedimentos fluviales están bien o moderadamente bien seleccionados y presentan estratificación. Ejemplos son: depósitos en cauces, diques aluviales, terrazas, abanicos aluviales, deltas y ciénegas.

### UC Coluvial

Sedimentos masivos o moderadamente bien estratificados pobremente o no seleccionados con cualquier rango de partículas entre arcilla y bloques que han llegado a su posición actual solamente por movimiento directo inducido por gravedad (excepto avalanchas de nieve). Procesos incluyen desplazamientos lentos tal como deslizamiento y soliflucción y movimiento rápido tal como desprendimiento de tierra y rocas, avalanchas y caídas.

### UE Eólico

Sedimentos que consisten generalmente en arena media a fina y limo grueso que está bien seleccionado poco compactado y que puede mostrar estructuras internas entrecruzadas o laminar de oleaje o puede ser masivo. Granos individuales pueden ser redondeados y mostrar evidencia de heladas. Estos materiales han sido transportados por acción del viento. Ejemplos son: dunas, depósitos delgados de arena y limo grueso y loess pero no tufas.

### UG Glacial

Sedimentos morrenales formados por materiales generalmente bien compactados no estratificados que contienen una mezcla heterogénea de arena, limo y arcilla que ha sido transportada por debajo de, a lo largo de, sobre, dentro o delante de un glaciar y que no han sido modificados por un agente intermedio. Ejemplos son: morrena basal, lateral y terminal, morrena de material suelto de glaciares de tipo circo, morrena irregular de desintegración de hielo y sedimentos preexistentes no consolidados que han sido remodelado por un glaciar de tal manera que su estructura original ha sido destruido en gran parte o completamente.

Materiales fluvioglaciales movidos por glaciares y después seleccionados y depositados por aguas corriendo del hielo descongélándose. Los depósitos son estratificados y pueden presentarse en forma de planicies fluvioglaciales, deltas, kames, eskeres y terrazas kames.

#### **UL Lacustrino**

Sedimentos formados generalmente por arena fina, limo y arcilla estratificados depositados en el fondo de un lago o por materiales moderadamente estratificados de arena y materiales más gruesos acumulados por acción de olas en playas. Estos materiales han sido acumulados por decantación de una suspensión en aguas tranquilas o sedimentadas por acción de olas. Ejemplos son: playas, sedimentos lacustres.

#### **UM Marino**

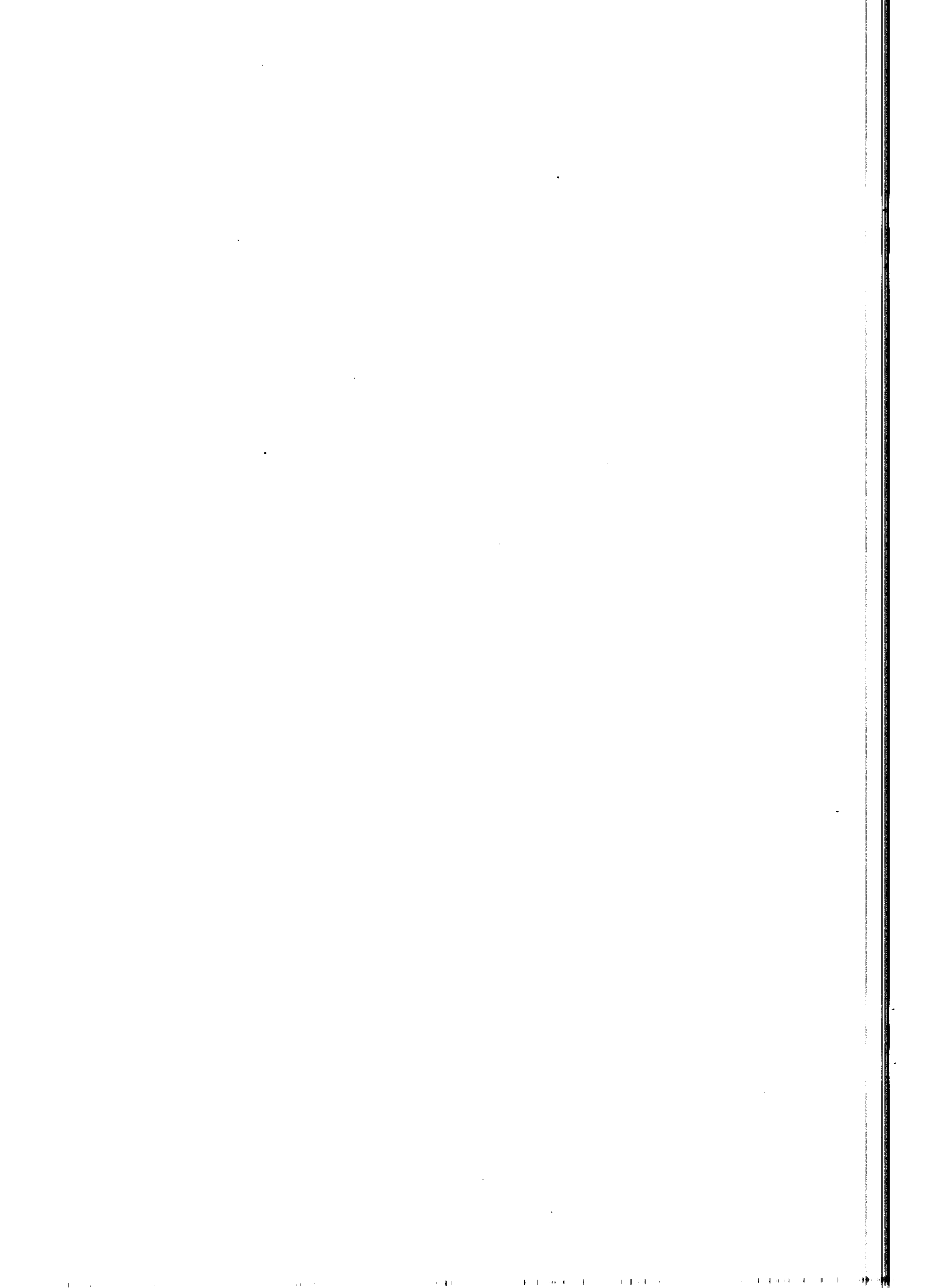
Depósitos no consolidados de arcilla, limo, arena o granzón de buena o moderadamente buena selección (en algunos lugares con conchas) que han sido acumulados por decantación de una suspensión en agua salada o salobre o en zonas costeras por procesos costeros como acción del oleaje y corrientes costeras. Depósitos no fosilíferos pueden ser clasificados como marinos si están ubicados en áreas que seguramente han tenido aguas saladas en la época de la acumulación de los materiales.

#### **UP Piroclástico**

Depósitos formados por expulsión aérea usualmente explosiva de partículas desde una chimenea volcánica terrestre o marina.

#### **UO Orgánico**

Materiales orgánicos conocidos como turba, lodo orgánico, pantano o ciénega normalmente saturados con agua por períodos largos que contienen 17% o más por peso de carbón orgánico.





## **ANEXO 2. Jerarquía del uso de la tierra.**

Adaptado de Remmelzwaal (1990).

### **S Zonas urbanas/industrias**

Uso rural e industrial.

#### **SR Uso residencial**

Ciudades.

#### **SI Uso industrial**

Industrias.

#### **ST Transporte**

Carreteras, ferrocarriles, ...

#### **SC Recreacional**

Usado para recreación.

#### **SX Excavaciones**

Tierra usada para excavaciones, canteras.

### **A Agricultura**

Tierra usada para producción de cultivos.

#### **AA Cultivos anuales.**

Uno o más cultivos producidos por año. Tierra bajo cultivos temporales.

##### **AA1 Agricultura migratoria**

Sistemas de producción agrícola que consiste en una combinación de algunos años de producción de cultivos en un área seleccionada y limpiada y un período largo de descanso. La tierra es cultivada durante menos del 33% de los años.

**AA2** Agricultura con "barbecho"

Sistemas de producción agrícola que consisten en una combinación de períodos de cultivos y períodos de barbecho. La tierra es cultivada durante entre 33 y 67% de los años; barbechos de arbustos o gramíneas son típicas.

**AA3** Agricultura sistema ley

Varios años de cultivos agrícolas seguidos por varios años de gramíneas y leguminosas usadas para ganado.

**AA4** Agricultura de secano

Sistemas de producción agrícola donde la tierra es cultivada durante más de 67% de las estaciones de crecimiento.

**AA5** Arroz en agua

Sistema anual de producción de arroz. Sistemas controlados y no controlados de suministro de agua y de drenaje campos inundados durante alguna parte del período de cultivo.

**AA6** Agricultura con riego

Annual field cropping system with an artificial supply of water, in addition to rain.

**AP** Cultivos perennes

Tierra bajo cultivos perennes. Cultivos cosechados más de un año después de la siembra.

Ejemplos son: caña de azúcar, musacea, piña y sisal.

**AP1** Sin riego

**AP2** Con riego

**AT** Cultivos arboreos y arbustivos

Cultivos cosechados en sistemas anuales o perennes; árboles o arbustos producen más de una cosecha.

Ejemplos de cultivos arboréos son: palma africana, caucho, cacao, coco y clavos de cultivos arbustivos café y té.

- AT1** Árboles sin riego
- AT2** Árboles con riego
- AT3** Arbustos sin riego
- AT4** Arbustos con riego

## **H Ganadería**

Productos animales.

### **HE Pastoreo extensivo**

Pastoreo en pastizales naturales o semi-naturales y sabanas.

#### **HE1 Nomadismo**

Sistemas donde los propietarios de los animales no tienen residencia permanente. No existen prácticas regulares de cultivación. La gente se mueve con el rebaño.

#### **HE2 Semi-nomadismo**

Los propietarios tienen residencia permanente donde prácticas de cultivación son usadas. El ganado se mueve hacia áreas de pastoreo distantes.

#### **HE3 Pastoreo en haciendas**

Pastoreo dentro de límites bien definidos, movimientos menos distantes y niveles de manejo más altos en comparación con semi-nomadismo.

### **HI Pastoreo intensivo**

Ganadería fija. Pastoreo en sistemas de pastizales mejorados permanentes o semi-permanentes.

#### **HI1 Producción animal**

#### **HI2 Producción lechera**

## **F Producción forestal**

Actividades relacionadas a la producción de madera. Explotación de bosques para madera incluyendo reforestación. Una actividad comercial.

**FN Explotación de bosques naturales**

Extracción de madera de bosques naturales con fines comerciales.

**FN1 Tala selectiva**

Solamente especies seleccionadas son removidas de la vegetación natural.

**FN2 Tala completa**

Toda la vegetación natural es removida y después el área es reforestada. Este sistema de uso de la tierra se convierte en un sistema de plantaciones forestales.

**FP Plantaciones forestales**

Áreas reforestadas. Nivel de manejo relativamente alto. Plantaciones homogéneas de árboles.

**M Agricultura mixta**

Actividades agrícolas y forestales son mezcladas con ganadería.

**MF Agroforestal**

Combinación de agricultura y producción forestal (incluye reforestación).

**MP Agropastoreo**

Combinación de agricultura y ganadería llamado transhumance también (agricultores con una residencia permanente con actividades agrícolas envían su ganado custodiado por pastores hacia áreas distantes de pastoreo).

**E Extracción/recolección**

Extracción de productos del ambiente natural.

**EV Explotación de la vegetación natural**

Tierra usada para la extracción de madera y otros productos para uso doméstico.

**EH Cacería y pesca**

Extracción de animales o peces del ecosistema.

**P Protección de la naturaleza**

Sin uso o con uso muy poco intensivo pero con sistema de manejo; bajo nivel de intervención en el ecosistema natural.

**PN Preservación de naturaleza y fauna**

**PN1 Reservas**

**PN2 Parques**

**PN3 Manejo de la fauna natural**

**PD Control de degradación**

Degradación de la tierra y en muchos casos degradación avanzada no es deseable y la tierra es protegida.

**PD1 Sin intervención**

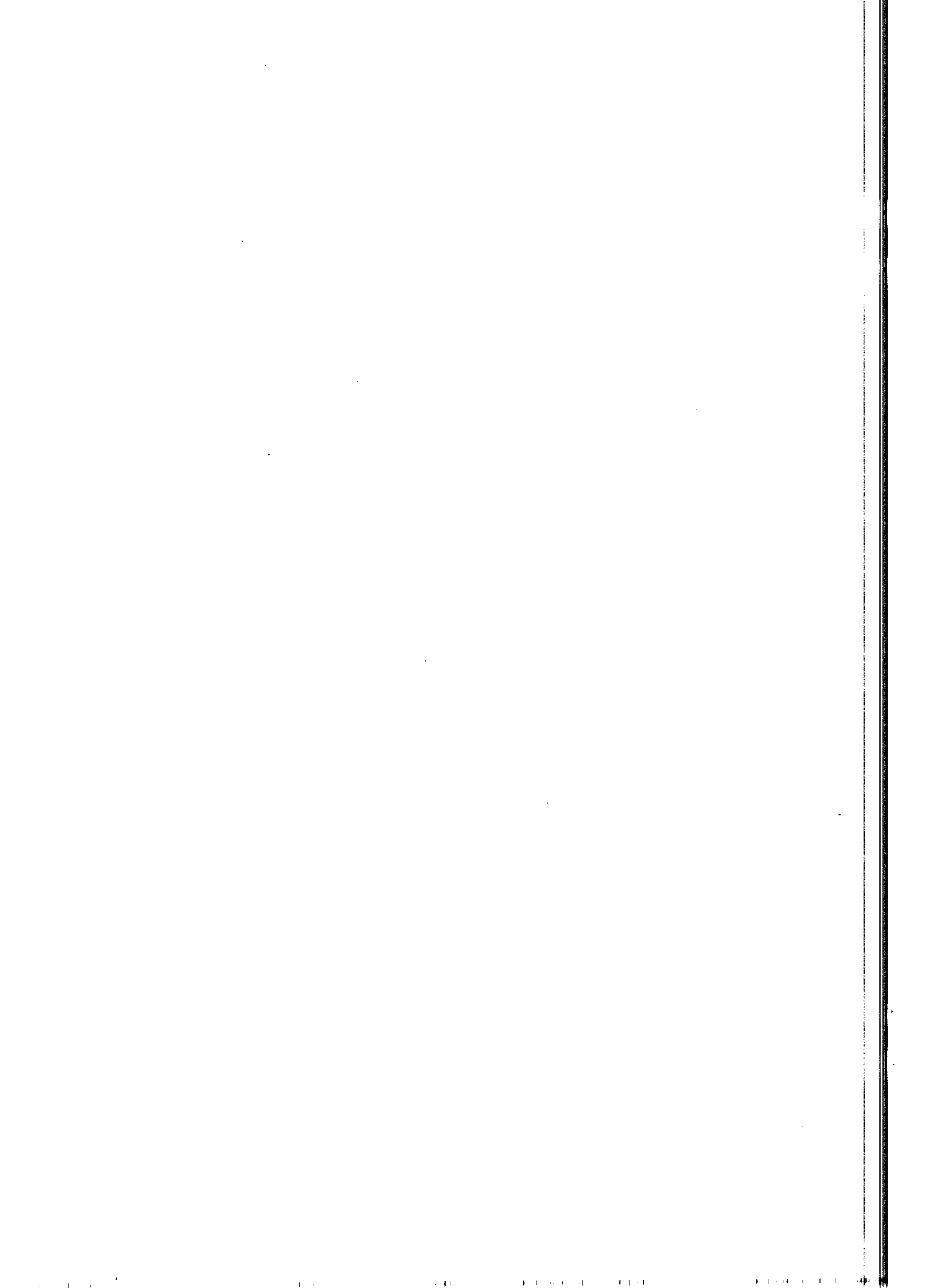
Todo tipo de uso de la tierra está prohibido.

**PD2 Con intervención**

La tierra está bajo manejo, obras son ejecutadas para controlar degradación y reducir el riesgo de degradación.

**U Sin uso**

Sin uso y manejo.



### **ANEXO 3. Jerarquía de la vegetación.**

Según Unesco (1973).

#### **I Bosque cerrado**

Formado por árboles de por lo menos 5 metros de altura con sus coronas enganchadas.

##### **IA Bosque siempre verde principalmente**

La cobertura vegetal no está en ningún momento sin follaje verde. Sin embargo árboles individuales pueden despojarse de las hojas.

###### **IA1 Bosque ombrófilo tropical (bosque húmedo tropical)**

Formado principalmente por árboles de hojas anchas siempre verdes que no son resistentes ni a frío ni a sequía. Verdaderamente siempre verde porque la masa vegetal se mantiene verde durante todo el año aún cuando algunos árboles individuales puedan estar sin hojas por algunas semanas.

###### **IA2 Bosque siempre estacional tropical y subtropical**

Formado principalmente por árboles de hojas anchas siempre verdes, reducción de follaje notable durante la estación seca muchas veces en forma de despojo parcial.

###### **IA3 Bosque semi-decíduo tropical y subtropical**

Muchos de los árboles de los estratos superiores son deciduos en sequía; muchos de los estratos inferiores y los arbustos son siempre verdes y más o menos esclerófilos.

###### **IA4 Bosque ombrófilo subtropical**

Bosque con una época seca y diferencias más pronunciadas en temperatura entre verano e invierno que el bosque ombrófilo tropical.

###### **IA5 Bosque de manglares**

Formado casi completamente por árboles y arbustos siempre verdes esclerófilos de hojas anchas con raíces elevadas o con pneumatóforos.

**IA6** Bosque siempre verde ombrófilo templado y subpolar

Formado principalmente por árboles y arbustos verdaderamente siempre verdes hemi-esclerófilos. Rico en epífitos y helechos herbáceos.

**IA7** Bosque siempre verde estacional templado de hojas anchas

Formado principalmente por árboles y arbustos siempre verdes hemi-esclerófilos rico en un sotobosque herbáceo.

**IA8** Bosque siempre verde esclerófilo de hojas anchas de lluvia invernal (Bosque mediterráneo)

Formado principalmente por árboles y arbustos siempre verdes esclerófilos en su mayoría con una corteza áspera y casi sin sotobosque herbáceo.

**IA9** Bosque siempre verde tropical y subtropical de hojas agujas

Formado principalmente por árboles siempre verdes de hojas agujas. Árboles de hojas anchas pueden estar presentes.

**IA10** Bosque siempre verde templado y subpolar de hojas agujas

Formado principalmente por árboles siempre verdes de hojas agujas o escamosas pero árboles de hojas anchas pueden estar presentes.

**IB** Bosque deciduo principalmente

La mayor parte de los árboles se despojan de las hojas simultáneamente en relación a la estación desfavorable.

**IB1** Bosque deciduo seco tropical y subtropical

La estación desfavorable caracterizada principalmente por sequía casi siempre de invierno. El follaje es despojado regularmente todos los años. La mayor parte de los árboles con una corteza gruesa agrietada.

**IB2** Bosque deciduo frío con árboles (o arbustos) siempre verdes

La estación desfavorable puede ser caracterizada por helada invernal. Árboles deciduos de hojas anchas dominantes pero especies siempre verdes están presentes.



**IB3** Bosque deciduo frío sin árboles siempre verdes

Arboles deciduos dominantes en sentido absoluto.

**IC** Bosque extremadamente xeromórfico

Agrupación densa de fanerofitos xeromórficos como árboles botellas, árboles bosquetes con hojas carnosas y de tallos carnosos. Sotobosques con arbustos de adaptaciones xeromórficas similares.

**IC1** Bosque extremadamente xeromórfico con predominancia esclerófila

Predominancia de árboles esclerófilos.

**IC2** Bosque espinoso

Especies con apéndices espinosos predominantes.

**IC3** Bosque carnoso principalmente

Carnosos en forma de árboles y arbustos.

**II** Tierra arbolada (Bosque ralo)

Formada por árboles de por lo menos 5 metros de altura con copas grandes que no están en contacto normalmente pero con una cobertura de por lo menos 40%.

**IIA** Árboles siempre verdes principalmente

El follaje no está nunca sin hojas verdes.

**IIA1** Arbolado siempre verde de hojas anchas

Arboles y arbustos esclerófilos principalmente.

**IIA2** Arbolado siempre verde de hojas agujas

Con hojas agujas o escamosas principalmente.

## **IIB Arbolado deciduo principalmente**

La mayor parte de los árboles se despoja de las hojas simultáneamente en relación a la estación desfavorable.

### **IIB1 Arbolado deciduo seco**

La estación desfavorable caracterizada principalmente por sequía invernal. El follaje es despojado regularmente todos los años. La mayor parte de los árboles con corteza relativamente gruesa y agrietada.

### **IIB2 Arbolado deciduo frío con árboles siempre verdes**

La estación desfavorable caracterizada principalmente por helada invernal. Árboles deciduos de hojas anchas predominantes pero especies siempre verdes pueden estar presentes.

### **IIB3 Arbolado deciduo frío sin árboles siempre verdes**

Árboles deciduos predominantes en sentido absoluto.

## **IIC Arbolado extremadamente xeromórfico**

Agrupación abierta de fanerófitos xeromórficos como árboles botellas, árboles bosquetes con hojas carnosas y de tallo carnoso. Sotobosque con arbustos de adaptaciones xeromórficas similares.

### **IIC1 Arbolado extremadamente xeromórfico con predominancia esclerófila**

Predominancia de árboles esclerófilos.

### **IIC2 Arbolado espinoso**

Predominancia de especies con apéndices espinosos.

### **IIC3 Arbolado carnoso principalmente**

Carnosos en forma de árboles y arbustos.

### **III Arbustal (tierra con arbustos o matorral)**

Formado principalmente por plantas leñosas entre 0.5 y 5 metros de altura, subdivisión:

- Tierra con arbustos: la mayor parte de los arbustos no están en contacto, muchas veces sotobosque de gramíneas.
- Matorral: arbustos individuales enganchados.

#### **IIIA Arbustal siempre verde principalmente**

El follaje no está nunca sin hojas verdes.

##### **IIIA1 Vegetación de arbustos siempre verdes (o matorral)**

Arbustos esclerófilos principalmente.

##### **IIIA2 Vegetación de arbustos siempre verdes de hojas agujas y arbustos micrófilos (o matorral)**

Arbustos de hojas agujas o escamadas principalmente.

#### **IIIB Arbustal deciduo principalmente**

La mayor parte de los arbustos se despojan de sus hojas simultáneamente en relación a la estación desfavorable.

##### **IIIB1 Vegetación de arbustos deciduos secos. Mezclada con plantas leñosas siempre verdes**

##### **IIIB2 Vegetación de arbustos deciduos secos. Sin plantas leñosas siempre verdes**

##### **IIIB3 Vegetación de arbustos deciduos fríos**

#### **IIIC Arbustal extremadamente xeromórfico (subdesierto)**

Agrupaciones muy abiertas de arbustos de diferentes adaptaciones xeromórficas como hojas extremadamente escleromórficas o fuertemente reducidas, ramas verdes sin hojas y tallos carnosos, algunos con espinas.

### **IIIC1 Vegetación de arbustos siempre verdes subdesérticos**

En años extremadamente secos algunas hojas y partes del retoño pueden ser despojadas.

### **IIIC2 Vegetación de arbustos deciduos subdesérticos**

Arbustos deciduos principalmente muchas veces con algunas siempre verdes.

## **IV Arbustal enano y comunidades relacionadas**

Casi nunca pasando los 50 cms. de altura. Subdivisión:

- Tierra de arbustos enanos: arbustos enanos individuales separados o en grupos.
- Matorral enano: arbustos enanos enganchados.

### **IVA Arbustal enano siempre verde principalmente**

Arbustos enanos siempre verdes principalmente.

#### **IVA1 Matorral de arbustos enanos siempre verdes**

Cobertura densa cerrada de arbustos enanos dominando el paisaje.

#### **IVA2 Vegetación de arbustos enanos siempre verdes**

Cobertura abierta o más rala de arbustos enanos.

#### **IVA3 Vegetación de arbustos enanos siempre verdes mezclada con formaciones herbáceas**

### **IVB Arbustal enano deciduo principalmente**

Predominancia de arbustos enanos deciduos.

#### **IVB1 Matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos) deciduos secos facultativamente**

El follaje es despojado solamente en años extremos.

**IVB2** Matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos) deciduos secos obligatoriamente

Agrupaciones densas cerradas de arbustos enanos que pierden todas o parte de las hojas en la estación seca.

**IVB3** Matorral de arbustos enanos (o vegetación de arbustos enanos deciduos fríos)

Agrupaciones densas cerradas de arbustos enanos que pierden todas o parte de las hojas al comienzo de la estación fría.

**IVC** Arbustal enano extremadamente xeromórfico

Agrupaciones más o menos abiertas de arbustos enanos carnosos y otras formas de vida adaptadas para sobrevivir una época seca larga. Principalmente subdesértico.

**IVC1** Vegetación de arbustos enanos siempre verdes principalmente

En años extremadamente secos algunas hojas y partes del retoño pueden ser despojadas.

**IVC2** Vegetación de arbustos enanos deciduos subdesérticos

Principalmente arbustos enanos deciduos mucha veces con algunos siempre verdes.

**IVD** Tundra

Formaciones bajas creciendo lentamente de arbustos enanos y gramínoideas más allá del límite de árboles subpolar.

**IVD1** Tundra briofítica principalmente

Predominancia de alfombra o almohadas pequeñas de musgos (briofitos).

**IVD2** Tundra de líquen principalmente

Predominancia de alfombras de líquen.

**IVE Formaciones musgosas de pantano con arbustos enanos**

Acumulaciones oligotróficas de turba formado por *Sphagnum* y otros musgos.

**IVE1 Turba levantada**

Por el crecimiento de especies de *Sphagnum* la turba está encima del nivel freático.

**IVE2 Turba no levantada**

Turba no levantada sobre el nivel freático del paisaje.

**V Herbazal (vegetación herbácea)**

**VA Vegetación de graminoides altas**

Predominancia de graminoides de más de 2 metros de altura. Cobertura de hierbas no graminoides (Forb) menos de 50%.

**VA1 Gramíneas altas con vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%**

Más o menos como una tierra arbolada muy abierta.

**VA2 Gramíneas altas con vegetación arbórea cubriendo menos de 10%**

**VA3 Gramíneas altas con una vegetación arbustiva**

**VA4 Gramíneas altas con plantas leñosas (plantas bosquetes principalmente palmas)**

**VA5 Gramíneas altas prácticamente sin plantas leñosas**

**VB Vegetación de graminoides medianamente alta**

Predominancia de graminoides de 50 cms. a 2 metros de altura. Plantas no graminoides (Forbs) cubren menos de 50%.

- VB1** Gramíneas medianamente altas con una vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%
- VB2** Gramíneas medianamente altas con una vegetación arbórea cubriendo menos de 10%
- VB3** Gramíneas medianamente altas con vegetación arbustiva
- VB4** Gramíneas medianamente altas con plantas de llojas en forma de bosque (usualmente palmas)
- VB5** Gramíneas medianamente altas prácticamente sin plantas leñosas

**VC Vegetación de gramínoles bajas**

Predominancia de gramínoles de menos de 50 cms. de altura. Plantas no gramínoles (Forbs) cubren menos de 50%.

- VC1** Gramíneas bajas con vegetación arbórea cubriendo entre 10 y 40%
- VC2** Gramíneas bajas con vegetación arbórea cubriendo menos de 10%
- VC3** Gramíneas bajas con vegetación arbustiva
- VC4** Gramíneas bajas con plantas que tienen llojas en forma de bosque (usualmente palmas)
- VC5** Gramíneas bajas prácticamente sin plantas leñosas
- VC6** Gramíneas bajas a medianamente altas mesofíticas
- VC7** Tundra gramínoide

**VD Vegetación de plantas herbáceas de llojas anchas (Forb)**

Predominancia de plantas herbáceas gramínoles cubren menos de 50%.

- VD1** Plantas herbáceas de llojas anchas altas

Predominancia de plantas herbáceas de más de 1 metro de altura.

- VD2** Plantas herbáceas de llojas anchas bajas

Predominancia de plantas herbáceas de menos de 1 metro de altura.

**VE Vegetación hidromórfica de agua dulce**

**VE1 Comunidades enraizadas de agua dulce**

**VE2 Comunidades de agua dulce flotando libremente**



## ANEXO 4.

## CODIGO ISO DE PAISES

Afganistan	AF	Territorios Franceses del	Zona Neutral	NT
Albania	AL	Sur	Nueva Caledonia	NC
Algeria	DZ	Gaban	Nueva Zelandia	NZ
Samoa Americana	AS	Gambia	Nicaragua	NI
Andorra	AD	Alemania	Niger	NE
Angola	AO	Gana	Nigeria	NG
Anguilla	AI	Gibraltar	Niue	NU
Antartida	AQ	Grecia	Isla de Norfolk	NF
Antigua y Barbuda	AG	Groenlandia	Isla Mariana Norte	MP
Argentina	AR	Granada	Noruega	NO
Aruba	AW	Guadalupe	Oman	OM
Australia	AU	Guam	Pakistan	PK
Austria	AT	Guatemala	Palau	PW
Bahamas	BS	Guinea	Panamá	PA
Bahrain	BH	Guinea Bissau	Papua Nueva Guinea	PG
Bangladesh	BD	Guyana	Paraguay	PY
Barbados	BB	Haití	Perú	PE
Bélgica	BE	Isla Heard y McDonald	Filipinas	PH
Belize	BZ	Honduras	Pitcairn	PN
Benin	BJ	Hong Kong	Polonia	PL
Bermuda	BM	Hungría	Portugal	PT
Butan	BT	Islandia	Puerto Rico	PR
Bolivia	BO	India	Qatar	QA
Botswana	BW	Indonesia	Reunión	RE
Isla Bouvet	BV	Iran	Rumania	RO
Brasil	BR	Iraq	Ruanda	RW
Territorios Británicos		Irlanda	Santa Lucia	LC
en el Océano Indico	IO	Israel	Samoa	WS
Brune, Darussalam	BN	Italia	San Marino	SM
Bulgaria	BG	Jamaica	San Tome y Principe	ST
Burkina Faso	BF	Japón	Arabia Saudita	SA
Burmania	BU	Jordania	Senegal	SN
Burundi	BI	Campuchea	Seychelles	SC
Byolorusia	BY	Kenia	Sierra Leone	SL
Camerún	CM	Kiribati	Singapore	SG
Canadá	CA	República Democrática	Islas Solomón	SB
Cabo Verde	CV	de Corea	Somalia	SO
Islas Caimán	KY	República de Corea	Sur Africa	ZA
República de Africa		Kuwait	España	ES
Central	CF	República Democrática de	Sri Lanka	LK
Chad	TD	Laos	Santa Helena	SH
Chile	CL	Libano	San Kitts y Nevis	KN
China	CN	Lesoto	San Pierre y Miquelom	PM
Islas Navidad	CX	Liberia	San Vicent y Grenadine	VC
Islas Cocos	CC	Libia	Sudan	SD
Colombia	CO	Liechtenstein	Surinam	SR
Congo	CG	Luxemburgo	Svalbard y Jan Mayen	SJ
Islas Cook	CK	Macao	Swazilandia	SZ
Costa Rica	CR	Madagascar	Suecia	SE
Cuba	CU	Malawi	Suiza	CH
Chipre	CY	Malaisia	Siria	SY
Checoslovaquia	CS	Maldives	Taiwan	TW
Costa Marfil	CI	Mali	Tanzania	TZ
Dinamarca	DK	Malta	Tailandia	TH
Djibouti	DJ	Islas Marshall	Togo	TG
Dominica	DM	Martinica	Tokelau	TK
República Dominicana	DO	Mauritania	Tonga	TO
Timor Oriental	TP	Mauritius	Trinidad y Tobago	TT
Ecuador	EC	Mexico	Tunesia	TN
Egipto	EG	Micronesia	Turquia	TR
El Salvador	SV	Mónaco	Islas Turcos y Caicos	TC
Guinea Ecuatorial	GQ	Mongolia	Tuvalu	TV
Etiopía	ET	Montserrat	Isla Menores Norte	
Islas Malvinas	FK	Marruecos	Americanas	UM
Islas Faroer	FO	Mozambique	Unión Soviética	SU
Fiji	FJ	Namibia	Uganda	UG
Finlandia	FI	Nauru	Ucraina	UA
Francia	FR	Nepal	Emiratos Arabes	AE
Guayana Francesa	GF	Holanda	Inglaterra	GB
Polinesia Francesa	PF	Antillas Neerlandesas	Estados Unidos	US

Uruguay	UY
Vanuatu	VU
Ciudad Vaticano	VA
Venezuela	VE
Viet Nam	VN
Islas Vírgenes Inglesas	VG
Islas Vírgenes Norteamericanos	VI
Isla Wallis y Futuna	WF
Sahara Occidental	EH
Yemen	YE
República Democrática Yemen	YD
Yugoslavia	YU
Zaire	ZR
Zambia	ZM
Zimbabwe	ZW

**ANEXO 5. FORMATOS DE ENTRADA DE DATOS SOTER**  
 (SOTER data entry screen forms, version 4.0, May 1991)

Profile ID: _____	Desarrollo de Suelos: _____	Costras Superficiales: _____
Fecha de Muestreo: _____	Materioal por debajo: _____	Infiltración: _____
Laboratorio: _____	Capa de horajasca: _____	Drenaje interno: _____
Base de datos Nacional de Perfiles: _____	Espesor: _____	
Ubicación: _____	Decomposición: _____	
Latitud: _____		
Longitud: _____		

**Figura 14** Formato para perfil.

Profile ID: _____		
Número de la capa: _____		
Límite inferior: _____	Estructura: _____	Mineralogía de arcilla: _____
Profundidad _____	forma _____	
Nitidez _____	tamaño _____	
	grado _____	Diagnósticos: _____
Color: _____	Clase textural: _____	Horizonte _____
Húmedo _____		Propiedad _____
Seco _____		

**Figura 15** Formato para capa; características descriptivas.

Profile ID: _____		
Número de la capa: _____		
Contenido de carbón: _____	Exchangeable cations: Ca _____	Fósforo: total _____
nitrógeno: _____	Mg _____	Extractable con ditionita: _____
pH: _____	K _____	
H2O _____	Na _____	Al _____
KCl _____	Al _____	Fe _____
	ECe: _____	
Capacidad de intercambio de suelo: _____	Contenido de (mg/g):	
CIC _____	CaCO3 _____	
CIC efectiva _____	yeso _____	
CIA _____		

Figura 16 Formato para capa; características químicas.

Profile ID: _____		
Número de la capa: _____		
Distribución de partículas: _____	Fragmentos gruesos: volumen _____	Densidad aparente _____
Arena total _____	tamaño _____	
" muy gruesa _____	Contenido de humedad del suelo: pF vol% _____	Conductividad hidráulica: pF k _____
" gruesa _____		
" media _____		
" fina _____		
" muy fina _____		
Limo _____	_____ ↑	_____ ↑
Arcilla _____	_____ ↓	_____ ↓
Arcilla natural _____	_____ ↓	_____ ↓

Figura 17 Formato de capa; características físicas.

SOTER Unit ID: _____	Forma de tierra: _____	Entalle: _____
Fecha de recolección: _____		profundidad _____
Map ID: _____	Litología: _____	pendiente % _____
	Relieve: _____	superficie _____
	elevación mínima _____	Superficie de agua: _____
	elevación máxima _____	
	intensidad _____	

Figura 18 Formato para terreno.

Componentes de Terreno			Datos de componente de Terreno			
SOTER ID	Núm. de Comp.	Propor.	Material parental:		Superficie:	
-----	-----	----- ↑	tipo	_____	rocosidad	_____
-----	-----	-----	grupo textural	_____	pedregosidad	_____
-----	-----	-----	profundidad hasta	_____	drenaje	_____
-----	-----	-----	roca	_____		
-----	-----	-----	Forma de tierra:		Períodos de inundación:	
-----	-----	-----	grado de pendiente	_____	frecuencia	_____
-----	-----	-----	longitud de	_____	comienzo	_____
-----	-----	-----	pendiente	_____	duración	_____
-----	-----	-----	meso relieve	_____		
-----	-----	-----	Mesa freática:			
-----	-----	-----	alta	_____		
-----	-----	----- ↓	baja	_____		

Figura 19 Formato para componentes de terreno y datos.

SOTER unit ID: _____	Proporción: _____	Perfiles de referencia:	
Componente de terreno: _____	Posición: _____	número total	_____ ↑
Número del suelo: _____	Profundidad radicular: _____	profile ID	_____
			_____
			_____
			_____
			_____ ↓

Figura 20 Formato para suelo.

