

# IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIABLES ASOCIADAS A CONDICIONES DE HUMEDAD DISCRIMINACIÓN TAXONÓMICA DE SUELOS HIDROMÓRFICOS

Contrato de prestación 14-13-014-017PS entre el  
Instituto Humboldt – Oscar Javier Acevedo Amaya

Objeto: Prestar los servicios profesionales para realizar la discriminación taxonómica y cartográfica de suelos hidromórficos, a nivel nacional, con el fin de aportar a la construcción de la cartografía de humedales a escala 1:100.000; insumos técnicos que contribuyen a la delimitación de humedales y desarrollo de actividades enmarcadas en el Convenio N° 13 - 014 (FA.005 de 2013) suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”.



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos  
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
Bogotá, D.C., 2014



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt Colombia

Investigación en biodiversidad y servicios ecosistémicos para la toma de decisiones

## **IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIABLES ASOCIADAS A CONDICIONES DE HUMEDAD**

**Discriminación Taxonómica de suelos Hidromórficos**

Este documento concierne a la actividad dos, entregable uno correspondiente al Contrato No.14-017PS de 2014

Autor: Oscar Javier Acevedo Amaya

Versión 1.0

Fecha: Abril 22 de 2014

# Tabla de contenido

---

<b>Tabla de contenido</b> .....	<b>2</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>3</b>
<b>Lista de siglas, abreviaturas o acrónimos</b> .....	<b>4</b>
<b>Glosario de términos</b> .....	<b>5</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>8</b>
<b>Capítulo 1. Contextualización</b> .....	<b>9</b>
1.1. Que es el humedal .....	9
1.2. Elementos diagnósticos para la identificación y delimitación de humedales .....	10
1.2.1. Que son suelos hidromórficos o hídricos? .....	10
1.2.2. Conceptualización sobre el hidromorfismo .....	11
1.2.3. Condiciones para el hidromorfismo .....	11
<b>Capítulo 2. Variables asociadas a hidromorfismo</b> .....	<b>13</b>
2.1. Características o propiedades hidromórficas .....	13
2.1.1. Drenaje natural .....	13
2.1.2. Color de la matriz del suelo .....	17
2.1.3. Moteados.....	18
2.1.4. Concreciones y nódulos .....	19
2.1.5. Condiciones ácuicas .....	20
2.1.6. Régimen de humedad ácuico .....	21
2.2. Criterios Taxonómicos de los suelos hidromórficos .....	21
<b>Conclusiones</b> .....	<b>25</b>
<b>Anexo Fotografías</b> .....	<b>26</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>33</b>

## Índice de figuras

---

Figura 1. Ejemplo de briofita establecida en suelo encharcado. ....	14
Figura 2. Perfiles típicos de suelos hidromórficos de Costa Rica.....	15
Figura 3. A la izquierda tabla de colores Munsell, colores gleyzados. A la derecha perfil de suelos en estadio 4 de hidromorfismo. ....	17
Figura 4. Nótese los moteados y manchas en tonos amarillos y blancuzco (zonas de concentración y reducción). A la izquierda suelo arcilloso; a la derecha suelo arenoso (Oxisol) .....	18
Figura 5. Presencia abundante de nódulos (color oscuro casi negro), distribuidos en todo el perfil. ....	19
Figura 6. Microfotografía del corte de una concreción; nótese la definición abrupta del límite, respecto a la matriz del suelo.....	20

## **Lista de siglas, abreviaturas o acrónimos**

---

IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
NRCS	Natural Resources Conservation Service
SSS	Soil Survey Staff
USDA	United State Department Agriculture

## Glosario de términos

---

Duración del encharcamiento o inundación: Está sujeta entre otros, a la intensidad de la evaporación del agua y transpiración de las plantas; pero principalmente depende de la tasa de evacuación por infiltración o percolación en el suelo, que a su vez se rige por características o propiedades de él como la estructura, textura, compactación y contenido de materia orgánica.

El tiempo de duración del encharcamiento o la inundación es el segundo factor de temporalidad a tener en cuenta para estimar el impacto de las mismas; según el IGAC, está categorizada en las siguientes clases presentes en la Tabla 1 tabla.

*Tabla 1. Duración de las inundaciones y/o encharcamientos*

<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>
Extremadamente corta	Menor de un (1) día
Muy corta	De 1 a 2 días
Corta	De 2 a 7 días
Larga	De 7 a 30 días
Muy larga	De 30 a 90 días
Extremadamente larga	De 90 a 180 días

*Fuente: IGAC*

Encharcamiento: Condición o situación en la que el agua de cualquier origen de ocurrencia (pluvial, fluvial, mareal), se concentra en un terreno plano-cóncavo o depresión cerrada sin posibilidad de flujo horizontal (Soil Survey Division Staff, 1993).

Fase cartográfica: Es una subdivisión espacial de la unidad de mapeo basada en rasgos o características que afectan su uso y manejo (por ejemplo, pendiente, textura superficial, pedregosidad o espesor).

Frecuencia del encharcamiento o inundación: Es el primer componente de la temporalidad que se tiene en cuenta para definir el impacto del encharcamiento o la inundación. La periodicidad con que se repita el evento (periodo de retorno) junto con su duración dejará una huella en los suelos; en la siguiente Tabla 2, se relacionan los tiempos contemplados por el IGAC para determinar la clase de frecuencia de las inundaciones o encharcamientos.

Tabla 2. Frecuencia o periodo de retorno de las inundaciones y/o encharcamientos, en suelos

Clase	Descripción
Rara	Una cada diez o más años
Ocasional	Una cada dos a cinco años
Frecuente	Una a dos por año
Muy frecuente	Más de dos por año

Fuente: IGAC

**Inundación:** Es el área ocupada por el agua que fluye cuando un cuerpo de agua (río, quebrada, arroyo, ciénaga, etc.), desborda sus aguas más allá de la línea de aguas medias o la zona que habitualmente está seca. Es importante tener en cuenta que el agua presente o tenga movimiento horizontal, de lo contrario es adecuado llamarlo encharcamiento.

**Nivel freático:** Lámina de agua libre que satura transitoria o permanentemente todos los poros del suelo en una sección determinada (IGAC<sup>1</sup>).

- Nivel Freático Aparente: El agua se encuentra temporalmente en los intersticios o grietas de las unidades estructurales del suelo.
- Nivel Freático Colgante: El suelo está saturado en algunas zonas limitadas por capas poco permeables.
- Nivel Freático permanente: El suelo está saturado con agua en todas las capas desde el límite superior de saturación, aunque sufriendo oscilaciones o fluctuaciones, por lo general inferiores a un (1) metro.

**Ped:** Es la unidad mínima del suelo que presenta agregación de las partículas y por lo tanto posee estructura.

**Suelos hidromórficos:** O también llamados suelos hídricos, se han formado bajo condiciones naturales de saturación, inundación o encharcamiento o inducidos por el hombre al inundar por largos periodos el suelo para el cultivo (arroz paddy), permitiendo el desarrollo de condiciones anaeróbicas en la parte superior del suelo. También incluye los suelos a los cuales se les ha alterado el relieve y por consiguiente el régimen hidrológico por medio del drenaje artificial.

**Unidad de mapeo:** Es la colección de cuerpos (taxones) definidos que conforman un área delimitada y es llamada en términos de sus componentes. Las áreas de mapeo pueden llamarse consociación, asociación, complejo, grupo indiferenciado o área miscelánea.

---

<sup>1</sup> Tomado de: <http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/Glosario>





## Introducción

---

Identificación de las principales variables asociadas a las condiciones de humedad es un paso importante que ambienta la posibilidad de identificar y clasificar taxonómicamente los suelos hidromórficos.

La delimitación de los humedales no podría llevarse a cabo sin el registro ambiental dejado por la alternancia de los ambientes terrestre – acuático y cuya bóveda edáfica guarda este registro, el cual posteriormente es interpretado al clasificar el suelo taxonómicamente.

Este documento busca dejar de forma clara las variables y rangos que permiten asociar el recurso edáfico con la presencia de humedales en nuestro territorio; Se basa en los levantamientos agrológicos a escala 1.100.000 elaborados por el IGAC y cuyo desarrollo tiene un cubrimiento del 100% del territorio nacional.

# Capítulo 1. Contextualización

---

Antes de dar paso a la identificación de variables que revelen o indiquen la condición de humedad suficiente para ser considerado el suelo como hidromórfico, es importante aclarar o definir algunos conceptos o definiciones, claro está desde la óptica de la edafología. Lo anterior incluye entre otro humedal y hidromorfismo.

## 1.1. Que es el humedal

El humedal así como el suelo, es fundamental en el sistema hidrológico porque actúa como un agente filtrante del ecosistema, atrapando agentes contaminantes o permitiendo las condiciones para la transformación de sustancias, de esta forma se convierte en parte fundamental de la salud de las arterias fluviales y en sí de todas las comunidades que acceden a él aguas abajo.

El humedal amortigua y regula los grandes volúmenes de agua (inundaciones) e incluso los concentrados a causa del encharcamiento; de igual forma es el portal de entrada del agua superficial al subsuelo y es el ambiente propicio para el desarrollo de peces y vida silvestre. No obstante, no olvidamos que son el factor de desarrollo de actividades como la agricultura, la pesca, la caza y la recreación.

Hay diversidad de humedales, cuyas características son heredadas de acuerdo al grado de influencia e interacción de la topografía<sup>2</sup>, el clima, la hidrología, la química del agua, los organismos (especialmente la vegetación) u otros factores.

Aun cuando el cuerpo de agua (menores de 6m de profundidad) hace parte de los humedales y es en sí un ecosistema acuático, a diferencia de este el humedal es un ecosistema donde interactúa lo terrestre y lo acuático, condición que lo hace muy especial.

Los humedales se encuentran a menudo junto a cursos de agua y en las llanuras de inundación. Sin embargo, algunos humedales no tienen ninguna conexión aparente a las aguas superficiales como ríos, lagos o el océano, pero tienen conexiones complejas con las aguas subterráneas.

---

<sup>2</sup> Se refiere a la geomorfología a nivel de formas del terreno.

Los humedales desde la óptica de la edafología cobran una función fundamental al tocar varios aspectos que les permiten reconocerse como edafotaxas únicos. En primer lugar, ayudan al almacenamiento de grandes volúmenes de agua, sobresalen entre varios los Histosoles que pueden contener hasta 500% de contenido de humedad (Moreno C. y otros, 2004, págs. 153-160); así mismo, la pedogénesis se manifiesta con la pérdida de color por lavado de hierro y manganeso, a través del proceso específico de formación de suelos llamado gleyzación; algunos aportan como sumideros de carbono eficientes permitiendo la acumulación de materia orgánica al desarrollar otro proceso específico llamado humificación; por otra parte, resultan ser verdaderos reservorios o sumideros para la filtración de sustancias o elementos tóxicos como metales pesados, los cuales quedan inmovilizados en este ambiente reducido.

## **1.2. Elementos diagnósticos para la identificación y delimitación de humedales**

Al pensar en un ecosistema donde la mayoría de las relaciones se gobiernan por un medio acuoso, sería difícil pensar que el factor de mayor relevancia o condicionante de las propiedades estructurales y funcionales no fuese el régimen hidrológico (GOSSELINK & MITSCH, 2000). La mayoría de propuestas sobre este tema, aun no acordado, establecen como criterios identificadores y delimitadores principalmente aparte del cuerpo de agua (al menos en un tiempo determinado), la presencia de vegetación adaptada a las condiciones acuosas (vegetación hidrófita) y la presencia de suelos con condiciones hidromórficas (también llamados suelos hídricos). En este contexto, este documento pretende profundizar en la definición y conceptualización de los suelos hidromórficos y las características que los llevan a su designación.

### **1.2.1. Que son suelos hidromórficos o hídricos?**

Es el suelo formado bajo condiciones de saturación de agua, ya sea por inundaciones, encharcamientos o ascenso del nivel freático; que debe tener el suelo por un tiempo suficiente para que se desarrolle un ambiente anaeróbico, en este caso dentro de la sección control del suelo (120cm).

Es importante tener en cuenta que no siempre, aun cuando se cumplan algunas propiedades o características de condición acuosa o de saturación de agua, implica que se presente un suelo hidromórfico y por lo tanto menos ser parte de un humedal.

De las anteriores tres situaciones (inundaciones, encharcamientos o ascenso del nivel freático) que pueden ayudar a sobrevenir una condición de saturación de

agua, se desprende que las dos primeras, inundaciones y encharcamientos están más relacionadas con el ecosistema de humedal; lo anterior en parte sustentado en que las características hidromórficas se localizan cerca de la superficie del suelo, mientras que el ascenso del nivel freático

### 1.2.2. Conceptualización sobre el hidromorfismo

El hidromorfismo es la predominante acumulación o pérdida de hierro, manganeso, azufre o compuestos de carbono en un ambiente saturado y anaeróbico (USDA, NRCS, 2010).

Para el USDA<sup>3</sup>, el más reciente concepto acerca de suelos hidromórficos (USDA, NRCS, 2014), incluye además de la saturación con agua, que ésta sea lo suficientemente húmeda para que se traduzca en apoyo al crecimiento y regeneración de la vegetación hidrófita. Lo anterior incluye los suelos en cuyas acciones antrópicas permiten alcanzar condiciones artificiales de alta saturación de agua. También hacen parte de este tipo de suelos, aquellos que aunque se les haya modificado o alterado su hidrología tuvieron la condición hídrica. Sin embargo, no todos los suelos mapeados y llamados hídricos los son, puesto que pueden contener fases cuyas tipologías no cumplen con las características de encharcamiento, inundación o nivel freático.

### 1.2.3. Condiciones para el hidromorfismo

Para que se pueda producir el hidromorfismo en el suelo, se requiere las siguientes condiciones: Saturación de agua, ausencia de oxígeno disuelto, compuestos orgánicos solubles, temperatura adecuada y pH no muy ácido. Estas condiciones facilitan y propician el desarrollo de un ambiente reductor, necesario para la condición de hidromorfismo.

- **Saturación de agua:** Es el requisito fundamental para que pueda desarrollarse la reducción, necesariamente debe estar acompañada de un tiempo suficiente que permita llegar a ese estado. Como la velocidad de reducción del suelo es muy lenta también es necesario que se propicie el estancamiento del agua y se afecte la cantidad de oxígeno disuelto.
- **Ausencia de oxígeno disuelto:** Esta situación ocurre cuando al haber estancamiento del agua en el suelo y no se dé su renovación, los microorganismos, especialmente bacterias, consumirán la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y rápidamente se llegará a un ambiente reducido.

---

<sup>3</sup> Por su sigla en inglés del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

- **Compuestos orgánicos solubles:** Al disolver la materia orgánica presente en el suelo y aumentar las poblaciones de microorganismos se segregan sustancias orgánicas que coadyuvan a aumentar la tasa de reducción, lo que otorga al agua un carácter reductor, junto con ello empiezan a aumentar las poblaciones anaeróbicas, que utilizan otros elementos para suplir las necesidades de energía.
- **Temperatura adecuada:** Entre más alto sean los niveles de temperatura mejor y más rápido se desarrollarán las condiciones hidromórficas, por lo tanto si la temperatura está por debajo del límite crítico para el desarrollo microbial (5°C) será muy difícil el desarrollo del hidromorfismo.
- **pH no muy ácido:** las comunidades microbiales también se ven afectadas en su crecimiento poblacional por el grado de pH por lo que un ambiente de suelo con pH extremadamente ácido imposibilita el desarrollo microbiano.

Los anteriores factores combinados en diferentes grados de conjugación habilitan el ambiente reductor cuyo papel fundamental es la reducción de compuestos y elementos químicos que en su orden son los nitratos, el Manganeseo ( $Mn^{+4}$  a  $Mn^{+2}$ ), el hierro ( $Fe^{+3}$  a  $Fe^{+2}$ ) y si el proceso es demasiado prolongado o extremo se sigue con los sulfatos y la materia orgánica. De esto se deduce que la reducción en un proceso eminentemente bioquímico.

## Capítulo 2. Variables asociadas al hidromorfismo

---

En este capítulo se presenta una revisión conceptual a cerca de las variables (características o propiedades) que intervienen en el desarrollo o son el resultado del hidromorfismo en el suelo.

### 2.1. Características o propiedades hidromórficas

El hidromorfismo es un estado de ausencia de oxígeno que tiene una serie de efectos en el suelo, entre los cuales está la solubilización del Manganeseo y posteriormente la del Hierro, que luego por oxidación precipitan en forma de óxidos y concreciones otorgando al suelo tonalidades rojizas y negruzcas. Si persiste la condición de reducción, el hierro es solubilizado en su totalidad y lavado (pérdida) del horizonte, dando paso a las tonalidades grises dominantes de la matriz e incluso de todo el ped. De esta forma quedan grabadas las huellas del hidromorfismo según su estadio (véase Cuadro 1) en el perfil del suelo. Como no existe una distribución homogénea (por ejemplo textural y estructural) al interior del perfil y sucede un ascenso y descenso del nivel del agua, se genera una huella vertical (secuencia) de los rasgos hidromórficos.

Existen varias características o propiedades que se ven comprometidas por la presencia del hidromorfismo en el suelo, algunas de ellas como el color del horizonte (matriz y moteos), drenaje natural, concreciones y régimen de humedad resultan fuertemente involucradas. A continuación se presentan estas propiedades y características en detalle.

#### 2.1.1. Drenaje natural

Es la capacidad del suelo para evacuar el agua de su superficie y perfil, ya sea por escurrimiento superficial y por infiltración profunda. La combinación de estas dos formas de evacuar el agua es llamada drenaje natural.

Las clases de drenaje relacionadas fuertemente con el hidromorfismo son las siguientes:

- **Muy Pobre:** El agua se elimina tan lentamente del suelo, que permanece en la superficie o muy cerca de ella por largos períodos, en sectores de relieve cóncavo. Los rasgos redoximórficos (hay predominio de colores grises en la matriz del suelo y casi no existen moteos) comienzan desde la superficie del suelo hasta en profundidad. La vegetación natural que se puede encontrar en estas áreas es carácter hidrófita, helófita, halófita o simplemente no hay vegetación. La humedad

excesiva impide el desarrollo de cultivos mesofíticos (aquellos que se desarrollan en ambientes intermedios entre seco y ácuico).

- **Pobre:** El suelo permanece húmedo desde la superficie y durante gran parte del año, lo que impide el crecimiento normal de los cultivos. Hay presencia de colores grises y/o moteados entre los 25 y los 50 cm de profundidad. Esta clase de drenaje se debe a un nivel freático alto, a la presencia de una capa poco permeable, a la conductividad hidráulica lenta o a la combinación de estas condiciones. La vegetación natural que se desarrolla sobre los suelos con esta clase de drenaje es hidrófita, helófita o halófita; también puede encontrarse en algunas sabanas o pastizales especies briofitas (ver Figura 1).
- **Imperfecto:** Los suelos permanecen húmedos por períodos prolongados en un año normal. Los colores grises y/o los moteados suelen ocurrir con frecuencia entre los 50 y los 75 cm de profundidad. Este drenaje suele producirse generalmente por una capa poco permeable, un nivel freático alto, recibir agua adicional por infiltración o presentar una combinación de las anteriores condiciones. Los cultivos mesofíticos están restringidos, a menos que se establezcan sistemas de drenaje. La vegetación natural que se desarrolla con frecuencia es la higrófila, también pueden presentarse plantas halófilas.

*Figura 1. Ejemplo de briofita establecida en suelo encharcado.*

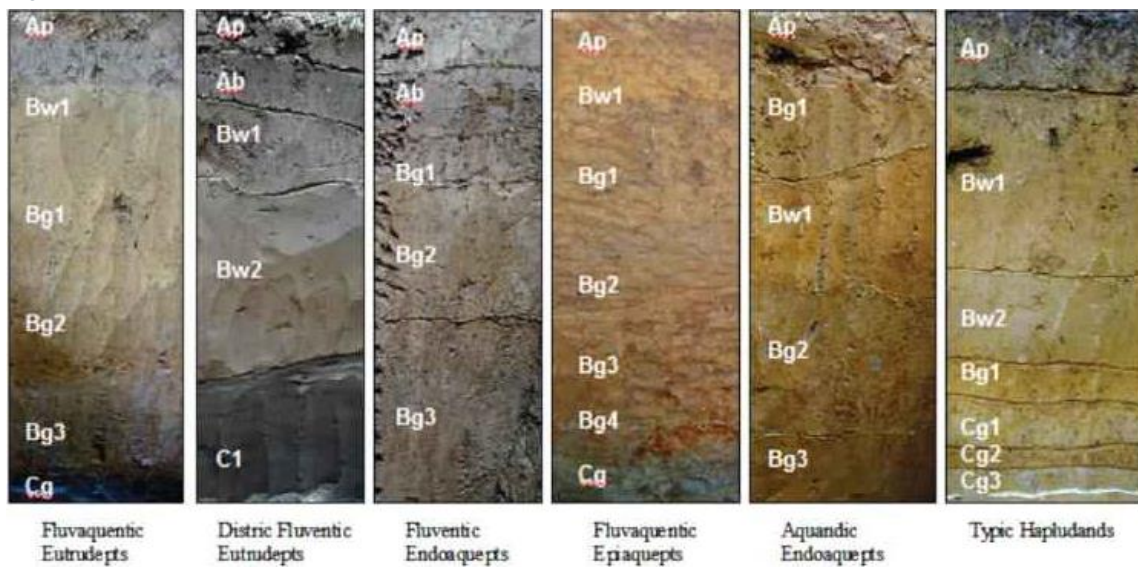


Fuente: <http://www.briolat.org/briolatina/briolatina62/images/Slide20.GIF>

La clase de drenaje moderado, aun cuando suele presentar periodos cortos de humedecimiento durante el año, e incluso presentar oxido-reducción con sus efectos como las zonas de agotamiento (pérdida Fe-Mn) o concentración (ganancia Fe-Mn), esta poco relacionado con la condición de hidromorfismo como característica delimitadora de humedales.

En la actualidad el NRCS<sup>4</sup> (Schoeneberger, Wysocki, Benham, & Staff, 2012) adicionó dentro del drenaje natural una categoría llamada “Subaqueous Drainage” o pantanosa, la cual en los primeros levantamientos de suelos (años 70) realizados en Colombia se tenía en cuenta. La connotación para identificar esta categoría es la siguiente: El agua libre está por encima de la superficie del suelo e internamente hay presencia permanente de ella; el potencial hídrico en la superficie del suelo es positivo por más de 21 horas cada día, en tal condición los suelos tienen un régimen de humedad peráquico<sup>5</sup>. Este tipo de drenaje se presenta en las áreas de humedales que están de forma casi permanente sometidas a una lámina de agua.

Figura 2. Perfiles típicos de suelos hidromórficos de Costa Rica



Tomado de: <http://www.scielo.sa.cr/img/revistas/ac/v34n2/a06i3.jpg>

<sup>4</sup> Natural Resources Conservation Service

<sup>5</sup> Propuesto por el Soil Survey Staff, 2010.



Cuadro 1. Características macromorfológicas, micromorfológicas, régimen hidrológico y físico-químico, según el grado de hidromorfismo.

	<b>Estadio 0</b>	<b>Estadio 1</b>	<b>Estadio 2</b>	<b>Estadio 3</b>	<b>Estadio 4</b>
<b>Grado de Hidromorfismo</b>	Ninguno	Incipiente	Moderado	Fuerte	Extremo
<b>Macromorfología</b>					
<i>Color del horizonte</i>	Rojizo / pardo	Rojizo / pardo	Pardo / amarillento	Moteado: rojizo / amarillento	Gris o moteado: verduzco / azulado / grisáceo
<i>Presencia moteos</i>	No	Escaso	Pocos	Muy abundante	Muy abundantes
<i>Color del moteo</i>	No	Negro	Blancuzco	Blancuzco	Blancuzco
<b>Micromorfología</b>					
<i>Color masa</i>	Rojizo / Pardo	Rojizo / Pardo	Amarillento	Amarillo blancuzco	Gris / verde
<i>Acumulación</i>	No	Mn, escaso	Fe / Mn, abundante	Fe / Mn, abundante	Fe / Mn, escaso
<i>Agotamiento</i>	No	Escaso	Pocos	Muy abundante	Toda la matriz
<b>Régimen Hidrológico</b>					
<i>Saturación completa</i>	Muy pocos días	Pocos días	Muy pocos meses	Varios meses	Continuo
<i>Húmedo</i>	Varios meses	Varios meses	Muchos meses	Casi continua	Continuo
<b>Régimen Físico-Químico</b>					
<i>Oxidación</i>	Intensa	Intensa	Intensa	Moderada	Nula
<i>Reducción</i>	Nula	Incipiente	Débil	Moderada	Intensa

### 2.1.2. Color de la matriz del suelo

Refleja la composición así como las condiciones pasadas y presentes de oxidoreducción del suelo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de hierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental (litocrómico) (FAO, 2009, págs. 34 - 35).

La identificación de los matices N1 a N8 o 2,5Y, 5Y, 5G o 5B como colores de la matriz indican, salvo que sean colores litocrómicos, que hubo y/o hay gleyzados y por lo tanto se está frente a un suelo hidromórfico. Tanto el color de la matriz como del moteado y su límite (definición) permiten inferir la condición de los regímenes ácuico, superácuico y de características redoximórficas, adicionalmente sirve como diferenciador en la identificación de subórdenes, grandes grupos, subgrupos y familias (ver figura 3 y Anexo fotografías).

Figura 3. A la izquierda tabla de colores Munsell, colores gleyzados. A la derecha perfil de suelos en estadio 4 de hidromorfismo.



Tomado de: <http://www.bildarchiv-boden.de/>

### 2.1.3. Moteados

Los moteados son manchas de diferentes colores o sombras de color inmersas dentro de la matriz del suelo (o color dominante). Indican que el suelo fue sujeto a condiciones de alternancia entre mojado (reducción) y secado (oxidación). El moteado se describe en términos de abundancia, tamaño, contraste, límite y color. Adicionalmente, se puede describir la forma, posición y cualquier otro rasgo (FAO, 2009, pág. 36) la mayor parte de los moteados son de tipo litocrómico.

Como se anotó, el color del moteado orienta sobre el elemento que fue reducido, en el caso del manganeso ( $Mn^{+2}$ ) se presenta un color negro, para el hierro ( $Fe^{+2}$ ) color pardo y el hierro ( $Fe^{+3}$ ) amarillo; con respecto al límite o definición del moteado, cuando este presenta un halo sobre el borde o si es difusa la definición (no hay una definición del borde) es una evidencia de la presencia más constante de ambiente hidromórfico o de periodos secos más cortos.

Figura 4. Nótese los moteados y manchas en tonos amarillos y blancuzco (zonas de concentración y reducción). A la izquierda suelo arcilloso; a la derecha



suelo arenoso (Oxisol)

Tomado de: <http://www.bildarchiv-boden.de/>



#### 2.1.4. Concreciones y nódulos

Son pequeños cuerpos que presentan un fuerte contraste con respecto a la matriz del suelo. Este contraste está dado por el color, composición, dureza y distribución interna en el perfil.

El origen de las concreciones y nódulos es diverso, sin embargo tienen una fuerte relación con la oxidación-reducción que, salvo los cuerpos derivados del material geológico o heredados de suelos antiguos, tienen su origen en el desarrollo de condiciones redoximórficas.

Al ocurrir estadios de hidromorfismo cortos, el manganeso se reduce y por lo tanto se solubiliza en el perfil al punto de tener movilidad y formando concentraciones de compuestos reducidos con algunas tonalidades especialmente grisáceas, en ocasiones algunos tonos azules o verdes; al secarse estas zonas aparecen manchas o concreciones o nódulos. Si el estadio de hidromorfismo es largo y hay suficiente agua es posible que sea lavado del suelo, por lo tanto el perfil presentará decoloraciones de color grisáceo; si el agua libre no presenta percolación profunda, los compuestos reducidos se redistribuirán por el horizonte o perfil asignando a la matriz del suelo un color homogéneo grisáceo-azuloso o grisáceo-verdoso por lo general; en esta última situación es difícil que se dé el secado del suelo y menos el desarrollo de concreciones.

*Figura 5. Presencia abundante de nódulos (color oscuro casi negro), distribuidos en todo el perfil.*



Tomado de: <http://www.bildarchiv-boden.de/>

Figura 6. Microfotografía del corte de una concreción; nótese la definición abrupta del límite, respecto a la matriz del suelo.



Tomado de: <http://www.bildarchiv-boden.de/>

### 2.1.5. Condiciones ácuicas

Los suelos con condiciones ácuicas (L. *aqua*, agua) son aquellos que actualmente presentan una saturación y reducción continua o periódica. La presencia de tales condiciones es indicada por rasgos redoximórficos (excepto en los Histosols e Histels) y pueden verificarse por la medición de la saturación y la reducción (excepto en suelos drenados artificialmente) (SOIL SURVEY STAFF, 2010).

Para que se pueda cumplir con las condiciones ácuicas se hace necesario cumplir lo siguiente:

- Saturación del agua cuya presión sea cero o positiva. Para lo cual deberá cumplir con uno de los tres tipos de saturación: Endosaturación, Episaturación o Saturación ántrica (antrácuica).
- El grado de reducción debe ser caracterizado midiendo directamente el potencial redox; como es difícil de lograr tal medida, es importante realizar una prueba con dipiridil-alfa,alfa neutral, con acetato de amonio 1N (CHILDS, 1981). El surgimiento del color rojo intenso sobre la superficie del ped expuesta indica la presencia de hierro reducido.
- Presencia de rasgos hidromórficos que incluyen: Concentraciones redox, zonas de acumulación aparente de óxidos de Fe-Mn, que incluyen nódulos y concreciones (explicados anteriormente), masas (concentraciones blandas) y revestimientos de

poros; Empobrecimientos redox, zonas de bajos cromas (menores a los de la matriz) donde pueden presentarse pérdida de los óxidos de Fe-Mn o junto con la arcilla inclusive (esqueletanes de limo).

- Matriz reducida que presenta bajo cromas y que luego de estar expuesta al aire en los primeros 30 minutos cambia de hue o cromas.

### 2.1.6. Régimen de humedad ácuico

El régimen de humedad ácuico (L. *aqua*, agua) es un régimen de **reducción** en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado con agua. Algunos suelos están saturados con agua pero hay oxígeno disuelto debido a que el agua está en movimiento o porque el medio no es favorable para los microorganismos (por ejemplo, si la temperatura es menor de 1 °C); tal régimen no es considerado ácuico (SOIL SURVEY STAFF, 2010). Como no se puede establecer que tiempo de saturación del suelo es necesario para que un régimen sea ácuico, es necesario que se presenten al menos unos pocos días, y por consiguiente que se presenten las condiciones ácuicas para su reconocimiento (ver numeral anterior)

## 2.2. Criterios Taxonómicos de los suelos hidromórficos

El concepto de rasgos hidromórficos fue incorporado por primera vez a la taxonomía americana por el Soil Survey Staff, (National Soil Survey Handbook, 1994), más tarde fueron reafirmados (Soil Survey Staff, 1999) al punto de ser creados subórdenes, grupos y subgrupos dentro de la taxonomía, que hacen referencia a estas condiciones de humedad. En términos de la taxonomía y con sujeción a la localización geográfica de nuestro país, se presentan los siguientes órdenes, subórdenes, grupos y subgrupos<sup>6</sup>.

1. Todos los suelos del orden Histosol con excepción del Suborden Folists; que en nuestro país están representados por los siguientes 19 taxones, clasificados a nivel de Subgrupo:

<i><b>Suborden Fibrists</b></i>	<i><b>Suborden Hemists</b></i>	<i><b>Suborden Sapristis</b></i>
<i>Typic Cryofibrists</i>	Hydric Haplohemist	Terric Cryosapristis
<i>Hemic Haplofibrist</i>	Hydric Haplohemists	Hemic Haplosapristis
<i>Hydric Haplofibrist</i>	Hydric Haplohemists	Typic Haplosapristis

<sup>6</sup> Los siguientes resultados son producto del desarrollo de la actividad 3 (Documento 2 Suelos hidromórficos.docx) contemplada para el entregable uno (1).

<i>Hemic Haplofibrists</i>	Sapric Haplohemists	Typic Sulfisaprists
<i>Hydric Haplofibrists</i>	Terric Haplohemists	
<i>Lithic Haplofibrists</i>	Typic Haplohemists	
<i>Typic Haplofibrists</i>	Typic Sulfihemists	
<i>Hydric Sphagnofibrists</i>		

2. Unidades de mapeo compuestas por suelos correspondientes a: subórdenes Aquic y subgrupos Histic, Humaqueptic, Humic, Cumulic, Aeríc, Fluvaquentic Fluventic, Plinthic, Vertic, Thaptic, Thapto Histic, Ustic, Chromic, Sulfic, Sodic y Typic, que presentan:

Cumplir por lo menos en parte con uno o más indicadores de suelos hidromórficos, o,

Mostrar pruebas de que el suelo cumple con la definición de un suelo hidromórfico;

Como representantes de ello tenemos los siguientes 54 suelos, clasificados a nivel de subgrupo:

<b><i>Inceptisol Suborden Aquepts</i></b>	<b><i>Andisol Suborden Aquands</i></b>	<b><i>Molisol Suborden Aquolls</i></b>
<i>Histic Cryaquepts</i>	Histic Cryaquands	Typic Endoaquolls
<i>Aeric Endoaquepts</i>	Histic Endoaquands	
<i>Aquic Endoaquepts</i>	Thaptic Epiaquands	<b><i>Oxisol Suborden Aquox</i></b>
<i>Fluvaquentic Endoaquepts</i>		Plinthic Haplaquox
<i>Fluventic Endoaquepts</i>	<b><i>Entisol Suborden Aquents</i></b>	Typic Haplaquox
<i>Humic Endoaquepts</i>	Typic Cryaquents	
<i>Plinthic Endoaquepts</i>	Typic Endoaquents	<b><i>Spodosol Suborden Aquods</i></b>
<i>Typic Endoaquepts</i>	Aeric Epiaquents	Typic Endoaquods
<i>Vertic Endoaquepts</i>	Typic Epiaquents	
<i>Vertic Endoaquepts</i>	Aeric Fluvaquents	<b><i>Ultisol Suborden Aquults</i></b>
<i>Aeric Epiaquepts</i>	Humaqueptic Fluvaquents	Typic Endoaquults
<i>Fluvaquentic Epiaquepts</i>	Sulfic Fluvaquents	Typic Kandiaquults
<i>Typic Epiaquepts</i>	Thapto Histic Fluvaquents	Typic Umbraquults
<i>Vertic Epiaquepts</i>	Typic Fluvaquents	
<i>Typic Halaquepts</i>	Vertic Fluvaquents	<b><i>Vertisol Suborden Aquerts</i></b>
<i>Vertic Halaquepts</i>	Sulfic Hydraquents	Aeric Endoaquerts
<i>Aeric Humaquepts</i>	Typic Hydraquents	Chromic Endoaquerts
<i>Cumulic Humaquepts</i>	Sodic Psammaquents	Typic Endoaquerts
<i>Fluvaquentic Humaquepts</i>	Typic Psammaquents	Ustic Endoaquerts

*Histic Humaquepts*  
*Typic Humaquepts*  
*Plinthic Petraquepts*  
*Typic Petraquepts*

Thapto Histic sulfaquepts

Chromic Epiaquepts  
 Vertic epiaquepts

3. Unidades de mapeo compuestas por suelos que están encharcados o inundados frecuentemente y por larga o muy larga duración durante un año normal y que:

Cumplen por lo menos en parte con uno o más indicadores de suelos hidromórficos, o,

Mostrar pruebas de que el suelo cumple con la definición de un suelo hidromórfico.

Como representantes de ello tenemos los siguientes 54 suelos, clasificados a nivel de subgrupo:

**Andisol**

Thaptic Haplocryands  
 Typic Haplocryands  
 Hydric Hapludands

**Aridisol**

Typic aquisalids  
 Sodic Haplocambids  
 Calcic Haplosalids

**Entisol**

Aquic Udifluvents  
 Aquic Quartzipsamments  
 Aquic Torrifuvents  
 Typic Torriorthents  
 Typic Torripsamments  
 Aquertic Udifluvents  
 Aquic Udifluvents  
 Oxiaquic Udifluvents  
 Typic Udifluvents  
 Aquic Udipsamments  
 Oxiaquic Udipsamments  
 Aquic Udorthents

**Alfisol**

Aquertic Hapludalfs  
 Saladic Natrustalfs

**Inceptisol**

Oxiaquic Dystrudepts  
 Oxiaquic Eutrudepts  
 Aquandic Dystrudepts  
 Aquic Dystrudepts  
 Fluvaquentic Dystrudepts  
 Fluventic Dystrudepts  
 Oxiaquic Dystrudepts  
 Aquertic Dystrustepts  
 Humic Dystrustepts  
 Aquertic Eutrudepts  
 Aquic Eutrudepts  
 Fluvaquentic Eutrudepts  
 Fluventic Eutrudepts  
 Aquertic Haplustepts  
 Aquic Haplustepts  
 Fluvaquentic Haplustepts  
 Fluventic Haplustepts  
 Oxiaquic Haplustepts

**Molisol**

Aquic Argiudolls  
 Aquic Argiudolls  
 Aquic Hapludolls  
 Fluvaquentic Hapludolls  
 Aquertic Haplustolls  
 Aquic Haplustolls  
 Fluvaquentic Haplustolls

**Oxisol**

Aquic Hapludox  
 Oxiaquic Haplustox

**Ultisol**

Oxiaquic Hapludults  
 Typic kandihumults  
 Oxiaquic Kandiudults

**Vertisol**

Aquic Hapluderts  
 Chromic Hapluderts  
 Typic Hapluderts  
 Aquic Haplusterts



Aquic Ustifluents  
Oxiaquic Ustifluents  
Typic Ustifluents  
Aquic Ustipsamments  
Oxiaquic Ustipsamments  
Typic Ustipsamments

Vertic Haplustepts  
Aquic Humudepts  
Oxiaquic Humudepts

Chromic Haplusterts  
Entic Haplusterts  
Halci Haplusterts  
Sodic Haplusterts  
Typic Haplusterts  
Udic Haplusterts

Los anteriores resultados son producto de la elaboración del documento 2 del presente contrato y en el cual se presentan los detalles para llegar a los respectivos resultados.

## Conclusiones

---

La Identificación de las principales variables asociadas a condiciones de humedad ácuica es importante para la delimitación de las áreas de humedales.

Las áreas sometidas permanentemente a una lámina de agua en la superficie y que han podido desarrollar procesos edafogenéticos, presentan un régimen de humedad superácuico. Mientras que aquellas áreas donde la permanencia en superficie de agua libre es de carácter temporal y se presenta la ausencia de oxígeno disuelto, el régimen de humedad es ácuico.

El tiempo para el desarrollo de condiciones redoximórficas, aun no es posible de determinar, dado que existe un diversidad de situaciones que intervienen en la generación del régimen ácuico (ambiente de reducción). En otras palabras la base conceptual para definir y delimitar un área dominada por la conjugación o alternancia de ambientes terrestre-acuáticos no debe estar en función del número de días cubiertos por agua libre. Las consideraciones deben basarse en el régimen hidrológico asociado a la geofoma, la presencia de organismos (especialmente plantas) propios de este tipo de ambientes y la huella edáfica de los rasgos redoximórficos.

## Anexo Fotografías

---

*Ilustración 1. Suelo Typic Endoaquents, con condiciones rexodimórficas.*



*Ilustración 2. Suelos Typic Ustipsamments, asociado a zona de humedal, en la planicie marina.*



*Ilustración 3. Suelo Typic Epiaquepts con fuerte gleyizado; localizado en la llanura de desborde del río Sinú.*



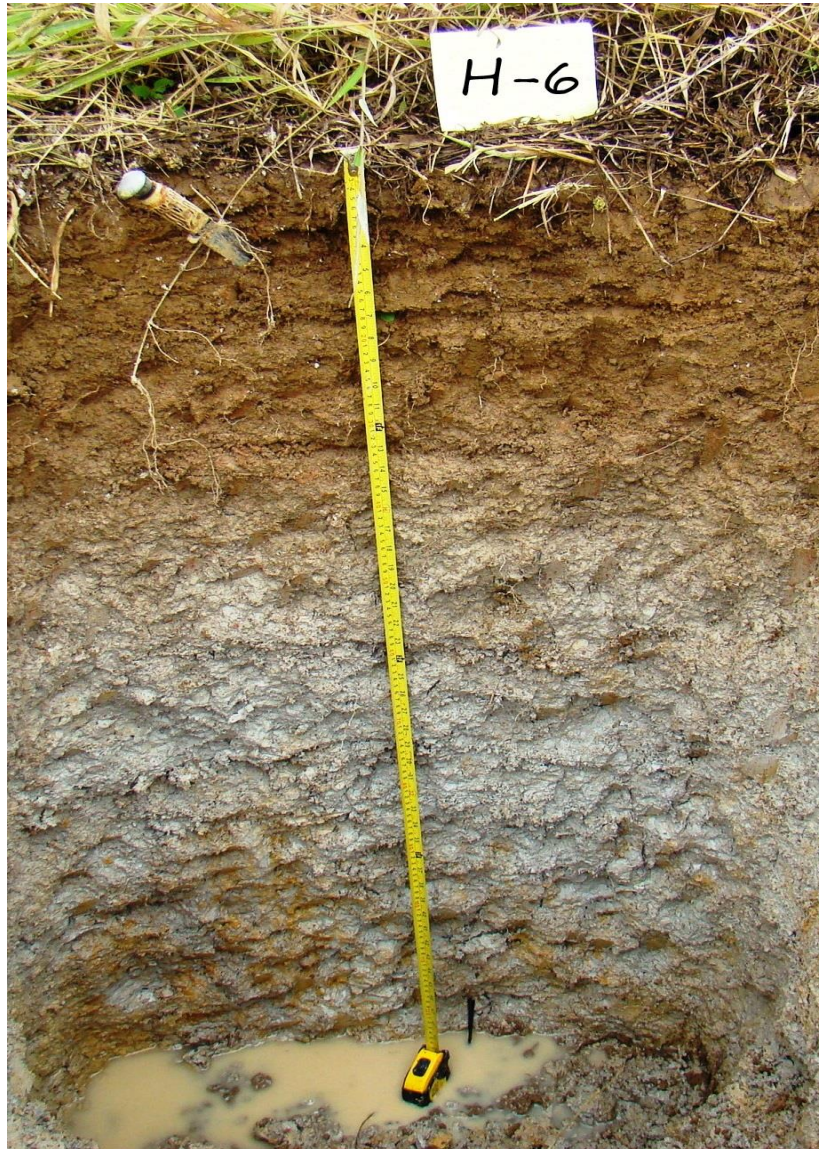
*Ilustración 4. Suelo Typic Fluvaquents con características redoximórficas, en la planicie marina. Utilizado en arroz - Ganadería semiintensiva.*



*Ilustración 5. Suelo Typic Fluvaquents.*



*Ilustración 6. Suelo Aerico Endoquepts localizado en una terraza aluvial, departamento de Córdoba.*





*Ilustración 7. Suelo Fluventic Haplustepts, con nivel freático aparente, en un estadio 1 de hidromorfismo.*



## Bibliografía

---

- CHILDS, C. (1981). *Field Test for Ferrous Iron and Ferric-Organic Complexes (on Exchange Sites or in Water-Soluble Forms) in Soils*. Austr.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta edición ed.). (R. Vargas Rojas, Trad.) Roma: FAO.
- GOSSELINK, J. G., & MITSCH, W. J. (2000). *Wetlands* (3a ed.). New York: Wiley John and Sons, Inc.
- Moreno C., E., & Gutiérrez C., M. d. (2004). Micromorfología en la clasificación de Histosoles en humedales de Tabasco, México. *22 Num. 2, Abril-junio*(ISSN: 0187-5779). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322203.pdf>
- OVALLES, F. A. (Septiembre de 2003). (INIA-CENIAP, Ed.) *CENIAP HOY*, 3. Obtenido de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm)
- Schoeneberger, P., Wysocki, D., Benham, E., & Staff, S. S. (2012). *Field book for describing and sampling soils* (3 ed.). Lincoln, NE: National Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.
- Soil Survey Division Staff. (1993). *Soil Survey Manual*. (D. o. 18, Ed.) Washington: Soil Conservation Service. Obtenido de [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054262](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054262)
- Soil Survey Staff. (1994). *National Soil Survey Handbook*. Washington, D.C: USDA Soil Conservation Service.
- Soil Survey Staff. (1999). *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Washington, D.C: USDA Natural Resources Conservation Service, Agric. Hdbk. 436, U.S. Government Printing Office.
- SOIL SURVEY STAFF. (2006). *Keys to Soil Taxonomy* (Tenth Edition ed.). (S. S. Staff, Ed., C. A. Ortiz – Solorio, & M. d. Gutiérrez – Castorena, Trads.) Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- SOIL SURVEY STAFF. (2010). *Claves para la Taxonomía de Suelos* (Undécima ed.). (d. I. Departamento de Agricultura, d. R. Servicio de Conservación, Edits., C. A. Ortiz-Solorio, M. d. Gutiérrez-Castorena, & E. V. Gutiérrez-Castorena, Trads.) Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- USDA, NRCS. (2010). *Field Indicators of Hydric Soils in the United States, Version 7.0*. (N. i. USDA, Ed.) Washington, D.C: L.M. Vasilas, G.W. Hurt, and C.V. Noble.
- USDA, NRCS. (15 de FEB de 2014). *Natural Resources Conservation Service*. Obtenido de United States Department of Agriculture: [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/hydric/?cid=nrcs142p2\\_053961](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/hydric/?cid=nrcs142p2_053961)

