

## **ANEXO I.**

### **DESCRIPCIÓN Y CARTOGRAFÍA DE UNIDADES GEOMÓRFICAS Y SUELOS DE LAS PLANTACIONES Y SU ÁREA DE INFLUENCIA**

COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
CAMPUS TABASCO

UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO  
DIVISION ACADEMICA DE CIENCIAS BIOLOGICAS

GEOMORFOLOGIA Y SUELOS DE LOS CAMPOS PETROLEROS SANCHEZ  
MAGALLANES Y LA VENTA TABASCO

M.C. JOEL ZAVALA CRUZ  
DR. DAVID JESUS PALMA-LOPEZ  
DR. RANDY H. ADAMS SCHROEDER

H. CARDENAS, TABASCO

MAYO DE 1999

## ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCION .....	1
METODOLOGIA .....	2
GEOMORFOLOGIA.....	3
LLANURA LITORAL .....	4
LLANURA PALUSTRE.....	5
LLANURA ALUVIAL .....	8
TERRAZAS DEL PLEISTOCENO .....	9
SUELOS.....	10
HISTOSOLES.....	10
GLEYSOLES .....	18
SOLONCHAKS .....	22
VERTISOLES .....	24
ALISOLES .....	25
ANTROSOLES .....	26
CONCLUSIONES .....	27
BIBLIOGRAFIA .....	29
ANEXOS	
1. DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELOS	
2. DESCRIPCION DE BARRENACIONES DE SUELOS	
3. CARTOGRAFIA	

# **GEOMORFOLOGIA Y SUELOS DE LOS CAMPOS PETROLEROS LA VENTA Y SÁNCHEZ MAGALLANES, TABASCO**

**M.C. Joel Zavala Cruz**

**Dr. David J. Palma - López**

**Dr. Randy H. Adams Schroeder**

## **INTRODUCCION**

El estado de Tabasco cuenta con un 29.2% (721 739 ha) de tierras de humedales, ubicándose entre las mas extensas de México y América del Norte. Sin embargo, en las ultimas décadas estas han venido disminuyendo en su extensión debido a que han estado sujetas a Presiones de diversa índole, como obras de drenaje para la ampliación de la frontera agropecuaria, desmontes para la introducción de pastizales, quemas sin control en la época de secas, apertura de canales entre el mar y lagunas costeras o entre lagunas y llanuras palustres, construcción de carreteras, relleno en zonas urbanas, y diversas obras para la explotación de los hidrocarburos. Cada una de estas acciones induce cambios en los factores componentes de los humedales, reflejándose en la perdida creciente de la biodiversidad y, de no regularse las actividades humanas oportunamente, la suma de estos impactos puede ocasionar el deterioro irreversible del pantano, cancelando la posibilidad de uso sustentable de sus recursos naturales.

Uno de los impactos causados por la industria petrolera en el pantano, son los derrames de petróleo, los cuales, aunque por lo general son de pequeña extensión, pueden causar degradación severa al suelo, vegetación, fauna y calidad del agua; impidiendo además la posibilidad de uso de los recursos por varios años, si no se implementan acciones inmediatas de restauración . Esta problemática se ha presentado en los campos petroleros La Venta y Sánchez Magallanes, localizados en llanuras palustres y aluviales al oeste de Tabasco; siendo urgente, por un lado conocer el grado de contaminación del suelo, y por el otro, proponer alternativas de recuperación con plantas nativas. Con base en lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo, caracterizar el medio físico de las áreas de estudio a nivel regional, mediante el reconocimiento y cartografía de las unidades geomorfológicas, lo cual permite conocer los procesos que originan los materiales madre del

suelo, así como los relieves que controlan la dirección del drenaje superficial del área. El segundo objetivo consiste en caracterizar y cartografiar el recurso suelo a nivel microregional, por campo petrolero, y conocer su capacidad de uso y nivel de fertilidad. La información generada será útil para el adecuado manejo de suelos y plantas durante el proceso de restauración de áreas inundables con derrames de petróleo.

## **METODOLOGÍA**

Primero se realizó un recorrido general por la zona de estudio, para conocer las unidades geomorfológicas y los tipos de vegetación, asociándolos con propiedades de las fotografías aéreas como tono, textura, forma y tamaño (Guerra, 1980). En seguida se realizó la fotointerpretación de fotografías aéreas a escalas 1: 75,000 (INEGI, 1984 y 1995) y 1:65 000 (CENTENAL, 1972), obteniéndose el mapa de unidades geomorfológicas a nivel regional y los mapas preliminares de suelos por campo petrolero. Los mapas de suelos se verificaron en campo mediante la descripción de 15 perfiles representativos (de 1 m de ancho por 2 m de largo y de 1.5 a 2 m de profundidad), los cuales se describieron siguiendo la metodología de Cuanalo (1981); cada horizonte del suelo se describió en términos de: tipos de horizontes, profundidad, color, transición, textura, consistencia, estructura, presencia de nódulos, presencia de cutanes y vestigios de lavado de materiales, compactación, anegamiento, permeabilidad, raíces y fauna del suelo. Adicionalmente, en cada perfil se describió el relieve, la pendiente, el drenaje superficial, el tipo de material madre y la vegetación y/o uso del suelo. Se colectaron 1.5 kg de muestra de suelo en los horizontes minerales, y 6 kg en horizontes de suelos orgánicos.

Las propiedades del suelo que se determinaron en el laboratorio fueron: pH en agua relación 1:2.5, para suelos minerales, y relación 1:4, para suelos orgánicos; conductividad eléctrica relación 1:5 y en pasta de saturación; materia orgánica (MO) mediante digestión húmeda (Walkley-Black), para suelos minerales (MO <10%), y mediante digestión seca (calcinación en la mufa) para suelos orgánicos (MO >10%); textura por el método de Bouyoucos solo para suelos minerales; bases intercambiables potasio, calcio, y magnesio (extraídos en acetato de amonio 1 N pH 7); capacidad de intercambio catiónico (CIC) (usando acetato de amonio 1 N pH 7 como extractante) mediante agitación-centrifugación para suelos minerales y columnas de lixiviación para suelos orgánicos. Los

métodos utilizados son rutinas analíticas del laboratorio de análisis de suelos plantas y aguas del Campus Tabasco (Aguilar *et al.*, 1987; Kalra y Maynard, 1991).

Los Histosoles presentaron problemas analíticos por los altos contenidos de materia orgánica (superiores al 30%), lo cual provocó que no tuviera sentido realizar algunas determinaciones normales; ejemplo de ello es la textura, la cual fue sustituida por las determinaciones de fibra frotada, no frotada y color en pirofosfato de sodio (Soil Survey Staff, 1975).

Con los resultados de los análisis físicos y químicos y la información obtenida en el campo, se procedió a la clasificación taxonómica de los suelos, utilizando para ello la leyenda revisada de los suelos del mundo o clasificación FAO-UNESCO (FAO, 1989); también se hizo la caracterización física y química de los suelos, basados en las categorías propuestas por Palma-López y Lagunes (1995). La clasificación química se basó en criterios propuestos por Moreno (1978) para la materia orgánica y nitrógeno; Etchevers (s/f) para las bases intercambiables, magnesio y potasio; Pearson (1960) para sodio intercambiable; Cottenie (1980) para capacidad de intercambio catiónico; Richards (1962) para conductividad eléctrica, y Landon (1984) para carbono orgánico. La clasificación por capacidad de uso de los suelos se hizo con base en IMTA (1989).

En seguida se hizo la verificación en campo de los mapas provisionales de geomorfología y suelos, mediante barrenaciones en transectos transversales a llanuras aluviales y palustres a profundidad de 1.20 a 1.70 cm. Posteriormente, se realizó la corrección final de la fotointerpretación, asignándose la clave del suelo por cada unidad geomorfológica, y se hizo la transferencia de linderos de suelos de las fotografías aéreas a la escala 1: 20,000, utilizándose fotomapas de INEGI (1985). En este proceso se utilizó un restituidor Stereo-Skech Master SM-19.84. Finalmente se procedió al dibujo del mapa y evaluación de superficies de los suelos mediante el uso de la balanza analítica.

## **GEOMORFOLOGÍA**

En el área de estudio dominan las tierras bajas sujetas a inundación, principalmente llanuras palustres, las cuales están rodeadas por tierras ligeramente más elevadas como llanuras aluviales, terrazas del Pleistoceno y llanuras de barrera litoral; estos relieves actúan como diques naturales que detienen o dificultan el flujo del agua superficial de las llanuras palustres. Las

llanuras han sido formadas por procesos acumulativos fluviales, palustres y marinos durante el Cuaternario Reciente, mientras que las terrazas son remanentes de paleollanuras aluviales del Pleistoceno, las cuales han sido erosionadas durante el Holoceno (West et al, 1985). El mapa de unidades geomorfológicas (anexo 1) y el cuadro 1 sintetizan las características representativas de cada unidad geomorfológica.

### **Llanura Litoral**

Se localiza al norte de las áreas de estudio como una franja alargada y estrecha de transición entre las lagunas costeras, los pantanos y el mar. Constituye una barrera que contiene el flujo de agua superficial de los pantanos hacia el norte, por lo que el agua fluye en dirección noroeste y noreste, hacia las barras del río Tonalá y Santa Ana. Está formada por sedimentos arenosos de origen fluvial que han sido removidos y distribuidos por las olas de la costa del Golfo de México, las corrientes litorales y el viento. Son depósitos no consolidados de arena con geoformas de dunas parabólicas y cordones litorales que se alternan formando franjas alargadas y estrechas, paralelas a la costa; su altura es de 0 a 7 msnm y la pendiente en general es ligeramente inclinada, pero a veces de hasta un 25%. La zona entre la barra del río Tonalá y el poblado Sánchez Magallanes, presenta tres franjas de dunas costeras: una junto al mar, siendo la más elevada e inclinada; la segunda ocupa una posición intermedia, y la tercera se ubica al sur, en transición con la llanura palustre. Las dunas costeras son evidencia de procesos de erosión litoral (Psuty, 1965; West et al, 1985), como se observa en la playa frente al poblado Sánchez Magallanes; mientras que los cordones litorales indican crecimiento de la costa hacia el mar debido a procesos de acumulación por oleaje y corrientes litorales.

Los cordones litorales son bordos arenosos estrechos y alargados, que revelan antiguas posiciones de la playa. tienen altura de 0 a 3 msnm y pendiente de 1 a 2%. Se ubican en depresiones alargadas entre franjas de dunas, por lo que su drenaje superficial frecuentemente es deficiente. La anchura de bordos y depresiones entre cordones, fluctúa entre 50 y 100 m.

El uso del suelo es de plantaciones de cocotero (*Cocos nucifera*) en las dunas y cordones litorales bien drenados; y pastos inducidos en las depresiones entre los cordones.

La llanura litoral drena sus aguas hacia el río Chicozapote al sur, y hacia la laguna del Carmen, al este.

### **Llanura palustre**

Es la unidad geomorfológica más extensa en el área, y se localiza en depresiones entre relieves más elevados como llanuras aluviales, litorales y terrazas del Pleistoceno, los cuales actúan como diques naturales que controlan la dirección del drenaje superficial de la llanura palustre. Una variante son los pantanos salinos en zonas de transición entre las aguas marinas y dulces continentales, y se localizan en torno a las lagunas costeras Del Carmen, y El Yucateco, y márgenes del río Chicozapote. A su vez, las lagunas costeras son ecotonos costeros conectados con el mar de manera permanente, son someras, semicerradas, de volumen variable dependiendo de las condiciones hidrológicas y climáticas (Yañez – Arancibia, 1986); se formaron hace 5000 años y son remanentes de un cuerpo lagunar más amplio que ha sido rellenado por procesos de sedimentación terrígena (Yañez-Arancibia, 1986; Gutiérrez y Galaviz, 1983).

En torno a la laguna El Yucateco y margen derecha del río Tonalá, se construyeron canales para el acceso de embarcaciones hasta los sitios de perforación de pozos petroleros. A través de estos canales ha penetrado al agua salada y salinizado progresivamente los suelos de la llanura palustre, por lo que en estas áreas se ha incrementado la superficie de manglares.

Al suroeste de la unidad petroquímica La Venta también se ha formado un pantano salino debido a acumulación de agua salada descargada por la petroquímica, y por intrusión de agua salobre a través de un canal que une a La Venta con el río Tonalá; esta llanura también está contaminada con aceite.

La vegetación característica del pantano salino es de manglares, de 10 a 15 m de altura, que forman masas continuas en torno a las lagunas costeras y en las márgenes del río Chicozapote. Las especies características son mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en las orillas de los cuerpos de agua, negro (*Avicenia germinans*) en áreas posteriores al mangle rojo, y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en zonas de baja salinidad en transición con la llanura palustre de agua dulce.



Cuadro 1. Unidades y subunidades geomorfológicas del área de influencia de los campos petroleros Sánchez Magallanes y La Venta

Unidad	Geomorfología		Drenaje		Vegetación	Uso del suelo	Suelo
	Subunidad	Pendiente (%)	Altura (msnm)	Superficial			
Llanura litoral	Dunas costeras	1-3	1-7	Bien drenado	Popal	Cocotero, pastizales Cocotero, pastizales Pastizales	Arenosol háplico
	Cordones litorales	1-2	1-3	Bien drenado			Arenosol háplico
	Depresiones entre dunas y cordones	<1	<1	Paralelo con inundación estacional			Arenosol gléyico
Llanura palustre	Pantanos salinos	<1	0-0.5	Errático, sujeto a inundación casi todo el año	Manglar	Pantanos salinos	Histosol soditérrico
	Pantanos no salinos	<1	0-1	Errático, sujeto a inundación casi todo el año	Apompal, estribal, mollinillo, tular, navajuelar, carrizal	Pantanos no salinos	Histosol férrico e Histosol fibrico
Llanura aluvial	Cauces antiguos	<1	0-4	Meándrico, sujeto a inundación estacional	Popal, tular, mollinillo	Pantanos antiguos	Gleysol mólico
	Llanura alta	1-2	2-6	Bien drenado		Cacaotales, pastizales, cultivos anuales	Fluvisol éutrico
	Llanura baja salina	<1	1-3	Cauces antiguos, sujeto a inundación en época de lluvias		Pantanos salinos	Gleysol mólico
	Llanura baja no salina	<1	0-1	Sujeto a inundación en la época de lluvias	Manglar, pastos halófitos	Pantanos no salinos	Solonchack molli-sodigléyico
Terrazas del Pleistoceno	Lomas	1-3	1-5	Bien drenado		Cocotero, pastizales, cultivos anuales	Alisol férrico, Alisol háplico
	Llanuras entre lomas	<1	0-3	Paralelo, sujeto a inundación en la época de lluvias	Hidrófita, tasistales, apompales	Pantanos entre lomas	Gleysol areni-úmbrico, Gleysol luvi-dístrico
	Transición terrazas-palustre	<1	0-2	Errático, sujeto a inundación en época de lluvias	Popal, tular, mollinillo, tustizal	Pantanos de transición	Gleysol arenó-úmbrico
	Zonas erosionadas	<1	0-2	Errático, sujeto a inundación en época de lluvias	Hidrófita y sin vegetación	Zonas erosionadas	Antrosol úrbico

Fuente: Adaptado de Zavala, 1996, y García *et al*, 1997.

El pantano no salino se ubica en depresiones geomorfológicas de relieve plano o cóncavo, cuya altitud es de 0 a 2 msnrn, permanece inundado con agua dulce durante 10 a 12 meses al año, y está rodeado por relieves ligeramente más elevados. Algunas llanuras aluviales bajas, estrechas y alargadas se internan en el pantano rompiendo su monotonía. La vegetación característica es hidrófita herbácea y arbórea que aportan abundantes materiales, los cuales debido a su lenta descomposición por permanecer sumergidos en el agua, forman suelos orgánicos o turberas. Este proceso también ha sido favorecido en las últimas décadas por el escaso aporte de sedimentos durante las inundaciones de los ríos.

La vegetación típica es la selva baja inundable de apompo (*Pachira aquatica*), con altura de 7 a 15 m, localizada en el centro de la llanura palustre; frecuentemente se asocia con estribales (*Dalbergia brownii*), icacales (*Chrisobalanus icaco*) y tasistales (*Acoelorrhapha wrightii*). El matorral inerme inundable de *Dalbergia brownii* (estribal), es un tipo de vegetación de amplia distribución, con alturas de 3 a 5 m, formando cinturones alrededor de las selvas bajas de apompo en transición con zonas de vegetación hidrófita herbácea. Es común encontrar elementos de *Pachira aquatica* en asociación con los estribales. Los Tasistales (*Acoelorrhapha wrightii*), se localizan en la zona entre las lagunas del Carmen y El Yucateco, entre la llanura litoral y las terrazas del Pleistoceno. Su altura es de 3 a 5 m y esta asociada con *Cladium jamaicense* (navajuela).

La vegetación hidrófita herbácea es la de mayor extensión en el pantano de agua dulce, y las especies comunes son *Cyperus giganteus* (mollinillo) y *Thalia geniculata* (popal), cuya altura varía entre 2.5 y 3.5 m; otras especies frecuentes son *Typha latifolia* (tular), *Phragmites australis* (carrizo), *Blechnum errulatum*, *Pontederia sagittata* y *Leersia hexandra* (pelillo).

En el pantano crecen otros tipos de vegetación de reducida extensión como el matorral inerme inundable de *Myrica cerifera* (escobillo), que forma áreas compactas de 3 a 4 m de altura, localizadas en el campo petrolero Sánchez Magallanes, en suelos orgánicos con aceite. En las orillas de la llanura palustre, libres de inundaciones por períodos de 3 a 5 meses, se desarrollan pastizales de las especies *Echinochloa polystachia* (pasto alemán), *Leersia hexandra* (pelillo), *Paspalum paniculatum* (pasto camalote) y *Panicum purpurence* (pasto egipcio). Estos pastizales se utilizan para la cría de ganado bovino.

La llanura palustre drena sus aguas de sur a norte en el campo petrolero La Venta, y de sureste a noroeste en el campo Sánchez Magallanes; así mismo, las carreteras y terracerías de

acceso a pozos petroleros y a los centros de población, son microrelieves que alteran el flujo de agua superficial del pantano, ya que funcionan como diques que forman microcuencas artificiales.

### **Llanura aluvial**

Esta unidad geomorfológica fue originada por procesos fluviales acumulativos de sedimentos en las llanuras de inundación de los ríos activos como el Tonalá, y los parcialmente activos como el Blasillo, Chicozapote y San Felipe. Excepto la planicie de inundación del río Tonalá, las llanuras aluviales del área y el material mineral subyacente a depósitos orgánicos en la llanura palustre; son relieves remanentes de antiguos ríos distributarios del río Mezcalapa, por lo que la mayor parte del área pertenece al delta de este río. En 1675 el río Mezcalapa cambió de curso hacia la zona entre Villahermosa y Cunduacán, conectándose con el río de La Sierra, y desde la década de los 60 la zona oeste del delta no recibe aluviones debido a la construcción de diques contra inundaciones en la margen izquierda de dicho río. Por esta razón los cauces de los ríos mencionados, salvo el Tonalá, muestran escaso caudal y algunos solo son activos durante la época de avenidas.

El río Tonalá es el más importante del área por su caudal, con un escurrimiento medio anual de 5 875 millones de metros cúbicos (Velázquez, 1994), y por su aporte de sedimentos en la época de lluvias, los cuales se depositan junto a sus márgenes, aunque las llanuras aluviales edificadas son bajas y estrechas, con procesos de acumulación menos intensos que los relieves heredados por el río Blasillo.

La llanura aluvial presenta subunidades geomorfológicas como cauces, llanuras altas y bajas.

Los cauces antiguos, están cubiertos de vegetación hidrófita y en los ríos Blasillo, Chicozapote y El Infierno, han sido modificados por carreteras, pozos petroleros y ductos, ocasionando el problema de retención de agua, principalmente en el campo Sánchez Magallanes (Zavala, 1996).

La llanura aluvial alta, conocida localmente como "loma" o "barranco", se ubica en franjas estrechas de 1 a 2 km de ancho, junto a los cauces de los ríos Blasillo y San Felipe. Son relieves que se elevan de 1 a 2 m sobre la orilla de los cauces y planicies aluviales bajas, tienen pendientes de 1 a 2 %, por lo que presentan buen drenaje superficial y tienen bajo riesgo de

inundaciones; su mayor desarrollo respecto a otras subunidades de la llanura aluvial, se debe a que durante las inundaciones de los ríos, la mayor carga sedimentaria fue acumulada junto a los cauces. La presencia de suelos fértiles, favorecen diversos usos agrícolas y pecuarios.

La llanura aluvial baja no salina se identifica en la zona como "planadas" y "bajiales," y se localiza en forma de franjas de 0.5 a 1 km de ancho, en áreas posteriores a las llanuras aluviales altas y cauces, en transición con las llanuras palustres. Son áreas de relieve plano con pendiente menor al 1% por lo que están sujetas a inundaciones durante 3 a 6 meses al año. También se ubican en depresiones receptoras de drenaje superficial.

En las márgenes del río Tonalá se localizan llanuras aluviales bajas salinizadas, que son estrechas y paralelas al cauce, con vegetación típica de manglares adaptados a suelos con alto contenido de sales acumuladas por la corriente de marea.

La llanura fluvial también tiene áreas pantanosas de poca extensión, sujetas a inundación permanente o estacional. Los relieves aluviales, ejercen un marcado control sobre la dirección de la hidrología superficial de los pantanos, formando barreras naturales que dificultan la evacuación del agua.

En las llanuras altas, de los ríos Blasillo y San Felipe, se localizan las áreas más extensas de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), y pequeñas áreas cultivadas con frijol y maíz. El uso más importante es de pastizales de las especies grama estrella (*Cynodon plestostachyum*) en la llanura alta y, pasto alemán (*Echinochloa polystachia*) y egipto (*Panicum purpurencens*) en la llanura baja.

### **Terrazas del Pleistoceno**

Son "islas" formadas por sedimentación aluvial Pre-Woodfordina interglacial, con pendiente ligeramente inclinada hacia el mar, y fueron disectadas por erosión de los ríos durante los períodos de bajo nivel del mar en la última glaciación (West et al., 1985). Esta unidad geomorfológica emerge de la llanura palustre en las villas La Venta y Benito Juárez. El relieve es de lomerios ligeramente inclinados con pendiente de 1 a 5%, y altitudes de 1 a 7 msnrn. Las subunidades geomorfológicas dominantes son las cimas y laderas, pero hay pequeñas llanuras aluviales de arroyos, y amplias zonas erosionadas por extracción de materiales para la construcción de terracerías y peras de pozos petroleros en la llanura palustre. Posiblemente estas

terrazas reflejan estructuras geológicas internas como domos salinos asociadas a yacimientos de hidrocarburos.

El uso del suelo es de plantaciones de coco y pasto privilegio (Panicum maximun), y áreas dispersas con cultivos de maíz, yuca, camote y huertos familiares.

Debido a que estos lomerios no presentan inundaciones, también se utilizan para el desarrollo urbano.

El agua superficial drena hacia la llanura palustre, y al igual que las llanuras aluviales, son barreras naturales que dificultan el flujo de agua al norte del campo Sánchez Magallanes, y al oeste del campo La Venta.

## **SUELOS**

Los campos petroleros estudiados tienen una extensión de 2 495 ha, correspondiendo un 44% al campo La Venta y un 56% al campo Sánchez Magallanes. Se encontraron cinco unidades de suelos, siendo las más importantes los Histosoles y Gleysoles que representan el 73.2% y 18.9%, respectivamente. Los cuadros 2, 3 y 4 contienen información sobre datos físicos y químicos y superficie ocupada por subunidad de suelo; los sitios de muestreo y la extensión geográfica de los suelos, puede observarse en los mapas de cada campo petrolero. En los anexos 1 y 2 se describen los perfiles de suelos y las barrenaciones efectuadas. También se localizaron otros usos como derrames de petróleo, instalaciones petroleras (baterías de separación, estaciones de compresoras), pozos petroleros y canales. Con base en esta información, a continuación se caracterizan las unidades y subunidades de suelos.

### **HISTOSOLES (HS)**

Son suelos que tienen materiales orgánicos (horizonte H hístico al menos con 20% de materia orgánica) de más de 40 cm de espesor (60 cm o más si tiene una densidad aparente inferior a 0.1 g cm<sup>3</sup>), ya sea que se extiendan en forma continua por debajo de la superficie del suelo, o se formen acumulativamente dentro de los primeros 80 cm de profundidad; el espesor del horizonte H puede ser menor si descansa sobre una roca o sobre un material fragmentado, cuyos intersticios están llenos de materia orgánica.

Los Histosoles son muy diferentes a los demás suelos, ya que son los únicos suelos orgánicos de la clasificación, por ello poseen características y propiedades particulares; tienen

como característica principal una fuerte acumulación de materia orgánica en diferentes estados de descomposición, la cual se encuentra en los Histosoles de Tabasco al menos en los primeros 120 cm de profundidad. En el trópico húmedo, uno de los requisitos indispensables para que se acumule la materia orgánica en estas proporciones, es que exista un estado de anegamiento que no permita el oxígeno libre y la oxidación de la materia orgánica. Estas condiciones sólo pueden darse en depresiones entre llanuras aluviales, sujetas a inundación durante la mayor parte del año, de tal forma que estos suelos sólo están libres de manto freático en la superficie por 30 a 40 días, en los cuales dicho manto desciende hasta 50 cm de profundidad. Durante la sequía extraordinaria que ocurrió durante enero a julio de 1988, se pudieron excavar perfiles bastante profundos sin tener problemas con el manto freático, el cual se encontró por lo general a más de 38 cm de profundidad en la época de secas más fuerte.

Los Histosoles ocupan una extensión de 1 827.9 ha, que representan el 73.3 de los dos campos petroleros estudiados.

Fisiográficamente, se localizan en llanuras palustres con pendientes cóncavas entre llanuras aluviales y terrazas del Pleistoceno, y en llanuras lacustres alrededor de lagunas costeras. Localmente se conoce a estos suelos como "tembladeras" "pantanos" o "pantanales". El material parental es dominado por acumulaciones de materiales orgánicos recientes, sobre sedimentos aluviales minerales enterrados.

Estos suelos poseen nutrimentos en cantidades elevadas, sin embargo, su uso agropecuario se ve restringido por los problemas de inundación y anegamiento que presentan. Actualmente, algunas áreas restringidas de Histosoles están ocupadas con pastos resistentes a la inundación, para alimentar ganado bovino de razas cebuinas principalmente, el cual requiere ser trasladado a llanuras altas cuando las inundaciones son más fuertes (octubre a enero). En la época seca es cuando más se utilizan estos suelos, ya que permiten altas cargas animales y, en algunos lugares con menor inundación, se puede realizar agricultura de maíz de ciclo "marceño", es decir con humedad residual durante la época de secas.

Sobre este tipo de suelos se encuentra la mayor cantidad de pozos petroleros de los campos Sánchez Magallanes y Mecoacán, y parte del campo La Venta, actividad que requiere de terracerías y carreteras, las cuales tienen que ser altas para que permitan el paso de la maquinaria aún en época de lluvias. Esto ha provocado modificaciones en la hidrología superficial en algunas áreas. El uso más adecuado para estos suelos es como reserva de vida silvestre, ya que sobre ellos

se encuentra un gran número de asociaciones vegetales hidrófitas como apompales, estríbales, tasistales, manglares, popales y tulares, así como numerosas especies de animales silvestres que hallan refugio en estos ambientes.

Se encontraron cuatro subunidades de Histosoles en el área de estudio, las cuales se describen a continuación:

### **Histosoles fibricos (HSf)**

Histosoles formados en gran parte por materiales orgánicos brutos o poco descompuestos, en donde los contenidos de fibras vegetales son dominantes al menos en los primeros 40 cm de profundidad, bajo los cuales pueden presentar materiales orgánicos más descompuestos e incluso, materiales minerales arcillosos en la profundidad. Normalmente, su drenaje es muy pobre o nulo y no presenta materiales sulfídicos u horizonte sulfúrico en los primeros 125 cm de profundidad. El espesor del material orgánico puede variar desde 67 hasta 135 cm de espesor, dependiendo principalmente del tipo de vegetación natural, del estado de anegamiento y del uso a que están sujetos.

Estos suelos ocupan 778.2 ha, que representa el 55.8% del campo Sánchez Magallanes; y 567.1 ha que representa el 51.6% del campo La Venta.

La densidad aparente de estos suelos es extremadamente baja y la retención de humedad es muy alta. El pH varía de extremada a medianamente ácido. El contenido de materia orgánica es extremadamente rico, al igual que el contenido de nitrógeno. Los contenidos de bases intercambiables son los siguientes: el calcio disminuye de alto a medio, el magnesio y el potasio varían de alto a bajo. El porcentaje de sodio intercambiable no causa toxicidad a las plantas. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es muy alta. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son casi nulos. El contenido de carbono orgánico permanece muy alto.

Los perfiles de suelo correspondientes a esta subunidad son el 6, 9 y 14 (anexos 1, 2 y 3).

El uso actual de estos suelos es con vegetación hidrófita enraizada emergente de diversas especies asociadas entre las que destacan el mollinillo, popal, tular, helecho, navajuela, escobillo, estribal y tasistal; en algunas áreas hay pequeñas praderas con los pastos pelillo y alemán.

Cuadro 2. Análisis físicos y químicos de los perfiles de suelos

No. Perfil	No. Capa	Ho. Genético	Localización	Prof. (cm)	pH	CE (dS/m)	MO (%)	CO (%)	K	Ca cmol (+)	Mg kg <sup>-1</sup> suelo	Na	CIC	Textura			Clasificación	Subunidad de suelo
														R	L	A		
1	1	Cn1	Nicolás bravo	0-70	6.9	21.51	2.73	1.58	1.10	5.18	12.83	17.91	18.59	20	23	57	Migajón arenoso	Antrosol sodi-úrbico (ATun)
	2	Cn2	Nicolás bravo	70-113	6.8	7.477	5.20	4.76	0.98	5.80	9.05	9.74	11.27	19	25	56	Migajón arenoso	
	3	Abn	Nicolás Bravo	113-150	5.8	14.2	18.40	10.67	1.46	4.77	21.55	23.39	53.51	30	10	60	Migajón arcillo arenoso	
2	1	Oin	La Solución	0-15	4.93	31.43	44.9	26.0										
	2	Oen	La Solución	15-32	5.4	24.75	23.60	13.69	1.45	6.18	36.02	52.00	83.03	16	21	63	Migajónarenoso	Histosol sodi-térrico (HSsn)
	3	Oan	La Solución	32-67	5.9	21.61	22.40	12.99	1.66	6.71	34.70	57.74	69.85	15	22	63	Migajónarenoso	
	4	C	La Solución	67-90	5.9	28.76	15.20	8.82	2.52	4.49	34.54	59.83	55.77	34	9	57	Migajón arcillo arenoso	
3	1	An1	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	0-11	6.6	52.45	17.87	10.36	1.04	24.05	13.82	52.52	28.73	9	39	52	Migajón arenoso	
	2	An2	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	11-44	6.9	19.9	3.47	2.01	0.63	6.70	5.43	16.43	21.07	23	23	54	Migajón arcillo arenoso	
	3	Cgn1	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	44-71	7.5	22.81	1.07	0.62	1.13	6.40	4.77	20.17	18.25	24	23	53	Migajónarcilloarenoso	
	4	Cgn2	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	71-91	7.8	25.8	0.00	0.00	1.27	7.08	4.93	23.91	18.48	20	27	53	Migajón arcillo arenoso	
	5	Cgn3	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	91>1m	7.4	41.16	1.73	1.00	1.15	10.58	6.25	30.87	17.12	17	25	58	Migajón arenoso	
4	1		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	0-11														
	2		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	11-32														
	3		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	32-48														
	4		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	48-64	6	34.91	17.20	9.98	1.36	25.95	12.34	41.48	56.44	30	9	61	Migajón arcillo arenoso	
	5		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	64-100														
	6		Ejido Rovirosa, Campo La Venta	100-108														
5	1	Oe	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	0-40	5.5	0.489	68.00	39.44	0.82	44.91	14.80	1.39	74.3					Solonchaks molli-sodi-gléyico (SCgnm)
	2	Cg	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	40-60	5.7	3.197	15.60	9.05	0.64	2.19	0.12	16.52	46.2	19	25	56	Migajón arenoso	
	3	Cgn1	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	60-130	5.0	4.627	9.07	5.26	0.62	1.77	0.87	16.52	33.8	19	27	54	Migajón arenoso	
	4	Cgn2	Ejido Rovirosa, Campo La Venta	130-170	4.7	6.725	3.27	1.90	0.42	14.07	6.58	26.09	13.7	7	33	60	Migajón arenoso	
6		Oi	Sur del Campo La Venta	0-65	4.7	0.232	82.40	47.80	0.59	22.95	11.51	3.65	65.0					Histosol Fábriico (HSf)
		Oa	Sur del Campo La Venta	65-85	4.3	2.341	16.40	9.51	0.41	21.56	23.19	2.64	52.1	38	7	55	Arcilla	
		Cg	Sur del Campo La Venta	85-160	3.3	3.673	10.80	6.26	0.56	18.96	23.85	3.41	52.6	42	6	52	Arcillo arenoso	
7	1	Ass	Ejido Paraíso	0-16	6.5	0.222	5.70	3.31	0.23	8.78	8.55	0.77	28.7	23	28	49	Migajónarcillo-arenoso	Vertisol gleyi-éutrico (VReg)
	2	Assg	Ejido Paraíso	16-32	7.3	0.101	1.50	0.87	0.11	13.42	9.21	0.70	33.1	30	24	46	Migajón arcillo-arenoso	
	3	Cgss	Ejido Paraíso	32-55	7.5	0.073	0.70	0.41	0.10	11.38	11.67	0.62	33.7	30	23	47	Migajón arcillo-arenoso	
	4	Cg	Ejido Paraíso	55-100	7.7	0.067	0.40	0.23	0.13	15.77	11.84	0.63	38.4	30	24	46	Migajón arcillo-arenoso	
8	1	Oe	Oeste de La Venta	0-30	5.4	1.468	31.00	17.98	0.97	11.68	4.93	2.35	32.6					Gleysol areni-úmbriico (GLua)
	2	Ag	Oeste de La Venta	30-100	5.7	0.204	3.58	2.08	0.10	0.39	1.64	0.78	10.2	10	19	71	Migajónarenoso	
	3	Cg	Oeste de La Venta	100-150	5.4	0.231	0.97	0.56	0.15	2.85	1.64	0.96	10.9	14	15	71	Migajón arenoso	
9	1	A1	Oeste de Villa La Venta	0-16	5.7	0.048	4.70	2.73	0.39	1.35	0.82	0.11	5.6	14	16	80	Migajón arenoso	Alisol férrico (ALf)
	2	A3	Oeste de Villa La Venta	16-38	5.6	0.023	1.30	0.75	0.23	0.46	0.49	0.05	2.8	14	3	83	Migajón arenoso	
	3	Btl	Oeste de Villa La Venta	38-75	4.9	0.038	0.70	0.41	0.11	0.83	0.99	0.07	5.8	23	4	73	Migajón arcillo-arenoso	



	4	Bt2	Oeste de Villa Venta	75-104	4.9	0.031	0.50	0.29	0.06	0.41	0.82	0.06	7.1	23	4	73	Migajón arcillo-arenoso	
	5	C	Oeste de Villa La Venta	104-122	4.9	0.027	0.40	0.23	0.05	0.33	0.86	0.08	5.6	19	3	78	Migajón arenoso	
10	1	Oi	Oeste de Villa La Venta	0-40	4.9	0.224	74.00	42.92	0.87	21.2	13.16	3.22	77.5				Migajón arcillo-arenoso	Gleysol
	2	Cg1	Oeste de Villa La Venta	40-50	5.4	0.127	9.83	5.70	0.25	9.65	11.35	0.89	38.7	34	11	55	Migajón arcillo-arenoso	histo-
	3	Cg2	Oeste de Villa La Venta	50-110	5.8	0.151	2.89	1.68	0.30	7.78	10.69	0.83	26.3	41	1	58	Arcillo-arenoso	mollico
	4	Cg3	Oeste de Villa La Venta	110-140	5.0	0.342	1.70	0.99	0.21	5.12	8.5	0.63	19.2	23	10	67	Migajón arcillo-arenoso	(GLmh)
11	1	Oi	Oeste de villa La Venta	0-30	4.2	0.306	85.70	49.71	1.13	9.78	16.45	3.13	86.9				Migajón arcillo-arenoso	Histosol
	2	Oe	Oeste de villa La Venta	30-70	4.4	1.006	61.60	35.73	0.66	8.68	16.45	2.43	65.3				Migajón arcillo-arenoso	térrico (HSs)
	3	Cg1	Oeste de villa La Venta	70-80	4.4	1.304	11.70	6.79	0.61	7.3	17.11	3.12	48.0	32	12	56	Migajón arcillo-arenoso	
	4	Cg2	Oeste de villa La Venta	80-135	3.4	3.145	8.80	5.10	0.52	6.33	25.99	4.88	38.0	33	15	52	Migajón arcillo-arenoso	
	5	Cg3	Oeste de villa La Venta	135-175	3.4	3.293	4.00	2.32	0.72	18.36	14.8	2.26	24.1	17	35	49	Franco	
12	1		Bateria 4, Sánchez Magallanes	0-30														
	2		Bateria 4, Sánchez Magallanes	30-40														
	3		Bateria 4, Sánchez Magallanes	40-78														
13	1		Este del Campo. Sánchez Mag.	0-40														
	2		Este del campo Sánchez Mag.	40-50														
	3	Cg1	Este del campo. Sánchez Mag.	50-60	4.0	6.94	7.87	4.56	0.26	2.08	7.89	2.61	36.05	12	9	79	Migajón arenoso	
	4	Cg2	Este del campo Sánchez Mag.	60-74	4.8	2.94	8.00	4.64	0.34	2.17	5.43	2.43	24.22	21	8	71	Migajón arcillo arenoso	
14	1	Oi	Este del campo Sánchez Mag.	0-60	5.3	0.156	88.00	51.04	1.53	28.84	18.09	1.13	104.9					Histosol
	2	Oe	Este del campo. Sánchez Mag.	60-115	5.4	0.108	82.00	47.56	0.92	23.75	13.16	0.52	86.4					fibrico
	3	Oa	Este del campo Sánchez Maga.	115-135	5.2	0.100	18.00	10.44	0.20	5.89	0.66	0.32	32.0					(HSf)
15	1	Ag1	La Trinidad	0-14	5.70	0.348	4.58	2.66	0.23	12.40	11.51	0.25	20.28	51	28	21	Arcilla	Gleysol
	2	Ag2	La Trinidad	14-34	4.80	0.310	1.13	0.65	0.12	8.68	11.51	0.35	21.24	47	25	29	Arcilla	eútrico
	3	Cg1	La Trinidad	34-77	4.85	0.235	0.46	0.27	0.10	9.53	16.45	0.47	20.76	49	21	30	Arcilla	(GLe)
	4	Cg2	La Trinidad	77-95	5.70	0.247	0.33	0.19	0.08	8.45	18.09	1.22	21.44	47	28	25	Arcilla	
	5	Cg3	La Trinidad	95-140	6.10	0.363	0.40	0.23	0.08	7.61	14.80	1.27	19.31	51	25	24	Arcilla	

### Simbología

CE Conductividad eléctrica ( $\text{dsm}^{-1}$  = Decisiemens por metro) Na Sodio ( $\text{CMOL} (+) \text{Kg}^{-1}$  = Centimol por kilogramo)  
MO Materia orgánica (% = Porcentaje) CIC Capacidad de intercambio catiónico (% = Porcentaje)  
K Potasio ( $\text{cmol} (+) \text{K}^{-1}$  = Centimol por kilogramo) R Arcilla (% = Porcentaje)  
Ca Calcio ( $\text{cmol} (+) \text{K}^{-1}$  = Centimol por kilogramo) L Limo (% = Porcentaje)  
Mg Magnesio ( $\text{cmol} (+) \text{K}^{-1}$  = Centimol por kilogramo) A Arena (% = Porcentaje)

Según su capacidad de uso los suelos de esta subunidad se clasifican como VII/D3D2C1, por presentar un manto freático elevado durante todo el año, inundaciones frecuentes y un régimen de humedad ácuico; por su capacidad de fertilidad, se clasifican como: Ohg, es decir, son suelos orgánicos que presentan problemas de acidez y anegamiento permanente.

### **Histosoles térricos (HSs)**

Son Histosoles constituidos principalmente por materiales orgánicos fuertemente descompuestos, presentan contenidos muy reducidos de fibras vegetales visibles y tienen colores de gris muy oscuro a negro, al menos en los primeros 35 cm de profundidad; su drenaje varía de imperfecto a muy pobre; no tienen horizonte sulfúrico, ni propiedades sulfídicas dentro de los 125 cm de profundidad. Esta subunidad comprende los Histosoles más descompuestos del área de estudio, debido principalmente a una ligera mejoría en el drenaje superficial, lo que provoca que exista una más alta oxidación de la materia orgánica. El espesor de los horizontes orgánicos puede variar desde 80 cm a más de 2 m, dependiendo de la intensidad de las inundaciones y encharcamientos, así como de la altitud del terreno.

Se localizan en pequeñas áreas de transición entre llanuras aluviales bajas y extensas llanuras palustres en el campo Sánchez Magallanes, ocupando 157.7 ha que representa el 11.3% de este campo.

La densidad aparente de estos suelos se cataloga extremadamente baja, además la capacidad de retención de humedad es muy alta, por lo que se tienen problemas de riesgos de compactación y anegamiento. El pH varía de mediana a extremadamente ácido. En cuanto al contenido de materia orgánica y nitrógeno, son extremadamente ricos. Los contenidos de bases intercambiables, como el calcio, magnesio y el potasio son altos. En cuanto al porcentaje de sodio intercambiable, es bajo y no causa toxicidad a las plantas. En conductividad eléctrica, solo el crecimiento de algunas plantas más sensibles pueden ser restringidos. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es muy alta, y el contenido de carbono orgánico es muy alto.

El perfil típico de esta subunidad es el 1 1.

El uso actual de estos suelos es de vegetación hidrófita enraizada emergente, en su mayoría asociaciones de popal, mollinillo, helechos, tular, tasiste, navajuela, selva baja inundable de apompo e icaco, matorral inerme inundable, y pastos como pelillo y egipto.

Esta subunidad de suelo se clasifica, de acuerdo con su potencial de uso en la clase VII/D3D2C1, debido a que presenta un manto freático elevado durante todo el año, inundaciones

frecuentes y régimen de humedad ácuico; por su capacidad de fertilidad se clasifica como: Ohg, suelo orgánico con problemas de acidez y anegamiento permanente.

Cuadro 3. Suelos del área de influencia de la unidad petroquímica La Venta.

Suelo	Superficie	
	ha	%
Histosoles fibrícos (HSf)	567.1	51.6
Histosoles sodi-térricos (HSsn)	324.9	29.5
Gleysoles histo-móllicos (GLmh)	29.8	2.7
Gleysoles areni-úmbricos (GLua)	86.5	7.9
Solonchaks molli-sodi-gléyicos (SCgnm)	16.2	1.5
Vertisoles gleyi-eútricos (VReg)	15.3	1.4
Antrosoles úrbicos (ATu)	18.1	1.6
Derrame de petróleo	20.1	1.8
Canales	14.9	1.3
Pozos petroleros	7.1	0.6
Total	1 100	100.0

Cuadro 4. Suelos del campo petrolero Sánchez Magallanes

Suelo	Superficie	
	ha	%
Histosoles fibrícos (HSf)	778.2	55.8
Histosoles térricos (HSs)	157.7	11.3
Gleysoles histo-móllicos (GLmh)	287.2	20.6
Gleysoles móllicos-Gleysoles éútricos (GLm-GLe)	81.0	5.8
Derrame de petróleo	9.5	0.7
Instalaciones petroleras (baterías de separación y estaciones de compresoras)	8.2	0.6
Pozos petroleros	73.2	5.2
Total	1 395.0	100.0

### **Histosoles sodi-térricos (HSsn)**

Son Histosoles que representan propiedades térricas, como materiales orgánicos fuertemente descompuestos, contenidos muy reducidos de fibras vegetales visibles y colores de gris muy oscuro a negro en al menos los primeros 35 cm de profundidad; su drenaje es imperfecto a muy pobre; no tienen horizonte sulfúrico ni propiedades sulfídicas dentro de los 125 cm de profundidad. Además, presentan algunas propiedades sódicas, por lo menos entre los 20 y

50 cm de profundidad, lo cual puede afectar la potencialidad de los suelos, así mismo muestran problemas de salinidad y normalmente presentan vegetación de manglar.

Se localizan al oeste de la Unidad Petroquímica La Venta y tienen una extensión de 324.9 ha que representa el 29.5% del área. Estos suelos han sido afectados por intrusiones salinas del Río Tonalá y descargas de agua salada de la Unidad Petroquímica La Venta.

La densidad aparente de estos suelos es extremadamente baja y la retención de humedad es muy alta. El pH varía de extremada a fuertemente ácido. El contenido de materia orgánica es extremadamente rico, de igual forma que el contenido de nitrógeno. Los contenidos de bases intercambiables permanecen altos en calcio, magnesio y potasio. El contenido de sodio intercambiable se incrementa conforme aumenta la profundidad del suelo, causando toxicidad, hasta llegar a impedir el desarrollo de las plantas, exceptuando los manglares y herbáceas halófitas; los altos contenidos de sodio intercambiable pueden limitar el crecimiento de plantas susceptibles. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es muy alta. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de salinidad se incrementan conforme aumenta la profundidad del suelo, hasta afectar drásticamente los rendimientos de los cultivos más sensibles. El carbono orgánico es muy alto en todo el suelo.

El perfil representativo es en No. 1, localizado en el campo petrolero Mecoacán (ver mapa de localización).

El uso actual que se observa en estos suelos es manglar (principalmente blanco), orquídeas, epífitas y pasto como pelillo, cola de macho y alemán.

Por su capacidad de uso los suelos de esta subunidad, se clasifican como VII/D3D2S3S4C1, por presentar un manto freático elevado durante todo el año, inundaciones frecuentes, problemas por salinidad y sodicidad, y un régimen de humedad ácuico, y de acuerdo con su capacidad de fertilidad como Ohsn, por ser suelos orgánicos con problemas de acidez, salinidad y sodicidad. Con frecuencia estos suelos también presentan moderados contenidos de aceite. No se recomienda el uso agrícola o pecuario, y deben destinarse principalmente a la conservación de la vida silvestre, aunque en algunas áreas puede explotarse el manglar mediante programas adecuados de manejo.

## **GLEYSOLES (GL)**

Son suelos formados sobre materiales no consolidados (excluyendo materiales de texturas gruesas y depósitos aluviales que tengan propiedades flúvicas), que presentan propiedades gléyicas (saturación con agua durante ciertos períodos o en todo el año y que manifiestan procesos evidentes de reducción asociados a la segregación del hierro, las cuales se detectan en el perfil por la presencia de colores azulosos o verdosos dominantes, o como moteado asociado a colores rojizos, amarillentos u ocres) a menos de 50 cm de profundidad. Localmente se les denomina "pantanos", "planadas", "barriales", "bajiales", "bajos" o "popaleras".

Los Gleysoles no presentan otros horizontes de diagnóstico que un A, un H hístico, un B cámbico, un cálcico o un horizonte gypsico; no tienen las características de diagnóstico de un Vertisol o un Arenosol, ni propiedades sálicas, ni plintita a menos de 125 cm de profundidad.

Aunque esta unidad es de las menos estudiadas debido al poco interés agronómico que presentan y las dificultades de campo para su estudio, en el campo petrolerb Sánchez Magallanes y La Venta se lograron clasificar tres subunidades. Estas se diferencian solamente por los tipos de horizontes de diagnóstico que presentan y la acumulación de materia orgánica en la superficie. Se localizan en llanuras aluviales bajas en transición con los suelos Histosol, ocupando una extensión de 470.9 ha, que representan el 18.9% del total de la superficie estudiada.

### **Asociación Gleysoles móllicos-Gleysoles éutricos (GLm-GLe)**

Esta asociación se definió debido a la dificultad de separar cartográficamente las dos subunidades; el ambiente y el potencial productivo de ambos suelos es muy parecido.

Los Gleysoles móllicos presentan un horizonte A móllico o un horizonte A hístico eútrico, no tienen ningún otro horizonte de diagnóstico que un horizonte sulfúrico a veces, materiales sulfídicos a menos de 125 cm de profundidad o algunas características salinas. Localmente se les conoce como "popaleras" o "pantanos".

Fisiográficamente, esta asociación se ubica en llanuras aluviales muy bajas con pendientes planas a ligeramente cóncavas inferiores al 0.5%, en transición con llanuras palustres. El material parental de estos suelos son sedimentos aluviales recientes acumulados por ríos y arroyos, así como materiales orgánicos palustres.

La textura de los Gleysoles móllicos varía con la profundidad, incrementándose de migajón arenoso a migajón arcillo-arenoso. El pH disminuye de muy fuertemente ácido a

ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica disminuye de extremadamente rico a pobre, de igual forma que el contenido de nitrógeno. El contenido de bases intercambiables disminuye de altos a medios en calcio, el magnesio permanece alto y el potasio disminuye de alto a muy bajo. El contenido de sodio intercambiable presenta valores bajos. La capacidad de intercambio catiónico efectiva varía de muy alta a media. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son casi nulos. El carbono orgánico varía de muy alto a muy bajo.

El uso actual que se le da a estos suelos es con vegetación hidrófita enraizada emergente de popal, mollinillo, navajuela y tular, además de pastizales como pelillo, alemán y camalote.

Según su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se clasifican como VI/D3D2D4C1, por presentar un manto freático elevado durante todo el año, inundaciones frecuentes, permeabilidad lenta y un régimen de humedad ácuico; por su capacidad de fertilidad se clasifican como: Cgh, presentando textura arcillosa con problemas de gleyzación y acidez.

Los Gleysoles éutricos presentan una tasa de saturación de bases igual o superior al 50%, al menos entre los 20 y 50 cm de profundidad; sin más horizontes de diagnóstico que un A ócrico o un B cámbico; no tienen características ándicas dentro de los 200 cm de profundidad.

La textura de los Gleysoles éutricos varía con la profundidad, de migajón-arenoso a migajón arcillo-arenoso. El pH disminuye de fuertemente ácido a neutro. El contenido de materia orgánica disminuye de extremadamente mediano a pobre, de igual forma que el contenido de nitrógeno. El contenido de bases intercambiables se incrementa de bajo a medio en calcio, el magnesio permanece alto y el potasio es muy bajo. El contenido de sodio intercambiable no llega a causar toxicidad a las plantas. La capacidad de intercambio catiónico efectiva se incrementa de media a alta. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son casi nulos. El carbono orgánico es muy bajo.

Esta subunidad se localiza en las áreas más elevadas y mejor drenadas de las llanuras aluviales bajas. El uso actual son pastos como el camalote, egipto y alemán, asociados con elementos aislados de corozo y macuilís.

Según su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se clasifican como V/D3D2C1, por presentar un manto freático elevado la mayor parte del año, inundaciones frecuentes y un régimen de humedad ácuico, y por su capacidad de fertilidad, se clasifican como Lghk, es decir, son suelos con textura franca con problemas de gleyzación, ácidos y bajos en reservas de potasio.

Esta asociación de suelos se localiza al oeste y suroeste del campo Sánchez Magallanes y tiene una extensión de 81.0 ha que representa el 5.8% del área. El perfil representativo es el 15 (anexos 1, 2 y 3).

### **Gleysoles areni-umbricos (GLua)**

Son Gleysoles que presentan un horizonte A úmbrico o un H hístico dístrico. También presentan algunas propiedades de los Arenosoles, como textura más gruesa que franco arenosa hasta una profundidad de al menos 100 cm, excluyendo materiales que muestran propiedades flúvicas. El origen del material orgánico empobrecido en bases no es del todo claro, sin embargo, la mayor parte de los aportes aluviales que forman estos suelos provienen de las terrazas del Pleistoceno, la cual normalmente está constituida por materiales pobres en bases y fácilmente erosionables, esto explica también la acidez de estos suelos.

Fisiográficamente, ocupan franjas de transición entre llanuras palustres y las terrazas del Pleistoceno, al oeste y suroeste de La Venta; el material parental de estos suelos son sedimentos palustres, areniscas y aluviones antiguos derivados de las terrazas del Pleistoceno, con pendientes planas a ligeramente cóncavas, inferiores a 0.5%. Estos suelos ocupan 16.2 ha, que representa el 1.5% del campo La Venta.

La textura de esta subunidad varía de migajón arenosa a arena migajosa. El pH disminuye conforme aumenta la profundidad del suelo de muy fuerte a medianamente ácido. El contenido de materia orgánica disminuye de extremadamente rico a pobre, de igual forma que el contenido de carbono orgánico y nitrógeno. Los contenidos de bases intercambiables disminuyen de alto a muy bajo en calcio, el magnesio de medio a bajo y el potasio disminuye de alto a muy bajo. El contenido de sodio intercambiable no llega a causar toxicidad. La capacidad de intercambio catiónico efectiva disminuye de baja a muy baja. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son casi nulos.

El perfil representativo de esta subunidad es el 8 y el uso actual que sustentan es de pasto pelillo y vegetación hidrófita de mollinillo, tular y popal.

Por su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se clasifican como VIID3D2S1C1, por presentar un manto freático elevado durante todo el año, inundaciones frecuentes, textura

arenosa y un régimen de humedad ácuico, y por su fertilidad son suelos Sgh, con textura arenosa, problemas de gleyzación y acidez. El potencial productivo de estos suelos es muy reducido en las condiciones actuales, pues requiere de obras de drenaje para mejorar su potencialidad. La ganadería es el uso más recomendable, pero es necesario buscar pastos tolerantes a los excesos de humedad y acidez. En algunos lugares el cultivo del arroz puede prosperar bien. Las plantaciones forestales tolerantes a excesos de humedad son recomendables.

### **Gleysoles histo-mólicicos (GLmh)**

Son Gleysoles que presentan algunas propiedades de los Histosoles como un horizonte H o un O, de hasta 39 cm de profundidad, presentan también propiedades mólicas, como un horizonte mólico o un A hístico o éutrico.

Se caracterizan por presentar un horizonte A friable y enriquecido por material orgánico en proceso de descomposición, por lo que tienen altos contenidos de nutrientes y materia orgánica; presentan texturas francas en la superficie, que yacen sobre texturas arcillo limosas (horizonte C), en ocasiones se pueden presentar texturas arenosas en el fondo del perfil. Son suelos profundos pero el manto freático se encuentra cercano a la superficie la mayor parte del año, por lo que la profundidad de enraizamiento de las plantas es menor a la que podía esperarse.

Se localizan en llanuras aluviales bajas y márgenes de llanuras palustres con pendientes planas o ligeramente cóncavas, menores al 0.5%. El material parental de estos suelos es de sedimentos aluviales del Reciente en el campo Sánchez Magallanes, y mezcla de sedimentos aluviales del Resiente y derivados de las terrazas del Pleistoceno, al oeste y suroeste de La Venta; estos materiales han sido modificados por efecto de acumulación de materiales orgánicos. Localmente se les conoce como "popalerías" o "bajiales". El perfil representativo es el 10 y tienen una extensión de 287.2 ha, que representa el 20.6% del campo Sánchez Magallanes, y 86.5 ha que presenta el 7.9% del campo La Venta.

Esta subunidad presenta texturas arcillosas sobre texturas medias. El pH disminuye conforme aumenta la profundidad del suelo, de extremada a fuertemente ácido. El contenido de materia orgánica disminuye de extremadamente rico a medianamente pobre, de igual forma que el nitrógeno. El contenido de bases intercambiables disminuye de alto a medio en calcio, el magnesio permanece alto, y el potasio disminuye de alto a bajo. El contenido de sodio intercambiable no causa toxicidad a las plantas. La capacidad de intercambio catiónico efectiva



disminuye de muy alta a media. Los valores de conductividad eléctrica indican que los efectos por salinidad son casi nulos. El carbono orgánico disminuye de muy alto a bajo.

El uso actual es con pastizales de alemán, pelillo, egipto y camalote, así como vegetación hidrófita de tular, popal, y escobillales.

Según su capacidad de uso se clasifican como VI/D3D2C1, por presentar un manto freático elevado e inundaciones la mayor parte del año, textura arcillosa y un régimen de humedad ácuico. Por su fertilidad son suelos Cghi, por su textura arcillosa, problemas de gleyzación, acidez y alta capacidad de retención de fósforo. Debido a estas limitantes su uso agrícola es restringido, pero en la época seca pueden utilizarse para cultivos anuales del ciclo "marceño" (maíz, frijol y hortalizas), además del uso ganadero con pastos mejorados tolerantes a la humedad como alemán y humidícola. El potencial productivo de estos suelos puede mejorarse mediante obras locales de drenaje sobre todo en los GLmh del campo Sánchez Magallanes; los del campo La Venta no deben drenarse por presentar alto riesgo a la salinización.

### **SOLONCHAKS (SC)**

Son suelos que no muestran propiedades flúvicas, tienen propiedades sálicas y no tienen otro horizonte de diagnóstico que un horizonte A, un H hístico, un B cámbico o cálcico, o un gypico. Se trata de suelos arcillosos, cercanos a la costa y que presentan inundación por agua salina una buena parte del año. La vegetación típica es de manglares, y en pequeñas áreas se localizan algunos pastizales halófitos. Estos suelos ocupan una extensión de 29.8 ha, que representa el 2.7% del campo La Venta.

Fisiográficamente, ocupan llanuras aluviales muy bajas y salinizadas, próximas a la costa, así como depresiones geomorfológicas con pendientes ligeramente cóncavas inferiores al 1%; se localizan en las márgenes del río Tonalá y Suroeste de la unidad petroquímica La Venta . Localmente reciben el nombre de "manglares" "tierras salitrosas" o "salitres". El material parental de estos suelos son sedimentos fluvio-marinos y palustres, de textura arcillosa, limosa y arenosa, provenientes del Río Tonalá.

### **Solonchaks molli-sodi-gleyicos (SCgnm)**

Son Solonchaks que presentan propiedades gléyicas dentro de una profundidad de 100 cm, y propiedades sódicas, por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad y que muestran un horizonte A móllico, con buenos contenidos de materia orgánica.

Se localizan en la llanura de inundación del Río Tonalá y al oeste de la petroquímica La Venta. Estos suelos han sido afectados por intrusiones salinas del Río Tonalá y descargas de agua salada de la Unidad Petroquímica La Venta.

La textura de esta subunidad varía de migajón arenoso a arcillo-arenoso incrementándose la arcilla conforme aumenta la profundidad del suelo. El pH varía de fuerte a extremadamente ácido. El contenido de materia orgánica es extremadamente rico, de igual forma que el contenido de nitrógeno. En cuanto al contenido de bases intercambiables, varía de medio a alto en calcio, en magnesio disminuye de alto a muy bajo y el potasio permanece alto. El contenido de sodio intercambiable, presenta valores muy altos de toxicidad, impidiendo el desarrollo de plantas y cultivos debido a las condiciones físico-químicas adversas del suelo. La capacidad de intercambio catiónico son muy altos, ya que sólo los cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente. El carbono orgánico disminuye de alto a bajo.

Los perfiles de suelo que corresponden a esta subunidad son el 3 y 5.

El uso actual que se da a estos suelos es con vegetación de manglar de diversas especies como el rojo, blanco y negro junto al Río Tonalá, y blanco al oeste de la petroquímica La Venta, así como los pastos pajón y alemán, para la alimentación del ganado bovino.

Según su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se clasifican como VII/D3D2S3S4C1, por presentar un manto freático elevado durante buena parte del año, inundaciones frecuentes, problemas por salinidad y sodicidad y un régimen de humedad ácuico; y de acuerdo con su capacidad de fertilidad se ubican como: Cghsn, es decir que son suelos de textura arcillosa con problemas de gleyización, acidez, salinidad y sodicidad. El uso agrícola es muy restringido ya que sólo pueden desarrollarse plantaciones resistentes a la salinidad y sodicidad como los manglares y vegetación halófitas; sin embargo, pueden utilizarse para la ganadería con pastos mejorados tolerantes a la salinidad. El uso de plantaciones de mangle es el más recomendable, así como la preservación de la vida silvestre.

## VERTISOLES (VR)

Son suelos que, después de mezclados los primeros 18 cm, tienen 30% o más de arcilla al menos hasta una profundidad de 50 cm; poseen grietas que se forman debajo de la superficie en alguna época del año (a menos que estén irrigados), y que tienen por lo menos 1 cm de ancho a la profundidad de 50 cm; tienen caras de deslizamiento (o de frotamiento) con intersecciones (recortes), o agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedo a una profundidad entre 25 a 100 cm, con o sin *gilgai* (microrrelieve en forma de pequeños promontorios producidos por los fenómenos de expansión y contracción del suelo). Localmente estos suelos son denominados "barriales", "barro negro", "suelo chicloso" o "suelo arcilloso". Estos suelos ocupan pequeñas superficies al sur de la Unidad Petroquímica La Venta.

Fisiográficamente, se localizan en llanuras aluviales bajas llamadas "planadas". El material parental de estos suelos está constituido por aluviones inactivos, acumulados por el Río Blasillo y sus distributarios. Se encontró una subunidad de Vertisoles en el área de estudio.

### **Vertisoles gleyi-eutricos (VReg)**

Son Vertisoles que presentan propiedades éutricas, como un porcentaje de saturación de bases de 50% o más, al menos entre 20 y 50 cm de profundidad; no presentan horizonte cálcico o gypsico, y presentan algunas propiedades gléyicas como moteados grises u ocres dentro de los 125 cm de profundidad, las cuales están ligadas al anegamiento y manto freático elevado presente durante la época de lluvia. Se localizan en llanuras aluviales bajas y estrechas, al sur de la petroquímica La Venta.

La textura de esta subunidad es arcillosa; el pH varía conforme aumenta la profundidad del suelo de medianamente ácido a ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica disminuye considerablemente de extremadamente rico a pobre, con la profundidad, de igual forma que el contenido de nitrógeno. Los contenidos de bases intercambiables se incrementan de medios a altos en calcio, el magnesio permanece alto y el potasio disminuye de medio a muy bajo. El contenido de sodio intercambiable no causa toxicidad a las plantas en la mayor parte de los horizontes, sin embargo, a los 64 cm los rendimientos de algunos cultivos más sensibles pueden ser restringidos debido al incremento de la sodicidad. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es alta. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son nulos y el carbono orgánico disminuye de bajo a muy bajo.

El perfil del suelo correspondiente a esta subunidad es el 7, y el uso actual es de pastizales estrella de Africa, alemán y pelillo, asociados con árboles de tinto, macuilis, apompo y ceiba.

Según su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se clasifican como V/D3D2D4, por presentar un manto freático elevado durante buena parte del año, inundaciones frecuentes y permeabilidad lenta; por su fertilidad, estos suelos se clasifican como: Cgvk, es decir que son suelos de texturas finas con problemas de gleyzación, propiedades vérticas y con deficiencias de potasio.

El drenaje de estos suelos se hace necesario si se pretende establecer cultivos redituables; su uso más recomendable es para la ganadería semiextensiva, con especies de pasto como el alemán y humidícola, y plantaciones forestales tolerantes a excesos de humedad, como el macuilís; el uso de estos suelos con cultivos de arroz, malanga y macal es recomendable.

### **ALISOLES (AL)**

Suelos con horizonte B árgico que tienen una capacidad de cambio de 24 cmol (+) kg <sup>-1</sup> de arcilla, como mínimo, y un grado de saturación menor del 50%, por lo menos en alguna parte del horizonte B, dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie; carecen de un horizonte E situado con un límite brusco, encima de un horizonte lentamente permeable, del tipo de distribución de arcilla y de las lenguas que son diagnóstico para Planosoles, Nitisoles y Podsoluvisoles, respectivamente. Se encontró una subunidad, localizada en terrazas del Pleistoceno alrededor de La Venta y al norte del campo Sánchez Magallanes.

### **ALISOLES FERRICOS (ALf)**

Son suelos que no son fuertemente húmicos y que tienen propiedades férricas, colores rojos y/o concreciones de hierro; presentando uno o más de las siguientes características: muchas manchas gruesas con matices más rojos que 7.5 YR o intensidades superiores a 5, o ambas; nódulos discretos, de hasta 2 cm de diámetro, cuya parte externa está enriquecida y débilmente cementada o endurecida con hierro y tienen matices más rojos o intensidades más fuertes que el interior de los nódulos, carecen de plintita en una profundidad de 125 cm a partir de la superficie y de propiedades gléyicas y estácnicas en una profundidad de 100 cm a partir de la superficie.

Se localizan en terrazas del Pleistoceno con pendiente ligera a moderadamente inclinada, cuyo material parental son areniscas y lutitas bien drenadas.

La textura de esta subunidad varía de migajón arenoso a migajón arcillo-arenoso, incrementándose la arcilla. El pH se incrementa de fuerte a extremadamente ácido. El contenido de materia orgánica varía de extremadamente rico a pobre. El nitrógeno disminuye de extremadamente rico a medianamente pobre. El contenido de bases intercambiables varía de bajo a muy bajo en calcio, el magnesio de medio a muy bajo y el potasio de bajo a medio. El sodio intercambiable no llega a causar toxicidad a los cultivos. La capacidad de intercambio catiónico efectiva se incrementa de baja a media. En cuanto a la conductividad eléctrica los efectos de la salinidad son casi nulos. El carbono orgánico disminuye de bajo a muy bajo.

El perfil de suelo correspondiente a esta subunidad es el 9. El uso actual es de pastizales y huertos familiares con elementos aislados de cedros, guarumbo, corozo, y cultivos de cocotero, plátano y yuca.

Según su capacidad de uso, se clasifican como III/E1T1D1, por presentar alto riesgo de erosión, pendientes moderadas y permeabilidad rápida. Por su capacidad de fertilidad, se clasifican como SLehk, por su textura arenosa, baja capacidad de intercambio catiónico, ácidos y bajos en reserva de potasio. Se recomienda su uso con cultivos perennes o semiperennes tolerantes a la acidez como: piña, cítricos, mango y yuca, algunos cultivos anuales como frijol y cacahuate, y cultivos forestales como eucalipto y teca. Se recomienda su uso semi-intensivo con los pastos chontalpo y llanero.

### **ANTROSOLES (AT)**

Son suelos en los cuales las actividades humanas han causado profundas modificaciones en los horizontes o los han enterrado, debido a la elevación o perturbación superficial, desmontes, escombrados, formación de terraplenes, rellenos, terrenos de extracción de materiales, aportes de materia orgánica, riego por largo tiempo, etc. En el área estos suelos se localizan en pequeñas áreas ligadas con la actividad petrolera.

#### **Antrosol sodi-úrbico(ATun)**

Estos Antrosoles presentan, dentro de una profundidad de 50 cm o más, acumulación de desechos de origen diverso, rellenos para el desarrollo urbano y bordos junto a canales de acceso

a pozos petroleros; dando lugar a que los horizontes originales quedaran sepultados sobre todo en llanuras aluviales y palustres donde se construyeron canales, y los sedimentos dragados se depositaron en las orillas, formando microrelieves elevados de tal manera que ya no sufren de los procesos de inundación normales en la zona, por lo que los suelos adquieren otra dinámica y evolución. Presentan además propiedades sódicas y sálicas sobre todo en los horizontes superiores.

Fisiográficamente, estos suelos se ubican en "bordos" situados en las márgenes de canales, al sur de la laguna Mecocacán y entre el río Tonalá y La Venta; presentan pendientes inferiores al 2%.

Las variables edáficas no muestran una tendencia debido a la remoción a que han sido objetos y al enterramiento de antiguos suelos. La textura de esta subunidad varía de migajón arcillo-arenosa a migajón arenosa. El pH es fuertemente ácido. El contenido de materia orgánica varía de pobre a extremadamente rico. El contenido de nitrógeno disminuye de extremadamente rico a medianamente pobre. Los contenidos de bases intercambiables permanecen muy bajos en calcio y potasio, y el magnesio es bajo. El contenido de sodio intercambiable causa toxicidad a las plantas. La capacidad de intercambio catiónico efectiva disminuye de muy baja a baja. En cuanto a la conductividad eléctrica, los efectos de la salinidad son altos. El carbono orgánico permanece muy bajo.

El perfil de suelos correspondientes a esta subunidad es el 1 (anexos 1,2 y 3). El uso actual que se da a estos suelos es con praderas inducidas y mangle blanco.

Según su capacidad de uso, los suelos de esta subunidad se ubican como VII/S3S4E2, por presentar muy altos contenidos de sales y sodio, y riesgo moderado a la erosión.

## **CONCLUSIONES**

La mayor parte de los suelos del área de estudio no muestran potencial para la producción de cultivos, en efecto, casi todos se ubican en las clases VI y VII, y algunos en la clase V, presentando diversos factores de demérito entre los cuales destacan: inundación, manto freático elevado, salinidad, acidez y régimen de humedad ácuico, esto reduce su uso a especies vegetales tolerantes a los excesos de humedad.

En los derrames de petróleo el suelo fue cubierto por aceite hasta una profundidad de 64 a 78 cm y, al no presentar vegetación, no se puede clasificar en ninguna unidad. Por ello se ubican en la clase VIII, debiéndose inducir la vida silvestre a partir de plantas nativas resistentes al aceite y la salinidad, como el mangle blanco.

En algunos suelos es posible realizar usos agrícolas específicos como son: maíz "marceño", arroz y pastizales tolerantes a los excesos de humedad, sin embargo la recomendación general es que se dediquen a la preservación de la vida silvestre.

En los suelos salinos, la problemática se acentúa ya que la elección de especies vegetales se restringe, por ello la mayor elección es su uso con manglares y la biodiversificación de los sistemas mediante la utilización de especies vegetales exóticas (ornamentales) y especies útiles que se asocien al mangle. En el caso de los suelos salinos por efecto de la intrusión salina, es muy difícil de revertir el proceso; sin embargo, en los Solonchaks formados por descargas de aguas residuales (cargadas de sales y aceite), es necesario evitar estas descargas para lograr que los suelos alcancen un nivel normal de sales con el tiempo; esto permitirá iniciar proyectos de uso de estos suelos, sin que se acentúe el efecto nocivo de las sales.

Debido al problema generalizado de inundación y manto freático elevado, se podría pensar en proyectos de drenaje artificial con el fin de optimizar el uso de los suelos del área, sin embargo, estas acciones podrían tener como consecuencia el incremento de la degradación de suelos por salinización, ya que se facilitaría la entrada de intrusión salina; además, se tendrían problemas serios de oxidación excesiva de la materia orgánica acumulada en las llanuras palustres, lo que empobrecería el sistema. Por ello los proyectos de drenaje tienen que ser muy localizados y diseñados en forma específica para algunos casos aislados, como podría ser la antigua llanura aluvial del río El Infierno en el campo petrolero Sánchez Magallanes.

En general se pueden diseñar algunos usos de los ecosistemas de la llanura palustre bajo la premisa de convivir con el agua, esto involucraría un compromiso serio por parte de PEMEX, las instituciones de desarrollo rural y las comunidades de la región, para poder lograr la preservación de la vida silvestre y al mismo tiempo una forma de desarrollo apropiada para la zona.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, S.A., ETCHEVERS B.J. Y J.Z. CASTELLANOS R. 1987. Análisis químicos para evaluar la fertilidad del suelo. SMCS, Publicación especial No. 1. Chapingo. México. 217p.
- CETENAL. 1972. Fotografías aéreas blanco y negro escala 1:65 000
- COTTENIE, A. 1980. Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. Boletín de suelos de la FAO.
- CUANALO de la C. H. 1981. Manual de descripción de perfiles de suelo en el campo 2ª. Ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 40 p.
- ETCHEVERS, D. J. Interpretación de los análisis químicos de suelos (s/f). Colegio de Postgraduados, Centro de Edafología. Chapingo, México. (Mimeografiado)
- FAO. 1989. Carta mondiale des Sols legende révisée. Rapport sur les ressources en sols du monde. No. 60. FAO/UNESCO. Roma, Italia. 125 p.
- GARCIA L. E., D. J. PALMA-LOPEZ, J. ZAVALA C. Y A. I. ORTIZ C. 1997. Uso actual y potencial de suelos y vegetación en la microcuenca del río Chicozapote-Laguna El Yucateco. En: Memoria de la X Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. INFAP, Fundación Produce, SAGAR, Universidad Autónoma de Chapingo, ITA 28, UJAT, Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados, Universidad Tecnológica de Tabasco, ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. pp193-197.
- GUTIERREZ-ESTRADA, M. y GALAVIZ-SOLIS A. 1983. Morfología y sedimentos recientes de las lagunas El Carmen, Pajonal y La Machona, Tabasco, México. Anales del Instituto de Ciencia del Mar y Limnología. UNAM 10 (1): 249-267.
- GUERRA P. F. 1980. Fotogeología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 337 p.
- IMTA. 1989. Manual de clasificación, cartografía e interpretación de suelos con base en el sistema de taxonomía de suelos. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca, Morelos, México.
- INEGI. 1984. Fotografías aéreas blanco y negro escala 1:75 000.
- INEGI. 1985. Fotomapas escala 1:20 000 E15A79, E15A86 y E15A87.
- INEGI. 1995. Fotografías aéreas blanco y negro escala 1:75 000.



- KALRA, Y. P. y D. G. MAYNARD. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Information Report NOR-X-319. Northwest Region, Canada.
- LANDON, J. P. 1984. Booker Tropical Soil Manual. Booker Agriculture International Limited. London, England.
- MORENO D. R. 1978. Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrientes asimilables. INIA-SARH; México, D.F.
- PEARSON, G. A. 1960. Tolerance of crops to exchangeable sodium. U.S. Dept. Agric. Inf. Bull 216. Washington D.C.
- PALMA-LOPEZ, D. J. y L. del C. LAGUNES-ESPINOSA. 1995. Reconocimiento y muestreo de suelos y plantas con fines de fertilidad. En: Lagunes, Palma y García (eds), Tópicos de agricultura tropical. CP-Campus Tabasco e ISPROTAB. Cárdenas, Tabasco. México. pp 1-18.
- PSUTY y, N. P. 1965. Beach-ridge development in Tabasco, México. Annals of the Association of American Geographers. IV. 55, N. (1): 112-124.
- RICHARDS L. , A. (ed). 1962. Diagnóstico y rehabilitación en suelos salinos y sódicos. Traducción al español: N. Sánchez, E Ortega, R. R, Vera y R. Chena. INIA. México.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. Soil Taxonomy. A. Basic system for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook, No. 436. USDA. Washington, D.C. U.S.A.
- VELAZQUEZ, V. G. 1994. Los recursos hidráulicos de Tabasco. Centro de Investigaciones de la Div. Acad. de Ing. y Tecnol., Unidad Chontalpa, UJAT. México, D. F. 242 p.
- WEST, R. C., N. P. PSUTY y V.G. THOM. 1985. Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México. Gobierno del estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 236 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1986. Ecología de la zona costera. A. G. T. Editor S. A. México, D. F. 190 p.
- ZAVALA C. J. 1996. Impacto de las actividades petroleras sobre la hidrología superficial del distrito Agua Dulce, Tabasco, México. P 505-520. In: A. V. Botello, J. L. Rojas-Galaviz, J. A. Benítez, D. Zárate-Lomelí (eds). Golfo de México, Contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Juárez Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica, 5. 666 p.

## **ANEXO 1**

### **DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELOS**

## ANEXO 1

### DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELOS

#### PERFIL 1

Clasificación del suelo: Antrosol sodi-úrbico (Atun)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Randy Howard Adams

Fecha: 26 de mayo de 1998

Localización: ranchería Nicolás Bravo 2ª Sección, propiedad del Sr. Rogelio de Dios de la Cruz, al sur de la laguna Mecoacán

Relieve: bordo de excavación formado por materiales extraídos por construcción de canal en llanura fluvio-marina

Drenaje: sitio donador en época de secas y receptor en época de lluvias

Vegetación: pasto camalote, manglar joven y *Distichlis spicata*

Material parental: sedimentos de origen aluvial y marino del Cuatemario Reciente

Fauna: mosquitos y hormigas

Notas generales: perfil pobremente drenado con manto freático a 1.44 m de profundidad. El tercer horizonte es un A enterrado

#### DESCRIPCION DEL PERFIL

##### HORIZONTES

##### DESCRIPCION

Cn1 (0-70 cm) Transición horizontal y tenue; color en húmedo gris muy oscuro (5Y 3/1); textura arcillo limosa; consistencia en húmedo friable; sin estructura; presencia de cutanes formados por eluviación, zonales, delgados, localizados entre grietas, originados por acumulación de minerales arcillosos y óxido de hierro; muy pocos poros; permeabilidad lenta; raíces comunes y finas, y fauna de hormigas.

Cn2 (70-113 cm) Transición horizontal y marcada; color en húmedo gris muy oscuro (2.5 Y 3/0); textura arcillo arenosa; consistencia en húmedo friable; sin estructura; muy pocos poros; permeabilidad moderada; raíces raras y finas.

Abn (113-150 cm) Color en húmedo negro (10 YR 2/1); textura arcillosa; consistencia en muy húmedo pegajoso y plástico; sin estructura; muy pocos poros; permeabilidad lenta.

#### PERFIL 2

Clasificación del suelo: Histosol sodi-térrico (HSsn)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Randy Howard Adams

Fecha: 26 de mayo de 1998

Localización: ejido La Solución, propiedad del Sr. José Jauris de la Cruz, campo petrolero Mecoacán

Relieve: llanura fluvio-marina, con microrrelieves en forma de montículos en la base de los árboles de manglar, de 0.5 m de alto y 3 m de diámetro  
Drenaje: sitio receptor sujeto a inundación durante 8.5 meses al año  
Vegetación: mangle blanco de 12 m de altura y helechos  
Material parental: sedimentos aluviales y marinos del Cuaternario Reciente  
Fauna: mosquitos  
Notas generales: perfil muy pobremente drenado con manto freático de agua salobre a 88 cm de profundidad

### DESCRIPCION DEL PERFIL

HORIZONTES	DESCRIPCION
Oin (0-15 cm)	Transición horizontal y tenue; color en húmedo negro (5 YR 2.511); material fibrico de textura franca; consistencia en húmedo muy suelto; permeabilidad muy rápida; raíces abundantes y finas; fauna, hormigas.
Oen (15-32 cm)	Transición horizontal y tenue; color en húmedo gris muy oscuro (5 YR 311); material hémico de textura franca; consistencia en húmedo muy friable; permeabilidad rápida; raíces abundantes y finas; fauna, camarones de tierra.
Oan (32-67 cm)	Transición horizontal y tenue; color en húmedo gris muy oscuro (5 YR 311); material sáprico, textura arcillo arenosa; consistencia en muy húmedo ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; permeabilidad moderada; raíces comunes, finas y delgadas; fauna, camarones de tierra.
Cn (67-90 cm)	Color gris muy oscuro (10 YR 411); textura arcillosa; consistencia en muy húmedo plástico y pegajoso; fauna camarones de tierra.

### PERFIL 3

Clasificación del suelo: Solonchak molli-sodi-gléyico (SCg<sub>nm</sub>)  
Descrito por: Joel Zavala Cruz y Randy Howard Adams  
Fecha: 30 de mayo de 1998  
Localización: 400 m al noroeste del centro de población del ejido Rovirosa, campo petrolero La Venta  
Relieve: llanura fluvio-marina, con microrrelieve de montículos de 1 a 10 m de diámetro  
Drenaje: sitio receptor inundado la mayor parte del año con agua salobre  
Vegetación: mangle blanco de 8 m de altura; ciperáceas y *Batis marítima* en el sotobosque  
Material parental: sedimentos aluviales y palustres del Cuaternario Reciente  
Fauna: tábanos, mosquitos, moscas y espoques  
Notas generales: perfil muy pobremente drenado con manto freático de agua salobre a 91 cm de profundidad. Presencia de cuñas verticales de material arcilloso en el tercer horizonte, de 3 a 7 cm de anchura

## DESCRIPCION DEL PERFIL

### HORIZONTES

### DESCRIPCION

An1 (0-11 cm)	Transición horizontal y media; color negro (7.5 YR 2/0); textura limo arenosa; consistencia en muy húmedo pegajoso y plástico; estructura débilmente desarrollada, poliédrica subangular; poros muy finos, continuos y tubulares; permeabilidad lenta; raíces comunes, finas, delgadas y medias; fauna, hormigas.
An2 (11-44 cm)	Transición horizontal y marcada; color negro (7.55 YR 2/0); textura arcillosa; consistencia en muy húmedo pegajoso y plástico; sin estructura; cutanes originados por óxidos de hierro; poros muy pocos, muy finos, continuos y tubulares; permeabilidad muy lenta y raíces pocas y finas.
Cqnl (44-71 cm)	Transición horizontal y tenue; color gris verdoso oscuro (5 G 4/1), motas color gris olivo (5 Y 4/2), prominentes, muchas y grandes; textura arcillo limosa; consistencia en muy húmedo pegajoso y plástico; sin estructura; cutanes formados por eluviación, delgados en canales de raíces, originados por acumulación de minerales arcillosos; poros muy pocos, muy finos, continuos y tubulares; permeabilidad muy lenta y raíces raras y muy finas.
Cgn2 (71-91 cm)	Transición horizontal y media; color gris verdoso oscuro (5 G 4/1); motas de color gris olivo (5 Y 4/2), prominentes, muchas y grandes; textura arcillo limosa; consistencia en muy húmedo pegajoso y plástico; sin estructura; cutanes formados por eluviación, delgados, en canales de raíces, originados por acumulaciones de minerales arcillosos; poros muy pocos, muy finos, continuos y tubulares; permeabilidad lenta y raíces muy raras y finas.
Cgn3 (91-106 cm)	Color gris oscuro (5 Y 4/1); textura areno limosa; consistencia en muy húmedo ligeramente pegajoso y ligeramente plástico, y permeabilidad moderada.

## PERFIL 4

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Randy Howard Adams

Fecha: 30 de mayo de 1998

Localización: 150 m al oeste del centro de población del ejido Rovirosa, campo petrolero La Venta

Relieve: llanura fluvio-marina con derrame de petróleo

Drenaje: sitio receptor inundado la mayor parte del año con agua salobre y aceite

Vegetación: ciperáceas aisladas

Material parental: sedimentos aluviales acumulados por inundaciones del río Tonalá, así como

remanentes de material orgánico, del Cuaternario Reciente

Fauna: pocos cangrejos azules

Notas generales: suelo muy contaminado por derrame de petróleo en los primeros 64 cm de profundidad, el horizonte superficial presenta una capa de petróleo intemperizado; con filtraciones de petróleo líquido a través de galerías de fauna entre los 32 y 64 cm de profundidad. Perfil muy pobremente drenado con manto freático a 103 cm de profundidad. Es un antiguo suelo Histosol

## DESCRIPCION DEL PERFIL

### HORIZONTES

### DESCRIPCION

(0-11 cm)	Transición horizontal y tenue; color negro (7.5 YR 210); consistencia en "húmedo" muy firme, debido a la presencia de estrato moderadamente endurecido de petróleo; estructura aglomerada; permeabilidad lenta; raíces muertas, pocas y finas.
(11-32 cm)	Transición horizontal y tenue color negro (7.5 YR 210); consistencia en "húmedo" ligeramente pegajoso y ligeramente plástico por la presencia de petróleo; permeabilidad moderada, y raíces abundantes, finas y delgadas.
(32-48 cm)	Transición horizontal y tenue; color negro rojizo (10 R 2.511); el aceite presenta color negro (7.5 YR 210); consistencia en "húmedo" ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; permeabilidad moderada y raíces muertas abundantes y delgadas.
(48-64 cm)	Transición horizontal y marcada; color negro (5 Y 2.511); textura arcillosa; consistencia en "muy húmedo" muy pegajoso y muy plástico; permeabilidad muy lenta y raíces muertas, abundantes, finas y delgadas.
(64-100)	Transición horizontal y tenue: color gris muy oscuro ( 5 YR 3/1); textura arcillosa; consistencia en "muy húmedo" muy pegajoso y muy plástico; permeabilidad muy lenta, y raíces muertas, pocas y finas.
100-108	Color gris muy oscuro (10 YR 311); textura arcillo arenosa; consistencia en "muy húmedo" muy pegajoso y muy plástico; permeabilidad muy lenta, y presencia de raíces muertas pocas y finas.

## PERFIL 5

Clasificación del suelo: Solonchack molli-sodi-gléyico (SCgnm).

Descrito por: Joel Zavala Cruz

Fecha: 25 de enero de 1998

Localización: 80 m al oeste de la comunidad rural, ejido José N. Rovirosa, campo petrolero Blasillo

Elevación: 0-1 msnm

Relieve: llanura de transición entre fluvio-palustre y llanura fluvio-marina

Drenaje superficial: sitio receptor

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: sedimentos aluviales del río Tonalá

Vegetación: pasto alemán y tular

Fauna: ganado bovino

Notas generales: tirante de agua de 25 cm; presencia de manglar blanco, 200 m al oeste y noroeste

## DESCRIPCION DEL PERFIL

HORIZONTES	DESCRIPCION
Oe (0-40 cm)	Humedad; saturado; color negro pardusco (10 YR 211); material fíbrico; consistencia en húmedo no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; raíces abundantes, finas y delgadas.
Cg (40-60 cm)	Humedad; saturado; color negro (10 YR 211); textura arcillosa y material sáprico; consistencia en húmedo ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad moderada; raíces comunes, finas y delgadas..
Cgn1 (60-130 cm)	Humedad; saturado; color gris muy oscuro (10 YR 311); textura arcillosa; consistencia en húmedo pegajosa y plástica; permeabilidad lenta; raíces pocas y finas.
Cgn2 (130-170 cm)	Humedad; saturado; color gris oscuro (7.5 YR 410); textura arenosa; consistencia en húmedo ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad rápida.

## PERFIL 6

Clasificación del suelo: Histosol fábriico (HSf)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 7 de junio de 1998

Localidad: Ejido Paraíso, 3 km al sur de la Petroquímica La Venta, campo petrolero La Venta

Elevación: 0-1 msnm

Relieve: llanura palustre

Drenaje superficial: sitio receptor

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: turba y sedimentos arcillosos y limosos acumulados por el Río Tonalá

Vegetación: pastos pelillo y alemán, y elementos de jacinto (*Pontenderia sp*), mollinillo (*Cyperus giganteus*), *Hidrocotyle sp* y *Sagittaria sp*.

Fauna: ganado bovino, hico teas, guao y pochitoques.

Observaciones: tirante de agua de 25 cm.

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

### HORIZONTE

### DESCRIPCIÓN

Oi (0-65 cm)	Humedad, saturado; color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); material fábriico; consistencia en húmedo, no pegajosa y no plástica; sin estructura; permeabilidad muy lenta; raíces muy abundantes, muy finas y finas.
Oa (65-85 cm)	Humedad, saturado; color negro (7.5 YR 2/1); material hémico y sáprico; textura arcillosa con abundante materia orgánica; consistencia en húmedo, pegajoso y plástico; estructura masiva; permeabilidad muy rápida; raíces comunes y finas.
Cg (85-160 cm)	Humedad, saturado; color pardo oscuro (10 YR 3/3); textura arcillosa con abundante material orgánico; consistencia en húmedo, muy pegajosa y muy plástica; estructura masiva; permeabilidad muy lenta.



## PERFIL 7

Clasificación del suelo: Vertisol gleyi-éutrico (VReg)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 7 de junio de 1998

Localidad: Ejido Paraíso, Campo Petrolero La Venta, 70 m al este de la escuela primaria.

Elevación: 2 msnm

Relieve: llanura aluvial baja, sujeta a inundación de 5 a 6 meses.

Drenaje superficial: sitio donador por 6 meses y receptor por 6 meses

Drenaje del perfil: pobremente drenado

Material parental: aluvión inactivo acumulado por un cauce derivador del Río Blasillo

Vegetación: Pastizal inducido

Observaciones: manto freático a 75 cm; formación de cuñas verticales de suelo color gris oscuro de 5 a 10 cm de diámetro en los horizontes 3 y 4. Formación de microrrelieve *gilgai*.

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

HORIZONTE	DESCRIPCIÓN
Ass (0-16 cm)	Transición a la siguiente capa tenue y horizontal; humedad, húmedo; color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5 Y 4/2), con motas de color pardo oscuro (7.5 YR 4/4), marcadas, comunes y finas; textura arcillosa; consistencia en húmedo, muy friable; estructura moderadamente desarrollada, poliédrica angular muy fina; permeabilidad muy lenta; poros pocos, muy finos, discontinuos, caóticos, fuera de los agregados y vesiculares; raíces abundantes, finas y delgadas; presencia de hormigas.
Assg (16-32 cm)	Transición a la siguiente capa tenue y horizontal; humedad, húmedo; color en húmedo gris oscuro (5 Y 4/1), con motas color pardo fuerte (7.5 YR 5/8), prominentes, comunes y medias; textura arcillosa; consistencia en húmedo, firme; estructura moderadamente desarrollada, poliédrica, angular media, permeabilidad muy lenta; poros pocos, finos discontinuos, caóticos; raíces finas y delgadas; presencia de lombrices.
Cgss (32-55 cm)	Transición media y ondulada; humedad, muy húmedo; color en humedad gris oscuro (7.5 R 4/0), con muchas motas de color amarillo rojizo (7.5 YR 7/6), prominentes y medias, y motas de color gris muy oscuro (7.5 YR 3/0); textura arcillosa; consistencia en húmedo, firme; estructura poco desarrollada, poliédrica subangular muy fina; permeabilidad muy lenta; poros pocos, finos, discontinuos, caóticos, dentro y fuera de agregados y vesiculares; con raíces comunes y finas.
Cg (55-100 cm)	Humedad, saturado; color gris (5 Y 6/1), con motas de color rojo amarillento (5 YR 5/8), prominentes, comunes y finas, y algunas motas de color gris claro (N 6/0), tenues y finas; textura arcillosa; consistencia en húmedo, friable; estructura débilmente desarrollada poliédrica, subangular muy fina; permeabilidad muy lenta, con pocos poros, finos,

discontinuos, caóticos, dentro y fuera de agregados y vesiculares; raíces comunes y finas.

## **PERFIL 8**

Clasificación del suelo: Gleysol areni-úmbrico (GLua)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 8 de Junio de 1998

Localidad: oeste de Villa La Venta

Elevación: 0-1 msnm

Relieve: llanura palustre en transición con terrazas fluviales del Pleistoceno

Drenaje superficial: sitio receptor

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: sedimentos palustres y derivados de areniscas del Pleistoceno

Vegetación: pasto pelillo y navajuela

Observaciones: tirante de agua 20 cm; la terraza del Pleistoceno inicia a 100 m al este.

## **DESCRIPCIÓN DEL PERFIL**

<b>HORIZONTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Oi (0-30 cm)	Humedad, saturado; color olivo (5 Y 4/3); material fíbrico; consistencia en húmedo, no pegajosa y no plástica; permeabilidad, rápida; raíces muy abundantes, finas y delgadas.
Ag (30-100 cm)	Humedad, saturado; color gris oscuro (5 Y 4/1); textura arcillo arenosa; consistencia cuando muy húmedo, plástica y pegajosa; permeabilidad lenta; raíces comunes y finas.
Cg (100-150 cm)	Humedad, saturado; color gris (5 Y 5/1); textura arenosa; consistencia cuando muy húmedo, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; permeabilidad rápida.

## PERFIL 9

Clasificación del suelo: Alisol férrico (ALf)

Descrito por: Joel Zavala Cruz

Fecha: 10 de Junio de 1998

Localidad: oeste de villa La Venta, en terraza del Pleistoceno

Elevación: 10 msnm

Relieve: terraza del Pleistoceno con pendiente de 10°

Drenaje superficial: sitio donador

Drenaje del perfil: bien drenado

Material parental: areniscas del Pleistoceno

Vegetación: pasto estrella y árboles aislados de guácimo, corozo y guarumbo

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

HORIZONTE	DESCRIPCIÓN
A1 (0-16 cm)	Transición a la siguiente capa, tenue y horizontal; humedad, húmedo; color pardo muy oscuro (10 YR 212); textura arenosa; consistencia en húmedo, muy friable; estructura débilmente desarrollada grumosa y media; nula reacción al HCl; poros pocos, muy finos y finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, tubulares; permeabilidad muy rápida; raíces abundantes, finas y medias; presencia de lombrices.
A3 (16-38 cm)	Transición a la siguiente capa marcada y ondulada; humedad, húmedo; color pardo amarillento oscuro (10 YR 314); textura arenosa; consistencia en húmedo, muy friable; estructura débilmente desarrollada grumosa y media; nula reacción al HCl; poros pocos muy finos y finos, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados. tubulares; permeabilidad muy rápida; raíces comunes y finas; presencia de lombrices.
Btl (38-75 cm)	Transición a la siguiente capa, media y horizontal; capa húmeda de color rojo amarillento (5 YR 5/8) con motas de color pardo amarillento (10 YR 5/8) marcadas, comunes y finas; textura areno-arcillosa: consistencia en húmedo friable; estructura desarrollada, poliédrica. subangular y muy fina; con muy pocos nódulos, pequeños, color negro. laminar, duros, probablemente de óxido de hierro; nula reacción al HCl: pocos poros, muy finos y finos, discontinuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, vesiculares y tubulares; permeabilidad rápida; pocas raíces finas.

- Bt2 (75-104 cm) Transición a la siguiente capa tenue y horizontal; humedad, húmedo; color pardo fuerte (7.5 YR 5/8), con motas color pardo amarillento (10 YR 5/8) marcadas, muy abundantes y finas; textura areno-arcillosa; consistencia en húmedo, friable; estructura débilmente desarrollada granular y media; nódulos pocos, pequeños, negros, blandos, laminares, probablemente de óxido de manganeso: nula reacción al HCl; pocos poros, muy finos y finos, discontinuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, vesiculares y tubulares; permeabilidad rápida; raíces raras y finas.
- C (104-122 cm) Humedad, húmedo; color en seco rojo amarillento (5 YR 5/6), con motas color amarillo pardusco (10 YR 6/8) prominentes, muy abundantes y medias; textura areno-arcillosa; estructura débilmente desarrollada, de forma poliédrica, subangular muy fina; consistencia en húmedo friable; nódulos pocos, pequeños, negros, blandos, laminar probablemente de óxido de hierro; nula reacción al HCl; permeabilidad rápida; raíces raras y finas.

## **PERFIL 10**

Clasificación del suelo: Gleysol histo-móllico (GLmh)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 7 de junio de 1997

Localidad: oeste de Villa La Venta, campo petrolero La Venta

Elevación: 0-1 msnm

Relieve: llanura palustre en transición con terrazas del Pleistoceno

Drenaje superficial: sitio receptor

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: sedimentos arcillosos acumulados por el Río Tonalá y aportados por las terrazas del Pleistoceno

Vegetación: pasto alemán y tule (*Typha* sp), *Suggittaria* sp; Jacinto (*Pontederia* sp) y escobillo (*Myrica* sp)

Observaciones: tirante de agua 25 cm

## **DESCRIPCIÓN DEL PERFIL**

### **HORIZONTE**

### **DESCRIPCIÓN**

- Oi (0-40 cm) Humedad, saturado; color en seco gris muy oscuro (10 YR 3/1); material fibrico y hémico; consistencia en húmedo no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; con abundantes raíces delgadas

Cg1 (40-50 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris oscuro (10 YR 411); textura arcillosa con materia orgánica; consistencia en húmedo pegajosa y plástica; permeabilidad moderada; raíces comunes y finas.
Cg2 (50-110 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris (10 YR 611); textura arcillosa; consistencia en húmedo, muy pegajosa y muy plástica; estructura masiva; permeabilidad muy lenta.
Cg3 (110-140 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris pardusco claro (10 YR 612); textura arenosa; consistencia en húmedo ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; estructura masiva; permeabilidad muy rápida.

## PERFIL 11

Clasificación del suelo: Histosol fibri-térrico (HSs)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 7.de junio de 1998

Localidad: oeste de villa La Venta

Elevación: 0-1 msnm

Relieve: llanura palustre

Drenaje superficial: sitio receptor inundado permanentemente

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: turba y sedimentos finos acumulados por el Río Tonalá

Vegetación: pasto pelillo, navajuela, molinillo (*Cyperus giganteus*) y tule (*Typha latifolia*)

Observaciones: tirante de agua 20 cm

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

HORIZONTE	DESCRIPCIÓN
Oi (0-30 cm)	Humedad, saturado: color en seco gris muy oscuro (5 YR 311); textura franca; consistencia en húmedo no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; raíces abundantes y delgadas.
Oe (30-70 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris muy oscuro (5 YR 311); textura franca; consistencia en húmedo, no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; raíces comunes y finas.
Cg1 (70-80 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris oscuro (10 YR 411); textura arcillosa; consistencia en húmedo pegajosa y plástica; estructura masiva; permeabilidad lenta; raíces comunes y finas.
Cg2 (80-135 cm)	Humedad, saturado; color en seco pardo grisáceo (2.5 Y 5/2); textura arcillosa; consistencia en húmedo muy pegajosa y muy plástica; estructura masiva; permeabilidad lenta.
Cg3 (135-175 cm)	Humedad, saturado; color en seco gris; textura arcillosa; consistencia en húmedo muy pegajosa y muy plástica; estructura masiva; permeabilidad muy lenta.

## **PERFIL 12**

Descrito por: Joel Zavala Cruz

Fecha: 9 de Abril de 1998

Localización: 250 m al oeste-noroeste de la batería de separación No. 4, campo petrolero Sánchez Magallanes

Relieve: llanura fluvio-palustre con derrame de petróleo; presencia de pequeñas depresiones alternadas con montículos y acumulación de sedimentos arenosos y cal hidratada proveniente del pozo adyacente

Drenaje: sitio receptor inundado la mayor parte del año con agua dulce y aceite

Vegetación: sin vegetación

Material parental: sedimentos aluviales acumulados por el Río El Infierno y material orgánico remanente del Cuaternario Reciente

Fauna: pájaros e insectos muertos en el derrame de petróleo

Notas generales: perfil muy pobremente drenado, se trata de un antiguo suelo Histosol que tiene una profundidad de 125 cm de material orgánico, muy impregnado con aceite. El manto freático se localizó a 40 cm de profundidad

## **DESCRIPCION DEL PERFIL**

### **HORIZONTES**

### **DESCRIPCIÓN**

(0-30 cm)	Transición horizontal y marcada; color negro debido a la presencia de petróleo; consistencia en "muy húmedo" moderadamente pegajoso y moderadamente plástico; capa de aceite moderadamente endurecida cubriendo y saturando el antiguo horizonte fábriico; permeabilidad lenta y raíces muertas, abundantes, finas y delgadas.
(30-40 cm)	Antigua capa fábriica de color negro, moderadamente impregnada de petróleo; consistencia en "muy húmedo", ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; permeabilidad rápida, y raíces muertas, finas y delgadas.
(40-78 cm)	Antiguo horizonte hémico, moderadamente impregnado de petróleo líquido con agua; consistencia en "muy húmedo", no pegajoso y no plástico, y raíces muertas, comunes, finas y delgadas.

## **PERFIL 13**

Descrito por: Joel Zavala Cruz

Fecha: 9 de Abril de 1998

Localización: oeste del campo petrolero Sánchez Magallanes

Relieve: llanura fluvio-palustre

Drenaje: sitio receptor inundado casi todo el año con agua dulce

22. Localización: 120 m al este del punto anterior, 180 m al suroeste de la petroquímica La Venta, 20 m al sureste del pozo 174 -D; coordenadas 18" 05' 17" y 94" 02' 56" oeste  
Relieve: llanura palustre salina  
Vegetación: ciperáceas, áreas sin vegetación y pasto alemán  
Suelo: Gleysol areni-úmbrico (cm):  
0-5 franco (material acumulado artificialmente)  
5-45 arena y aceite  
45-70 horizonte sáprico y aceite  
70-100 arcilla y aceite  
Agua: saturado  
Observaciones: antiguo derrame de petróleo
23. Localización: 50 m al este del sitio anterior y 70 m al sureste del pozo 174-D; 100 m al suroeste de la petroquímica La Venta  
Relieve: transición llanura palustre-terracea del Pleistoceno  
Vegetación: ciperáceas y pasto alemán  
Suelo: Gleysol areni-úmbrico (cm): 0-3 horizonte fíbrico  
3-15 horizonte sáprico y aceite  
15-40 arena y aceite  
40-60 materia orgánica, arcilla y arena con aceite  
60-70 arcilla  
Agua: saturado  
Observaciones: terraza del Pleistoceno a 60 m al este del sitio
24. Localización: 20 m al este del cruce del canal y la terracería. Coordenadas 18" 05' 19" norte y 94° 03' 04" oeste; 600 m al oeste de la petroquímica La Venta  
Relieve: llanura palustre alterada por antiguo derrame de petróleo  
Vegetación: tular, zarza, pasto alemán y área de derrame de petróleo sin vegetación  
Suelo: Histosol sodi-térrico (cm):  
0-40 materia orgánica y gravilla (forma irregular, pequeñas) y aceite  
40-50 horizonte sáprico y arcilla con aceite  
50-62 materia orgánica, gravilla y aceite  
62-85 arcilla, gravilla y aceite  
85-100 arcilla color gris  
Agua: saturado  
Observaciones: el sitio fue alterado por derrame de petróleo y por posibles acciones de restauración del suelo
25. Localización: a 60 m de curva de terracería antes de llegar a la Venta, y a 50 m al sur-sureste del lindero de vegetación hidrófita con la terraza del Pleistoceno. coordenadas 18" 04' 58" norte y 94° 03' 08" oeste  
Relieve: llanura palustre no salina  
Vegetación: jacinto, pasto alemán, apompo, molinillo y tular  
Suelo: Gleysol histo-móllico (cm):  
0-20 horizonte fíbrico

Vegetación: hidrófita enraizada emergente de mollinillo y tular de 2.5 a 3 m de alto; además. presencia de helecho, pasto pelillo y Pontederia

Material parental: sedimentos aluviales acumulados por el río El Infierno

Fauna: tábanos

Notas generales: perfil muy pobremente drenado y profundidad del manto freático de 38 cm: presencia de manchas de aceite en el horizonte hémico

## DESCRIPCION DEL PERFIL

### HORIZONTES

### DESCRIPCION

(0-40 cm)	Transición horizontal y media; color negro (10 YR 2/1); consistencia en muy húmedo no pegajoso y no plástico; permeabilidad muy rápida, y raíces extremadamente abundantes, finas delgadas.
(40-50 cm)	Transición horizontal y media; color pardo muy oscuro (10 YR 2/2); con manchas de aceite de color negro (5 YR 2.5/1), abundantes; consistencia en "muy húmedo" no pegajoso y no plástico, y permeabilidad muy rápida.
(50-60 cm)	Transición horizontal y tenue; color negro (2.5 Y 210); textura franca: consistencia en muy húmedo ligeramente pegajoso y ligeramente plástico, y permeabilidad rápida.
(60-74 cm)	Color negro (7.5 YR 210); textura arcillosa; consistencia en muy húmedo muy pegajosa y muy plástico, y permeabilidad muy lenta.

## PERFIL 14

Clasificación del suelo: Histosol fíbrico (HSf)

Descrito por: Joel Zavala Cruz y Sergio Salgado García

Fecha: 10 de Diciembre de 1998

Localidad: oeste del campo petrolero Sánchez Magallanes

Elevación: 1-2 msnm

Relieve: llanura palustre

Drenaje superficial: pantanoso o errático

Drenaje del perfil: muy pobremente drenado

Material parental: sedimentos aluviales del Río El Infierno

Vegetación: hidrófita de tule (*Typha latifolia*), molinillo (*Cyperus giganteus*), jacinto (*Pontederia sp*) y popal (*Thalia geniculata*)

Observaciones: tirante de agua de 90 cm; presencia de películas aisladas de aceite en la capa de agua-suelo.



## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

HORIZONTE	DESCRIPCIÓN
Oi (0-60 cm)	Humedad, saturado; color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); material fibrico; consistencia cuando muy húmedo, no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; raíces abundantes, finas y delgadas.
Oe (60-115 cm)	Humedad, saturado; color pardo muy oscuro (10 YR 212); material hémico y sáprico; consistencia cuando muy húmedo, no pegajosa y no plástica; permeabilidad muy rápida; raíces comunes y finas.
Oa (115-135 cm)	Humedad, saturado; color gris muy oscuro (7.5 YR 310); consistencia cuando muy húmedo, muy pegajosa y muy plástica; permeabilidad lenta.

## PERFIL 15

Clasificación del suelo: Gleysol éutrico

Descrito por: Joel Zavala Cruz, Rodimiro Ramos R, Santiago Yzquierdo A, Elilio Márquez y Rufo Sánchez Hernández.

Fecha: 6 de Febrero de 1999.

Localidad: Col. La trinidad; Mpio. de Cárdenas. A 50 m a la derecha de la carretera Villa Benito Juárez-Sánchez Magallanes, rancho El Dorado, lote 28, propiedad del Sr. Antonio Castellano Espinosa.

Elevación: 3 msnm.

Relieve: llanura aluvial baja con pendiente ligeramente convexa, menor al 1%

Drenaje superficial: sitio donador durante 8 meses y receptor el resto del año.

Drenaje del perfil: imperfectamente drenado.

Material parental: sedimentos aluviales antiguos del Cuaternaria Reciente

Vegetación cultivada: pastos grama amarga, merquerón y privilegio; alrededor del sitio hay hidrófita (espadaño, popal y navajuela), palma real, jobo y guácimo, y una milpa cultivada con coco, tamarindo, plátano, cítricos y mango.

Observaciones: el es denominado "barrial" por los campesinos.

## DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

HORIZONTE	DESCRIPCIÓN
Ag1 (0-14 cm)	Limite inferior horizontal y tenue; húmedo; color pardo oscuro (10 YR 3/3), con motas color pardo grisáceo (10YR 3/2), tenues, pocas y finas: textura arcillo limosa; consistencia en seco muy duro, y en húmedo. pegajoso y plástico; estructura fuertemente desarrollada en bloques poliédricos subangulares y finos; cutanes zonales, delgados. posiblemente originados por eluviación en canales de raíces; poros

discontinuos, horizontales, dentro de los agregados, vesiculares; permeabilidad muy lenta; raíces comunes y finas; fauna de hormigas.

- Ag2 (14-34 cm) Límite inferior horizontal y tenue; ligeramente húmedo; color pardo olivo (2.5 Y 4/3), con motas color rojo (10 YR 4/6), tenues, pocas y finas; textura arcillosa; consistencia en seco muy duro, y en húmedo, pegajoso y plástico; estructura fuertemente desarrollada en bloques, poliédricos subangulares y finos; cutanes zonales, delgados posiblemente originados por eluviación y ubicados en canales de raíces; permeabilidad muy lenta; raíces pocas y finas.
- Cg1 (34 –77 cm) Límite inferior horizontal y tenue; húmedo; color pardo olivo claro (2.5 Y 5/4), con motas color pardo rojizo oscuro (10 YR 3/3), tenue, comunes y finas; textura arcillosa; consistencia en seco muy duro, y en húmedo, pegajoso y plástico; estructura moderadamente desarrollada en bloques poliédricos subangulares y finos; permeabilidad muy lenta; raíces raras y finas; fauna de gallina ciega.
- Cg2 (77-95 cm) Límite inferior horizontal y media; húmedo; color pardo olivo (2.5 Y 4/3), con motas color pardo oscuro (7.5 YR 4/3). tenues, comunes y finas; textura limo arcillosa: consistencia en seco muy duro, y en húmedo, pegajoso y plástico: estructura débilmente desarrollada en bloques poliédricos subangulares y finos; poros finos, discontinuos, oblicuos, vesiculares y dentro de los agregados; permeabilidad muy lenta; raíces muy raras y finas.
- Cg3 (95 – 140 cm) Húmedo; color olivo (5 Y 4/4), con motas color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), tenues, comunes y muy finas; textura arcillo limosa; consistencia en seco muy dura, y en húmedo, pegajoso y plástico; estructura débilmente desarrollada en bloques poliédricos subangulares y muy finos; cutanes zonales, delgados, posiblemente originados por eluviación y ubicados en canales de raíces; permeabilidad muy lenta.

## **ANEXO 2**

# **DESCRIPCION DE BARRENACIONES DE SUELOS**

## ANEXO 2

### BARRENACIONES DE SUELOS

#### Campo petrolero Sánchez Magallanes

Barrenaciones efectuadas el 9 de enero de 1999

1. Localización: 650 m al oeste de la batería 5

Relieve: llanura aluvial baja

Vegetación: popal

Suelo: Gleysol éutrico (cm): 0-50 arcilloso

Lámina de agua: 40 cm

Localización: 600 m al oeste de la batería 5

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo y pasto pelillo

Suelo (cm): Histosol térrico: 0-20 horizonte fíbrico

20-40 horizonte hémico

40-45 horizonte sáprico

45-75 arcilloso

Lámina de agua: 40 cm

3. Localización: 100 m al este de la carretera a Benito Juárez y 1 000 m al noroeste de la batería 5

Relieve: llanura aluvial baja

Vegetación: pasto camalote, popal; elementos aislados de palma real

Suelo: Gleysol móllico (cm): 0-15 horizonte hémico

15-75 arcilla

Agua: saturado

4. Localización: 50 m al este del punto anterior y 110 m al oeste del pozo 125

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, carrizo, helecho, pelillo; tular quemado en la época de secas

Suelo Histosol térrico (cm): 0-20 horizonte fíbrico

20-30 horizonte hémico

30-60 horizonte sáprico, color negro

60-75 arcilloso

Lámina de agua: 20 cm

5. Localización: 50 m al oeste del pozo 171 (15 m al oeste de la pera y 1 200 m al oeste de la batería 4)  
Relieve: llanura aluvial baja  
Vegetación: pasto alemán y popal  
Suelo Gleysol inólicico (cm): 0-5 fíbriico  
5-30 materia orgánica y arcilla  
30-75 arcilla  
Lámina de agua: 70 cm  
Observaciones: 70 m al oeste, hay macuilis, apompo, palma real, pastos alemán y camalote
6. Localización: 80 m al noroeste del sitio anterior, 15 m al noreste de la pera del pozo 171  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: molinillo, popal, helecho y pasto pelillo  
Suelo Histosol térrico (cm): 0-20 horizonte fíbriico  
20-40 horizonte hémiico, impregnado de aceite  
40-50 horizonte sáprico  
50-115 arcilla  
Lámina de agua: 40 cm  
Observaciones: con el cambio de vegetación se da el cambio de suelo, 45 m al anterior de la vegetación hidrófiita. A 50 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 65 cm de espesor
7. Localización: 300 m al norte de la batería 5  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: popal  
Suelo Histosol térrico (cm): 0 - 10 arcilloso  
10-50 material sáprico y arcilla  
50-75 arcilla  
Lámina de agua: 25 cm
8. Localización: 300 m al este de la batería 5  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: molinillo, helecho, popal y escobillo  
Suelo Histosol térrico (cm) : 0-25 horizonte fíbriico  
25-60 horizonte hémiico  
60-80 horizonte sáprico  
Agua: saturado  
Observaciones: a 60 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 20 cm de espesor; presencia de película de aceite discontinua.
9. Localización: 650 m al sur de la batería 4  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: escobillo, molinillo y helecho  
Suelo Histosol térrico(cm): 0-50 horizonte fíbriico

Lámina de agua: 20 cm

Observaciones: a 50 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 70 cm de espesor

10. Localización: 250 m al norte de la batería 4

Relieve: llanura aluvial baja

Vegetación: pasto alemán, elementos de molinillo, popal y corozo.

Suelo Gleysol histomóllico (cm): 0-10 horizonte fábriico  
10-35 horizonte hémico  
35-50 arcilla y materia orgánica. Color gris oscuro  
> 50 arcilla

Agua: drenaje del sitio con dirección sur a norte

11. Localización: 100 m al noreste del derrame de petróleo, con parcela de mangle blanco; 250 m al norte-noroeste de la batería 4

Relieve: llanura palustre

Vegetación: helecho, molinillo, popal, escobillo y jacinto

Suelo Histosol fábriico (cm): 0-80 horizonte fábriico  
80-100 horizonte hémico  
100-120 horizonte sáprico  
120-175 arcilloso

Agua: saturado

Observaciones: no hay película de aceite; presencia de aceite intemperizado a 10 m del sitio junto a terracería. El sitio fue quemado en la época de secas

Barrenaciones efectuadas el 19 de enero de 1999

27. Localización: 600 m al noreste de la estación de compresoras

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, popal, pelillo y helecho

Suelo Histosol fábriico (cm): 0-40 horizonte fábriico  
40-45 horizonte hémico  
45-70 materia orgánica y arcilla

Lámina de agua: 50 cm

28. Localización: 200 m al sureste del sitio anterior

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, tular, popal, ficus Sp, escobillo y pelillo

Suelo (cm): Histosol fábriico: 0-50 horizonte fábriico  
50-75 arcilla, color gris oscuro

Agua: saturado

Observaciones: a 50 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 100 cm de espesor

29. Localización: 1 000 m al norte de la batería 4  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: molinillo, popal y pasto pelillo; elementos aislados de escobillo  
Suelo Histosol fábriico (cm): 0-50 horizonte fábriico  
50-75 horizonte hémico  
75-100 materia orgánica, arcilla y aceite  
Lámina de agua: 28 cm  
Observaciones: a 75 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 50 cm de espesor.  
El perfil esta impregnado de aceite
30. Localización: 350 m al oeste de la estación de compresoras  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: molinillo, tular, popal, pasto pelillo, escobillo disperso, helecho y navajuela  
Suelo Histosol fábriico (cm): 0-100 horizonte fábriico  
100-120 horizonte sáprico  
120-140 arcilla y materia orgánica  
Lámina de agua: 15 cm  
Observaciones: a 100 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 25 cm de espesor
31. Localización: 50 m al este del pozo 328  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: molinillo, popal, pelillo y jacinto  
Suelo Histosol fábriico (cm): 0-50 horizonte fábriico  
50-90 arcilla  
Lámina de agua: 30 cm
32. Localización: 100 m al este del pozo 328, en el antiguo cauce del río El Infierno  
Relieve: cauce antiguo del río El Infierno  
Vegetación: riparia de apompo y estribal quemado sobre el cauce antiguo  
Suelo Gleysol móllico (cm): 0-8 horizonte hémico impregnado de aceite  
8-37 arcilla  
Lámina de agua: 80 cm
33. Localización: 10 m al este del sitio anterior, en el mismo cauce  
Relieve: cauce antiguo del río El Infierno  
Vegetación: popal, apompo, estribal, *ficus* y helecho  
Suelo Gleysol histo-móllico (cm) : 0-15 horizonte fábriico  
15-33 horizonte hémico  
33-58 materia orgánica, arcilla y aceite  
58-76 arcilla y aceite  
Agua: saturado  
Observaciones: a 33 cm de profundidad, se observa una capa de agua-suelo de 49 cm de espesor.

34. Localización: 50 m al oeste del pozo 380  
Relieve: llanura aluvial baja  
Vegetación: popal  
Suelo Gleysol mólico (cm): 0-7 horizonte fíbrico  
7-55 arenoso arcilloso  
55-75 arcillo arenoso  
Lámina de agua: 25 cm  
Observaciones: sitio con ganadería bovina
35. Localización: sur del pozo 390  
Relieve: llanura aluvial baja en transición con llanura palustre  
Vegetación: molinillo, pelillo, jacinto y helecho  
Suelo Gleysol histo-mólico (cm): 0-33 horizonte fíbrico  
33-36 horizonte hémico  
36-41 materia orgánica y suelo  
41-73 arcilla de color gris  
Agua: saturado  
Observaciones: a 33 cm de profundidad se observa una capa de agua-suelo de 37 cm de espesor
36. Localización: 200 m al este del pozo 390  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: dominancia de molinillo; pelillo y popal en menor superficie  
Suelo Histosol térrico (cm): 0-33 horizonte Fíbrico  
33-55 horizonte hémico  
55-73 arcilla  
Lámina de agua: 27 cm
37. Localización: 400 m al norte de la batería 4  
Relieve: llanura aluvial baja  
Vegetación: popal, estribal, escobillo quemado, jacinto de agua y helecho  
Suelo Geysol histo-mólico (cm): 0-25 horizonte hémico  
25-35 arcilla, materia orgánica y aceite  
35-50 arcilla  
Lámina de agua: 50 cm  
Observaciones: se quemó el horizonte fíbrico
38. Localización: 400 m al este de la batería 4  
Relieve: llanura palustre  
Vegetación: helecho, molinillo, popal, pasto pelillo, y escobillo aislado  
Suelo Histosol fíbrico (cm): 0-80 horizonte fíbrico  
80-115 horizonte hémico  
Agua: saturado  
Observaciones: a 115 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 60 cm de espesor.  
Al sur de la terracería domina el escobillo; 100 m al norte hay una asociación de apompal
39. Localización: 20 m al norte del pozo 306



Relieve: llanura aluvial baja, cubierta con capa orgánica

Vegetación: molinillo y helecho

Suelo Gleysol histomórfico (cm): 0-35 horizonte fíbriico impregnado de aceite  
35-40 materia orgánica, arcilla y aceite  
40-85 arcilla

Lámina de agua: 5 cm

Observaciones: a 35 cm de profundidad se observa la capa de agua-suelo de 60 cm de espesor

40. Localización: 100 m al este del pozo 306

Relieve: cauce antiguo del río El Infierno

Vegetación: molinillo, estribal, guarumo y helecho

Suelo Histosol térrico (cm): 0-28 horizonte fíbriico  
28-33 horizonte hémico impregnado de aceite  
33-50 horizonte hémico  
50-60 arcilla impregnada de aceite  
60-70 arcilla

Lámina de agua: 22 cm

Observaciones: a 33 cm se observa capa agua-suelo de 23 cm de espesor.

41. Localización: norte del pozo 352

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, helecho, ficus sp y escobillo

Suelo Histosol fíbriico (cm): 0-75 horizonte fíbriico  
75-125 horizonte hémico

Agua: saturado

Observaciones: a 125 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 50 cm de espesor

42. Localización: 50 m al sureste del pozo 352

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, helecho, estribal, ficus sp, (matorral de hoja ovalada, verde claro y oscuro, de 2-3 m de alto)

Suelo Histosol fíbriico (cm): 0-75 horizonte fíbriico  
75-100 horizonte hémico  
100-130 horizonte sáprico

Agua: lámina de agua, 20 cm

Observaciones: a 100 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 45 cm de espesor

43. Localización: 800 m al sur de la batería 4

Relieve: llanura palustre sobre llanura aluvial inundada de cauce antiguo

Vegetación: escobillo en el estrato arbustivo; en el estrato herbáceo molinillo, helecho y ficus

Suelo Histosol fíbriico (cm): 0-50 horizonte fíbriico impregnado de aceite  
50-65 arcilla y aceite

65-115 arcilla muy impregnada aceite

Lámina de agua: 10 cm

Observaciones: en el cauce antiguo domina el escobillo

44a. Localización: este del pozo 288

Relieve: llanura palustre sobre llanura aluvial inundada de antiguo cauce

Vegetación: molinillo, helecho, pasto pelillo, jacinto, ficus sp y tular

Suelo Histosol fábrico (cm): 0-42 horizonte fábrico

42-67 arcilla con aceite

67-92 horizonte hémico

92-99 arcilla

99-137 arcilla

Lámina de agua: 10 cm

Observaciones: a 42 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 23 cm de espesor

44b. Localización: 50 m al norte del pozo 201

Relieve: llanura palustre

Vegetación: molinillo, helecho y tular, escobillo y pelillo

Suelo: (cm) 0-25 horizonte fábrico

25-75 horizonte hémico

75-123 horizonte sáprico

123-148 arcilla

Agua: saturado

Observaciones: a 75 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 37 cm de espesor

45. Localización: 600 m al suroeste de la batería 4

Relieve: llanura palustre sobre llanura aluvial baja, junto a antiguo cauce

Vegetación: escobillo, helecho, jacinto, popal, pasto pelillo y tular

Suelo Histosol fábrico (cm): 0-47 horizonte fábrico

47-59 arcilla y materia orgánica

59-79 arcilla color gris oscuro

79-109 arcilla color gris

Agua: saturado

Observaciones: a 47 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 41 cm de espesor

46. Localización: 75 m al sureste del pozo 176-D

Relieve: llanura aluvial baja

Vegetación: pasto alemán y elementos aislados de tular, popal, ceiba y corozo

Suelo Gleysol histo-móllico (cm): 0-20 horizonte fábrico

20-50 materia orgánica y arcilla

50-70 arcilla

Lámina de agua: 30 cm

Observaciones: junto al cauce antiguo hay elementos de *Inga sp*

47. Localización: 100 m al norte del pozo 176-D  
 Relieve: depresión entre llanuras aluviales  
 Vegetación: molinillo, popal, helecho, pasto pelillo, navajuela y *ficus sp*  
 Suelo: (cm) Histosol fábriico     0-50    horizonte fábriico  
    50-60    materia orgánica y arcilla  
    60-97    arcilla  
 Agua: saturado  
 Observaciones: a 50 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 53 cm de espesor
48. Localización: 150 m al este del pozo 143 C  
 Relieve: llanura aluvial baja  
 Vegetación: pasto pelillo, jacinto, *Inga sp* y corozo  
 Suelo Gleysol móllico (cm):    0 - 8    horizonte fábriico  
    8-18    horizonte hémico  
    18-65    arcillo arenosa  
    65-75    arcillo limosa  
 Agua: saturado  
 Observaciones: sitio con uso pecuario
49. Localización: 1 000 m al noroeste de la batería 4  
 Relieve: llanura aluvial baja en transición con llanura palustre  
 Vegetación: molinillo (dominante), y helecho; elementos aislados de escobillo y tular  
 Suelo Gleysol histo-móllico (cm):    0-25    horizonte fábriico  
    25-35    materia orgánica y arcilla  
    35-55    arcilla color gris  
 Lámina de agua: 45 cm
50. Localización: 650 m al sur de la estación de compresoras 2. y 200 m al norte del sitio anterior  
 Relieve: llanura aluvial baja en transición con la llanura palustre  
 Vegetación: popal y molinillo  
 Suelo Gleysol histo-móllico (cm): 0-35    horizonte fábriico  
    35-40    materia orgánica y arcilla  
    40-60    arcilla  
 Lámina de agua: 40 cm
51. Localización: 400 m al sureste de la estación de compresoras 2  
 Relieve: llanura palustre  
 Vegetación: apompal y estribal  
 Suelo Histosol fábriico (cm):    0-50    horizonte fábriico  
    50-80    horizonte hémico  
 Lámina de agua: 40 cm  
 Observaciones: a 70 cm de espesor se observa capa de agua-suelo de 95 cm de espesor. Suelo muy impregnado con aceite

52. Localización: 1 150 m al sureste de la batería 5

Relieve: llanura palustre

Vegetación: estribal, molinillo y helecho

Suelo Histosol fábriico (cm): 0-50 horizonte fábriico  
50-75 horizonte hémico  
75-100 horizonte sáprico impregnado de aceite  
100-110 horizonte sáprico

Agua: saturado

Observaciones: a 100 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 60 cm de espesor

### **Campo petrolero La Venta**

Barrenaciones efectuadas el 17 de enero de 1999

12. Localización: oeste del derrame de petróleo. a 250 m de la terracería principal. Coordenadas geográficas: 18°05' 22" norte y 94° 03' 11" oeste

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: ciperáceas, *Distichilis spicata*, mangle blanco y helecho

Suelo Solonchack molli-sodi-gléyico (cni):

0-5 horizonte hémico  
5-35 horizonte sáprico  
35-42 materia orgánica y arcilla  
42-60 arcilla

Lámina de agua: 20 cm

Observaciones: el sitio fue quemado y no presenta aceite en el suelo o agua superficial

13. Localización: 250 m al noroeste del sitio anterior y a 500 m de la terracería principal. Coordenadas geográficas: 18°05' 38" norte y 94°03' 18" oeste

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: mangle blanco de 10 m de altura, en proceso de explotación

Suelo (cm): Solonchack molli-sodi-gléyico

0-30 horizonte sáprico  
30-50 arcilloso  
50-75 arcilloso

Agua: saturado

Observaciones: 50 m al interior del manglar sigue siendo el mismo suelo

14. Localización: 300 m al noroeste del sitio anterior y 750 m al noroeste de la terracería principal

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: mangle blanco joven y amplias áreas sin vegetación

Suelo (cm): Histosol sodi-térrico muy contaminado con aceite

0-45 materia orgánica y aceite  
45-75 arcilla

Agua: saturado

Observaciones: a lo largo del canal que drena aguas de descarga de la petroquímica La Venta. se observó capa discontinua de aceite en el agua superficial. A 80 m al noroeste del sitio 12 se localiza la franja de manglar con suelo Solonchack arcilloso y capa de materia orgánica de 15 cm de profundidad. A 80 m al sureste del sitio 12 inicia el derrame de petróleo en dirección a la terracería, al sur y norte del canal.

15. Localización: coordenadas 18°04' 39" norte y 94° 03' 07" oeste, al sur de la petroquímica La Venta

Relieve: llanura palustre no salina

Vegetación: tular, helecho y escobillo

Suelo Histosol térrico (cm): 0-25 horizonte fíbrico  
35-50 horizonte hémico  
50-63 arcilla y materia orgánica

Agua: saturado

Observaciones: a 50 cm de profundidad se observa capa de agua-suelo de 12 cm de espesor.

16. Localización: 200 m al norte de desviación al ejido Paraíso, 1 200 m al suroeste de la petroquímica La Venta. Coordenadas 18°04' 50" norte y 94°05' 12" oeste

Relieve: llanura palustre no salina. en transición con la llanura palustre salina

Vegetación: pasto alemán y sin vegetación por quema; mangle blanco y tular aislados. El manglar blanco denso incia 300 m al oeste

Suelo: Gleysol histo-móllico (cm):  
0-35 horizonte fíbrico  
35-55 materia orgánica y arcilla  
55-70 arcilla

Agua: saturado

Observaciones: sin aceite

17. Localización: 18°04' 58" norte y 94° 03' 08" oeste; 900 m al suroeste de la petroquímica La Venta.

Relieve: llanura palustre no salina

Vegetación: pasto alemán, tular (quemado) y sin vegetación; manglar a 250 m al oeste y 100 al noroeste; tular y pasto alemán denso al este de terracería.

Suelo: Gleysol histo-móllico (cm): 0-25 horizonte fíbrico  
25-40 materia orgánica y arcilla  
40-60 arcilla

Observaciones: no presenta aceite

18. Localización: 18° 05' 08" norte y 94° 03' 02" oeste; 500 m al suroeste de la petroquímica La Venta

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: ciperáceas, pasto alemán y tular, elementos aislados de mangle blanco joven

Suelo: Histosol sodi-térrico (cm):  
0-20 horizonte fíbrico  
20-40 horizonte hémico

40-60 materia orgánica y arcilla

60-70 arcilla

Lámina de agua: 20 cm

Observaciones: presenta aceite en el suelo orgánico: área de mangle blanco al sur de terracería.

la extensión del derrame de petróleo es de aproximadamente 200 x 75 m al sur del canal; 70 m al sureste del mismo sitio, 250 m al oeste de la terracería, y 200 m al norte del canal.

19. Localización: 100 m al este de cruce canal-tenacería principal; coordenadas 18° 05' 19" norte y 94° 03' 00" oeste; 500 m al oeste de la petroquímica

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: ciperáceas y tular poco denso

Suelo Solonchak molli-sodi-gléyico (cm):

0-15 horizonte fíbrico

15-40 arcilla- grava- materia orgánica y aceite

40-70 arcilla color gris oscuro

Agua: saturado

Observaciones: el aceite se debe a desbordes del canal contaminado por descargas de la petroquímica; presencia de sales en el suelo del bordo junto al canal

20. Localización: 200 m al este del cruce del canal y la terracería, y 350 m al oeste de la petroquímica La Venta. Coordenadas 18° 05' 19" norte y 94° 02' 59" oeste

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: sin vegetación

Suelo Histosol sodi-térrico (cm):

0-20 horizonte hémico y grava

20-50 horizonte sáprico

50-70 materia orgánica y arcilla

70-80 arcilla

Agua: saturado

Localización: 250 m al este del cruce del canal-terracería. y 300 m al oeste de la petroquímica La Venta; coordenadas 18° 05' 19" norte y 94° 02' 57" oeste

Relieve: llanura palustre salina

Vegetación: ciperáceas, pasto alemán, áreas sin vegetación (antes ciperáceas). y tular aislado

Suelo: Histosol sodi-térrico (cm): 0-5 materia orgánica

5-20 arcilloso, color amarillento

20-40 horizonte hémico

40-55 horizonte sáprico

55-70 materia orgánica y arcilla

70-80 arcilla

Agua: saturado

20-37 horizonte hémico  
37-50 materia orgánica y arcilla  
50-75 arcilla y materia orgánica

Agua: saturado

Observaciones: sin presencia de aceite. A 150 m al oeste y 200 m al sur, se localiza el manglar

26. Localización: 60 m al sur suroeste del sitio anterior

Relieve: llanura palustre no salina

Vegetación: popal, molinillo, tular y jacinto.

Suelo Histosol térrico (cm):

0-20 horizonte fíbrico  
20-50 horizonte hémico  
50-60 horizonte sáprico  
60-75 materia orgánica y arcilla

Agua: saturado

Observaciones: sin presencia de aceite. Al lado este hay pasto alemán, jacinto y popal. La terraza de Pleistoceno se ubica a 100 m al este del sitio, y su pendiente es ligeramente inclinada, con palma real y pasto estrella. 100 m al oeste y al sur, hay mangle blanco.