



Presencia de hidrocarburos en la naturaleza

La chapopotera de Cantarell, ubicada entre los centros de proceso Nohoch-A y Akal C en la Sonda de Campeche.

Manifestaciones Superficiales

La presencia de hidrocarburos en la superficie se puede clasificar por dos tipos de manifestaciones:

Manifestaciones directas

Son producidas por la aparición en los afloramientos de los mismos hidrocarburos.

1) Activas o vivas

2) Muertas o fósiles

Manifestaciones indirectas

son las manifestaciones en la superficie de los hidrocarburos, sin que ellos sean visibles.

a) Acido sulfúrico

b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento

c) Formación de Algaritas

d) Procedimientos de prospección geomicrobiológica

e) La presencia de rocas –madre.

Manifestaciones directas:

1) Activas o vivas

Son aquellas que muestran una circulación subterránea activa, en donde interviene el aceite, el gas y el agua, su aspecto en la superficie varía por la naturaleza del producto (base **parafínica** o con base **nafténica**) y su caudal, conocidas como:

- a) Emanaciones naturales (Chapopoterías).
- b) Lagos de asfalto
- c) Escapes de gas
- d) Volcanes de lodo

En aguas mexicanas del Golfo de México, los sitios en los cuales se presenta el fenómeno de emanación natural de gas e hidrocarburos líquidos han sido descritos genéricamente con el término de "chapopoterías" **el cual alude al material intemperizado de petróleo empleado como detergente por las culturas de Mesoamérica.**

Palabra de origen náhuatl. Tzápotl-poctli, zapote que humea, alude al color negro y a la forma en que arde el petróleo crudo despidiendo humo.

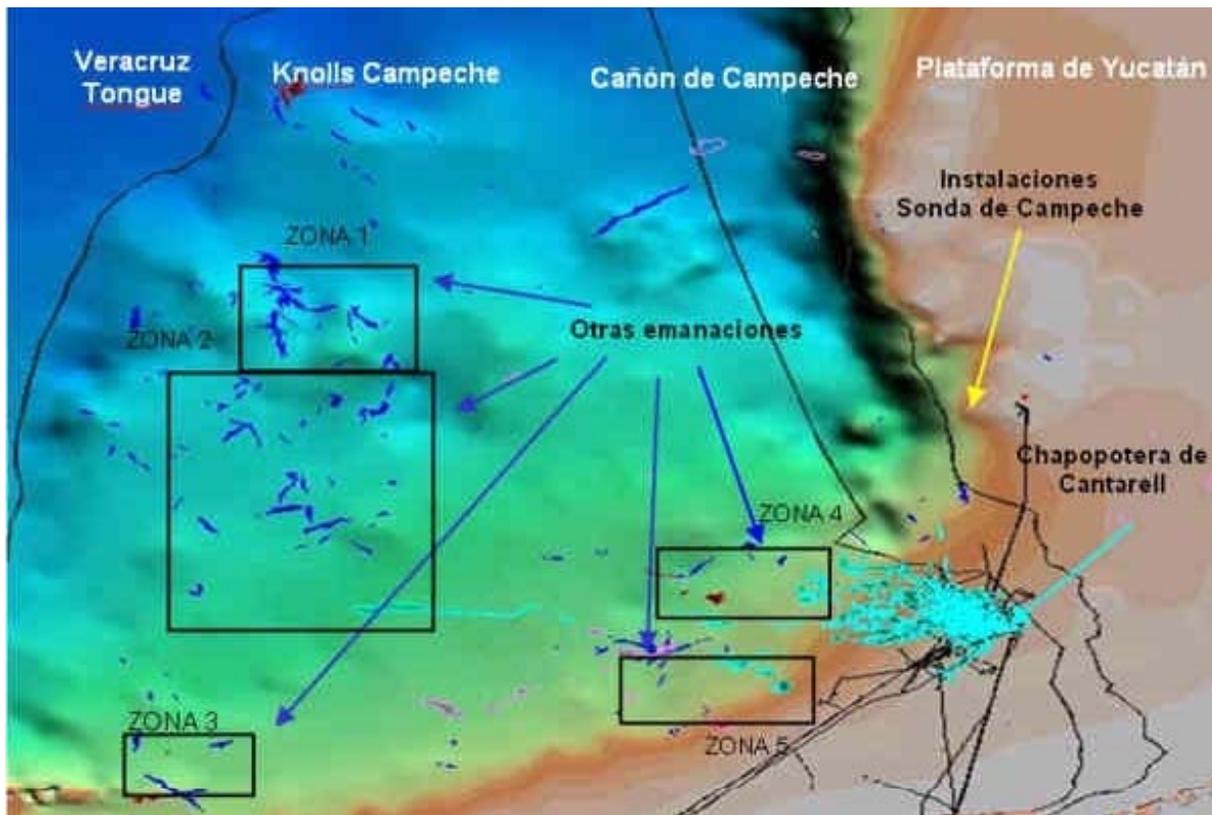
Chiámatl, aceite de chía, y popoctli, humo” (Alcocer Diccionario de Aztequismos).

Petróleo crudo, viscoso y muy espeso ; muy usado entre los aztecas, para embadurnar.



a) Chapopoterías: son filtraciones de petróleo o asfalto líquido a través de fracturas, fallas, planos de estratificación y discordancias, en donde el escape es lento e indican la existencia de un yacimiento.

La exploración sísmica de la Sonda de Campeche efectuada en la década de los 70 reconoció cinco zonas de "chapopoterías". La principal es la que se ha denominado como chapopotería de Cantarell.



Se han localizado frente a los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche, y generalmente han coincidido con la existencia de importantes yacimientos de hidrocarburos actualmente bajo explotación.

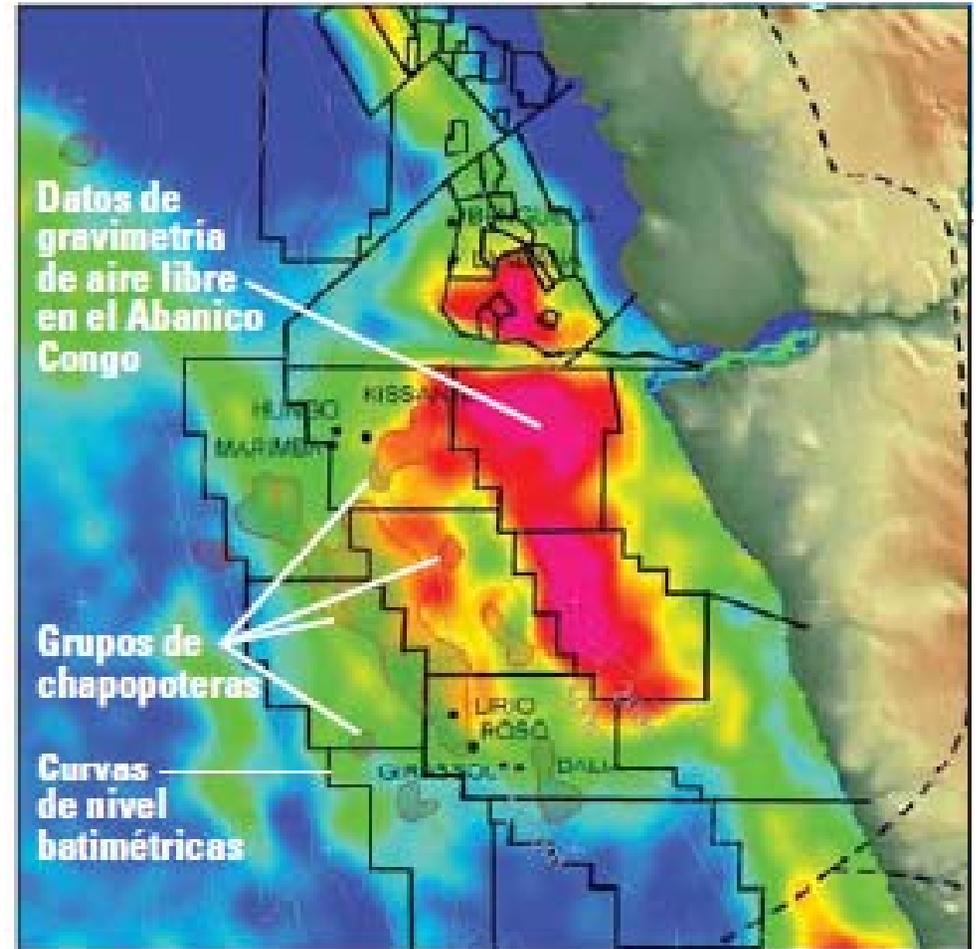
Ubicación de áreas con emanaciones naturales en el Sur del Golfo de México

Chapopotera en el área marina de Angola, África Occidental.

Aproximadamente un 75% de las cuencas petrolíferas del mundo contienen chapopoteras de superficie.

Las **chapopoteras** ayudan a localizar las fuentes de acumulación de petróleo y gas del subsuelo. Los científicos utilizan las imágenes satelitales para ayudar a identificar yacimientos de hidrocarburos potenciales.

En esta imagen, los valores de datos de gravimetría obtenidos del Satélite Europeo de Teledetección (ERS), permite la identificación de áreas de altos valores gravimétricos que son el resultado de los sedimentos emitidos del Río Congo, conocidos como Abanico Congo.

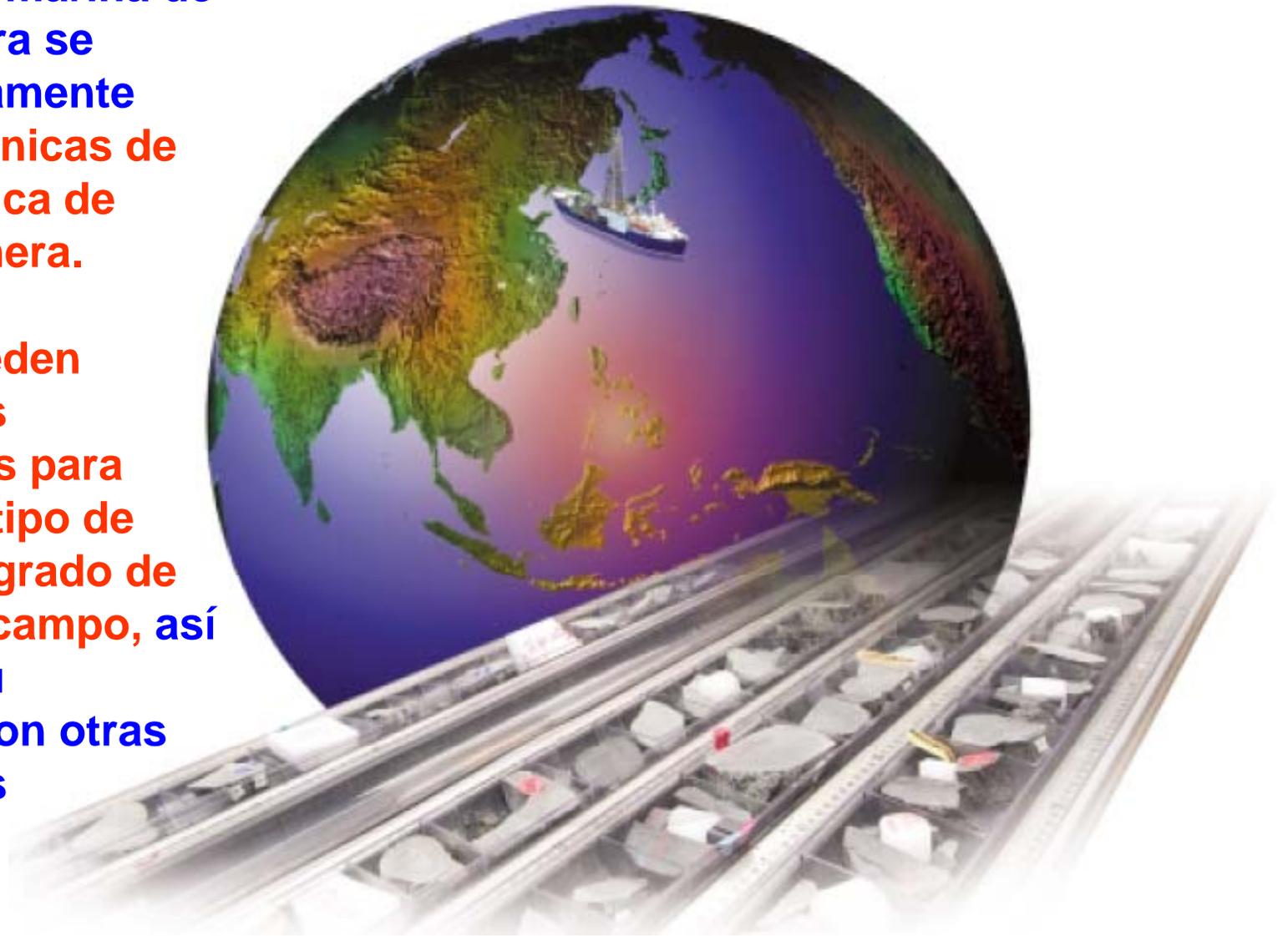


Las presiones de las operaciones de perforación y producción, Schlumberger.

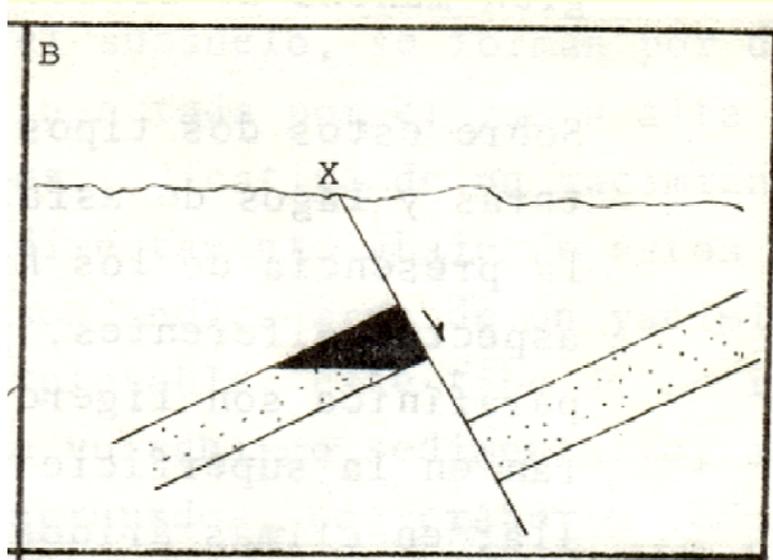
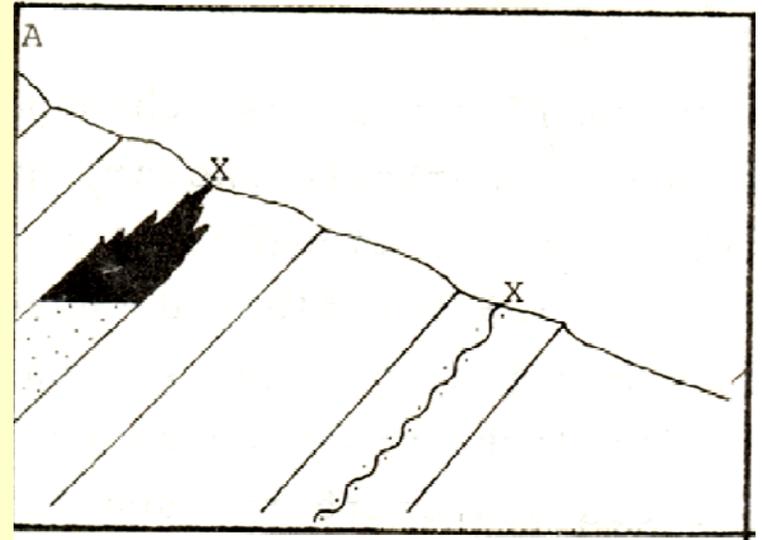
Los datos se utilizan también para ayudar a identificar áreas con chapopoteras de hidrocarburos, que se muestran como curvas de contorno delineadas en rojo.

La fuente submarina de la chapopotera se localiza típicamente utilizando técnicas de sonar o sísmica de reflexión somera.

Luego se pueden muestrear los hidrocarburos para identificar el tipo de petróleo y el grado de madurez del campo, así como para su correlación con otras chapopoteras submarinas.



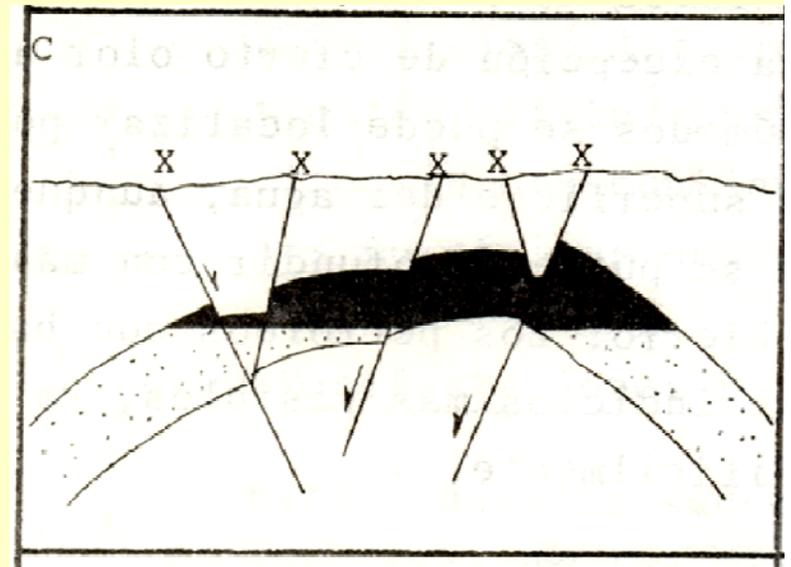
A. Chapopoteras en el afloramiento del yacimiento por discordancia



B. Chapopotera en una falla normal



C. Chapopotera arriba de un anticlinal afallado

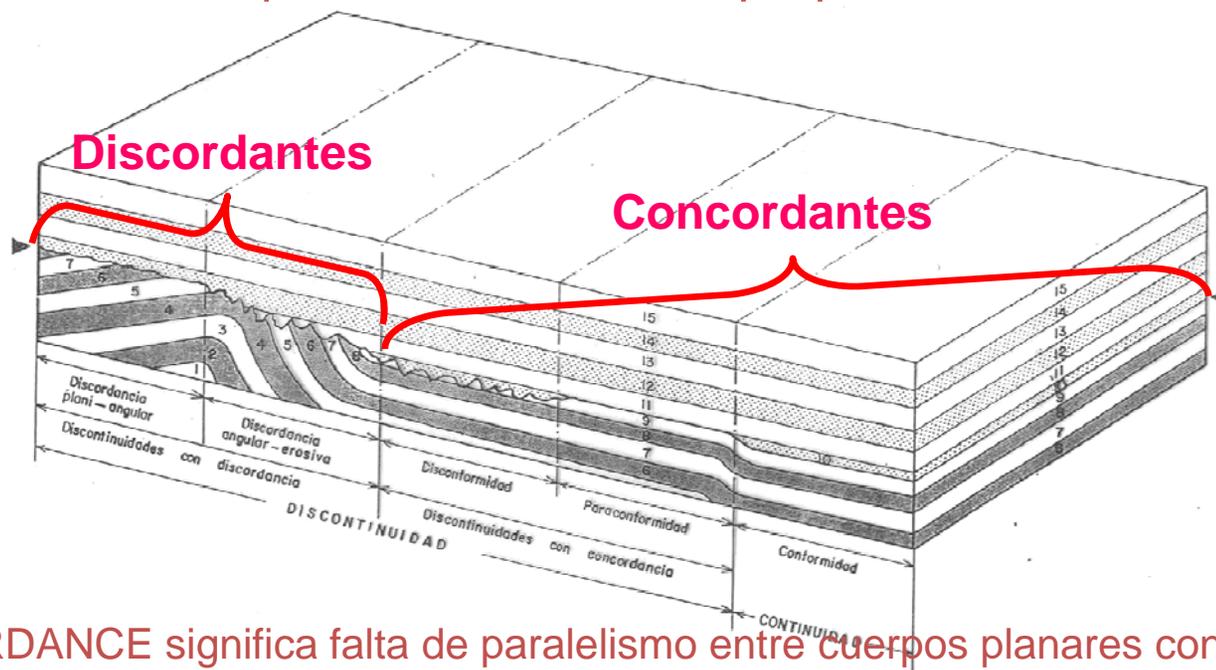


RELACIONES VERTICALES DE LOS CUERPOS DE ROCA O FORMACIONES GEOLÓGICAS

Las relaciones entre dos estratos o dos formaciones pueden interpretarse de dos formas:

- ◆ **Concordantes.**
- ◆ **Discordantes.**

Es recomendable usar los términos concordancia y discordancia en sentido geométrico descriptivo, como **paralelismo y no-paralelismo** entre conjuntos de capas directamente superpuestos.

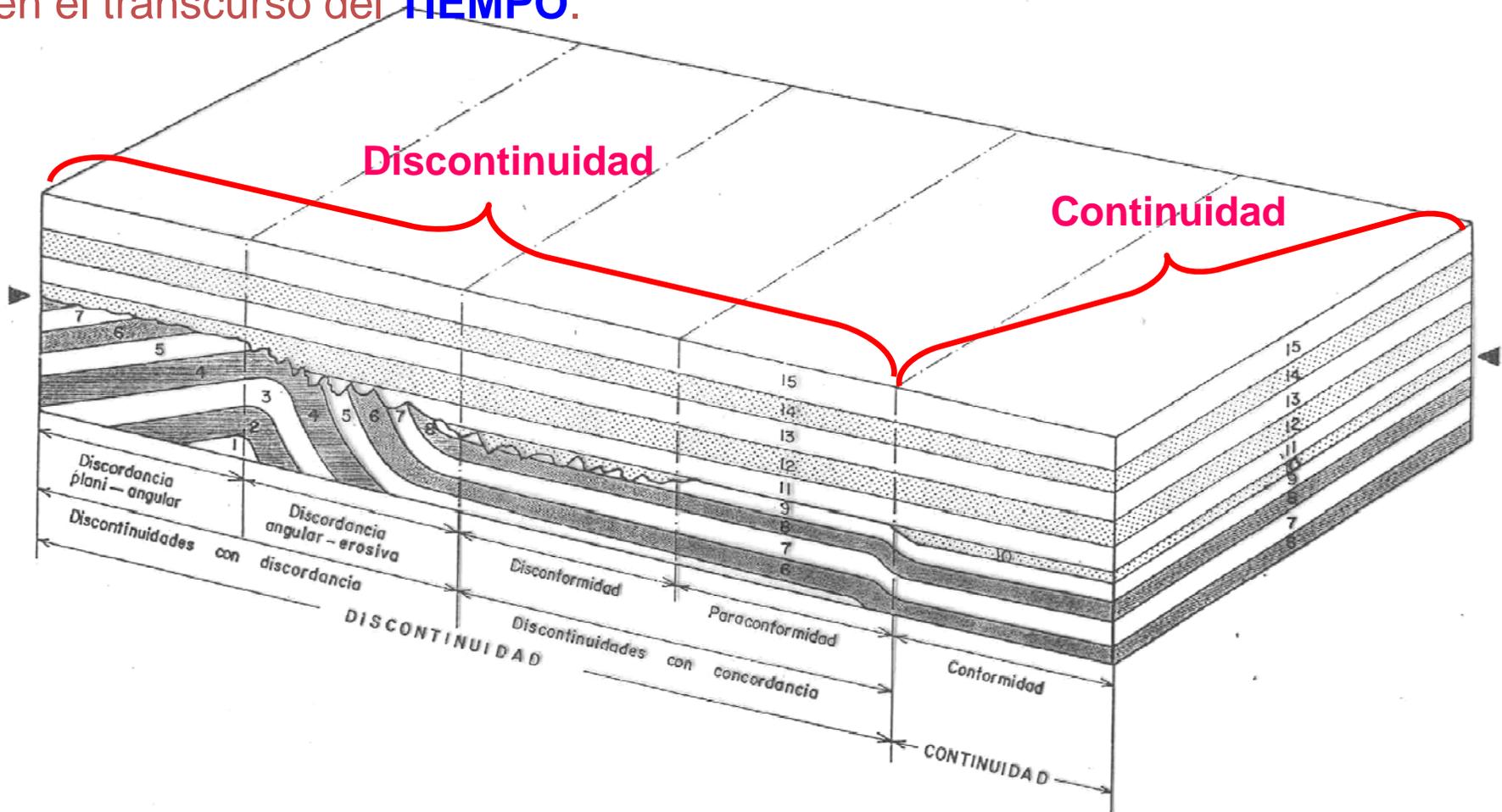


En inglés, DISCORDANCE significa falta de paralelismo entre cuerpos planares contiguos.

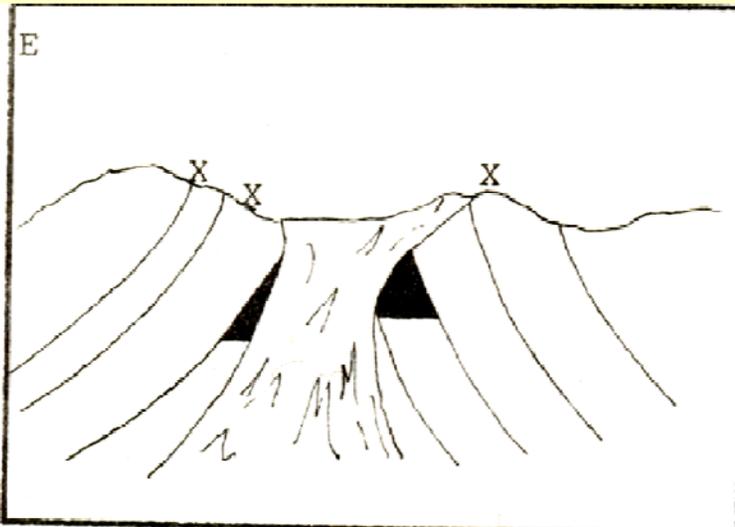
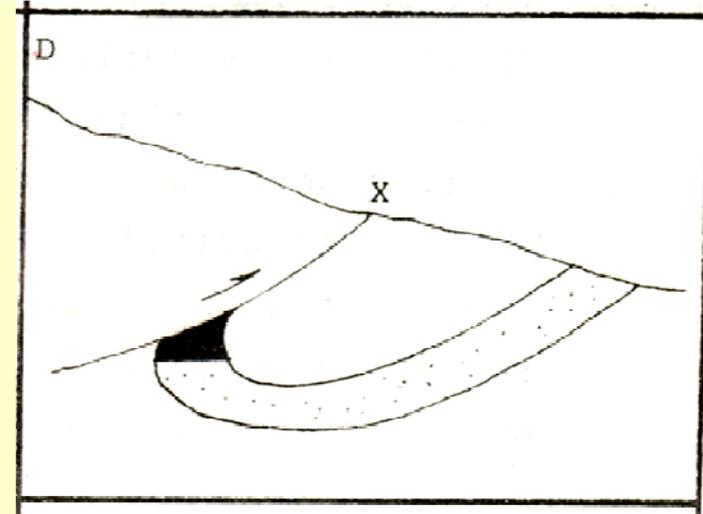
Se involucran los términos de:

- Continuidad
- Discontinuidad estratigráfica

Se usan en el sentido de que haya ocurrido o no, interrupción del depósito en el transcurso del **TIEMPO**.

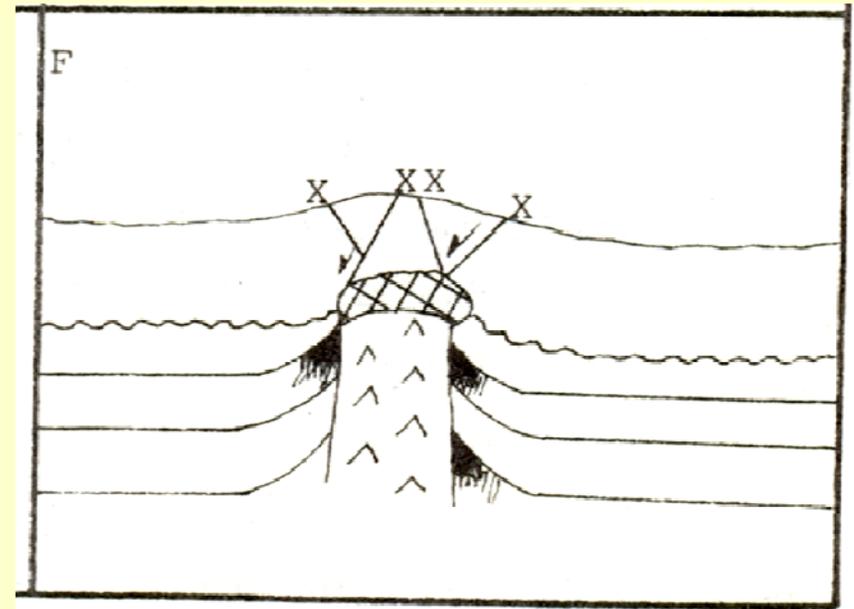


D. Chapopotera en una falla inversa



E. Chapopoterías asociadas a diapirismo

F. Chapopoterías en un tapón de sal y fallas asociadas





Aproximadamente a 60 m de profundidad, se ha documentado un sitio de emanación natural, situado entre los complejos petroleros Akal C y Nohoch.

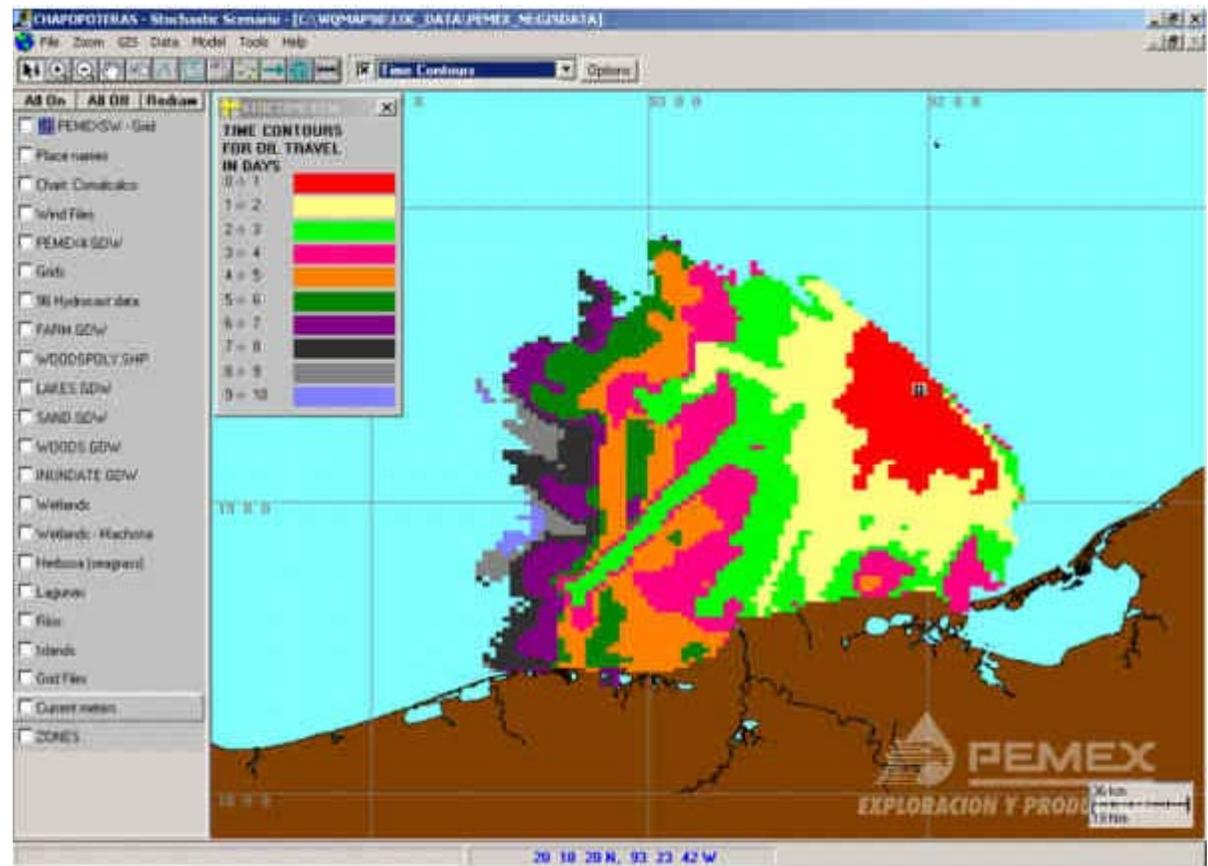


Además de la "chapopotera de Cantarell", en la parte sur del Golfo de México se han identificado un gran número de áreas con emanaciones naturales que se ubican enfrente de las costas de Tabasco y Veracruz.

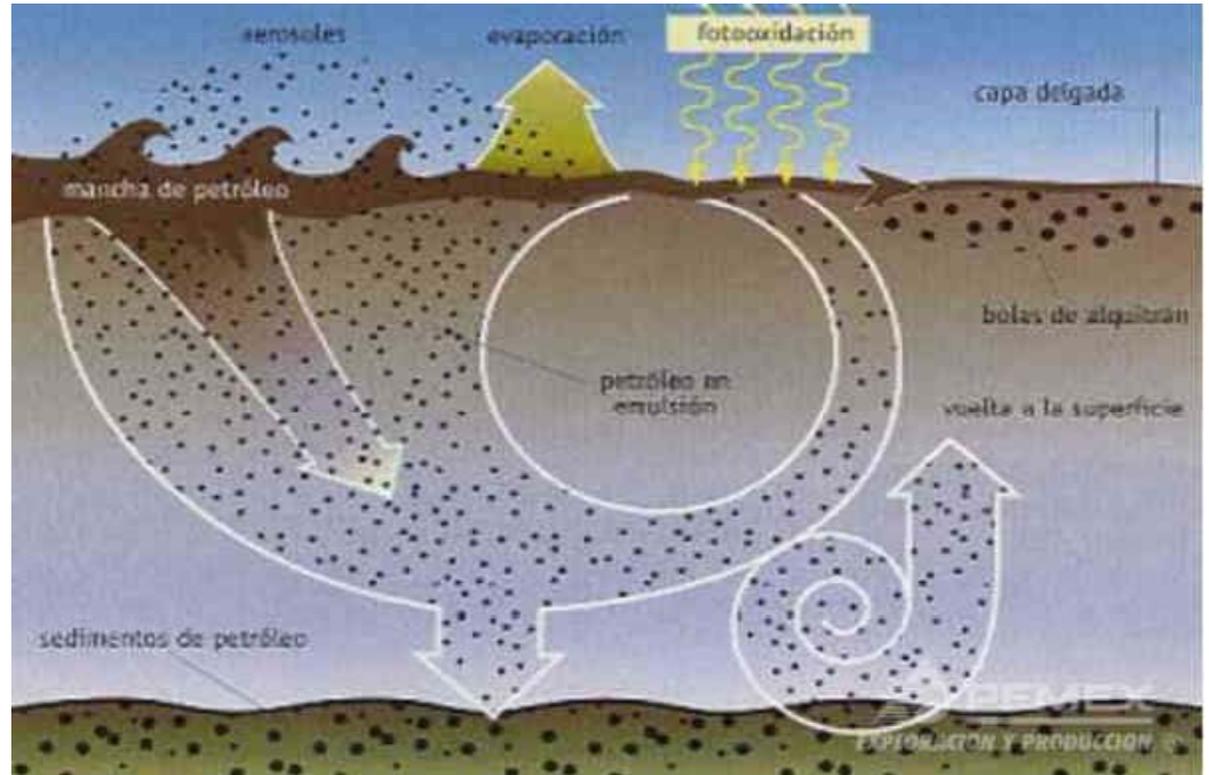
Con el apoyo del simulador de derrames OILMAP, se trata de determinar la trayectoria del hidrocarburo que proviene de la chapopotera.

Los resultados indican que **dependiendo la época del año y las condiciones meteorológicas**, el área donde pudiera impactar en la costa abarca una zona muy amplia de los estados de Campeche y Tabasco.

En su desplazamiento la mancha queda expuesta a las condiciones atmosféricas y a las condiciones climatológicas, esto provoca que el hidrocarburo se fraccione



Esquema del proceso intemperización del hidrocarburo que se encuentra sobre la superficie del mar.



Procesos fisicoquímicos para la intemperización del hidrocarburo.

Los procesos físicos y químicos por los cuales atraviesan los hidrocarburos que están sobre la superficie del mar, se denominan intemperización. Los diferentes procesos se muestran esquemáticamente en la figura.

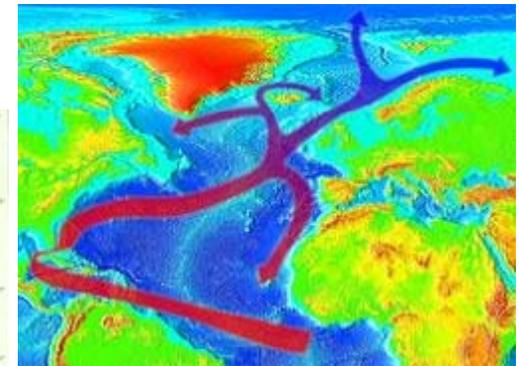
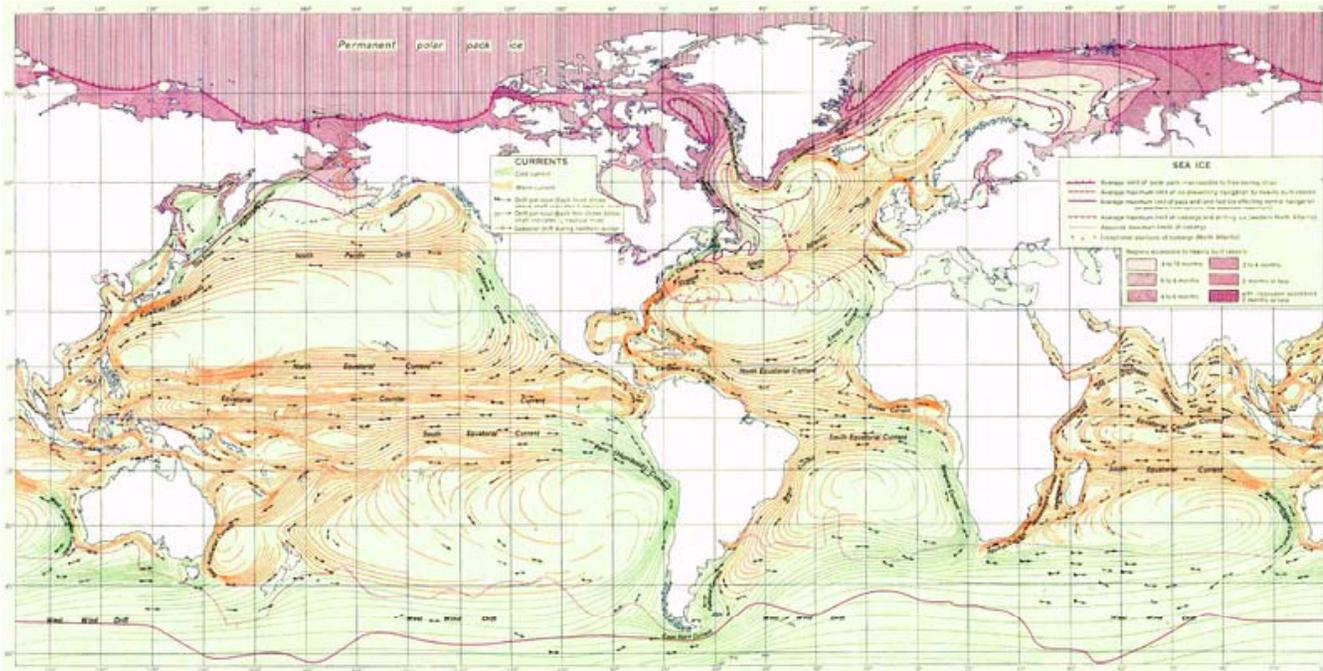
Las fracciones ligeras del hidrocarburo se evaporan, mientras que las pesadas permanecen sobre la superficie. Otra parte pasa a la columna de agua y llega a depositarse en el fondo marino quedando expuesto al efecto de las bacterias degradadoras del petróleo.

Durante la temporada de nortes, es común que se presenten "surgencias" que es el desplazamiento de las masas de agua de fondo del mar por las de superficie.

En este proceso, la masa de agua que está en el fondo arrastra la basura, desechos y al chapopote que está enterrado y/o depositado en el lecho marino. Al pasar a la columna de agua las partículas quedan sujetas a la acción de las corrientes, mareas y a los vientos dominantes.

De acuerdo a lo expresado en el comportamiento de las corrientes marinas, el movimiento de las corrientes marinas en el área es **hacia el Suroeste**, por lo que cualquier elemento que se encuentre en la columna de agua o en la superficie marina invariablemente llegará **a las costas de los estados de Campeche y Tabasco**.

Este arribo de manchas de chapopote a las costas del Estado de Tabasco, no es un hecho aislado; por el contrario es un fenómeno que se presenta **periódicamente**.



•b) Lagos de asfalto:

Son chapopoterías asociadas a manantiales, en donde se observa claramente una película de aceite sobre el agua.

Este tipo de manifestaciones son muy conocidas desde tiempos muy remotos, por ejemplo: las que rodean al Mar Caspio, en la región de Baku (ex URSS), el lago de asfalto de Hit, en Irak.

En América existen lagos de asfalto en Trinidad Venezuela y México, sobre las regiones del Golfo y en el Istmo de Tehuantepec. Las exudaciones del petróleo son comunes en el fondo del mar en la plataforma continental del Golfo de México, yacimientos en la Sonda de Campeche (Cantarell).

Lago de asfalto en el estado de Sucre, al oriente de Venezuela- sigue siendo el más grande del mundo en reservas (estimadas en más de 75 millones de barriles) y extensión de 4 millones de metros cuadrados.





Este es uno de los lagos más raros e impresionantes de nuestro planeta. Se encuentra en la isla de Trinidad, situada cerca de la aldea de La Brea.

- **c) Escapes de gas:**

- Son más frecuentes que las **chapopoterías** debido a la **mayor fluidez del gas**, el cual migra más fácilmente por conductos pequeños de sitios más distantes y en cualquier tipo de roca.
- Por ejemplo cerca de Puerto Ángel, Oaxaca, se observan emanaciones de gas en rocas metamórficas y no se conoce todavía su origen.
- **En climas áridos pueden pasar desapercibidas si las emanaciones son de poca magnitud y no contiene agua.**
- **En climas húmedos** afloran, generalmente por medio de burbujas. La presencia de gas es notorio por su olor a gasolina, ruido y en ocasiones flama.
- En el fondo de mar se pueden detectar con aparatos especiales llamados “sniffers”, los cuales son arrastrados cerca fondo marino.



FOTOGRAFIA TOMADA EN 1999 POR ING. HUGO PEÑA R.

- **d) Volcanes de lodo:**

- Son **indicios asociados con acumulaciones de gas** en el subsuelo, se forman por diapirismo de arcilla inyectada por el gas a alta presión.
- Su presencia es indicativa de un yacimiento de gas, localizado debajo de estos volcanes y no siempre es indicativo de yacimientos económicamente explotables.
- A este tipo de volcanes **se le llama vulcanismo sedimentario**, y sus conos se presentan agrupados, con conos y cráter adventicios.

La altura de sus conos varían de unos pocos metros hasta 400 m (Baku, Rusia), de ellas emana gas metano y gas carbónico.





Se estima que de 700 volcanes de lodo existentes en la Tierra, unos 300 están en Gobustan, en Azerbaiyán y el Mar Caspio.

En el 2001, uno de estos volcanes a 15 kilómetros de Bakú, hizo noticia al comenzar repentinamente a expulsar llamas con 15 metros de altura.

Manifestaciones directas

Son producidas por la aparición en los afloramientos de los mismos hidrocarburos.

1) Activas o vivas

2) Muertas o fósiles

Manifestaciones indirectas

son las manifestaciones en la superficie de los hidrocarburos, sin que ellos sean visibles.

a) Acido sulfúrico

b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento

c) Formación de Algaritas

d) Procedimientos de prospección geomicrobiológica

e) La presencia de rocas –madre.

Manifestaciones directas:

2) Fósiles o muertas

- **Son todas las trazas de hidrocarburos fijos en las rocas,** generalmente se encuentran **hidrocarburos sólidos** y rara vez líquidos.
- Los hidrocarburos sólidos: **asfaltos, betún o breas,** se impregnan en las arenas y rellenan fisuras o espacios entre estratos.
- Los líquidos se presentan en las cavidades de las rocas calcáreas, geodas y restos fósiles.
- Se dividen:
 - » **a) Arenas asfálticas**
 - » **b) Aceite muerto**

- **a) Arenas bituminosas:**

arenas de alquitrán, arenas aceiteras o, simplemente, arenas de petróleo.

Son yacimientos fósiles en rocas sedimentarias que al aflorar, conservan la fracción más pesada del aceite. Ejemplo arenas bituminosas de Athabasca, en Alberta, Canadá, las cuales constituyen las reservas no explotadas más grandes del mundo (165 mil millones de barriles). Para explorar el 50% aproximadamente es necesario técnicas como: inyección de vapor a alta presión y temperatura.



b) Aceite muerto:

Es un compuesto sólido de color café oscuro o negro, se conoce de distintas maneras: grahamita, albertita, gilsonita, etc., los cuales varían ligeramente en su composición.

Este aceite es la fracción más pesada del petróleo, mismo que quedo atrapado durante la migración en los huecos y fracturas de las rocas o fósiles y posteriormente fue oxidado. La existencia de éste no indica precisamente las existencia de yacimientos explotables

Manifestaciones directas

Son producidas por la aparición en los afloramientos de los mismos hidrocarburos.

1) Activas o vivas

2) Muertas o fósiles

Manifestaciones indirectas

son las manifestaciones en la superficie de los hidrocarburos, sin que ellos sean visibles.

a) Acido sulfúrico

b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento

c) Formación de Algaritas

d) Procedimientos de prospección geomicrobiológica

e) La presencia de rocas –madre.

Manifestaciones Indirectas

- Estas manifestaciones no son de hidrocarburos y su reconocimiento e interpretación correcta es delicada y riesgosa, ejemplos como:
- **a) Acido sulfúrico (H_2SO_4):**
Asociado al petróleo y su aparición en superficie como ácido sulfúrico, aguas sulfurosas y azufre, puede indicar la presencia de una acumulación de petróleo.
Pero la reducción de sulfatos con formación de ácido sulfhídrico (H_2S), puede producirse en materia orgánica diferente a la del petróleo (lignito, esquistos bituminosos, etc).
- **b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento.**
- De color blanco en superficie y marrón a profundidad que contiene minerales sulfurosos y aragoníticos, producidos por la acción de ciertas bacterias sobre los hidrocarburos gaseosos.

- **c) Formación de Algaritas:**

Sustancias orgánicas amarillentas, de aspecto córneo que se encuentran fácilmente sobre los volcanes de lodo, esta sustancia es debido a la acción bacteriana sobre parafinas y gases de hidrocarburos.

- **d) Procedimientos de prospección geomicrobiológica:**

Que buscan zonas ricas en bacterias vivientes en los hidrocarburos y su relación con los yacimientos.

La biorremediación es la adición de materiales a ambientes contaminados para producir una aceleración del proceso natural de biodegradación¹.



¹ Biodegradación: se refiere al proceso natural mediante el cual bacterias u otros microorganismos alteran y convierten moléculas orgánicas en otras sustancias, como ácidos grasos y CO₂.

Biosurfucantes producidos por bacterias:

Microorganism	Biosurfactant
<i>Arthrobacter</i> RAG-1	hetropolisacáridos
<i>Arthrobacter</i> MIS38	lipopéptidos
<i>Arthrobacter</i> sp.	trehalosa, sacarosa y fructosa lípidos
<i>Bacillus licheniformis</i> JF-2	lipopéptidos
<i>Bacillus licheniformis</i> 86	lipopéptidos

<i>Bacillus subtilis</i>	surfactina
<i>Bacillus pumilus</i> A1	surfactina
<i>Bacillus</i> sp. AB-2	ramnolípidos
<i>Bacillus</i> sp. C 14	hidrocarbano-lípido-proteína
<i>Candida antarctica</i>	manosilertritol lípidos
<i>Candida bombicola</i>	soporolípidos
<i>Candida tropicalis</i>	Manan-ácido graso
<i>Candida lipolytica</i> Y-917	sophorolípidos

Biosurfucantes: son moléculas biológicas con propiedades capaces de romper la tensión superficial que facilitan la eliminación de las partículas de la suciedad de las superficies sólidas, presentan moléculas con segmentos liposolubles (soluble en aceite) y otro hidrosolubles (solubles en agua).

e) La presencia de rocas –madre:

En terrenos sedimentarios ricos en materia orgánica o en pirita, que indican un medio reductor y puede ser considerado como indicio indirecto.

D E F I N I C I Ó N



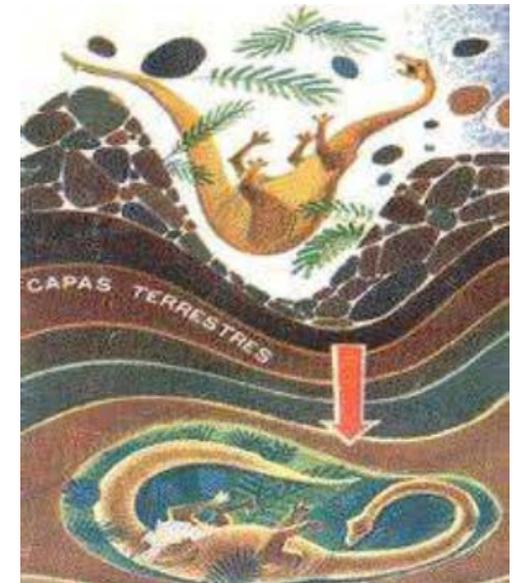
Cualquier tipo de roca que contenga materia orgánica.



Esta materia orgánica esta acumulada, preservada y madurada.



El 65% de las rocas madres están constituidas por lutitas



Resumen

•La presencia de hidrocarburos en la superficie se puede clasificar por dos tipos de manifestaciones:

Manifestaciones directas

1) Activas o vivas

2) Muertas o fósiles

Manifestaciones indirectas

a) Acido sulfúrico

b) Formaciones superficiales de yeso pulverulento

c) Formación de Algaritas

d) Procedimientos de prospección geomicrobiológica

e) La presencia de rocas –madre.