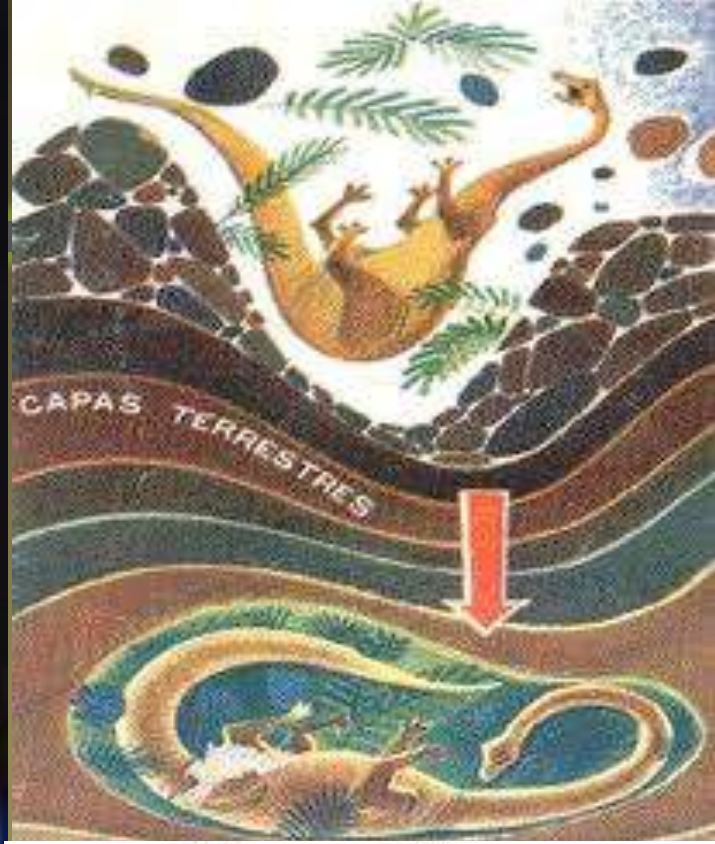
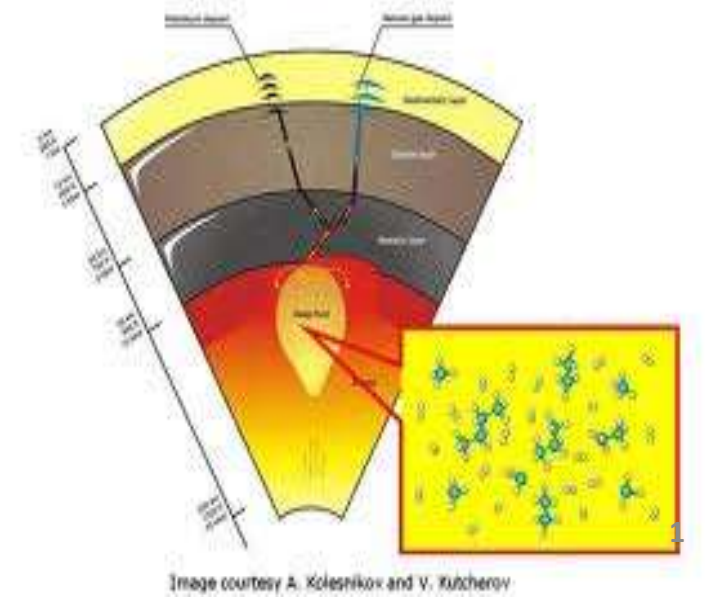
TEMA 2: ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS. ROCA MADRE





PROF. VICTORIA MOUSALLI

OBJETIVOS

- ✓Comprender los fundamentos de las teorías orgánicas e inorgánicas del origen del petróleo.

- ✓Reconocer la Roca Madre como primer componente del sistema petrolero, evaluando su calidad, cantidad y su madurez termal a través de distintas pruebas geoquímicas.

CONTENIDO

- ✓TEORIAS DEL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS
  - ✓TEORIAS INORGÁNICAS
  - ✓TEORIAS ORGÁNICAS
- ✓ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA
- ✓CONVERSIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO.
- ✓ROCA MADRE. TIPOS DE ROCA MADRE
- ✓EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

TEORIAS DEL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

TEORIAS INORGÁNICAS (ABIOGÉNICAS)

Fundamentos de esta hipótesis

Formación de petróleo a partir de depósitos de carbón profundos, que datan de la edad de la tierra

1)Teoría de Carburo:

Los carburos de Ca y Fe en presencia de agua caliente a grandes profundidades, forman los H.C.

2)Teoría a base de CO_3Ca, SO_4Ca, y agua caliente:

Abundancia de estos compuestos en la naturaleza mas agua caliente originan componentes del petróleo

TEORIAS DEL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

TEORIAS ORGÁNICAS

1)Teoría Vegetal

A partir de algas y vegetales marinas y terrestres, que se transforman a altas presiones y temperaturas (soterramiento)

2)Teoría de Carbón:

A través de la destilación de carbón lignítico y bituminoso se pueden obtener H.C parecidos al petróleo.

3)Teoría de Engler (1911):

Describe la transformación de M.O. en tres etapas

TEORIAS DEL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

TEORIA DE ENGLER (1911)

I ETAPA:

Depósitos de origen vegetal y animal acumulados en el fondo marino. Acción de bacterias, se preservan los constituyentes tipo cera, y grasas

II ETAPA:

A altas T y P se desprende CO_2, quedando un residuo bituminoso, y posteriormente se origina un crackeo ligero con formación de oleofinas

III ETAPA:

Los componentes no saturados en presencia de catalizadores, dan origen a H.C. tipo Nafténico y Parafínico.

TEORIAS DEL ORIGEN DE LOS HIDROCARBUROS

El petróleo se habría originado por la depositación de minúsculos animales y sustancias vegetales que se fueron acumulando en el fondo lacustre y marino.

Ante el paso del tiempo la materia orgánica se descompone y va quedando en profundidad por los sedimentos que la van cubriendo

Los factores de presión, temperatura y procesos químicos y físicos, ayudados por la carencia de oxígeno, posibilitaron la formación de petróleo líquido y del gas.

ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

CONDICIONES PARA LA ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

- **Abundancia de materia orgánica.**
- **Aporte de materia orgánica a los sedimentos.**
- **Ambientes sedimentarios de baja energía en el cual se pueda sedimentar la materia orgánica**
- **Alto potencial para la preservación de la materia orgánica.**

ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

FACTORES QUE AFECTAN LA ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

- **Degradación Bacteriana**
- **Excavación y removilización por fauna bentónica**
- **La materia orgánica en la columna de agua**

ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

LUGARES DE ACUMULACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

LAGOS

- Son de origen continental.
- Intervalos de tiempo geológico significativos.
- Condiciones anoxicas.
- Se da de dos formas: alóctonas y autóctona.

DELTAS

- Deltas constructivos dominados por acción fluvial.
- El aporte de M.O. se da de tres formas: Algas de agua dulce, Fitoplancton marino y bacterias, y la Vegetación de la llanura deltaica

CUENCAS MARINAS

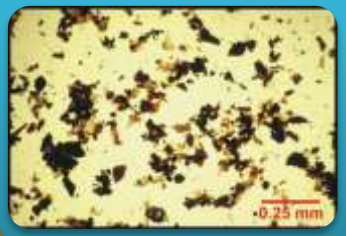
- Cuencas confinadas: estratificación de agua. Aporte de M.O. a partir de detritos vegetales aportados por ríos y por fitoplanton marino.
- Taludes Continentales: condiciones de anoxia, materia orgánica de plancton marino.
- Cuencas abiertas: profundidades de 100 a 1000 mts. Degradacion de M.O. Que cae desde la zona fótica

CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

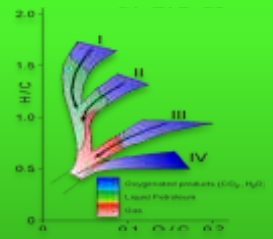
Degradación bioquímica	Policondensación e insolubilización	Cracking primario	Cracking secundario
• Acción bacteriana • Respiración aerobia. • Oxidación de M.O.	• Reordenamiento macromolecular y se da en dos etapas. • Resultado final sustancia insoluble en álcalis con estructura parecida al kerógeno	• Primera reacción de generación de H.C. regida por la ley de Arrhenius. • Se puede obtener petróleo o gas.	• Destrucción de la fracción inestable. • Se genera gas y residuos carbonosos.

CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

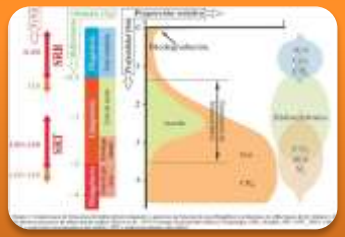
KERÓGENO



Fracción orgánica contenida en las rocas madres (sedimentarias) e insoluble en disolventes orgánicos

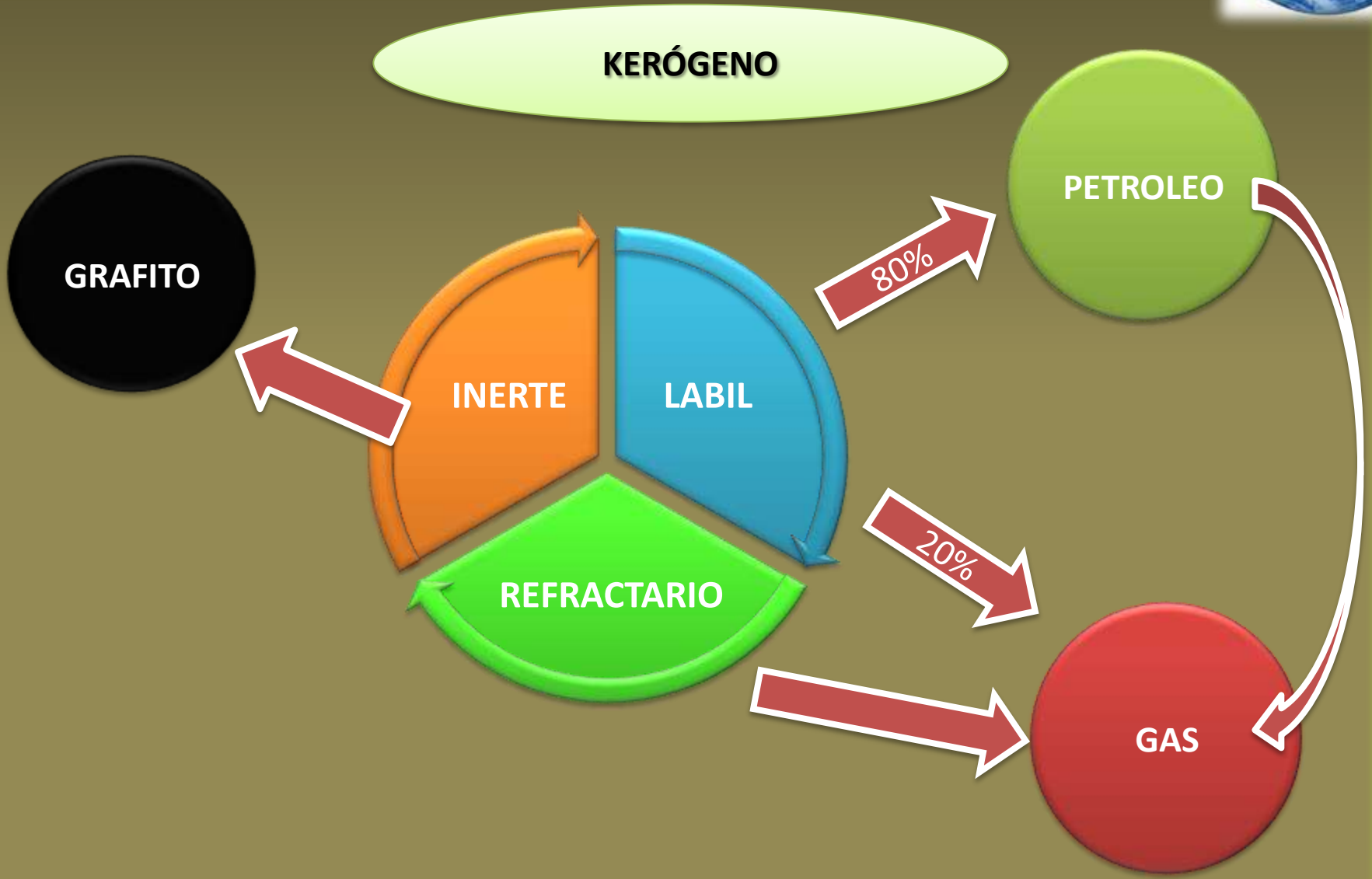


Para definir los 3 diferentes tipos de kerógeno se usa el Grafico de Van Krevelen, donde se toma en cuenta las relaciones H/C y C/O.



La rotura del kerógeno en petróleo se distinguen 4 etapas

CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO



CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

TIPOS DE KERÓGENO

KEROGENO TIPO I

- Tiende a producir crudos ricos en hidrocarburos saturados
- Derivado de materia orgánica algal. Lacustre o marina
- Contiene 10 % a 70 % lípidos
- Es el más productor de Petróleo

KEROGENO TIPO II

- Tiende a producir petróleos nafténicos y aromáticos y mas gas que el Tipo I
- Derivado de fuentes marinas
- Constituido por partículas amorfas derivados de la descomposición de fitoplancton, zooplancton y animales

CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

TIPOS DE KERÓGENO

KEROGENO TIPO III

- Tiende a producir principalmente gas y algunos petróleos parafínicos
- Derivado de restos de vegetación continental (madera, esporas, hojas, tejido de plantas)
- Formado principalmente por Vitrinita y algunas exinitas

KEROGENO TIPO IV

- Muy raro, casi no tiene capacidad para generar petróleo/gas
- Principalmente constituido por Inertita y algunos amorfos de descomposición de materia vegetal

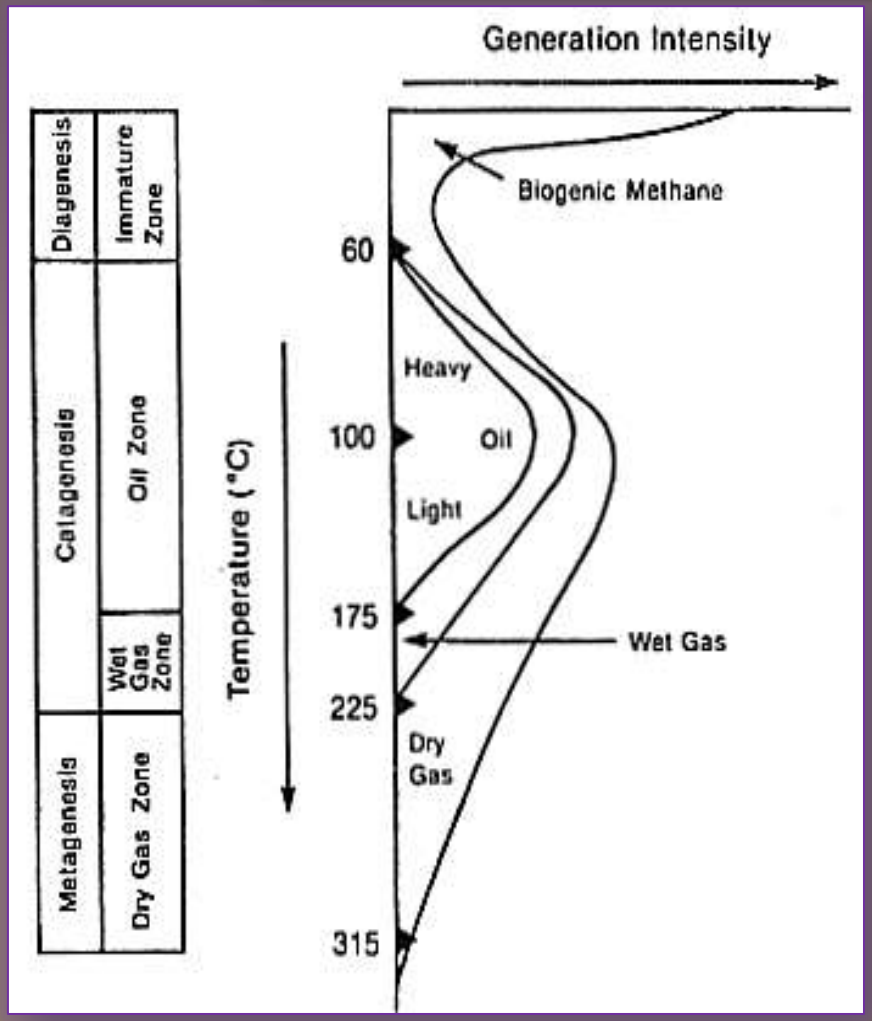
CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

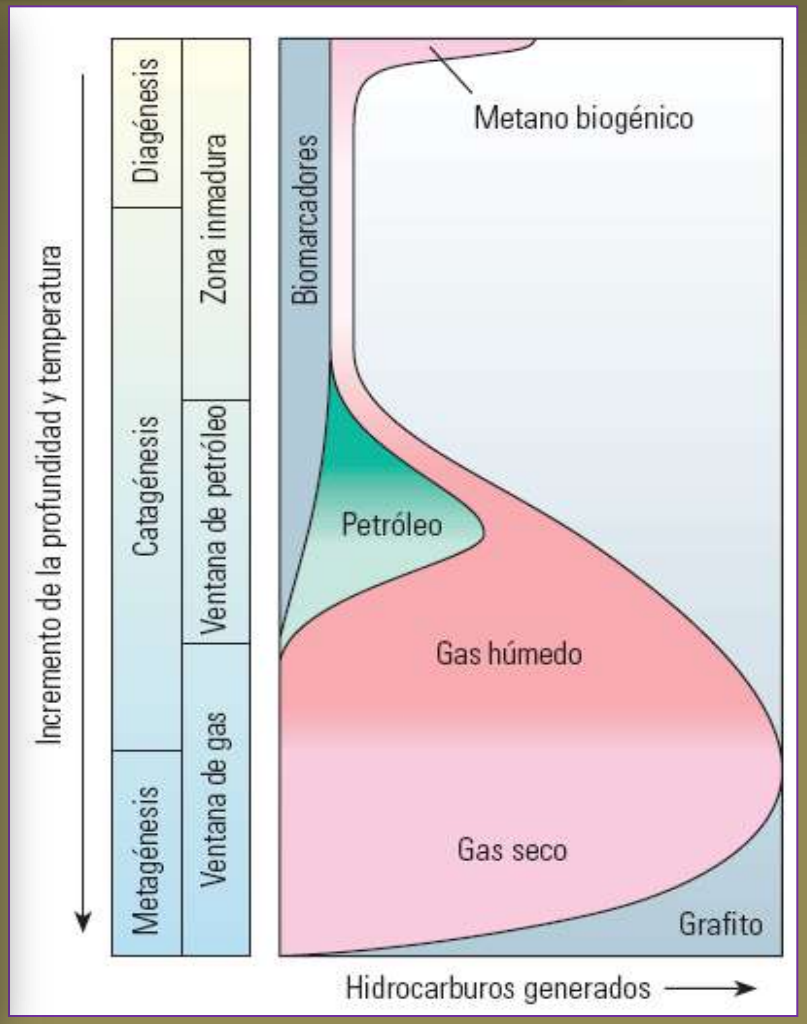
ETAPAS DE GENERACIÓN DE HIDROCARBURO

I ETAPA	II ETAPA	III ETAPA	IV ETAPA
• Estadio inmaduro. Corresponde a la diagénesis y precede a la generación de petróleo.	• Estadio de generación de petróleo y gas a partir del kerógeno lábil. Etapa de catagénesis.	• Estadio de generación de gas húmedo y gas condensado. Etapa de catagénesis.	• Estadio de generación de gas seco. Etapa de metagénesis. Producto principal el metano.

CONVERSIÓN DE MATERIA ORGÁNICA A PETRÓLEO

ETAPAS DE GENERACIÓN DE HIDROCARBURO





ROCA MADRE. TIPOS DE ROCA MADRE

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

ROCA MADRE. TIPOS DE ROCA MADRE

TIPOS DE ROCA MADRE

EFECTIVA

- Ha generado y expulsado hidrocarburo

POTENCIAL

- Podria generar y expulsar hidrocarburo si tuviese la madurez termal necesaria

POSIBLE

- Rica en materia orgánica de la cual no se tiene suficiente información

ROCA MADRE. TIPOS DE ROCA MADRE

TIPOS DE ROCA MADRE

ACTIVA

- Esta generando y expulsando petróleo en el momento critico del sistema petrolero

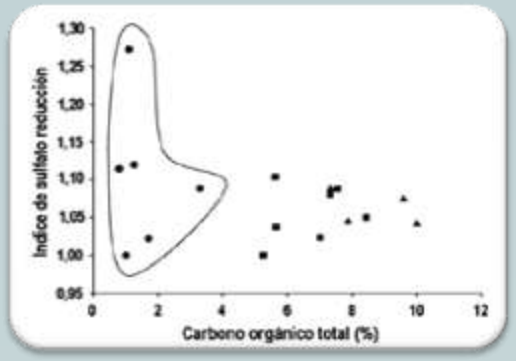
INACTIVA

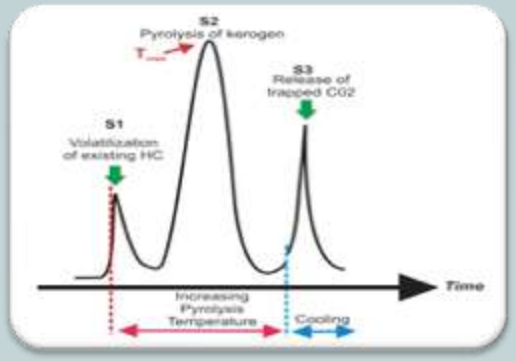
- Se ha detenido de generar y expulsar hidrocarburo, pero aun con potencial.

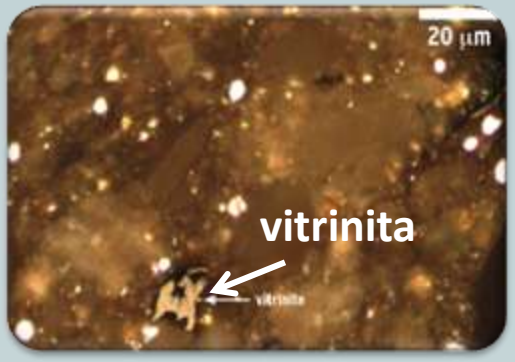
AGOTADA

- Esta en la etapa Post-Madura, es incapaz de generar petroleo, pero puede generar agua y gas seco.

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE







Cantidad: determinado a través del TOC, o Carbono Orgánico Total

Calidad: Se obtiene a través del análisis de Pirolisis Rock Eval, entre otros.

Madurez termal: Se usan los analisis de la Reflactancia de la vitrinita, índice de color de esporas, etc.

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

TOC

(Carbono Orgánico Total)

Es la medida del total de carbono contenido en la roca madre

Este parámetro solo sirve para saber el contenido de M.O

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

TIPO DE ROCA	VALOR TOC (%)
LUTITAS	0,8
ARCILLAS	2,2
LUTITAS CALCÁREAS	1,8
CARBONATOS	0,7

RIQUEZA	% TOC EN LUTITAS	% TOC EN CARBONATOS
POBRE	0 – 0,5	0 – 0,2
REGULAR	0,5 – 1,0	0,2 – 0,5
BUENO	1,0 – 2,0	0,5 – 1,0
MUY BUENO	2,5 – 5,0	1,0 – 2,0
EXCELENTE	> 5,0	> 2,0

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

ROCK - EVAL
(PIROLISIS)

Detección de componentes hidrogenados y oxigenados

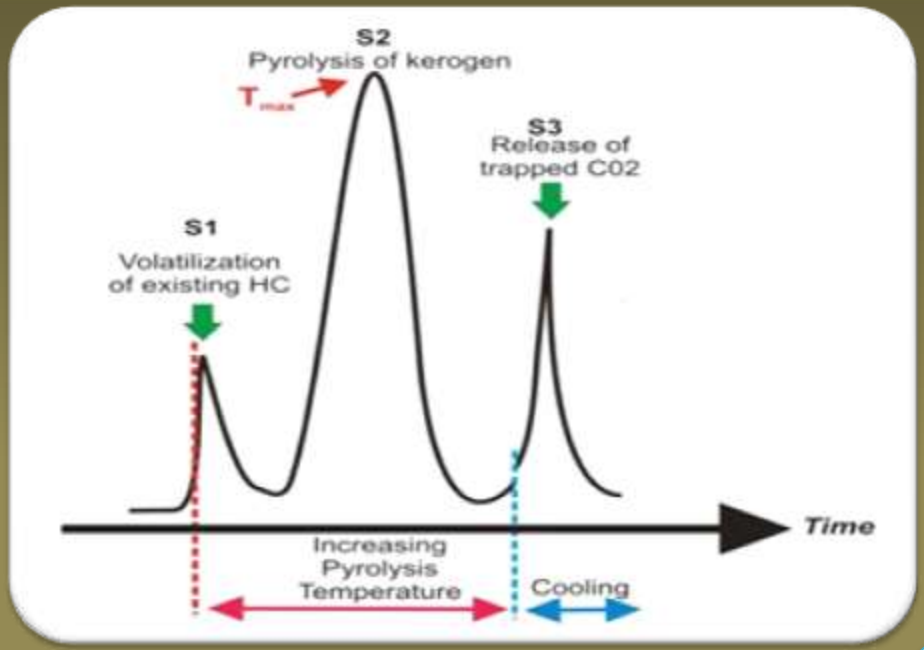
Se obtiene el tipo de kerógeno y el grado de maduración

S1: Hidrocarburos generados baja temperatura

S2: Rotura térmica del kerógeno (potencial de generación)

S3: Compuestos oxigenados volátiles

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE



Tipo de kerógeno

$$HI = S2 \times 100 / TOC$$

Nivel de madurez térmica

$$Madurez = S1/(S1+S2)$$

Potencial de generación

$$S2 = HI \times TOC$$

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

REFLACTANCIA DE LA VITRINITA

(Ro)

- **Indicador de la madurez termal de la roca madre**
- **Estudio de fragmentos de kerógeno bajo luz reflejada**
- **VR es incremental y unidireccional, se incrementa al incrementar T y Soterramiento**

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

Profundidad	Temp (ºC)	Zona de generación		Alteración termal	Ro
2000		Inmaduro		Amarillo	
	100	Madurez temprana	Petróleo		0,4
3000				Naranja	
		Pico madurez	Petróleo liviano		0,7
	150			Naranja	
4000		Madurez tardía	Gas húmedo	a	1,0
5000		Post madurez	Gas seco	Marrón	2,0
	200				

EVALUACIÓN DE LA ROCA MADRE

TABLA 2. TIPOS DE MACERALES, ORIGEN, SIGNIFICADO Y POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO.

Potencial de hidrocarburos	Petrografía orgánica (terminología)			Pirólisis Tipo de kerógeno (índice de H/O)	Origen (no implica ambiente deposicional)
Petróleo propenso (en menor proporción condensados o gas)	Liptinita / Exinita	Algal/ Material amorfo (sapropel) / Herbáceo	Amorfógeno / Firógeno	Tipo I / Tipo II	Acuático: Algas (de agua dulce o marinas) que por degradación bacteriana resultan en material amorfo. Material terrestre (esporas, polen, cutículas o resina) total o parcialmente degradado.
Condensados propenso / Gas propenso	Vitrinita	Leñoso	Hialógeno	Tipo III	Terrestre: Tejidos ligno-celulósicos poco alterados, en forma de partículas (fitoclastos) y material amorfo.
Inerte (carbón muerto)	Inertinita	Carbón	Melanógeno	Tipo IV	Terrestre: Tipo I Tejidos ligno-celulósicos alterados por oxidación en el suelo, por transporte, por fuegos forestales, etc.

Tomada de la revista Scielo (versión On-line ISSN 0718-7106) El sistema lacustre de la Formación Mollar en el depocentro triásico de Santa Clara (provincia de Mendoza, Argentina) por Luis A. Spalletti, Ana María Zavattieri

MUCHAS GRACIAS!!

"EL EXPERIMENTADOR QUE NO SABE LO QUE ESTÁ BUSCANDO NO COMPRENDERÁ LO QUE ENCUENTRA"

Claude Bernard (1813-1878)