Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organisation Latino-americaine d'Energie
Organização Latino-Americana de Energia

SISTEMAS PETROLEROS

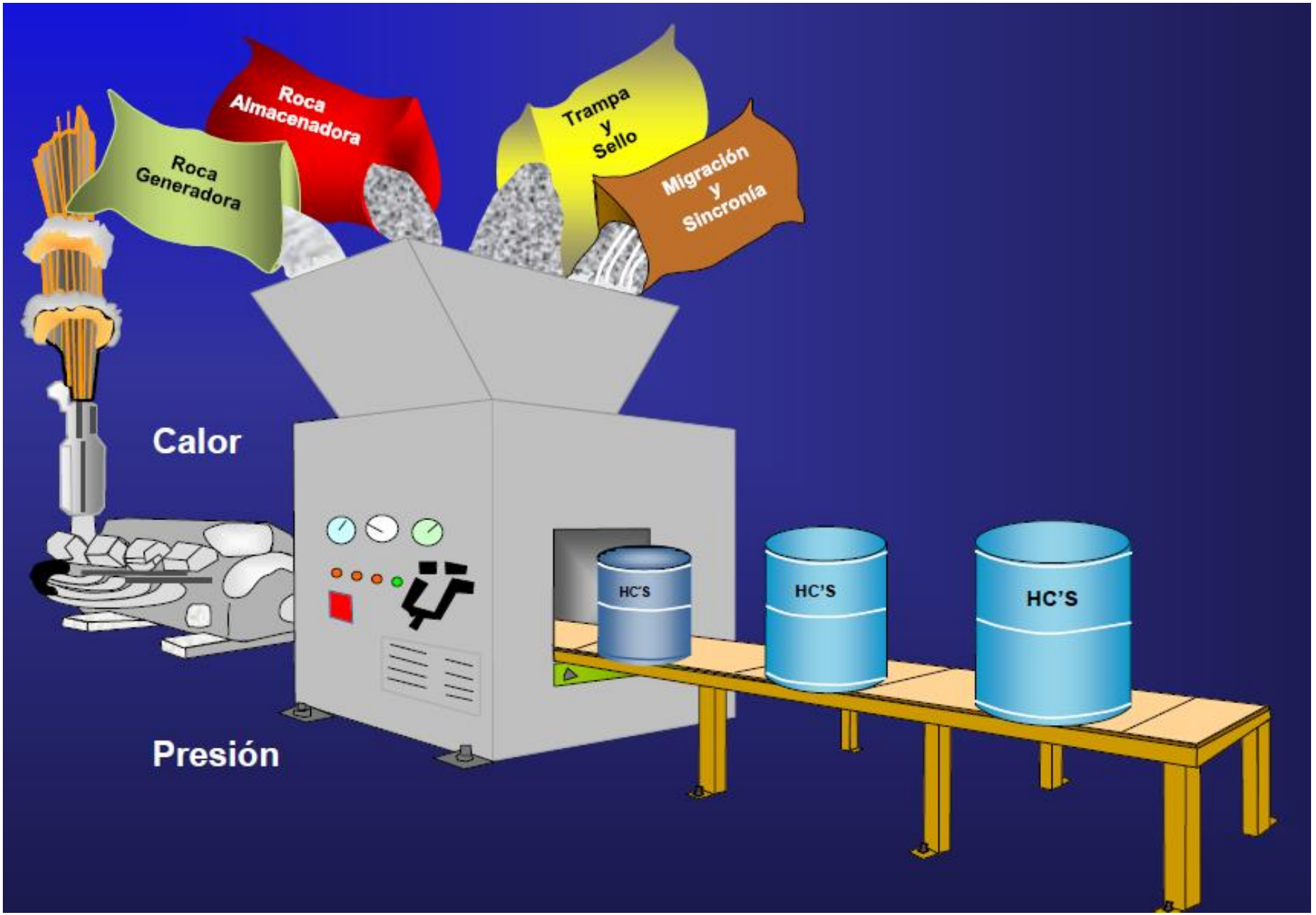
Oscar León
Consultor

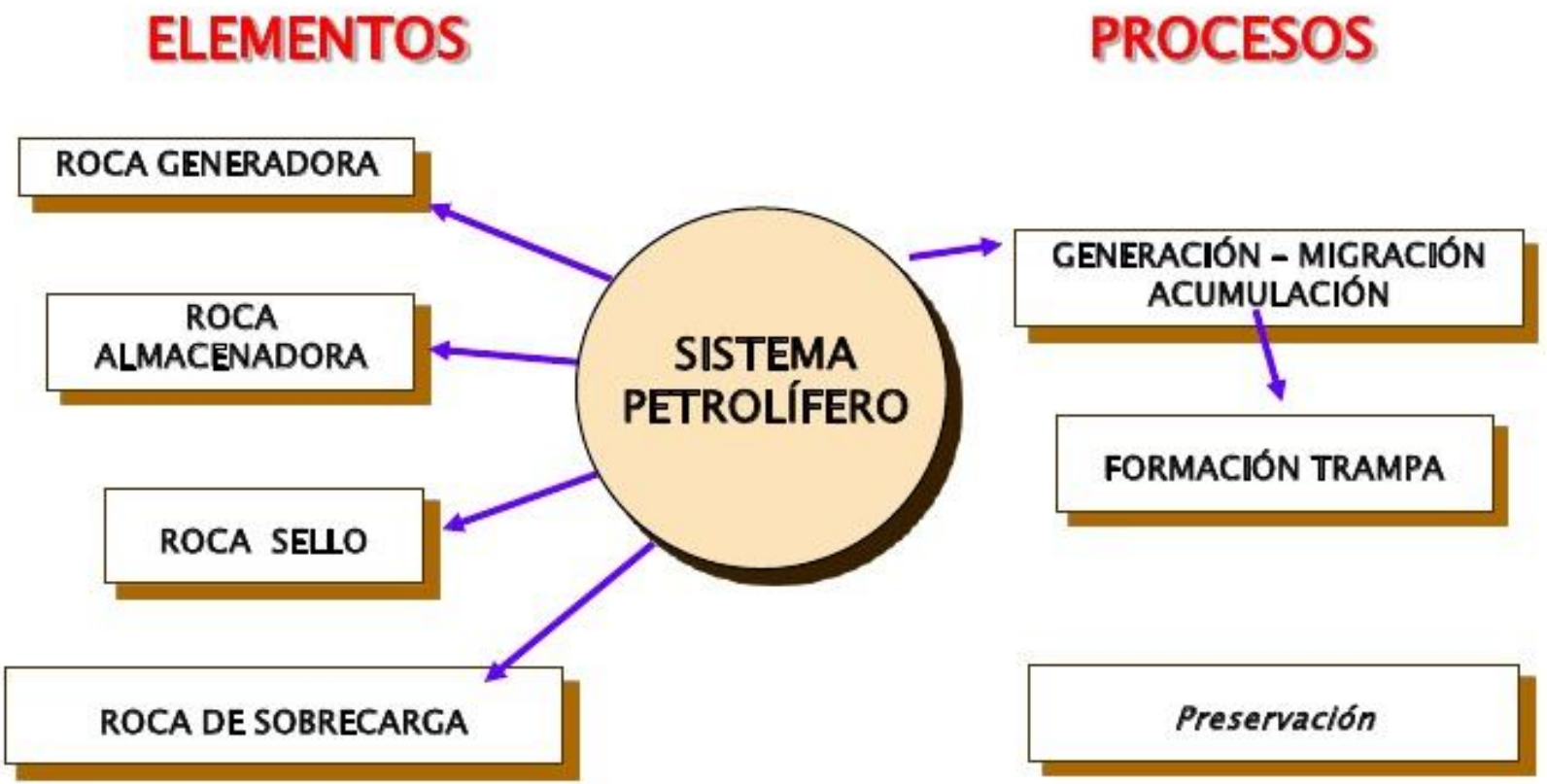
GEOLOGIA DEL PETROLEO: CARACTERISTICAS Y VALORACION DE LOS YACIMIENTOS HIDROCARBURIFEROS

16 – ABRIL - 2014

Santa Cruz, Bolivia

SISTEMA PETROLERO



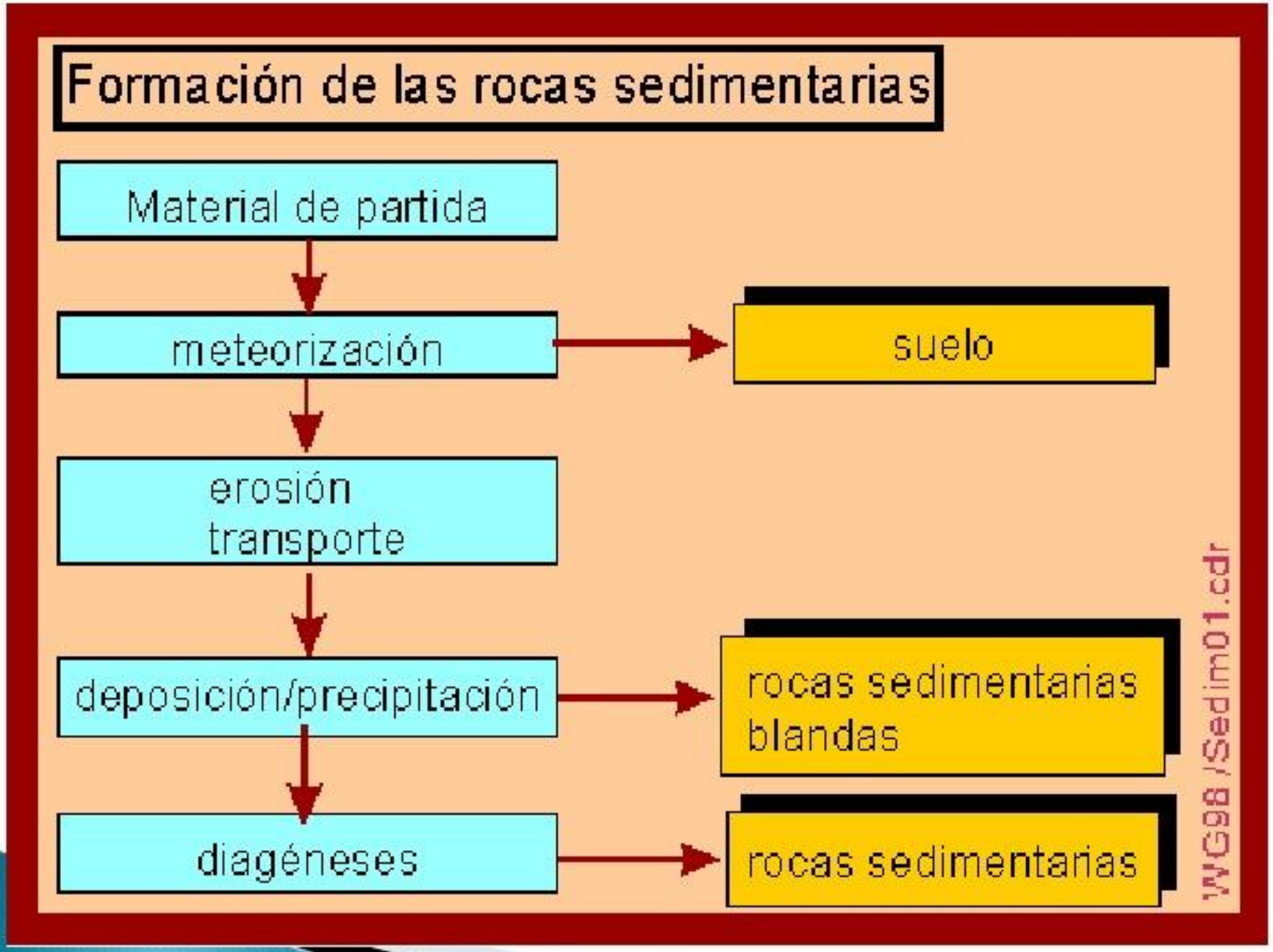

ELEMENTOS
PROCESOS
ROCA GENERADORA
ROCA ALMACENADORA
ROCA SELLO
ROCA DE SOBRECARGA
SISTEMA PETROLÍFERO
GENERACIÓN – MIGRACIÓN ACUMULACIÓN
FORMACIÓN TRAMPA
Preservación

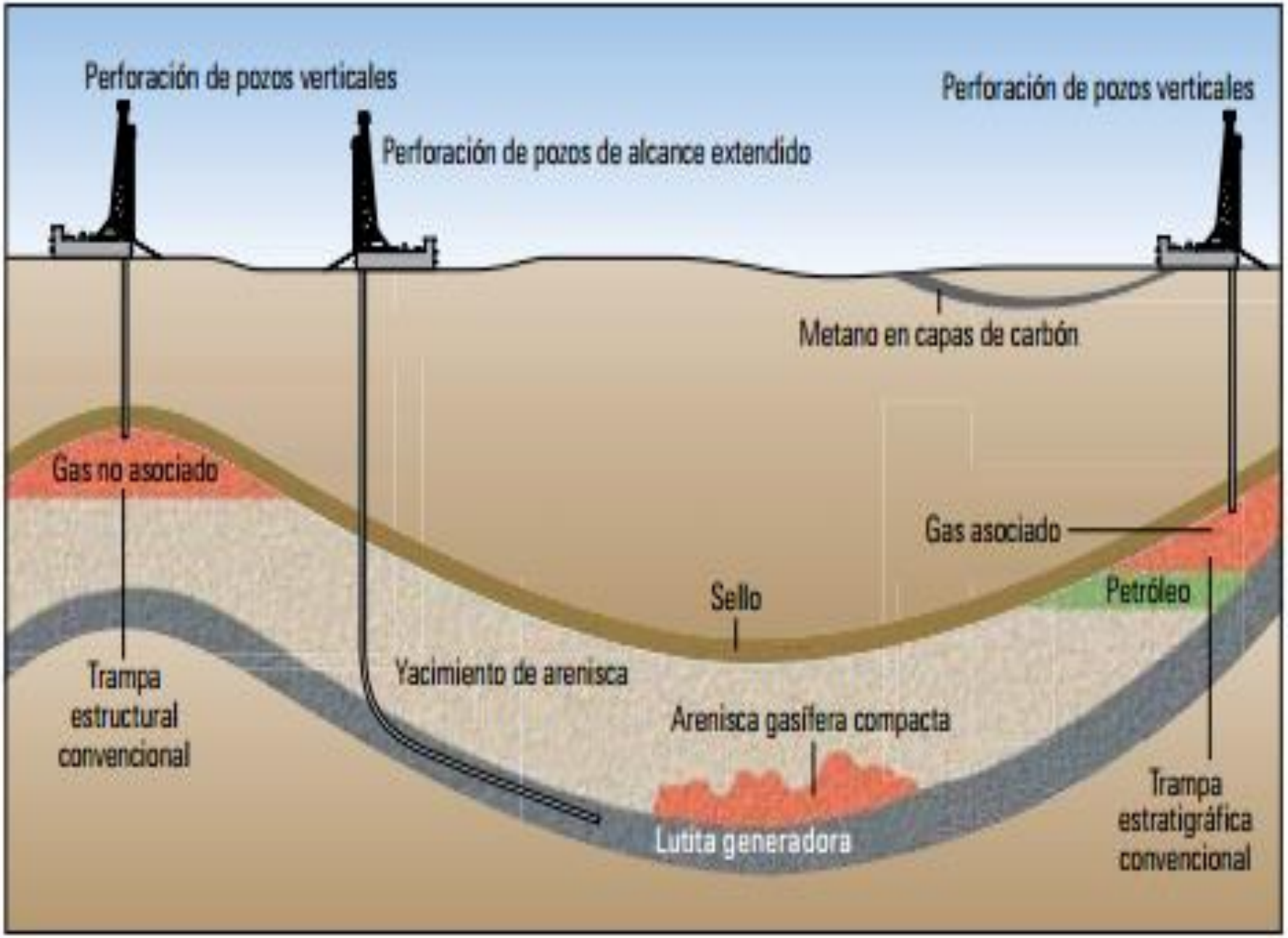
Tercer elemento

ROCA ALMACENADORA (Porosa)

Roca con poros o espacios (fracturas), en la pueda almacenarse el hidrocarburo.

Ejemplo: Areniscas, calizas fracturadas etc.


Formación de las rocas sedimentarias
Material de partida
meteorización
suelo
erosión
transporte
deposición/precipitación
rocas sedimentarias
blandas
diagéneses
rocas sedimentarias
WG98 /Sedim01.cdr


Perforación de pozos verticales
Perforación de pozos de alcance extendido
Perforación de pozos verticales
Metano en capas de carbón
Gas no asociado
Gas asociado
Petróleo
Sello
Yacimiento de arenisca
Trampa estructural convencional
Arenisca gasífera compacta
Lutita generadora
Trampa estratigráfica convencional

Roca Madre o Generadora

Una roca rica en contenido de materia orgánica que, si recibe calor en grado suficiente, generará petróleo o gas.

Las rocas generadoras típicas, normalmente lutitas o calizas, contienen aproximadamente un 1% de materia orgánica y al manos 0,5% de carbono orgánico total (COT), si bien una roca generadora rica podría contener hasta 10% de materia orgánica.

Las rocas de origen marino tienden a ser potencialmente petrolíferas, en tanto que las rocas generadoras terrestres (tales como el carbón) tienden a ser potencialmente gasíferas.

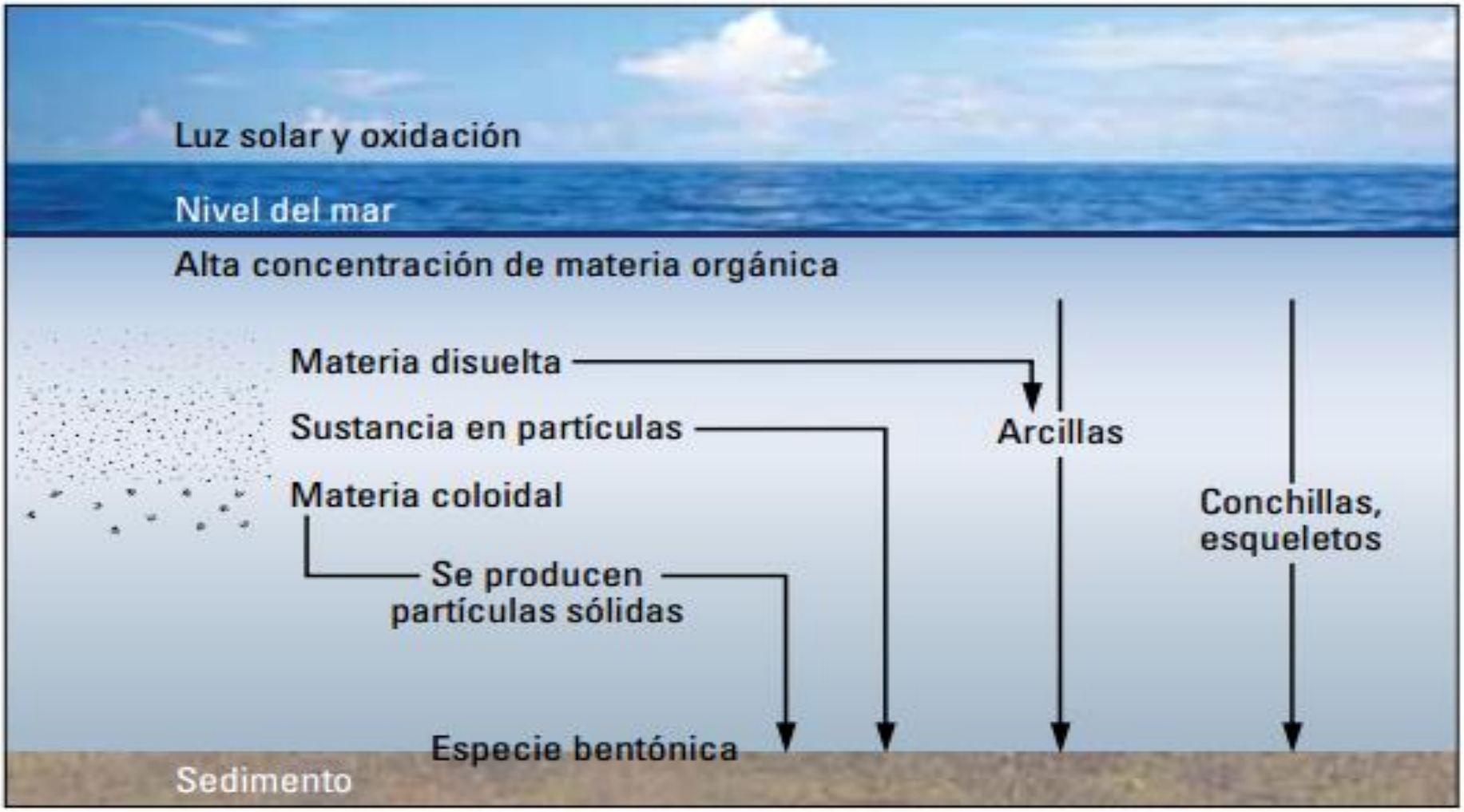
La preservación de la materia orgánica sin degradación es crucial para la formación de una buena roca generadora y resulta necesaria para que exista un sistema petrolero completo.

En las condiciones adecuadas, las rocas generadoras también pueden ser rocas yacimiento, como sucede en el caso de los yacimientos de gas de lutita.

Primer elemento

ROCA GENERADORA ó ROCA MADRE

Roca con alto contenido de materia orgánica que bajo condiciones adecuadas de presión y temperatura transforma su contenido orgánico en hidrocarburos.



^ La materia orgánica en la columna de agua. La materia orgánica en solución puede ser adsorbida en las partículas de arcilla que descienden lentamente a través del agua. La materia orgánica coloidal produce partículas sólidas antes de depositarse. Las sustancias en partículas sencillamente caen al fondo. (Modificado de Barker, referencia 8.)

KEROGENO

Es la materia orgánica (MO) diseminada en las rocas sedimentarias, insoluble en solventes orgánicos (p. ej. Cloroformo ($CHCl_3$), Tri ó Di-Clorometano (CH_2Cl_2).

La MO original en sedimentos recientes no es kerógeno, sino que éste se forma durante la diagénesis. Comienza a formarse en los sedimentos cuando los organismos mueren.

Está constituido de moléculas complejas formadas aleatoriamente por la recombinación de moléculas biogénicas.

Cada molécula de Kerógeno es única, químicamente distinta.

Es la MO más abundante en la Tierra.

Es la fuente del Petróleo y Gas

TIPOS DE KEROGENO

Prácticamente toda la materia orgánica puede ser clasificada en Sapropélica y húmica (Potonie 1908).

El término sapropélico se refiere al producto obtenido de la descomposición y polimerización de la materia algácea y herbácea principalmente, depositada en condiciones acuáticas con bajo contenido de oxígeno atmosférico.

La materia orgánica sapropélica genera principalmente aceite y tiene una relación H/C de 1.3 a 1.7

La palabra húmico se aplica al producto obtenido de la descomposición de plantas terrestres superiores, depositadas en medios terrígenos con abundante oxígeno atmosférico.

Los Kerógenos húmicos producen principalmente gas y tienen una relación H/C alrededor de 0.9, esta materia orgánica esta constituida por lignita.

TIPOS DE KEROGENO

Los Kerógenos sapropélicos y húmicos a su vez se dividen, dependiendo del análisis visual del Kerógeno en:
(Cernock y Bayliss, 1977; en Hunt, 1979)

Sapropélicos	Amorfo	Origen marino
	Algáceo	
	Herbáceo	
Húmicos	Maderáceo o leñoso	Origen terrestre
	Carbonoso o inerte	

La clasificación del Kerógeno proviene de:

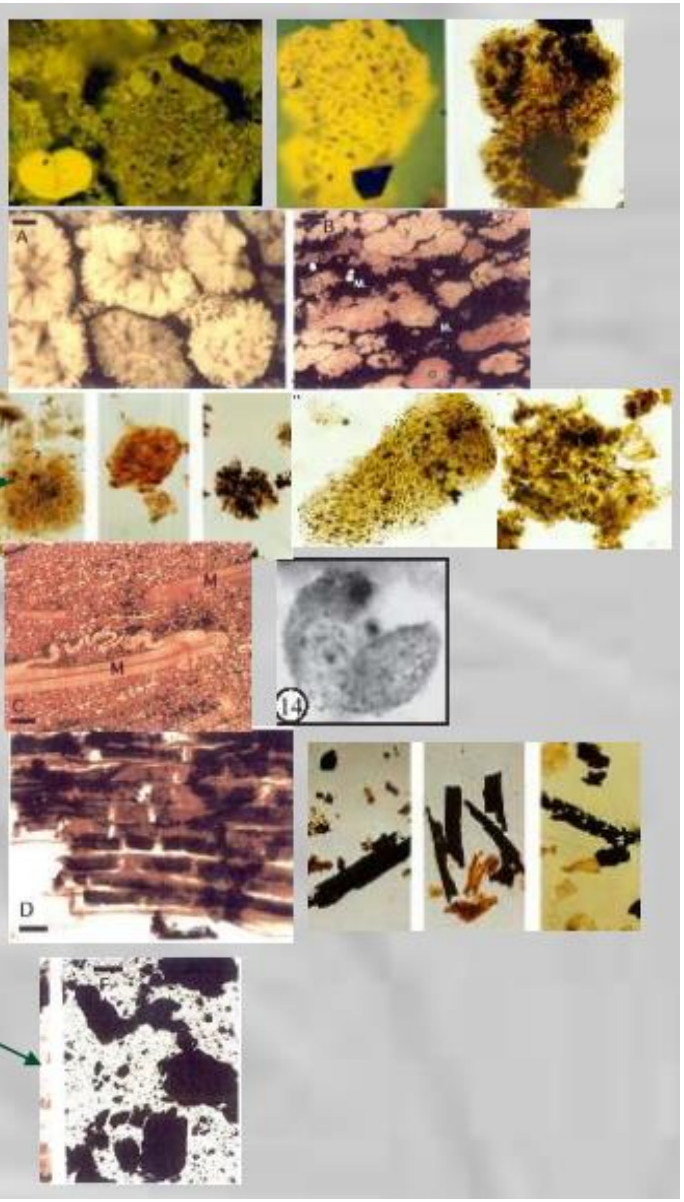
- Petrografía Orgánica.
- Palinología.
- Química.

Del tipo de Kerógeno dependerá:

Donde y cuando se generarán los HC's, si serán líquidos o gaseosos y… Su cantidad.

TIPOS DE KEROGENO

TIPO DE KERÓGENO (Cantidad de HCs; IH)	MACERAL DE KERÓGENO	ORIGEN	POTENCIAL GENERADOR
TIPO I (Alto; > 600)	ALGINITA	Algas	OIL
	AMORFO	Restos sin estructura de origen algal	
TIPO II (Moderado; 300- 600)		Material planctónico sin estructura y de origen marino	
	EXINITA	Piel de esporas y polen cutículas de hojas y plantas herbáceas	
TIPO III (Bajo; 50- 300)	VITRINITA	Restos leñosos y fibrosos y materia húmica coloidal sin estructura	Gas / Petróleo Gas
TIPO IV (Muy bajo; < 50	INERTINITA	Restos leñosos oxidados y reciclados	No generador



SPI= Índice de Potencial generador

- Indice de potencial generador (Source Potential Index)

$$SPI = \frac{h\,(\overline{S1 + S2})\,d}{1000}$$

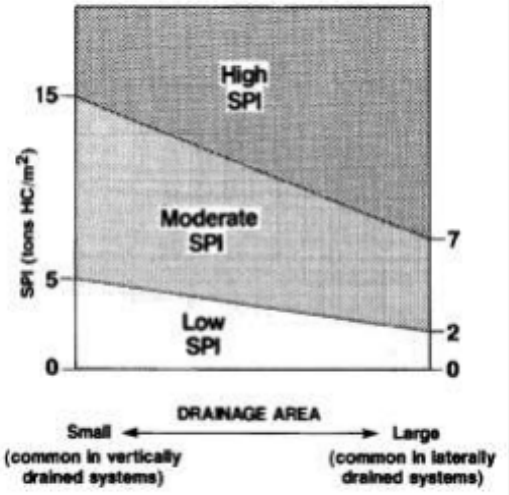
Donde:

h : Espesor de la Roca Madre (m)

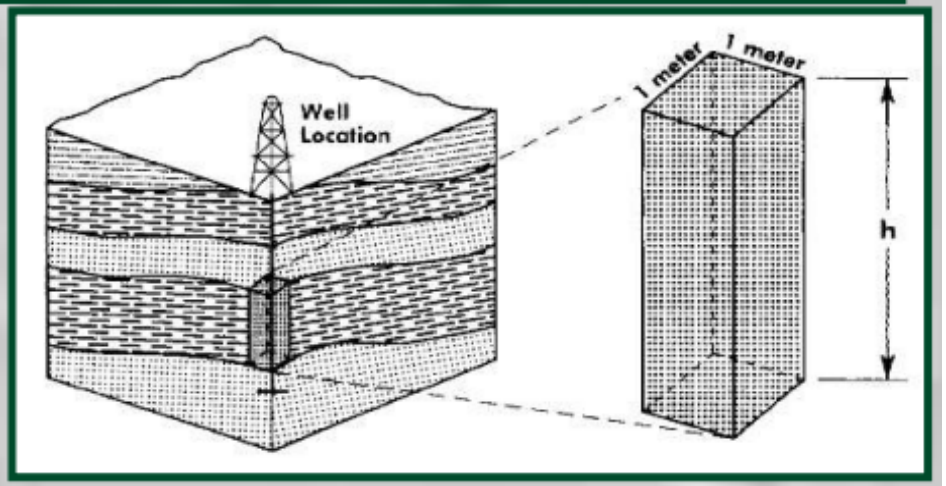
$\overline{S1 + S2}$: Potencial de generación promedio (kg de hidrocarburos/ ton)

d : Densidad de la roca madre (tons/ m^3)

Es la máxima cantidad de hidrocarburos que puede ser generada por una columna de roca madre por cada m^2 de área (en tons de hidrocarburos /m^2)



Demaison y Hizinga 1994



Sistema petrolero:

- El conjunto de elementos y procesos esenciales que relacionan genéticamente una porción de roca madre activa y acumulaciones de petróleo.

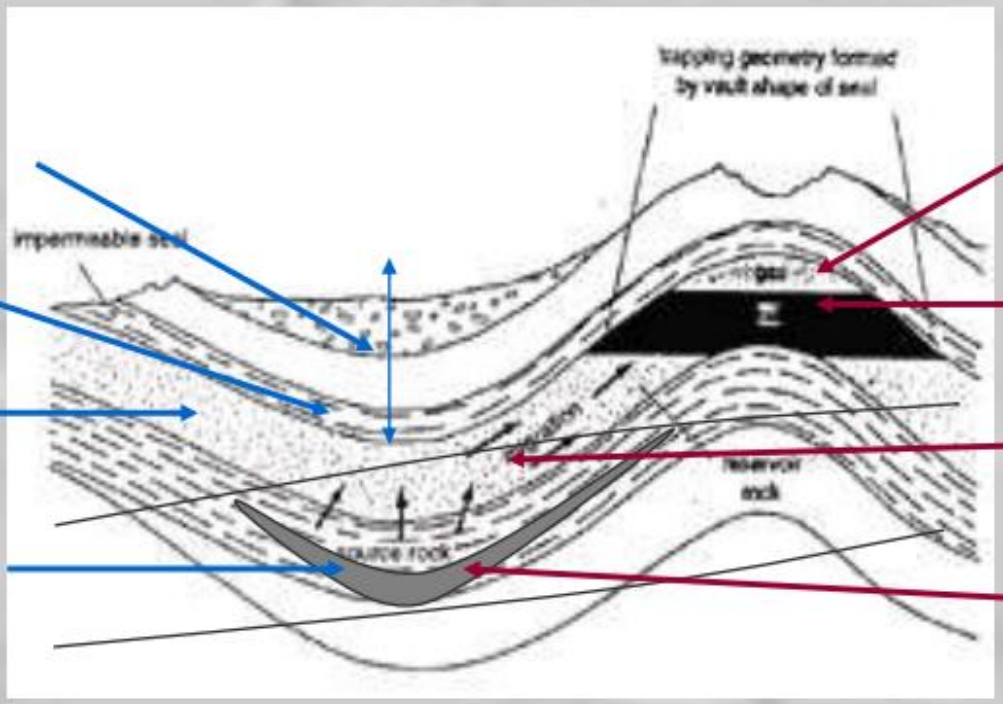
Elementos

Roca de sobrecarga

Roca sello

Roca reservorio

Roca madre activa



Procesos

Formación de trampa

Acumulación y preservación

Expulsión y migración

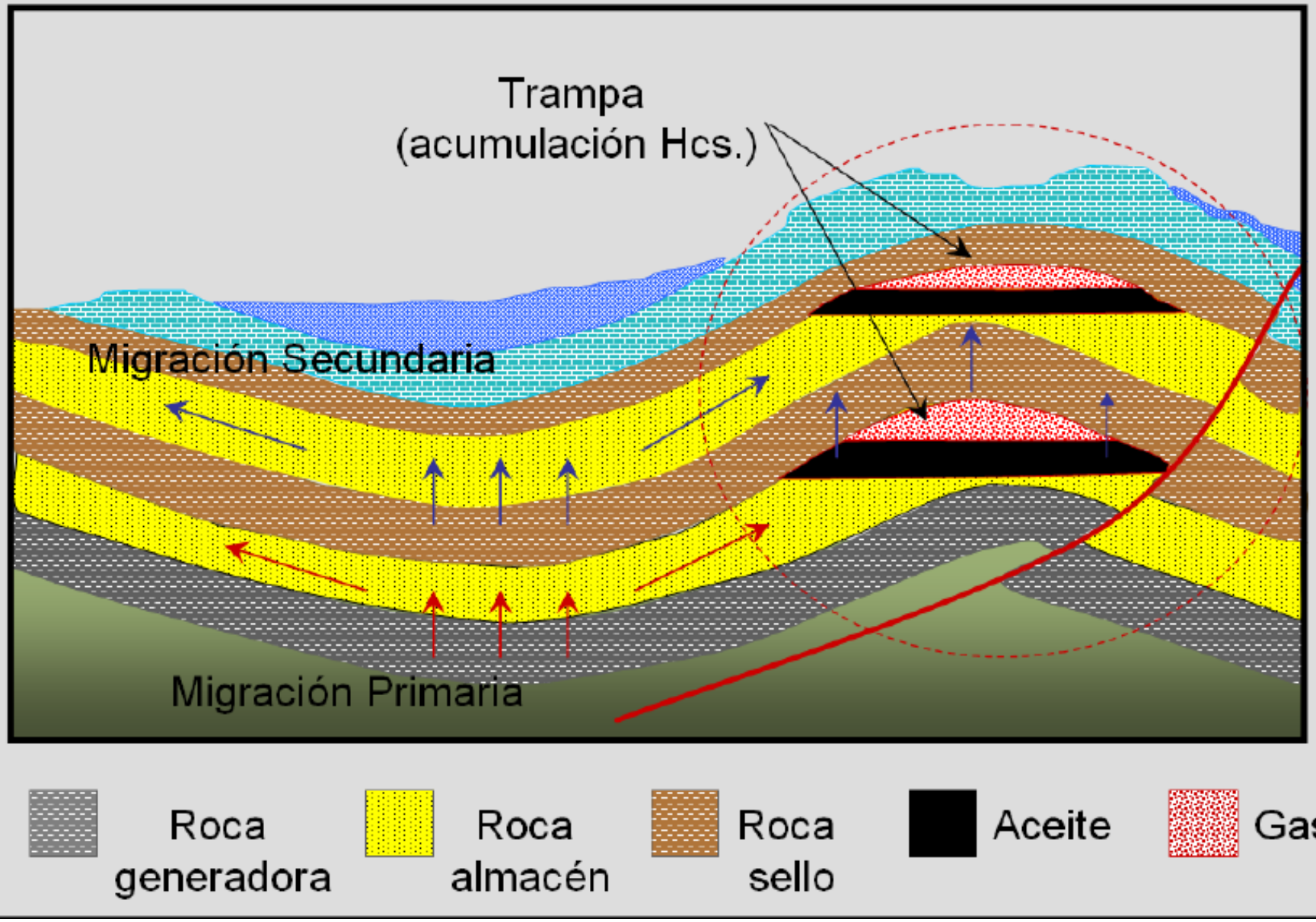
Generación de hidrocarburos

Shale como reservorio: Sistema petrolero no-convencional donde los elementos críticos, generadora, reservorio y sello, coinciden en la misma roca

SISTEMA PETROLERO

ELEMENTOS	REQUISITOS	CONDICIONES MINIMAS	PROCESOS
Roca Generadora	✓Cantidad RG ✓Calidad RG ✓Tipo RG ✓Madurez RG	• >0.5 Riqueza orgánica • >2000 ppm Hcs. potenciales • >IH 400 • 430-460 Tmax • Materia algácea-amorfa y herbácea	Generación Expulsión Migración Primaria
Roca Almacenadora	✓Calidad, tipo de la roca almacenadora ✓Porosidad buena a regular ✓Permeabilidad buena a alta	• >1 % de porosidad en carbonatos • >15 % de porosidad en terrígenos • Permeabilidad de 10 md	Acumulación Migración Secundaria
Roca Sello	✓Calidad, tipo de la roca sello: vertical y horizontal ✓Baja porosidad ✓Baja permeabilidad	• Composición arcillosa • Alta impermeabilidad • Presencia de sello capilar, lateral y vertical	Sellos laterales y verticales
Trampa	✓Trampas estructurales ✓Trampas estratigráficas ✓Trampas combinadas ✓Cierre estructural	• Cierre de la trampa mínimo por tres lados • Buena definición en la geometría de la Trampa • Área mínima de drene 0.7 km2	Formación Trampas Sincronia y Migración Preservación

SISTEMA PETROLERO



"MAQUINA NATURAL DE HACER PETROLEO"

El sistema petrolero es un sistema natural, que incluye todos los elementos y procesos geológicos esenciales para que un yacimiento de aceite y/o gas exista en la naturaleza.

El sistema petrolero se estudia como un modelo dinámico, donde intervienen varios elementos de entrada a la cuenca sedimentaria (sedimentos, materia orgánica), cuando y bajo que condiciones ocurre su transformación (diagénesis, catagénesis), y cuando y donde se genera el aceite y/o gas, que finalmente puede acumularse en una trampa petrolera.

SISTEMA PETROLERO (contin..)

"Los elementos clave que definen la existencia de un sistema petrolero son las rocas generadoras, almacenadora, sello, trampa y el sepultamiento necesario para la generación térmica de los hidrocarburos. Elementos que deben compartir las apropiadas relaciones espacio-temporales para permitir que los hidrocarburos se acumulen y se preserven".

(Guzmán, Holguín, 2001).

"Un sistema petrolero, está relacionado con una sola roca generadora y, por ende, está formado por una sola familia de aceites. Los aceites de cada familia tienen esencialmente las mismas características moleculares, aunque las propiedades físicas y químicas de los aceites de estas familias pueden variar".

(Guzmán, Castro, Roman, Medrano, Clara, Vazquez y Ziga; 2001)