

# **Exploración de Hidrocarburos en las Cuencas del *Offshore* de Uruguay: Investigación y Evaluación Técnica y Económica de Recursos de Hidrocarburos Convencionales y No Convencionales**

**PROYECTO ANII –  
FONDO SECTORIAL DE ENERGÍA  
PR\_FSE\_2009\_53**

# Contenido

- Introducción
- Módulo I
- Módulo II
- Módulo III
- Módulo IV
- Consideraciones finales

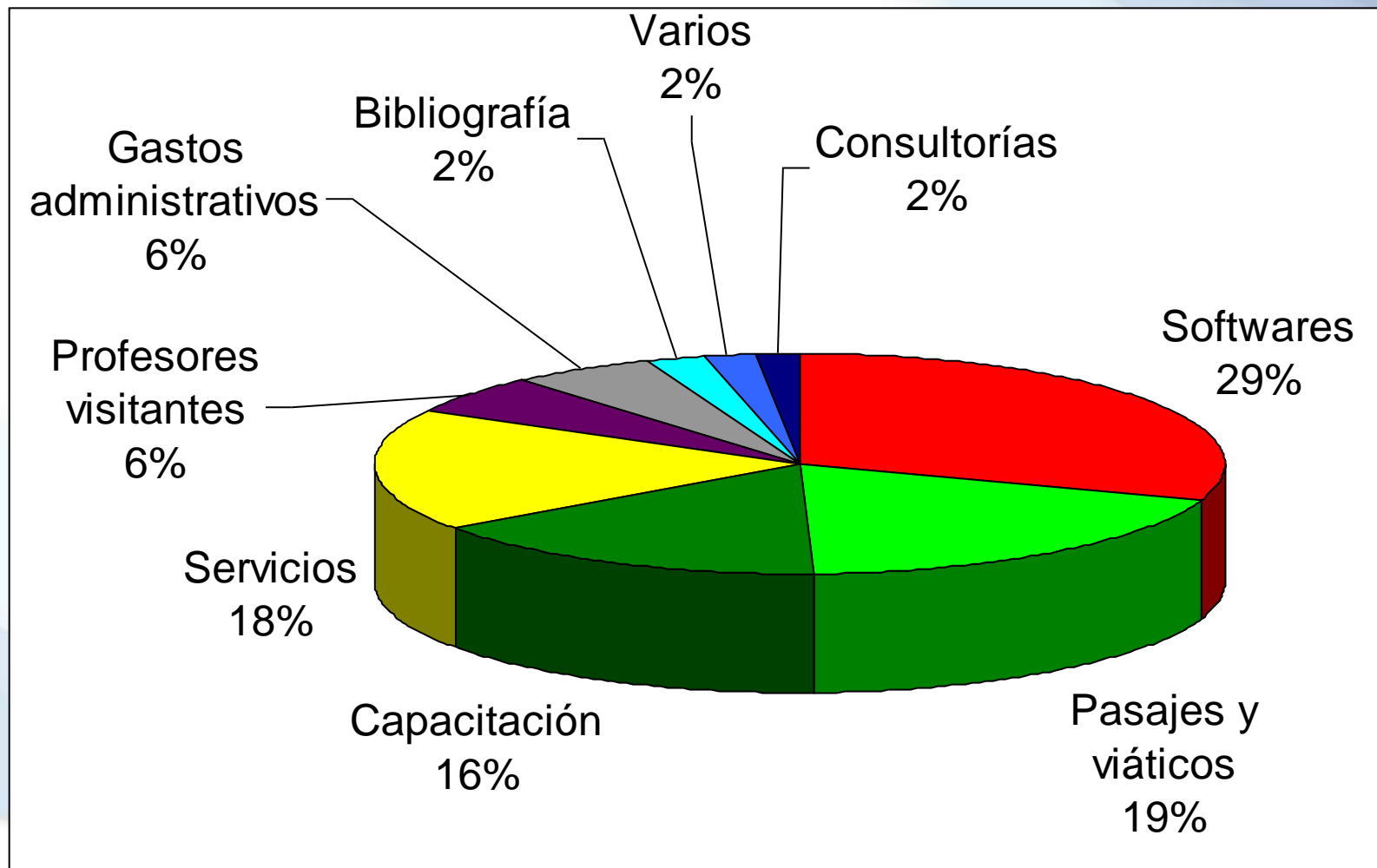
# Contenido

- **Introducción**
- Módulo I
- Módulo II
- Módulo III
- Módulo IV
- Consideraciones finales

# Objetivos generales

- Caracterización de la evolución tectónica y sedimentaria de las cuencas del *offshore* del Uruguay.
- Evaluación de prospectos de recursos convencionales y no convencionales del *offshore* desde el punto de vista de su factibilidad técnico-económica.
- Generación de nuevos conocimientos sobre la ocurrencia de los hidratos de gas en el *offshore* de Uruguay.
- Capacitación y especialización de recursos humanos.

# Aporte ANII: U\$S 99.884



# Contenido

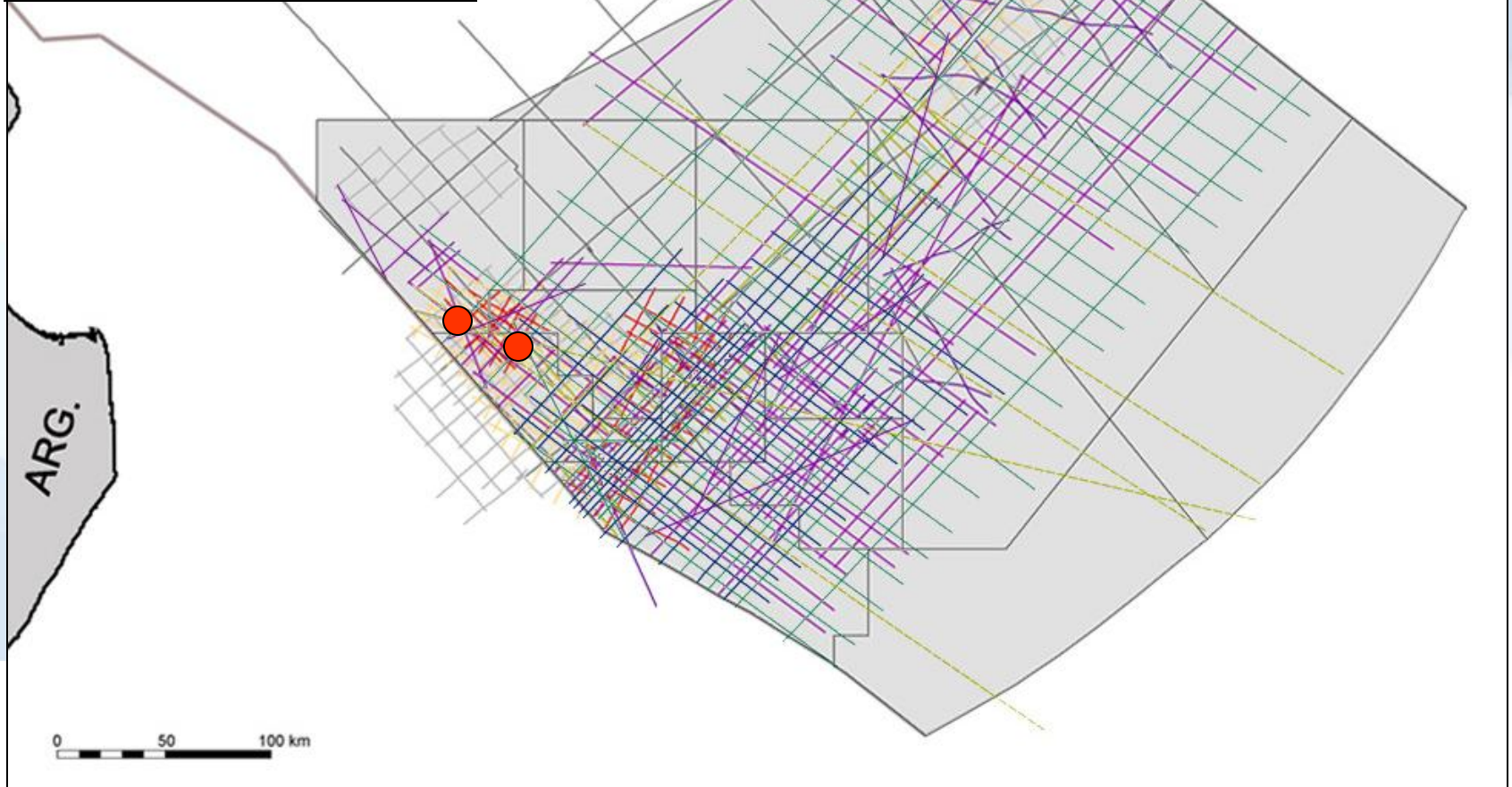
- Introducción
- **Módulo I**
- Módulo II
- Módulo III
- Módulo IV
- Consideraciones finales

# SÍSMICA 2D Y POZOS



AN

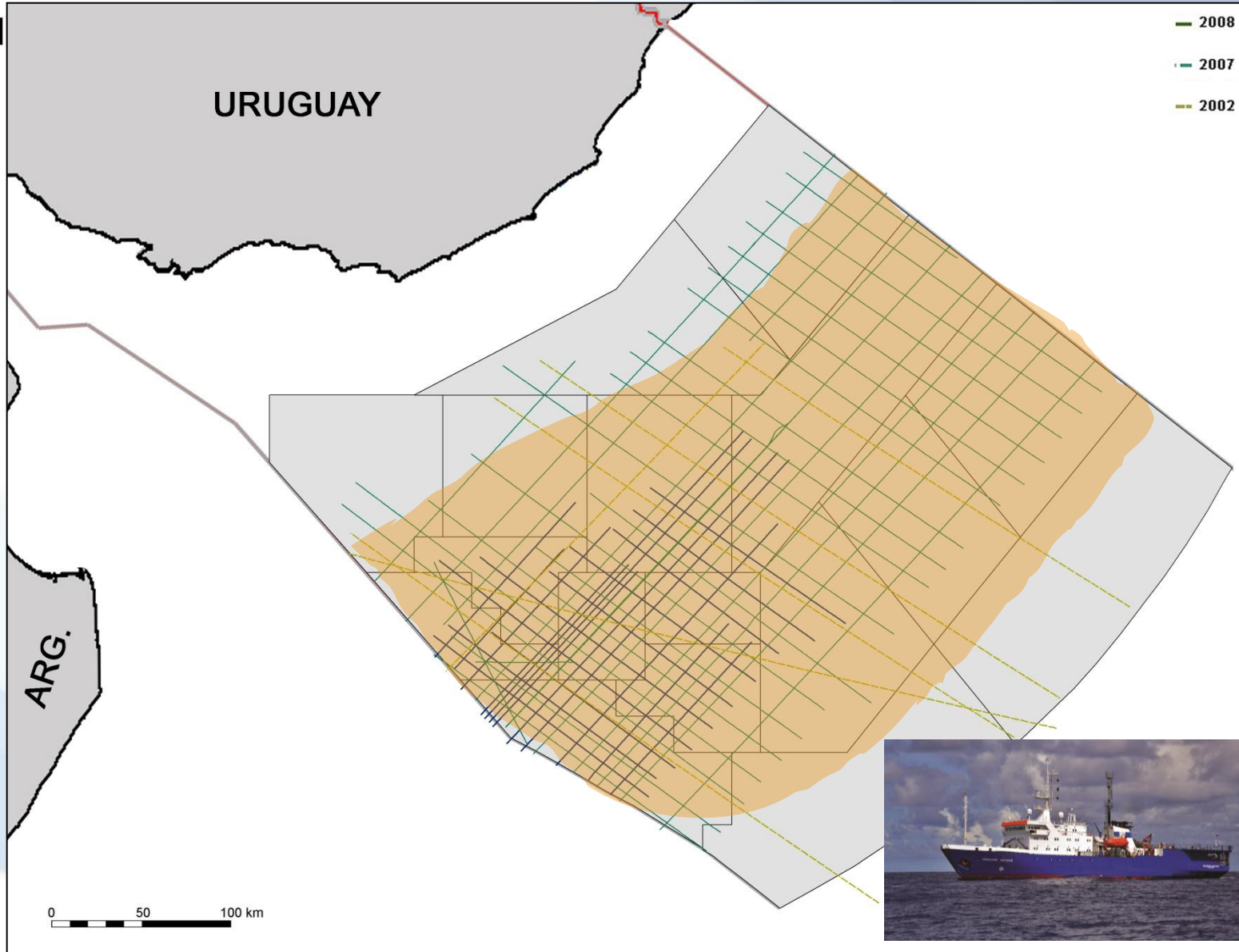
AP



ARG.

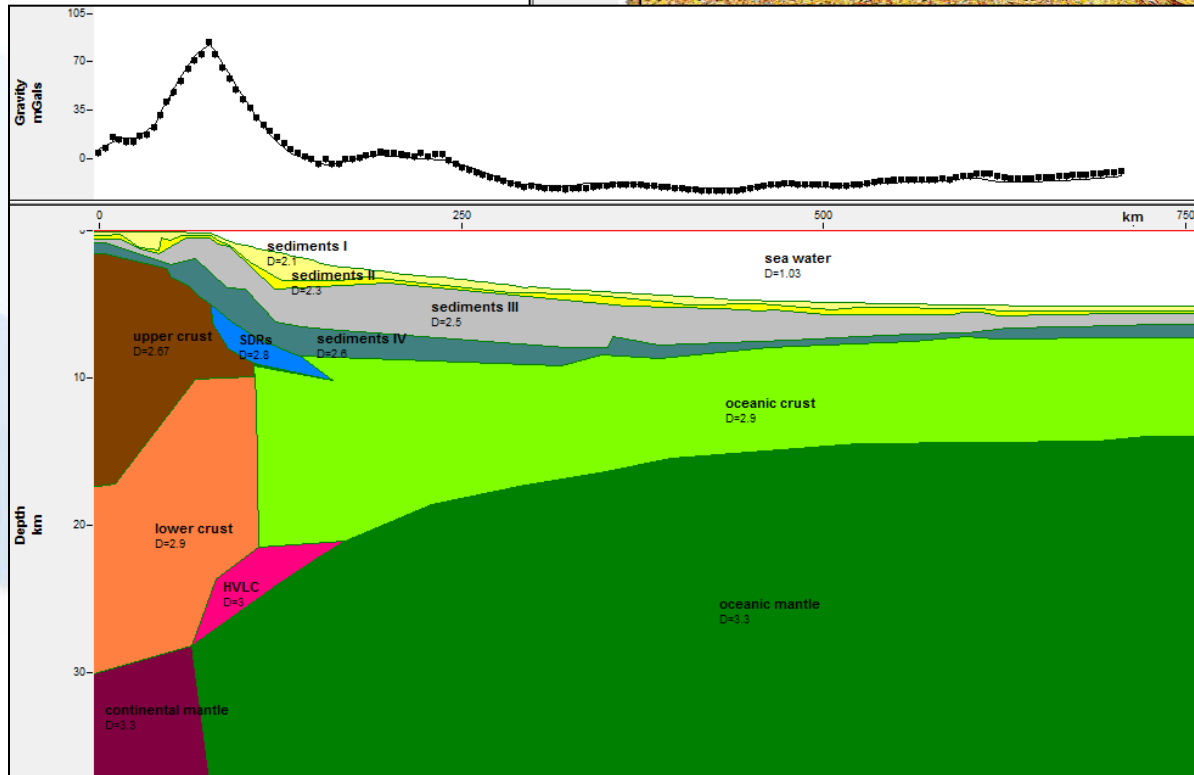
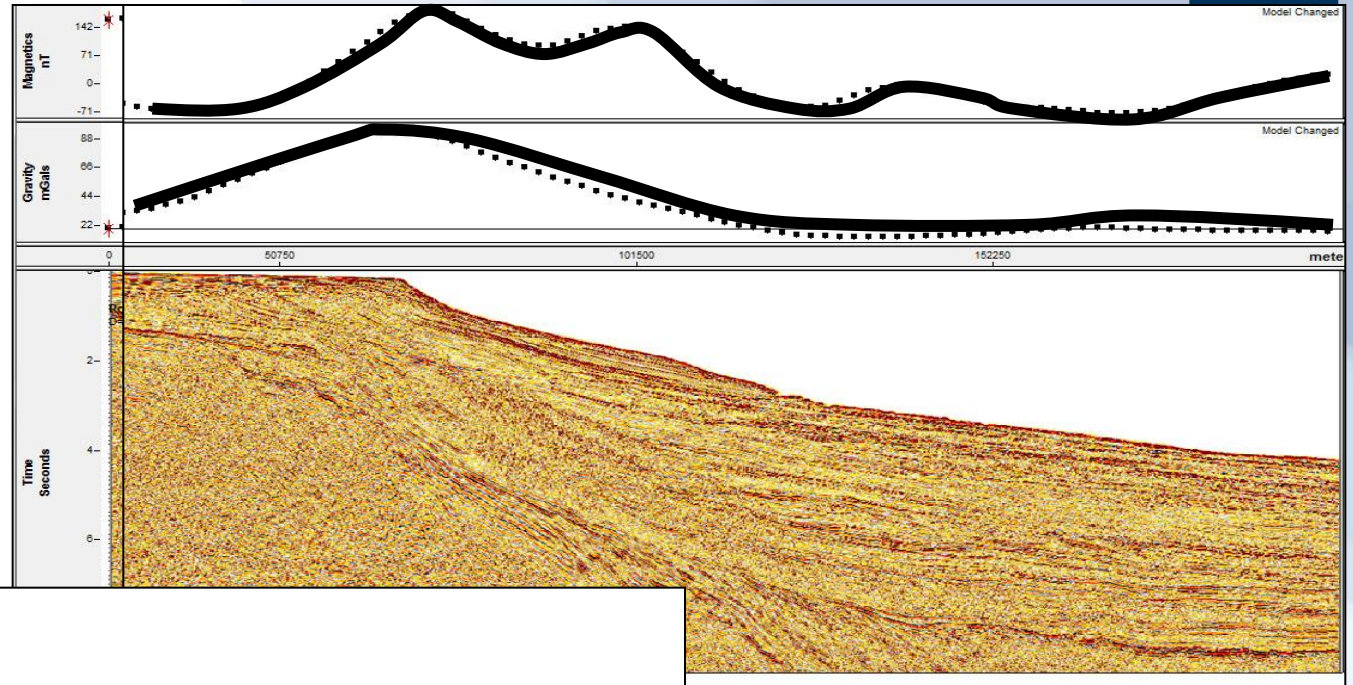
0 50 100 km

# GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA

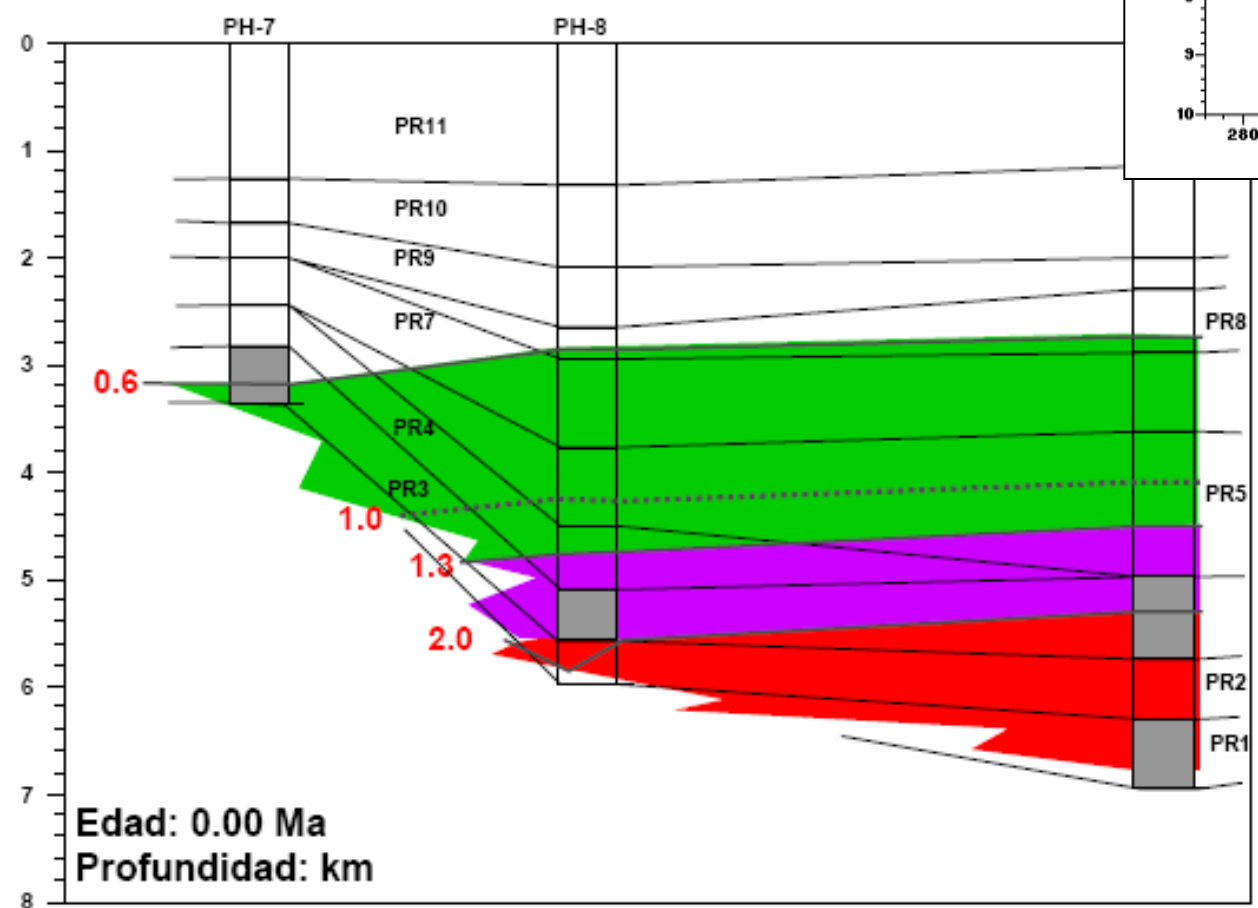
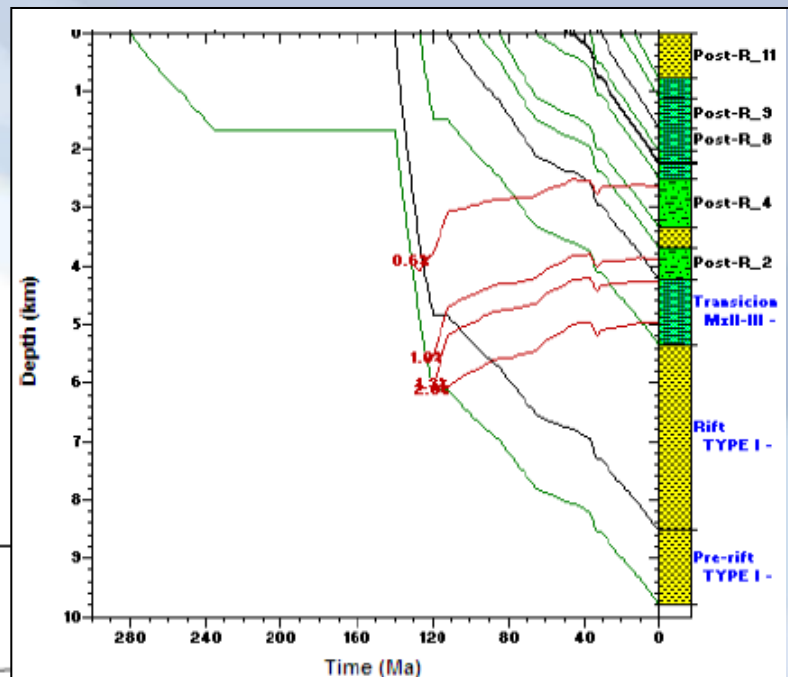


- 2008
- 2007
- 2002



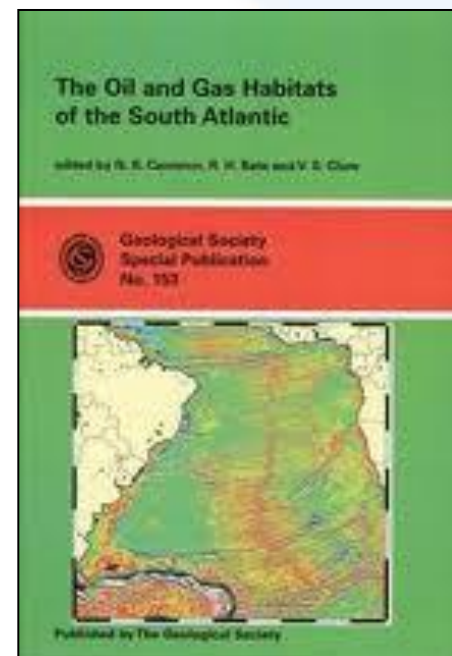
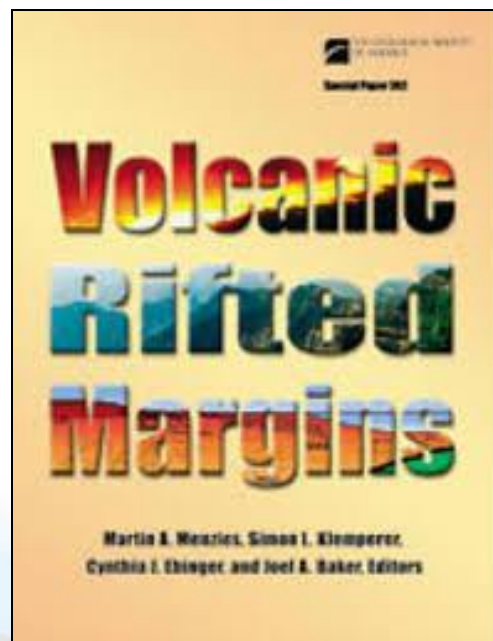
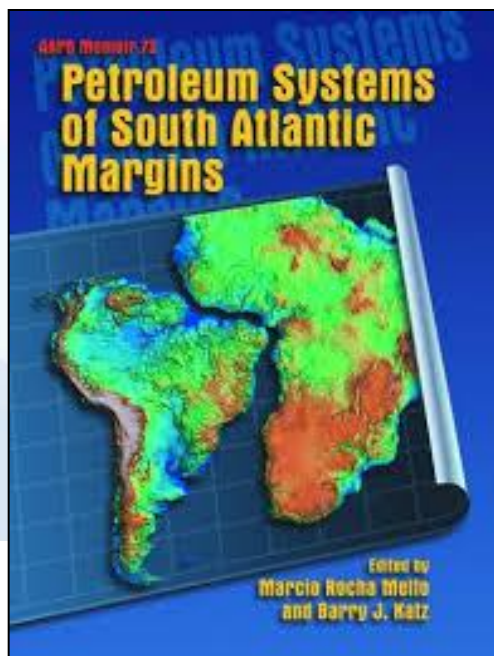
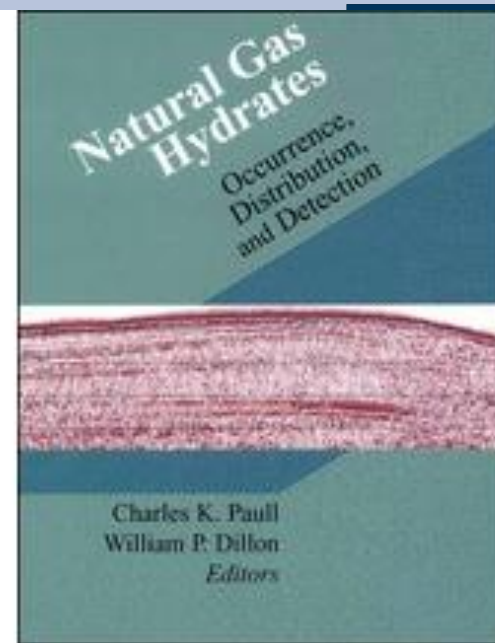
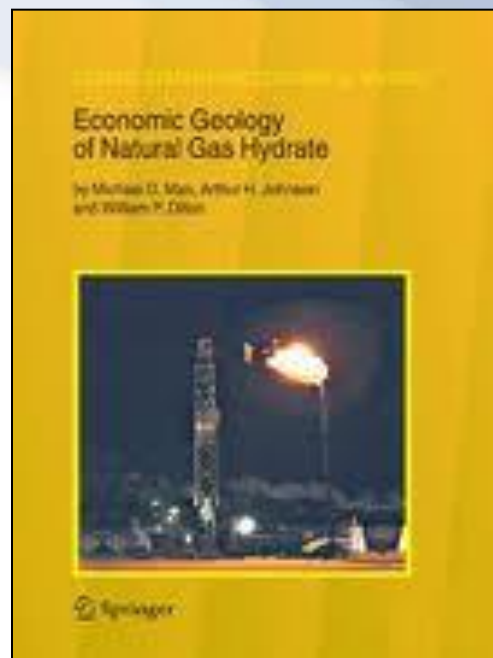
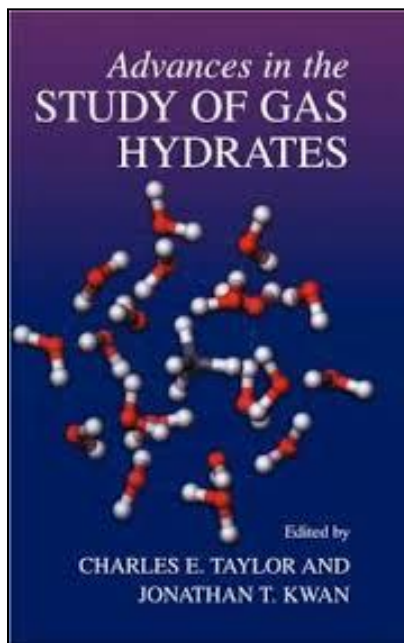


**SOFTWARE GM-SYS  
(Geosoft)**

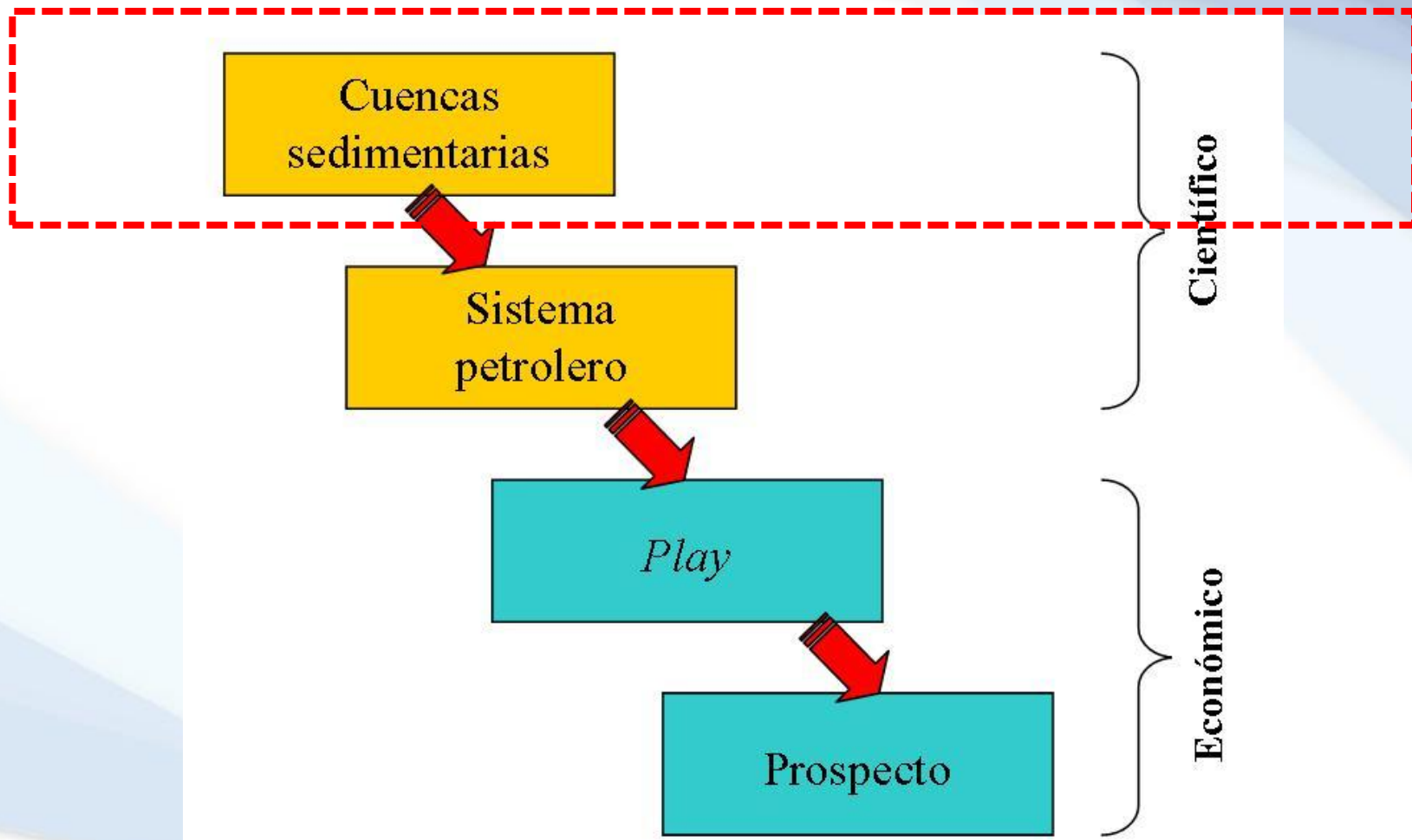


**SOFTWARE GENESIS  
(Zeta Ware)**

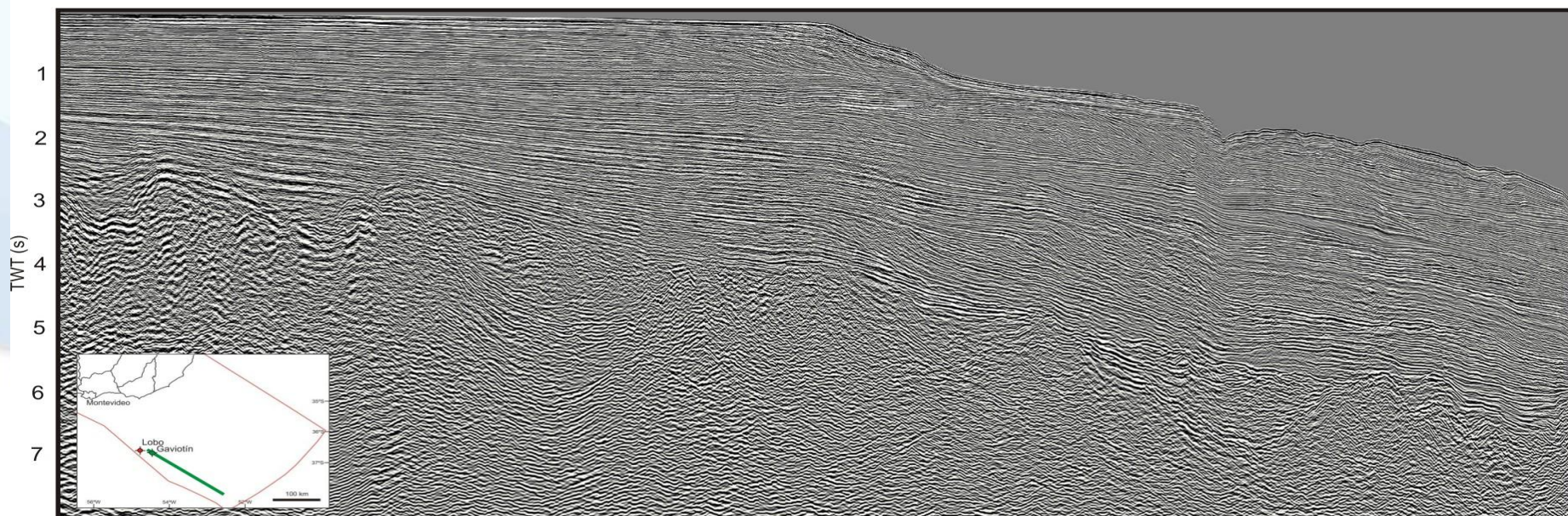
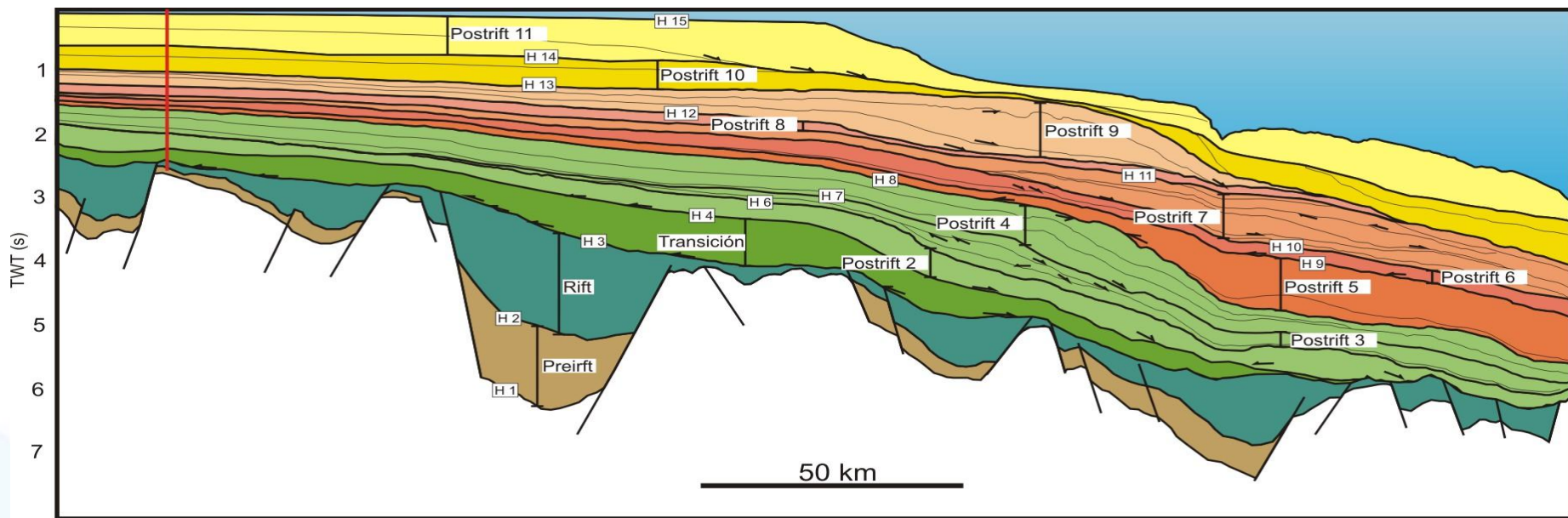
LIBROS



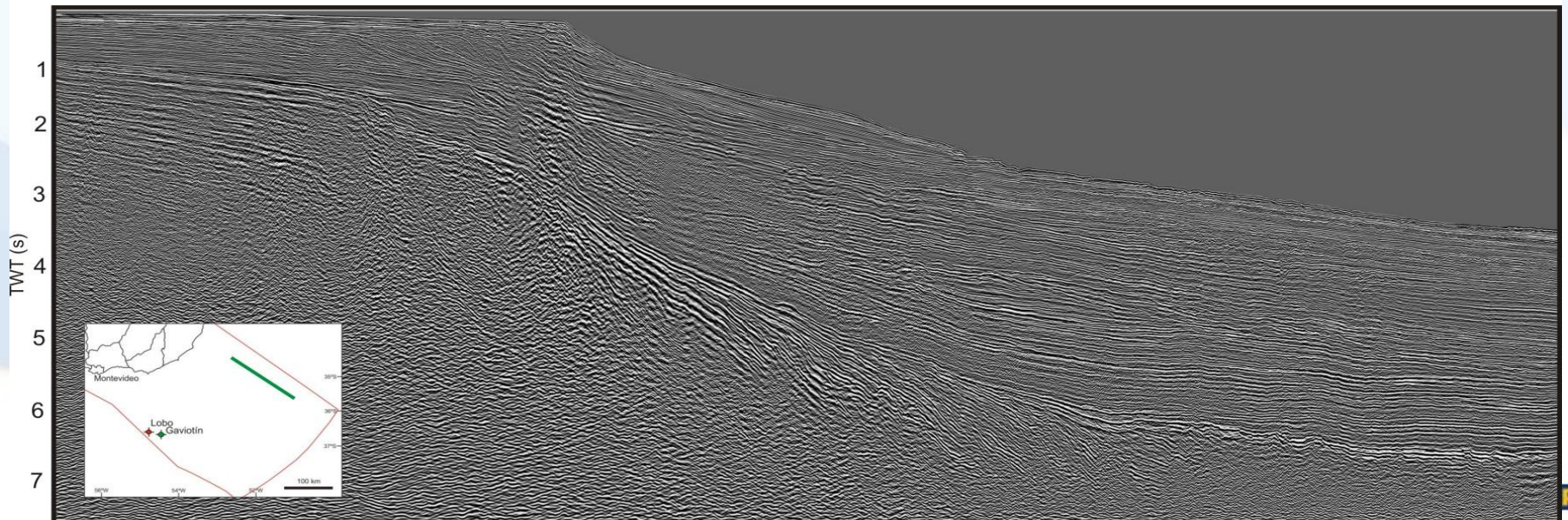
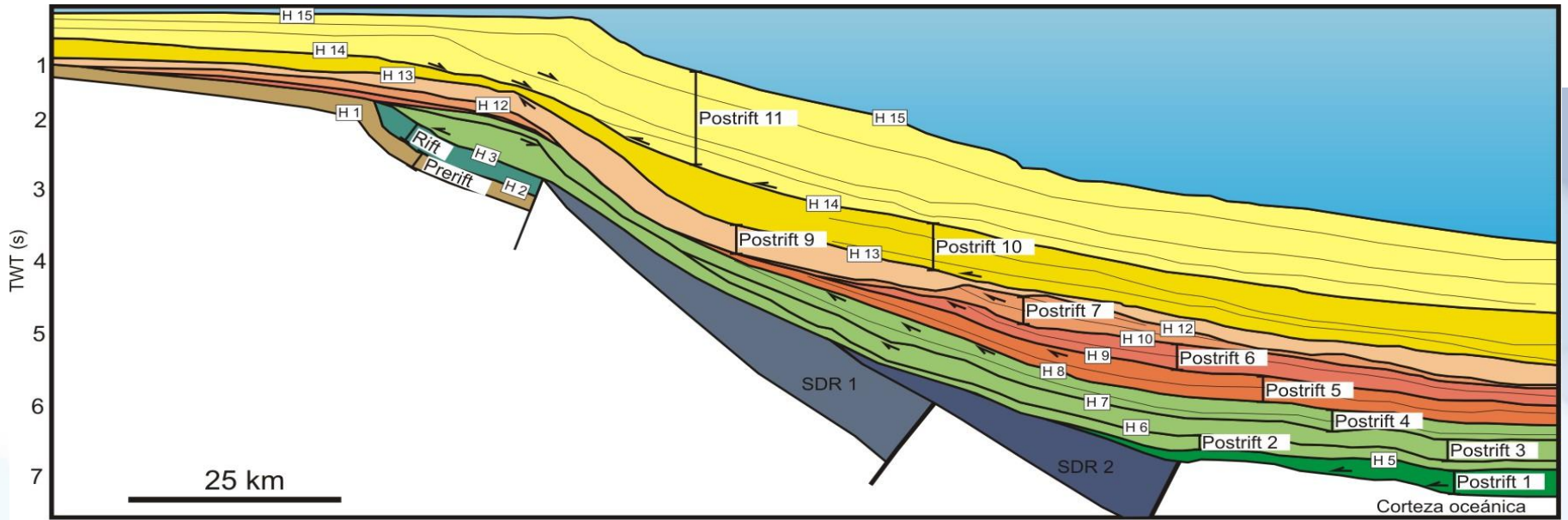
# NIVELES DE INVESTIGACIÓN DEL POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO DE UNA CUENCA



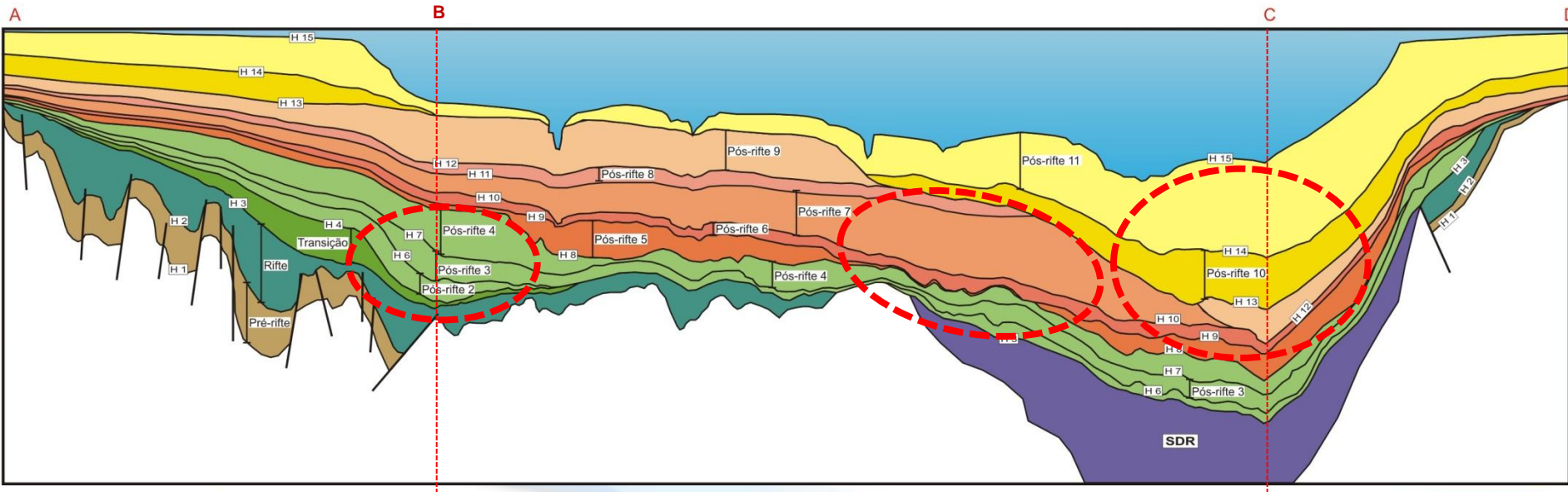
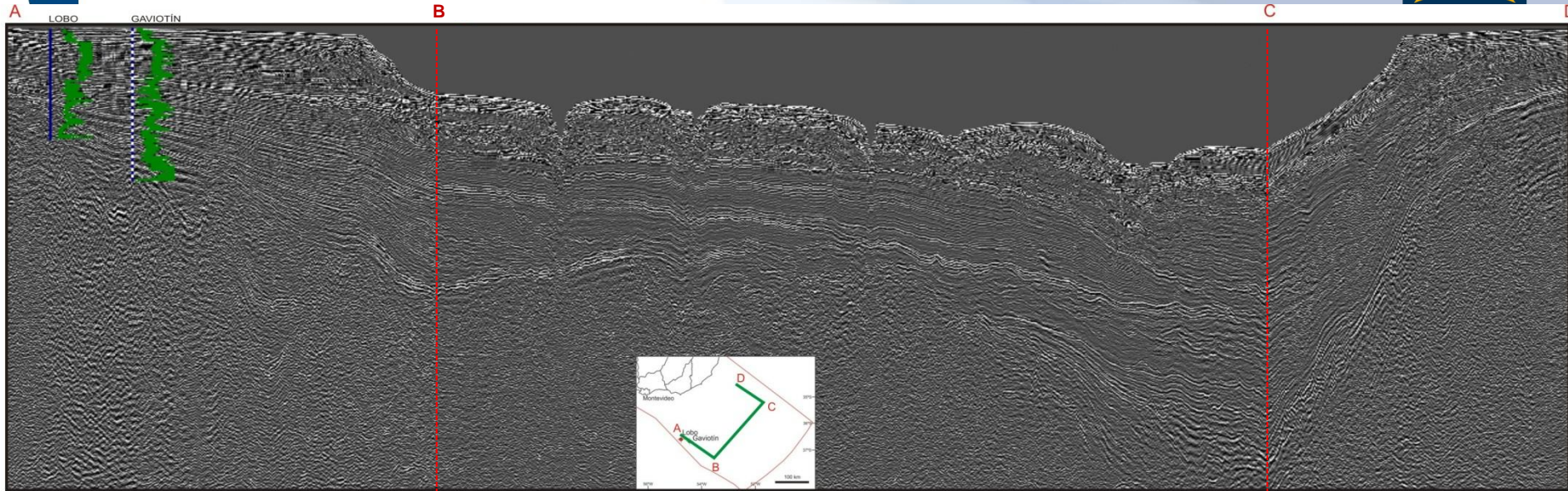
# SECCIÓN SÍSMICA *DIP* EN LA CUENCA PUNTA DEL ESTE



# SECCIÓN SÍSMICA *DIP* EN LA CUENCA PELOTAS



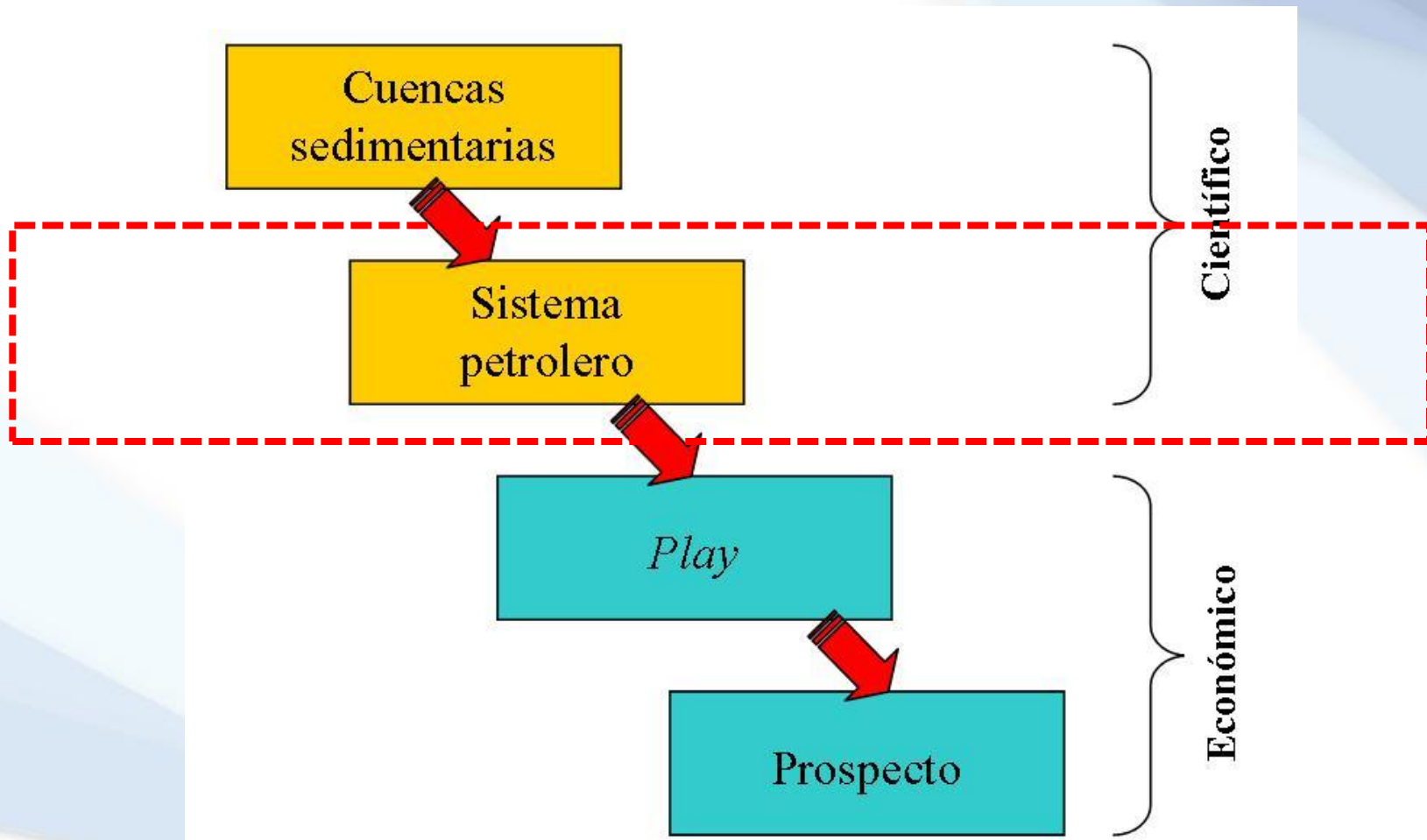
# MIGRACIÓN DE DEPOCENTROS



- Se reconoció en el margen continental uruguayo una corteza de transición, integrada por SDRs y basaltos planos
- Se identificaron depocentros en corteza oceánica
- Se propone la existencia de un Sistema de Transferencia para explicar interrupción y/o dislocamientos de depocentros, SDRs y anomalías magnéticas asociadas
- El STRP constituye el límite de dos segmentos de diferente evolución tectónica, y es una evidencia más de la segmentación del margen suratlántico
- Habría tenido influencia en los sistemas petroleros (depocentros, generadoras, reservorios, vías de migración)



# NIVELES DE INVESTIGACIÓN DEL POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO DE UNA CUENCA





ANII

# Sistemas petroleros



- Pérmico-Pérmico(?), en el prerift marino
- Cretácico-Cretácico(?), en el sinrift lacustre
- Cretácico-Cretácico(?), en el postrift marino
- Cretácico-Cenozoico(?), en el postrift marino
- Hidratos de gas

## SISTEMA PETROLERO: CASTELLANOS – MIGUES (?)

**Generadora:** Lutitas lacustres del Cretácico Inferior (sinrift).

**Reservorio:** Areniscas y conglomerados de abanicos aluviales de borde de cuenca y sistemas fluviales y deltaicos (sinrift)

**Migración:** Fallas de la corteza continental muy estirada (sinrift). Esencialmente primaria.

**Entrapamiento:** Combinados y estratigráficos

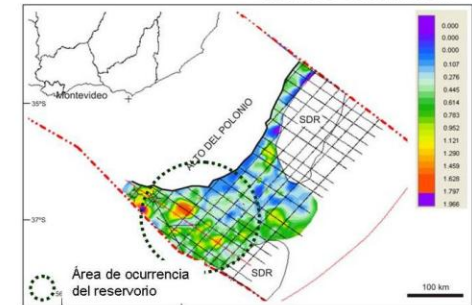
**Sello:** Lutitas lacustres del sinrift y/o Discordancia sinrift-postrift

**Observaciones:** Ventaja: Sistema petrolero probado en varias cuencas del Atlántico Sur. Generadora de buena calidad. Ocurrencia muy probable basado en el modelo geológico. Desventaja: Problemas de conectividad en el reservorio.

### CARTA DE EVENTOS

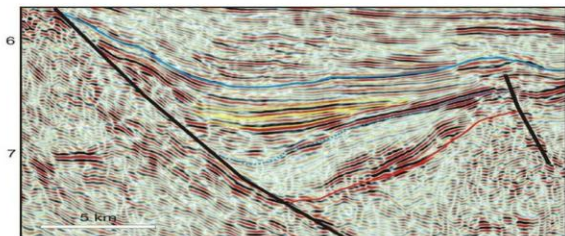
Paleozoico			Mesozoico			Cenozoico		Tiempo
Devónico	Carbonífero	Pérmico	Triásico	Jurásico	Cretácico	Paleógeno	Neógeno	Sistema Petrolero
								Roca generadora
								Roca reservorio
								Roca sello
								Roca de sobrecarga
								Trampa
								Migración
								Preservación
								Momento crítico

### ÁREA DE OCURRENCIA

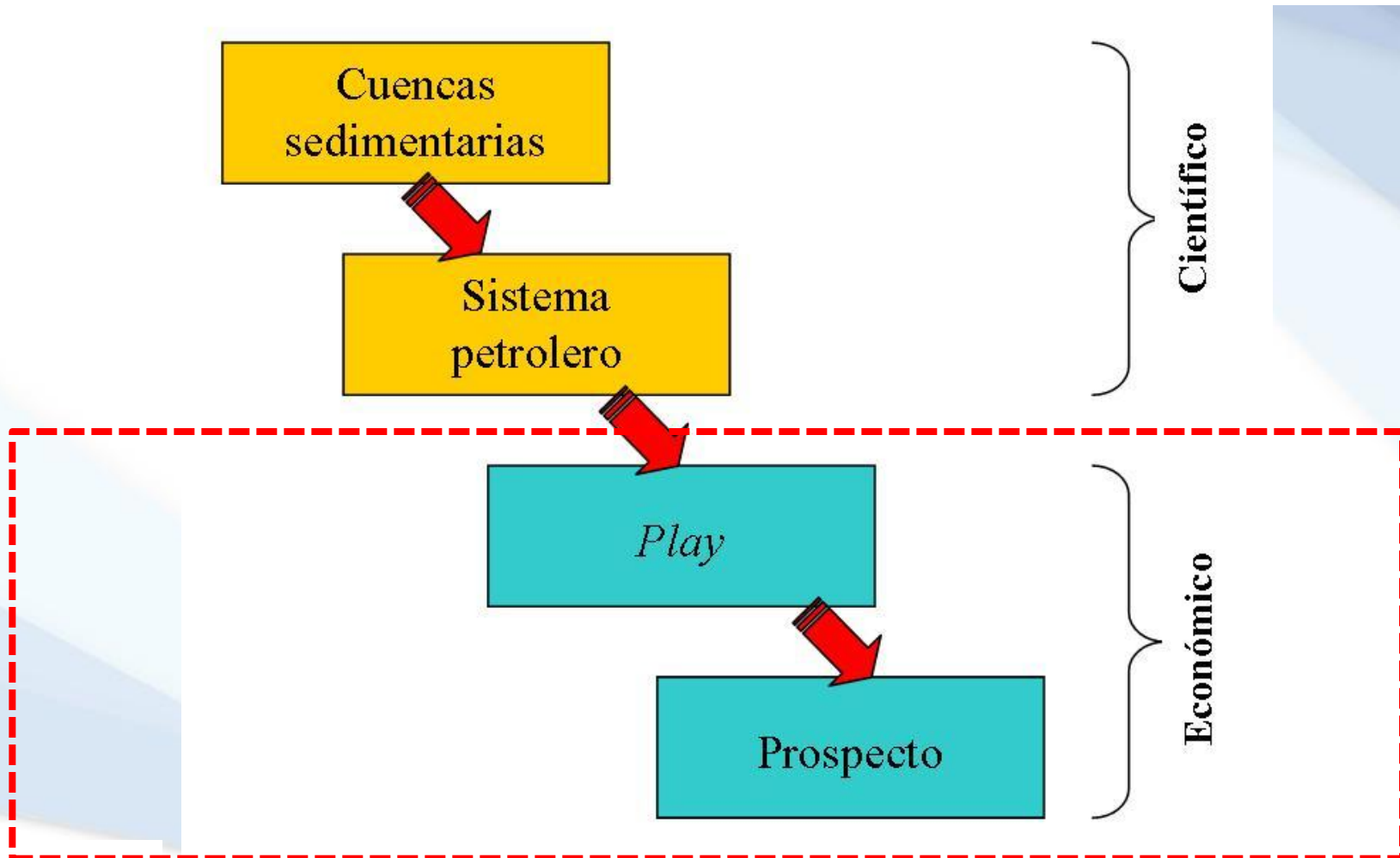


Mapa de isópacas de la secuencia sinrift

### SECCIÓN SISMICA ASOCIADA



# NIVELES DE INVESTIGACIÓN DEL POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO DE UNA CUENCA



# *PLAY*- DEFINICIÓN

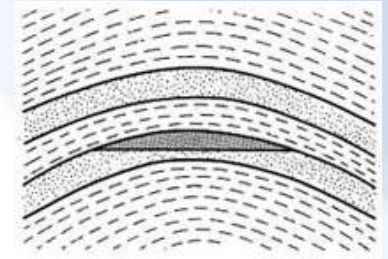
- Conjunto de acumulaciones de hidrocarburos y/o prospectos caracterizados por parámetros geológicos similares, tales como roca generadora, reservorio, sello y trampa
- Intento de los geólogos por reconocer patrones en la ocurrencia de acumulaciones de hidrocarburos, que les permitan predecir los resultados de una futura exploración.

Douts (2010)

# PLAYS IDENTIFICADOS

- Anticlinal
- Pliegue contra falla
- Bloques rotados
- Sinclinal de compactación

## Estructurales



- Abanico de fondo de cuenca
- Abanico lacustre
- Pinchout
- Canales

## Estratigráficos

- Truncamiento por discordancia
- Pinchout contra falla

## Combinados

# Contenido

- Introducción
- Módulo I
- **Módulo II**
- Módulo III
- Módulo IV
- Consideraciones finales

# Análisis de riesgos

- Evaluación integrada de proyecto bajo condiciones de incertidumbre y utilizada para un subsecuente análisis de decisión.
- La industria usa el modelo estándar EMV (Valor Monetario Esperado) para evaluar los posibles riesgos y recompensas asociados con un proyecto petrolero.

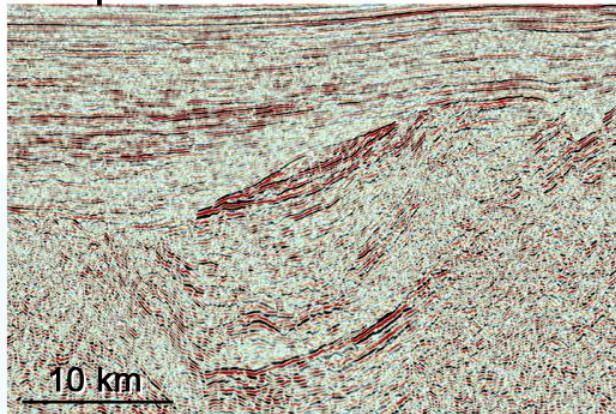
# Definiendo el riesgo de un prospecto...

- Estimar la probabilidad de éxito geológico para un prospecto asignando probabilidades a los factores geológicos claves necesarios para formar y preservar la acumulación de petróleo.
- Información usada en la evaluación de prospectos: gravimetría y magnetometría, sísmica 2D, 3D y 4D, pozos, electromagnetismo
- Requerimientos para una acumulación de petróleo:
  - Una roca reservorio porosa y permeable
  - Existencia de roca generadora / generación de hidrocarburos
  - Migración de una roca generadora a la roca reservorio y *timing*
  - Una trampa capaz de contener hidrocarburos (estruct o estrat)
  - Sellos adecuados arriba, abajo y lateralmente como para retener los HC

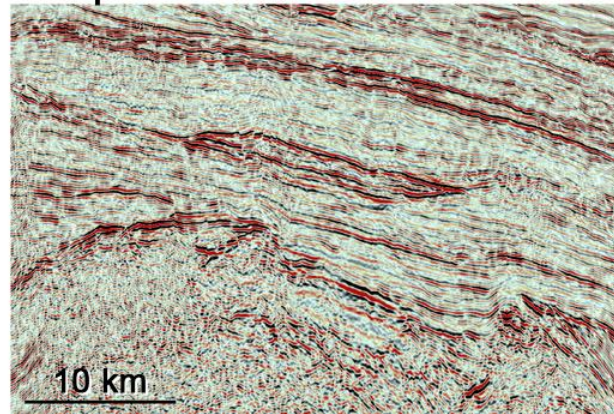
$$P_{\text{descubrimiento}} = P_{\text{reservorio}} * P_{\text{generadora}} * P_{\text{migración}} * P_{\text{trampa}} * P_{\text{sello}}$$



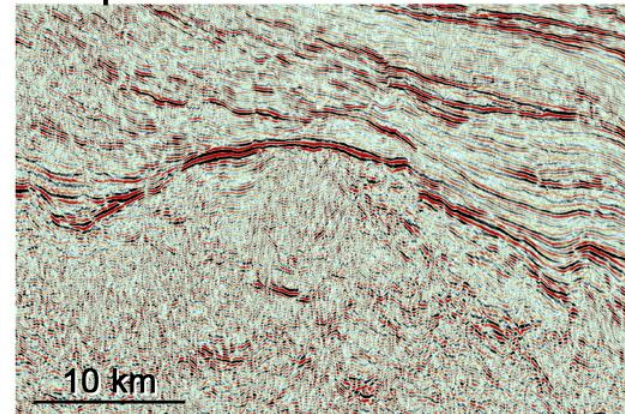
Prospect 1



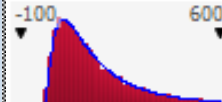
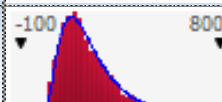


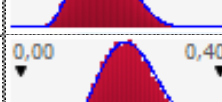


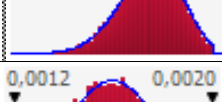
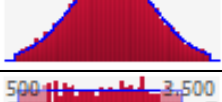
Prospect 2



Prospect 3



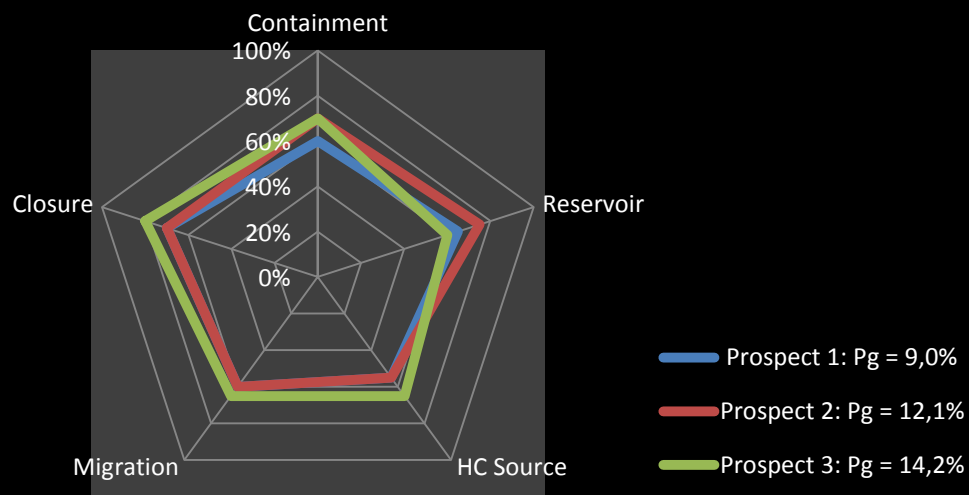
- Área
- Net pay (Gross pay, factor de corrección geométrico y net to gross)
- Porosidad
- Saturación de hidrocarburos
- Factor volumétrico de expansión
- Eficiencia de recuperación
- GOR (gas oil ratio)
  - Petróleo 10-250; Gas y Condensado 700-3000; Gas Seco 30000-50000.
- Eficiencia de recuperación

Area (km2)	Parámetros Reservorio	D15	
Gross Pay Thickness (m)	Parámetros Reservorio	D16	
<i>Geometry Correction Factor</i>	Parámetros Reservorio	D17	
Net-to-Gross	Parámetros Reservorio	D18	
Porosity	Parámetros Reservorio	D19	
Sh	Parámetros Reservorio	D20	
Recovery Efficiency	Parámetros Reservorio	D22	
FVF (m3 res/m3 sup)	Parámetros Reservorio	D21	
GOR (scm/scm)	Parámetros Reservorio	D23	

# Probabilidad de éxito geológico / técnica

Probabilidad (%)	Prospecto 1	Prospecto 2	Prospecto 3
Generadora	55	55	65
Migración y Timing	60	60	65
Reservorio	65	75	60
Trampa	70	70	80
Sello	60	70	70
<b>TOTAL</b>	<b>9,0</b>	<b>12,1</b>	<b>14,2</b>

## Prospect Chance Factors



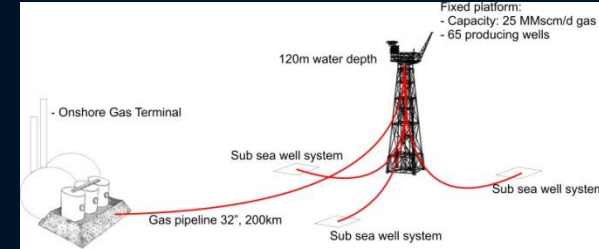
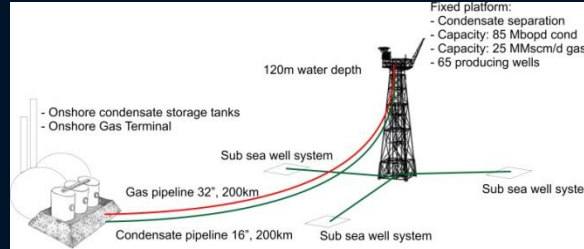
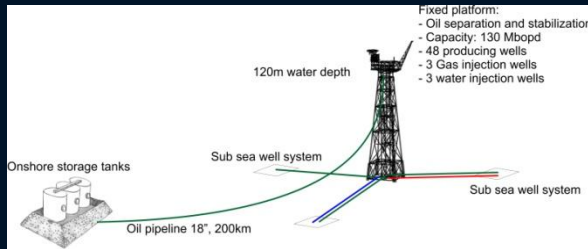
# Conceptos de desarrollo

## Petróleo

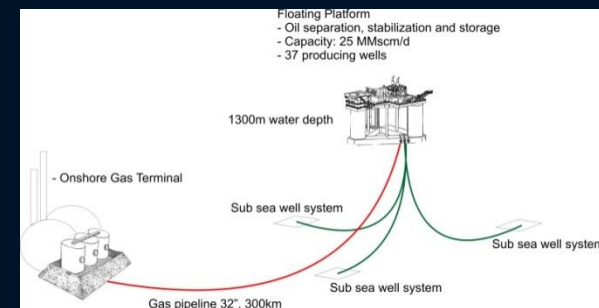
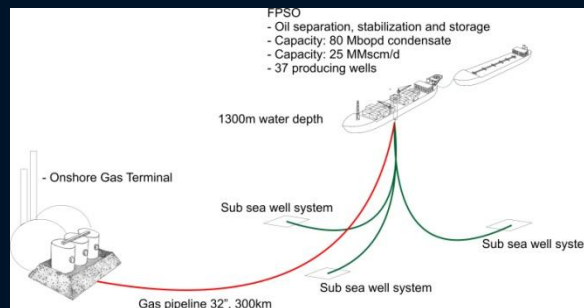
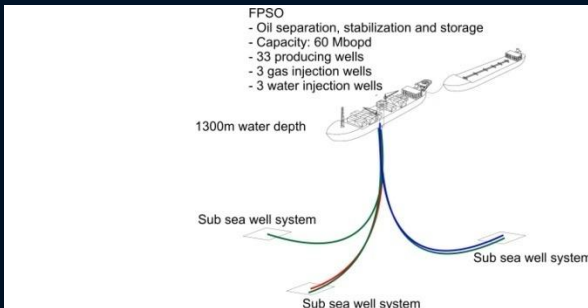
## Gas y Condensado

## Gas Seco

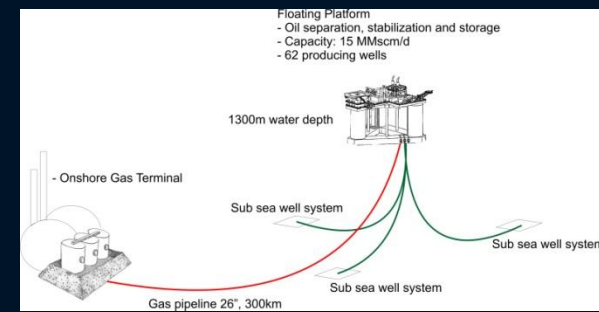
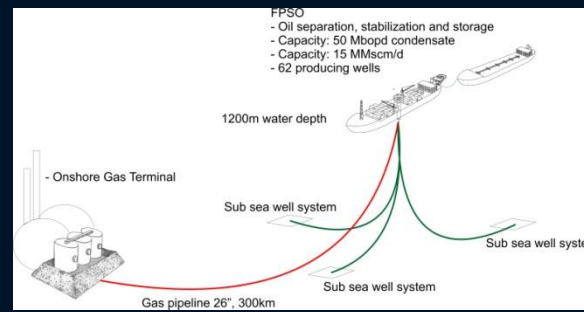
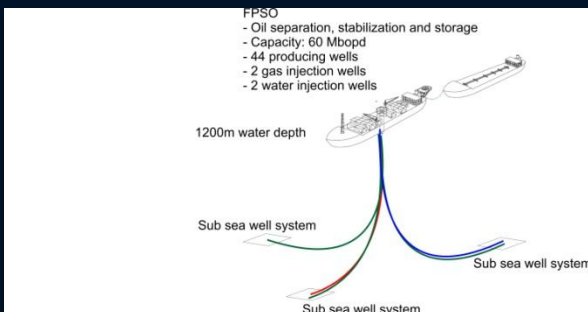
P1



P2

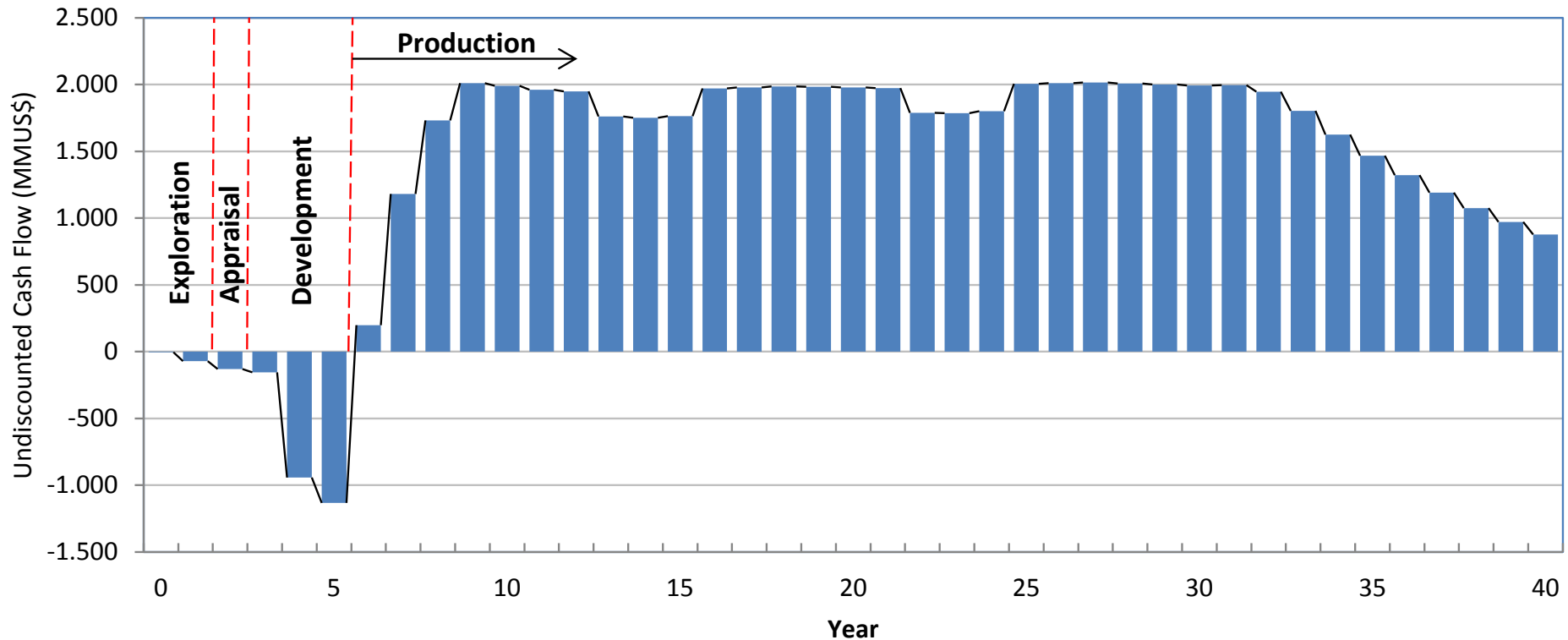


P3



# Análisis del flujo de fondo del proyecto

## Cash Flow

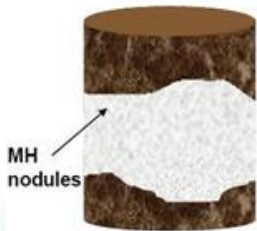


Prospecto 1: Escenario de Gas y Condensado

# Contenido

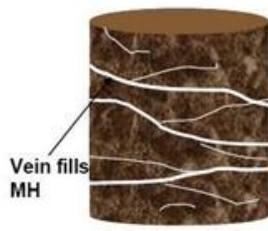
- Introducción
- Módulo I
- Módulo II
- **Módulo III**
- Módulo IV
- Consideraciones finales

- Formación / estabilidad
- Distribución



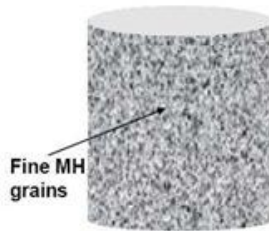
Massive/nodule type

Massive MH or concentrations of MH nodules in fine mud



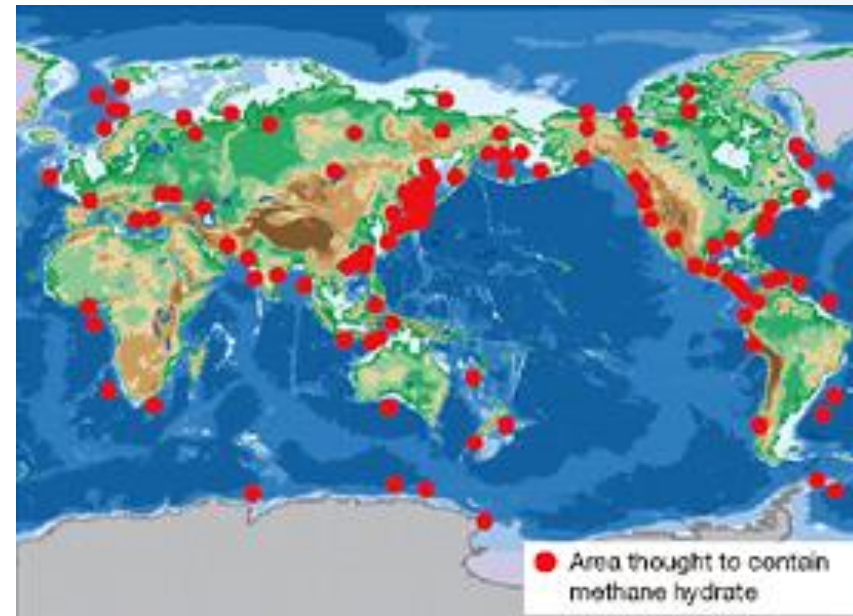
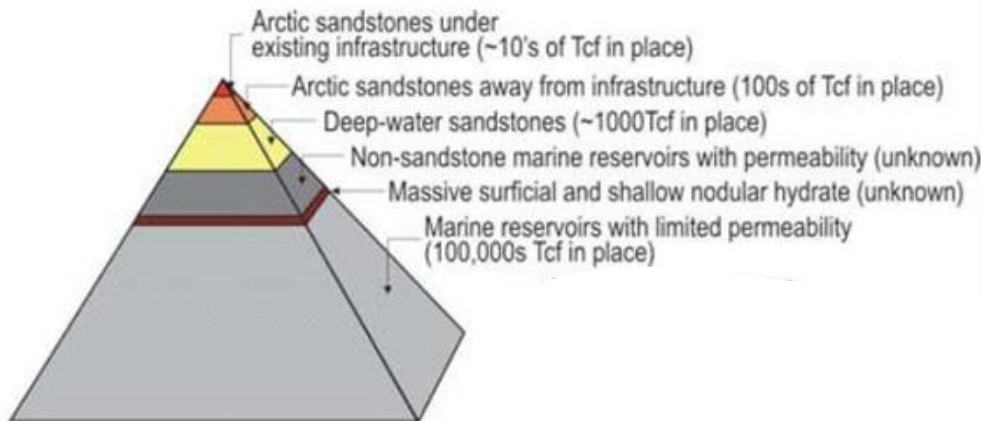
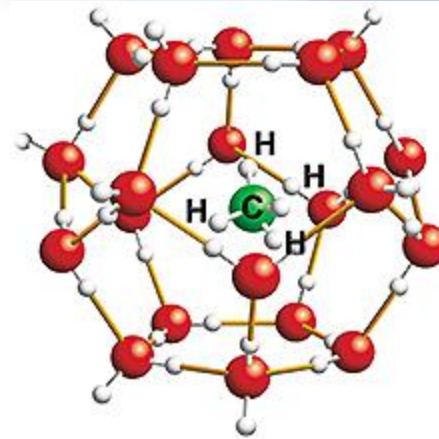
Fractured type

MH filling massive/small fracture veins

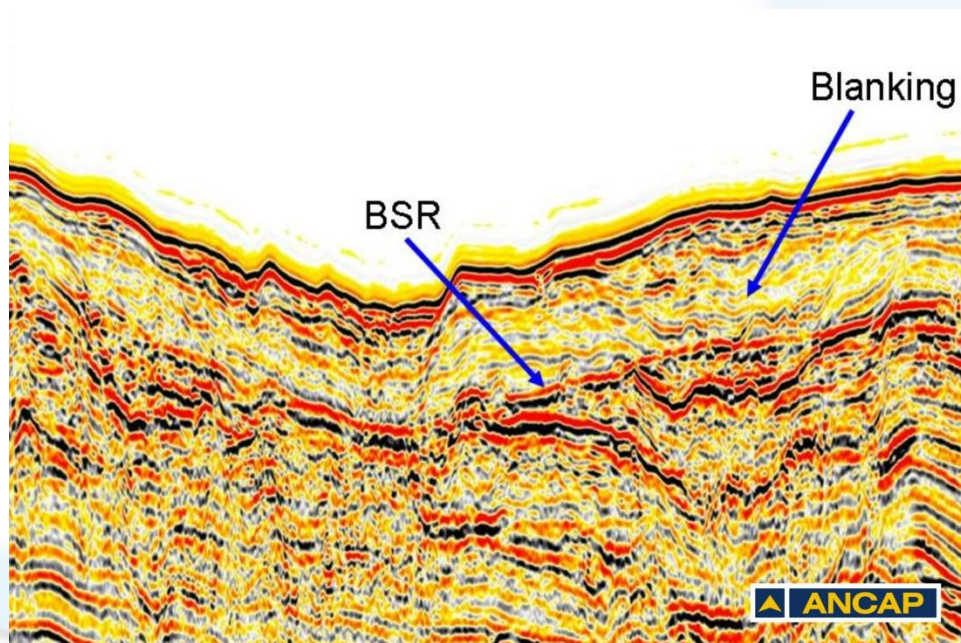
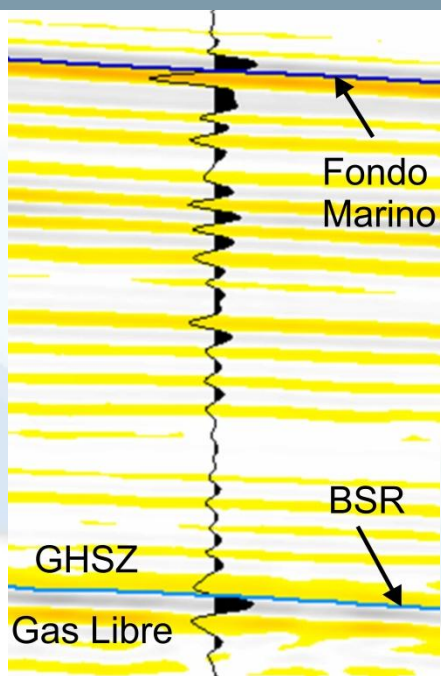
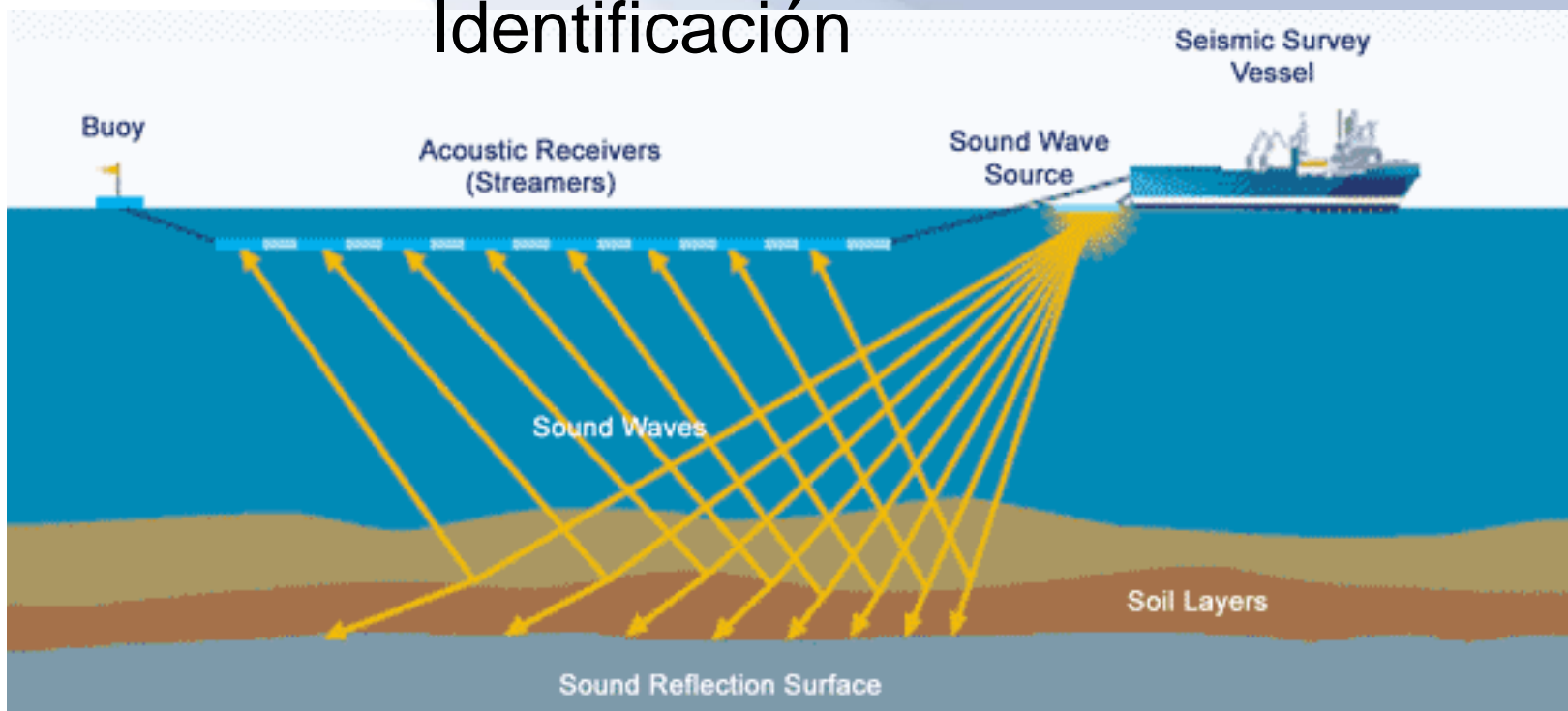


Pore filling type

MH grains filling pore space of permeable rock

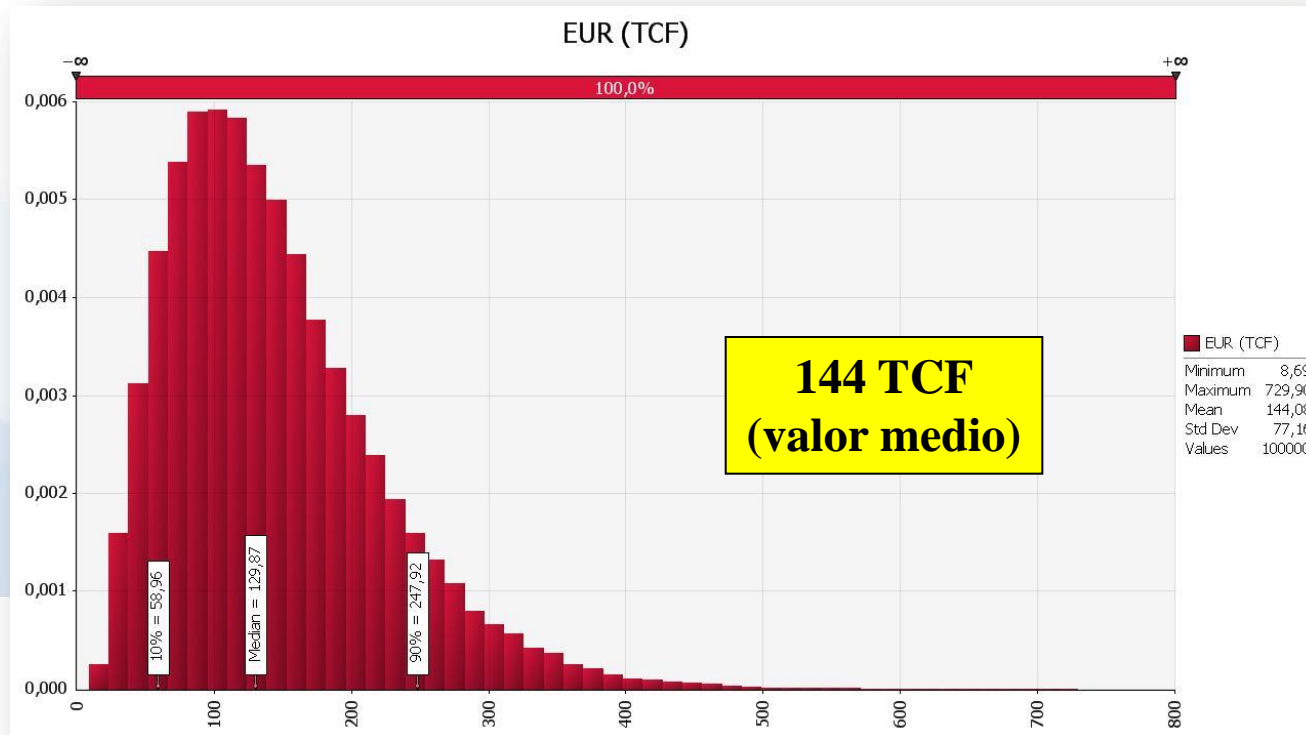
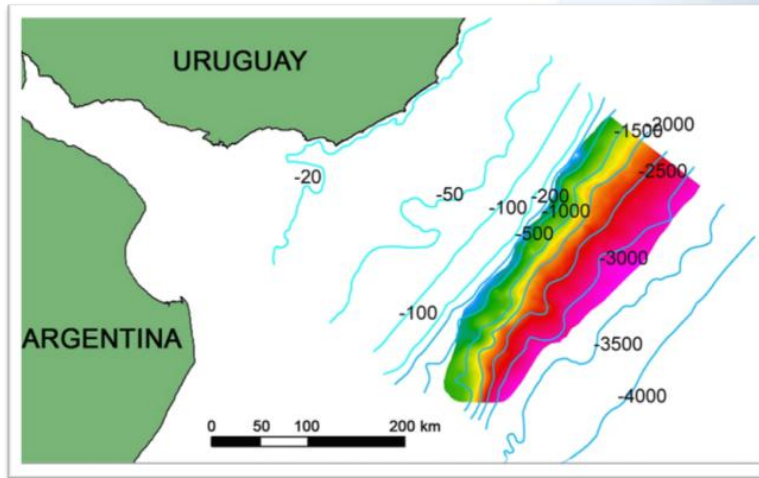


# Identificación

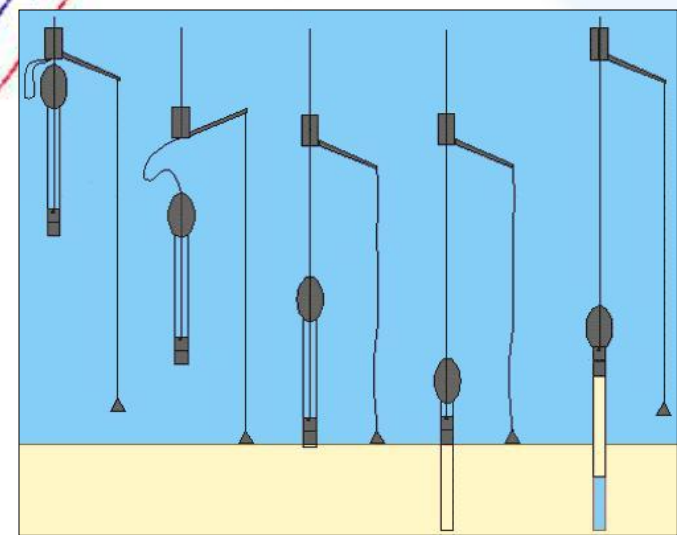
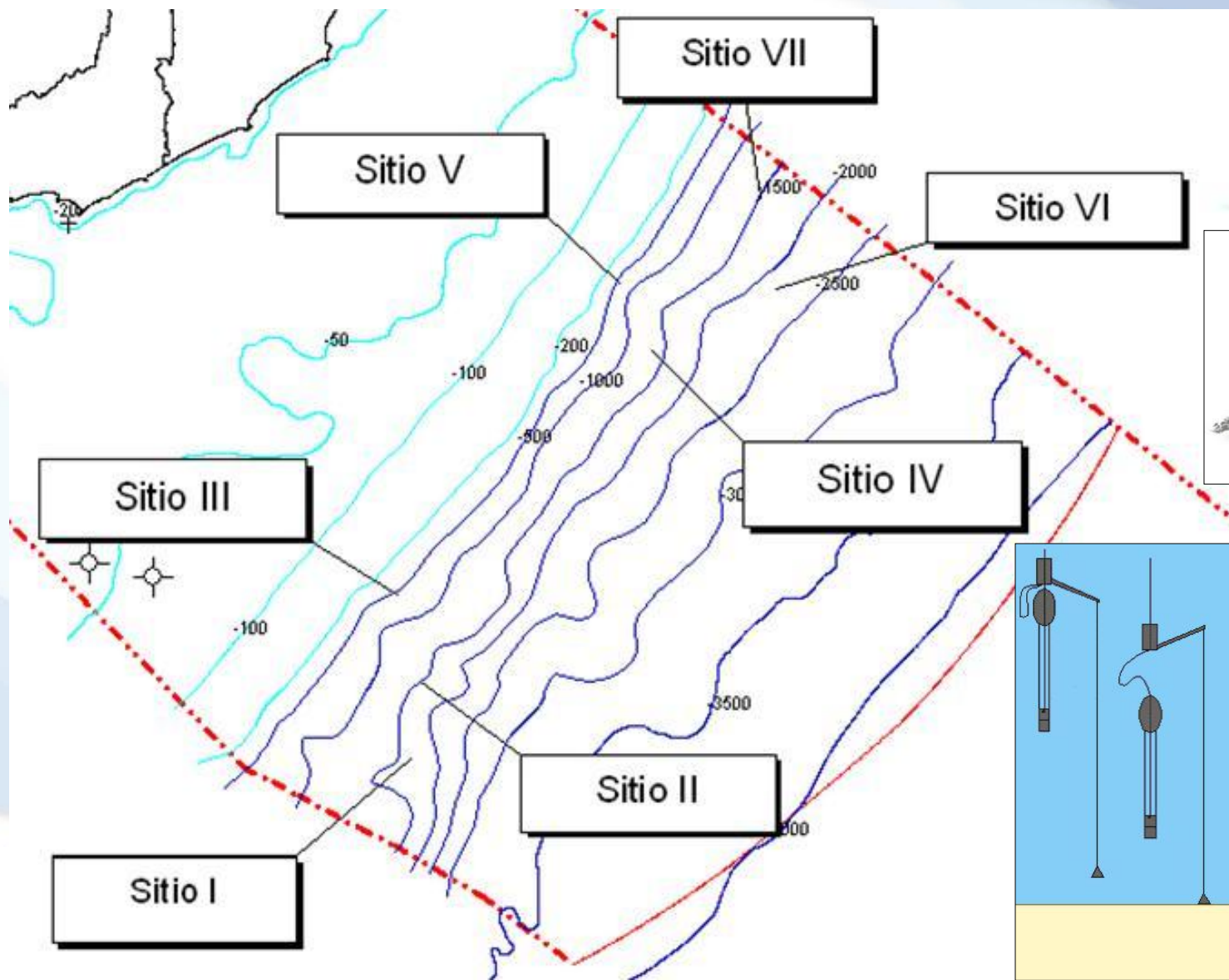




# Cuantificación del Recurso Hidratos de Gas



# Definición de sitios de muestreo



# Contenido

- Introducción
- Módulo I
- Módulo II
- Módulo III
- **Módulo IV**
- Consideraciones finales

# Capacitación en E&P

- Continuo
- Permanente retroalimentación
- Mecanismo para:
  - Incentivar la **confianza** individual y mutua de los profesionales.
  - Alcanzar el **éxito en la gestión**, desarrollando las capacidades individuales y grupales y potenciando los valores profesionales.
  - Captar, motivar y retener a los mejores profesionales mediante la creación de oportunidades equitativas y la **identificación con los proyectos del área y de la compañía**.





**CURSOS *IN-HOME*  
Y EN EL EXTERIOR**





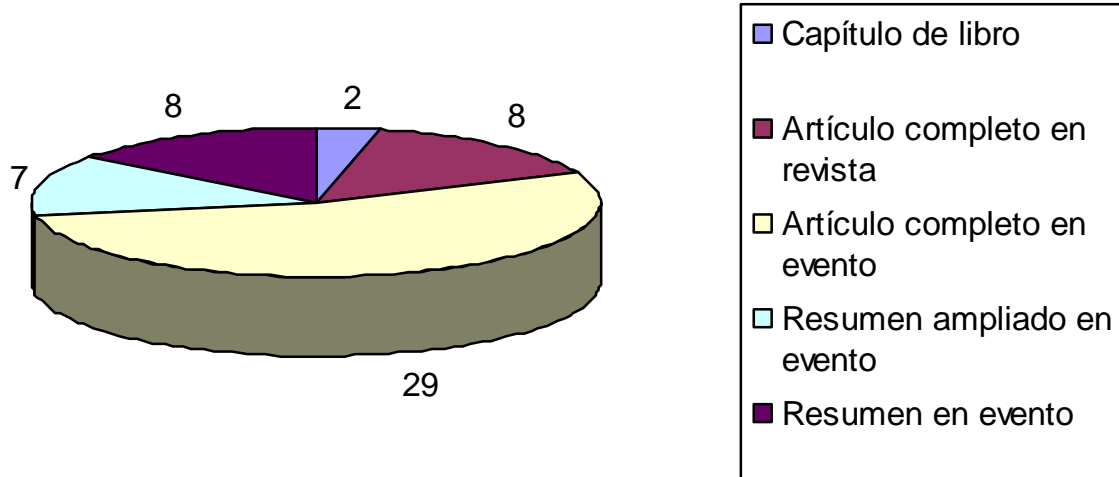
**MUCHAS HORAS  
DE TRABAJO EN  
WORKSTATION!!!**

# Postgrados

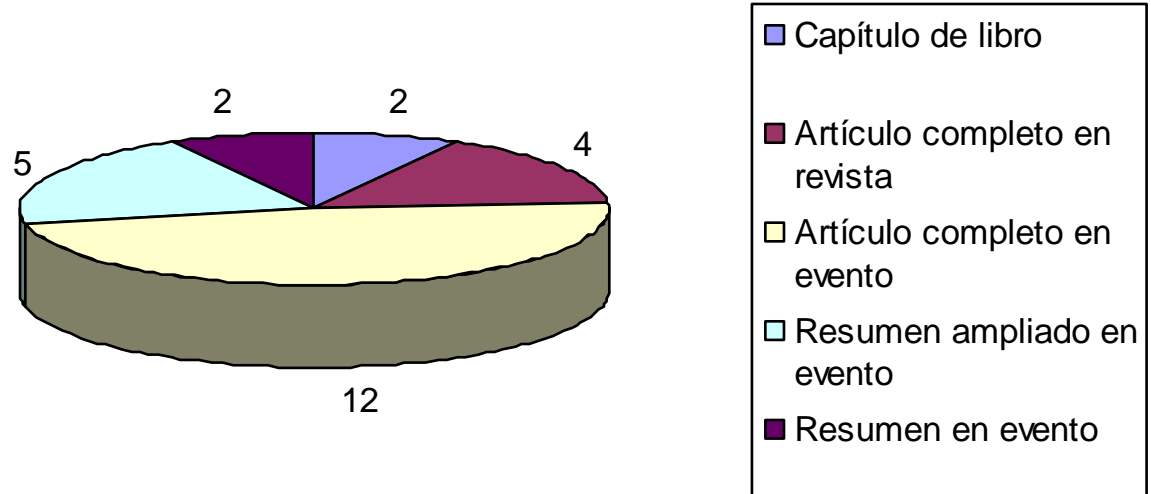
- Ing. Quím. Santiago Ferro. **Maestría en Ingeniería de Petróleo.**  
Universidad Texas A&M, Texas, EEUU. → finalizado
- Ing. Quím. Juan Tomasini. **Maestría en Ingeniería de Petróleo.**  
Universidad Heriot-Watt, Edimburgo, Escocia. → en curso
- Ing. Quím. Pablo Gristo. **Maestría en Ingeniería de Petróleo.**  
Universidad Heriot-Watt, Edimburgo, Escocia. → en curso
- M.Sc. Matías Soto. **Maestría en Geociencias.** PEDECIBA. → finalizado
- Lic. Josefina Marmisolle. **Maestría en Geociencias.** PEDECIBA.
- Lic. Bruno Conti. **Maestría en Geociencias y Medio Ambiente.**  
Universidad Estadual Paulista, San Pablo, Brasil. → en curso
- Ing. Elec. Pablo Rodríguez. **Maestría en Ingeniería de Petróleo.**  
Universidad Texas A&M, Texas, EEUU. → en curso
- Dra. Ethel Morales. **Doctorado en Geociencias y Medio Ambiente.**  
Universidad Estadual Paulista, San Pablo, Brasil. → finalizado

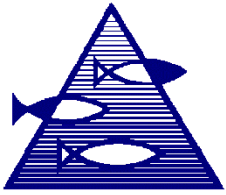
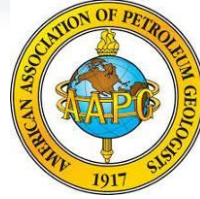


## Publicaciones E&P (2009-2013)



## Publicaciones E&P (en el marco del Proyecto)





# Conclusiones

## Modulo 1- CARACTERIZACIÓN DEL OFFSHORE

Se avanzó en el conocimiento geológico de las cuencas del offshore:

- Definición de una zona de transferencia, estructura tectónica que tuvo importantes implicancias en la acumulación de HC.
- Se definieron los sistemas petrolíferos especulativos de la cuenca
- Se caracterizaron los tipo de trampas de HC que en ella ocurren.

# Conclusiones

## Modulo 2 – ANÁLISIS DE RIESGO

Se realizó un análisis de riesgo para 3 prospectos, obteniendo una Probabilidad de éxito geológico = 9 a 14% y una Probabilidad de éxito económico = 2-9%

## Modulo 3 – HIDRATOS DE GAS

Cuantificación y mapeo de ocurrencia del recurso hidratos de gas (no convencional): 144 TCF

Identificación de prospectos sub-hidratos

Identificación de áreas del fondo marino para realizar muestras

# Conclusiones

- Modulo 4- CAPACITACIÓN
  - Actividades de formación y tareas de investigación han contribuido en forma significativa a la formación de los recursos humanos del equipo de trabajo.
  - 100 % del equipo de trabajo con estudios de postgrado a nivel de maestría y/o doctorado
  - Generación de contactos con numerosas instituciones académicas para futuras colaboraciones

- Más información
- Más capacitación
- Mejora en la toma de decisiones
- Disminución de riesgos



**Gracias por su atención**