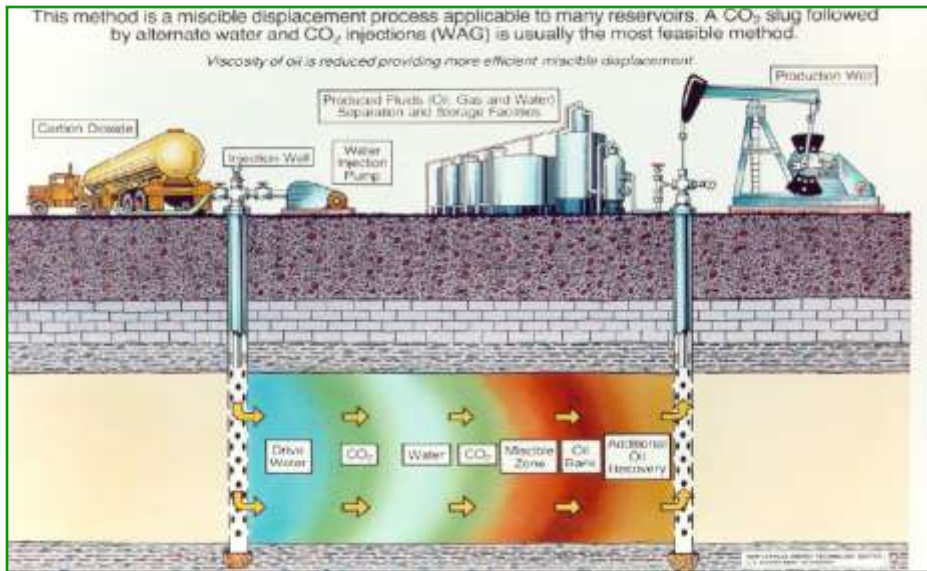


El reto de la Recuperación Mejorada de Hidrocarburos en México*



presentado por

Dr. Andrés E. Moctezuma Berthier

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

- ◆ *Conceptos*
 - *Factor de recuperación*
 - *Procesos “EOR”*
 - *Reserva*

- ◆ *EOR en México*
 - *Historia*
 - *Actualidad (México-Mundo)*

- ◆ *Análisis específico*

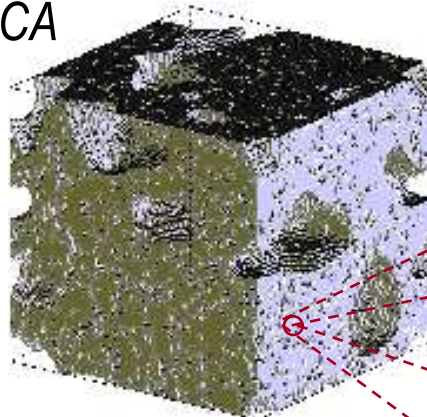
- ◆ *Estrategias*
 - *SENER-PEP-IMP*
 - *IMP*

- ◆ *Reflexiones y Desafíos*

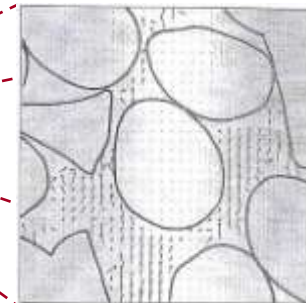
Fuerzas

- Viscosas Presión
- Gravitacionales Densidad
- Capilares IFT, Moj.

ROCA

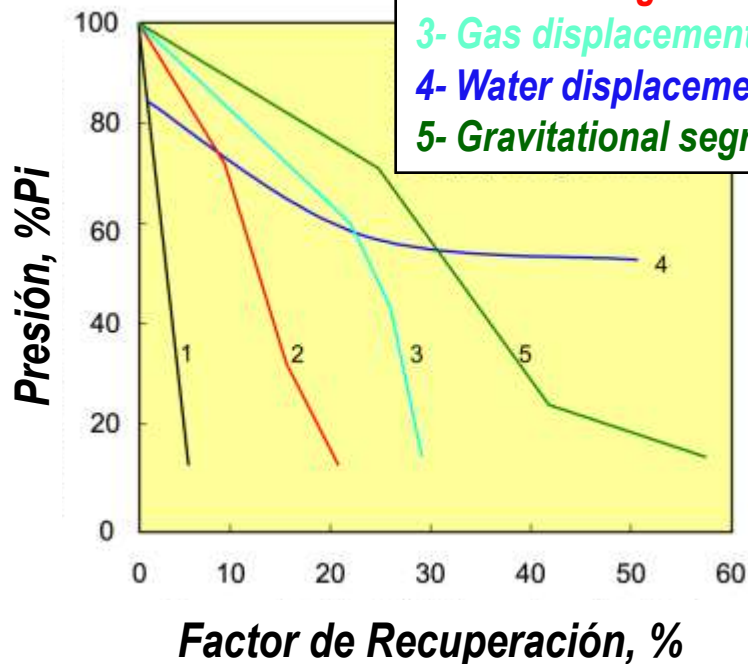


Poros



Mecanismos

- 1- Rock and fluids expansion drive
- 2- **Disolution gas drive**
- 3- **Gas displacement drive**
- 4- **Water displacement drive**
- 5- **Gravitational segregation drive**



$$F_{Rec} = \frac{\text{Volumen extraído}}{\text{Volumen del yacimiento}}$$

Producción PRIMARIA

**5 – 20 %
recuperación**

S_{or}

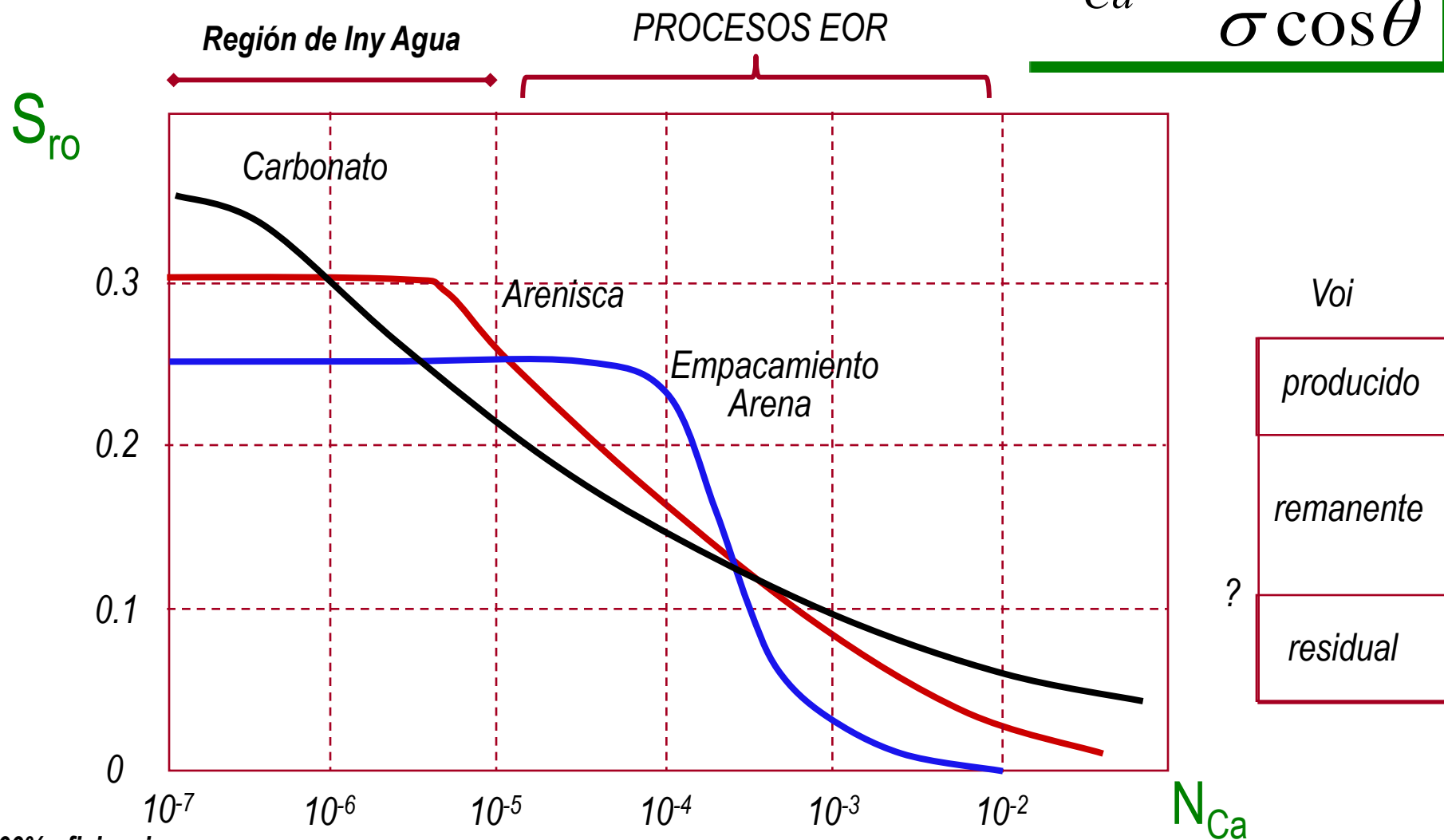
“Saturación Residual”

EOR- Sor vs Nca



“Saturación Residual*”

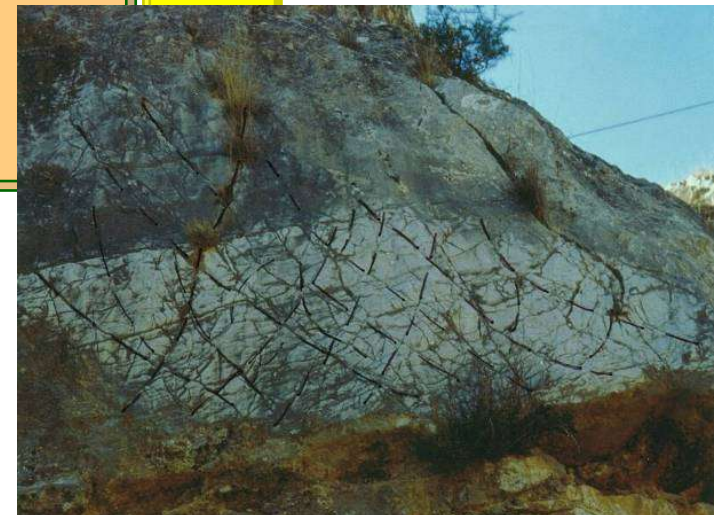
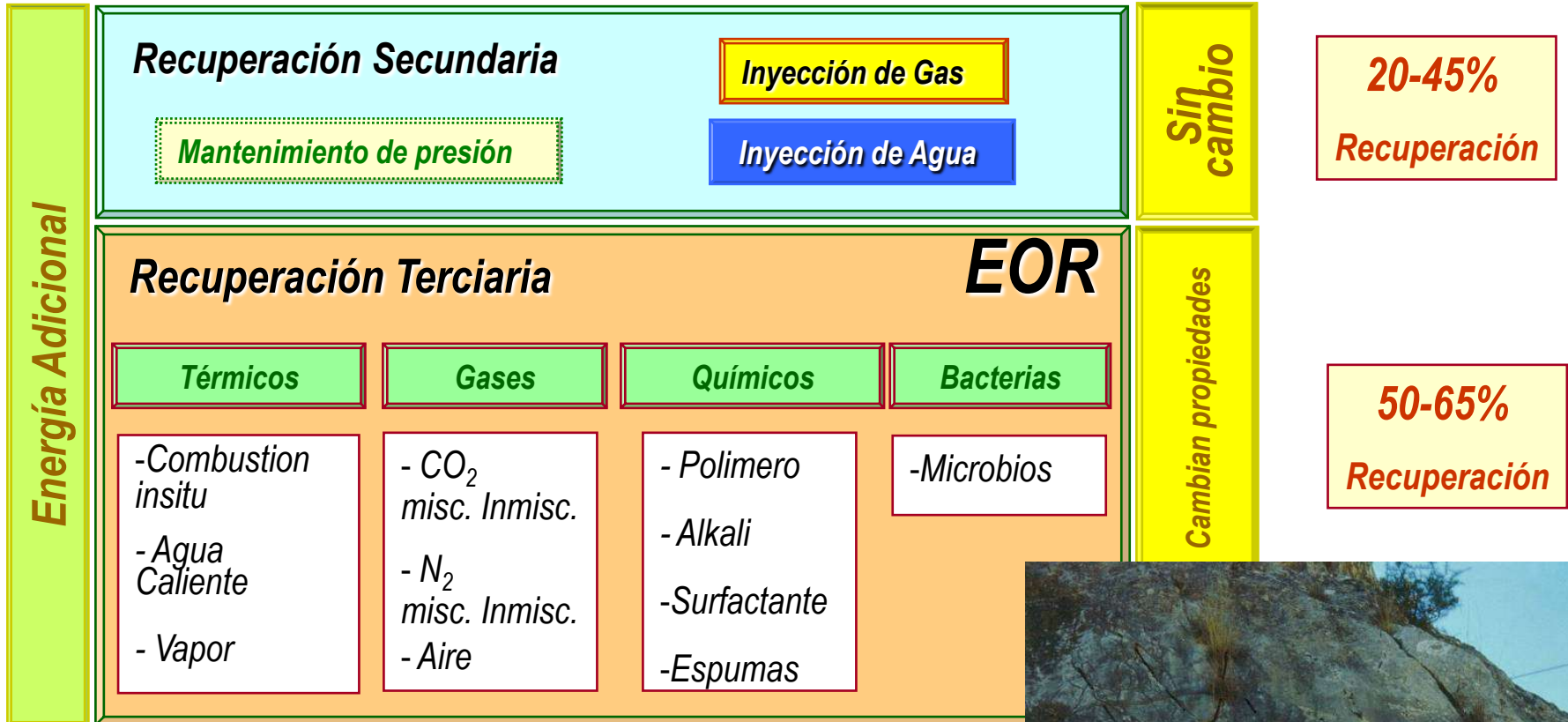
$$N_{Ca} = \frac{v\mu}{\sigma \cos \theta}$$



* 100% eficiencia

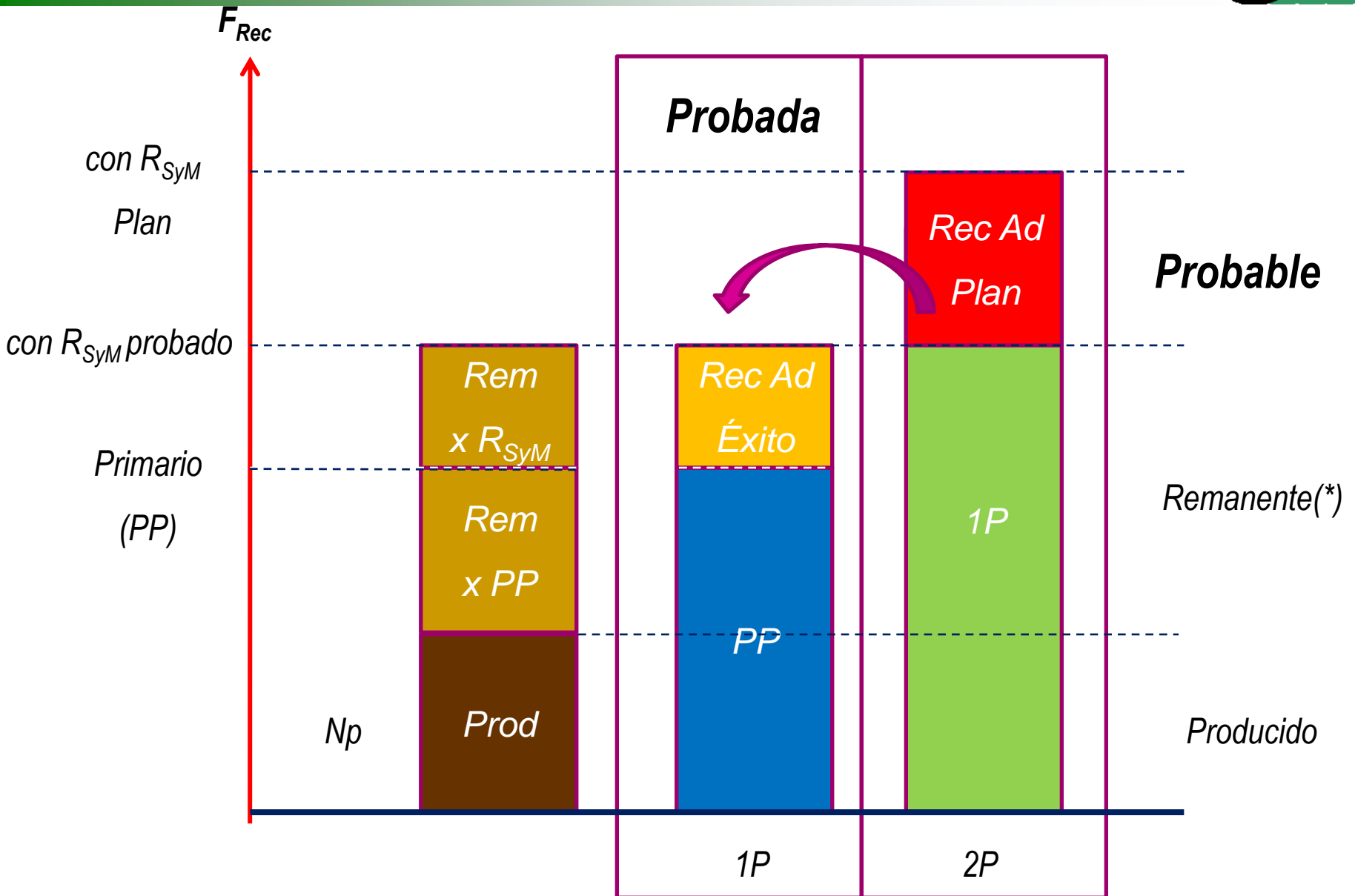
Procesos para recuperación ADICIONAL

IFP, Introduction to EOR, 2003



Medios porosos “No fracturados” OK
Medios Fracturados (YNF) ?

Reserva y Recuperación Adicional



*Cuanto Tiempo? es función de la tasa de producción

- ◆ *Conceptos*
 - *Factor de recuperación*
 - *Procesos “EOR”*
 - *Reserva*

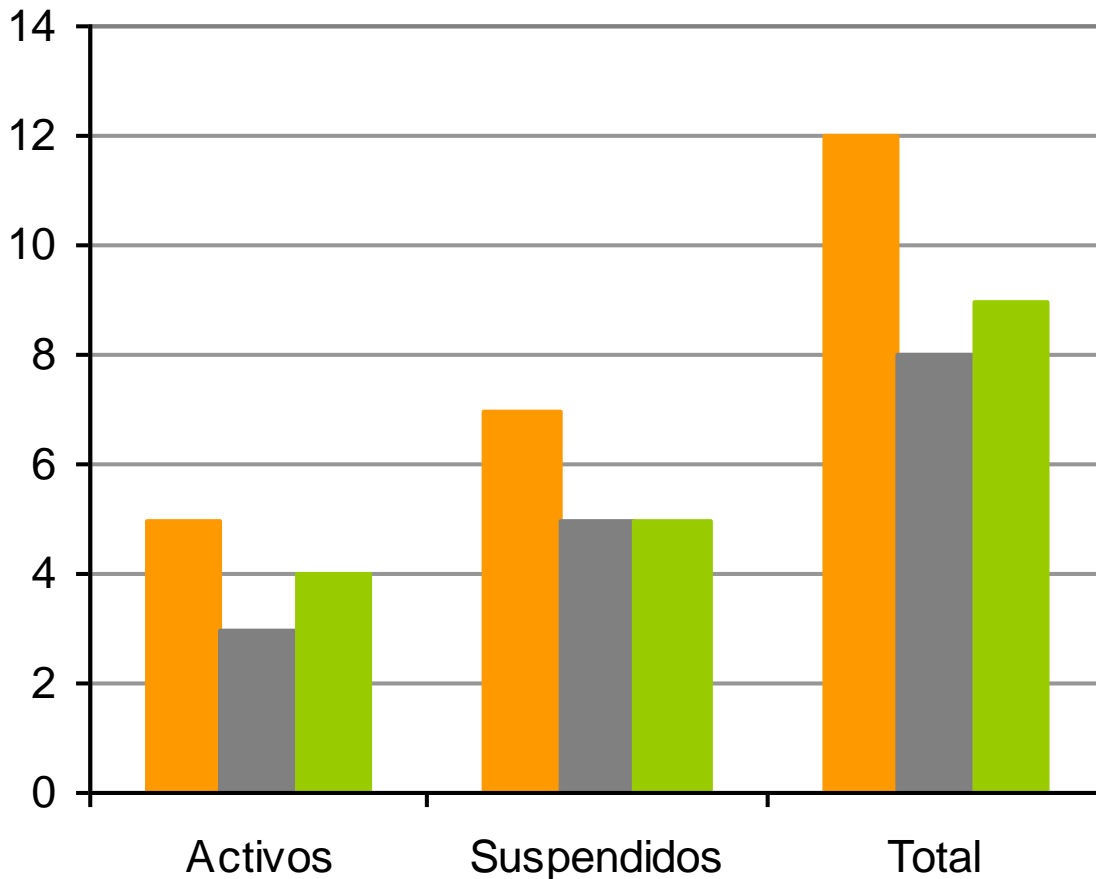
- ◆ *EOR en México*
 - *Historia*
 - *Actualidad (México-Mundo)*

- ◆ *Análisis específico*

- ◆ *Estrategias*
 - *SENER-PEP-IMP*
 - *IMP*

- ◆ *Reflexiones y Desafíos*

Se han realizado **29 proyectos*** (tanto pilotos como implementaciones) en arenas como en carbonatos, pudiendo éstos últimos ser naturalmente fracturados.

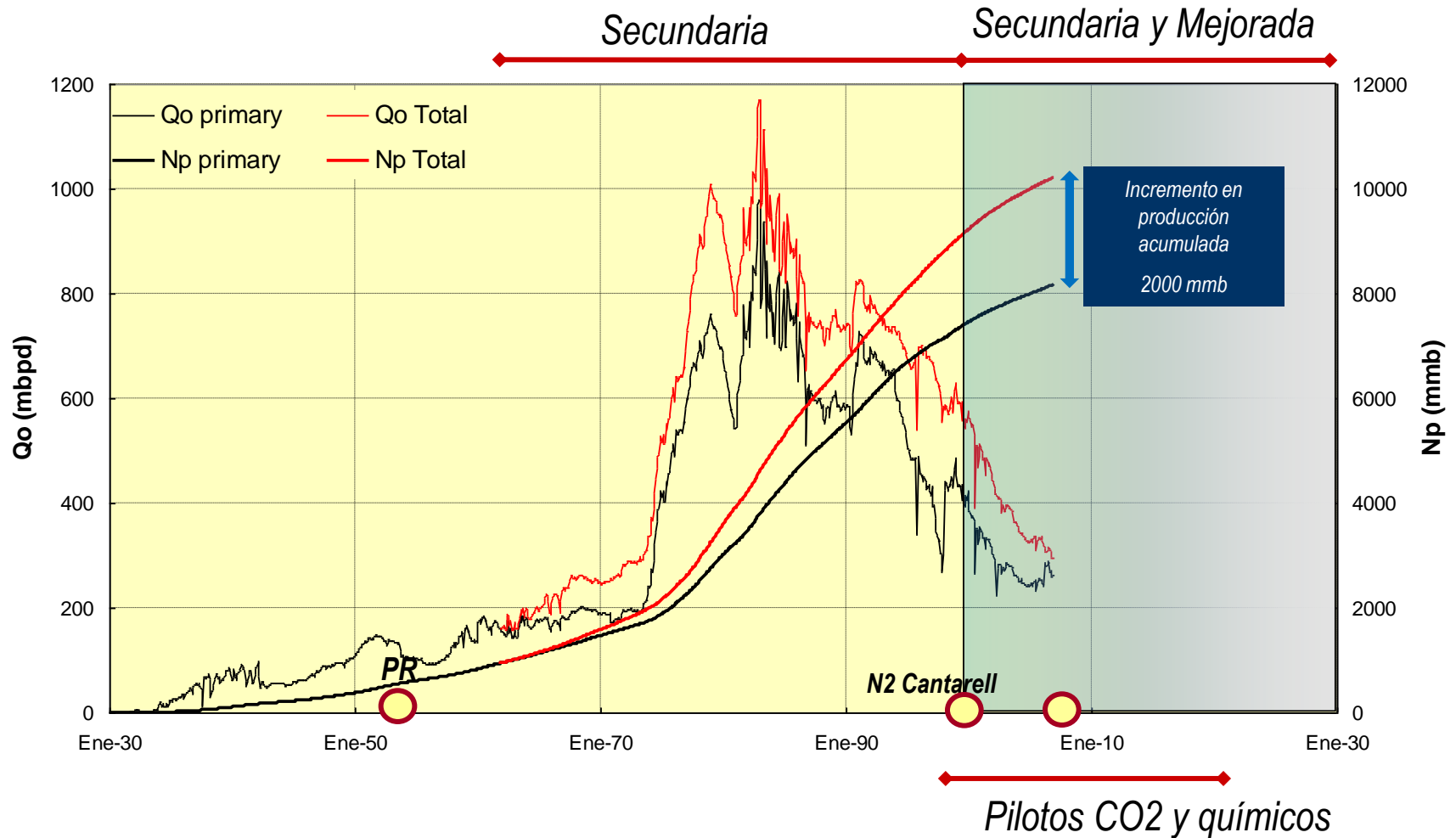


- Arenas
- Carbonatos
- Carbonatos NF

Sólo
pilotos de EOR:
(CO₂, Espumas, YNF)

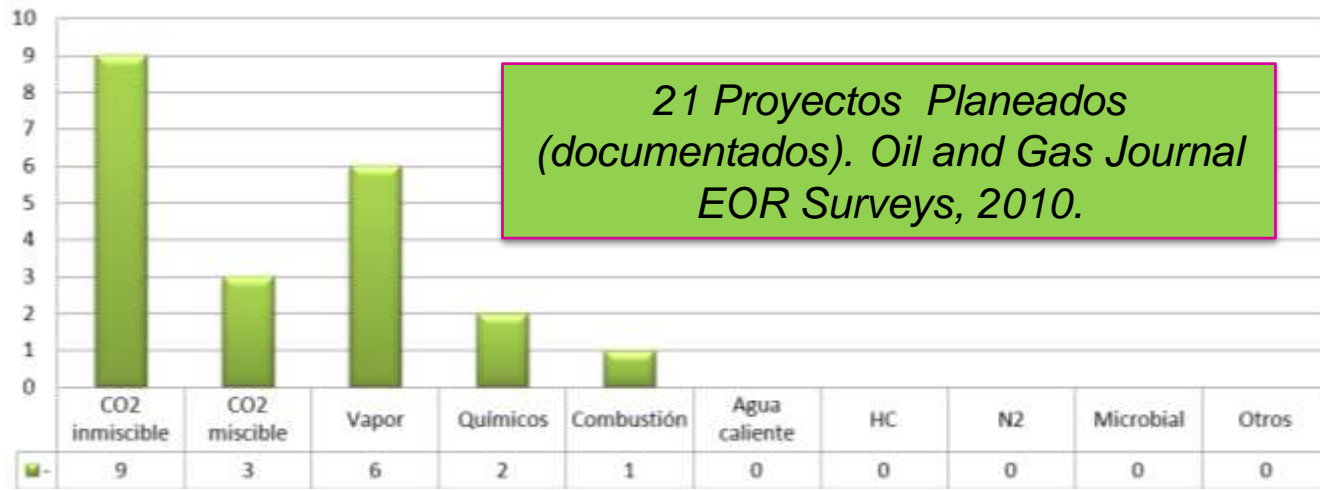
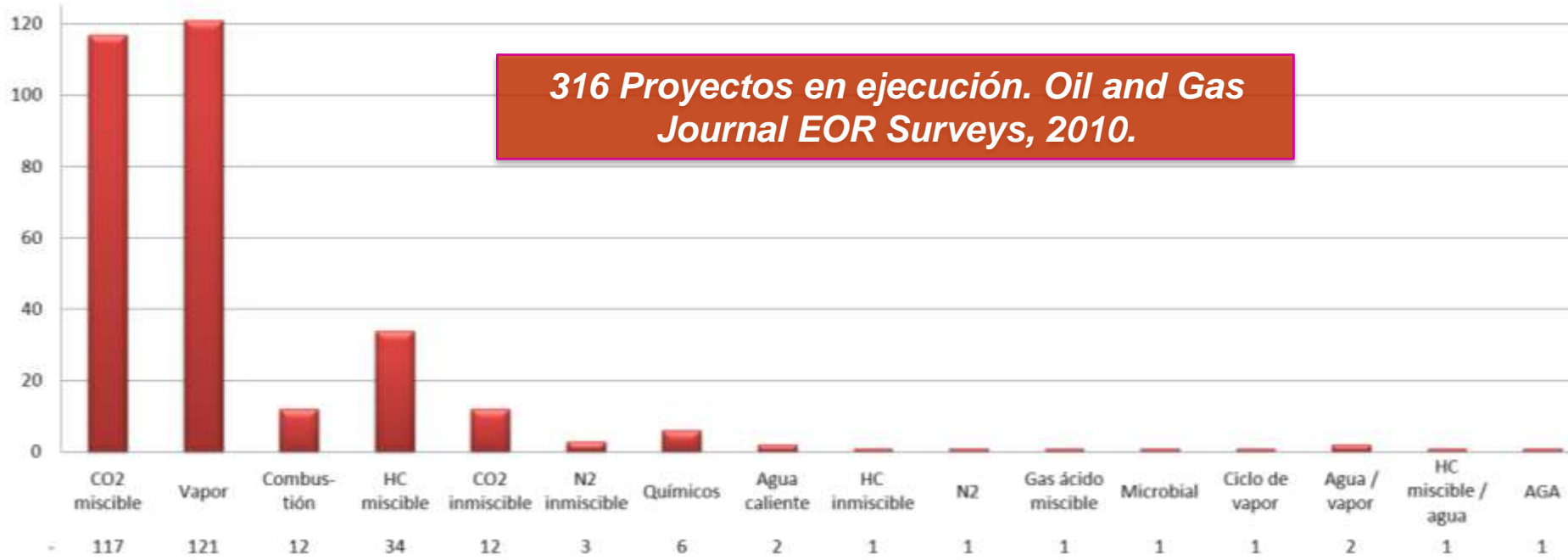
*Anuario de Recuperación Secundaria y Mejorada 2007.

Aceite ADICIONAL por procesos de recuperación



Comportamiento histórico del incremento de producción asociado a procesos de recuperación adicional*.

Proyectos de procesos EOR en el mundo al 2010



- ◆ *Conceptos*
 - *Factor de recuperación*
 - *Procesos “EOR”*
 - *Reserva*

- ◆ *EOR en México*
 - *Historia*
 - *Actualidad (México-Mundo)*

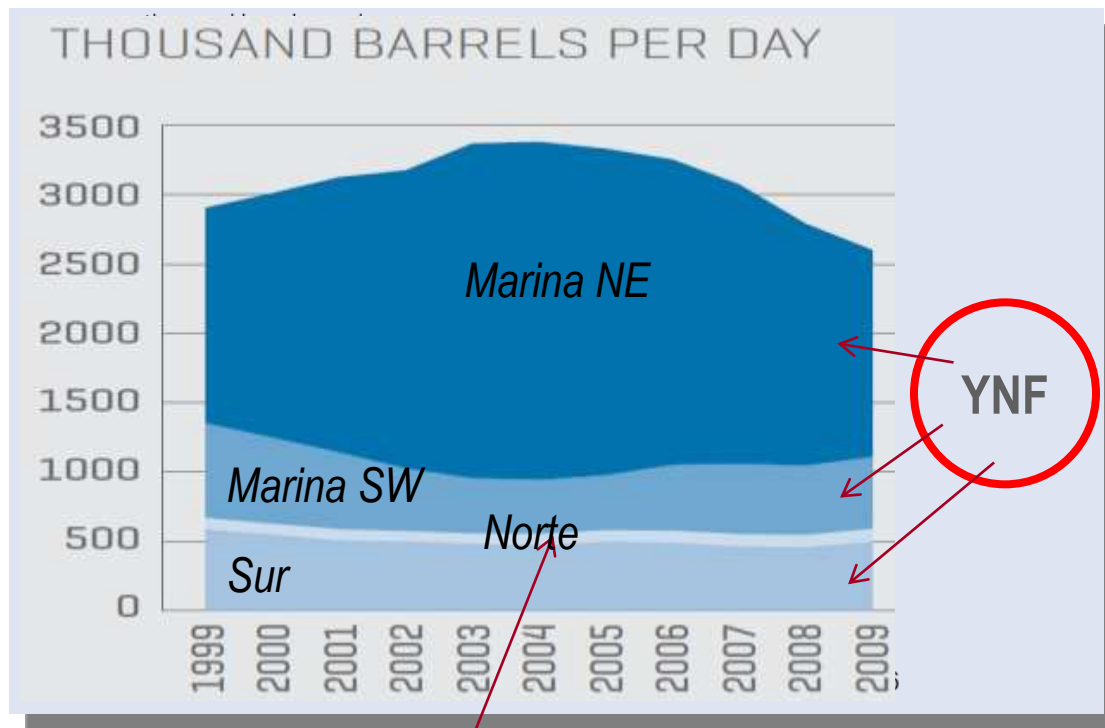
- ◆ *Análisis específico*

- ◆ *Estrategias*
 - *SENER-PEP-IMP*
 - *IMP*

- ◆ *Reflexiones y Desafíos*

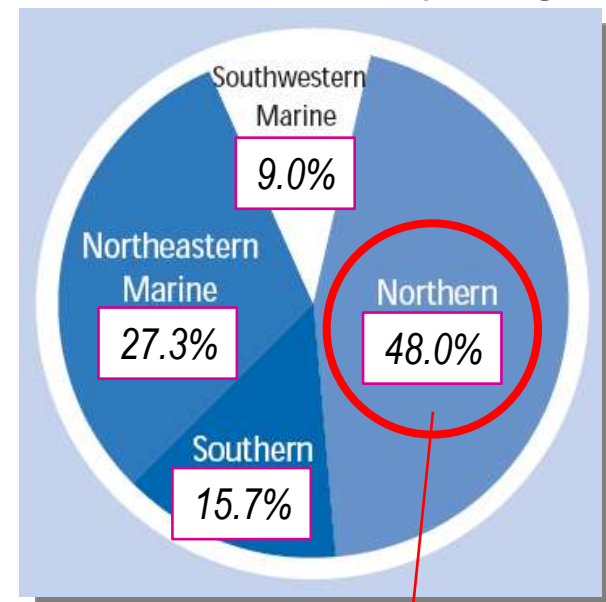
Producción vs Reservas

Producciones de aceite por región⁽¹⁾



ATG

Reserva 2P por región⁽²⁾

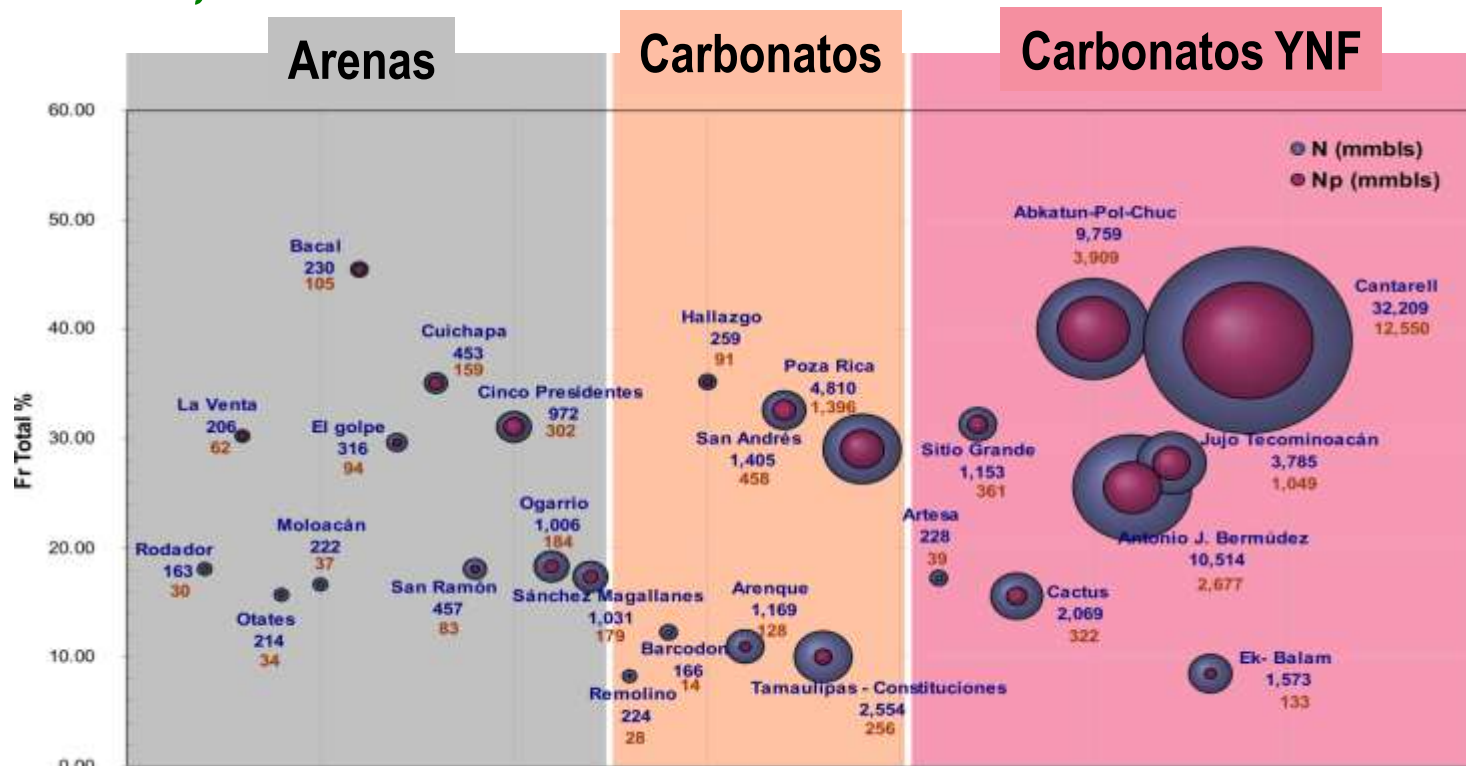


1.-Statistical Yearbook, PEMEX, 2009
2.- Reservas PEMEX,2011, al 1/1/2011

Recuperación adicional



Reservas 1P, 2007



“Convencional” EOR

EOR para YNF?

Porcentaje del **volumen original probado** de aceite nacional sometido a algún proceso de recuperación adicional

**Anuario de Recuperación Secundaria y Mejorada 2007.*



■ Recuperación secundaria	49.23%	•37% Akal
■ Recuperación mejorada	0.94%	12% resto
■ Sin proceso de recuperación adicional	49.83%	

*Al **49.83** % del volumen original probado se le puede aplicar un proceso adicional de recuperación adicional*

*Al **99.06** % del volumen original probado se le puede aplicar un proceso adicional de recuperación MEJORADA*

Campos Maduros, 1P



CICLO DEL PORTAFOLIO DE PROYECTOS DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN



Baja presión y producción de aceite

Alta producción de agua y gas, costo

18 Campos

Ref. Plan Estratégico SENER, 2010. (Ref. PEMEX)

PROBADO

Volúmenes (MMb) de CRUDO PROBADO (1P) al 1/1/2011 (reservas de hidrocarburos, PEMEX, 2011)

	Vol Original	Prod Acum	Remanente	FRec	Esperado sin Rec Adic	Yacimiento
RMNE	60,014.7	16,937.8	5,682.2	28%	37.7%	YNF
RMSO	18,345.2	6,040.6	1,255.8	33%	39.8%	YNF
Norte	48,663.2	5,726.3	658.4	12%	13.1%	Conv
Sur	34,962.3	10,031.7	2,564.6	29%	36.0%	YNF y Conv
Cantarell	37,317.8	13,713.3	2,223.2	37%	42.7%	YNF
ATG	20,210.1	185.6	441.7	1%	3.1%	Complejo

- ◆ *Conceptos*
 - *Factor de recuperación*
 - *Procesos “EOR”*
 - *Reserva*

- ◆ *EOR en México*
 - *Historia*
 - *Actualidad (México-Mundo)*

- ◆ *Análisis específico*

- ◆ *Estrategias*
 - *SENER-PEP-IMP*
 - *IMP*

- ◆ *Reflexiones y Desafíos*

Estrategia Nacional de Energía, SENER, 2010-2024

SEGURIDAD ENERGÉTICA: Restitución de reservas, revertir la disminución en la producción de crudo y mantener la producción de gas natural.

SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL: Reducir el impacto ambiental del sector energético, aprovechamiento de gas natural.

EFICIENCIA ECONÓMICA Y PRODUCTIVA: Promover el desarrollo tecnológico y humano para el sector de energía.

Acciones de PEP enfocadas a Recuperación Mejorada, PEMEX.

PROYECTOS Y TECNOLOGÍAS: Desarrollo o adquisición de tecnologías en EOR y aplicación en los campos de mayor volumen asociado de PEP. (18 campos implican mas del 50% del sistema)

PROCESOS: Establecimiento de procesos de desarrollo de proyectos y asignación de recursos para ejecución de pilotos, estudios y desarrollo de tecnologías.

COMPETENCIAS: Desarrollo de personal para satisfacer la demanda para la siguiente década.

Investigación y desarrollo tecnológico de Recuperación de Hidrocarburos, IMP

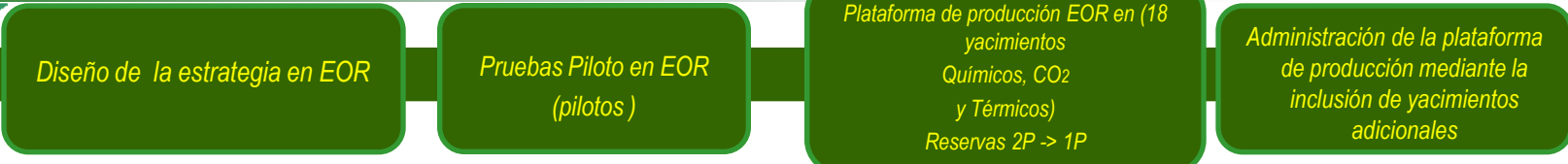
Fortalecer los programas de IDT dentro del enfoque de aplicación a Recuperación de Hidrocarburos.

Desarrollar proyectos de investigación y de soporte tecnológico a PEMEX.

Incrementar capacidades en personal e infraestructura especializada en procesos de recuperación de hidrocarburos.

Trabajar en alianzas con IES, centros de investigación y empresas nacionales e internacionales.

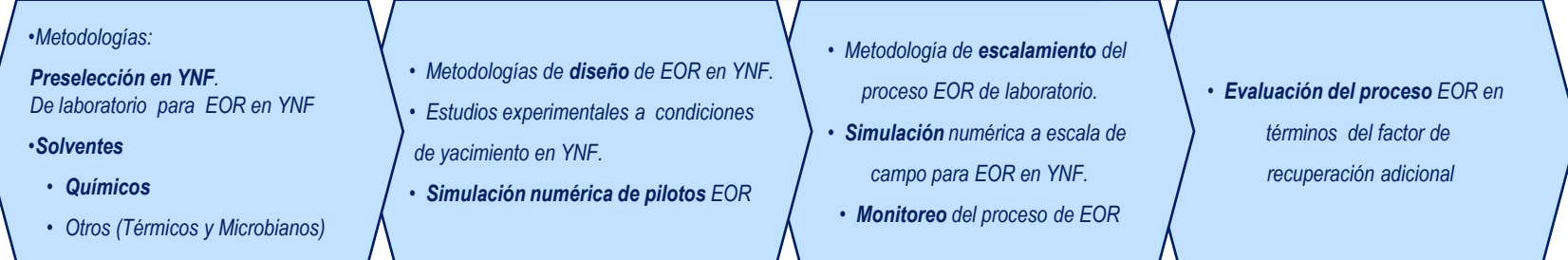
Impulsores
Tendencia PEP



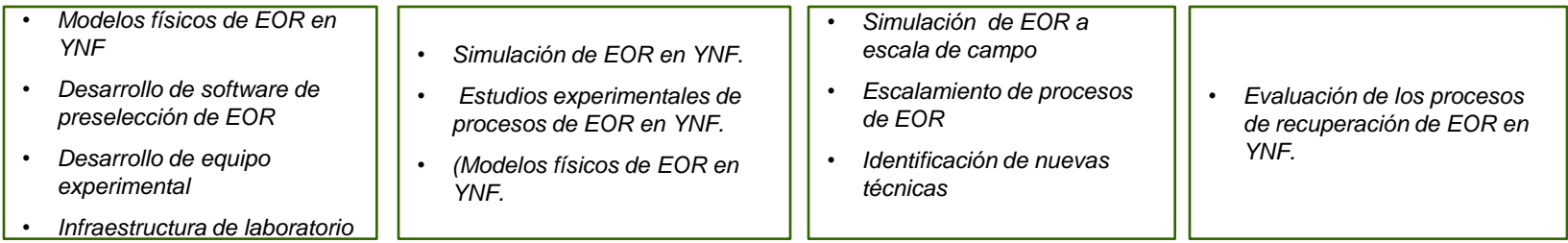
Productos /Servicios



Tecnologías

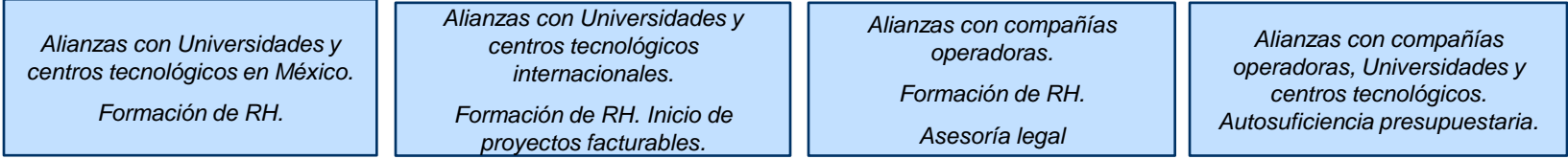


Proyectos

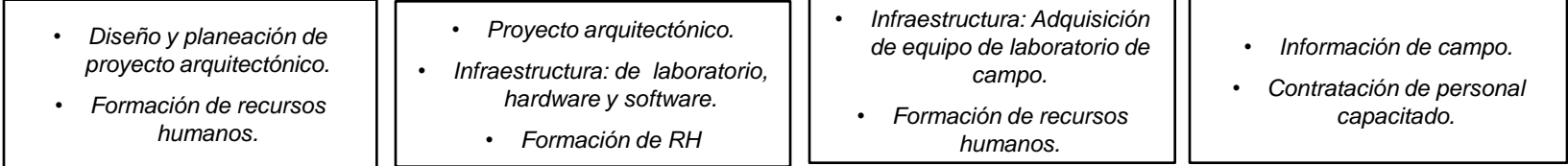


Estrategia

Alianzas



Infraestructura



- ◆ *Conceptos*
 - *Factor de recuperación*
 - *Procesos “EOR”*
 - *Reserva*

- ◆ *EOR en México*
 - *Historia*
 - *Actualidad (México-Mundo)*

- ◆ *Análisis específico*

- ◆ *Estrategias*
 - *SENER-PEP-IMP*
 - *IMP*

- ◆ *Reflexiones y Desafíos*

Los yacimientos mexicanos presentan características únicas.

Los estudios EOR están basados en simuladores con limitaciones. Tanto en la correcta modelación de fenómenos y procesos en yacimientos fracturados, así como en capacidad de capturar la complejidad del medio fracturado.

Para muchos yacimientos no es posible aplicar criterios preestablecidos de selección. **Las alternativas son estudios de laboratorio** y generar nuevos modelos analíticos o numéricos.

Identificación de la distribución y cuantificación de aceite remanente, así como sus mecanismos de extracción.

Detección y evaluación de fuentes de CO₂. Asegurar suministro de básicos para generación de agentes químicos.

Los yacimientos pequeños no cuentan con recursos para realizar estudios y proyectos EOR.

Es difícil realizar pruebas piloto debido a la falta de asignación de recursos, estudios previos y al compromiso de producción que tienen los Activos.

Enfocar estratégicamente el proceso de formación de personal especializado.

México inicia su experiencia en proyectos de EOR.

◆ Retos con YNF

- Ingresar a “matriz”
- Determinación Sor
- Movilidad y confinamiento

- Nuevos modelos de Mecanismos.
- Nuevos métodos (trazadores, bacterias). M-F.
- Nuevos diseños experimentales.
- Control de Dispersión (geles, bacterias).

◆ Implementar EOR con GC (CCS)

- Reducir costos captura CO_2

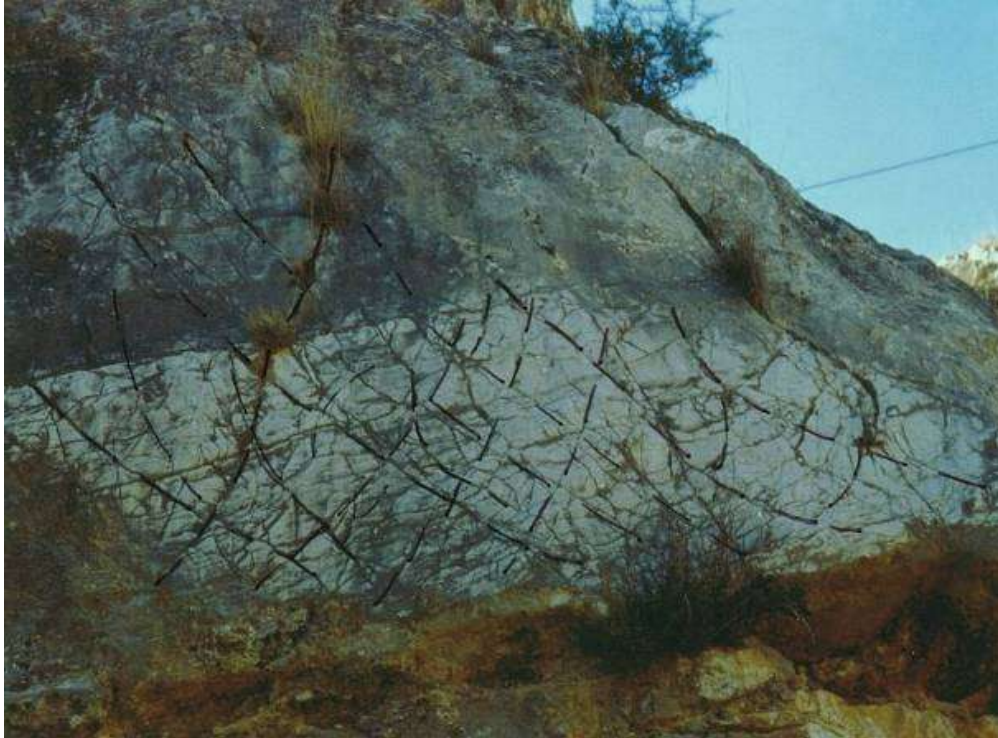
- Nuevos Procesos de captura, \$

◆ Diseños con multi-procesos EOR:

- Mezclas (N_2 - CO_2 – GC)
- Espumas (CO_2 , ASP)
- Vapor no-convencional
- Cl + catalizadores
- Bacterias

- Nuevos diseños de surfactantes,\$
- Nuevos modelos de mecanismos.
- Combinación de procesos.
- Nuevos diseños experimentales.
- Nuevos diseños para aplicación.

El reto de la Recuperación Mejorada de Hidrocarburos en México



2P

(37,437.3 MMbbls)

1% Adicional

(374.437 MMbbls)

Si los produzco a **100 MBls/día**

Son 10.23 años

Gracias por su atención