

# Building a Model for the Certification of Reserves of the Hokchi Field, an Offshore Field in the Gulf of Mexico

17-May-2019

**Juan M Gavilan**, *Líder de Ingeniería de Yacimientos México*  
**Héctor G Moyano**, *Gerente Desarrollo de Reservas México*



# Agenda

- Información General
  - Descripción Geológica y Estructural
  - Estrategia Plan de Evaluación y Resultados
  - Relación con Entes Gubernamentales
- 
- Modelado Estático y Dinámico: Flujo de Trabajo
  - Plan de Desarrollo, Reservas & Factores de Recuperación
  - Facilities para el Desarrollo
  - Conclusiones



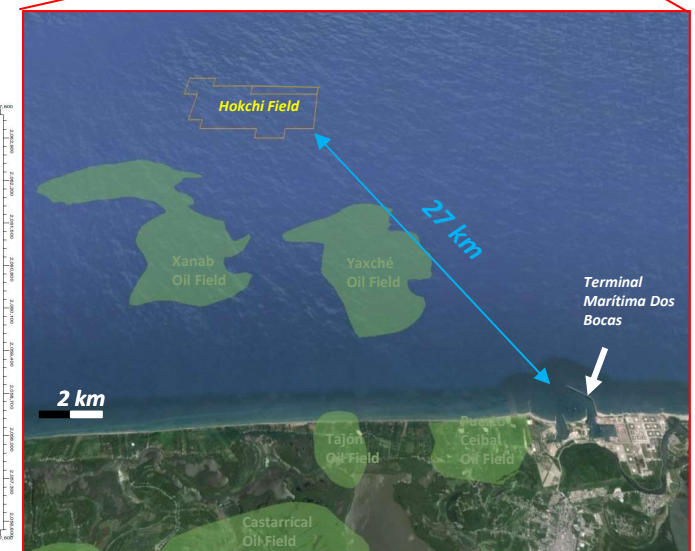
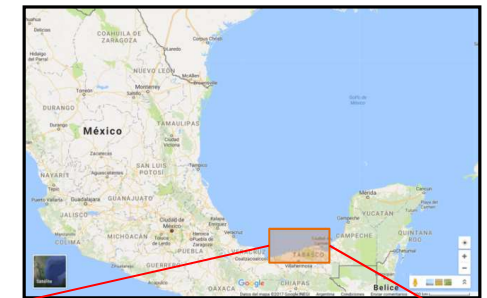
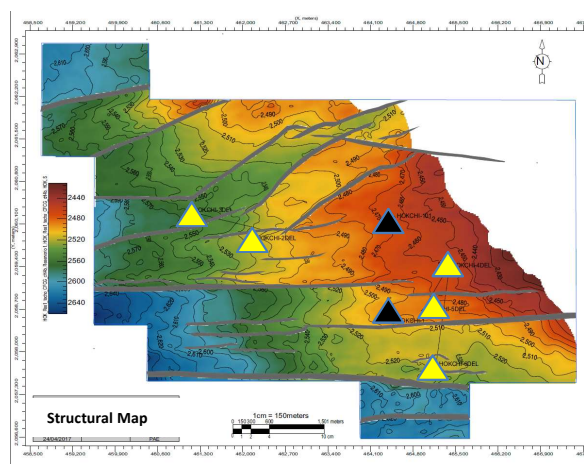
# Información General

## Ubicación:

- Hokchi esta ubicado en las Cuencas Terciarias del Sureste, cercano a campos actualmente en producción y a descubrimientos offshore recientes.
- A 27 km del Puerto de Dos Bocas, dónde PEMEX tiene plantas de tratamiento onshore.
- Superficie del Área: 40 km<sup>2</sup>.
- Prof media del mar: 88 ft (27 m).

## Pozos existentes:

- 2 Pozos perforados por PEMEX (2009 & 2011). 
- 5 Pozos perforados por Hokchi (2016-2017). 



## Información General

- ✓ **Oct-2015:** El área se adjudica en la ronda R1L2. Contrato de Producción Compartida (PSC)
- ✓ **Ene-2016:** Fecha efectiva del Inicio del Contrato. PAE inicia el Plan de Evaluación.
  - ✓ Compromiso: 4 Pozos delineadores y 4 ensayos de producción, en 2 años.
- ✓ **Oct-2017:** PAE finaliza el Plan de Evaluación con 5 Pozos perforados y 2 ensayos de producción.
- ✓ **Abr-2018:** Certificación de Reservas. La CNH aprobó el Plan de Desarrollo presentado.
- ✓ **Jun-2020: PEM e Inicio de Producción**
- ✓ **Etapas de Desarrollo:** 25 años + 2 posibles extensiones de 5 años cada una una.
  - ✓ Fin de Conseción: **Dic-2040** + 10 años



# Descripción Geológica y Estructural

- Reservorios depositados durante el Mioceno Medio.
- Son depósitos submarinos turbidíticos al pie del talud.
- Litología: areniscas con intercalaciones de lutitas.
- Porosidad primaria: 23 – 28% (50 – 500 mD)

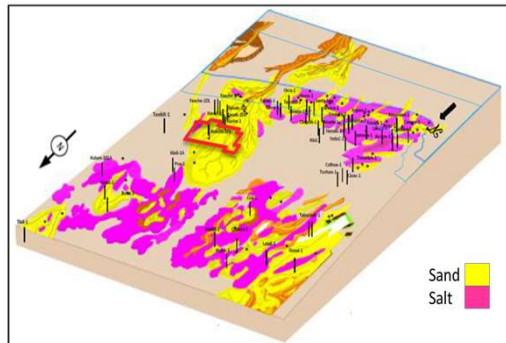


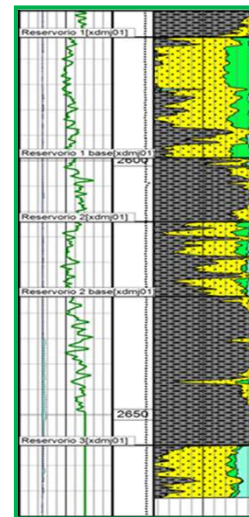
Figura 6.3 Modelo de depósito del Mioceno Medio

## Reservoir Section (middle Miocene)

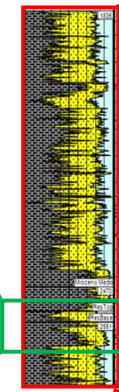
Reservoir 1  
(R1)

Reservoir 2  
(R2)

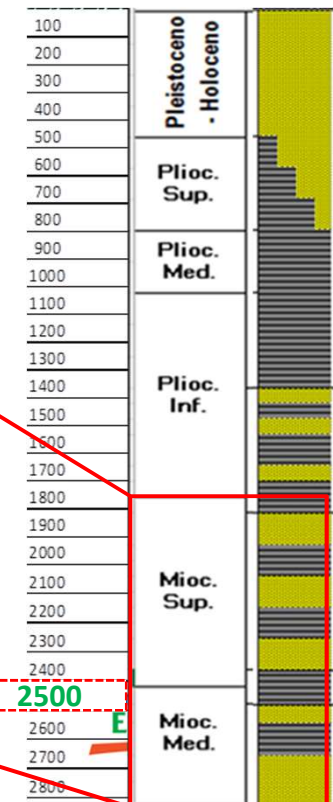
Reservoir 3  
(R3)



## Miocene Section



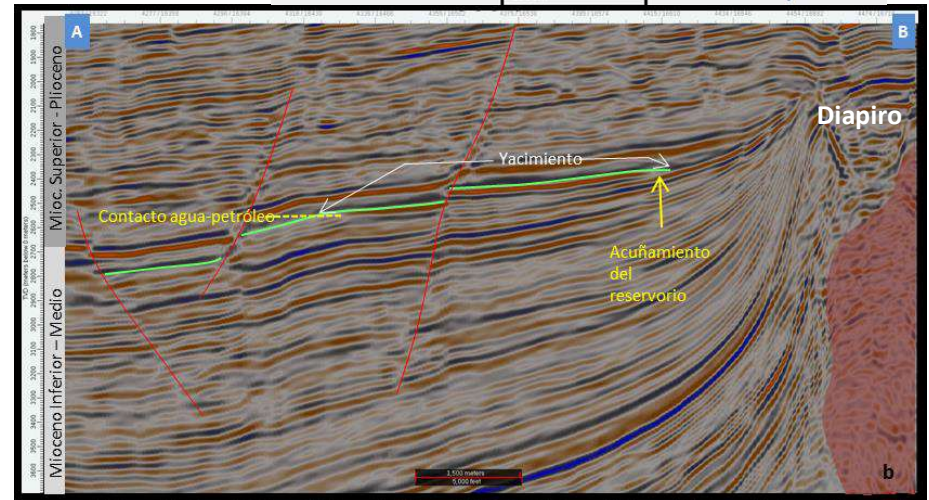
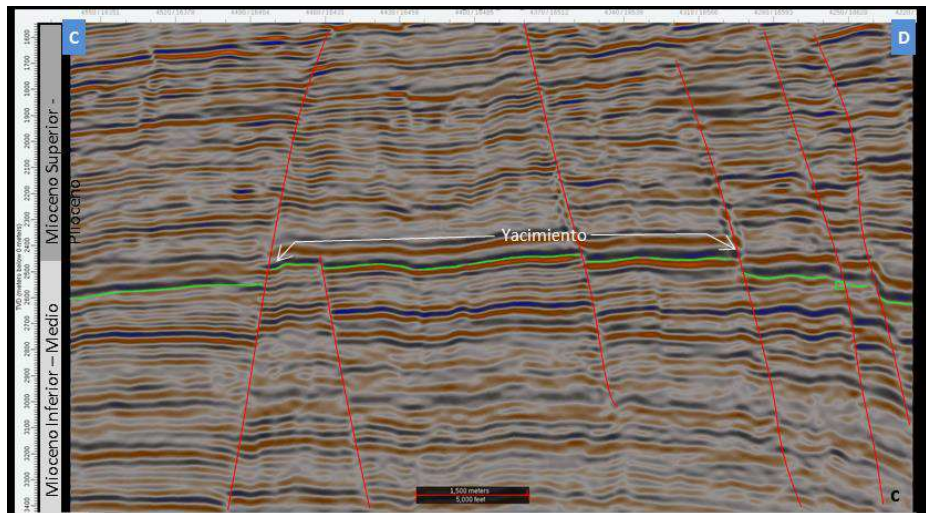
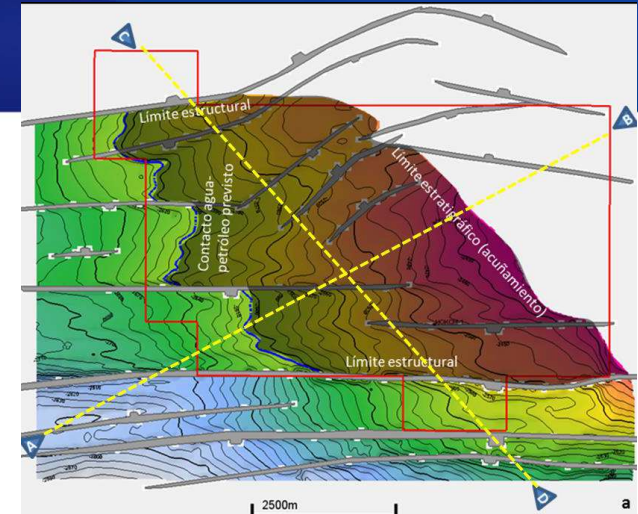
TVD [m]





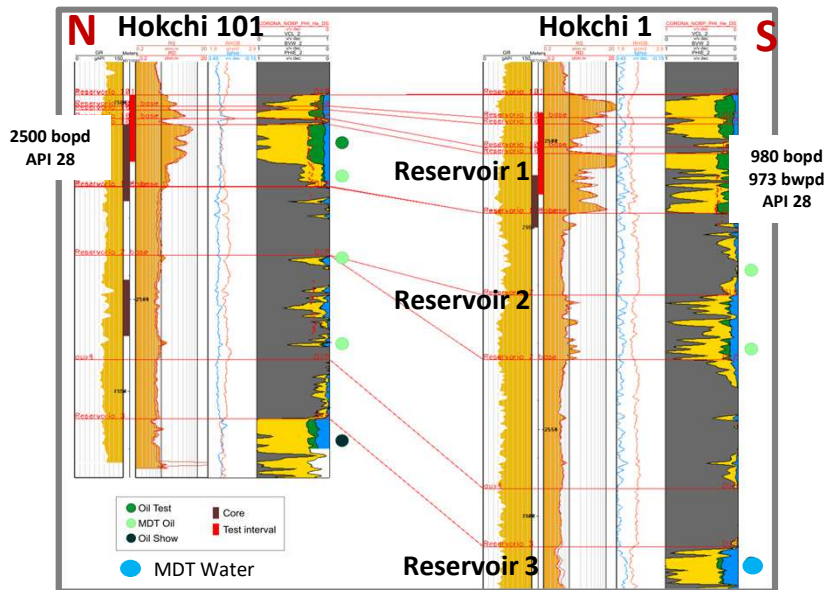
# Descripción Geológica y Estructural

- Trampa combinada del tipo estructural y estratigráfica.
- Hacia el Este acuífamiento producto de un diapiro salino.
- Hacia el Oeste fin de la acumulación y contacto O-W.
- Hacia el Norte y Sur, fallas normales.

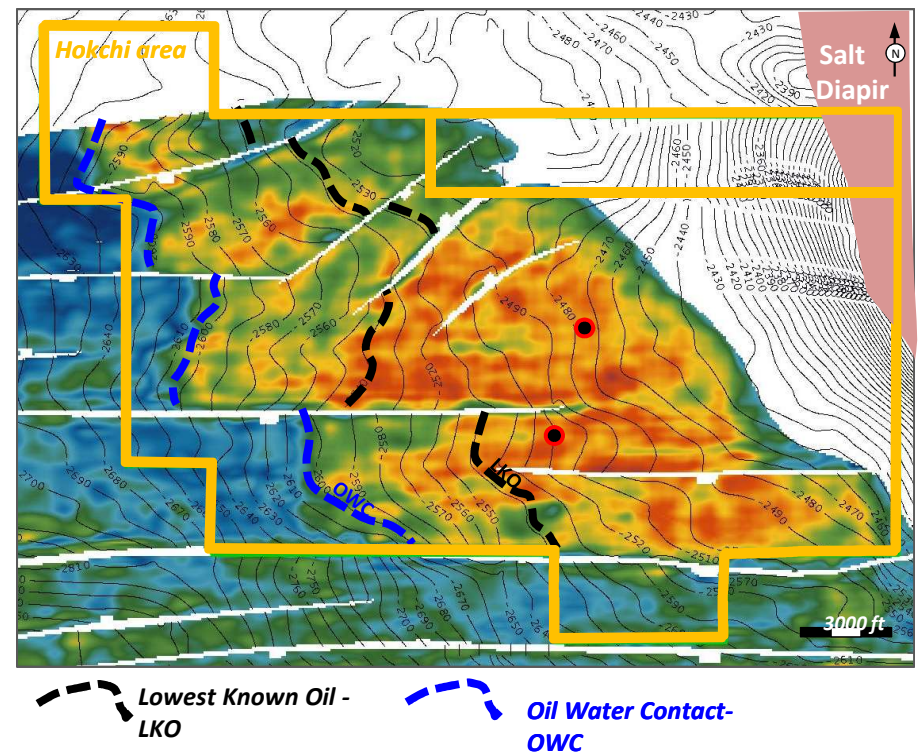


# Plan de Evaluación – Incertidumbres a Resolver

- Posición del contacto Agua-Petróleo.
- Existencia de oil en reservorio R3.
- Extensión lateral del/os reservorios.
- Productividad de los pozos.
- Conductividad de las fallas.

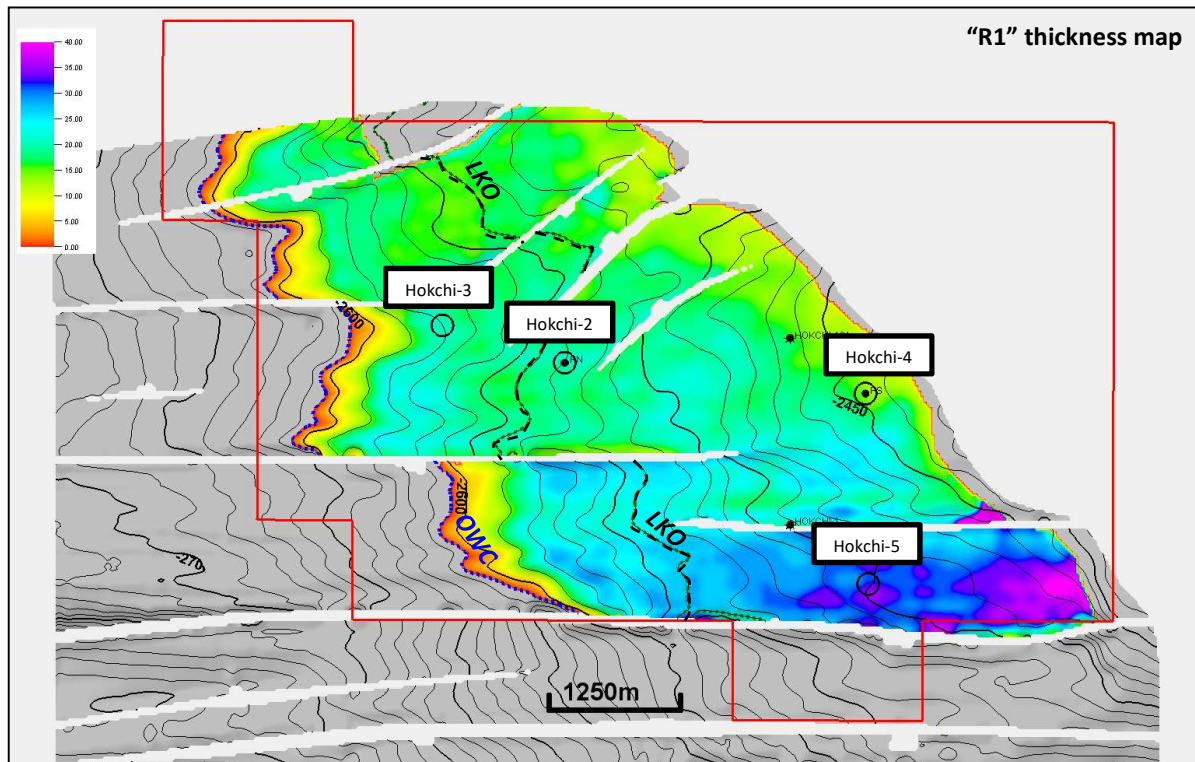


Structural map – Seismic Amplitude





# Delineación – Pozos Objetivos



## Hokchi-2

- Extender el LKO estructura abajo desde -2540 TVDSS hasta -2575 TVDSS.
- Refinar modelo de reservorio: espesor, porosidad, permeabilidad.

## Hokchi-3(d)

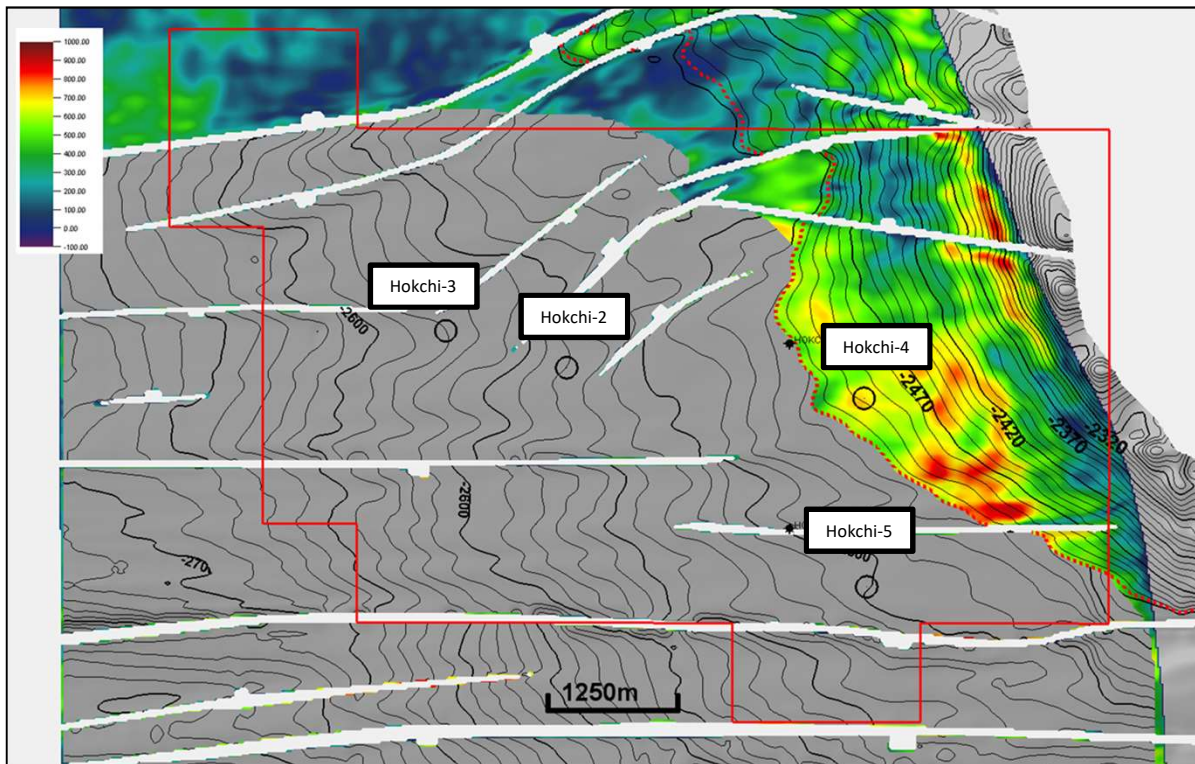
- Testear el OWC, y si concuerda con el atributo sísmico de la amplitud.
- Verificar el espesor y calidad de reservorio en la posición estructural más baja.

## Hokchi-5(d)

- Testear el espesor máximo de R1 en la zona sur.
- Testear la continuidad hidráulica con la zona central.



# Delineación – Pozos Objetivos



## Hokchi-4

- Explorar el potencial de R3 y definir sus límites.
- Comprobar existencia de acuífero.
- Evaluar la productividad de un pozo doble objetivo.

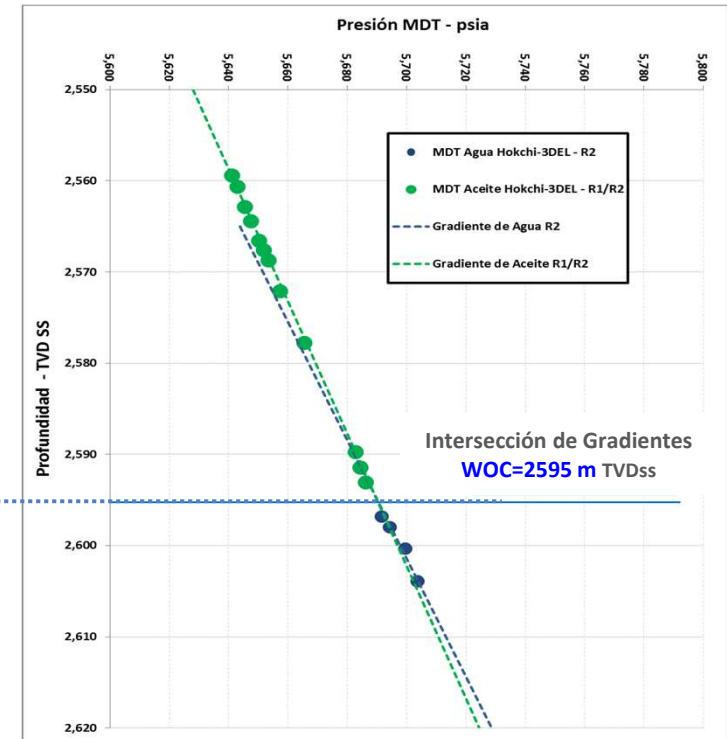
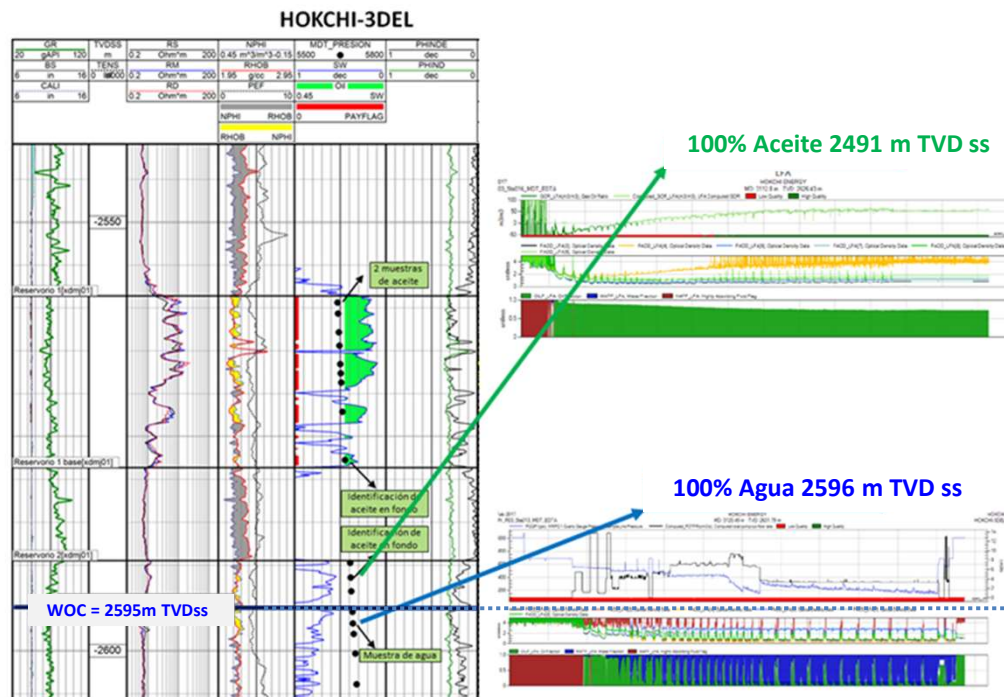
## Ensayos de DST (4 pozos)

- Productividad de los pozos.
- Conductividad de las fallas.
- Propiedades de los reservorios.



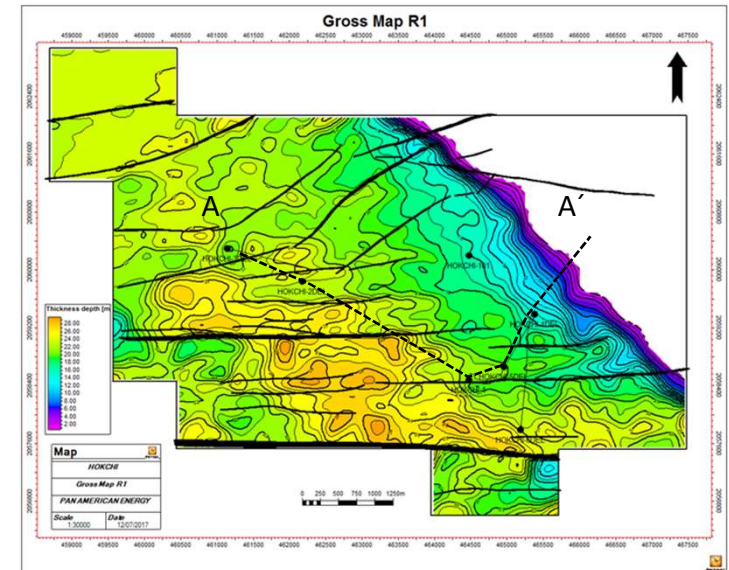
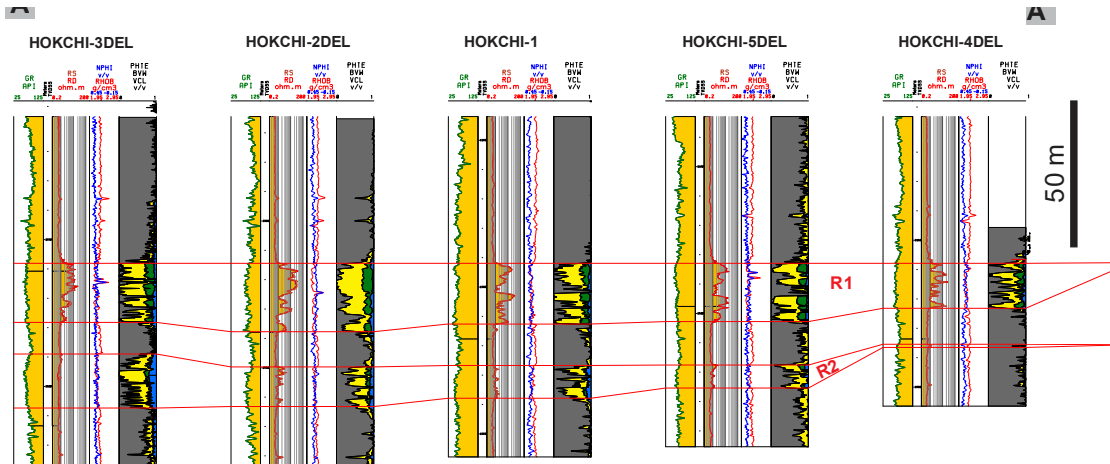
# Resultados Plan de Evaluación

- ✓ Posición del contacto Agua-Petróleo. Hokchi-3DEL comprobó el **WOC** en **2595 m** TVDss.



# Resultados Plan de Evaluación

- ✓ Extensión lateral de/os reservorios.
  - Se confirma buena extension lateral.
  - Acuñaamiento hacia el NE.



- ✓ Presencia de oil en Reservorio R3
  - Hokchi-4 confirma agua con rastros de oil utilizando la identificación de fluidos y toma muestra del MDT.

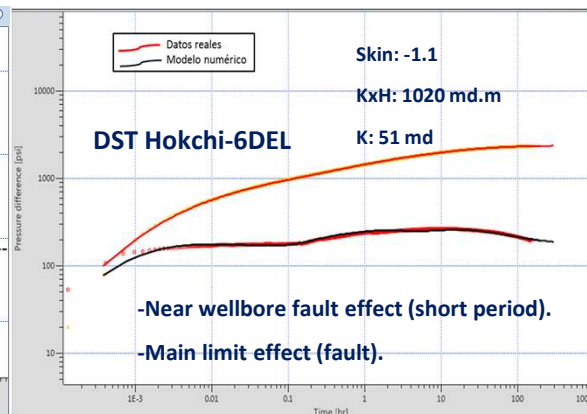
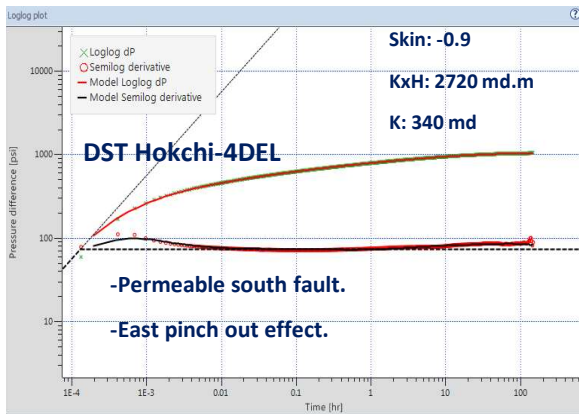
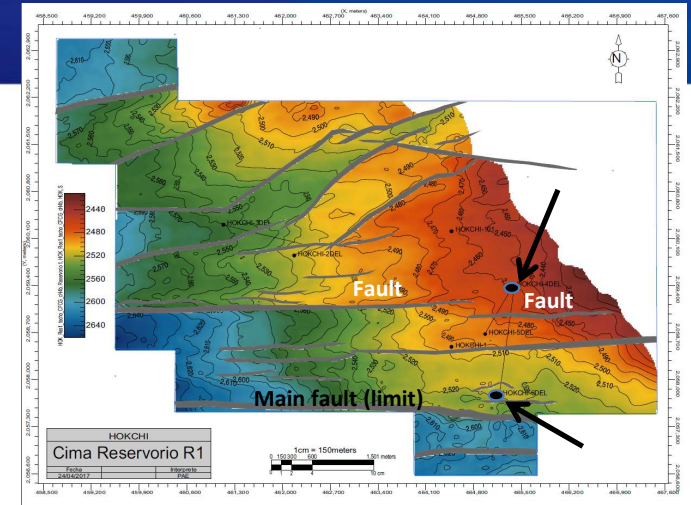


# Resultados Plan de Evaluación

- ✓ Productividad de los pozos.
- ✓ Conductividad de las fallas.

| Orificio | Caudal Aceite [STB/d] | Caudal Gas [mSCF/d] | % Agua | GOR [m3/m3] |
|----------|-----------------------|---------------------|--------|-------------|
| ¼"       | 1550                  | 550                 | 0      | 60          |
| 3/8"     | 3000                  | 1000                | 0      | 60          |
| ½"       | 4000                  | 1350                | 0      | 60          |

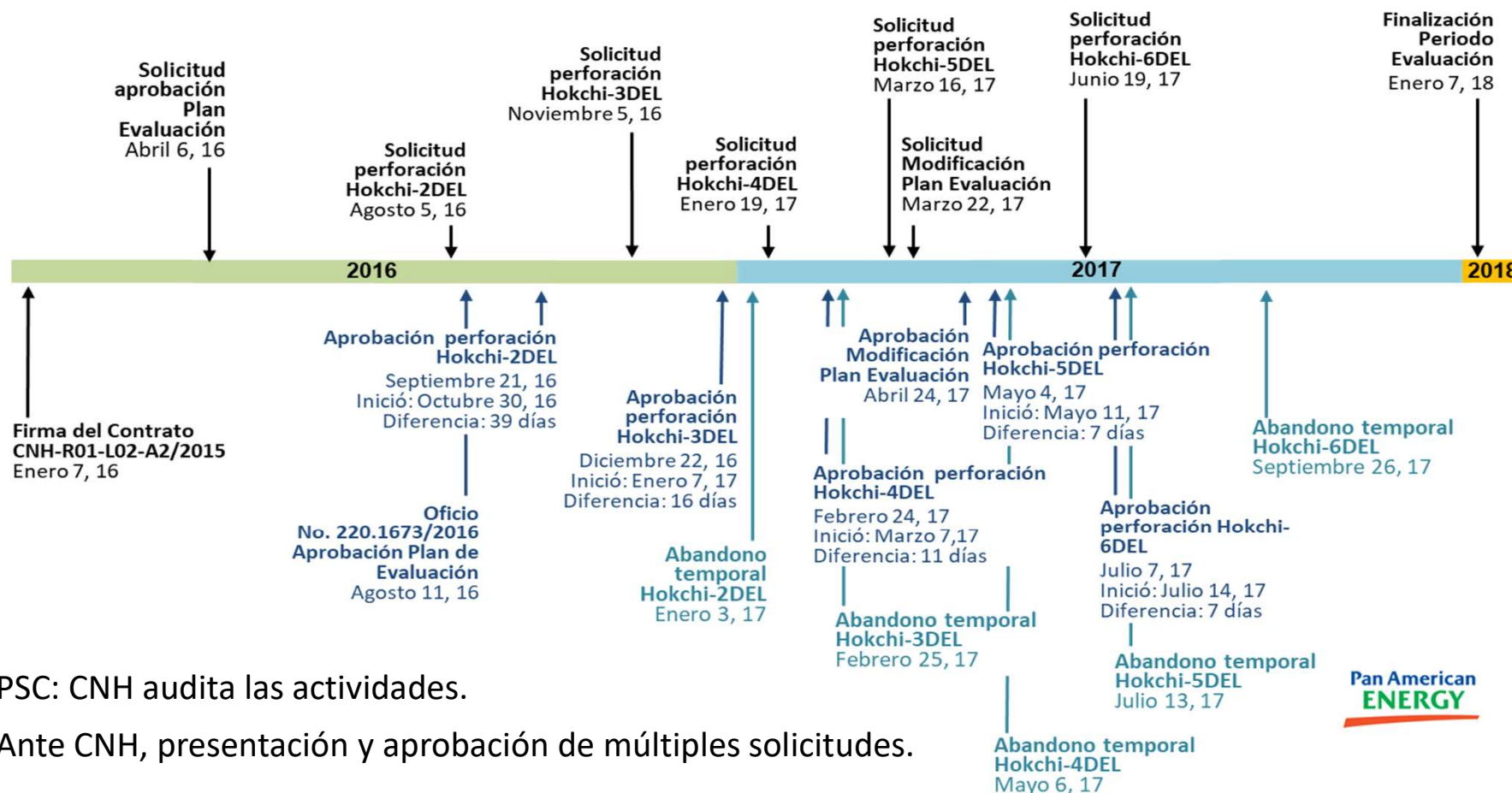
| Orificio | Caudal Aceite [STB/d] | Caudal Gas [mSCF/d] | % Agua | Presión en boca (psi) |
|----------|-----------------------|---------------------|--------|-----------------------|
| 3/8"     | 1650                  | n/a                 | 0      | 790                   |
| 1/2"     | 1910                  | n/a                 | 0      | 530                   |
| 5/8"     | 2085                  | n/a                 | 0      | 400                   |



| Resultados - DST | Hokchi-101 | Hokchi-4DEL | Hokchi-6DEL  |
|------------------|------------|-------------|--------------|
| Qo max           | 2441 bopd  | 4000 bopd   | 2083 bopd    |
| GOR              | 85         | 64          | Bajo NA      |
| % Agua           | 0%         | 0%          | 0%           |
| ° API            | 28         | 29          | 22           |
| K x h            | 1270 md.m  | 2720 md.m   | 1020 md.m    |
| h (net)          | 9 m        | 8 m         | 20           |
| K                | 141 mD     | 340 mD      | 51           |
| Skin             | 2,1        | -0.9        | -1.15        |
| Uo (cp)          | 1.7 cP     | 1.7 cP      | 3.4 cP       |
| IP               | 1 bpd/psi  | 3 bpd/psi   | 0.95 bpd/psi |
| Net/Gross        | 0.72       | 0.53        | 0.57         |

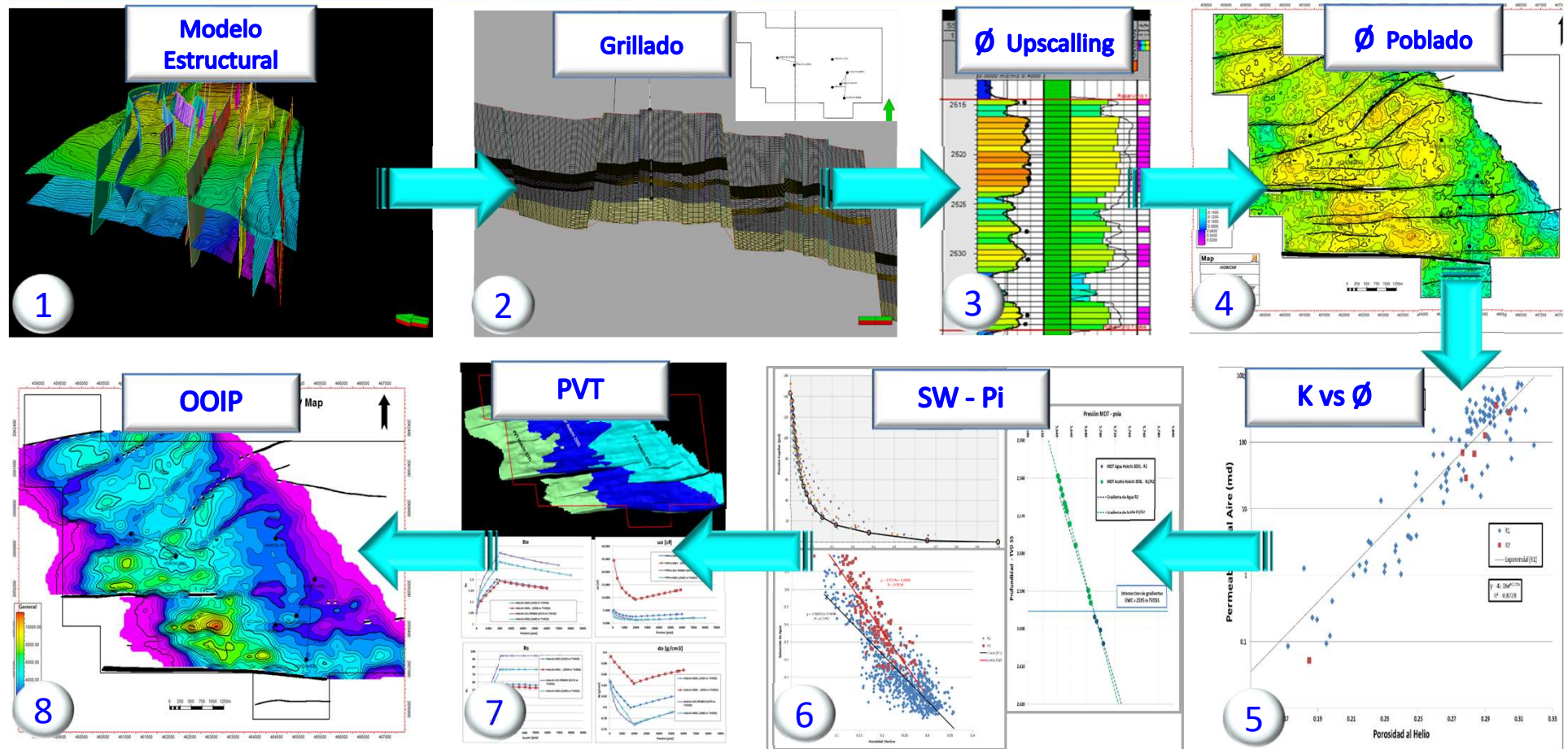


# Relación con Entes Gubernamentales



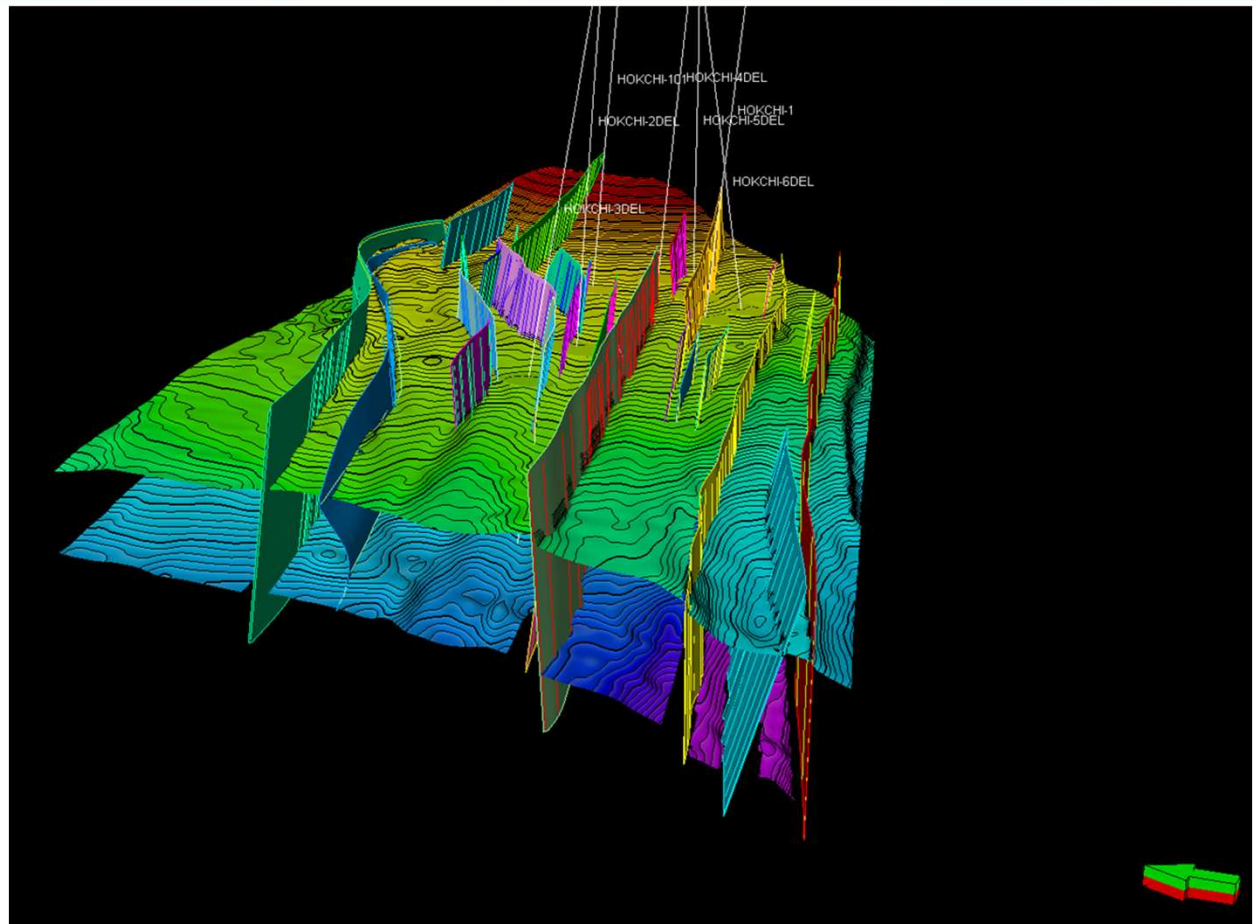
- PSC: CNH audita las actividades.
- Ante CNH, presentación y aprobación de múltiples solicitudes.

# Modelo 3D & OOIP - Flujo de Trabajo



# 1 Modelo Estructural – Interpretación Sísmica

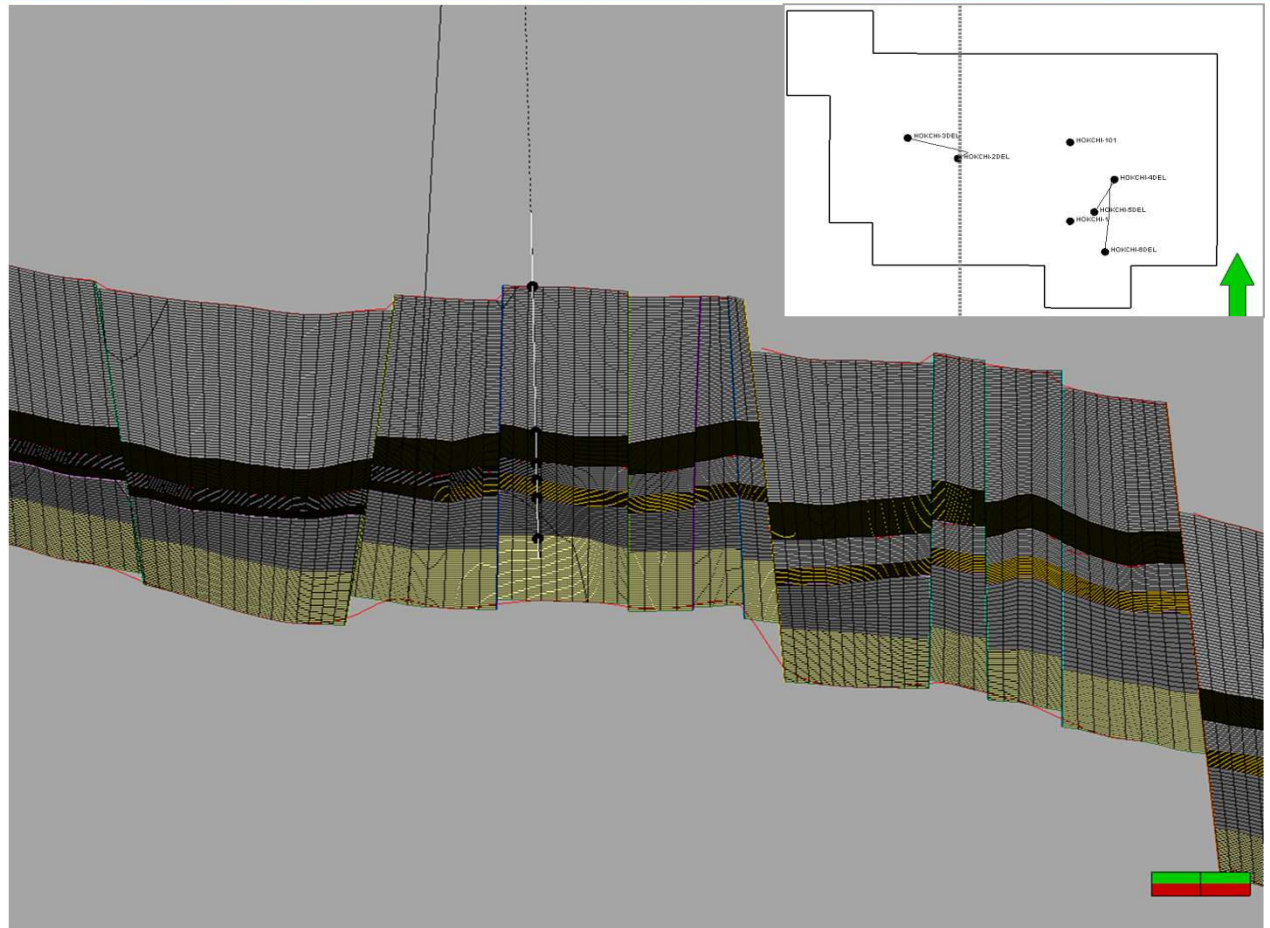
- Calibración de la sísmica a través de **sismograma sintético** a pozos.
- **Interpretación** de horizontes y fallas.
- **Generación de mapas**, utilizando los horizontes y fallas.
- **Ajuste de mapas** a los picks de los pozos perforados.
- **Exportación** de superficies (mapas) a **Petrel**.





## 2 Modelo Estructural – Grillado

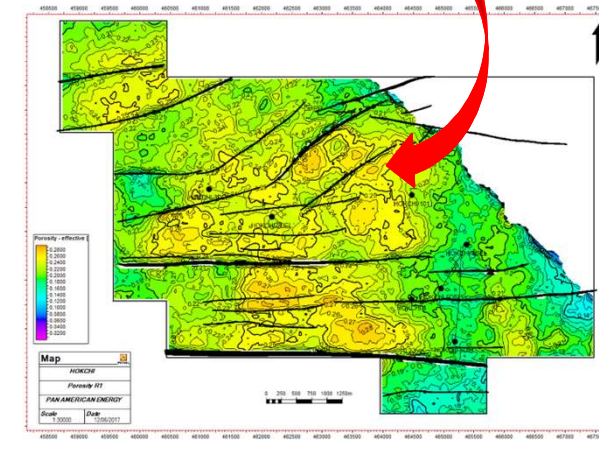
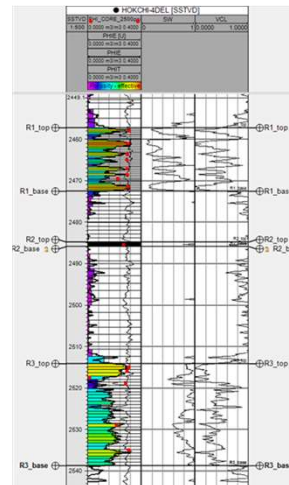
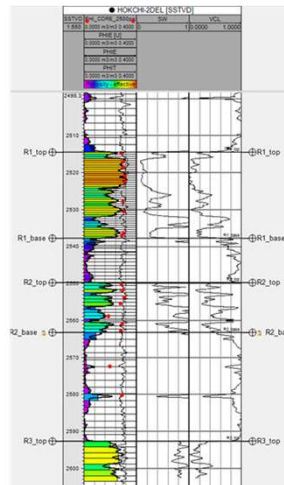
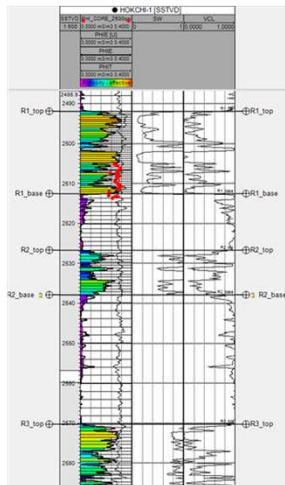
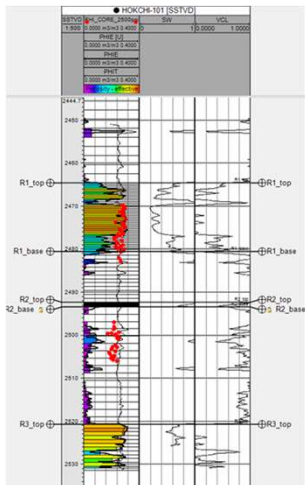
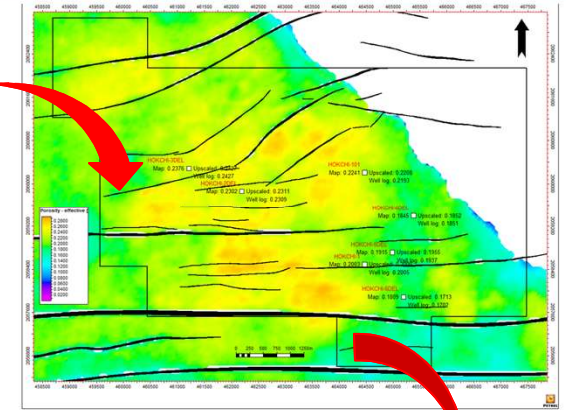
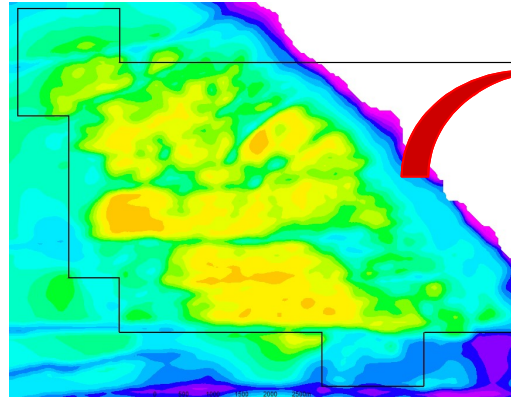
- Utilizando los **mapas generados** por la interpretación sísmica;
- Los **picks interpretados** de los pozos;
- Y las **superficies de las fallas**;
- A través de la metodología **pilar gridding** se procede a generar el **grillado 3D** entre las superficies mapeadas.





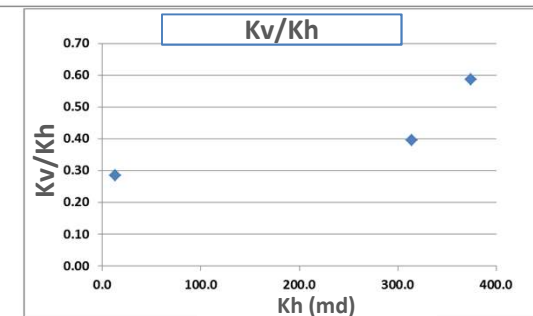
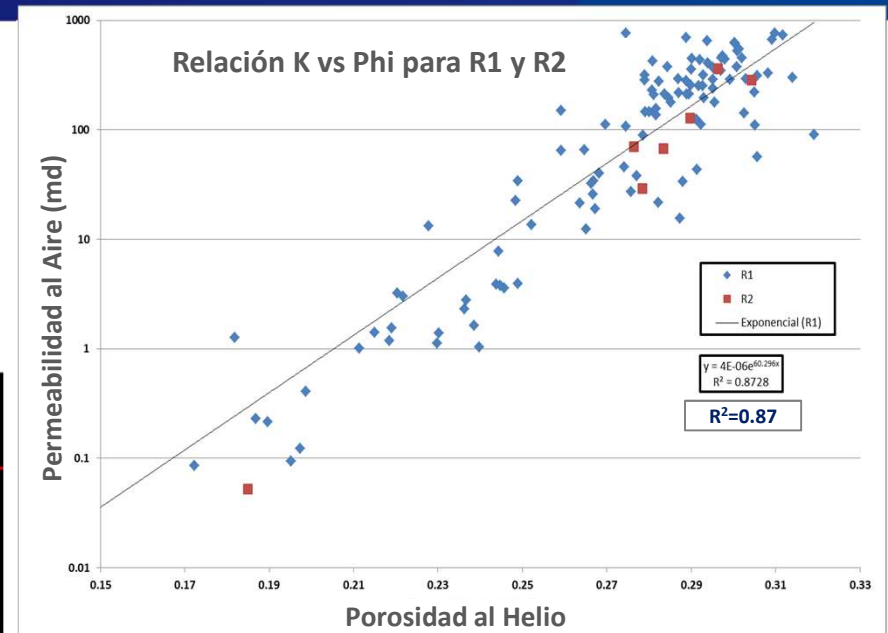
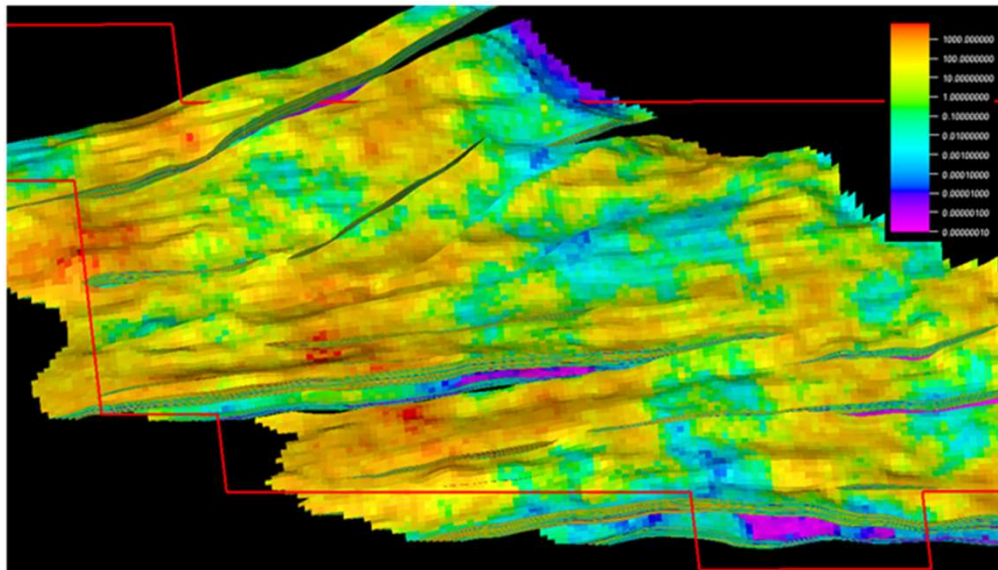
## 3 4 Modelo Estático – Poblado de Propiedades

- Realizando el **Upscaling** de los datos de registros de pozos a la escala de la grilla;
- Utilizando el mapa de tendencia del **Lambda Rho** para guiar el poblado de propiedades;
- Se genera el **mapa de Porosidades** para las zonas dónde no existe datos de pozo.



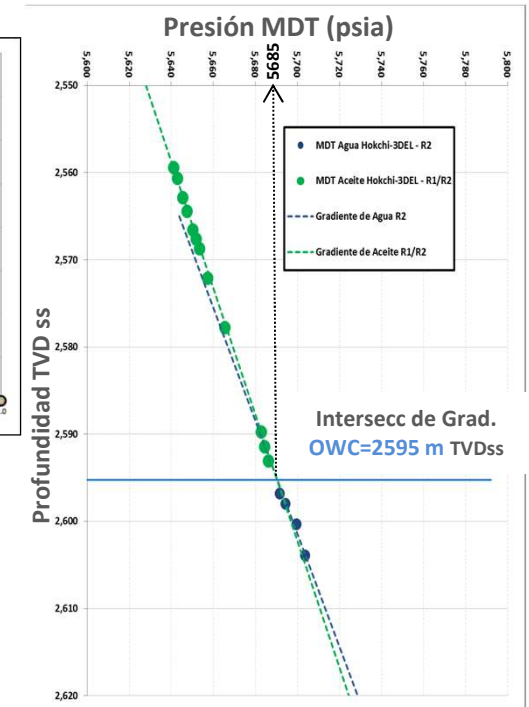
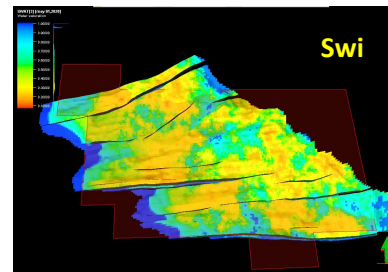
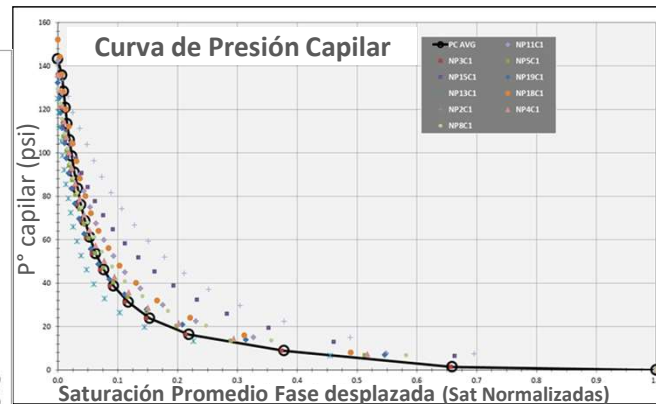
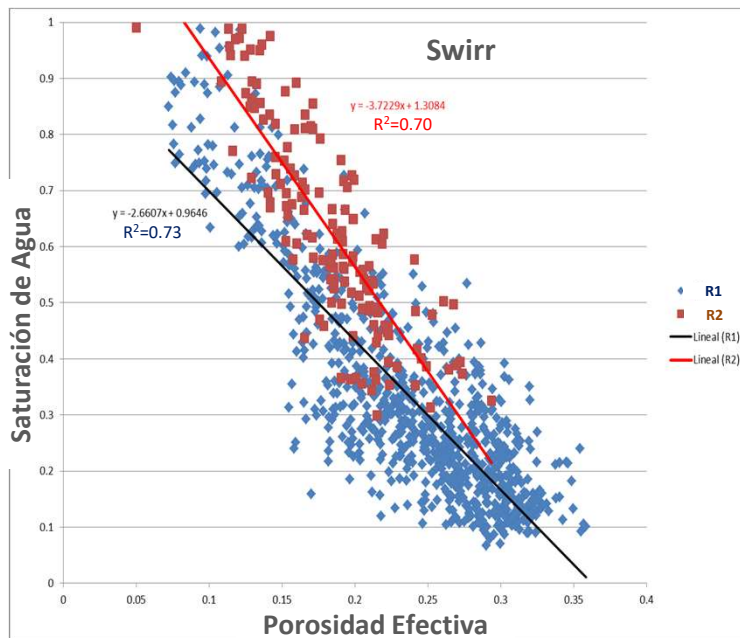
## 5 Modelo Estático – Poblado de propiedades – K vs Phi

- La Permeabilidad se calcula de una **ley K vs PHI** con resultados medidos en laboratorio, de coronas y testigos rotados.
- Kv** se estimó también de resultados de laboratorio.



## 6 Modelo Estático – Poblado de Propiedades – Swi, Pi

- Swirr se pobló de interpretaciones de registros de pozos (diferentes leyes p/ R1 y R2).
- Saturación de Agua Crítica igual a la Saturación de Agua Connata
- Zona de transición: Pc obtenida en laboratorio se convirtió a condiciones de reservorios.
- P° inicial **5685.48** psia al WOC (Prof de referencia: **2595 TVDss**) definida del MDT del Hokchi-3DEL (misma unidad hidráulica para R1 y R2 según Gradientes)

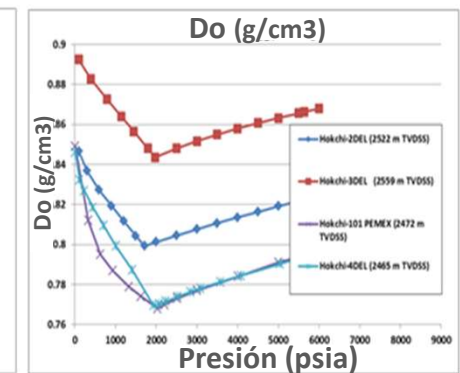
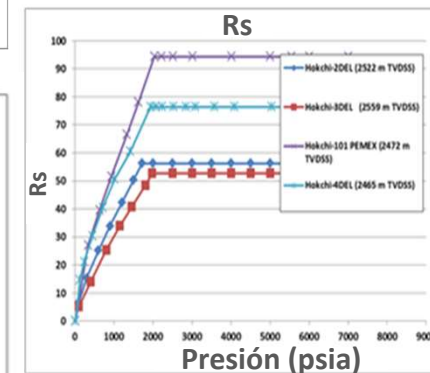
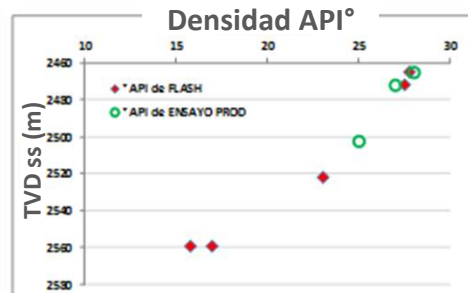
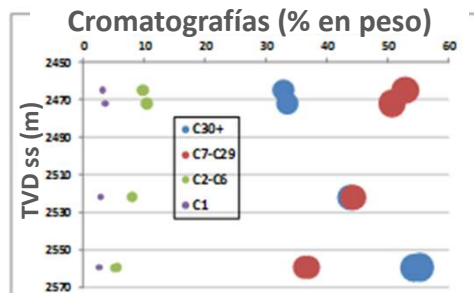
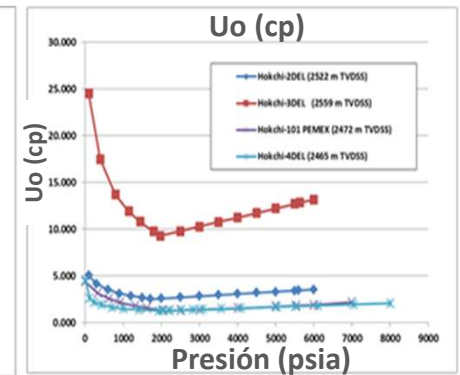
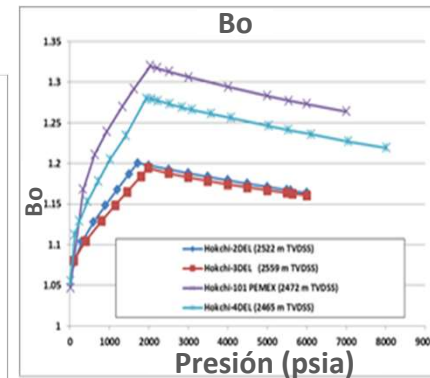
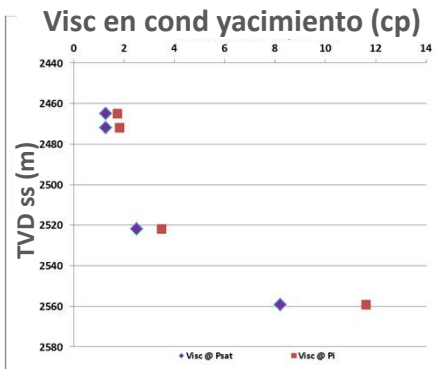
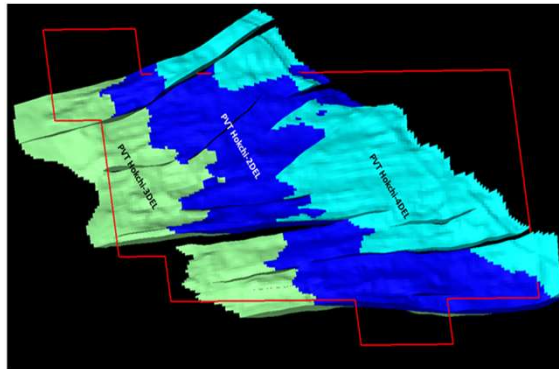




## 7

# Modelo Dinámico. Regiones PVT

- Ensayos PVT : Hokchi-2DEL/3DEL/4DEL/101.
- **Cambio en Propiedades** de Fluidos según posición estructural.
- Se definieron **3 regiones PVT** para el Modelo Dinámico.

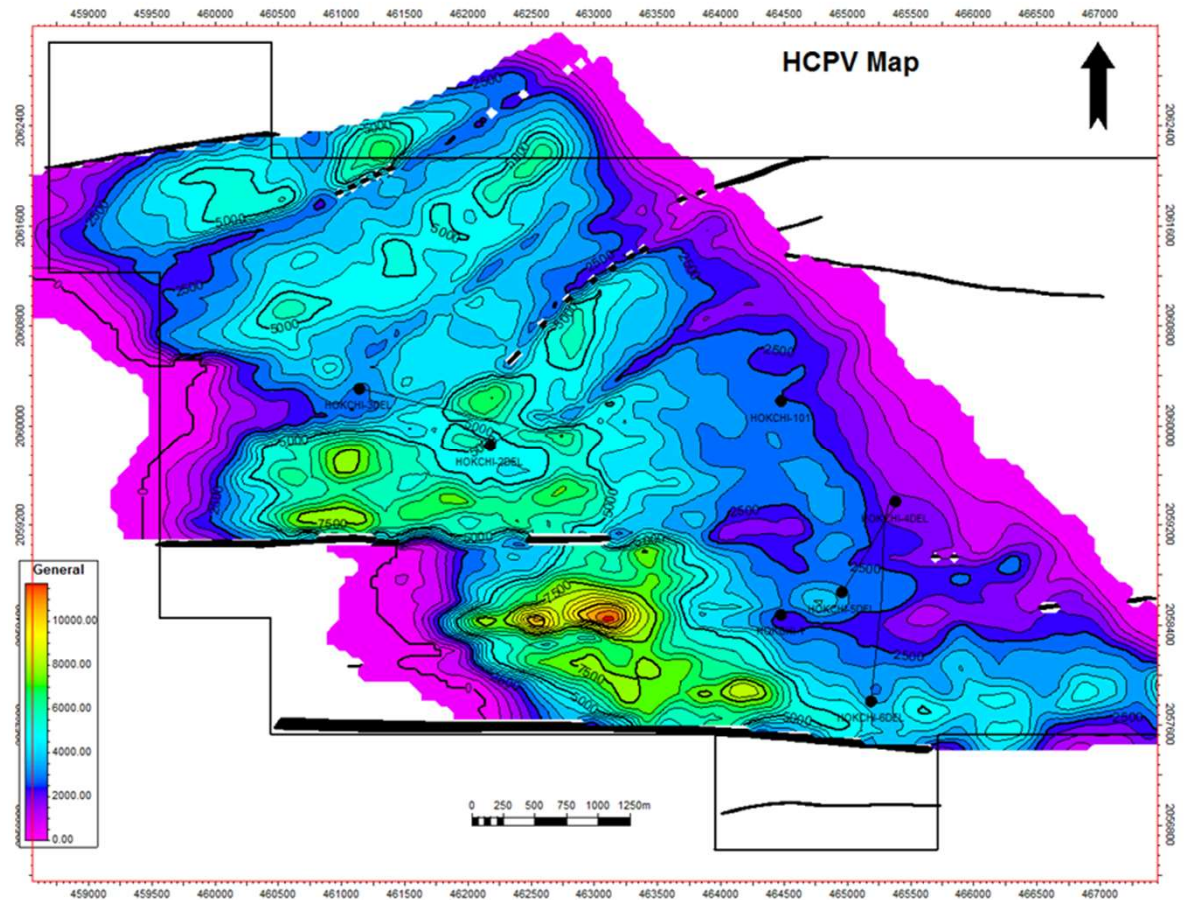




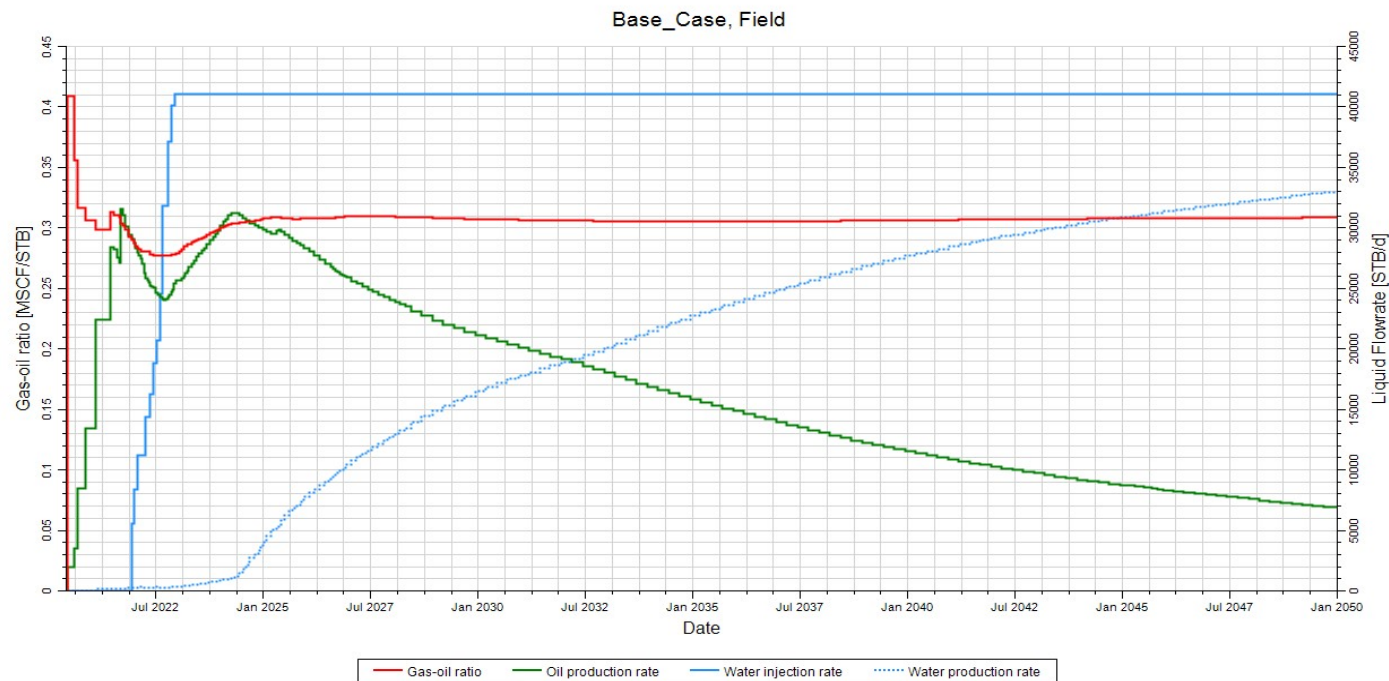
8

## Modelo Dinámico. OOIP

|                             | R1  | R2 | Total<br>R1+R2 |
|-----------------------------|-----|----|----------------|
| OOIP Total<br>Field [MMBbo] | 396 | 22 | 418            |



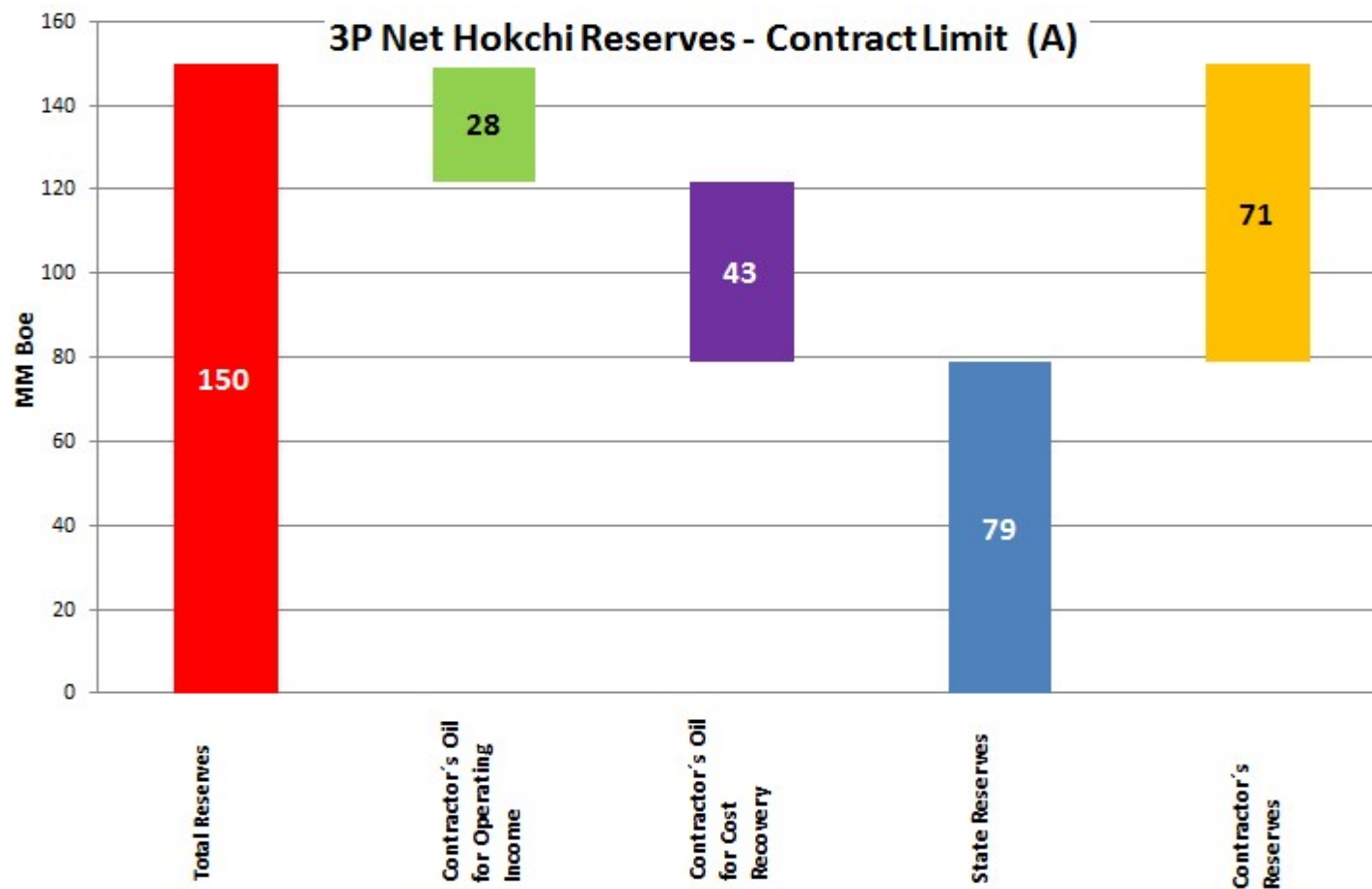
# Plan de Desarrollo: Pronósticos



| Schedule | 2020   |     |     |        |      |     |       |     | 2021  |     |       |     |            |     |     |      | 2022 |      |     |      |     |        |           |        |      |     |     |
|----------|--------|-----|-----|--------|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------------|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|--------|-----------|--------|------|-----|-----|
|          | may    | jun | jul | ago    | sep  | oct | nov   | dic | ene   | feb | mar   | abr | may        | jun | jul | ago  | sep  | oct  | nov | dic  | ene | feb    | mar       | abr    | may  | jun | jul |
|          | H-4DEL | H-7 |     | H-2DEL | H-11 |     | H-23H |     | H-25H |     | H-22H |     | H-24H      |     |     | H-18 |      | H-19 |     | H-21 |     | H-3DEL | H-5DEL    | H-6DEL |      |     |     |
|          | C      | D&C |     | C      | D&C  |     | D&C   |     | D&C   |     | D&C   |     | D&C INYEC. |     |     |      |      |      |     |      |     |        | C. INYEC. |        |      |     |     |
|          | EAST   |     |     |        | WEST |     |       |     |       |     |       |     |            |     |     |      |      |      |     |      |     |        |           |        | EAST |     |     |

C : Completion  
D&C : Drilling & Completion

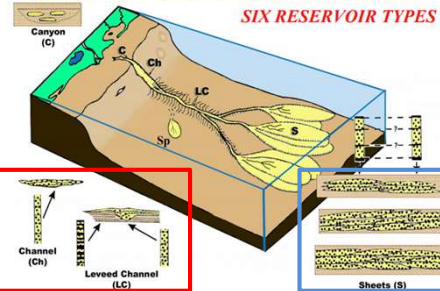
## Certificación de Reservas: RS Feb-2019 SEC-PRMS



# Analogous fields - IHS data base

| Field Name    | Operator | AVG PHI(%) | AVG K [md] |
|---------------|----------|------------|------------|
| Bullwinkle    | Shell    | 28         | 264        |
| Genesis       | Chevron  | 28         | 419        |
| Horn Mountain | Andrako  | 27.5       | 298        |
| Lobster       | Marathon | 29         | 966        |
| Ram Powell    | Shell    | 29         | 615        |

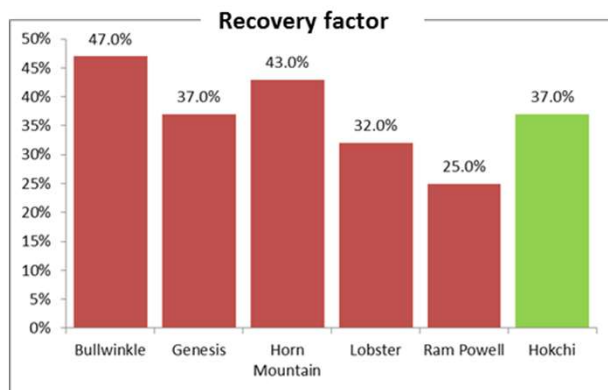
**GEOLOGIC DEFINITION:** Clastic sediments transported beyond the shelf edge into deep water by sediment gravity flow processes and deposited on the continental slope and in the basin. They are later buried and become part of a basin fill. Engineering and geologic 'deep water' are usually the same.



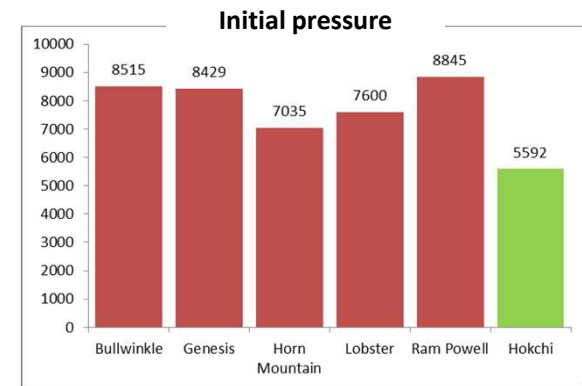
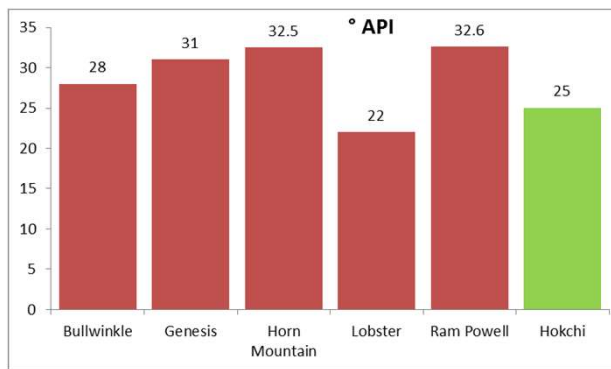
1. Ram Powell
2. Horn Mt.
3. Genesis

1. Hokchi
2. Lobster
3. Bullwinkle

Modified from Bouma (2000)



2P/2C



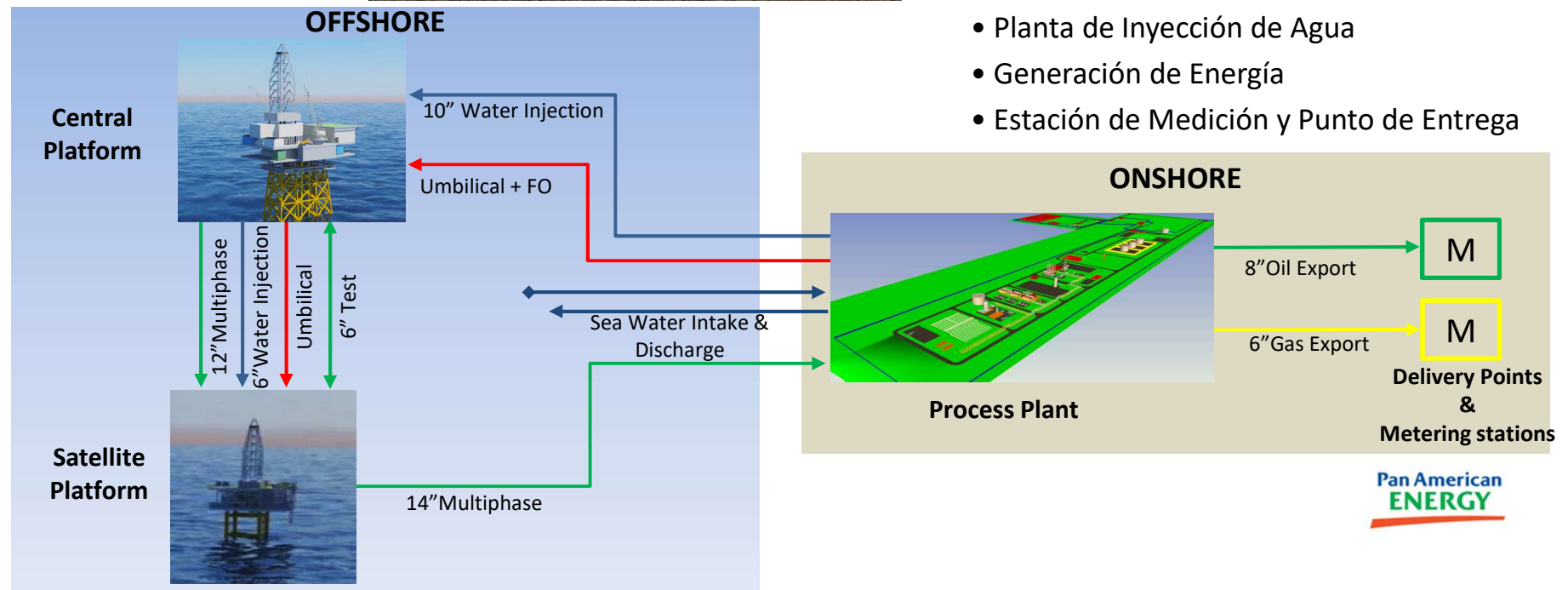


# Facilities



## Planta Onshore

- Tratamiento de Petróleo
- Compresión y Deshidratación de Gas
- Tratamiento de Agua de Mar y de Producción
- Planta de Inyección de Agua
- Generación de Energía
- Estación de Medición y Punto de Entrega



## Conclusiones

- ✓ Realizando un exhaustivo análisis de las incertidumbres que presentaba el yacimiento y planificando y ejecutando una estrategia consistente, se pudo llevar a cabo con éxito el **Plan de Evaluación** del campo Hokchi.
- ✓ Debido a la importante información recolectada de pozos, se logró confeccionar un **Modelo Estático y Dinámico 3D** que permitió no solo la **Certificación de Reservas**, sino también armar una Estrategia de Desarrollo que maximice el valor económico del proyecto.
- ✓ Esta sólida Estrategia de Desarrollo nos permitió **diseñar** y comenzar a construir **las facilities** necesarias para operar el campo de la manera más eficiente.
- ✓ **Trabajando en Equipo** con las **Autoridades Gubernamentales** y cumpliendo con los lineamientos del Contrato de Producción Compartida, se concretaron con éxito las actividades comprometidas, logrando ser la **primer operadora privada** en obtener la aprobación del **Plan de Desarrollo**





Gracias!!

