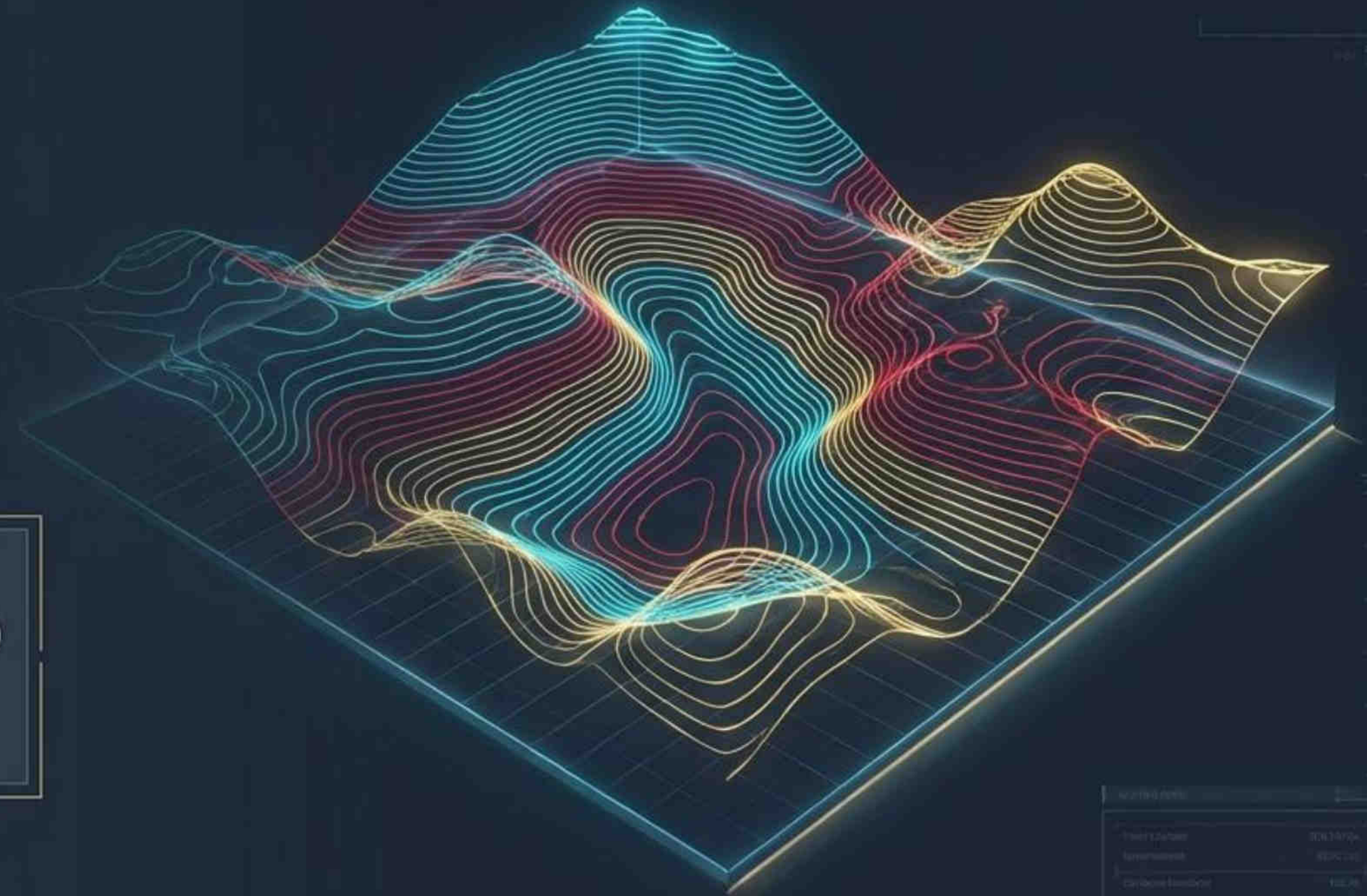


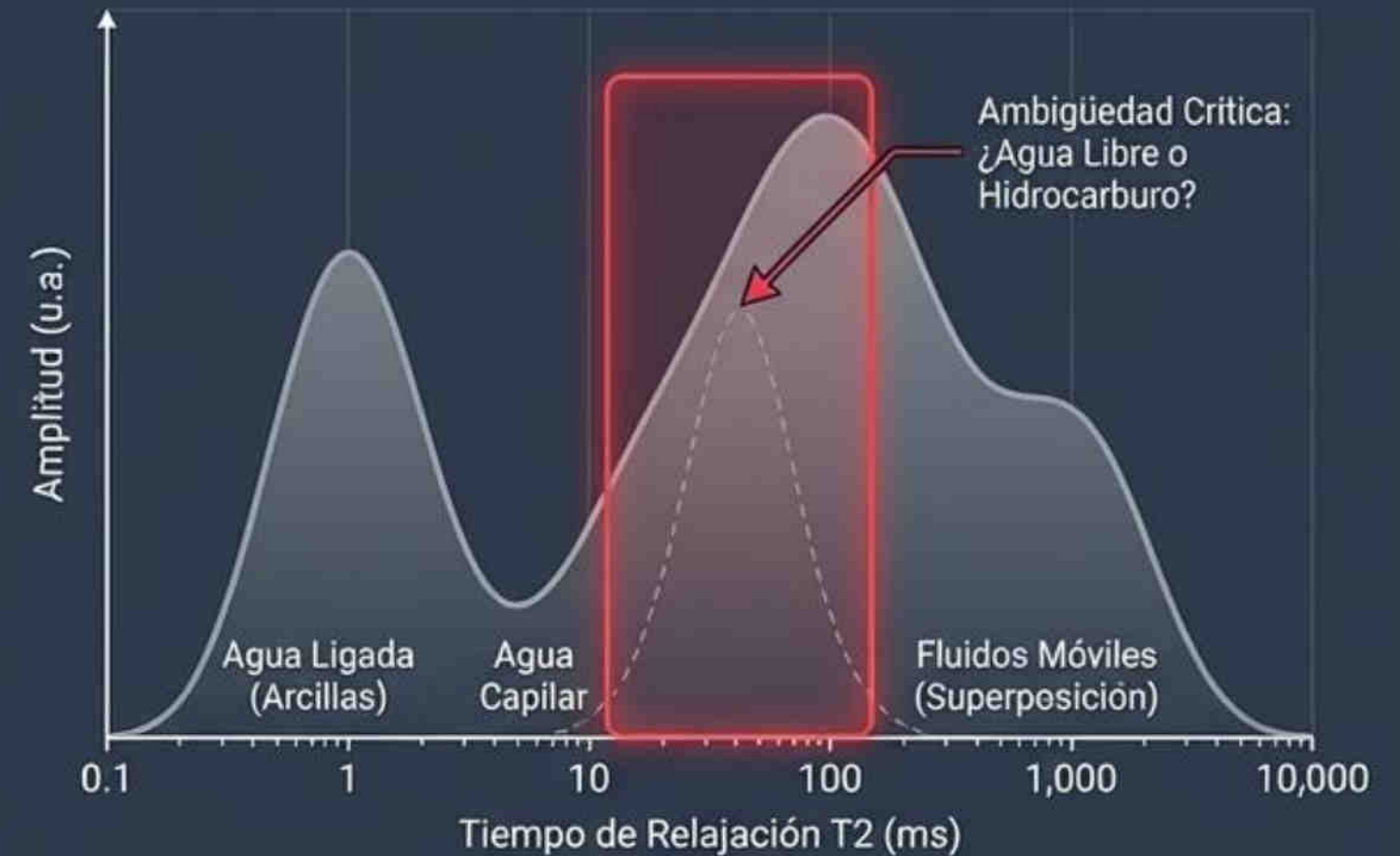
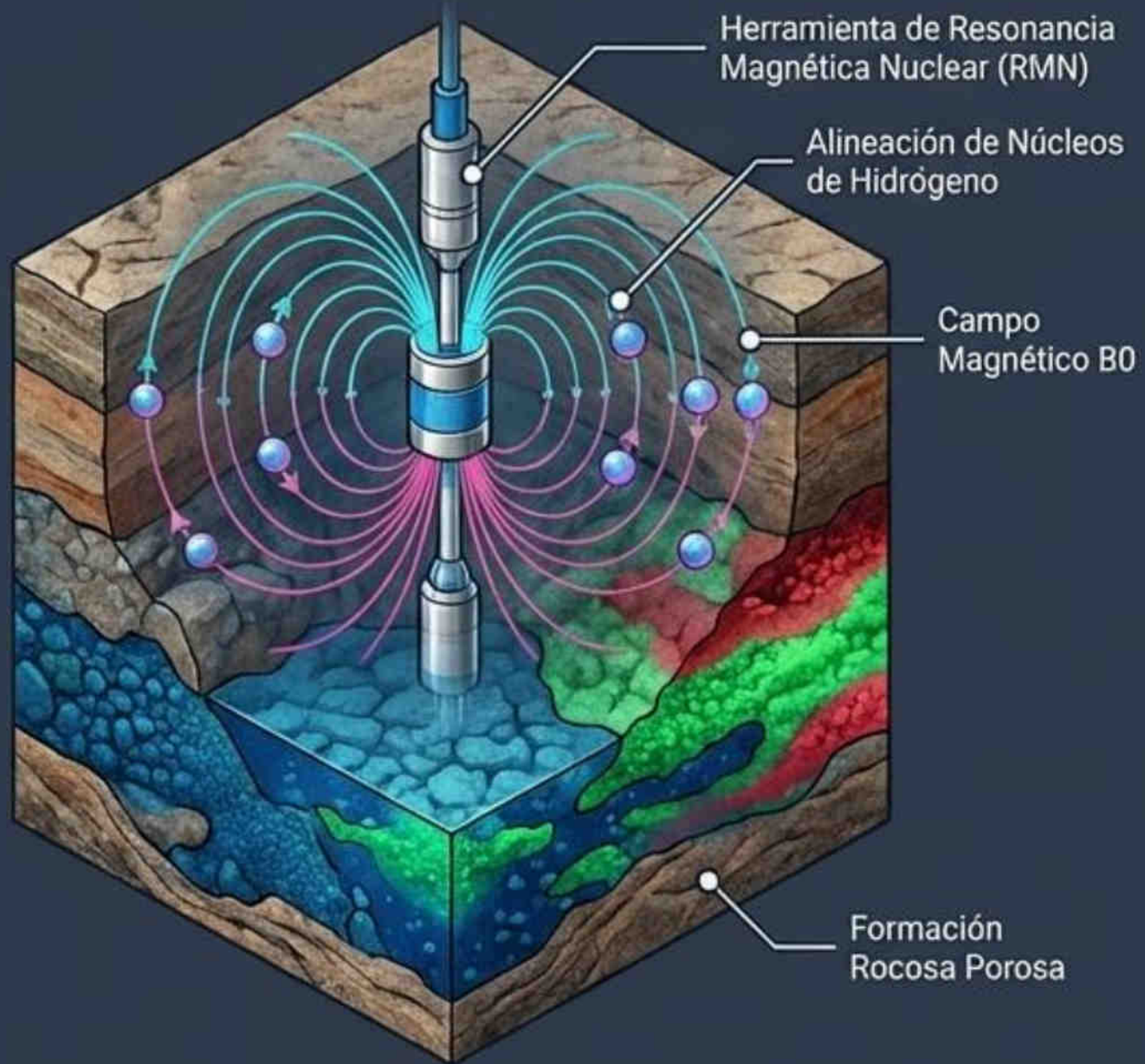
Más allá de la Porosidad: La Topografía de Fluidos en 4D

Evolución y aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) avanzada en la caracterización de yacimientos complejos.



Summary Data	
Field Volume	300,000 m³
Reservoir	100,000 m³
Oil Reservoir	100,000 m³
Water Reservoir	100,000 m³
Gas Reservoir	100,000 m³

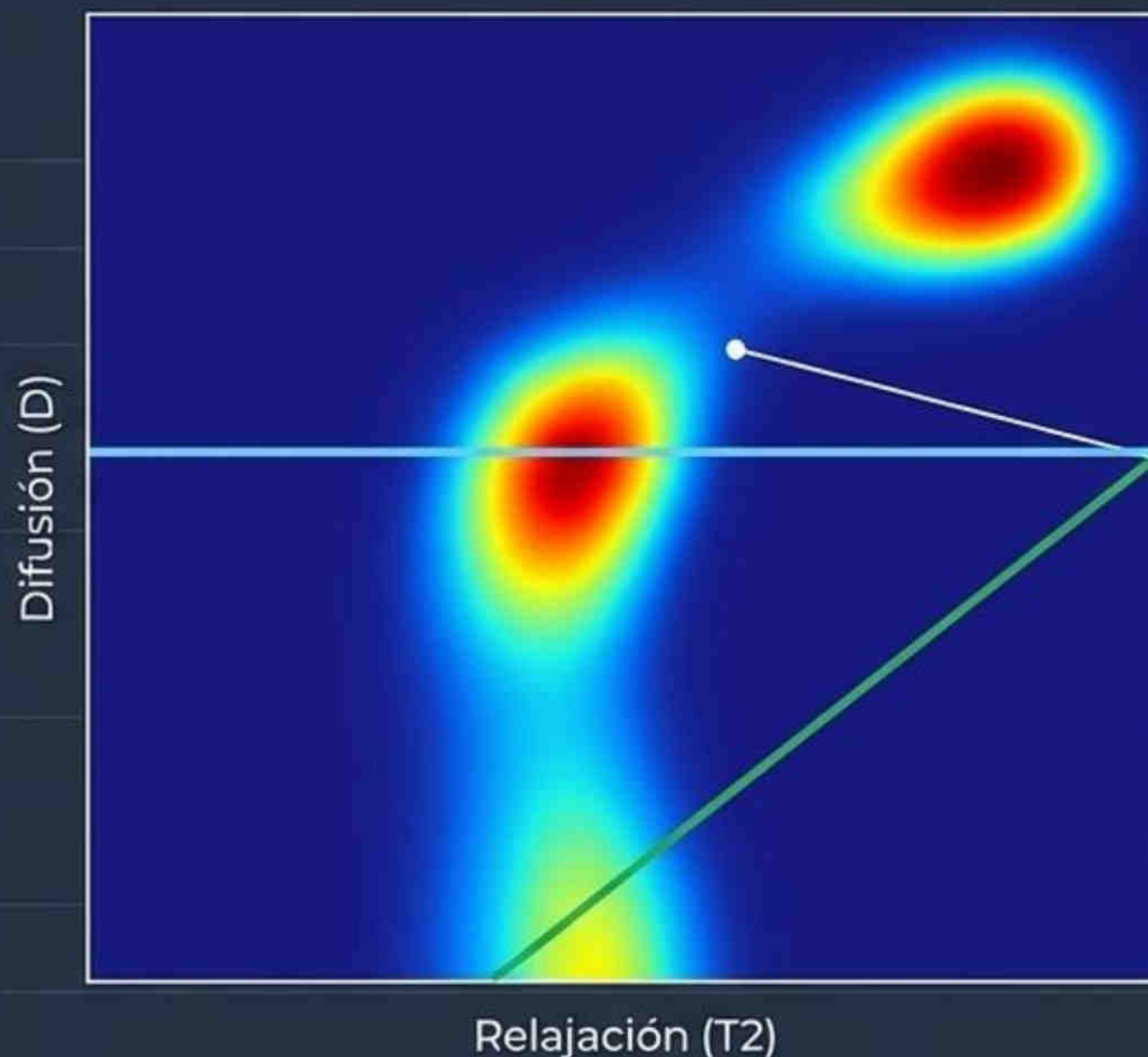
El Límite Unidimensional (T2): Cuando los Fluidos se Ocultan



En 1D, el tamaño de poro y las propiedades del fluido dictan el tiempo de relajación (T2). El problema: el agua libre y el petróleo ligero decaen a la misma velocidad.

Desbloqueando la 2D: El Mapa Topográfico de Difusión (D-T2)

[Eje Y]: Difusión (D) =
Tipo de fluido.



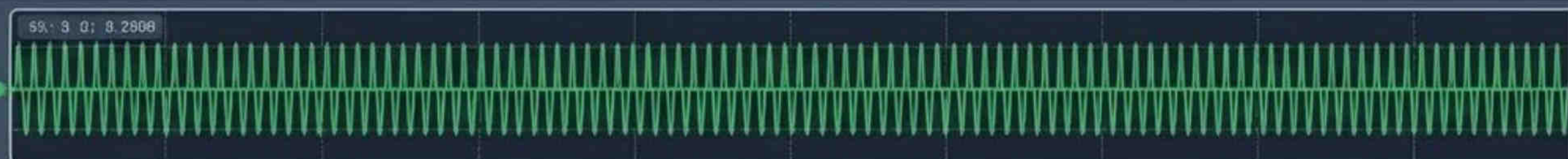
Al mapear la tasa de difusión molecular, la superposición desaparece. El agua y los hidrocarburos se aíslan en sus propias coordenadas térmicas.

[Eje X]: Relajación (T2) = Volumen total de fluido.

La Habilitación Técnica: Edición de Difusión (Diffusion Editing)

El Dilema Histórico: Aumentar el espacio entre ecos (TE) para medir difusión destruye la relación señal-ruido.

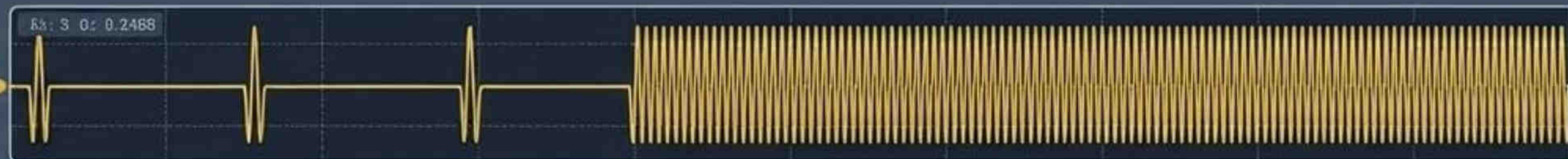
Secuencia CPMG estándar



TE largo



Diffusion Editing (DE)



Solución DE: Dos pulsos largos para aislar la difusión + ráfaga corta continua para maximizar la resolución de la señal.

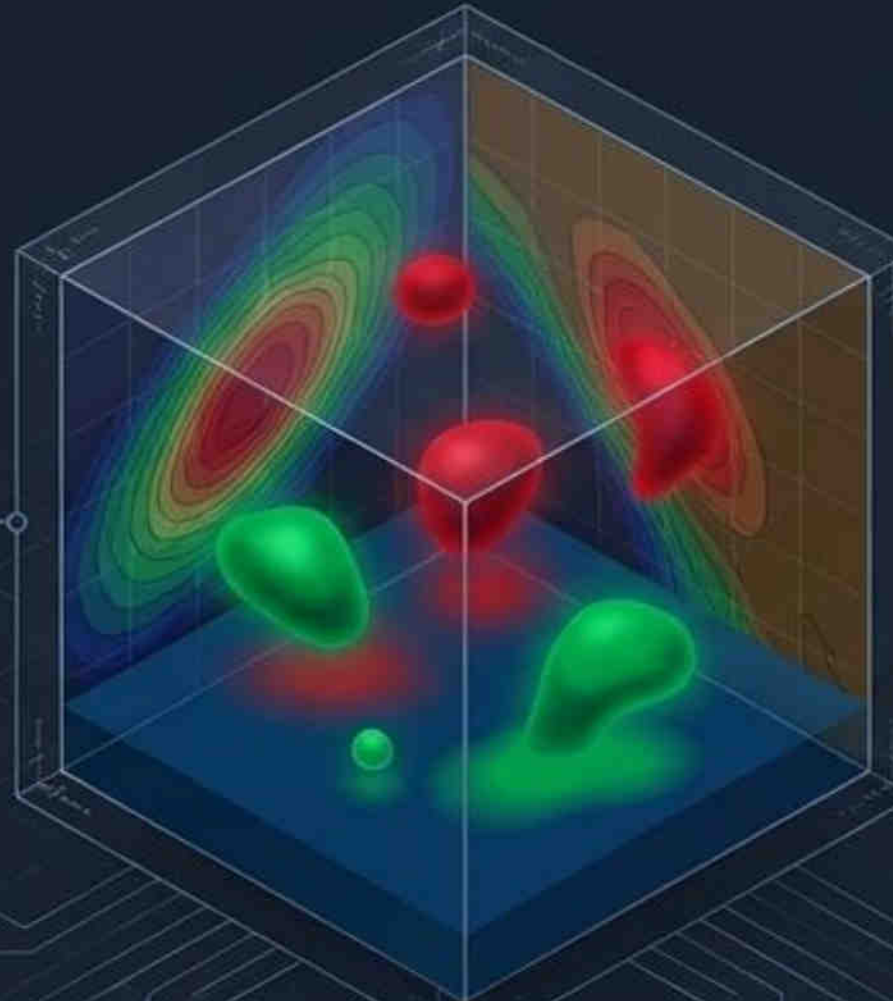
La Tercera Dimensión: T1 + T2 + D

El Problema:

En gas o condensados, la difusión domina tan rápido que oculta el T2 real (perdiendo datos de GOR y tamaño de poro).

La Solución 3D:

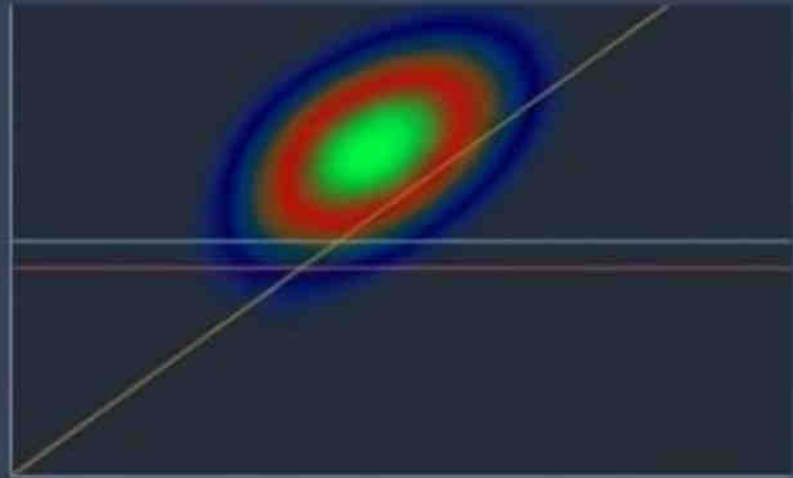
Añadir múltiples tiempos de espera (WT) para extraer el T1 (Relajación Longitudinal).



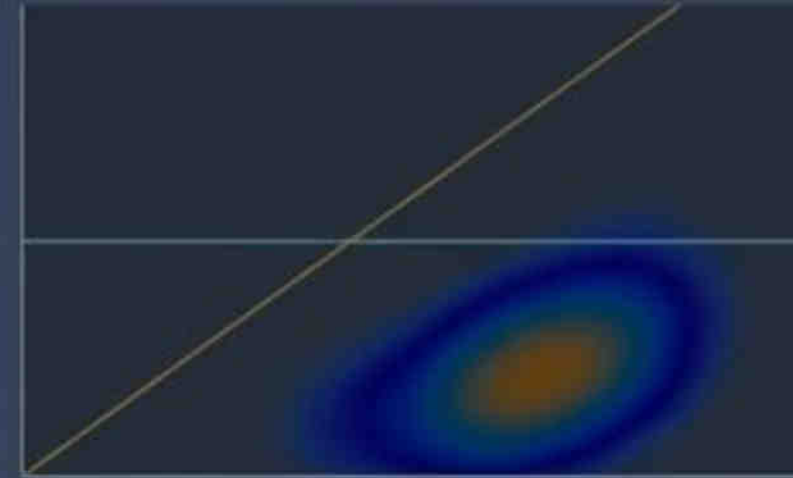
El Resultado: T1 es inmune a los efectos de difusión. Su combinación permite identificar hidrocarburos ligeros con precisión absoluta.

Matriz de Anomalías: El Arte de la Interpretación 3D

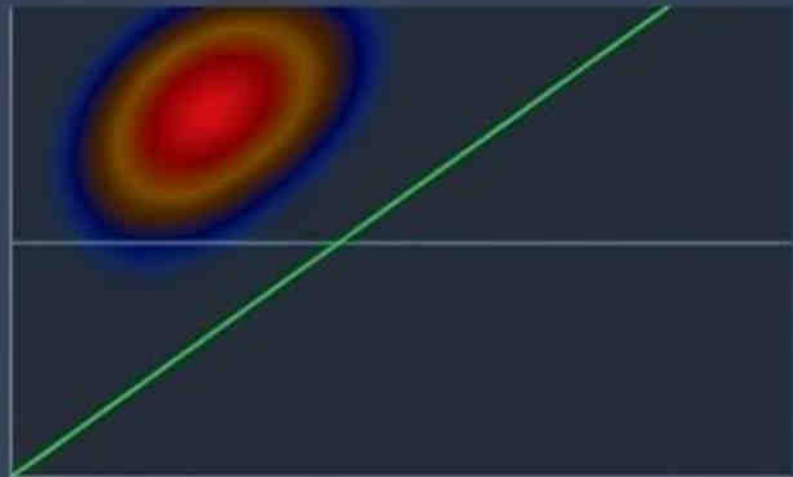
Cuando las respuestas de los fluidos no caen en las líneas ideales, el mapa revela condiciones complejas del yacimiento.



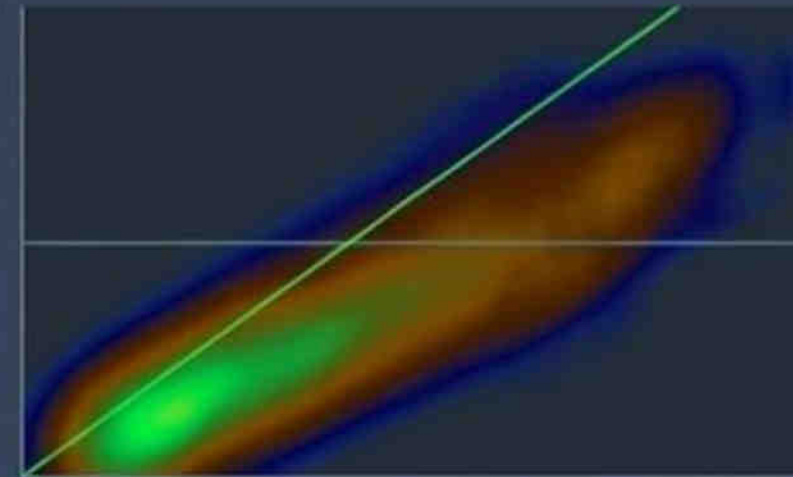
Gradiente Interno



Difusión Restringida

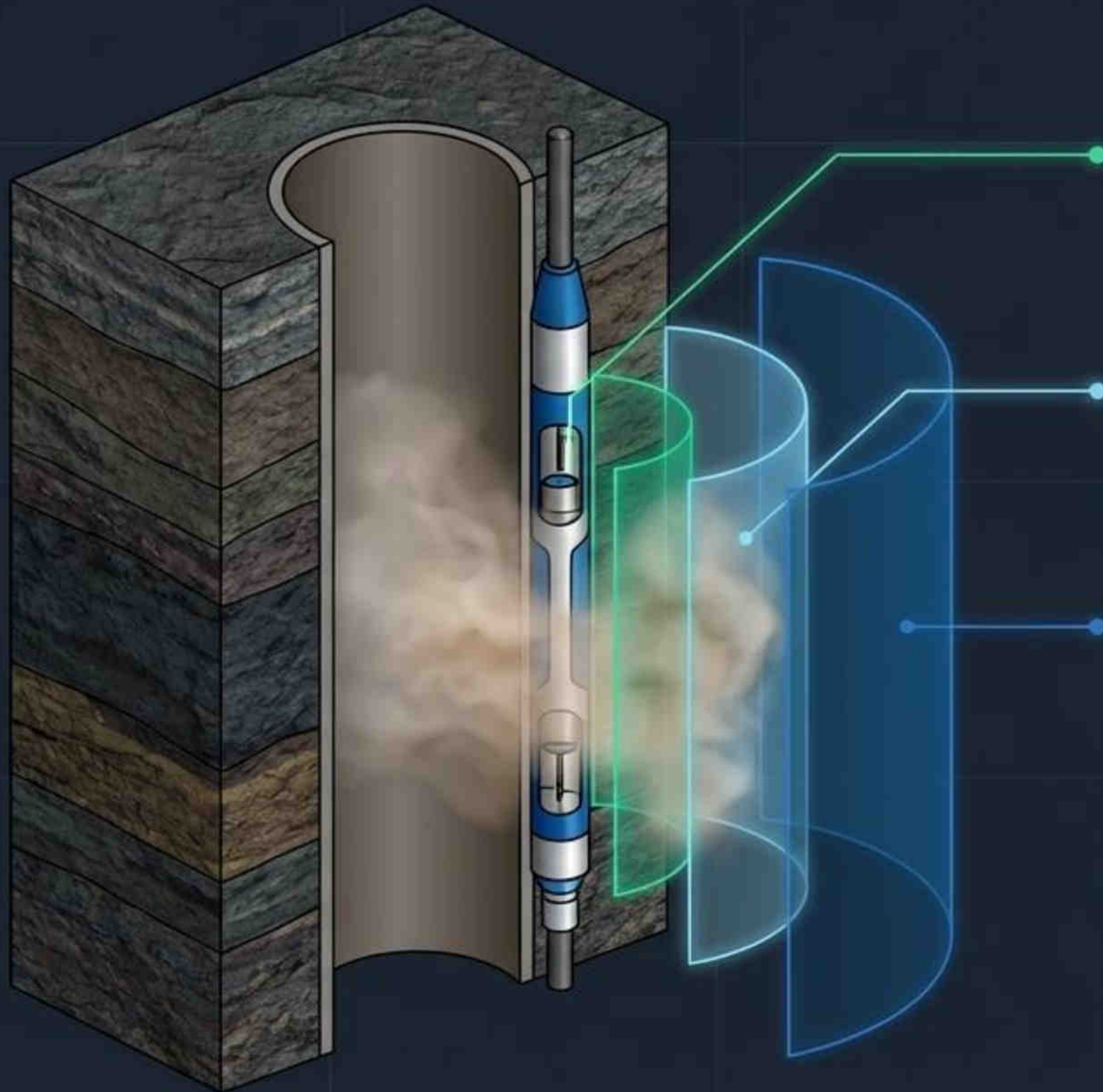


Alta Relación Gas-Petróleo (GOR)



Mojabilidad Mixta / Oil-Wet

Hardware + La Cuarta Dimensión (4D): Perfilaje Radial



Shell 1 (1.5 pulgadas DOI):

Alta resolución, fuertemente afectado por invasión de filtrado.

Shell 4 (2.7 pulgadas DOI):

Zona de transición.

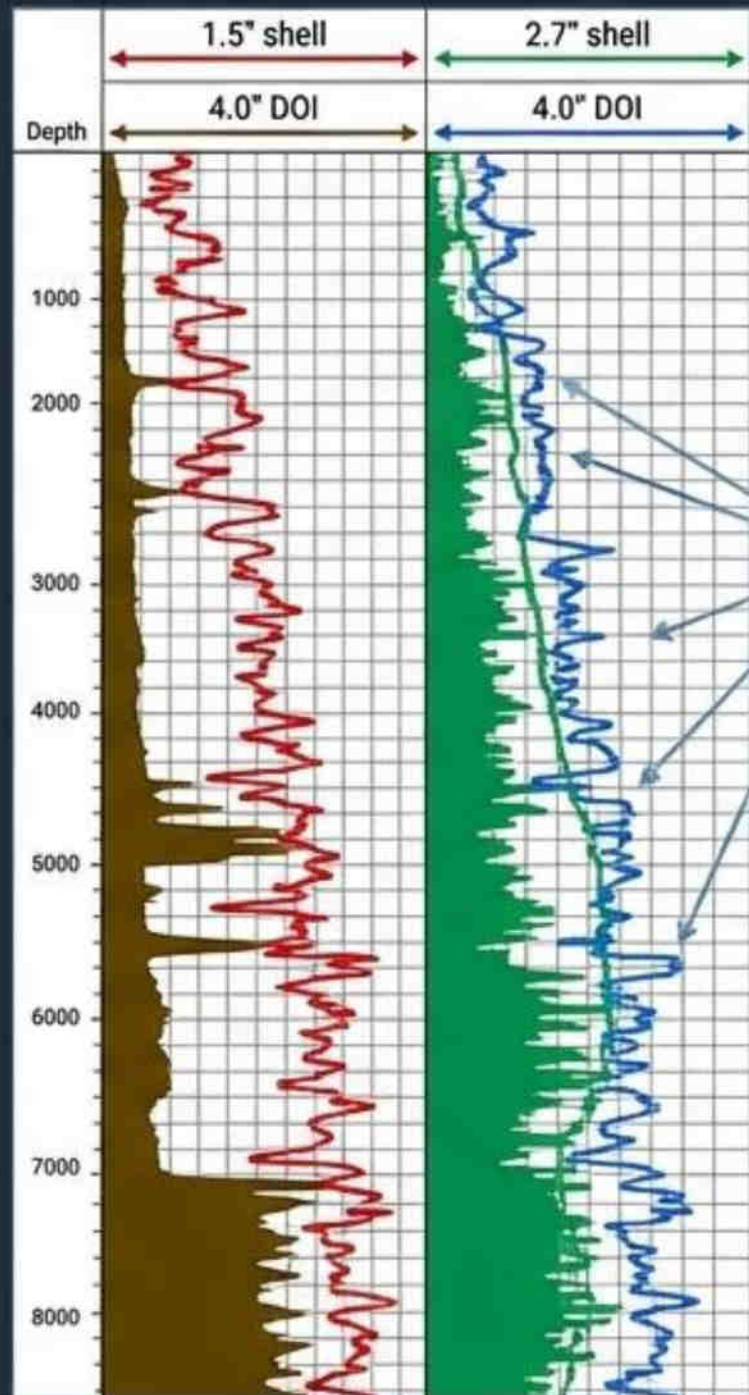
Shell 8 (4.0 pulgadas DOI):

Viendo más allá del daño: Perfilaje in situ prístino, inmune a la rugosidad del pozo.

La herramienta captura rebanadas delgadas e independientes. El fluido entre la herramienta y la concha de medición no contamina la señal.

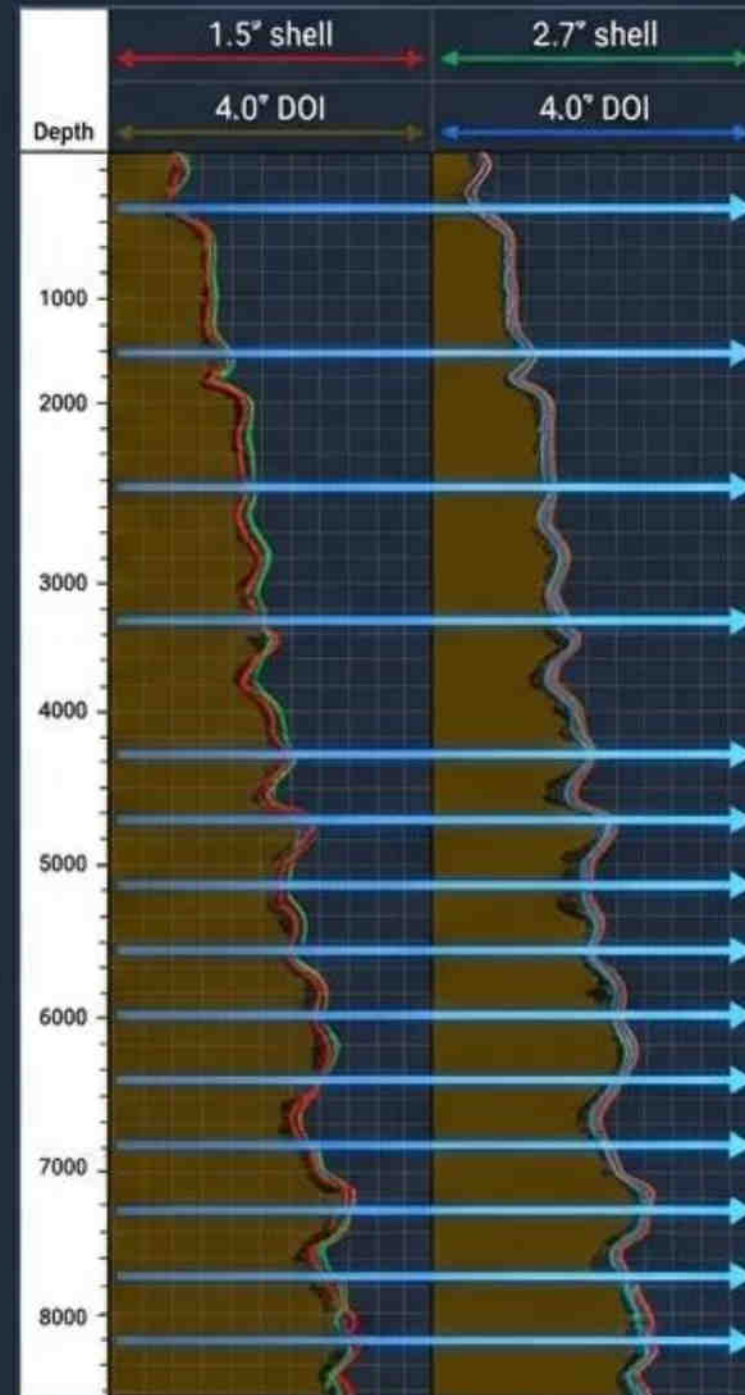
Procesamiento Algorítmico 4D: Forzando la Coherencia Física

Procesamiento 2D Estándar



Curvas divergentes por ruido

Procesamiento 4D



Coherencia forzada matemáticamente

1. El Principio: El volumen de fluido ligado (arcilla/capilar) y el petróleo ultrapesado no se mueven por la invasión de lodo. Debe ser idéntico en las 3 profundidades.

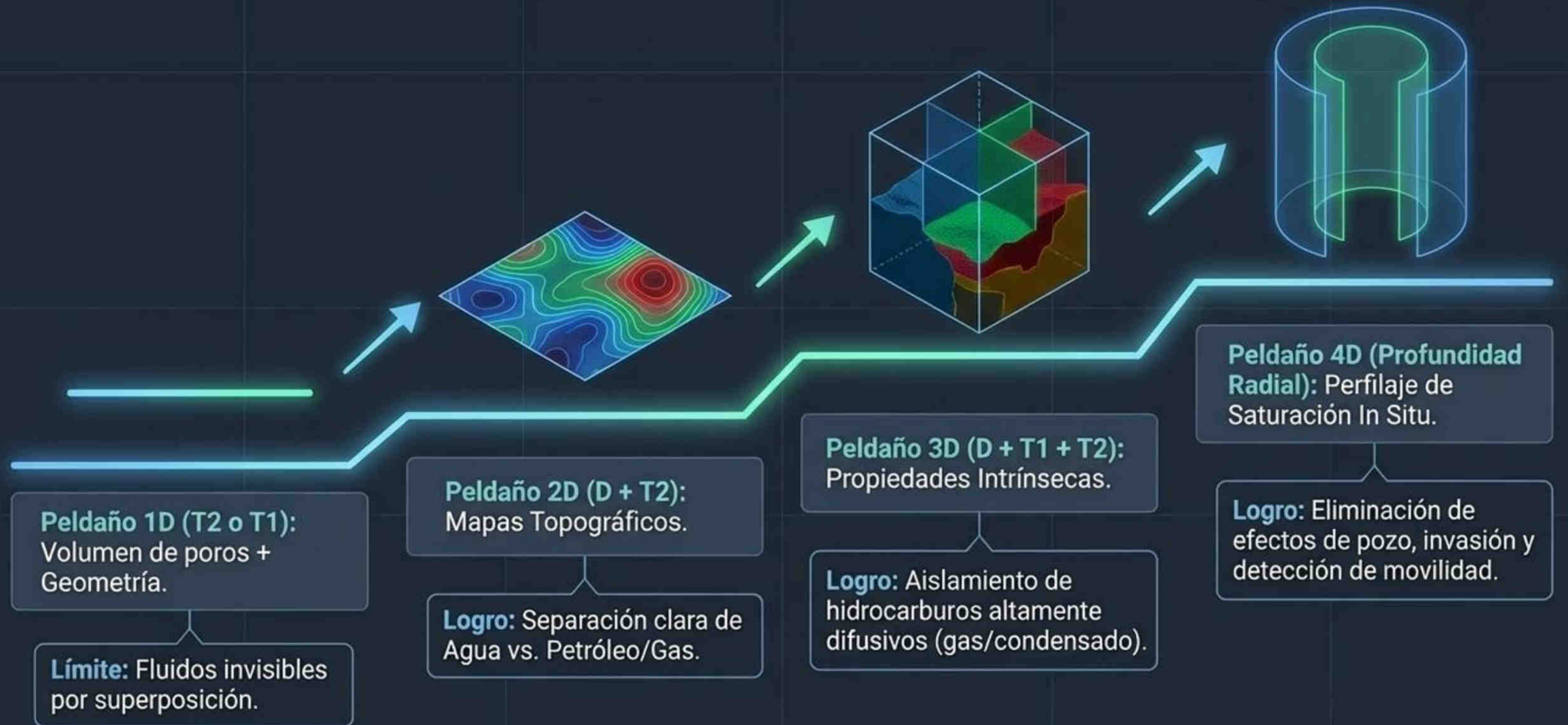
2. El Problema: La señal a 4.0 pulgadas es débil (menor SNR) y ruidosa.

3. La Corrección: El algoritmo 4D impone una restricción: fuerza a que los primeros 10-30 ms (fluido ligado) de la concha profunda coincidan con la precisión de la concha superficial.




Impacto: Reasigna la porosidad y revela los fluidos verdaderos en la zona profunda sin ruido.

Matriz de Síntesis: La Evolución de la Visión Petrofísica

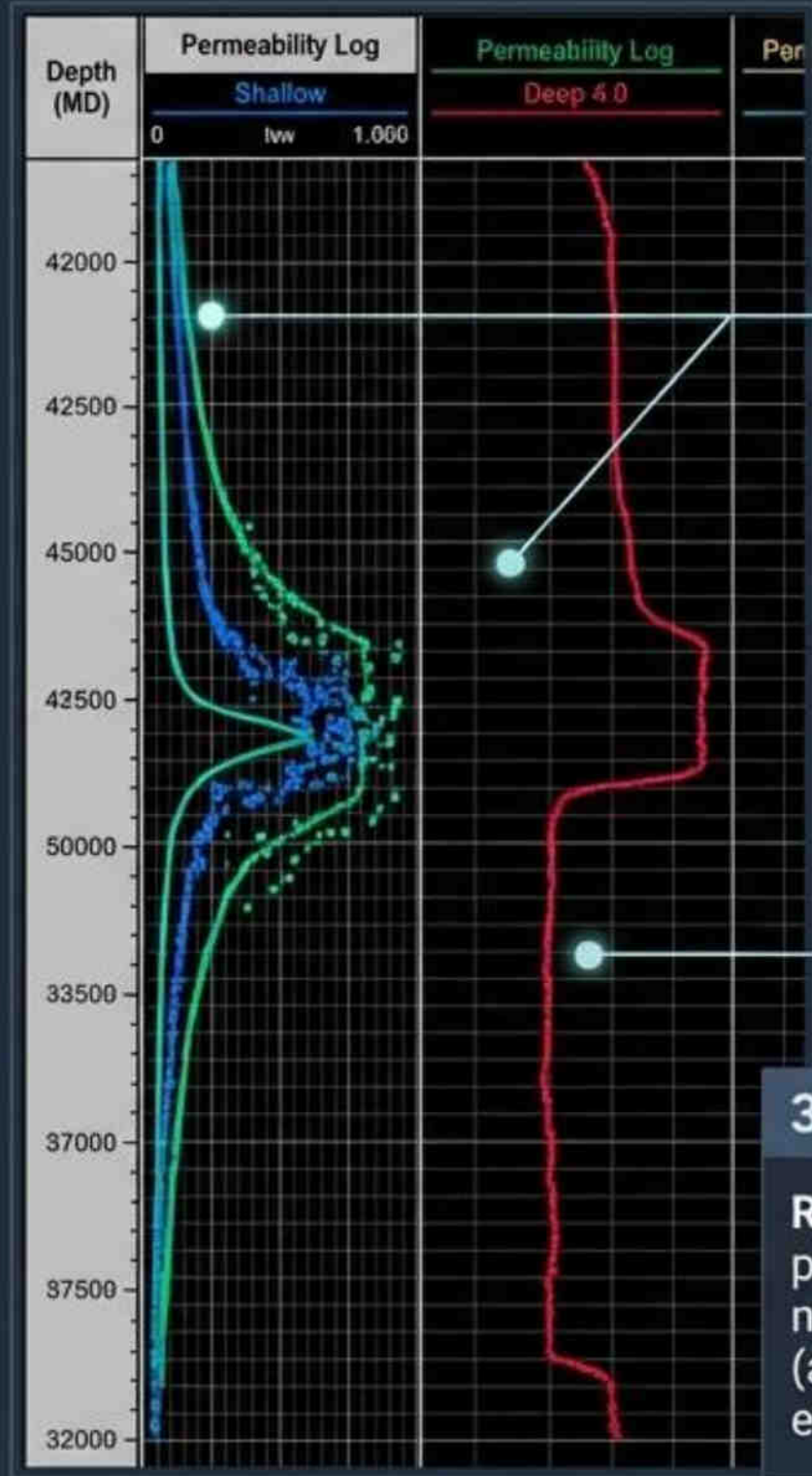



Caso 1 (Orinoco): Superando la Rugosidad y el Lodo Entero




1 

Desafío: En yacimientos de petróleo pesado, la invasión de lodo entero (no solo filtrado) ensucia la zona cercana al pozo, arruinando los cálculos de permeabilidad.



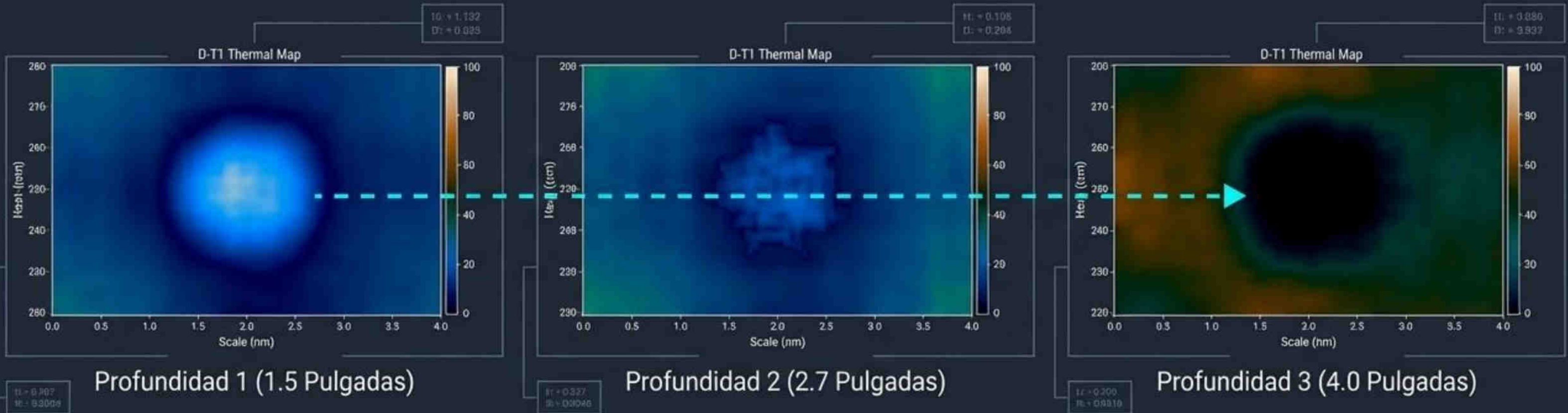
2 

Solución 4D: La concha superficial (1.5 pulgadas) mide falsos volúmenes de agua ligada debido al lodo. La concha profunda de 4.0 pulgadas lee el yacimiento virgen.

3 

Resultado: Cálculos de permeabilidad precisos sin necesidad de muestreo físico (a menudo imposible en crudos extrapesados).

Orinoco: Perfilaje de Saturación para Producción Limpia



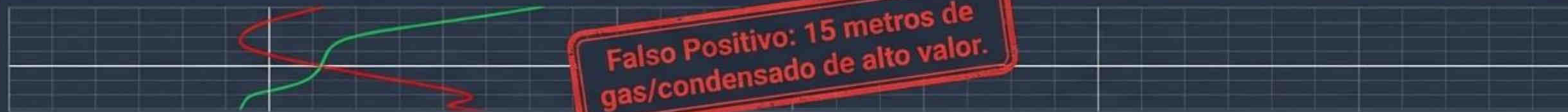
Observación: El agua móvil desaparece al adentrarnos en la formación.

Diagnóstico del Intérprete: El agua observada superficialmente es filtrado de lodo, el cual desplazó al petróleo pesado (invisible para la herramienta debido a su corto T2).

Impacto Económico: El operador puede perforar con confianza esperando petróleo libre de agua, eliminando costos masivos de equipos de separación e inyección de agua en superficie.

Mar del Norte: Desenmascarando el Falso Condensado

DATOS CONVENCIONALES ENGAÑOSOS

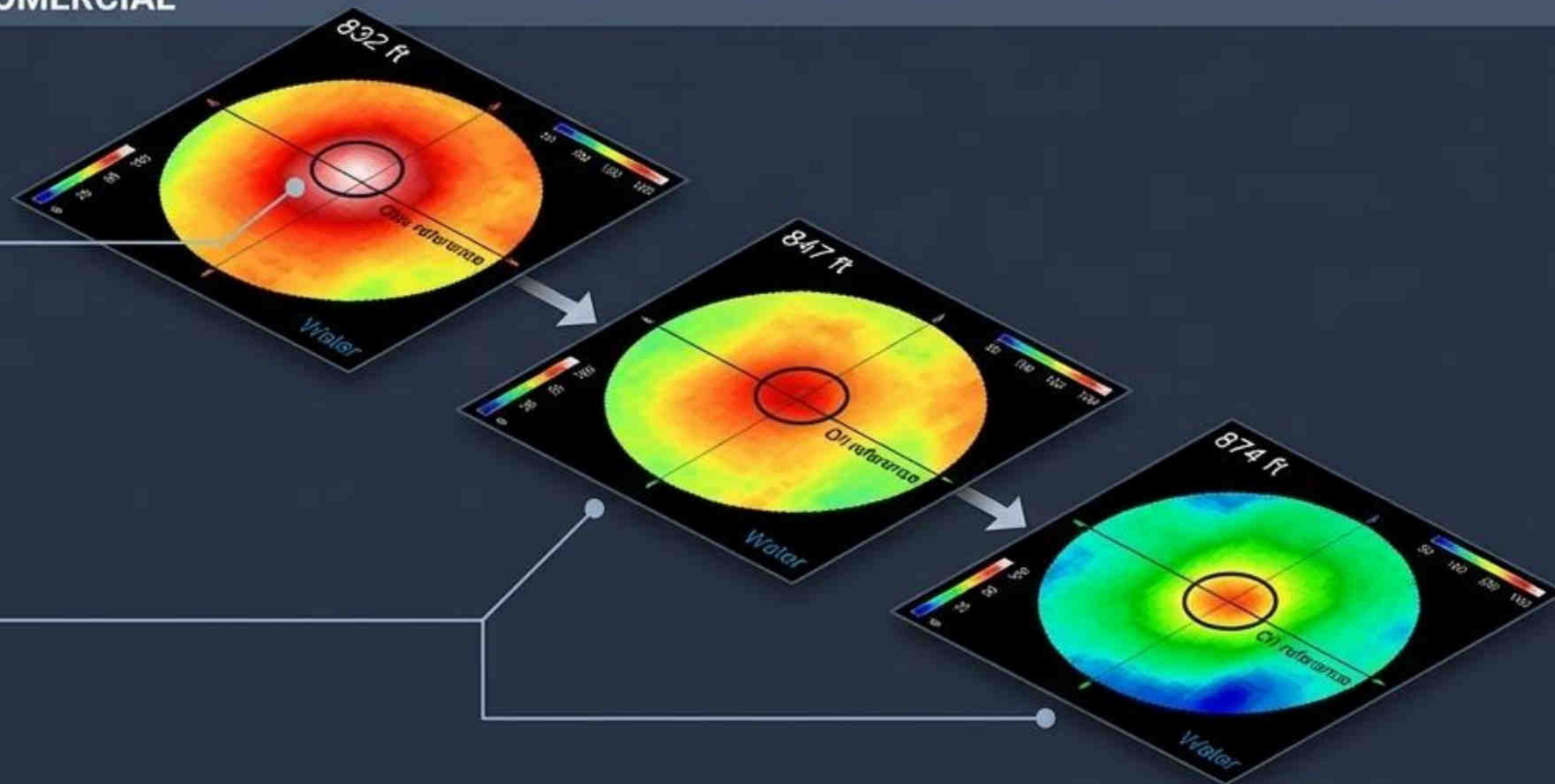


LA REVELACIÓN 3D Y EL IMPACTO COMERCIAL

La Revelación 3D:

La adquisición de mapas D-T1 a múltiples profundidades identificó un contacto gas/petróleo oculto. La mayor parte del yacimiento era petróleo ligero, no condensado.

Impacto Comercial: Rediseño completo de la infraestructura de superficie y el modelo de exportación antes de la construcción, salvando millones en instalaciones inadecuadas.

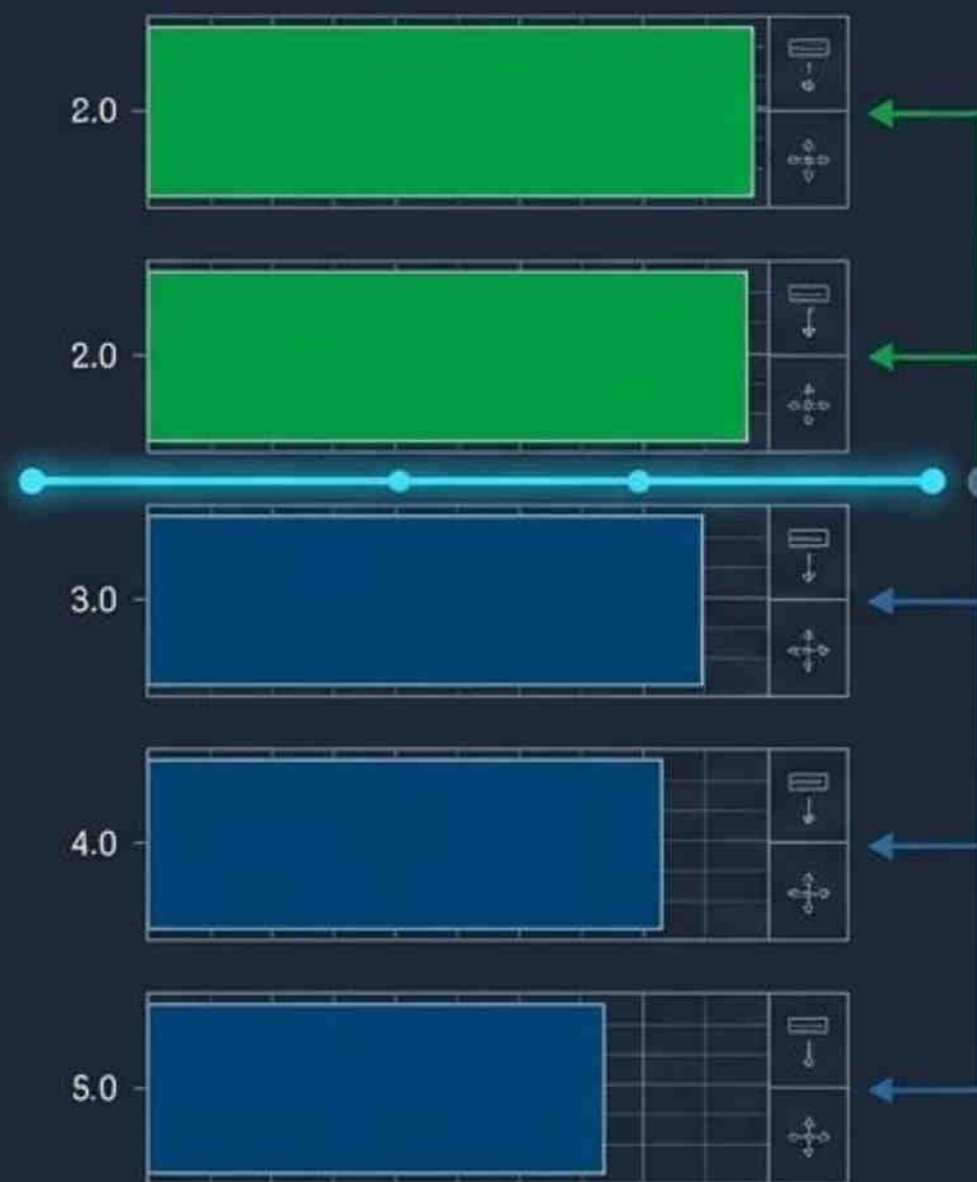


Medio Oriente: Contactos Invisibles en Yacimientos HRLC

EL PROBLEMA: PERFIL ESTÁTICO ENGAÑOSO

El perfil continuo estático fallando

LA SOLUCIÓN: MEDICIÓN ESTACIONARIA TRIPLE



El Problema: La salinidad del agua era tan baja que no había contraste de resistividad con el petróleo. Los perfiles convencionales mostraban petróleo de arriba a abajo.

La Innovación Operativa: Medición Estacionaria Triple (Apilar señales para máxima resolución).

La Revelación: Solo la concha más profunda (4.0 pulgadas), evadiendo la invasión profunda del lodo base aceite (OBM), detectó el agua de formación nativa, localizando el contacto Agua-Petróleo con precisión centimétrica.

Una Nueva Taxonomía del Yacimiento

Saturación
Independiente
de Salinidad

Mapeo Constante
de Viscosidad

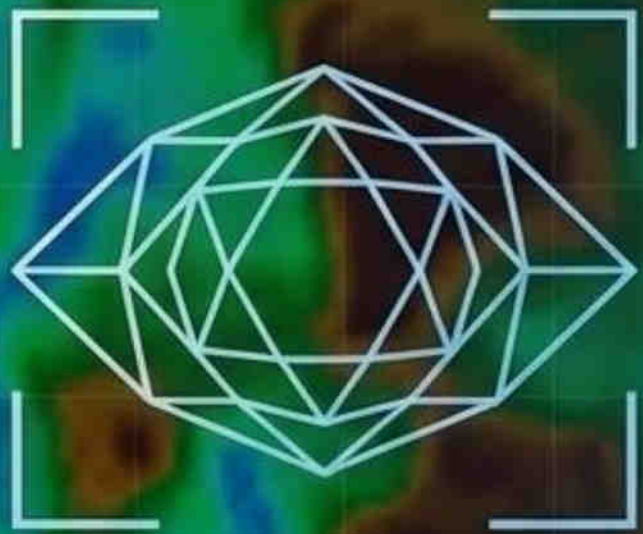
Detección Directa
de Mojabilidad

La transición de estimaciones indirectas empíricas a mediciones directas de dinámica de fluidos in situ.

La Fusión de la Física y el Analista

La Resonancia Magnética Nuclear en 4D elimina los puntos ciegos de la petrofísica tradicional. Pero, al igual que una resonancia médica (MRI), la máquina revela la imagen; es la experiencia del intérprete la que diagnostica el yacimiento.

Las anomalías no son ruido; son la firma de la verdadera complejidad del yacimiento. Entenderlas redefine el valor del campo.





Fands - LLC

Copyright © Michel Louis Friedman, 01/2026. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción sin autorización.

Versión personalizada

1. Para consultar los costes de traducción, contáctenos.
 2. Para añadir documentación específica de la empresa, contáctenos.
 3. Para una opción editable, contáctenos.
 4. Consultas disponibles en Michel.friedman@fands-llc.com o mlf10357@yahoo.com.
- o Las traducciones, logotipos, términos y conceptos específicos son propiedad de Fands-llc en todo el mundo
- o RSS-NMR® es una marca registrada a nivel mundial en el domicilio de Michel-Louis Friedman-Matarese.

Descargo de responsabilidad

Las opiniones, análisis y explicaciones expresadas en este texto son exclusivamente de su autor, Michel Louis Friedman. No representan las opiniones de ninguna institución, empresa, empleador ni entidad. El autor se exime de toda responsabilidad por el uso o la interpretación de este material.

- o Ley de Derechos de Autor © 11 de marzo de 1957 Ley N.º 57-298 del 11 de marzo de 1957, relativa a la propiedad de la literatura y de los artistas
- o Copyright © 2005-2026 Fands-LLC
- o Copyright © 2009-2026 Fands-LLC div. Proactive Economic Intelligence
- o Todos los derechos de autor © y marcas registradas ® están protegidos por la Ley de Derechos de Autor de los Estados Unidos de 1976 y sus modificaciones posteriores, así como por las leyes relacionadas contenidas en el Título 17 del Código de los Estados Unidos.

Todos los derechos de autor, © y marcas registradas ® en los Estados Unidos se rigen por la legislación aplicable.

Patentes y Marcas Registradas (12 de diciembre de 1980) <https://www.copyright.gov/>



Contacto

Michel L. Friedman-Matarese

Móvil / WhatsApp: +591-71696657

Email: michel@geo-nmr.net

Idiomas: FR-UK-ES-BR/PT

A Cargo de: África y Américas

Igor Kostelanetz

Tel / Móvil / WhatsApp: +79787155212

Email: igor@geo-nmr.net

Idiomas: RU-UK

A Cargo de: Mundo