

Resonancia Magnética Nuclear: Del Protón a la Órbita



[Dr. Alejandro Vargas]

[Octubre 2023]

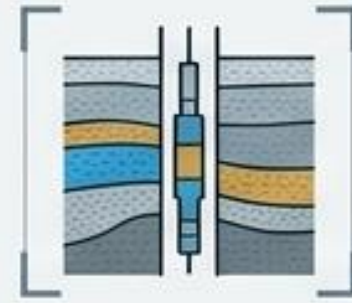
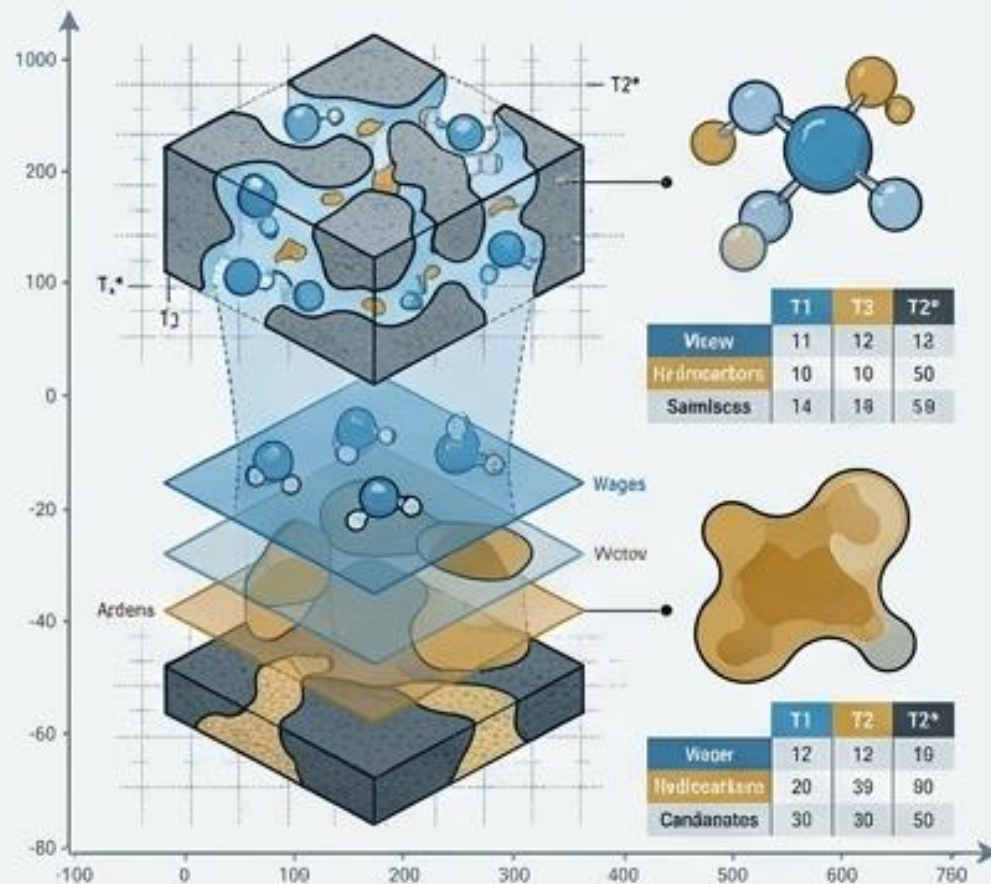
[Exploración de hidrocarburos mediante física cuántica, modelado de yacimientos y telemetría orbital pasiva.]

La arquitectura de la exploración: De lo microscópico a lo planetario



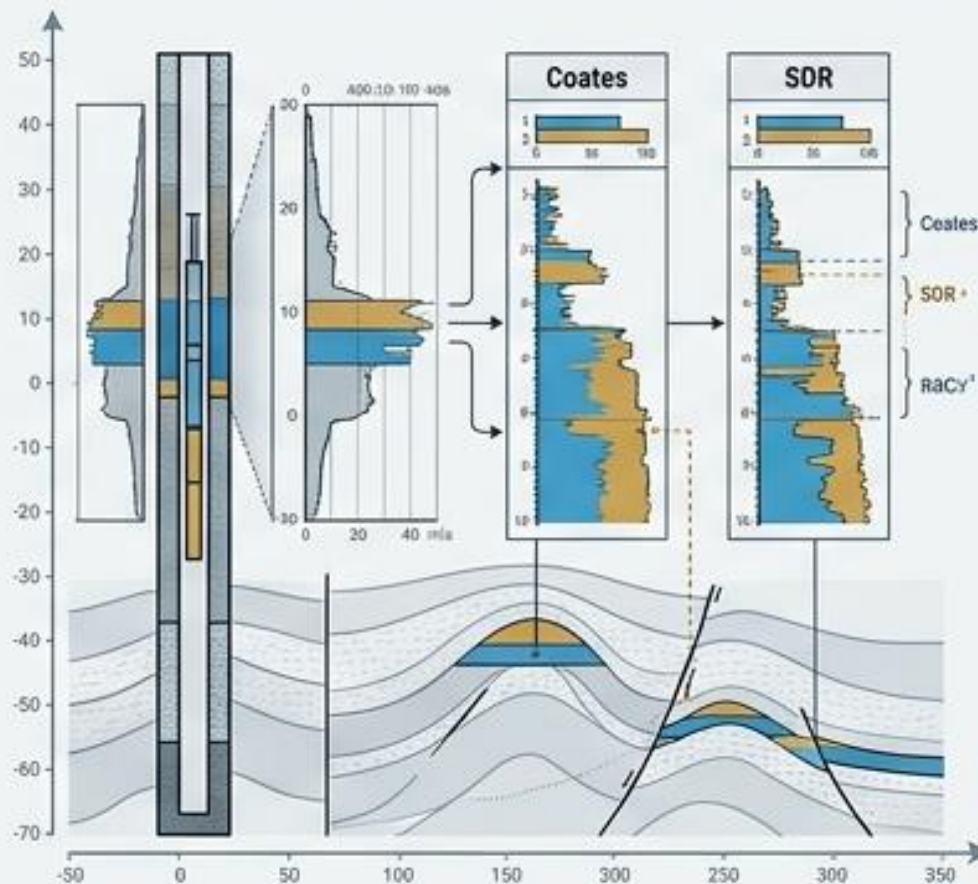
1. Nivel Micro Física y Poros

Comportamiento del hidrógeno y constantes de relajación (T1, T2, T2*). Dinámica en matrices rocosas (carbonatos vs. areniscas) y alteraciones por anomalías mineralógicas.



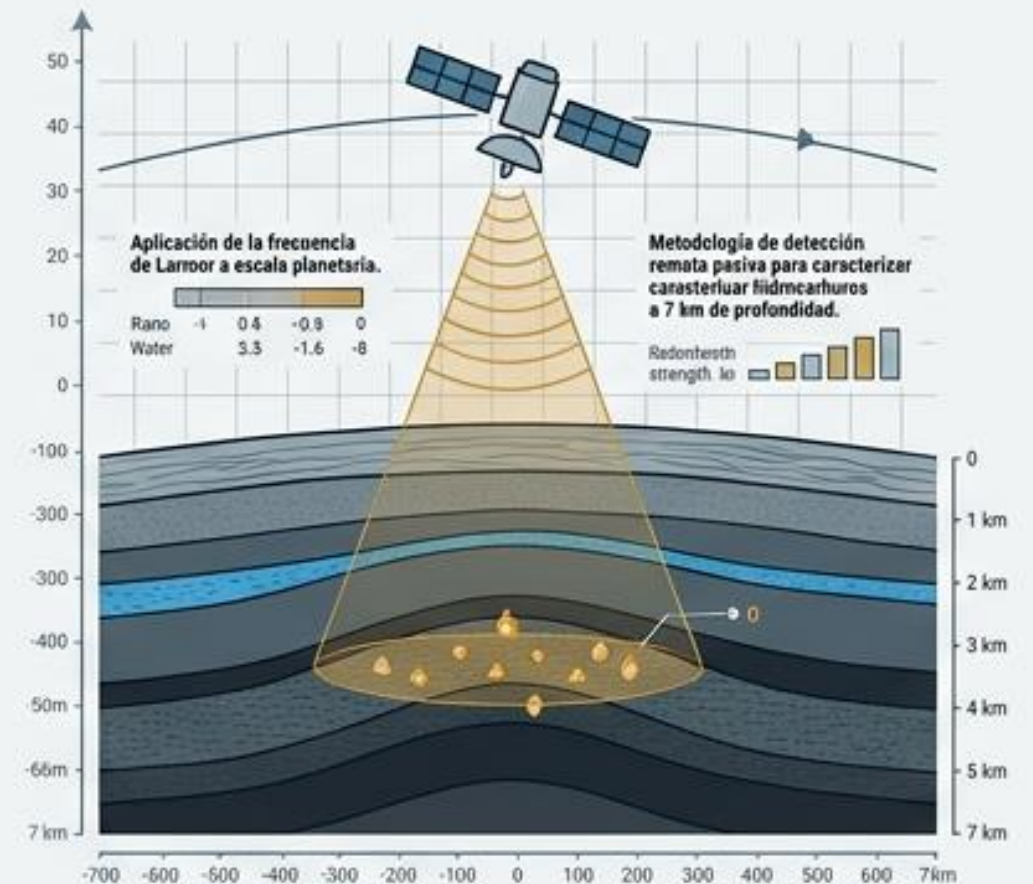
2. Nivel Meso Modelado de Yacimientos

Traducción de señales cuánticas en modelos de permeabilidad continuos (Coates, SDR). Resolución de falsos positivos en estructuras geológicas complejas.

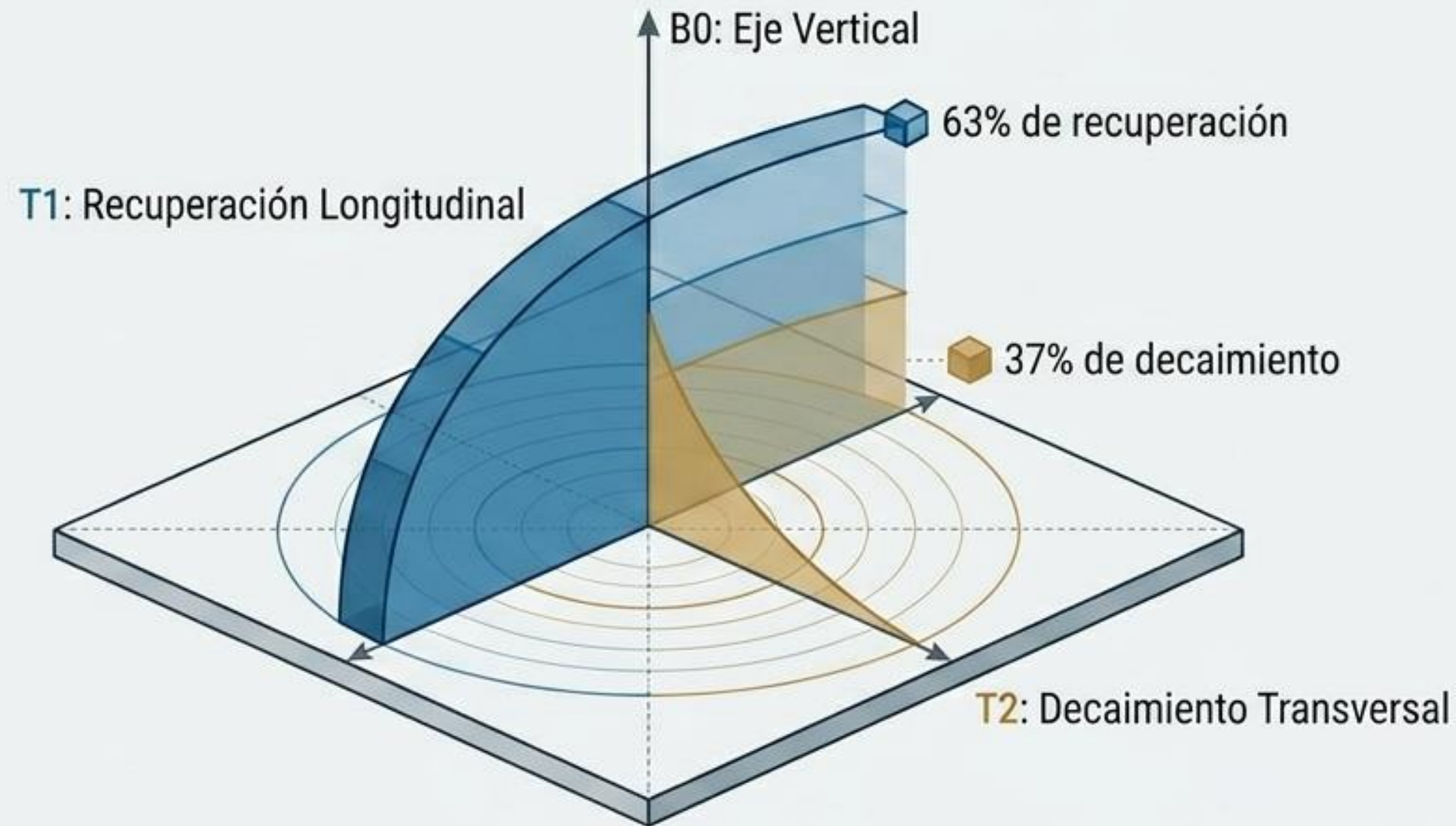


3. Nivel Macro Sondeo Orbital

Aplicación de la frecuencia de Larmor a escala planetaria. Metodología de detección remota pasiva para caracterizar hidrocarburos a 7 km de profundidad.



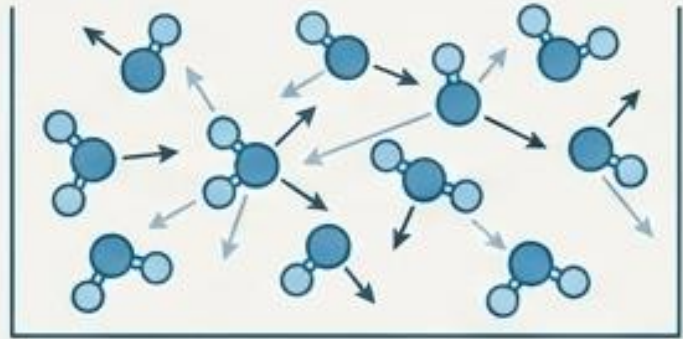
Constantes de recuperación térmica: La dicotomía T1 / T2



| T1: Relajación Longitudinal | | T2: Relajación Transversal | |
|------------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Escala: | Segundos | Escala: | Milisegundos |
| Mecanismo: | Transferencia de energía al retículo. | Mecanismo: | Interacción molecular espín-espín. |
| Aplicación: | Diferencia líquidos (T1 largo) de grasas (T1 corto). | Aplicación: | Alta brillantez diagnóstica para fluidos libres. |

$$\frac{1}{T_2^*} = \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_{2_inhomog\acute{e}neo}}$$

T2 Real (Irreversible)



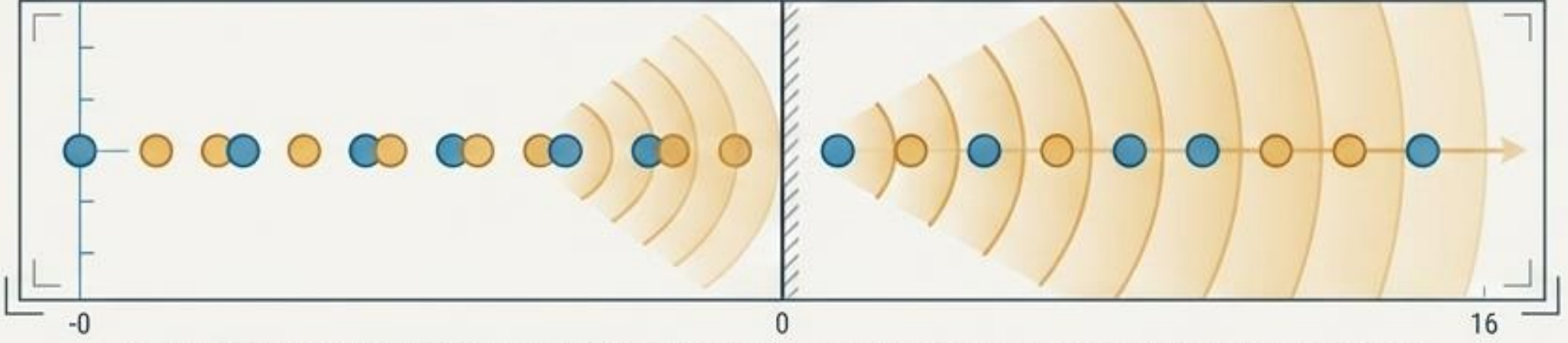
Causa: Choques moleculares aleatorios.
Naturaleza: Pérdida permanente de energía térmica.

T2 Inhomogéneo (Reversible)



Causa: Diferencias de susceptibilidad magnética en la matriz.
Naturaleza: Desfase estático inducido por la estructura.

La Solución: Eco de Espín (Spin Echo)

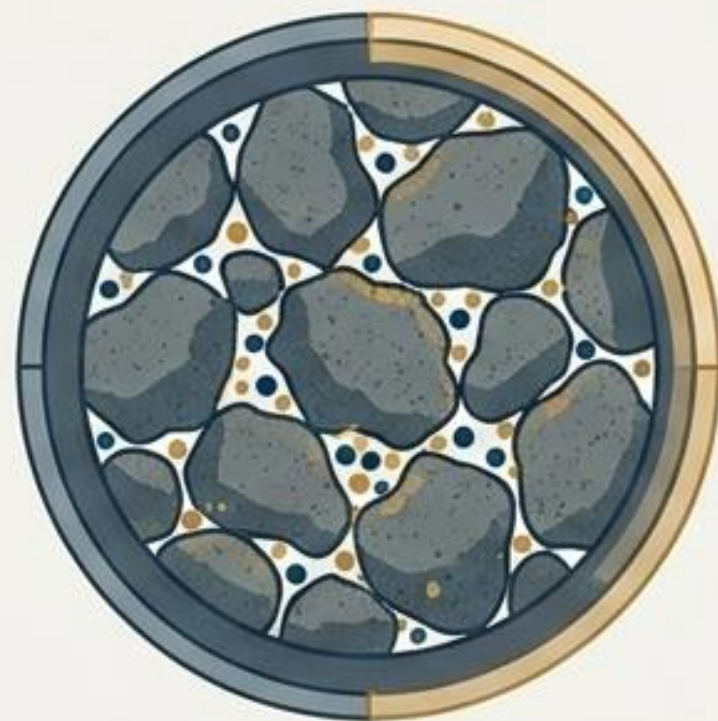


Impulso de recentrado electromagnético que anula el desfase estructural, reagrupando los protones.

Dinámica del umbral de corte (Cut-off): Areniscas frente a Carbonatos

$$\frac{1}{T_2} \approx \rho_2 \cdot \left(\frac{S}{V} \right)$$

Matriz de Areniscas

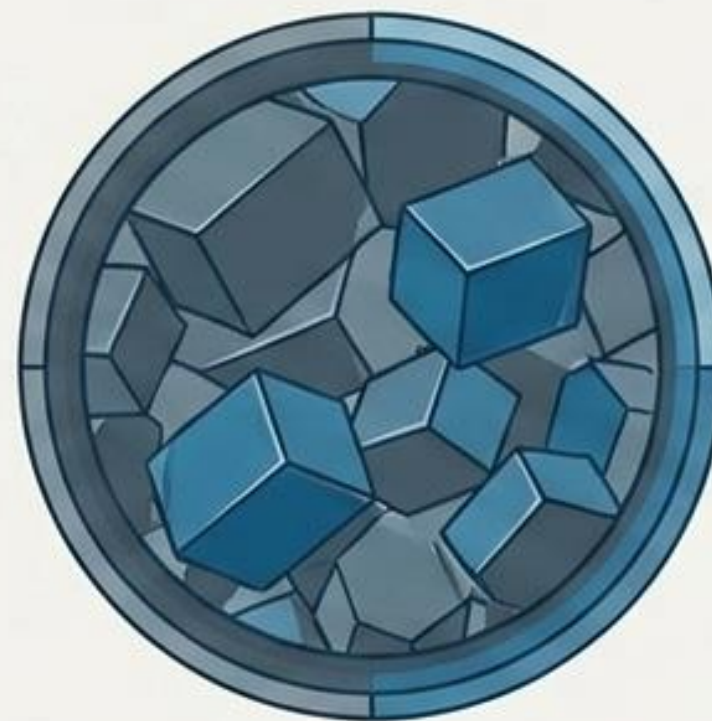


Umbral de Corte: ~33 ms

Composición: Contiene arcillas, hierro y centros paramagnéticos.

Dinámica: Alta relaxividad de superficie (ρ_2). La relajación transversal se acelera drásticamente por el contacto mineral.

Matriz de Carbonatos



Umbral de Corte: ~92 ms

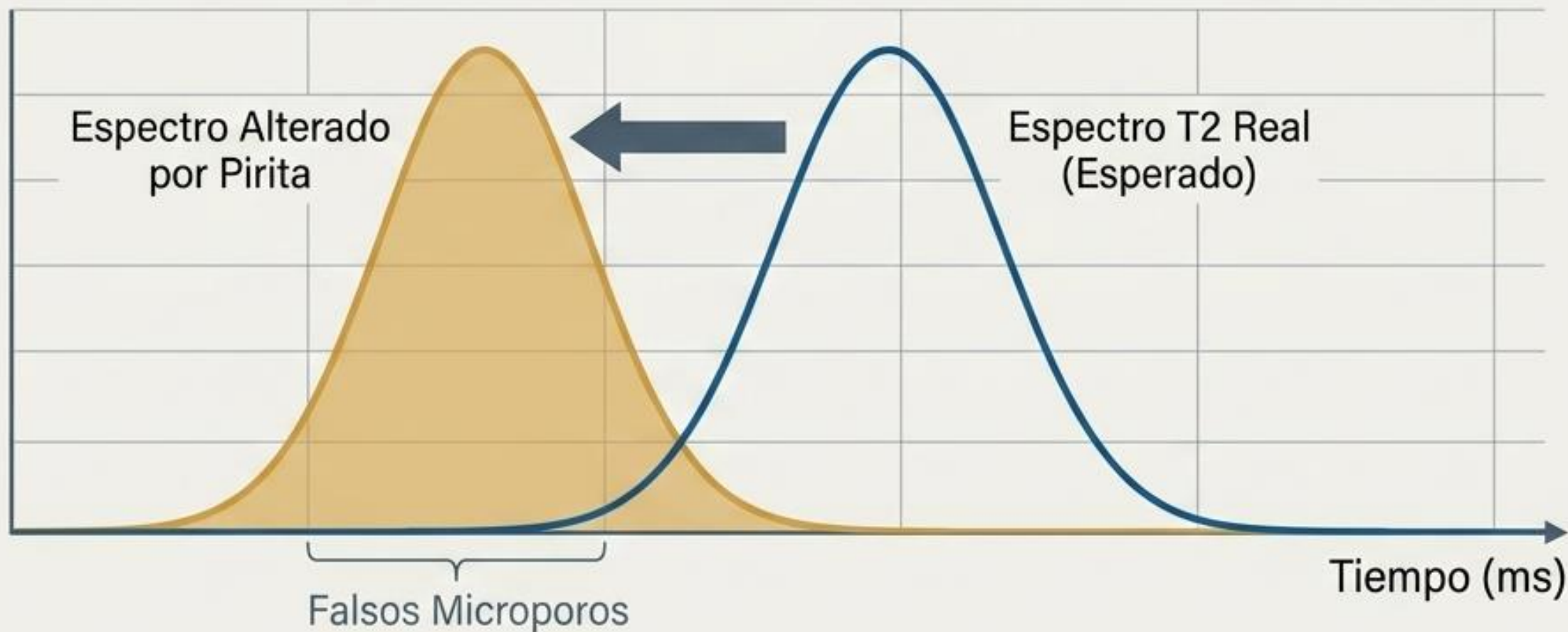
Composición: Matrices limpias (calcita/dolomía) sin propiedades magnéticas.

Dinámica: Relaxividad 2 a 3 veces menor. El tiempo de relajación se prolonga mecánicamente, desplazando el umbral.



El efecto de disrupción mineralógica: Anomalías por Pirita (FeS₂)

Error-Shift Graph



Consecuencias Críticas

1. **Migración Espectral:** Subestimación grave del tamaño real de los poros.
2. **Sobrestimación de Agua Ligada:** Oculta el volumen de hidrocarburos móviles.
3. **Atenuación Total:** Riesgo de enmascarar la señal por debajo del tiempo de eco mínimo.


El Catalizador Metálico

La pirita (sulfuro de hierro) genera micro-gradientes magnéticos severos que aceleran la despolarización por difusión molecular.

$$\frac{1}{T2_{\text{medido}}} = \frac{1}{T2_{\text{sup}}} + \frac{1}{T2_{\text{vol}}} + \frac{\gamma^2 \cdot G_{\text{interne}}^2 \cdot TE^2 \cdot D}{12}$$

Cuantificación de la permeabilidad: Coates vs. SDR

Modelo Coates (Free Fluid Model)

$$K_{\text{Coates}} = \left(\frac{\phi}{C}\right)^4 \cdot \left(\frac{\text{FFI}}{\text{BVI}}\right)^2$$


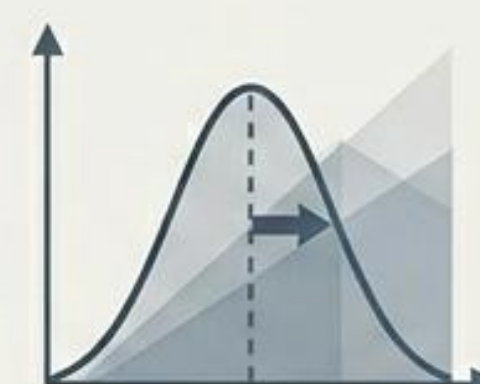
Agua Ligada (BVI)

Fluido Móvil (FFI)

Mecanismo: Calcula la permeabilidad basándose en el ratio exacto entre fluidos móviles (FFI) y agua ligada (BVI).

Aplicación Ideal: Sistemas de areniscas con redes de porosidad simple e interconectada.

Modelo SDR (Schlumberger Doll Research)

$$K_{\text{SDR}} = a \cdot \phi^4 \cdot (T2_{\text{log}})^2$$


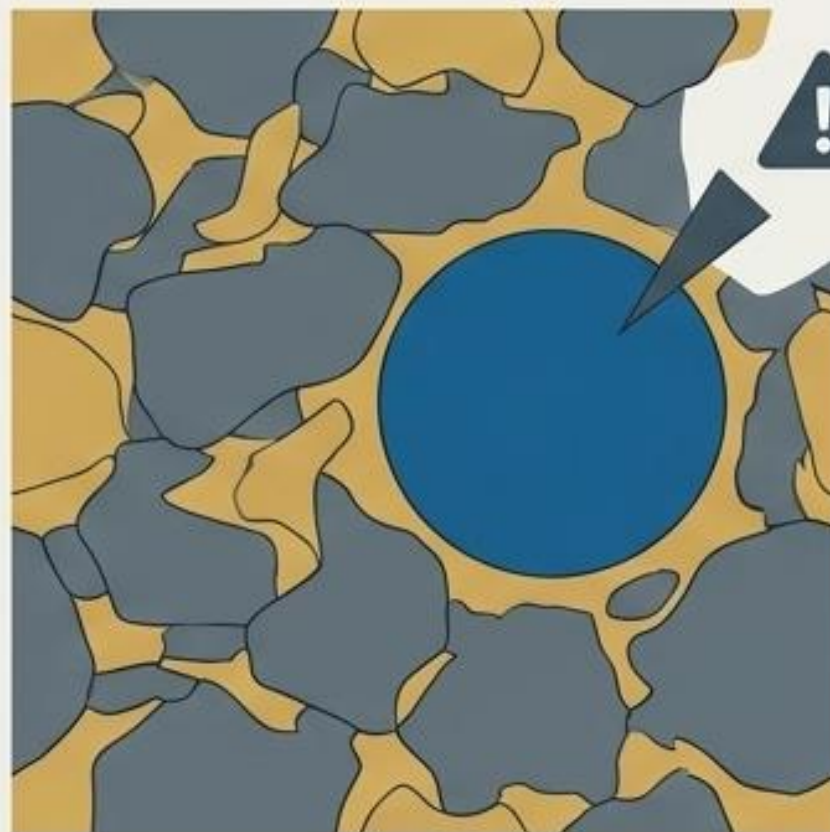
Mecanismo: Deriva la estimación matemática a partir de la media geométrica de todo el espectro logarítmico T2.

Aplicación Ideal: Estimación continua basada en la distribución global del tamaño de poro.

El límite del modelado en estructuras geológicas complejas

Falla del SDR: El Falso Positivo

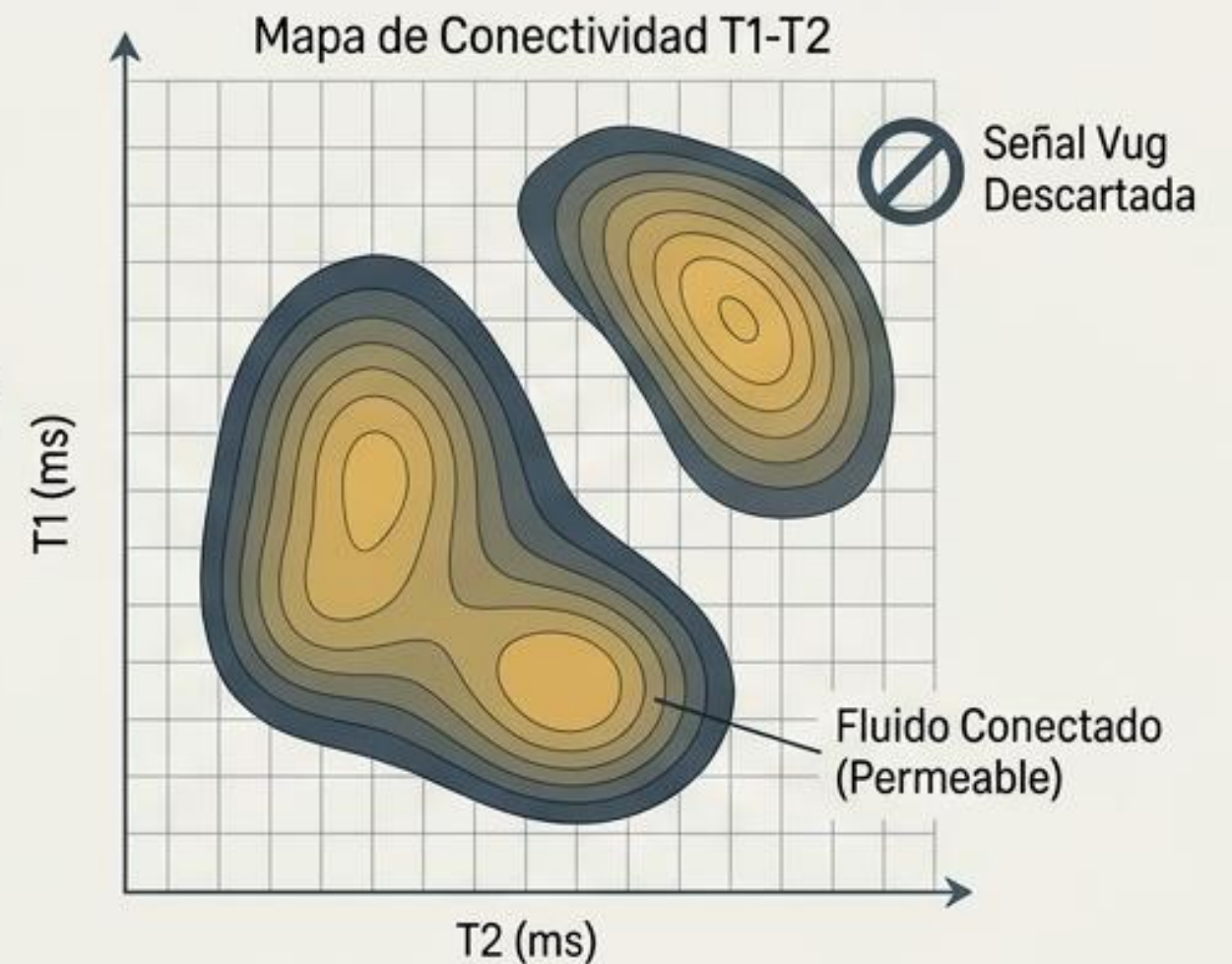
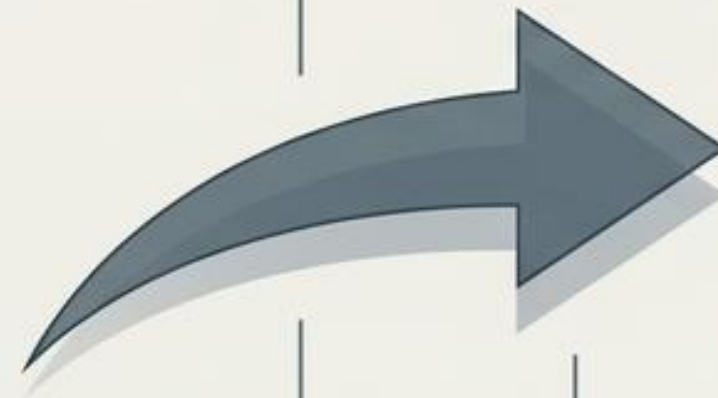
En carbonatos heterogéneos, los poros gigantes aislados (*vugs*) atrapan fluidos que generan una señal T2 extremadamente larga. El modelo SDR interpreta erróneamente esto como una permeabilidad inmensa.



! Vug (Poro Aislado) / Permeabilidad Nula

La Solución: Mapas Bidimensionales

Implementación de umbrales de corte variables (Variable Cut-off) y mapas topográficos 2D (T1-T2) para descartar señales de poros gigantes no conectados.

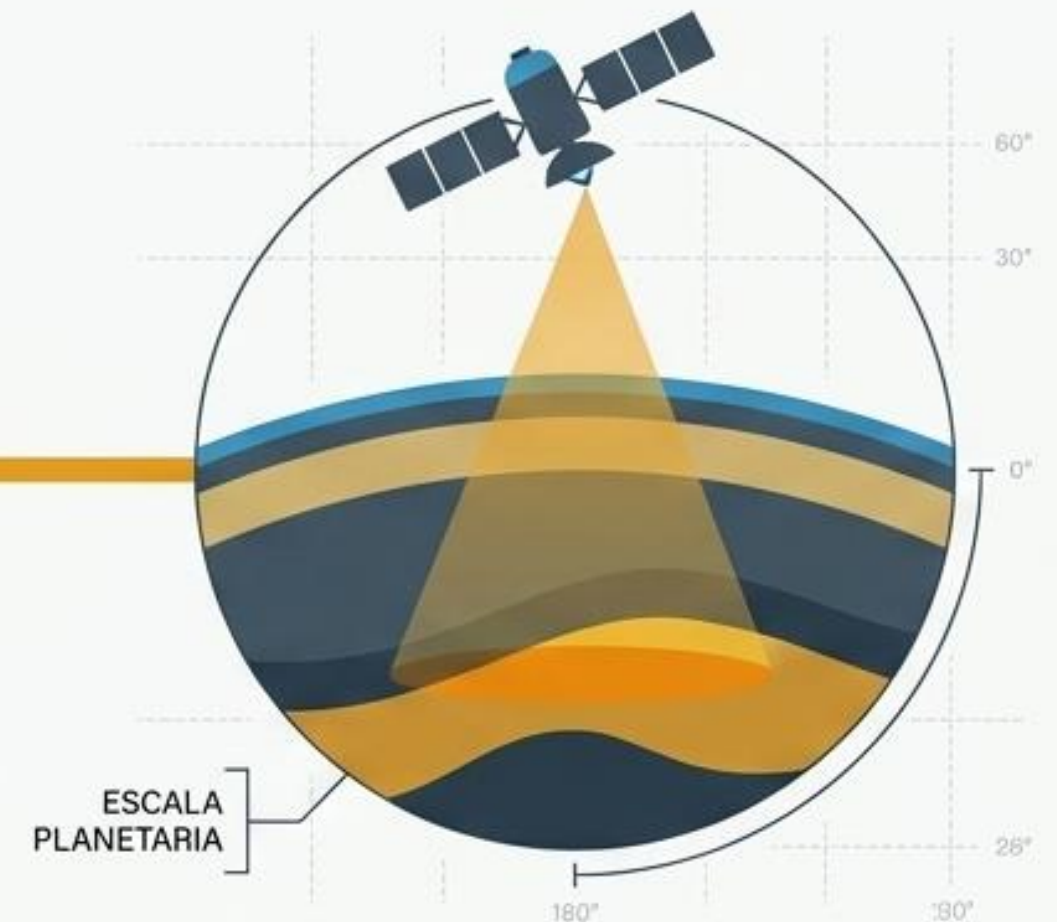
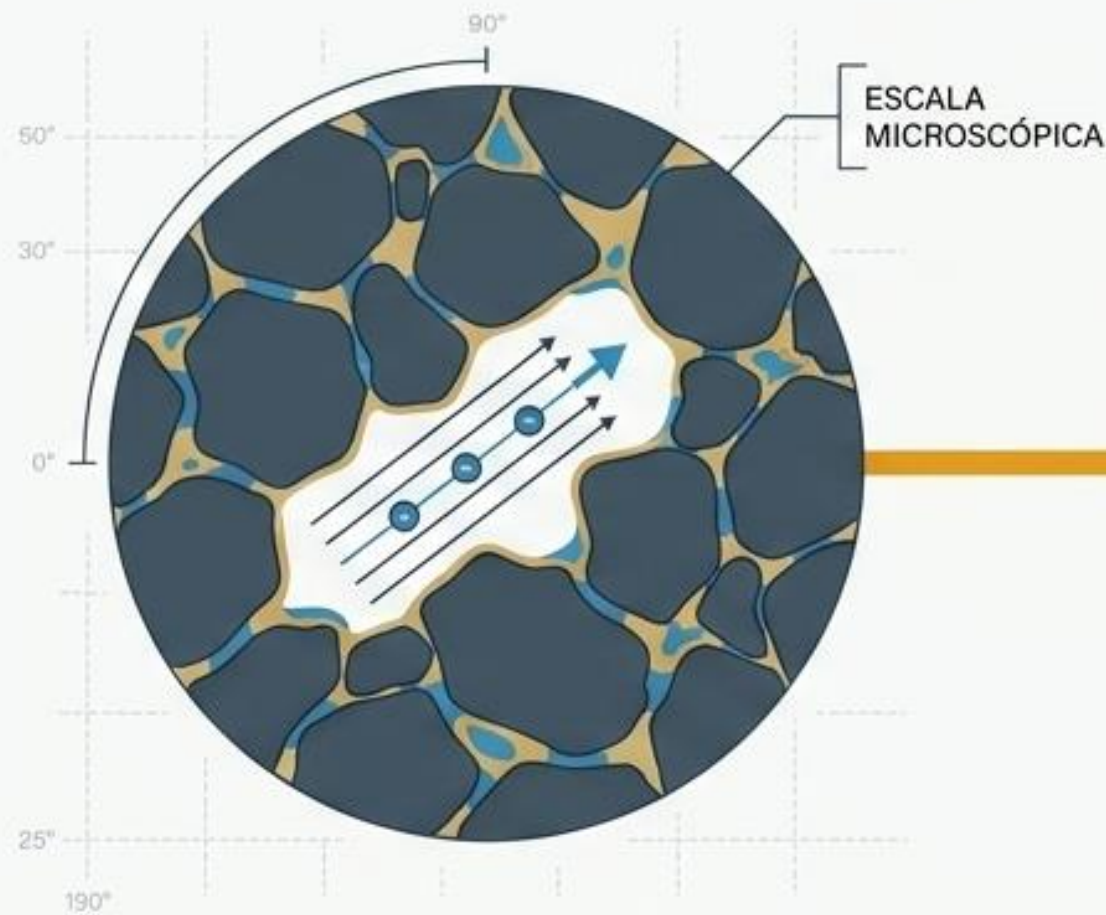


El cambio de paradigma: De la microporosidad a la escala planetaria

La Ecuación Unificadora

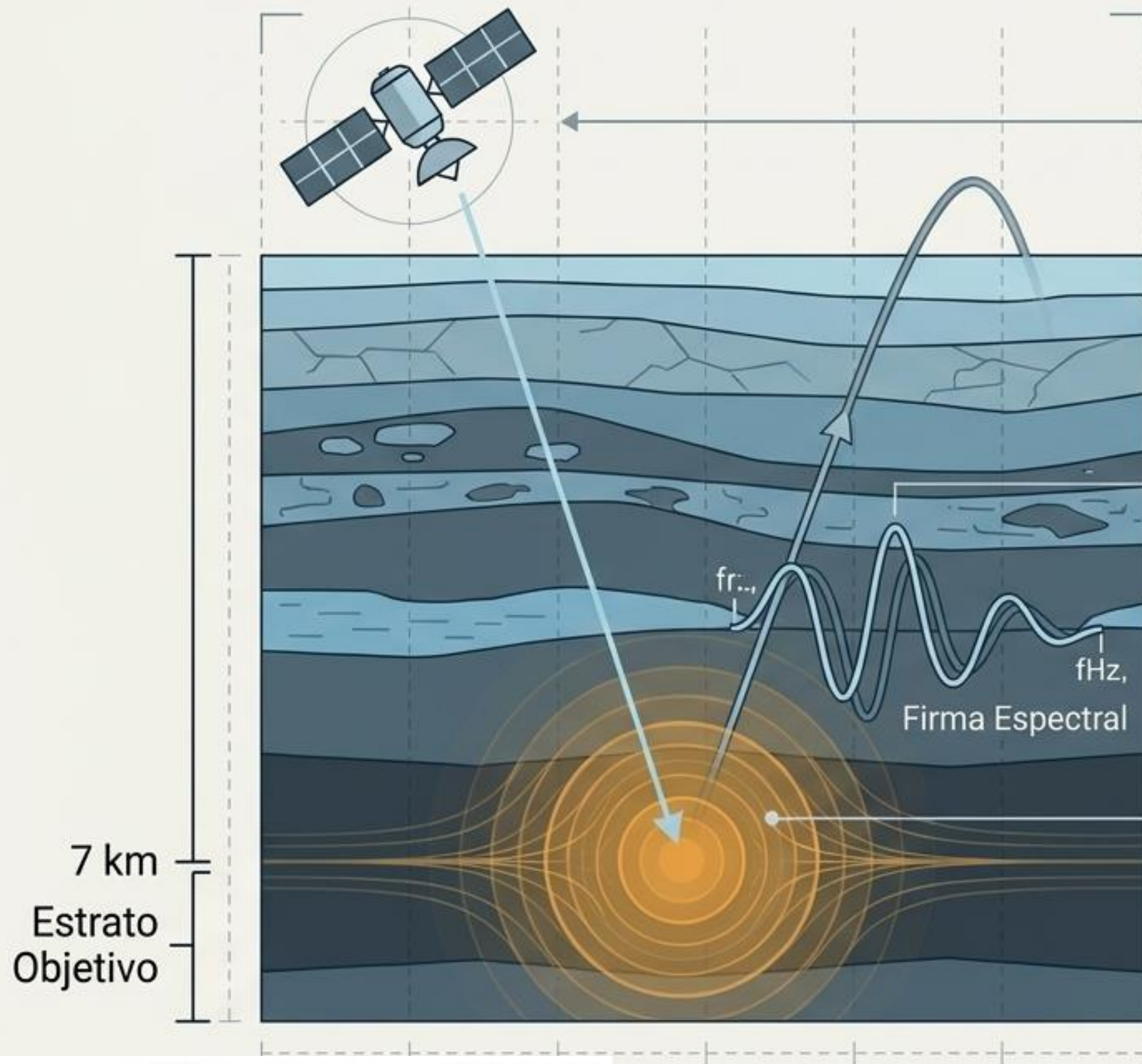
$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0$$

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0$$



La misma física subatómica que lee la firma de un fluido dentro de un poro microscópico, permite leerlo desde el espacio exterior. Al sintonizar la Frecuencia de Larmor a las variaciones del campo magnético profundo, transformamos la física cuántica en teledetección global.

La física del sondeo profundo a 7 km (RSS-NMR pasivo)



Sintonización de Profundidad

El alcance se calibra ajustando la frecuencia de Larmor a las condiciones magnéticas exactas del estrato objetivo subterráneo.

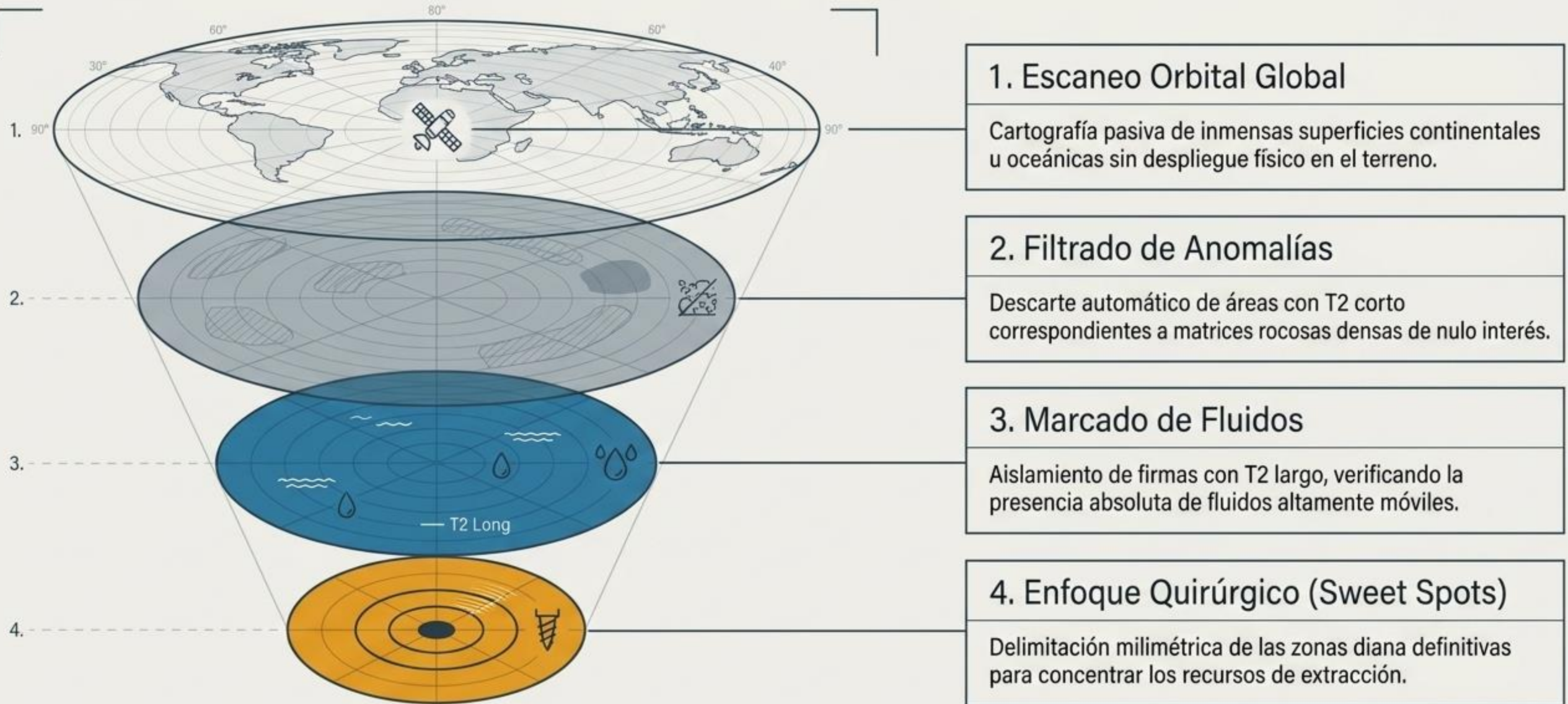
Recepción Pasiva

El satélite no altera el entorno. Emite una perturbación de radiofrecuencia focalizada y registra la caída del impulso.

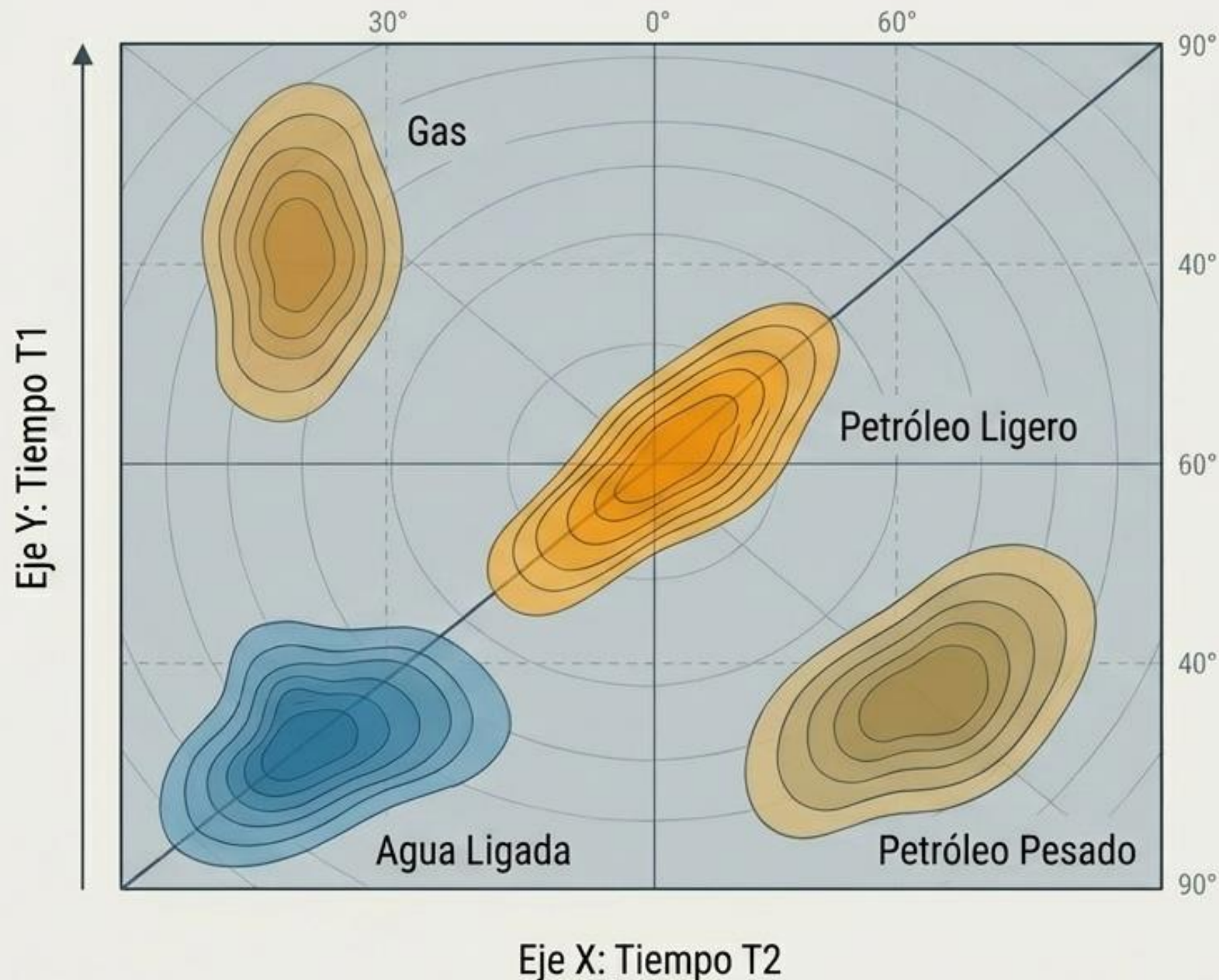
Firma Espectral

La señal electromagnética de retorno no es una imagen óptica; es un descifrado físico directo del fluido contenido en la roca.

La metodología operativa de la “Etapa Cero”



Clasificación de firmas de fluidos desde el espacio exterior



Gas

Fuerte contraste molecular: T1 extremadamente largo combinado con un T2 corto inducido por altísima difusión.



Petróleo Ligero

Firma de alto valor: Ratio T1/T2 muy ajustado (aprox. 1 a 2). Refleja hidrocarburos en fase líquida de alta movilidad.



La ventaja estratégica: Erradicando la incertidumbre en exploración



Eficiencia de Capital

Elimina el riesgo y costo multimillonario de la sísmica a ciegas. La sísmica 3D tradicional se reserva y despliega únicamente sobre Zonas Óptimas confirmadas.



Impacto Ambiental Cero

Operación pasiva e invisible. Erradica la deforestación, el uso de explosivos en tierra y la huella acústica disruptiva en entornos marinos.



Reevaluación Continua

Monitorización de yacimientos en tiempo real. Permite recalcular reservas y barridos en campos maduros sin pausar ni interrumpir la producción.

La cadena de valor integral de la Resonancia Magnética Nuclear



Escala Subatómica (El Protón)

Input: Interacciones
Espín-Espín y
susceptibilidad magnética.

Output: Constantes
térmicas y tiempos de
relajación (T1, T2, T2*).



Escala de Yacimiento (El Pozo)

Input: Cortes litológicos,
volumen de matriz y
porosidad.

Output: Modelos
matemáticos continuos
de permeabilidad
(Coates/SDR).



Escala Planetaria (La Órbita)

Input: Escaneo espectral
pasivo calibrado por
Frecuencia de Larmor.

Output: Aislamiento
Quirúrgico de Zonas
Óptimas y clasificación
de fluidos.

Redefiniendo los límites de la exploración profunda

Al dominar las leyes subatómicas del hidrógeno, hemos transformado el núcleo de la tierra en un libro abierto visible desde la órbita baja. La exploración ya no se trata de buscar a ciegas; se trata de sintonizar.



FANDS-LLC
Intelligence économique proactive





Made
in Russia

Voluntary certification system «Made in Russia»
Registered in the Unified Register of registered voluntary certification systems
Reg. № РОСС RU.31685.047002 from the 24th of May 2017

Система добровольной сертификации «Сделано в России»
Зарегистрирована в Едином реестре зарегистрированных систем
добровольной сертификации
Рег.№ РОСС RU.31685.047002 от 24 мая 2017 г.

CERTIFICATE OF CONFORMITY СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ CC.002647

Valid from 20.10.2025 to 05.10.2028
Срок действия с 20.10.2025 по 05.10.2028

Applicant/Manufacturer: Poisk Group LLC, 299040, Russia, Sevastopol,
st. Khrustal'naya, 143

Заявитель/Производитель: ООО «ГРУППА ПОИСК», 299040, Россия, г. Севастополь,
ул. Хрустальная, д. 143

Product: Methodology for calculating predicted ore reserves in deep-lying deposits, using
the parameters of ore bodies obtained using remote geospace methods of geological exploration
and field geophysical equipment of the Poisk complex (FEACH of the CU 901809100)

Продукция: Методика подсчета прогнозируемых запасов руд в глубинных залежах, с
использованием параметров рудных тел, полученных с помощью дистанционных
геоспациальных методов геологического изучения и полевой геофизической аппаратуры комплекса
«Поиск» (код ТН ВЭД, ЕАЭС 901809100)

Comply with the voluntary certification system "Made in Russia" requirements.
Соответствует требованиям Системы добровольной сертификации «Сделано в России».

Certificate is issued on the basis of: Declaration of conformity company Poisk Group LLC
on the Reliability of the voluntary certification system "Made in Russia" dated 07.10.2015 via VDS.
Сертификат выдан на основании: Декларации о соответствии компании
ООО «ГРУППА ПОИСК» № 105 от 07.10.2015 на соответствие «Надежность» системы
добровольной сертификации «Сделано в России».

Made in Russia VDS Holder Russia Expert Center (SC)
125850, Moscow, Priblennykh Miroslavskiy blvd/143
Клиентская служба сертификации (ЦС) «Вед» (В) ООО
email: madeinrussia@expertcenter.ru
tel: +7(705)2027-47-47

Департамент ЦС «Сделано в России» АО «Российский экспертный
центр» (ВЭЦ) и Клиентская служба сертификации
Притыкиной, ул. Прибрежно-морская, д.143, п.14, кв.101
электронный почтовый ящик: info@madeinrussia.ru
тел: +7(705)2027-47-47

Vice President
Вице-президент

A.V. Seleznev
А.В. Селезнев



002647

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «ПРИНИП-ЭКСПЕРТ»
Рег. № РОСС RU.31678.040010 от 16.11.2016 г.



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.31678.040010

Срок действия с 18.05.2021 по 18.05.2028

№ 0057630

ОБЛАСТЬ СЕРТИФИКАЦИИ: ПОСЛУЖИТЕЛЬСТВО

Сфера и сфера применения продукции ООО «Аргумент», Адрес: 140000, РОССИЯ, Московская обл., городские округа
Щелковский район, Щелковский филиал, Завод Восточный, ул. 14, кв. 4, комната 21. Телефон: +7(495)9610100,
адрес электронной почты: otc@argument.ru

ПРОДУКЦИЯ: Методика оценки вероятных запасов в разведанных залежах и
использования параметров геоспациальных методов геологического изучения
и полевой геофизической аппаратуры комплекса «Серебряный
барьер»

код ЦС
01.11.11

СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

код ЦС
01.11.11

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: Общество с ограниченной ответственностью «Группа Поиск», ОГРН: 10450000000, ИНН:
5040040000, КПП: 5040000000, Адрес: 299040, РОССИЯ, город Севастополь, ул. Хрустальная, д. 143, телефон:
+7(978)15110, адрес электронной почты: groupa@poisk.ru

СЕРТИФИКАТ ВЛАДЕЦ: Общество с ограниченной ответственностью «Группа Поиск», ОГРН: 10450000000, ИНН:
5040040000, КПП: 5040000000, Адрес: 299040, РОССИЯ, город Севастополь, ул. Хрустальная, д. 143, телефон:
+7(978)15110, адрес электронной почты: groupa@poisk.ru

НА ОСНОВАНИИ

Протокола испытаний № ПЭ.31-240721 от 23.05.2021 года, выданной Национальной лабораторией «Тестирование»
по адресу РОСС RU.31678.040010

ДЕЙСТВИТЕЛЕН НА: ЭКВИВАЛЕНТНО

(Срок действия: 1)



Руководитель центра

Зеленцов

И.П. Фиганов
И.П. Никитин

Сертификат не признается при применении системы сертификации

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.

- Ley de Derechos de Autor © **11 de marzo de 1957 Ley N.º 57-298**, relativa a la propiedad de la literatura y artistas.
- Copyright © **2009-2026 Fands-LLC div. Proactive Economic Intelligence**
- Todos los derechos de autor y marcas registradas en los EE. UU. se rigen por la legislación aplicable.
- Copyright © **2005-2026 Fands-LLC**
- Conformidad con la Ley de Derechos de Autor de los EE. UU. de 1976 (**Title 17 of the United States Code**).
- Patentes y Marcas Registradas (12 de diciembre de 1980) <https://www.copyright.gov/>

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

Michel L. Friedman-Matarese

(Destom LH 67/11)

-  Mobile: +591-71696657
-  WhatsApp: +591-71696657
-  Email: michel@geo-nmr.net
-  In Charge: Africa & Américas
-  Speaker: FR-UK-ES-BR/PT
-  GMT: -04h
-  Base: Bolivia, Santa Cruz

Kotelianets Igor

Director of LLC "Poisk Group"

-  Tel: +78692456491
-  WhatsApp: +79787155212
-  Email: igor@geo-nmr.net
-  In Charge: World
-  Speaker: RU-UK
-  GMT: +03h
-  Base: Sevastopol, Rusia

Versatilidad de Aplicación (Multi-Industria)



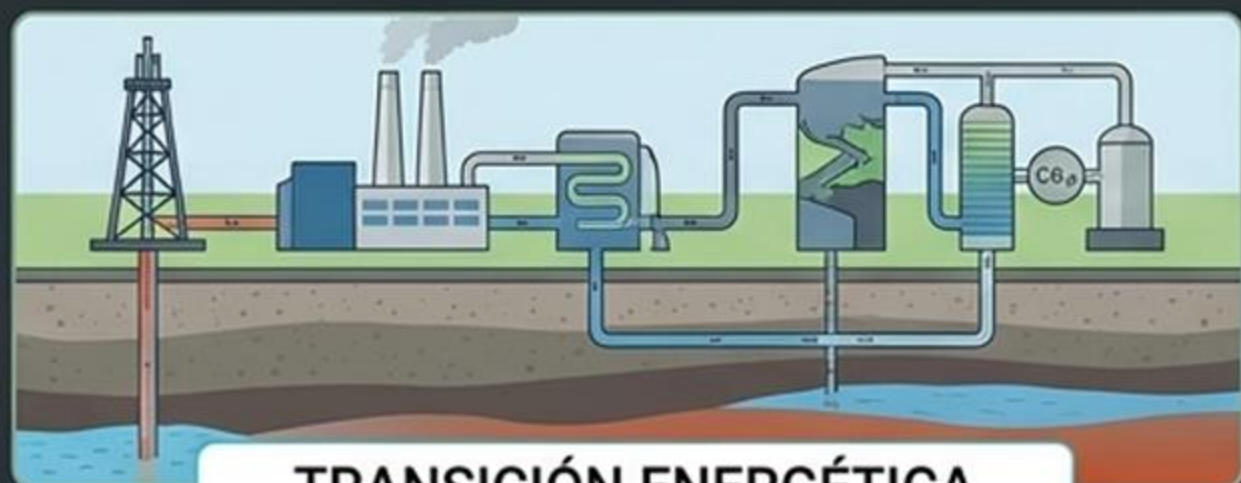
HIDROCARBUROS

Petróleo, Condensado, Gas



METALES Y MINERALES CRÍTICOS

Oro, Cobre, Litio



TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Geotermia Profunda, CCUS, Hidrógeno



RECURSOS HÍDRICOS

Agua Potable Subterránea

La sinergia tecnológica elimina falsos positivos identificando la resonancia molecular exacta del mineral o fluido objetivo.