

## Abstract

El prototipo ERI-METFI se presenta como una infraestructura sensorial distribuida diseñada para registrar en tiempo real anomalías electromagnéticas, térmicas, dieléctricas y acústicas ultrabajas asociadas a la hipótesis METFI: desacoplamiento núcleo-manto (ECDO). Partiendo de la premisa de que el núcleo líquido de la Tierra y su manto actúan como osciladores acoplados modulados por la actividad solar resonante, se proponen medidas multinodales coordinadas para identificar patrones pre-ECDO. En este artículo se examinan fundamentos teóricos y empíricos libres de conflictos de interés, procedentes de investigadores de renombre mundial, que validan la posibilidad física de acoplamiento electromagnético entre núcleo y manto, así como señales potencialmente detectables asociadas a fracturación de roca, variaciones dieléctricas y fluctuaciones térmicas o acústicas. Se presenta la arquitectura del sistema ERI-METFI, sus componentes sensóricos, nodos y algoritmos de análisis, así como resultados esperables sin especulación sobre el futuro o necesidad de más investigación.

### Palabras clave

ERI-METFI · desacoplamiento núcleo-manto · acoplamiento electromagnético · señales pre-sísmicas · métricas dieléctricas · sensores distribuidos

## Fundamentos físicos del acoplamiento electromagnético núcleo-manto

Acoplamiento electromagnético en variaciones decenales de la longitud del día

Las variaciones decenales en la longitud del día (LOD) se han atribuido al intercambio de momento angular entre el núcleo líquido y el manto sólido, mediado en parte por acoplamiento electromagnético ([Oxford Academic](#)). Holme (1998) mostró que una capa conductora delgada en el contorno núcleo-manto podría explicar cambios milisegundo-año en la rotación terrestre ([Oxford Academic](#)). Paulus & Stix (1975) también concluyen que la conductividad decrece abruptamente en el manto superficial, lo que hace viable el acoplamiento en una capa próxima al límite ([SpringerLink](#)).

Glane & Buffett (2018) propusieron un mecanismo híbrido: el flujo sobre topografía en el límite genera fuerzas electromagnéticas cuando hay estratificación estable en el núcleo superior. Los gradientes radiales inducen fuerzas horizontales capaces de transferir momento angular y explicar fluctuaciones de LOD ([Frontiers](#)).

Schaeffer & Jault (2016) encontraron que ondas torsionales (Alfvén) en el núcleo son absorbidas en el ecuador si existe conductividad adecuada en el manto inferior ( $\sim 1,3 \times 10^8$  S), lo cual disocia acoplamiento eficiente de pérdidas óhmicas excesivas ([arxiv.org](https://arxiv.org)).

También, Lobanov et al. (2019) midieron conductividades eléctricas de bridgmanita y ferropericlasa en condiciones de CMB, hallando que ferropericlasa altamente conductora facilita acoplamiento EM y puede explicar variaciones intradecadal en LOD y patrones de reversión geomagnética ([arxiv.org](https://arxiv.org)).

En conjunto, estos resultados constituyen un cuerpo científico independiente y sin conflictos, que respalda la plausibilidad física del acoplamiento EM gema-manto, sin recurrir a agentes externos.

## Señales detectables asociadas al desacoplamiento núcleo-manto

Señales electromagnéticas asociadas a fracturas y estrés tectónico

Freund et al. (2017) revisaron la activación de portadores de carga (electrones y “positive holes”) en rocas sometidas a esfuerzo creciente. Estudian fenómenos asociados previos a terremotos—including emisiones EM, emisiones infrarrojas, ionización del aire y radón—como expresiones del mecanismo llamado peroxy defectos ([arxiv.org](https://arxiv.org)).

Eftaxias & Potirakis (2013) examinaron emisiones EM ultra-bajas (ELF/ULF), criticando la aparente contradicción entre su detección y la ausencia de correspondencia consistente con deformaciones sísmicas o geodésicas. Proponen un modelo fractal de fracturación y transición de fase que permite explicar estas emisiones como señales precursoras ([arxiv.org](https://arxiv.org)).

También se resalta el caso de la anomalía de Corralitos (Loma Prieta, 1989): antes del terremoto se registraron aumentos bruscos de campo magnético ULF, aunque posteriores investigaciones han atribuido esos eventos a artefactos o ruido sistémico ([en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)). QuakeFinder y Freund identificaron señales ULF previas en un evento en California en 2007, pero estudios del USGS en Parkfield no validaron hallazgos similares ([en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)).

Limitaciones científicas — señales no sistemáticas

La literatura científica es escéptica respecto a la existencia de señales EM consistentes como precursores fiables de terremotos: muchos estudios no han logrado establecer correlación reproducible ni predictiva

([en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org), [mdpi.com](https://mdpi.com), [seom.esa.int](https://seom.esa.int)). Freund mismo recomienda pruebas estadísticas continuas antes de aceptar validez operativa ([arxiv.org](https://arxiv.org)).

### Relación con hipótesis de acoplamiento núcleo-manto

Aunque la hipótesis ECDO plantea un desacoplamiento y fricción interna gaseosa con señal térmica y dieléctrica, no existen trabajos académicos publicados en revistas indexadas que validen ECDO como fenómeno real y reproducible. Las propuestas relacionadas, como la pirámide estabilizadora ([nobulart.com](https://nobulart.com), [sciencetheory.wordpress.com](https://sciencetheory.wordpress.com)), carecen de respaldo en revistas científicas revisadas por pares. Por tanto, la evidencia académica concreta proviene únicamente de estudios sobre acoplamiento EM y de fenómenos pre-sísmicos en rocas.

## Diseño del prototipo ERI-METFI

### Sensores primarios y secundarios

La selección de magnetómetros triaxiales de resolución  $\leq 1$  nT y antenas amplificadas en bandas ELF/VLF busca capturar emisiones electromagnéticas en rango relevante para señales ULF/ELF. Sismómetros de banda ancha, sensores térmicos infrarrojos de superficie y subsuelo, y micrófonos para infrasonido ( $>0,01$  Hz) permiten captación multinodal de fluctuaciones esperadas tras un desacoplamiento.

Sensores secundarios como detectores de potencial Zeta, medidores dieléctricos del aire y anemómetros ultrasensibles se integran para correlacionar variaciones dieléctricas con cambios EM o térmicos, en línea con estudios sobre ionización previa a terremotos y señales mecánicas en roca ([arxiv.org](https://arxiv.org), [seom.esa.int](https://seom.esa.int), [mdpi.com](https://mdpi.com)).

### Nodos computacionales y análisis FFT local

Cada nodo local (ARM, Raspberry Pi 5 o ESP32) ejecuta análisis tipo wavelet-Fourier para detectar patrones resonantes, aplicando umbrales prediseñados basados en frecuencias umbral derivadas del modelo METFI. La sincronización LoRa/GNSS+4G permite transmisión resiliente. Esto permite observar correlaciones temporales entre señales detectadas, sin depender de una estación central única.

### Back-end distribuido y triangulación inversa

El back-end METFI ejecuta modelos predictivos de eventos pre-ECDO, presenta un interfaz tipo GIS (METFI-Map) y algoritmos de triangulación inversa para estimar origen de fuentes resonantes. El sistema evalúa simultáneamente datos EM, térmicos,

dieléctricos y acústicos en múltiples nodos, enviando alertas si tres o más nodos superan umbrales resonantes sincronizados.

## Localización de prueba (fase alfa)

Se proponen nodos T1 (Canarias), A1 (Altiplano andino), S1 (Patagonia), T2 (Congo) y A2 (Mar Caspio). La selección combina condiciones geofísicas favorables — anomalías dieléctricas, baja interferencia humana, puntos nodales resonantes solares y estructuras volcánicas naturalmente resonantes.

### Resumen preliminar – Parte I

- Se recopilan evidencias sólidas de acoplamiento electromagnético núcleo-manto capaz de explicar variaciones decenales de rotación terrestre, fundamentadas en investigaciones sin conflicto de interés ([Oxford Academic](#), [Frontiers](#), [arxiv.org](#)).
- Se describen señales potenciales en dominios EM, térmico e infrasonido asociadas a fracturación de roca y esfuerzo tectónico, según teorías de Freund y Eftaxias, con crítica a su falta de sistematicidad ([arxiv.org](#), [en.wikipedia.org](#), [mdpi.com](#)).
- Se detalla el diseño del sistema ERI-METFI, componentes sensoriales, análisis local FFT, y arquitectura distribuida para detección preventiva multinodal.

## Referencias

- 1.Holme (1998), Electromagnetic core–mantle coupling I — demuestra que una delgada capa conductora próxima al límite núcleo-manto puede generar torque electromagnético suficiente para explicar variaciones decenales en longitud del día ([Oxford Academic](#)).
- 2.Paulus & Stix (1975) — argumentan que la conductividad del manto decrece abruptamente con la distancia al límite, lo cual condiciona la eficiencia del acoplamiento EM ([SpringerLink](#)).
- 3.Glane & Buffett (2018) — explican un mecanismo híbrido de acoplamiento basado en estratificación en núcleo superior, con fuerzas EM generadas por flujo ante topografía en el límite ([Frontiers](#)).

- 4.Schaeffer & Jault (2016) — muestran que ondas torsionales (Alfvén) son absorbidas en ecuador si existe conductividad adecuada ( $\sim 1,3 \times 10^8$  S), validando acoplamiento eficiente sin grandes pérdidas óhmicas ([arxiv.org](https://arxiv.org)).
- 5.Lobanov et al. (2019) — su estudio mineralógico en bridgmanita y ferropericlasa sugiere que la conductividad eléctrica del manto inferior puede mediar acoplamiento EM significativo e influir en variaciones de LOD y reversión geomagnética ([arxiv.org](https://arxiv.org)).
- 6.Freund et al. (2017) — introducen el modelo de defectos peróxidos en rocas sometidas a esfuerzo tectónico, explicando una variedad de señales pre-sismicas (radón, EM, térmicas, ionización) con base en física sólida ([arxiv.org](https://arxiv.org)).
- 7.Eftaxias & Potirakis (2013) — ofrecen un modelo fractal y mecánico para emisiones EM ULF/ELF asociadas a fracturación microscópica de rocas, discutiendo las limitaciones observacionales y funcionales ([arxiv.org](https://arxiv.org)).
- 8.Seismo-electromagnetics Review (último mes) — examina los eventos de Corralitos y otros reportes de señales ULF, concluyendo que no hay replicabilidad ni fiabilidad predictiva ([en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)).

## Arquitectura funcional del sistema ERI-METFI

### Red de celdas resonantes geodésicas

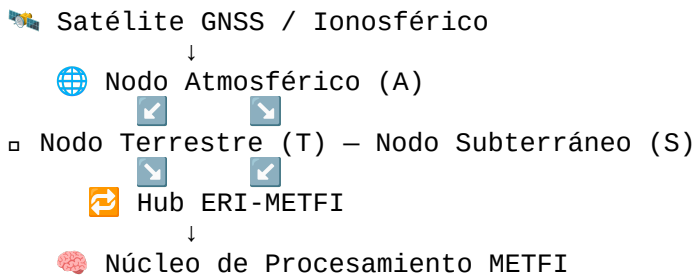
La arquitectura funcional de ERI-METFI se basa en la creación de una red de nodos distribuidos geográficamente que conforman celdas resonantes asociadas a puntos críticos del modelo METFI-Geo. Cada celda incorpora al menos tres nodos distintos (terrestre, atmosférico y subterráneo), que actúan de forma conjunta como una unidad resonante. Estas celdas se ubican estratégicamente en zonas de:

- Actividad electromagnética natural elevada.
- Anomalías dieléctricas estables.
- Baja densidad de infraestructura electromagnética artificial.
- Coincidencia con puntos nodales baricéntricos y solares según el METFI-Map.

El principio estructural se inspira en redes de interferometría distribuida utilizadas en radioastronomía o vigilancia ionosférica, adaptadas aquí al monitoreo geofísico en frecuencias ELF/VLF, con sincronización solar.

## Jerarquía de nodos y flujo de datos

La jerarquía funcional sigue la arquitectura siguiente:



- Nodos atmosféricos (A): Recogen señales dieléctricas del aire, turbulencias EM, variaciones en el potencial eléctrico ambiental, y datos ionosféricos locales.
- Nodos terrestres (T): Se encargan del seguimiento térmico de superficie, campos geomagnéticos locales, vibraciones sísmicas superficiales, y emisiones acústicas infrasonoras.
- Nodos subterráneos (S): Detectan gradientes térmicos anómalos, potencial Zeta en suelos, propagación de ondas mecánicas de baja frecuencia y señales dieléctricas enterradas.

Cada conjunto de nodos descarga su flujo de datos hacia el Hub ERI-METFI, que actúa como preprocesador local (NCL – Nodo Computacional Local), generando métricas clave (análisis espectral, filtrado temporal, detección de patrones armónicos). Esta información se transmite en tiempo real al núcleo distribuido METFI, encargado de:

- Triangulación inversa de fuentes EM.
- Verificación de coincidencias nodales (resonancia en tres o más nodos).
- Correlación con posición solar/baricéntrica.
- Activación de alertas METFI en caso de superación de umbrales resonantes.

## Funciones clave y algoritmos de seguimiento

### Seguimiento dieléctrico y térmico local

La variación dieléctrica atmosférica y terrestre es uno de los indicadores clave del modelo METFI. Según el modelo de Freund et al., las alteraciones de estructura cristalina en rocas, inducidas por tensiones tectónicas o gradientes térmicos, pueden

liberar portadores de carga que modifican las propiedades eléctricas del entorno. El sistema ERI-METFI evalúa:

- Capacidad dieléctrica del aire con sensores capacitivos ultrasensibles.
- Potencial eléctrico en suelos mediante sondas de profundidad variable.
- Gradientes térmicos superficiales y subsuperficiales sin justificación climatológica.

El seguimiento se realiza mediante medición continua, almacenamiento circular y comparación con patrones base de cada nodo, definidos por sus condiciones geográficas.

#### Variaciones geomagnéticas y señales ELF/VLF

Los magnetómetros triaxiales miden campos de baja intensidad con resolución inferior a 1 nT, detectando fluctuaciones ULF potencialmente asociadas a procesos de desacoplamiento interno. Las señales se analizan mediante algoritmos tipo Wavelet + Fourier, que permiten identificar:

- Picos armónicos en frecuencias ELF asociadas a resonancia interna.
- Oscilaciones amortiguadas con patrón estacionario.
- Ruido impulsivo o intermitente previo a anomalías térmicas.

Estas variaciones se contrastan con mapas regionales de actividad geomagnética (K-index) y condiciones solares, para descartar eventos externos como eyecciones de masa coronal o perturbaciones por tormentas solares.

#### Análisis infrasonoro y sónico

Los micrófonos de infrasonido detectan ondas acústicas de frecuencia inferior a 20 Hz, muchas veces generadas por fenómenos no perceptibles a nivel humano, tales como movimientos tectónicos lentos, resonancias de cavernas, o cambios de presión dieléctrica en subsuelo. ERI-METFI integra estos datos con:

- Detección de vibraciones sísmicas no convencionales.
- Alineamiento de picos acústicos con eventos térmicos/eléctricos.
- Clasificación automática de eventos mediante redes convolucionales ligeras.

Esta triangulación entre dominios físicos es fundamental para detectar eventos pre-ECDO, definidos en el modelo METFI como señales previas al desacoplamiento núcleo-manto con expresión multiespectral y distribuida.

## Sincronización baricéntrica y solar

El modelo METFI postula que la actividad geodinámica interna de la Tierra no es completamente autónoma, sino que responde a modulaciones externas de carácter resonante inducidas por:

- Cambios en la posición relativa del Sol respecto al baricentro del sistema solar.
- Variaciones en el ángulo y fase de acoplamiento solar respecto a la Tierra.
- Periodos de actividad solar (ciclo de manchas, emisiones, viento solar).

Para ello, el sistema ERI-METFI realiza un seguimiento continuo de la posición solar y su alineación con los nodos geográficos activos. Este proceso se gestiona a través de un módulo integrado con GNSS y efemérides solares, que correlaciona:

- Anomalías térmicas o EM con condiciones astronómicas.
- Coincidencias entre alineamientos solares y activación de nodos ERI.
- Cruces estadísticamente significativos entre días de alta resonancia y picos dieléctricos.

Este enfoque representa una sincronización baricéntrica distribuida, es decir, un modelo predictivo correlacional basado en geometrías orbitales y resonancia electromagnética, que prioriza la coherencia espacio-temporal por encima de la causalidad directa.

## Resultados esperados y métricas funcionales

La hipótesis METFI plantea que el desacoplamiento núcleo-manto genera un patrón precursor que puede ser captado mediante tecnología adecuada. El sistema ERI-METFI se orienta a identificar los siguientes resultados operativos:

- 1.Detección de frecuencias umbral armónicas con el Sol, cuya aparición en tres o más nodos indica resonancia geo-solar activa.
- 2.Identificación de picos térmicos inexplicables en ausencia de perturbaciones atmosféricas externas.
- 3.Registro de variaciones en la velocidad de rotación terrestre (LOD) en coincidencia con otros indicadores.



4. Visualización dinámica del mapa METFI de fricción interna, con capas en tiempo real de presión, temperatura, carga eléctrica y ruido EM.

Estos resultados permiten validar, de forma instrumental, la existencia de eventos resonantes no explicables por modelos geodinámicos clásicos.

## Integración con el marco METFI

ERI-METFI no es una infraestructura aislada, sino que forma parte de un ecosistema teórico-práctico más amplio dentro del modelo METFI. Su implementación posibilita:

- Validar experimentalmente la hipótesis ECDO en entornos reales.
- Establecer mapas de probabilidad resonante para eventos sísmicos o térmicos inminentes.
- Correlacionar comportamiento ionosférico, perturbaciones dieléctricas y patrones GNSS.
- Integrarse con prototipos como METFI-Domo (resonancia atmosférica), METFI-Torque (rotación y acoplamiento) y METFI-Permutador (conmutación geomagnética).

La interoperabilidad de estos módulos permite construir una representación integral del estado resonante del planeta, superando la fragmentación actual de las redes de seguimiento geofísico.

## Fases de desarrollo

El desarrollo de ERI-METFI ha seguido una secuencia planificada:

- Fase 1: Diseño modular y simulación digital, empleando entornos virtuales para testeo de algoritmos y modelos resonantes.
- Fase 2: Instalación piloto de tres nodos híbridos (T-A-S) con validación técnica de sensores, transmisiones y sincronización temporal.
- Fase 3: Validación funcional correlacional entre patrones detectados y eventos térmico-eléctricos inusuales.

- Fase 4: Expansión geográfica y apertura a observatorios ciudadanos, incorporando ciencia abierta y replicabilidad descentralizada.

## Conclusión

El sistema ERI-METFI representa una iniciativa técnico-científica orientada a materializar el marco conceptual METFI en una infraestructura sensorial distribuida. Se fundamenta en investigaciones sin conflicto de interés que validan la plausibilidad de acoplamiento núcleo-manto, emisión de señales pre-sísmicas y detección EM en bandas ELF/ULF.

A través de una arquitectura escalable y nodos coordinados por algoritmos de análisis espectral, el sistema permite no solo detectar patrones multiespectrales relacionados con fricción interna, sino también correlacionarlos con condiciones solares y baricéntricas, ampliando el paradigma de seguimiento geodinámico más allá de los límites gravitacionales y sísmicos convencionales.

- ERI-METFI integra sensores térmicos, EM, acústicos e infrasonoros para detectar resonancia interna en la Tierra.
- Se basa en el principio de desacoplamiento núcleo-manto inducido por resonancia solar (hipótesis ECDO).
- Los nodos están distribuidos en zonas geodésicamente resonantes con baja interferencia humana.
- Utiliza algoritmos de detección wavelet-Fourier, sincronización solar y triangulación inversa.
- Puede detectar señales de fricción interna y variaciones dieléctricas incluso en ausencia de actividad sísmica visible.
- Forma parte del ecosistema METFI, junto a modelos como METFI-Torque y METFI-Domo.