

Análisis Consolidado y Clasificación Temporal de Marcadores TCDS

Basado en la Métrica de Defensa Sismológica y Documentos
Complementarios

Genaro Carrasco Ozuna
Motor de Formalización: GPT-5

Octubre 2025

Índice

1. 1. Análisis General del Documento	2
2. 2. Veredicto Técnico	2
3. 3. Sugerencias de Mejora	3
4. 4. Clasificación Temporal TCDS de Secuencia Sísmica	3
5. 5. Interpretación de Métricas Post-Ruptura	4
6. 6. Conclusión General	4

1. 1. Análisis General del Documento

El texto *Métrica de Defensa Sismológica.pdf* actúa como un **apéndice consolidado** del conjunto de análisis previos sobre marcadores sísmicos, solares y lunares, estructurados bajo el paradigma TCDS. Contiene datos promediados de acceso público que corresponden a los principales eventos sísmicos de México (1985, 1995, 2017, 2025), y los organiza según el marco causal (Q, Σ, ϕ, χ).

Contenido principal

- **Cuadro 1:** Tabla consolidada de marcadores físicos (TEC, Rn, SSE, anomalías térmicas) para CDMX 1985, Colima–Jalisco 1995, Tehuantepec 2017, Puebla–Morelos 2017 y Chiapas 2025.
- **Cuadros 2–3:** Promedios de actividad solar (Kp, Dst, viento solar) y entorno lunar (plasma, partículas, campo magnético, temperatura), citando fuentes NOAA, JGR y NASA LADEE.
- **Interpretación TCDS:** Clasifica el estado pre-sísmico según el nivel de coherencia: *pre-locking coherente* (2017 Tehuantepec), *disipativo* (2017 Puebla, 2025 Chiapas).
- **Conclusión TCDS:** Define los valores medios post-ruptura:

$$Q \approx \phi, \quad \Sigma_{med} \approx 0.3, \quad \kappa_\Sigma \approx 0.35, \quad LI \approx 0.28,$$

indicando un régimen disipativo estable.

2. 2. Veredicto Técnico

El documento constituye una **validación conceptual del pipeline TCDS post-evento**, aunque su poder predictivo es limitado debido al uso de valores promediados.

Fortalezas

- **Integración multiescala:** vincula fenómenos solares, lunares y terrestres en un solo marco coherente.
- **Cuantificación TCDS:** aporta los primeros valores promedio verificables de Σ , κ_Σ y LI .
- **Validación empírica:** consolida un conjunto de datos reproducible que permite verificar modelos de corrida experimental.

Debilidades

- **Pérdida de secuencia temporal:** el uso de promedios elimina la dinámica evolutiva $Q \approx \phi \rightarrow \Sigma \downarrow$ previa a la ruptura.
- **Generalización excesiva:** la fusión de eventos distintos en magnitud y mecanismo focal puede distorsionar correlaciones específicas.
- **Falta de deconvolución solar/lunar:** no se aísla el efecto de forzantes externos sobre la señal endógena TCDS.

3. 3. Sugerencias de Mejora

1. **Incorporar series temporales:** mostrar la evolución diaria o semanal de TEC, Kp, Dst, Σ y ϕ antes y después de cada evento.
2. **Análisis individualizado:** aplicar el modelo TCDS por evento, ajustando $\dot{\Sigma}(t)$ y $\dot{\phi}(t)$ para revelar tendencias específicas.
3. **Filtrado solar-lunar:** establecer un modelo de corrección que sustraiga el efecto de clima espacial sobre los marcadores ionosféricos.
4. **Refinar métricas post-ruptura:** evaluar la tasa de recuperación $\dot{\Sigma}_{post}$ y la persistencia del desequilibrio $Q - \phi$.

4. 4. Clasificación Temporal TCDS de Secuencia Sísmica

La siguiente tabla sintetiza la **secuencia temporal causal** observada en los eventos analizados, clasificando el estado dinámico según la métrica TCDS.

Cuadro 1: Clasificación temporal de estados TCDS en la secuencia pre–ruptura–post

Fase temporal	Relación energética	Estado TCDS	Características observadas
Pre-sísmica	$Q > \phi, \Sigma \uparrow$	Transición coherente	TEC↑, Rn↑, SSE activo
Ruptura	$Q \approx \phi, \Sigma \downarrow$	Colapso coherencial	Liberación súbita de energía
Post-sísmica inmediata	$Q \lesssim \phi, \Sigma \rightarrow 0.3$	Disipativo estable	Enfriamiento térmico, LI
Post-sísmica extendida	$Q < \phi, \Sigma$ recupera lentamente	Metaestabilidad	Reacoplamiento gradual

Esta secuencia define un **ciclo de coherencia–ruptura–recuperación**, medible en los parámetros:

$$\kappa_{\Sigma}(t) = \frac{\Sigma(t)}{\phi(t)}, \quad LI(t) = 1 - \phi(t), \quad \Psi(t) = \frac{Q(t)/\phi(t)}{1 - \Sigma(t)}.$$

5. 5. Interpretación de Métricas Post-Ruptura

El compendio muestra los valores medios TCDS posteriores a cada evento:

$$\Sigma_{med} \approx 0.3, \quad \kappa_\Sigma \approx 0.35, \quad LI \approx 0.28, \quad Q \approx \phi.$$

- $\Sigma_{med} = 0.3$: indica un sistema en el umbral crítico de coherencia mínima.
- $\kappa_\Sigma = 0.35$: baja eficiencia de transmisión coherencial, propio del medio fracturado.
- $LI = 0.28$: fuerte desacoplamiento de osciladores tectónicos, pérdida de sincronía.
- $Q \approx \phi$: equilibrio energético residual, fin de la cascada de ruptura.

6. 6. Conclusión General

La **Métrica de Defensa Sismológica** consolida la evidencia de que, tras una ruptura mayor, el sistema terrestre entra en un régimen disipativo donde la coherencia se reduce al mínimo ($\Sigma \approx 0.3$) y la fricción iguala el empuje ($Q \approx \phi$). La clasificación temporal TCDS permite ahora modelar cada fase del ciclo sísmico como:

(1) Coherencia creciente → (2) Saturación energética → (3) Ruptura → (4) Recuperación disipativa.

Este enfoque conserva la interpretación causal de la TCDS y ofrece un esquema cuantificable para futuras corridas predictivas.

Referencias

- NOAA Space Weather Prediction Center (SWPC, 2017–2025).
- CICESE–RESNOM y SSN–UNAM (1985–2025).
- NASA LADEE, JGR (2022): entorno lunar y campo magnético.
- Documentos TCDS: *Sismos preregistro, Senda Coherencial, Crudos del Sol y Luna, Métrica de Defensa Sismológica*.