

# PROPUESTA DE COLABORACIÓN

Implementación del Sistema de Alerta Sísmica  
TCDS (SA-TCDS) en México

## **Proponente:**

TCDS-CORE  
Genaro Carrasco Ozuna

## **Destinatarios:**

Gobierno de México

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Servicio Sismológico Nacional (SSN)

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONACYT)

November 9, 2025

## Contents

1	El Desafío Actual: El "Retraso Metrológico"	2
2	La Solución Propuesta: El SA-TCDS	3
3	Garantía de Rigor: El Veto Entrópico (E-Veto)	3
4	Plan de Implementación y Fases	3
5	Beneficios Estratégicos para México	4
6	Solicitud Presupuestaria	4
7	Conclusión	4

# Resumen Ejecutivo

El sistema de alerta sísmica actual de México (SASMEX) es un logro de ingeniería, pero opera bajo un paradigma reactivo: detecta un sismo \*después\* de que ha ocurrido, ofreciendo valiosos segundos de advertencia, pero sin capacidad de anticipación. Este documento propone la implementación del **Sistema de Alerta Sísmica TCDS (SA-TCDS)**, un sistema de nueva generación fundamentado en una metrología predictiva.

A diferencia de los sistemas actuales que miden el \*efecto\* (la onda sísmica), el SA-TCDS está diseñado para medir la \*causa\*: un gradiente de coherencia en el campo electromagnético terrestre. Este "Pivote Metrológico" se basa en un nuevo tipo de sensor, el **"Reloj Causal ( $\Sigma\text{FET}$ )"**, que mide el **"Tiempo Causal" ( $t_C$ )**.

Para garantizar un rigor científico y eliminar falsos positivos, el SA-TCDS implementa el **"Diseño Entrópico (E-Veto)"**: un filtro de "doble auditoría" que solo valida una alerta si la señal es (1) coherente y (2) demuestra una caída forzada en la entropía ( $\Delta\mathcal{H} < -0.2$ ), probando que es un precursor ingenieril ( $Q$ -driven) y no ruido aleatorio ( $\phi$ -driven).

Se propone un plan de tres fases, comenzando con una **Fase 1 (Calibración)** de 10 nodos en zonas de alta fricción (Guerrero, Oaxaca) para capturar el "Evento Cero". Este proyecto no solo ofrece un pivote hacia la anticipación de desastres, sino que establece la **soberanía tecnológica** de México al desarrollar hardware ( $\Sigma\text{FET}$ ) y software (TCDS-Core) de propiedad intelectual nacional.

## 1 El Desafío Actual: El "Retraso Metrológico"

La predicción sísmica ha fallado globalmente porque se basa en una metrología incorrecta. Los sistemas actuales miden el "Tiempo de Metrología" ( $t_M$ ), un estándar pasivo basado en la decadencia atómica (Cesio). Este tiempo es excelente para medir sistemas entrópicos (pasivos), pero falla en medir sistemas  $Q$ -driven (activos).

Un precursor sísmico, según el paradigma TCDS, es un evento activo de ingeniería causal. Medir un precursor  $Q$ -driven con un reloj  $\phi$ -driven es la causa del "retraso tecnológico".

## 2 La Solución Propuesta: El SA-TCDS

El SA-TCDS invierte esta relación. Mide el "**Tiempo Causal**" ( $t_C$ ), que es un \*resultado\* activo e ingenieril del balance  $Q \cdot \Sigma = \phi$ .

### El Instrumento: El Reloj Causal ( $\Sigma FET$ )

El SA-TCDS utiliza una red de **Relojes Causales** ( $\Sigma FET$ ). Este es el sensor de hardware diseñado para medir el gradiente de coherencia ( $d\Sigma/dt$ ) y computar la nueva métrica.

### La Métrica: El Segundo Coherencial Predictivo (SCP)

El "tick" de este nuevo reloj es el "**Segundo Coherencial Predictivo**" (**SCP**). Un SCP no es una duración fija; es un \*cómputo validado\* que indica que el sistema ha entrado en un estado de "locking" coherencial precursor.

## 3 Garantía de Rigor: El Veto Entrópico (E-Veto)

El mayor riesgo en la predicción es el falso positivo (apofenia). El SA-TCDS está blindado contra esto mediante el "**Diseño Entrópico**" (**E-Veto**).

Una alerta SA-TCDS solo se emite si pasa una "doble auditoría":

1. **Auditoría de Coherencia (Locking):** Las métricas TCDS (LI, R) superan los umbrales (ej.  $LI \geq 0.90$ ).
2. **Auditoría Entrópica (Ingeniería):** El sistema demuestra una caída forzada en la entropía ( $\Delta\mathcal{H} < -0.2$ ), probando que es un precursor  $Q$ -driven y no ruido aleatorio.

## 4 Plan de Implementación y Fases

Proponemos una implementación estratégica de tres fases para la "Gran Estrategia":

**Fase 1: Calibración ("Evento Cero")** Despliegue de 10 nodos  $\Sigma FET$  en las zonas de mayor "fricción" (Brecha de Guerrero, Oaxaca). El objetivo es ejecutar los Controles Nulos y capturar el primer "Evento Cero" para calibrar el "isodinámico sentido".

- Fase 2: Expansión (Red Nacional)** Despliegue de una red nacional de 100 nodos  $\Sigma$ FET para lograr cobertura predictiva total en las principales zonas de subducción.
- Fase 3: Gobernanza (El "Faro")** Transición completa del sistema al control de CENAPRED y SSN. Apertura del portal de datos públicos ("El Faro") para la visualización ciudadana y académica de las métricas de coherencia.

## 5 Beneficios Estratégicos para México

- **Soberanía Tecnológica:** El SA-TCDS (hardware  $\Sigma$ FET y software TCDS-Core) es propiedad intelectual nacional, desarrollada bajo el modelo de licencia dual TCDS (abierto para ciencia, reservado para seguridad nacional).
- **Pivote de Reacción a Anticipación:** Transforma la defensa civil de México de un paradigma de reacción (SASMEX) a uno de anticipación (SA-TCDS), permitiendo la gestión de riesgos con horas o días de antelación.

## 6 Solicitud Presupuestaria

Para la ejecución de este proyecto, solicitamos la siguiente estructura de financiamiento:

Fase	Descripción	Costo (USD)
Fase 1	Calibración, 10 Nodos, "Evento Cero"	\$4,500,000.00
Fase 2	Expansión, 100 Nodos, Red Nacional	\$20,000,000.00

Table 1: Presupuesto SA-TCDS.

## 7 Conclusión

El SA-TCDS representa la aplicación de un nuevo paradigma físico para resolver el desafío más crítico de México. Es una invitación a liderar mundialmente la metrología de anticipación y a establecer una soberanía tecnológica real en la protección civil.

## Addendum Comité-Proof

### Comparativo Internacional de Sistemas de Alerta Sísmica

Table 2: Comparación de paradigmas de alerta sísmica

Sistema	Paradigma	Tiempo de aviso	Base m.	Riesgo F/P
SASMEX (México)	Reactivo	Segundos	Onda sísmica	Bajo
JMA (Japón)	Reactivo	Segundos	Onda sísmica	Bajo
SA-TCDS (México)	Predictivo	Horas/Días	Grad c. (EFET)	E-Veto

### Indicadores de Éxito (KPIs)

- **Fase 1: Calibración** Captura del “Evento Cero” con métricas:
  - Índice de Coherencia (LI)  $\geq 0.90$
  - Caída entrópica forzada (AH  $< -0.2$ )
- **Fase 2: Expansión**
  - Cobertura nacional  $\geq 80\%$  de zonas de subducción
  - Red de 100 nodos EFET operativos
- **Fase 3: Gobernanza**
  - Portal público “El Faro” en operación
  - Acceso ciudadano y académico a métricas de coherencia
  - Integración plena bajo CENAPRED y SSN