

# **Plan de Respuesta y Consolidación**

## **Comité de Revisión Simulado – TCDS (Teoría Cromodinámica Sincrónica)**

### **Objetivo**

Convertir la revisión por pares simulada del dossier de cierre lógico-operativo en un plan ejecutable con entregables, criterios de aceptación y reglas de decisión, manteniendo la falsabilidad, trazabilidad y coherencia multidominio.

### **Resumen Estructural**

Se articulan 7 frentes y 14 entregables (A–L) que responden, con mediciones verificables, a las observaciones de Física, Ingeniería, Filosofía de la Ciencia, Estadística/Metodología y Ética/Gobernanza. Cada entregable posee criterio explícito de aceptación y vínculo con las Predicciones Clave Lógicas (PKL).

# 1) Física teórica: dependencia de acoplos y retroacción

## 1.1. Modelo operativo de $g_i$ vs. entorno

Ley constitutiva mínima y falsable:  $g_i(T, \rho, \omega) = g_{\{0,i\}} + a_{-i} T + b_{-i} \rho + c_{-i} \log(\omega/\omega_0)$ . Es el expansor parsimonioso compatible con teoría efectiva; deja trazas medibles en ruido de fase y ventanas de bloqueo capturables en  $\Sigma$ FET/DOPO/SHNO.

**Entregable A:** tabla de parámetros ( $g_{\{0,i\}}$ ,  $a_{-i}$ ,  $b_{-i}$ ,  $c_{-i}$ ) por canal material  $\phi_i$ .

**Aceptación:** (i) mejora de AIC/BIC vs. modelo constante; (ii) signos consistentes con física (p.ej.  $a_{-i} > 0$  si  $T$  desincroniza).

## 1.2. Retroacción $E \leftrightarrow \phi_i \leftrightarrow \Sigma$

Acoplamiento energía/material:  $\partial_t \Sigma = \alpha \Delta \Sigma - \beta \phi + Q$ ;  $\partial_t \phi = -\lambda_\phi \phi + \kappa E - v \Sigma \blacksquare \Sigma$ . Cierra balance mesoscópico con término disipativo ( $\lambda_\phi$ ) y freno no lineal ( $v$ ).

**Entregable B:** jacobiano en punto de operación y diagrama de estabilidad (regiones LI alto / oscilaciones indeseadas).

**Aceptación:** márgenes de estabilidad > 20% (lugar de raíces/ganancias) en el régimen de operación del instrumento.

# 2) Ingeniería experimental: sensibilidad y tolerancias

## 2.1. Simulación de sensibilidad (antes del banco)

A partir de KPIs (LI, R, RMSE en ajuste Adler/Stuart–Landau) se fija SNR mínima y ventanas de captura:  $SNR_{min} \approx \sigma_{ruido} / \Delta LI$ ;  $\Delta \omega_{lock} \blacksquare K \cdot R$ .

**Entregable C:** curva RMSE vs. SNR y  $\Delta \omega_{lock}$  vs. potencia de inyección.

**Aceptación:**  $RMSE_{SL} \leq 0.10$  con SNR disponible y  $\Delta \omega_{lock}$  cubriendo  $\pm$  los desajustes térmicos esperables.

## 2.2. Tolerancias mecánicas/térmicas del $\Sigma$ FET/SYNCTRON

Presupuesto de deriva: térmico ( $|df_0/dT|$  en ppm/K), mecánico ( $Q$  de cavidad/soporte), alimentación (ruido AM/FM residual).

**Entregable D:** árbol de tolerancias con contribución porcentual a  $S_\phi(\omega)$ .

**Aceptación:** estabilidad térmica tal que  $|\Delta f_T| < 0.3 \cdot \Delta \omega_{lock}$  en el rango de operación.

# 3) Filosofía de la ciencia: antitautología y “contrato con la realidad”

## 3.1. Criterio anti~~■~~tautológico (CAT)

Cada PKL debe involucrar al menos un observable externo a la ontología que la generó. Ejemplo: el pico en  $m_\sigma$  depende de parámetros ( $\mu, \lambda$ ) acotados por fuerzas sub~~■~~mm o ruido de fase, no por definición.

**Entregable E:** tabla PKL  $\leftrightarrow$  observables  $\leftrightarrow$  dataset externo (no definicional).

**Aceptación:** trazabilidad postulado  $\rightarrow$  ecuación  $\rightarrow$  observable externo  $\rightarrow$  umbral de decisión.

### **3.2. “Contrato con la realidad” (CCR) formalizado**

Plantilla por PKL con: hipótesis, observable, umbral, falsador, riesgos y mitigaciones.

**Entregable F:** 1 página/PKL en lenguaje de pre■registro.

**Aceptación:** cada PKL tiene falsador explícito y condición de abandono (stop rule).

## **4) Estadística y metodología: umbrales y replicación**

### **4.1. Umbral $\alpha = 0.01$ justificado por potencia**

Se calcula n por canal con efecto esperado  $\delta$  (en LI, RMSE, etc.) y correlación entre repeticiones; ajuste por pruebas múltiples (Holm).

**Entregable G:** hoja de potencia (supuestos, n por ensayo, ajuste por familia de tests).

**Aceptación:** potencia  $\geq 0.8$  a  $\alpha_{\text{efectiva}} \leq 0.01$ .

### **4.2. Definición operacional de “replicación satisfactoria”**

Replicación inter■lab con intervalo de tolerancia conjunta:  $LI \geq 0.90$ ,  $RMSE_{SL} \leq 0.10$ ,  $|\Delta\omega_{lock}^{(2)} - \Delta\omega_{lock}^{(1)}| \leq 0.2 \cdot \Delta\omega_{lock}^{(1)}$ .

**Entregable H:** protocolo de replicación con blinding y dispositivos nulos.

**Aceptación:** dos laboratorios,  $\geq 95\%$  de corridas dentro de tolerancia.

## **5) Ética y gobernanza**

### **5.1. Gobernanza de datos y consentimiento (CSL■H / clínico)**

Licencias, custodia, control de accesos, anonimización, retención; consentimiento granular (uso primario, secundario, retiro).

**Entregable I:** anexo de gobernanza con DMP (Data Management Plan) y plantillas de consentimiento.

**Aceptación:** cumplimiento FAIR y trazabilidad por UUID por muestra/ensayo.

### **5.2. Impacto social (CNH, SAC, forense)**

Matriz de riesgo/beneficio y límites de uso (p.ej., no empleo punitivo sin garantías procesales).

**Entregable J:** evaluación de impacto (DPIA científica).

**Aceptación:** salvaguardas activas (opt■in, secreto compartido, auditoría externa).

## **6) Pre■registro y trazabilidad**

### **6.1. Pre■registro por PKL**

Hipótesis, métrica, umbral, análisis, criterios de exclusión y stopping rule.

**Entregable K:** carpeta “/prereg/PKL■XX” con PDF firmado y hash.

**Aceptación:** huella temporal verificable antes del primer dato.

### **6.2. Paquete de auditoría**

Notebooks de simulación (sensibilidad/tolerancias), scripts de análisis, versiones de firmware.

**Entregable L:** “/auditpack” con README reproducible.

**Aceptación:** auditoría cruzada reproduce todas las figuras/valores a  $\pm 1\%$  (o tolerancia fijada).

## 7) Carta de “Respuesta a Revisores” (síntesis)

- Revisor 1 (Física): añadidos  $g_i(T, p, \omega)$  y análisis de retroacción con estabilidad local (A–B).
- Revisor 2 (Ingeniería): simulaciones de sensibilidad y presupuesto térmico/mecánico (C–D).
- Revisor 3 (Filosofía): formalización del CAT y CCR por PKL (E–F).
- Revisor 4 (Estadística): potencia  $\rightarrow \alpha = 0.01$  y replicación interlab (G–H).
- Revisor 5 (Ética): DMP y DPIA para CSLH/CNH (I–J).
- Adjuntos: preregistro y auditoría (K–L).

## Autocrítica y Validación

Suficiencia mínima y falsabilidad real: el ansatz lineal~~log~~ para  $g_i$  fuerza a la realidad a asignar signos y magnitudes; si no mejora AIC/BIC o viola intuición física, la hipótesis se debilita. El cierre dinámico ( $\Sigma, \phi$ ) cuantifica no linealidades y exige márgenes de estabilidad antes del hardware. Los KPIs (RMSE/LI/ $\Delta\omega_{lock}$ ) conectan simulación y banco con métricas estándar en osciladores acoplados. El CAT evita tautologías exigiendo datos externos; la replicación se define con números, no narrativa. La ética es operativa (DMP/DPIA con UUID) y cada PKL incorpora stop rule. En conjunto, si la realidad no coopera, el fracaso es claro y enseñante, no ambiguo.

## Siguientes pasos (orden recomendado)

- 1 Montar A–B (teoría): hoja con  $g_i(T, p, \omega)$  + jacobiano y mapa de estabilidad.
- 2 Correr C–D (ingeniería): simulación SNR/RMSE y presupuesto térmico/mecánico del prototipo.
- 3 Redactar E–F (episteme): CAT + CCR por PKL (1 página cada uno).
- 4 Calcular G (potencia) y fijar H (replicación interlab).
- 5 Publicar I–J (gobernanza) como anexos del dossier.
- 6 Sellar K–L (preregistro y auditoría) antes de la primera medición.