

PAQUETE METROLÓGICO - IAΣ (Índice Afectivo Σ)

TCDS · CSL-H · Σ-metrics

Autor: Genaro Carrasco Ozuna

Versión 1.0 – 25/09/2025 – Zona horaria: America/Mexico_City

ÍNDICE

1. Manifiesto breve y alcance del paquete
2. Definiciones formales (CSL-H · sincronograma · Σ -metrics)
3. Especificación del IAΣ (fórmulas y normalización)
4. Protocolo metrológico (captura, elicitación, ventanas p:q)
5. KPIs de calidad y criterios de aceptación/rechazo
6. Calibración y test-retest (sujeto y grupo)
7. Plantilla de reporte del sincronograma y del IAΣ
8. Checklist de auditoría y trazabilidad
9. Glosario y notación
10. Anexo: Script de cálculo y estructura de archivos

1. MANIFIESTO BREVE Y ALCANCE

Este paquete define un valor matemático operacional de estados emocionales desde TCDS, mediante el Índice Afectivo Σ (IA Σ). IA Σ cuantifica la coherencia dinámica del CSL-H (coherencia del sistema humano) a partir de Σ -metrics y observables fisiológicos. El objetivo es: medir, reproducir y falsar configuraciones afectivas como estados de coherencia.

No reemplaza diagnósticos clínicos ni semánticas culturales; entrega una métrica auditabile.

2. DEFINICIONES FORMALES

- CSL-H: Acoplamiento Σ - χ biológico (campo de coherencia Σ con dinámica neural).
- Sincronograma: Serie temporal multi-canal con ajuste de oscilador (Stuart-Landau/Kuramoto).
- Σ -metrics básicas:
 - $R(t)$: parámetro de orden de fase; LI: índice de phase-locking; RMSE_SL: error de ajuste;
 - $\hat{\kappa}\Sigma$: estimador de eficiencia de propagación de coherencia (adimensional, relativo al fondo).
- Observables O_k : HRV (SDNN, HF/LF), EEG (PLV/PSI por bandas), GSR, EOG/EMG facial, prosodia.
- Ventanas p:q (lenguas de Arnold humanas): regiones de locking racional estimadas del sincronograma.

3. ESPECIFICACIÓN DEL IA Σ

Definición (puntual o promediada por ventana p:q):

$$IA\Sigma = w1 \cdot LI + w2 \cdot R + w3 \cdot (1 - RMSE_{SL}) + w4 \cdot \hat{\kappa}\Sigma + \sum_k v_k \cdot O_k \cdot norm$$

Sujección metrológica:

- Normalización por sujeto y sesión (z-score o min-max robusto por canal).
- Pesos w_i , v_k aprendidos con regularización (ridge/L1) en calibración.
- Reporte por ventana p:q y promedio ponderado por duración.

Rangos sugeridos (post-normalización):

$$R \in [0,1], LI \in [0,1], RMSE_{SL} \in [0,1], \hat{\kappa}\Sigma \in [0,1].$$

4. PROTOCOLO METROLÓGICO

Captura (10-30 min por condición):

- EEG (PLV/PSI por bandas), HRV, respiración, GSR, EOG/EMG, prosodia.
- Sincronograma con ajuste Stuart-Landau/Kuramoto → R(t), LI, RMSE_SL, ventanas p:q.

Elicitación:

- Estímulos validados (valencia/activación) + tareas respiratorias rítmicas (opcional D/H).

Cómputo:

- Estimar $\hat{\kappa}\Sigma$ como eficiencia relativa (vs. fondo) de propagación/coherencia en la red.
- $IA\Sigma$ por ventana p:q y consolidado de sesión.

5. KPIs DE CALIDAD (criterios de aceptación)

- $LI \geq 0.90$
- $R > 0.95$
- $RMSE_{SL} < 0.10$
- Reproducibilidad (test-retest) $\geq 95\%$

Decisión:

- “Estado emocional estable” si KPI’s se cumplen en $\geq 80\%$ de ventanas p:q válidas.

6. CALIBRACIÓN Y TEST-RETEST

- Normalización por sujeto (baseline reposo) y por sesión.
- Aprendizaje de pesos w_i , v_k con validación cruzada.
- Test-retest semanal: coeficiente de correlación $ICC \geq 0.9$ para $\text{IA}\Sigma$.

7. PLANTILLA DE REPORTE (estructura mínima)

Campos:

ID_sujeto, fecha_hora, condición, ventana_pq, duración_s, R, LI, RMSE_SL, $\hat{\kappa}\Sigma$,
HRV_SDNN, HRV_LFHF, EEG_PLV_theta, EEG_PLV_alpha, EEG_PLV_beta, GSR_tónica,
EMG_cigomatico, prosodia_F0, IAΣ, etiqueta_emocional(opcional), notas.

8. CHECKLIST DE AUDITORÍA

- Sincronización temporal unificada (timestamp único).
- Control de confusores (cafeína, fármacos, sueño, temperatura, EMI).
- Dispositivo nulo / condición control incluida.
- Calibración baseline ≥ 5 min.
- Ventanas p:q documentadas y reproducibles.
- KPI's calculados y archivados (JSON y CSV).
- Informe IAΣ con gráficos y tablas firmado.

9. GLOSARIO Y NOTACIÓN

- $\text{IA}\Sigma$: Índice Afectivo Σ .
- R: parámetro de orden; LI: índice de locking; RMSE_SL: error de ajuste.
- $\hat{\kappa}\Sigma$: estimador de eficiencia de propagación de coherencia.
- PLV/PSI: métricas de acoplamiento de fase/índice de direccionalidad.

10. ANEXO - Script de cálculo y estructura

/data/ → CSV de entrada (plantillas)

/reports/ → Salidas (CSV con IAΣ, gráficos, JSON con KPI's)

calc_ias.py → Cálculo mínimo de IAΣ por ventana p:q con normalización robusta.

