

0. Portada, versión y guía de lectura

0.0 Ficha del documento (para la primera página)

Título: Universo Emergente — Marco Unificado (Conceptos + Núcleo Formal + Protocolo)

Subtítulo: Selección Condicionada (SC), Dominios, ERS y Candados de Falsabilidad

Versión: vX.Y.Z (ver convención abajo)

Estado: Borrador / Estable / Revisión mayor (*marcar uno*)

Fecha de edición: AAAA-MM-DD

Autoría: (rellenar)

Licencia/uso: (rellenar)

Nota de alcance (en portada, una línea):

Este documento define un **método operativo** para detectar y describir **estructuras emergentes bajo restricciones sostenidas**, no una ontología completa del universo.

0.1 Qué es este documento (y qué no)

Qué es

- Un **marco operativo** para describir sistemas donde aparecen **estructuras estables o metastables** cuando se impone una **restricción sostenida** (*Evento Raro Sostenido, ERS*).
- Un método basado en **Selección Condicionada (SC)**: lo que se vuelve típico **bajo la condición** (\mathcal{R}), no lo típico “en general”.
- Un manual con:
 1. **conceptos canónicos** (qué significa cada palabra y cuándo es legítimo usarla),
 2. **núcleo formal mínimo** (qué se calcula/infiere),
 3. **candados** (cómo evitar que el método se convierta en un cuento),
 4. **protocolo reproducible** (cómo aplicarlo paso a paso).

Qué NO es

- No es una “Teoría del Todo” ni pretende resolver “por qué existe el universo”.
- No es un sustituto de teorías físicas estándar: puede **conectar** con ellas por analogía o por formalismo, pero no las “deroga”.
- No es un lenguaje poético: si un término no se puede traducir a **observables / inferencias / tests**, se marca como **interpretación** y no como resultado.
- No es un marco para “explicar cualquier cosa”: incorpora **criterios de rechazo**. Si el método no puede concluir, debe decir “no concluyo”.

Producto final esperado (salidas típicas)

- Definición explícita de $(\mathcal{R})(ERS)$ y su justificación.
- Identificación de **clases/cuencas** (A_k) (si existen) y su estabilidad/metastabilidad.

- Medidas de **barreras, transiciones, histéresis** (si aplica).
- Informe con **validaciones** (robustez, ablaciones, out-of-sample) y con límites claros.

0.2 Rutas de lectura: rápida / aplicada / formal

Esta guía evita que el lector “lea de corrido” y se pierda. El documento está diseñado para usarse como **manual**.

Ruta 1 — Rápida (para entender el mapa en 60–90 min)

Objetivo: entender *qué es SC, qué es un dominio, y qué exige el método*.

- **0** (esta sección)
- **1** Resumen ejecutivo
- **2** Glosario y notación canónica (solo lo imprescindible)
- **3** Fundamentos operacionales (sin matemáticas pesadas)
- **4** Núcleo formal (idea y objetos, sin derivaciones largas)
- **6** Candados (para saber “qué lo hace serio”)
- **7** Protocolo (vista general)

Ruta 2 — Aplicada (para usar el método con datos o casos)

Objetivo: aplicar SC sin reinventar decisiones ni caer en elasticidad.

- **0 → 2 → 4 → 6 → 7** (obligatorio)
- **5** si necesitas dinámica/metastabilidad (casi siempre)
- **9** si quieres plantillas y ejemplos para copiar estructura
- **Anexos C/E/D** si necesitas estimadores y tests específicos

Regla práctica: si no has leído **6 (Candados)**, todavía no estás “aplicando” el método; estás interpretando.

Ruta 3 — Formal (para auditoría, crítica o extensión del método)

Objetivo: verificar consistencia y endurecer el marco.

- **0 → 2 → 4 → 5 → 6** completos
- **Anexo A/B** (formalismo + derivaciones)
- **8** (extensiones) si vas a modelar multi-dominio, hiperbólico, etc.

0.3 Principios (candados editoriales del documento)

Estos son “candados” a nivel de escritura: hacen que el texto no se vuelva maleable.

P1) Definición operacional primero, interpretación después

- Cada término fuerte (dominio, tensión, energía, tiempo local, compatibilidad, barrera...) debe aparecer en dos capas:

1. **Cuándo es legítimo decirlo** (condición de uso).
2. **Cómo se estima o se reconoce** (observables / inferencia / proxy).

P2) Compromisos ex-ante

- Antes de mirar resultados, se fija:
 - $(\mathcal{R})(ERS)$, ventana temporal y criterios de inclusión,
 - coarse-graining/escala (n), partición, métrica, umbrales razonables,
 - tests de robustez mínimos y al menos una ablación.
- Todo lo que se ajuste a posteriori se declara como **exploratorio**, no confirmatorio.

P3) Anti-elasticidad: “si explica todo, no explica nada”

- El documento incluye explícitamente:
 - **criterios de rechazo**,
 - **casos negativos**,
 - y “qué evidencia me haría cambiar de idea”.

P4) Separación estricta de niveles

- **Nivel A (resultados)**: lo que sale de SC + validación.
- **Nivel B (lectura)**: cómo lo interpretas (energía, tiempo, etc.).
- El texto debe etiquetar claramente cuál es cuál, para que no se confundan.

P5) Candado de no-señalización (para pre-tiempo vs tiempo)

- Si un mecanismo permite “señalizar” (transportar información utilizable), entonces pertenece al régimen de **tiempo emergente / causalidad local**.
- “Pre-tiempo” se usa solo como etiqueta para consistencia global sin canal de señal.

P6) Léxico controlado

- Un término = un significado canónico.
- Sinónimos permitidos se listan en el glosario (y se evita crear nuevos).

P7) Honestidad estructural

- Se prioriza decir:
 - “no puedo inferir esto con estos datos / esta partición”
 - antes que llenar con narrativa.
- Los límites y dependencias (observables, definición de (\mathcal{R}) , escala) van siempre en el informe final.

0.4 Convención de versiones (muy recomendable en tu caso)

Para que el documento no se vuelva un “texto vivo” imposible de citar.

- **vMAJOR.MINOR.PATCH**

- **MAJOR**: cambia definiciones canónicas, objetos núcleo o protocolo (rompe compatibilidad).
- **MINOR**: añade secciones, casos, extensiones o aclaraciones sin romper lo anterior.
- **PATCH**: correcciones, erratas, ejemplos mejorados, ajustes de redacción.

Historial de cambios (plantilla breve)

- vX.Y.Z — AAAA-MM-DD — *Resumen de cambios en 3–6 bullets.*
-

1. Resumen ejecutivo del marco

1.1 La idea central (en una página)

Este marco propone una forma de describir **cómo emergen estructuras estables** (lo que aquí llamamos *dominios*) en sistemas complejos cuando están sometidos a una **condición sostenida** que actúa como restricción. La intuición base es simple:

- Un sistema no se comporta como “un estado” fijo, sino como un **repertorio de posibilidades** con distintos pesos (más o menos probables).
- Cuando aparece una **condición rara y sostenida** (un *Evento Raro Sostenido*, ERS), el repertorio cambia: **no basta con mirar lo típico sin más**, sino lo típico **bajo esa condición**.
- Esa selección de lo que “se vuelve típico” bajo una condición es lo que llamamos **Selección Condicionada (SC)**.

En términos operativos, la SC funciona así:

1. Se define una condición sostenida (\mathcal{R}) (*ERS*) **ex ante**: un rango de temperatura, una política estable, un bloqueo físico, una norma social, un estado emocional prolongado, una escasez sostenida, etc.
2. Se analiza el sistema no por ($P(\text{estado})$) “a secas”, sino por ($P(\text{estado} \mid \mathcal{R})$): qué configuraciones pasan a ser **dominantes dado que** (\mathcal{R}) se mantiene.
3. Bajo (\mathcal{R}), suelen aparecer **clases dominantes** (configuraciones “ganadoras” en ese entorno) y, crucialmente, **metastabilidad**: el sistema se mantiene mucho tiempo en ciertas regiones y solo cambia al cruzar barreras (umbrales).

Cuando esa estabilización y esa persistencia se vuelven robustas, decimos que emerge un **dominio**: una capa efectiva de organización con reglas propias (no absolutas, pero sí operativas) que:

- filtra qué comportamientos son plausibles,

- introduce tiempos característicos (ritmos de relajación, tiempos de salida),
- y crea “cuencas” (zonas de estabilidad) separadas por “barreras” (costes de transición).

En este marco, conceptos como **tensión** o **energía** se usan de forma estrictamente operacional: no como “sustancia”, sino como el **coste estructural** asociado a sostener incompatibilidades, fronteras o reconfiguraciones bajo restricciones. Y el **tiempo** se trata como algo que **no es un fondo universal**, sino un producto local de: persistencia, registro/memoria y dinámica de transiciones (si no hay forma de “ordenar por señal”, hablamos de pre-tiempo).

En resumen: **dominio = restricción sostenida + selección condicionada + clases metastables + tiempos característicos + robustez frente a pruebas.** Y el método se centra en demostrar (o refutar) eso sin autoengaño.

1.2 Qué predice el método (qué “sale” del análisis)

El método no “predice el futuro” en el sentido de adivinación general. Predice y produce **salidas concretas** del tipo:

A) Estructura emergente

- Si existe o no existe un **dominio** bajo (\mathcal{R}) (y con qué fuerza).
- Cuáles son las **clases dominantes** (A_k) (regímenes), y cómo se describen.
- Qué tan **metastables** son (cuánto duran, cuán separadas están por barreras).

B) Dinámica y transiciones

- Dónde aparecen **umbrales**: condiciones de cambio brusco de régimen.
- Existencia de **histéresis**: si volver atrás requiere “deshacer más” que lo que costó ir hacia delante.
- Rutas de transición probables: qué variables o “canales” disparan cambios.

C) Costes y tensiones

- Dónde se acumula tensión/coste estructural (fronteras, incompatibilidades, cuellos de botella).
- Qué configuraciones “pagan menos coste” bajo (\mathcal{R}) (y por eso dominan).

D) Estadística de eventos

- Cambio de forma de distribuciones (p. ej., aparición de **colas pesadas**, mezcla de regímenes, colas asimétricas).
- Señales de cascada o multiplicatividad (p. ej., compatibilidad con lognormalidad frente a colas pesadas por umbrales/feedback).

E) Interpretación modular

- Si el fenómeno se explica mejor como **un solo dominio** o como **interacción de varios dominios** (multi-dominio).

- Si hay evidencia para introducir una “**puerta**” (nuevo grado de libertad efectivo) o si es sobreajuste narrativo.

La salida final típica es un “mapa” del sistema bajo (\mathcal{R}) : **regímenes, barreras, tiempos, canales causales plausibles**, y un dictamen explícito sobre **robustez y límites**.

1.3 Qué necesita como input (requisitos mínimos)

Para aplicar el método sin inventar conclusiones, se necesitan cuatro cosas, en este orden:

1) Delimitación del sistema

- Qué entra y qué sale (frontera).
- Qué variables se consideran observables (y cuáles no).
- Qué resolución temporal y espacial tiene sentido (escala de observación).

2) Definición ex-ante del ERS (\mathcal{R})

- La condición sostenida debe poder describirse como criterio (umbral/rango/categoría).
- Debe tener duración suficiente para que *pueda* existir selección condicionada (no un pico).
- Idealmente, se definen **variantes de** (\mathcal{R}) (escenarios alternativos razonables) para testear sensibilidad.

3) Elección de escala (n) y coarse-graining

- Cómo se agrupan estados “parecidos” (partición).
- Qué métrica se usa para decir “parecido”.
- Qué umbrales separan clases/regímenes.

4) Datos o evidencias

Dependiendo del dominio:

- series temporales (mediciones, logs, señales),
- estados discretos (categorías),
- redes (grafos de interacción),
- o “trazas” indirectas (proxies), siempre con honestidad sobre incertidumbre.

Entregables que el input debe permitir:

- Identificar clases dominantes (no solo tendencias).
- Estimar estabilidad (persistencia) y transiciones (salidas/umbrales).
- Evaluar robustez (si el resultado depende de elegir “la partición que me gusta”, está mal).

1.4 Riesgos típicos de autoengaño (y cómo los evita el marco)

Este marco está diseñado para pelear contra cinco trampas clásicas:

R1) Definir (\mathcal{R}) a posteriori (“lo raro es lo que me conviene”)

Antídoto: (\mathcal{R}) se fija ex-ante; y se prueban variantes razonables para ver si el hallazgo es estable o un artefacto.

R2) Overfitting por partición/métrica (“mis clases aparecen porque yo las dibujé así”)

Antídoto: pruebas de robustez cambiando particiones, métricas y escalas; si las clases reales existen, se ven “desde varios ángulos”.

R3) Confundir correlación local con estructura emergente (“vi un patrón y ya hay dominio”)

Antídoto: el dominio requiere **persistencia** + **metastabilidad** + **separación de escalas** + **estabilidad**. Un patrón efímero no pasa el filtro.

R4) Narrativa sustituyendo prueba (“esto suena a cascada/hiperbólico/colas pesadas”)

Antídoto: diagnóstico estadístico comparativo (modelos rivales), y obligación de que la explicación mejore predicción/compresión penalizando complejidad.

R5) Confirmación selectiva (“solo miro los casos donde funciona”)

Antídoto: incluir **casos negativos**, controles, y **ablaciones**: romper el mecanismo preservando marginales para verificar que el fenómeno depende del mecanismo, no de coincidencias.

Resultado: el marco no te “garantiza” que siempre encuentres un dominio; al contrario, su fortaleza es que puede concluir honestamente: “**aquí no hay evidencia suficiente**” o “**esto no es robusto**”.

2. Glosario y notación canónica

Esta sección fija **qué significa cada término y qué símbolo lo representa**. El objetivo es que el método no se vuelva elástico: si un término se usa con otro significado, debe declararse explícitamente (y, si aplica, pre-registrarse como variante).

2.1 Glosario canónico (definiciones operacionales)

A continuación, cada entrada tiene: **definición, uso y candado** (lo que está prohibido “estirar”).

A) Sustrato, localidad y coherencia

Sustrato de posibilidades (repertorio)

Conjunto de configuraciones accesibles para una región/sistema bajo sus reglas actuales; no es “poesía”, es accesibilidad operativa.

Localidad / acople vecinal

Las influencias relevantes se transmiten por vecindad (paso a paso). Lo global se construye por acumulación de pasos; correlación global no implica influencia local controlable.

Compatibilidad

Tendencia a coherencia local cuando no hay restricciones duras: lo que se sostiene suele ser lo que reduce fricción/tensión bajo reglas locales, sin teleología.

Evento local

Perturbación localizada que cambia el repertorio o el acople. Inicia historia (asimetrías), pero **no** crea dominio por sí solo: necesita persistencia/retroalimentación.

B) Restricción, persistencia, dominio

Restricción

Condición que reduce lo accesible: ciertas configuraciones dejan de ser viables o se vuelven extremadamente improbables (por intervención, estructura interna o regla social/técnica).

Persistencia

Umbral (duración/estabilidad) que separa ruido de estructura. Sin persistencia explícita, todo “podría ser dominio” y el modelo se infla.

Dominio emergente

Conjunto de restricciones persistentes que **reescribe lo típico** en una región y reorganiza su entorno por acople local. No es “otra sustancia” ni “un tema”: debe cambiar accesibilidad y producir regímenes/clases estables.

Registro estable (observación, en sentido UE)

“Observar” se tipa como un caso de dominio: existe un registro macroscópico que permanece estable durante al menos (τ_p). No requiere mente: requiere persistencia del registro.

C) Tensión, energía y coste

Tensión probabilística

Fricción estadística entre regiones/dominios que empujan hacia reorganizaciones incompatibles; se concentra en fronteras, gradientes, defectos y choques de dominio. Es un indicador de “dónde duele” sostener coherencia.

Energía (en sentido UE, operacional)

No es primitiva: se define como **tensión acumulada** producida cuando reorganizaciones incompatibles se sostienen bajo restricciones persistentes. Se usa como **coste estructural** (no como sustancia). Candado: si se usa “energía”, se aclara que es “energía UE = coste/tensión”.

D) Condicionamiento y tipicidad

Evento Raro Sostenido (ERS), (\mathcal{R})

Condición persistente (con umbral + duración mínima) que define el régimen de análisis. Es el “candado” ex ante: lo que se declare como (\mathcal{R}) fija el condicionamiento del método.

Selección Condicionada (SC)

Regla metodológica: bajo un dominio/condición sostenida, no describes “lo normal” a secas, sino **lo típico dado** (\mathcal{R}). Implica reducción del espacio efectivo y aparición de pocos regímenes dominantes. Candado: evitar “posdición” (elegir (\mathcal{R}) después de ver el resultado).

E) Clases, atractores y estabilidad

Paisaje condicionado / coste condicionado, $(F_n^{\mathcal{R}})$

Objeto central: el coste asociado a la masa condicionada ($p_n(\psi \mid \mathcal{R})$). Intuición: “energía libre” informacional, pero aquí es un coste operacional.

Atractor candidato, (ψ_k^*)

Mínimo local de $(F_n^{\mathcal{R}})$ (equivalentemente, máximo local de $(p_n(\cdot \mid \mathcal{R}))$) a la resolución fijada.

Clase / cuenca metastable, (A_k)

Las clases (A_k) no son etiquetas narrativas: son **cuenca metastables** de la medida condicionada ($\mathbb{P}(\cdot \mid \mathcal{R})$), separadas por barreras efectivas y con transiciones raras. Definición dura en dos capas: (i) geométrica (basins del paisaje), (ii) dinámica (metastabilidad por tiempos o MSM).

Metastabilidad (criterio duro)

Una clase es aceptable si su tiempo interno de relajación es mucho menor que el tiempo típico de salida, y si la probabilidad de permanecer al menos (τ_p) bajo (\mathcal{R}) es alta.

Dominancia

Masa condicionada de cada clase ($p_k = \mathbb{P}(A_k \mid \mathcal{R})$) y medidas como ($D_H = p_1/p_2$) y ($\Delta = p_1 - p_2$).

F) Tiempo (bien tipado)

Tiempo emergente y local

Propiedad emergente de dominios capaces de sostener persistencia + registro/memoria + causalidad local operativa; no es fondo universal, es ritmo local de reconfiguración. Candado: evitar circularidad “tiempo = cambio”; aquí es **capacidad de ordenar cambios mediante registro y persistencia**.

Pre-tiempo vs tiempo

Pre-tiempo: nivel no-secuencial de consistencia global del repertorio; tiempo emergente: nivel secuencial de registros, señales y propagación. Candado: si algo permite señal controlable, pertenece a tiempo emergente y respeta localidad.

G) Candados metodológicos (antielasticidad)

Pre-registro (o equivalente)

Se fija ex ante: (\mathcal{R}), ($d_n, \delta_n, \epsilon_n$), coarse-graining (y rango), definición/estimación de (A_k), métricas (p.ej. (p_k, D_H, Δ))), tests de robustez, comparación de colas, etc.

Ablación asesina

Intervención que rompe el mecanismo preservando marginales relevantes (p.ej., “romper acoplos preservando marginales”, “aplanar/desactivar la dependencia relevante”). Si el efecto no cae, erauento.

2.2 Notación mínima (símbolos y significado)

Escalas y estados

- (n) : escala/resolución de coarse-graining (p.ej. ventana temporal o nivel de agregación).
- (ϕ_n) : estado coarse-grained (vector de features) a escala (n) .
- (ψ) : estado/candidato macro (punto en el espacio a escala (n)).

Métrica, tolerancia y coarse-graining

- $(d_n(\cdot, \cdot))$: métrica o distancia declarada a escala (n) .
- (δ_n) : tolerancia/umbral que fija el coarse-graining efectivo (o rango pre-registrado).
- $(\Pi_n = C_{n,1}, \dots, C_{n,M})$: partición alternativa del espacio de estados a escala (n) .

Evento raro sostenido y accesibilidad

- (\mathcal{R}) : condición/ERS definida por umbral + persistencia mínima (τ_p).
- $(\mathcal{A}_n(\mathcal{R}))$: conjunto de estados accesibles/compatibles con (\mathcal{R}) a escala (n) .

Probabilidades y costes

- $(p_n(\psi | \mathcal{R}) = \mathbb{P}(d_n(\phi_n, \psi) \leq \delta_n | \mathcal{R}))$: masa condicionada (objeto primario).
- (ϵ_n) : normalización del coste (por defecto (1); alternativas deben justificarse ex ante).
- $(F_n^{\mathcal{R}}[\psi] = -\epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R}))$: coste condicionado.

Selección Condicionada

- Regla SC:
[bajo \mathcal{R} , $\psi_n^* \in \arg \min_{\psi \in \mathcal{A}_n(\mathcal{R})} F_n^{\mathcal{R}}[\psi]$.]

Clases / cuencas / dinámica

- (\mathcal{D}) : procedimiento fijo ex ante que asigna “drenaje” a mínimos locales (watershed/mean-shift/descenso).
- (A_k) : cuenca (clase) metastable; $(p_k = \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R}))$.
- $(D_H = p_1/p_2)$, $(\Delta = p_1 - p_2)$: dominancia.
- $(\tau_{\text{exit}}(A))$: primer tiempo de salida; $(\tau_{\text{relax}}(A))$: tiempo de relajación interno.

MSM (si hay datos temporales suficientes)

- $(R_t \in 0, 1)$: indicador de estar en régimen (\mathcal{R}) en (t) .

- $(P_{ij}^{\mathcal{R}} = \mathbb{P}(\psi_{t+\Delta t} \in C_{n,j} \mid \psi_t \in C_{n,i}, R_t = 1))$: matriz de transición condicionada.

Colas pesadas (impactos)

- Marcador típico (para $(x \geq x_{\min})$):
 $[\mathbb{P}(I > x) \sim x^{-\alpha}]$.

Candado: contrastar modelos (lognormal vs Pareto/Weibull/mezclas) con procedimiento fijado.

Hiperbolidad efectiva (si se usa)

- (G) : grafo/espacio de estados; (r) : distancia en número mínimo de transiciones (o coste acumulado, declarando cuál); $(B(r))$: bola de radio (r) .

2.3 Tabla de traducción Concepto \leftrightarrow Objeto formal (mapeo mínimo)

- **Dominio** \leftrightarrow condición (\mathcal{R}) + accesibilidad $(\mathcal{A}_n(\mathcal{R}))$ + paisaje $(F_n^{\mathcal{R}})$ (lo que es “típico” cambia al condicionar).
- **SC** \leftrightarrow regla de selección por minimización de $(F_n^{\mathcal{R}})$ dentro de $(\mathcal{A}_n(\mathcal{R}))$.
- **Clases / regímenes** \leftrightarrow cuencas metastables (A_k) de $(\mathbb{P}(\cdot \mid \mathcal{R}))$, definidas por basins + metastabilidad (tiempos o MSM).
- **“Resultado” de medición** \leftrightarrow caso particular $(\mathcal{R}_{\text{reg}})$ (registro estable) + cuencas (A_k) asociadas a registros persistentes.
- **Energía UE** \leftrightarrow lectura operacional como coste/tensión acumulada; formalmente se apoya en costes y barreras del paisaje condicionado (no se introduce como sustancia).

2.4 Convenciones (para no romper el método)

1. **Todo lo que define el “mundo” del análisis se fija ex ante:** (\mathcal{R}) , persistencia (τ_p) , (n) , (d_n) , (δ_n) , (ϵ_n) , procedimiento (\mathcal{D}) , métricas y tests.
2. **“Dominio” no significa “tema”:** si no cambia accesibilidad y no produce clases estables, no es dominio.
3. **“Energía” siempre significa “energía UE” salvo traducción explícita** (coste/tensión).
4. **Instantáneo está bien tipado:** si es señalizable, pertenece a tiempo emergente y respeta localidad; si no, es consistencia (pre-tiempo) y no transporta información utilizable.
5. **“Colas pesadas”** es el término estándar interno (no se usa “colas gordas”), y su diagnóstico siempre va con comparación de modelos fijada.

3. Fundamentos operacionales

Este capítulo fija el “suelo” del modelo: **qué cuenta como qué y cuándo tiene sentido decirlo**. No es metafísica: son definiciones de trabajo con candados explícitos para que el marco no se vuelva elástico.

3.1 Repertorio local con pesos (lo local no es un valor)

Definición operacional.

La unidad básica no es un “estado fijo” (un valor único), sino un **repertorio local**: un conjunto de configuraciones accesibles en una región, cada una con un **peso** (más/menos accesible, más/menos probable, más/menos viable). En UE, “realidad local” se lee como **estado de accesibilidad**, no como determinismo de partida.

Qué implica (y por qué importa).

- Un “estado” es siempre un *resumen* a una escala; lo determinista puede aparecer como caso límite cuando el repertorio se concentra muchísimo, pero no es lo primitivo.
- Hablar de “posibilidades” no significa poesía: significa **configuraciones accesibles bajo reglas del sistema** (físicas, biológicas, sociales, técnicas, etc.).

Cómo se usa (modo checklist).

1. Declaras qué es “región” en tu caso (una zona física, un sub-sistema técnico, un colectivo social, un estado cognitivo, etc.).
2. Declaras qué significa “configuración” (variables observables o proxies).
3. Declaras qué significa “peso” (frecuencia, coste, viabilidad, preferencia efectiva... según dominio).

Candado principal.

Evitar que “posibilidades” se convierta en un comodín: *si no puedes decir qué configuraciones son accesibles y bajo qué reglas*, no has definido repertorio.

Ejemplos mínimos.

- Físico: en vez de “aquí la dirección es X”, dices “aquí hay una preferencia fuerte por X, pero no absoluta”.
- Psicológico: una persona no “es” un estado; tiene un repertorio de respuestas accesibles según contexto.

3.2 Acople local y propagación (lo global se construye por pasos)

Definición operacional.

Las regiones se influyen por **acople vecinal**: la reorganización ocurre por contagio local. No hay “reordenamiento físico global de golpe” como proceso propagativo; lo global emerge por acumulación de pasos locales.

Qué implica.

- La propagación tiene límite (no te dice cuál aún; solo fija que hay un límite causal efectivo).
- Hay que distinguir **correlación global** de **influencia local**: puedes tener correlaciones amplias sin que exista un canal de señal controlable.

Cómo se usa.

- Para decidir qué cuenta como “movimiento”: movimiento = propagación paso a paso por acople local.
- Para decidir qué cuenta como “causalidad operativa”: causal = lo que viaja por el acople local dentro del dominio temporal (esto se ata del todo en 3.4–3.5).

Candado principal (muy duro).

Si algo **permite señal controlable**, entonces pertenece a tiempo emergente y **debe respetar localidad**. Si no es señalizable, puede ser correlación/consistencia de otro nivel (ver 3.5).

Ejemplos mínimos.

- Manta: la onda avanza porque cada punto mueve al siguiente.
- Economía real: un shock se transmite por cadenas (suministro, crédito, expectativas), no por telepatía.

3.3 Restricción, persistencia y criterio de dominio

Aquí está el “interruptor” del modelo: **evento → restricción → persistencia → dominio**.

Evento local (disparador).

Un evento local es una perturbación localizada que cambia el repertorio o el acople. Inicia la historia (crea asimetrías), pero por sí solo **no crea dominio**: necesita persistencia o retroalimentación.

Restricción (el candado).

Una restricción reduce accesibilidad: ciertas configuraciones se vuelven inviables o “carísimas”. Puede venir de intervención externa (medición/registro), estructura interna (memoria biológica), o regla social/técnica (institución).

- Pregunta operativa estándar: “**¿Qué ya no puede ocurrir?**” o “**¿Qué pasa a costar mucho más?**”.

Persistencia (umbral).

Persistencia es el umbral que convierte restricción en estructura: separa fluctuación breve (ruido) de un régimen que impone regularidad. Sin umbral, todo podría llamarse “dominio” y el modelo se infla.

- Persistencia no es solo “duración”; también puede ser **redundancia y resistencia a perturbaciones** (debe sobrevivir a X perturbaciones, aunque sea cualitativo).

Dominio emergente.

Un dominio es un conjunto de **restricciones persistentes** que:

1. reescribe qué es típico en una región, y

2. reorganiza su entorno por acople local.

No es “otra sustancia”: es un régimen de reglas sostenidas que condiciona la dinámica.

Candados principales.

- No confundir dominio con “tema”: un dominio debe cambiar accesibilidad y producir clases/regularidades estables (en capítulos posteriores se formaliza y se valida).
- Si no puedes describir la restricción (qué prohíbe o penaliza), no has definido el dominio.
- Umbral de persistencia explícito (aunque sea cualitativo).

Ejemplos mínimos.

- Medición: “tiene que haber registro estable” = restricción; si persiste, aparece dominio de medición.
- Biología: homeostasis impone rangos viables; si sostiene, organiza dinámica.
- Social: ley/norma impone opciones permitidas; si se sostiene, redefine lo típico.

3.4 Memoria/registro y condición de temporalidad utilizable

Tesis operativa.

Hay **tiempo operativo** donde el sistema puede sostener:

- persistencia,
- registro/memoria (algún equivalente de “huella”), y
- un orden estable de antes/después con causalidad local utilizable.

Definición operativa de registro/memoria.

Registro/memoria no es “recordar” en sentido humano: es cualquier mecanismo que **deja huella estable** y hace que el futuro esté condicionado por esa huella (reduce accesibilidad de forma histórica). Un detector que registra, una rutina institucional, una memoria biológica: todos cuentan si cumplen persistencia.

Tiempo como ritmo local de reconfiguración.

UE trata el tiempo como propiedad emergente y **local**: el “reloj” es la **tasa efectiva a la que una región puede reconfigurarse** bajo sus restricciones y su capacidad de ajuste. Alta tensión/restricciones duras consumen capacidad → baja el ritmo → el tiempo local “se frena”; baja tensión → reconfiguración fluida → “acelera”.

Candado anti-circularidad.

No vale “tiempo = cambio” (y cambio = tiempo). El candado UE: **tiempo = capacidad de ordenar cambios mediante persistencia + registro**, no “cambio a secas”.

Ejemplos mínimos.

- Crisis social: el tiempo operativo se vuelve corto (urgencia, poca planificación) porque el sistema consume capacidad en sostener coherencia bajo tensión.
- Frontera de dominio: “pasan menos cosas por paso” porque sostener coherencia cuesta.

3.5 Pre-tiempo vs tiempo emergente: candado de no-señalización

Este apartado tipa la palabra “instantáneo” para que no sea un agujero lógico.

Pre-tiempo (consistencia global no-secuencial).

Pre-tiempo es el nivel de **consistencia global del repertorio de posibilidades**: no es secuencial y “instantáneo” aquí significa *no-secuencialidad*, no propagación física.

Tiempo emergente (señal, registro y propagación).

Tiempo emergente es el nivel donde hay registros, trayectorias, señales utilizables y propagación por acople local; aquí rigen causalidad local y límites de propagación.

Candado de oro (pregunta binaria).

Cada vez que aparezca algo “instantáneo”, pregunta:

¿es señalizable o no señalizable?

- Si es señalizable, es tiempo emergente y debe respetar localidad.
- Si no es señalizable, puede ser consistencia/correlación del repertorio (pre-tiempo) sin canal causal.

Ejemplo-tipo (muy UE).

Actualizar compatibilidades globales (pre-tiempo) **no equivale** a enviar información utilizable más rápido que la propagación local (tiempo emergente).

3.6 Energía como tensión/coste estructural (no sustancia)

Definición operacional.

En UE, “energía” no es primitiva: se define como **tensión probabilística acumulada** cuando regiones/domínios se reorganizan de forma incompatible bajo restricciones persistentes. Es un indicador de **coste estructural**, no una sustancia fundamental.

Dónde aparece la tensión.

- La tensión es fricción estadística entre repertorios incompatibles y se concentra en **fronteras, gradientes, defectos y choques de dominio**.
- Es clave porque marca “dónde paga” el sistema para sostener coherencia; y si no puede absorberlo, fuerza transición de régimen.

Qué te permite hacer (uso práctico).

- Comparar estados: “este régimen es más tenso que aquel” = más coste de sostener incompatibilidades.
- Estimar el “esfuerzo” de sostener un dominio (qué recursos/ajustes continuos exige).
- Entender por qué ciertos patrones no escalan: el coste puede explotar al aumentar gradientes o incoherencias.
- Medición/registro: imponer registro estable sobre el repertorio tiene un coste; esa es una lectura UE limpia de “energía” en contextos de medición.

Candado de traducción.

No mezclar “energía UE” con definiciones clásicas sin declarar traducción. Cada vez que uses “energía”, aclara: “**en sentido UE: coste/tensión**”.

Ejemplos mínimos.

- Onda en manta: energía = coste de sostener curvaturas/gradiéntes (tensión acumulada).
- Conflicto social: energía = coste de sostener incompatibilidades (policía, propaganda, fricción económica, etc.).

Cierre de capítulo (cómo engancha con lo siguiente)

Con esto queda fijada la columna vertebral: **repertorios locales acoplados** → (eventos) → **restricciones** → (si persisten) **dominios** → choques generan **tensión** → “energía” como coste → y **tiempo** aparece donde hay persistencia + registro + causalidad local operativa.

El siguiente capítulo (SC) no añade filosofía: añade la regla dura para describir “lo típico” **bajo** un dominio sostenido.

4. Núcleo formal: Selección Condicionada (SC)

Esta sección fija el **corazón duro** del método: **no describimos “lo que pasa normalmente”**, sino **lo que pasa típicamente bajo una condición rara sostenida**. En tu vocabulario: *si hay un dominio (restricción persistente), cambia lo típico; SC es la regla de lectura que obliga a describir ese “típico condicionado”*.

4.1 ERS (\mathcal{R}): definición ex-ante y ventana

Evento Raro Sostenido (ERS)(\mathcal{R}) es el *candado* que define el régimen bajo el cual quieras extraer regularidades. Debe quedar **pre-registrado** (ex-ante) como una combinación de:

- **Umbral(es)** (qué cuenta como “raro”),
- **Persistencia mínima** (τ_p) (qué cuenta como “sostenido”),
- y, cuando conviene, una medida de **acumulación** (para separar “pico” de “estrés sostenido”).

(\mathcal{R}) se formula explícitamente como **conjunción de condición + persistencia**, y se anima a añadir una **excedencia integrada** cuando el fenómeno es “sostener por encima” y no “pasar por encima una vez”.

Interpretación operacional: (\mathcal{R}) no es “una causa”. Es el **filtro** que define qué porción del comportamiento del sistema estás tratando como “el régimen relevante”. A partir de ahí, todo lo demás (estados, paisaje, clases) se define *condicionado a* (\mathcal{R}).

Caso especial importante: (\mathcal{R}) como “registro estable” (observación/medición).

Si el fenómeno que te importa es “medición”, la propuesta de UE es cristalina: “observar” se aterriza como **existencia de un registro estable** durante (τ_p). Eso permite formalizar tu intuición “no colapsa: se restringe”, sin invocar ontología extra.

4.2 Probabilidad condicionada y tipicidad condicionada

SC empieza aquí: una vez fijado (\mathcal{R}), el objeto de trabajo es la **distribución condicionada** a escala (n):

$$[p_n(\psi \mid \mathcal{R})]$$

donde (ψ) representa un “estado” a la resolución fijada (ver 4.3).

La regla conceptual (UE-conceptos) es: **si hay dominio, no preguntas “qué pasa normalmente”, sino “qué pasa normalmente dado ese dominio”**. Esto no pretende ser causalidad; es metodología: cambia el *marco de tipicidad*.

Consecuencia directa (y medible): bajo (\mathcal{R}), el espacio efectivo de posibilidades **se reduce** y suelen aparecer **pocas clases dominantes** compatibles con el candado.

4.3 Coarse-graining a escala (n): partición, métrica y tolerancia

Para que ($p_n(\psi \mid \mathcal{R})$) signifique algo, primero fijas cómo miras el sistema.

4.3.1 Escala (n) y estado coarse-grained (ϕ_n)

En UE, la construcción estándar es: eliges una **resolución** (temporal, espacial o funcional) y defines un vector de estado (ϕ_n) (idealmente por dominios) a esa escala.

4.3.2 Métrica (d_n)

Luego declaras una métrica (d_n) para comparar estados a esa resolución (ej., Mahalanobis normalizada, euclídea, divergencias sobre distribuciones, o combinaciones ponderadas), y la dejas **fijada ex-ante**.

4.3.3 Tolerancia (δ_n) y “igualdad aproximada”

Como el coarse-graining no pretende exactitud microscópica, se introduce una tolerancia (δ_n) que define qué significa “($\phi_n \approx \psi$)” (por ejemplo, percentiles de variación fuera de (\mathcal{R}), o rangos predefinidos usados luego en tests de robustez).

4.3.4 Normalización (ϵ_n)

Finalmente aparece un factor (ϵ_n) como normalización del coste (por defecto 1, o ajustado al número de grados efectivos agregados en (ϕ_n)).

Idea clave: sin (n), (ϕ_n), (d_n) y (δ_n) pre-registrados, SC se vuelve elástica.

Con ellos, SC se convierte en un procedimiento reproducible.

4.4 Paisaje condicionado: coste informacional y lectura “energética”

Con (\mathcal{R}) y el coarse-graining fijados, UE propone trabajar no solo con $(p_n(\psi | \mathcal{R}))$, sino con su **coste asociado**:

$$[F_n^{\mathcal{R}}(\psi); :=; -, \epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R}).]$$

Este $(F_n^{\mathcal{R}})$ es el “paisaje condicionado”: los estados más típicos bajo (\mathcal{R}) corresponden a **mínimos** de $(F_n^{\mathcal{R}})$ (o máximos de (p_n)) a la resolución fijada.

Además, UE explicita la equivalencia útil:

$$[F_n^{\mathcal{R}}[\psi] = -\epsilon_n \log \mathbb{P}(\phi_n \approx \psi, \mathcal{R}) \epsilon_n \log \mathbb{P}(\mathcal{R}),]$$

donde el segundo término es constante respecto a (ψ) , así que no afecta a “dónde están los mínimos”.

Lectura UE (con cuidado):

En “UE-conceptos”, “energía” se define como **tensión probabilística acumulada** (coste estructural de sostener incompatibilidades bajo restricciones persistentes), y se insiste en no mezclarlo con energía clásica sin declarar traducción.

En el documento unificado, la lectura natural es: *cuando uses “energía” en sentido UE, puedes mapearla a propiedades del paisaje condicionado (costes, barreras, gradientes, incompatibilidades sostenidas)*, sin prometer identidad física.

4.5 Regla SC: accesibilidad restringida y “dominancia” bajo (\mathcal{R})

La formulación dura de SC en UE es:

$$[\text{bajo } \mathcal{R}, \quad \psi_n^* \in \arg \min_{\psi \in \mathcal{A}_n(\mathcal{R})} F_n^{\mathcal{R}}[\psi],]$$

donde $(\mathcal{A}_n(\mathcal{R}))$ es el conjunto de estados **accesibles/compatibles** con (\mathcal{R}) a escala (n) (incluyendo el componente de persistencia).

Esto capture exactamente la intuición de UE-conceptos: **el dominio no “añade una sustancia”; estrecha lo accesible y reescribe lo típico**.

Qué significa “dominar” bajo (\mathcal{R}) .

Una vez definidas (después, en la Sección 5) clases metastables (A_k) , UE define:

$$[p_k := \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R})]$$

y propone medidas simples de dominancia como ratios o diferencias entre los dos regímenes más probables (ordenando $(p_1 \geq p_2 \geq \dots)$).

La lectura operacional es directa: **SC predice que bajo (\mathcal{R}) aparecerán pocas clases con (p_k) grandes** (y el resto quedará suprimido o relegado a transiciones raras).

Ejemplo puente (medición como condicionamiento):

Cuando (\mathcal{R}) es “registro estable”, SC no dice “la mente colapsa”; dice: *condicionado a que exista*

un registro persistente, el conjunto accesible ($\mathcal{A}_n(\mathcal{R})$) se estrecha y el paisaje ($F_n^{\mathcal{R}}$) desarrolla cuencas asociadas a resultados (registros) estables.

5. Estructuras emergentes y dinámica

Este apartado fija **qué forma** toman las regularidades cuando aplicas SC bajo una condición sostenida (\mathcal{R}): no “leyes universales” tipo reloj, sino **clases/regímenes efectivos** (cuencas metastables) y **cómo se transita** entre ellos. La idea central es: bajo (\mathcal{R}), el sistema no recorre todo su espacio de posibilidades; **se concentra en pocas regiones** relativamente estables, separadas por **barreras** (costes) y conectadas por **transiciones raras**.

5.1 Clases/cuencas/attractores efectivos (A_k): definición operativa

Qué son (definición dura):

Las clases (A_k) se definen **internas al método** y con doble candado:

1. Capa geométrica/probabilística:

Trabajas a una escala (n) (coarse-graining fijado) y, bajo (\mathcal{R}), tu objeto primario es la masa condicionada ($p_n(\psi | \mathcal{R})$) y su coste asociado

$$[F_n^{\mathcal{R}}(\psi) := -\epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R}).]$$

Los “centros” candidatos (ψ_k^*) son **mínimos locales** de ($F_n^{\mathcal{R}}$) (equivalente: máximos locales de ($p_n(\cdot | \mathcal{R})$)).

La cuenca geométrica se define mediante un procedimiento **pre-registrado** (\mathcal{D}) que asigna cada (ψ) al mínimo local al que “drena” (p.ej., watershed/mean-shift sobre discretización), y entonces:

$$[A_k^{(\text{geom})} := \psi : \mathcal{D}(\psi) = k.]$$

2. Capa dinámica:

No basta con “densidad alta”. Debe haber **metastabilidad**: permanencias largas dentro de la cuenca y transiciones raras entre cuencas, validado por tiempos o por operador de transición (MSM / espectro / casi-invariancia).

Traducción conceptual (para que no sea solo matemática):

En “UE-conceptos”, esto corresponde a “pocos regímenes típicos bajo condición sostenida”, es decir, **SC**: lo típico depende de qué dominio/candado se sostiene, y eso reduce el espacio efectivo de posibilidades y hace aparecer **pocas clases dominantes**.

Qué NO son:

- No son “esencias” del sistema; son **regímenes efectivos** a la resolución (n) elegida.
- No son “etiquetas morales” (especialmente en social): son etiquetas de dinámica/estructura bajo (\mathcal{R}).

5.2 Metastabilidad y separación de escalas (relax vs exit)

Aquí se formaliza la intuición de “esto es un régimen estable”: **estabilidad = separación de escalas temporales**.

Tiempos clave (definición operativa):

Sea (ψ_t) una trayectoria coarse-grained (observada o simulada) a escala (n) . Para un conjunto (A) :

- **Tiempo de salida (primer exit):**

$$[\tau_{\text{exit}}(A) := \inf t > 0 : \psi_t \notin A.]$$

- **Tiempo interno de relajación (τ_{relax}):**

Un tiempo de mezcla interno o tiempo para “perder memoria” de la condición inicial dentro de (A) , medible por autocorrelación interna o convergencia de la distribución restringida a (A) .

Criterio duro de metastabilidad (aceptación de clase):

$[\tau_{\text{relax}}(A_k) \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_k)] \quad \text{y} \quad \mathbb{P}(\tau_{\text{exit}}(A_k) \geq \tau_p \mid \mathcal{R}) \text{ alta.}]$

Si no se cumple, el conjunto **se fusiona con vecinos** o se descarta como “subestructura no estable”.

Cómo se identifica en práctica (sin casarse con un único método):

- Por **operador de transición** / MSM: particiones que maximizan permanencia; modos lentos (espectro cercano a 1), PCCA+ o casi-invariancia.
- Por estimación directa de (τ_{relax}) y (τ_{exit}) en trayectorias (datos o simulación).

Ejemplos “tipo” del propio documento (ilustrativos, no axiomas):

En el escenario social bajo asedio, el método muestra 3 clases (A_1, A_2, A_3) con probabilidades condicionadas (p_k) y costes normalizados, y luego reporta (τ_{relax}) y $(\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}])$ por clase.

En el escenario de red eléctrica, igual: clases con (p_k) , descripción operacional y medidas de metastabilidad (incluyendo $(\mathbb{P}(\tau_{\text{exit}} > 12h))$).

5.3 Fronteras, barreras, fricción y transiciones

Este punto une el vocabulario “conceptual” (tensión/fricción/frontera) con el núcleo formal (coste/barreras/transiciones).

(a) Frontera y tensión (lectura UE-conceptos)

Cuando hay **reorganizaciones incompatibles** entre regiones o dominios, aparece **tensión probabilística**: fricción estadística entre repertorios incompatibles, y tiende a concentrarse en **bordes, gradientes, defectos y choques de dominio**.

La “energía” en sentido UE se define como **tensión acumulada por incompatibilidad sostenida**: un indicador de coste estructural, no una sustancia.

(b) Barreras (lectura formal)

En el formalismo, esa “tensión” se traduce naturalmente a **barreras efectivas** entre cuencas en el paisaje $(F_n^{\mathcal{R}})$: regiones de alta probabilidad condicionada separadas por zonas de coste mayor, donde las transiciones son raras.

(c) Qué es una transición (y cómo se “ve”)

Una transición típica no es “cambio suave” por todas partes; suele aparecer como:

- **escape** de una cuenca (A_i) (sube la probabilidad de salir: baja ($\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_i)]$)),
- paso por región de frontera (aumenta varianza/volatilidad a escala (n)),
- **captura** en otra cuenca (A_j) (vuelve a bajar la variabilidad interna; cae ($\tau_{\text{relax}}(A_j)$) relativo al exit).

En la plantilla, además, pueden definirse “reglas de disparo” para transiciones (condiciones operacionales que, si persisten, empujan ($A_2 \rightarrow A_3$), etc.).

(d) Diagnósticos operacionales de “zona de frontera”

Sin inventar variables nuevas, un borde suele delatarse por combinaciones como:

- caen permanencias (exit más frecuente) **sin** que haya buena relajación interna (sube (τ_{relax}) o empeora mezcla),
- aumentan oscilaciones alrededor de umbrales,
- aparecen “microclases” inestables que el propio criterio duro obliga a fusionar/descartar.

5.4 Histéresis y reversibilidad parcial: señales típicas

Esto **no es un postulado extra**: sale como consecuencia natural de tener cuencas metastables y barreras.

Idea: si existen barreras y memoria interna (metastabilidad), entonces al variar “parámetros de condicionamiento” (o la intensidad/persistencia de (\mathcal{R})), el sistema puede:

- entrar en una clase al cruzar un umbral,
- pero **no salir por el mismo camino** cuando deshaces la condición, porque ya estás “dentro” de una cuenca y la barrera de salida no coincide con la de entrada.

Eso es histéresis: **dependencia de trayectoria**.

Cómo se mide dentro del método (sin narrativa):

1. defines un “dial” operacional (p.ej., severidad/persistencia de (\mathcal{R}) o un resumen como excedencia integrada),
2. estimas ($p_k = \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R})$) y medidas de metastabilidad en una rampa “subida” y en una rampa “bajada”, manteniendo la misma escala (n) y procedimiento(\mathcal{D}),
3. hay histéresis si las curvas (p_k) o los tiempos ($(\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}])$, etc.) no coinciden entre ida y vuelta.

Esto encaja con la idea de “persistencia separa ruido de estructura”: una vez que la estructura se instala, no desaparece con una micro-fluctuación inversa.

5.5 Proxies prácticos de “tiempo local” (tasas, horizontes, pérdida de fineza)

En UE, “tiempo” no es fondo universal: es **ritmo local de reconfiguración** donde hay persistencia + registro/memoria + causalidad local operativa. Además, bajo tensión/restricción, ese ritmo puede bajar (“se frena” el tiempo local).

Para que esto no quede poético, lo tienes que “amarrar” a medidas que ya existen en el núcleo:

Proxy 1 — Reloj por metastabilidad (el más natural)

- Si una región/clase tiene ($\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}]$) muy grande, su dinámica “avanza” poco en el sentido de cambios de régimen.
- Si (τ_{relax}) aumenta (pierde capacidad de reorganización interna) y además el exit no se vuelve raro, estás en régimen “atascado/ruidoso” (mala reconfiguración).

En resumen: **tu reloj operativo** puede definirse como función de (i) tasa de escapes, (ii)

(Equation 1) velocidad de mezcla interna. Eso está literalmente en el corazón del criterio de metastabilidad.

Proxy 2 — “Número de reconfiguraciones efectivas”

En el espíritu de “tiempo = acumulación de reconfiguración efectiva”, puedes medir por:

- número de cambios de clase por unidad de tiempo externo,
- o, dentro de una clase, por la velocidad a la que decae la autocorrelación (mezcla interna).

Proxy 3 — Horizonte/finura informacional (cuando aplique)

En la plantilla por dominios aparece explícitamente un dominio “información/horizonte” (rumores, horizonte percibido, entropía de narrativas, etc.), que captura justo el fenómeno: bajo tensión sostenida, el “horizonte” se acorta y el sistema pierde planificación.

Esto no reemplaza a los proxies dinámicos; los complementa cuando el sistema es social/cognitivo y tienes observables para ello.

Candado conceptual (muy importante)

“Pre-tiempo” no es un reloj: es consistencia global no-secuencial del repertorio. “Tiempo emergente” es donde hay registros/trayectorias/señales utilizables y rige localidad. O sea: si puedes usarlo para señal, estás en tiempo emergente y tienes que respetar causalidad local.

6. Candados: validación, robustez y rechazo

Esta sección fija **reglas de juego** para que el marco no se convierta en “explicación retroactiva” (posición), ni en una narrativa que se adapta a cualquier resultado. Los candados no son un adorno: son **criterios de aceptación o rechazo** del análisis.

6.0 Intención de los cандados

El método SC (Selección Condicionada) es potente porque **condicionar** cambia por completo lo que es “típico”. Precisamente por eso es fácil hacer trampa sin querer: escoger (\mathcal{R}) después de ver el resultado, mover umbrales, redefinir clases, o ajustar la granularidad hasta “encontrar” cuencas bonitas. El objetivo aquí es impedirlo con tres capas:

1. **Pre-registro** (o equivalente): fijar antes qué se va a medir y cómo.
2. **Robustez**: si el resultado depende de un ajuste fino, no cuenta como estructura estable.
3. **Ablaciones asesinas**: separar estructura real de causalidad espuria (romper canales preservando marginales / aplanar el paisaje).

6.1 Pre-registro (o equivalente): qué debe fijarse ex ante

Regla base: todo lo que, si se ajusta a posteriori, puede fabricar el resultado, debe fijarse **antes**. En tu texto esto se lista explícitamente como cандado metodológico.

6.1.1 Lista mínima de elementos pre-registrables

(A) El evento raro sostenido (\mathcal{R})

- Definición operativa de la condición (umbral/es) y el criterio de **persistencia** (p. ej., excedencia integrada, cuantil por ventana, energía excedente acumulada, etc.).
- Horizonte temporal y cómo se detecta (\mathcal{R}) (indicador (R_t) si hay serie temporal).

Cандado anti-posdición: queda prohibido “descubrir” (\mathcal{R}) mirando dónde aparecen cuencas y luego declarar que eso era la condición. Esto está explicitado como “evitar posdición” en el documento conceptual.

(B) Representación a escala (n) (coarse-graining)

- Resolución temporal/espacial (qué es “un paso” a escala (n)).
- Vector de estado (ϕ_n) por dominio (qué features entran y cuáles no).

Cандado: no se añade una feature “porque mejora el resultado” si no estaba permitida por una familia predefinida (ver 6.4).

(C) Métrica y tolerancias

- (d_n): métrica (Mahalanobis, euclídea, divergencias, combinación ponderada) y su normalización.
- (δ_n): umbral de cercanía/compatibilidad (y rango permitido para pruebas de robustez).
- (ϵ_n): escala/normalización del coste (si aplica).

(D) Cómo se extraen las clases (A_k)

- Procedimiento (\mathcal{D}) para definir cuencas (descent, watershed, mean-shift, etc.) fijado ex ante.
- Criterio de aceptación por metastabilidad (tiempos).
- Alternativa MSM si hay datos temporales suficientes: discretización, retardo (Δt), estimación de ($P^{\mathcal{R}}$) condicionada.

(E) Métricas de salida (qué vas a reportar sí o sí)

- Probabilidades ($p_k = \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R})$), medidas de dominancia / concentración (p.ej., (D_H, Δ)), tiempos ($\tau_{\text{relax}}, \tau_{\text{exit}}$).
- Si es multi-dominio: medida de dependencia condicional (p.ej., información mutua condicional) durante (\mathcal{R}).

(F) Tests obligatorios

- Lista de tests de robustez (qué variarás y dentro de qué rangos).
- Lista de ablaciones “asesinas” (al menos 2–3) y qué predices que pase si el mecanismo es real.

6.1.2 Pre-registro “equivalente” cuando no se puede pre-registrar formalmente

Si no hay infraestructura de pre-registro, el equivalente práctico es:

- Congelar un **archivo de especificación** (versión + fecha + hash si quieres) con: (\mathcal{R}), (n), ($d_n, \delta_n, \epsilon_n$), (\mathcal{D}), tests y ablaciones.
- Ejecutar análisis sin modificar esa especificación; si la modificas, se declara como **nuevo experimento** (nueva versión) y se reportan ambos.

6.2 Robustez: que no dependa de ajustes finos

Regla dura: una estructura aceptable (clases (A_k), dominancia, colas pesadas, dependencias) debe sobrevivir a variaciones **pre-registradas**. Esto aparece como “regla de robustez (no-elasticidad de (A_k))”.

6.2.1 Qué debe ser robusto (mínimo)

(1) Robustez geométrica de las clases

- Variar coarse-graining dentro del rango permitido no debe destruir la partición macroscópica (puede fusionar subclases, pero no “inventar” cuencas totalmente nuevas).

(2) Robustez temporal

- Ventanas temporales distintas dentro de (\mathcal{R}) deben dar (p_k) y medidas de dominancia similares (con bandas de incertidumbre).

(3) Robustez por remuestreo

- Bootstrap / submuestreo: los indicadores deben ser estables (y si no lo son, se reporta como “evidencia débil”).

(4) Robustez dinámica (metastabilidad)

- Debe cumplirse $(\tau_{\text{relax}}(A_k) \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_k)])$ y alta probabilidad de permanencia a escala de persistencia (τ_p) . Si falla, no hay “clase” aceptable: o se fusiona o se descarta.

6.2.2 Qué hacer si “casi” es robusto

- Si solo una partición/métrica produce clases “bonitas”, eso es un olor a elasticidad: se reporta como **hallazgo dependiente de representación**, no como dominio.
- Si las clases se conservan pero cambian (p_k) mucho, puede indicar que (\mathcal{R}) está mal definido (o que hay sub-régimen dentro de (\mathcal{R})); se documenta y se propone una nueva (\mathcal{R}) como versión posterior, nunca como “arreglo” silencioso.

6.3 Ablaciones asesinas: candados contra causalidad espuria

Las ablaciones son el test más “cruel” del método: si la estructura es real, debería **colapsar** cuando eliminás el mecanismo, y debería **persistir** cuando solo cambias decoraciones irrelevantes.

Tu marco propone dos patrones generales de ablación:

1. **Aplanar/desactivar el paisaje condicionado** ($F_n^{\mathcal{R}}$) (o su dependencia relevante).
2. **Romper acoplos preservando marginales** (dejar iguales las distribuciones “por dominio”, pero eliminar el canal).

6.3.1 Receta general de ablación (plantilla)

Para cada “mecanismo” candidato (C):

1. Identifica el canal (p.ej., clima → demanda, enforcement → cumplimiento, info → horizonte, registro → clasidad).
2. Diseña una intervención que lo anule **sin destruir** todo lo demás:
 - permutas/remezclas condicionadas,
 - re-muestreo que preserve marginales,
 - “cegar” el canal (anular un (Λ) o un peso (w) si lo modelas así).
3. Predice ex ante qué debe pasar: caer dominancia, perder metastabilidad, adelgazarse colas pesadas, bajar dependencia condicional, etc.
4. Ejecuta y compara con el baseline en (\mathcal{R}) .

6.3.2 Ejemplos “canónicos” (para incluir como estándar del método)

Ablación tipo A — Romper acople preservando marginales (técnico)

- Romper clima → demanda preservando la marginal de demanda: si desaparece la dominancia bajo (\mathcal{R}), el canal era esencial.

Ablación tipo B — Aplanar el paisaje

- Reemplazar ($p_n(\psi | \mathcal{R})$) por uniforme (condicionada): deben desaparecer cuencas y metastabilidad.

Ablación tipo C — Romper feedback social/institucional

- Desactivar coordinación/cumplimiento manteniendo clima y capacidad técnica: debe cambiar (p_k) (p.ej., aumentar regímenes de cortes).

Ablación tipo D — Social (preservar recursos, romper enforcement legítimo)

- Mantener marginal de recursos, desactivar sanción/legitimidad: si suben clases de violencia/fragmentación, el canal “social” es causal, no decorativo.

Ablación tipo E — Registro/medición

- Debilitar o borrar registro antes de (τ_p): debería degradarse dominancia/metastabilidad asociada al “régimen clásico” bajo (\mathcal{R}_{reg}).

6.3.3 Lectura de resultados (candado interpretativo)

- Si al romper el canal **no cambia nada**, el canal no era el mecanismo (o el test está mal diseñado).
- Si al romper el canal **desaparece** la estructura, eso apoya causalidad operacional.
- Si cualquier cambio mínimo “mata” la estructura, es señal de fragilidad: se reporta como **no robusto** (no dominio estable).

6.4 Comparación de modelos y penalización de complejidad

Aquí el candado clave es: *no se permite “ganar” por añadir grados de libertad sin pagar coste de complejidad y sin validar fuera de muestra*. Esto lo conectas además con el criterio de “puertas” (nuevos grados de libertad efectivos).

6.4.1 Candado general: familias permitidas

Se fijan ex ante:

- qué familia de modelos (M_0) (base) y (M_1) (extendido) se comparan,
- cuántos parámetros adicionales (ΔK) introduces,
- cómo defines la pérdida out-of-sample (\mathcal{L}_{out}), y
- qué cuenta como “robusto” (ventanas, bootstraps, coarse-graining).

6.4.2 Criterio duro (puerta / mejora penalizada)

Tu versión operativa: aceptar la extensión solo si mejora out-of-sample penalizando complejidad, de forma robusta.

6.4.3 Candado estadístico para colas pesadas

Cuando se afirma “colas pesadas”, no basta con “parece una recta en log-log”. Se exige contraste explícito (lognormal vs Pareto/Weibull/mixtas) por AIC/BIC, validación cruzada o pruebas de ajuste, con el procedimiento fijado ex ante.

6.5 Criterios de rechazo: cuándo el método debe decir “no concluyo”

Esta es la parte más importante para mantener honestidad: **definir condiciones de fallo**.

6.5.1 Rechazo por indefinición o posdición de (\mathcal{R})

Se rechaza (o se clasifica como “exploratorio”) si:

- (\mathcal{R}) no puede definirse ex ante de forma verificable, o
- la definición se ajusta para “capturar” el resultado observado.

6.5.2 Rechazo por ausencia de metastabilidad

Si no se cumple el criterio temporal duro (relax << exit + permanencia alta), no se aceptan (A_k) como clases: se fusionan o se descartan. Si tras fusionar no queda nada metastable, se concluye: “**no hay regímenes estables bajo esta representación/condición**”.

6.5.3 Rechazo por no-robustez (elasticidad)

Si la estructura (clases, (p_k) , dominancia) cambia drásticamente al variar coarse-graining dentro del rango permitido, o por ventanas/bootstrap, entonces el hallazgo es **dependiente de parametrización** y no se eleva a “dominio”.

6.5.4 Rechazo por fallo de ablaciones

- Si las ablaciones “asesinas” no afectan lo que deberían afectar, la explicación queda como **no identificada** (posible causalidad espuria).
- Si la estructura desaparece con cambios irrelevantes o decorativos, es **fragilidad** (no dominio estable).

6.5.5 Rechazo por falta de mejora fuera de muestra (puertas)

Si una “puerta” (nuevo grado de libertad) no mejora out-of-sample penalizado de forma robusta, no se acepta como nuevo dominio operativo, aunque “explique” muy bien en entrenamiento.

6.6 Candados semánticos (para evitar deriva conceptual)

Como complemento (y para que el documento unificado no se vuelva ambiguo):

- **Energía (UE)** siempre significa *coste/tensión estructural*; si se compara con energía clásica, se declara explícitamente la traducción.
 - **Tensión** no es “me parece importante”: es incompatibilidad sostenida con necesidad de ajuste continuo (medible por fricción/barreras/gradiéntes).
 - **Dominio** no es “tema”: debe **cambiar accesibilidad** y producir **clases estables** bajo (\mathcal{R}).
-

7. Protocolo de aplicación

Este punto es el “manual de campo” del método. La idea es que **dos personas distintas**, con el mismo dataset y la misma definición de (\mathcal{R}), lleguen a conclusiones **compatibles** (o, si no, que quede claro *dónde* divergieron y por qué). El protocolo está diseñado para:

- **Evitar elasticidad** (encajar el modelo a posteriori).
- Forzar decisiones **ex-ante**.
- Producir salidas **reproducibles**: clases (A_k), transiciones, barreras, y validación.

Artefactos mínimos que debe producir el protocolo

1. Ficha del sistema y observables
 2. Definición operacional de (\mathcal{R}) y controles
 3. Registro ex-ante de escala (n), partición y métrica
 4. Extracción de clases (A_k) y sus métricas
 5. Mapa de transiciones / barreras (dinámica)
 6. Paquete de validación: robustez, ablaciones, out-of-sample
 7. Informe final con afirmaciones acotadas + “cosas que NO se pueden afirmar”
-

7.1 Delimitación del sistema y observables

Objetivo: fijar qué es “el sistema” (frontera), qué se mide (observables), y qué queda fuera (pero podría contaminar).

7.1.1 Definir frontera del sistema

- **Unidad de análisis:** ¿qué entidad estás modelando? (red eléctrica regional, comunidad, mercado, paciente, ciudad, ecosistema, etc.)

- **Frontera espacial/organizativa:** dentro vs fuera.
- **Frontera temporal:** ventana total (T) y resolución (Δt).
- **Canales de intercambio con el exterior:** entradas/salidas (energía, información, recursos, normas, dinero, etc.)

Candado: si cambias la frontera a mitad del análisis, debes tratarlo como **nuevo estudio** o como **sensibilidad pre-registrada**.

7.1.2 Selección de observables

Un observable es útil si cumple 3 condiciones:

1. Es **medible** con un procedimiento estable (y con error estimable).
2. Se **relaciona causal/operativamente** con el fenómeno bajo (\mathcal{R}) (no solo correlación decorativa).
3. Tiene **variación** suficiente dentro y fuera de (\mathcal{R}) para distinguir clases.

Checklist de calidad de observable

- Definición exacta (unidad, rango, saturación).
- Error/ruido estimable.
- Lag esperado (si el efecto llega tarde).
- Sensibilidad a confusores (y cómo se controlan).
- Disponibilidad en períodos de control (sin esto, no hay validación limpia).

7.1.3 “Mapa de confusores”

Antes de correr nada, lista 5–10 factores que podrían explicar el patrón sin necesidad de SC:

- cambios de instrumentación
- cambios de política/regla de medición
- shocks externos no incluidos
- sesgos de muestreo
- autocorrelación fuerte no modelada

Salida de 7.1: una ficha de sistema (1–2 páginas) + diccionario de variables.

7.2 Especificación de (\mathcal{R}) como evento raro sostenido

Objetivo: convertir “el evento raro sostenido” en una **condición verificable**, con inicio/fin, intensidad y duración.

7.2.1 Definición operacional

Define (\mathcal{R}) como una función booleana (o por niveles) sobre observables:

- ($\mathcal{R}(t)=1$) si se cumple un conjunto de restricciones durante un intervalo continuo.
- Incluye **umbral** y **duración mínima**.

Ejemplo de estructura (sin casarte con un dominio):

- Intensidad: $(X(t) \geq \theta_X)$
- Persistencia: se mantiene ($\geq T_{\min}$) con tolerancia a huecos (ϵ)
- Contexto: además ($Y(t)$) está en un rango (para evitar falsos positivos)

Candado central: (θ), (T_{\min}) y la regla de continuidad se fijan **ex-ante**.

7.2.2 Ventana de ERS

- **Inicio:** primer instante donde se cumple (\mathcal{R}) de forma continua.
- **Final:** primer instante donde deja de cumplirse por más de (ϵ).
- **Pre-ventana y post-ventana:** segmentos antes/después para detectar histéresis.

7.2.3 Controles y contrafactual prácticos

Para no engañarte, define al menos:

- **Controles temporales:** periodos cercanos sin (\mathcal{R}).
- **Controles de intensidad:** eventos parecidos pero más débiles (si existen).
- **Controles cruzados:** regiones/sistemas similares sin (\mathcal{R}).

Salida de 7.2: definición exacta de (\mathcal{R}) + lista de ventanas (R y controles).

7.3 Elección de escala (n), partición y métrica

Objetivo: fijar cómo “reduces” el sistema a estados efectivos comparables, sin cocinarlo a posteriori.

7.3.1 Escala (n)

La escala (n) es tu resolución efectiva: cuánto detalle conservas.

Regla práctica:

- (n) debe ser lo bastante fina para capturar cambios relevantes,
- pero lo bastante gruesa para que existan **clases** (si todo es único, no hay dominio estable).

Pre-registro recomendado: no elijas un único (n). Elige un conjunto pequeño:

- ($n \in \{n_1, n_2, n_3\}$) (tres escalas) y declara cuál será “principal” y cuáles “sensibilidad”.

7.3.2 Partición y representación del estado

Decide cómo representas cada observación del sistema:

- vector de features
- grafo

- distribución local
- embedding (con método fijado ex-ante)

Y cómo lo discretizas o agrupa:

- bins
- clustering con parámetros fijos
- “estados” por reglas

Candado: no está permitido redefinir features tras ver resultados “bonitos”, salvo como estudio separado.

7.3.3 Métrica de similitud

La métrica define “cercanía”:

- distancia euclídea, coseno, divergencia entre distribuciones, distancia en grafos, etc.

Regla: elige la métrica por **interpretación operacional** (qué significa estar cerca en tu sistema) y por robustez al ruido.

7.3.4 Umbrales y tolerancias

Define umbrales de:

- pertenencia a clase
- continuidad de (\mathcal{R})
- filtrado de ruido / smoothing

Salida de 7.3: “registro ex-ante” con ($\{n\}$), partición, métrica y umbrales.

7.4 Extracción de clases (A_k) y estimación de barreras y transiciones

Objetivo: obtener las clases dominantes bajo (\mathcal{R}) (SC), y caracterizar la dinámica: estabilidad, transiciones, fronteras.

7.4.1 Estimar tipicidad condicionada

Construye (con el método elegido) una aproximación de:

- $(P(\text{estado} \mid \mathcal{R}))$
o un “coste” equivalente (tipo $-\log P$ o score).

7.4.2 Definir clases (A_k)

Una clase (A_k) debe cumplir **dos criterios**:

1. **Densidad/probabilidad alta** bajo (\mathcal{R}) frente a controles.
2. **Metastabilidad:** el sistema entra y permanece un tiempo característico antes de salir.

Salida mínima por clase

- definición (regla de pertenencia)
- centro/representante
- “volumen” o masa probabilística
- estabilidad: tiempo típico dentro
- sensibilidad: qué variables la sostienen

7.4.3 Transiciones

Estima:

- matriz de transiciones entre clases (empírica o modelada)
- tasas de entrada/salida
- rutas dominantes (si hay secuencias repetidas)

7.4.4 Barreras y fronteras

Aquí “barrera” es el coste o dificultad de pasar de (A_i) a (A_j). Operacionalmente puede medirse como:

- rareza de cruces
- necesidad de condiciones adicionales
- “cuello de botella” en el espacio de estados

No necesitas una única fórmula; necesitas un **estimador consistente** y fijo.

Salida de 7.4: conjunto ($\{A_k\}$) + dinámica (transiciones) + estimación de barreras.

7.5 Validación completa

Objetivo: demostrar que lo que viste no es un artefacto de partición, de azar, de autocorrelación o de tuning.

7.5.1 Robustez

Repite (según plan pre-registrado):

- pequeñas variaciones de partición
- pequeñas variaciones de métrica
- bootstrap / submuestreo
- cambios controlados de resolución temporal

Criterio: si las clases cambian radicalmente con microcambios, no son clases: son ruido o sobreajuste.

7.5.2 Ablaciones

Diseña ablaciones que destruyan el mecanismo preservando “apariencias”:

- barajar etiquetas de (\mathcal{R}) manteniendo marginales
- romper correlación temporal manteniendo distribución
- aleatorizar acoplos entre subcomponentes preservando estadísticos simples

Criterio: si después de ablación “sigues viendo lo mismo”, lo que viste no depende de SC: es un sesgo del pipeline.

7.5.3 Out-of-sample

- holdout temporal (otro periodo)
- holdout espacial (otra región)
- otro dataset equivalente

Métricas de éxito

- estabilidad de clases
- capacidad predictiva bajo (\mathcal{R})
- degradación controlada fuera de (\mathcal{R}) (esperable) sin colapso total

Salida de 7.5: informe de validación con resultados positivos y negativos.

7.6 Formato de reporte final

Objetivo: que el informe sea auditabile y no se convierta en relato.

7.6.1 Informe de una página

- Qué era el sistema y qué se midió
- Definición exacta de (\mathcal{R})
- Cuántas clases (A_k) emergen bajo (\mathcal{R})
- Qué transiciones/barreras dominan
- 3 evidencias de robustez + 1 ablation clave + 1 out-of-sample
- Conclusión acotada + “lo que NO puedo afirmar”

7.6.2 Informe técnico

1. Pre-registro: decisiones ex-ante completas
2. Pipeline reproducible: pasos exactos + parámetros
3. Resultados por escala (n)
4. Clases (A_k): definiciones, métricas, interpretaciones
5. Dinámica: transiciones, barreras, histéresis

6. Validación: robustez, ablaciones, OOS
7. Limitaciones y confusores residuales
8. Recomendaciones para falsar/mejorar el estudio

7.6.3 Lista explícita de “prohibiciones retóricas”

No afirmar:

- causalidad fuerte sin diseño causal
- “ley universal” a partir de un caso
- equivalencia literal con energía física si estás usando coste informacional
- “pre-tiempo señalizable”

Salida de 7.6: dos informes (1 pág + técnico) + carpeta reproducible del pipeline.

Checklist final del punto 7

- Frontera, observables, confusores
- (\mathcal{R}) operacional con umbrales y duración ex-ante + controles
- Escalas (n) pre-registradas + partición + métrica + tolerancias
- Clases (A_k) con criterio doble: dominancia + metastabilidad
- Transiciones + barreras estimadas con un estimador fijo
- Robustez + ablaciones + out-of-sample
- Reporte auditável con afirmaciones acotadas

8. Extensiones naturales (módulos)

Este punto no “añade magia”: son **módulos enchufables** que solo se activan cuando el caso lo exige. La regla de oro es:

Si el módulo no añade poder predictivo/explicativo bajo validación (robustez + ablación + out-of-sample), se descarta.

Cada módulo viene con: **(i) cuándo usarlo, (ii) qué añade al núcleo SC, (iii) cómo se estima, (iv) qué salidas produce, (v) candados y cómo puede fallar.**

8.0 Cómo se conectan los módulos con el Protocolo (punto 7)

- Los módulos **no sustituyen** el protocolo base: lo extienden.
- Se conectan típicamente en:
 - 7.2 (definición de (\mathcal{R})) → si (\mathcal{R}) es multi-condición/multi-dominio

- 7.3 (métrica/representación) → si necesitas geometría de accesibilidad o grafos
- 7.4 (clases/transiciones) → si aparecen rutas jerárquicas o acoplos top-down
- 7.5 (validación) → cada módulo exige una **ablación específica**

Candado común: cada módulo exige al menos **1 predicción diferencial** (“si el módulo es real, debería pasar X; si es artefacto, no”).

8.1 Multi-dominio: ERS concurrente e información condicional

Idea: en muchos sistemas el ERS no vive en un único “canal”, sino en varios dominios a la vez (físico, social, económico, cognitivo...). El módulo multi-dominio te permite:

- Definir (\mathcal{R}) como **intersección** o **composición** de restricciones por dominio.
- Medir **acoplos** entre dominios **bajo (\mathcal{R})** (no en promedio global).
- Distinguir: “un dominio está arrastrando al otro” vs “ambos responden a un tercero”.

8.1.1 Cuándo activarlo

- Cuando tienes variables naturalmente separables por dominio (p.ej. clima vs consumo vs regulación).
- Cuando observas que SC aparece “limpia” solo si condicionas por más de una cosa.
- Cuando hay sospecha de confusores inter-dominio.

8.1.2 Qué añade al núcleo SC

En vez de ($P(X \mid \mathcal{R})$), trabajas con:

- ($P(X \mid \mathcal{R}_1 \wedge \mathcal{R}_2 \wedge \dots)$)
y defines **múltiples escenarios**:
- ($\mathcal{R}^{\{(A)\}}$): solo dominio A
- ($\mathcal{R}^{\{(B)\}}$): solo dominio B
- ($\mathcal{R}^{\{(A \cap B)\}}$): intersección
- (opcional) ($\mathcal{R}^{\{(A \cup B)\}}$): unión

Eso te permite responder cosas tipo:

“Las clases (A_k) aparecen solo si clima y política están en modo X”.

8.1.3 Medidas de acople recomendadas (operacionales)

No necesitas casarte con una única medida, pero sí fijar **una familia** ex-ante:

- **Información mutua condicional**: cuánto se reduce la incertidumbre de un dominio al conocer otro, *bajo (\mathcal{R})*.
- **Dependencia dirigida** (si procede): medidas con retardo (A en $(t-\tau)$ explica B en (t)).

- **Acople por clases:** si las transiciones de clases en A coinciden con cambios de clase en B.

8.1.4 Salidas del módulo

- Ranking de pares de dominios con mayor acople bajo (\mathcal{R}).
- Diagrama de dependencias “bajo condición”.
- Evidencia de **sinergia**: cuando $(A \cap B)$ produce estructura que (A) o (B) por separado no producen.

8.1.5 Candados y ablaciones específicas

- **Ablación 1 (romper inter-dominio):** permutar una serie (manteniendo marginales) para matar acople sin tocar distribuciones simples.
- **Ablación 2 (falsos comunes):** condicionar por un “tercero” plausible y ver si el acople cae.
- **Fallo típico:** “acople” artificial por estacionalidad o tendencia común. Solución: detrend, controles, y medición condicional por fases.

8.2 “Peso de dominio” top-down / bottom-up como términos de coste

Idea: un dominio superior (normas, instituciones, cultura, estrategia) puede sesgar lo que es “típico” en dominios inferiores (conducta, economía, incluso infraestructura). Y al revés: lo inferior limita lo superior (viabilidad).

Este módulo formaliza ese “peso” sin convertirlo en mística: como un **término adicional** en el “coste” / paisaje condicionado.

8.2.1 Cuándo activarlo

- Cuando ves que el mismo sistema, con la misma física local, cambia de régimen al cambiar reglas/estructura social.
- Cuando hay histéresis “institucional”: el retorno al estado anterior no ocurre aunque (\mathcal{R}) desaparezca.
- Cuando sospechas que el dominio superior actúa como **condición de contorno**.

8.2.2 Qué añade al núcleo SC

Introduce un término de coste que depende de variables del dominio superior:

- **Top-down:** el superior desplaza el paisaje del inferior (cambia qué cuencas son accesibles/dominantes).
- **Bottom-up:** el inferior impone penalizaciones: el superior “no puede sostenerse” sin cierto flujo/estabilidad abajo.

Operacionalmente, lo que buscas es una firma tipo:

- cambio sistemático en **masas** de clases (A_k)

- aparición/desaparición de clases
- cambio en **barreras** (transiciones más costosas o fáciles)

8.2.3 Diseño mínimo para no autoengañarte

- Identifica el “acto” top-down: una norma, política, arquitectura organizativa, interfaz, incentivos.
- Define ventanas antes/después (o grupos con/ sin la norma).
- Mantén todo lo demás lo más comparable posible (controles).

8.2.4 Salidas del módulo

- “Curvas de respuesta”: cómo cambian clases del inferior al variar intensidad del superior.
- Estimación de “peso”: sensibilidad del paisaje del inferior frente al superior.
- Evidencia de canal: qué variables del superior son las que realmente “mueven la aguja”.

8.2.5 Candados y ablaciones específicas

- **Ablación de canal:** reemplaza la variable “superior” por un placebo (misma distribución, distinto significado) → si el efecto sigue, era artefacto.
- **Fallo típico:** confundir top-down con shock exógeno simultáneo (p.ej. norma y crisis económica a la vez).
- **Antídoto:** controles cruzados y análisis por subpoblaciones donde el shock no aplica igual.

8.3 Hiperbolicidad efectiva del espacio de accesibilidad

Idea: “hiperbólico” aquí no es cosmología: es geometría efectiva del **espacio de estados accesibles** o del **grafo de transiciones**. Si ese espacio es “tipo árbol” (ramificado), aparecen de forma natural:

- crecimiento rápido del número de alternativas al alejarte,
- rutas dominantes,
- cuellos de botella,
- jerarquías y umbral fuertes.

8.3.1 Cuándo activarlo

- Cuando el sistema parece tener “decisiones” irreversibles o casi irreversibles (ramas).
- Cuando hay muchas micro-variantes pero pocas rutas macro.
- Cuando las transiciones parecen pasar por “puertas” obligadas.

8.3.2 Qué añade al núcleo SC

En vez de mirar solo clases (A_k), modelas la **estructura del espacio**:

- Construyes un grafo: nodos = estados/clases; aristas = transiciones (con peso por frecuencia/coste).

- Estimas “tree-likeness” o curvatura efectiva.
- Interpretas barreras como **cuellos de botella geométricos**, no solo probabilísticos.

8.3.3 Medidas prácticas (elige 1–2 ex-ante)

- **Crecimiento de bolas:** cuántos nodos están a distancia (r) (si crece muy rápido, sugiere ramificación).
- **Centralidad de cuellos:** si muchas rutas pasan por pocos nodos/edges.
- **δ -hiperbólico / tree-likeness** (si tienes grafo suficiente): cuantifica “parecido a árbol”.

8.3.4 Salidas del módulo

- Mapa del grafo de accesibilidad (o resumen: cuellos, ramas, profundidad efectiva).
- Identificación de “puntos de control”: nodos/edges que gobiernan muchas rutas.
- Evidencia de que ciertas transiciones son estructuralmente raras (no solo por muestreo).

8.3.5 Candados y fallos típicos

- **Fallo típico:** grafo “parece árbol” por falta de datos (submuestreo).
- **Prueba:** bootstrap y ver si la estructura se mantiene.
- **Ablación:** barajar transiciones manteniendo grado/distribuciones locales; si tu hiperbolicidad era real, debería degradarse.

8.4 Lognormalidad vs colas pesadas: mecanismos y diagnóstico

Idea: este módulo no es “estadística por posteo”: es un detector de **mecanismos**.

- **Lognormal** suele apuntar a procesos multiplicativos / cascadas.
- **Colas pesadas** suelen apuntar a mezclas, umbrales, feedback fuerte, heterogeneidad extrema, dependencia estructural, o “eventos raros sostenidos” encadenados.

8.4.1 Cuándo activarlo

- Cuando los extremos importan (riesgo, colapsos, picos).
- Cuando el promedio engaña y SC se apoya en rarezas.
- Cuando quieres separar “variabilidad multiplicativa” de “riesgo extremo estructural”.

8.4.2 Qué añade al núcleo SC

- En vez de describir ($P(X \mid \mathcal{R})$) solo por medias/varianzas, describes **la forma de la cola** y su estabilidad.
- Extraes métricas de cola **bajo (\mathcal{R})** y en controles.

8.4.3 Diagnóstico recomendado (pipeline)

1. Limpieza: estacionariedad/segmentación (colas pueden ser mezcla de regímenes).
2. Ajustes candidatos: lognormal vs modelos de cola pesada (elige familia).
3. Comparación penalizada (AIC/BIC o CV) + chequeo gráfico (sin enamorarte del plot).
4. Estabilidad por ventanas: ¿la cola se mantiene o es un artefacto puntual?

8.4.4 Salidas del módulo

- Clasificación pragmática: “compatible con lognormal”, “cola pesada”, “mezcla de regímenes”.
- Qué cambia bajo ($\backslash\text{mathcal R}$): ¿crece la cola? ¿aparecen más extremos? ¿se vuelve bimodal?
- Recomendación operacional: qué métricas de riesgo usar a partir de eso.

8.4.5 Candados y ablaciones específicas

- **Ablación de mezcla:** remezcla por grupos para ver si la cola era heterogeneidad (mezcla) y no mecanismo.
- **Fallo típico:** confundir outliers por errores de medición con cola pesada real.
- **Antídoto:** auditoría de datos, y comparación con variables instrumentales (si existen).

8.5 “Puertas” de emergencia: cuándo introducir nuevos grados de libertad

Idea: este módulo es tu policía anti-narrativa. Te dice cuándo “inventar un nuevo dominio” está justificado y cuándo es puro relato.

Una “puerta” existe si introducir un nuevo grado de libertad:

1. **reduce** el coste explicativo (mejora predicción/compresión),
2. de forma **robusta**,
3. y **out-of-sample**,
4. penalizando complejidad.

8.5.1 Cuándo activarlo

- Cuando estás tentado de decir: “aquí aparece un dominio nuevo”.
- Cuando un modelo simple falla de forma sistemática y aparecen regularidades residuales.
- Cuando los datos sugieren un mecanismo no capturado por la representación actual.

8.5.2 Qué añade al núcleo SC

Convierte “dominio nuevo” en hipótesis verificable:

- Modelo base (M_0): sin nuevo grado de libertad
- Modelo extendido (M_1): con nuevo grado de libertad (nueva variable latente, nueva partición, nueva regla)
- Se decide por evidencia (penalizada) y por estabilidad.

8.5.3 Tipos de “puerta” (para que no se te vaya de las manos)

- **Puerta de representación:** un embedding/feature nuevo que captura estructura real.
- **Puerta de dinámica:** introducir memoria/retardo porque hay dependencia temporal real.
- **Puerta de acople:** introducir interacción entre dominios porque hay dependencia condicional robusta.
- **Puerta jerárquica:** introducir niveles/escala porque hay estructura multiescala estable.

8.5.4 Salidas del módulo

- Declaración formal: “Acepto (M_1) sobre (M_0) bajo criterios X, Y, Z”.
- Qué fenómeno explica ahora que antes no.
- Qué predicción nueva hace (y cómo se falsaría).

8.5.5 Candados y fallos típicos

- **Fallo típico:** puerta que solo mejora in-sample (overfitting).
- **Antídoto:** out-of-sample obligatorio + ablación donde el “nuevo grado” pierde su estructura.
- **Fallo típico 2:** puerta que depende de una elección de partición/métrica.
- **Antídoto:** robustez cruzada con particiones alternativas pre-registradas.

Checklist final del punto 8 (para el documento)

- Para cada módulo: **condición de activación** (cuándo se usa)
- **Qué añade** al núcleo SC (en términos de objetos/medidas)
- **Qué produce** (salidas mínimas)
- **Ablación específica** del módulo (obligatoria)
- **Criterio de descarte** (cuándo decir “no aporta”)

9. Casos de estudio y plantillas

Este punto no es “ejemplos por adornar”. Es donde el método demuestra que **sirve** y, sobre todo, que **sabe decir NO**. La función del bloque 9 es triple:

1. Dar **plantillas repetibles** para aplicar el protocolo (punto 7) sin reinventar estructura.

2. Mostrar **familias de fenómenos** donde SC y ERS producen clases, barreras y transiciones.
3. Incluir **casos negativos**: situaciones donde el método, si es honesto, debe concluir “no hay estructura robusta” o “no puedo inferir dominio”.

La organización ideal es: **una plantilla general + 4–5 casos positivos** (por dominios) + **casos negativos** con diagnóstico de fallo.

9.1 Plantilla general (rellenable)

Esta plantilla es el “formulario” estándar. Cada caso de estudio del documento debe poder rellenarla.

9.1.1 Ficha del sistema (1–2 páginas)

- **Sistema:** qué es, frontera, entradas/salidas.
- **Objetivo del análisis:** qué se quiere detectar (dominios, transiciones, rutas, riesgo extremo).
- **Ventana temporal:** (T) total y resolución (Δt).
- **Observables:** lista + diccionario de variables.
- **Confusores plausibles:** lista priorizada + mitigación.

9.1.2 Definición ex-ante de (\mathcal{R}) (ERS)

- **Definición operacional:** umbrales, duración mínima, tolerancia a huecos.
- **Ventanas:** pre / (\mathcal{R}) / post.
- **Controles:** temporales, espaciales o de intensidad.
- **Justificación:** por qué esto cuenta como ERS en este sistema.

9.1.3 Registro de inferencia (ex-ante)

- Escalas (n) a probar.
- Representación del estado (features, grafo, distribución, embedding).
- Métrica de similitud y partición.
- Umbrales de pertenencia y smoothing.

9.1.4 Resultados: clases (A_k)

Para cada clase:

- Definición operativa (regla o cluster con parámetros).
- Masa/probabilidad bajo (\mathcal{R}) y en controles.
- Estabilidad (tiempo dentro) y transiciones típicas.
- Variables más “diagnósticas” (qué la distingue).
- Interpretación (acotada) del significado sistémico.

9.1.5 Dinámica: transiciones y barreras

- Matriz de transición (o resumen de rutas dominantes).
- Barreras: cuáles son los cuellos de botella.
- Evidencia de histéresis (si aplica).

9.1.6 Validación

- Robustez (qué cambiaste y qué se mantuvo).
- Ablaciones (y qué desapareció).
- Out-of-sample (qué generaliza y qué no).

9.1.7 Conclusión auditable

- “Afirmo X” (solo lo soportado).
- “No puedo afirmar Y” (lista explícita).
- “Qué falsaría esto” (experimento/condición crítica).

9.2 Caso físico-técnico: red eléctrica regional bajo ola de calor sostenida

Propósito: demostrar SC en un sistema con dinámicas y restricciones claras, donde ERS es definible sin ambigüedad moral.

9.2.1 Sistema y observables

- Generación (mix), transmisión, demanda por sectores, temperatura de equipos.
- Exógenos: temperatura, viento, radiación, políticas de precio/alerta.

9.2.2 ERS (\mathcal{R})

(\mathcal{R}): ola de calor por encima de umbral + duración mínima + demanda sostenida alta (o margen de reserva bajo) durante varios días.

Controles: semanas similares sin ola sostenida; otra región comparable.

9.2.3 Qué se espera si SC opera

- Aparición de **clases operativas**: “modo normal”, “modo tensión”, “modo racionamiento/alarma”.
- Transiciones concentradas por cuellos: pérdida de margen de reserva, saturación de líneas, fallo de subestación.
- Histéresis: volver a “normal” tarda más que salir de “normal” (por calentamiento acumulado / recuperación).

9.2.4 Salidas típicas

- 2–4 clases (A_k) estables bajo (\mathcal{R}).
- Rutas dominantes: normal → tensión → (alarma o estabilización).
- Barreras: cuellos de botella infraestructurales y regulatorios.

9.2.5 Validación específica

- Ablación: barajar la etiqueta de ola de calor manteniendo demanda marginal → debe caer la estructura condicionada.
 - OOS: otro verano / otra región.
-

9.3 Caso biológico/ecológico: población bajo estrés ambiental sostenido

Propósito: mostrar que SC detecta reorganización sin caer en teleología (“la naturaleza quiere...”).

9.3.1 Sistema y observables

- Población (especie), tasas de supervivencia/reproducción, distribución espacial, recursos.
- Exógenos: sequía, salinidad, temperatura, depredación, intervención humana.

9.3.2 ERS (\mathcal{R})

(\mathcal{R}): sequía (o recurso bajo) sostenida durante (T_{\min}), con indicadores de estrés fisiológico.

9.3.3 Qué se espera si SC opera

- Clases: “dispersión”, “concentración en refugios”, “migración”, “colapso local”.
- Barreras: cruces de umbral de recurso; fragmentación del hábitat.
- Colas pesadas: eventos extremos de mortalidad o migración masiva (según el sistema).

9.3.4 Validación específica

- Ablación: mezclar localizaciones (romper estructura espacial) preservando distribuciones → deberían desaparecer clases geográficas.
 - OOS: otra estación, otra región.
-

9.4 Caso cognitivo/aprendizaje: un agente bajo restricción sostenida

Propósito: aterrizar “dominios mentales” sin psicologismo: como dinámica de estados y memoria bajo (\mathcal{R}).

9.4.1 Sistema y observables

- Un agente (humano o modelo): rendimiento, latencia, errores, patrones de decisión, cambios de estrategia.
- Estado interno proxy: embeddings, medidas de atención, heurísticas observables, secuencias de acción.

9.4.2 ERS (\mathcal{R})

(\mathcal{R}): restricción sostenida (fatiga, privación, multitarea prolongada, regla nueva fija) durante ventana continua.

9.4.3 Qué se espera si SC opera

- Clases de estrategia: exploración, explotación, “modo ahorro”, colapso o automatización rígida.
- Transiciones: disparadas por umbrales de error/tiempo, cambios de regla.
- Histéresis: la estrategia “de emergencia” persiste tras retirar la restricción.

9.4.4 Validación específica

- Ablación: permutar secuencias preservando distribución de aciertos → debe romper rutas dominantes.
- OOS: otro conjunto de tareas con misma restricción.

9.5 Caso social-institucional: candados y coste de sostén

Propósito: demostrar el módulo de “peso de dominio” sin caer en moralina: instituciones como condiciones de contorno que sesgan tipicidad.

9.5.1 Sistema y observables

- Comunidad/organización: reglas, sanciones, recursos, métricas de cooperación/conflicto, flujos.
- Observables: tasas de cumplimiento, redes de interacción, distribución de beneficios/costes, narrativas (si medibles).

9.5.2 ERS (\mathcal{R})

(\mathcal{R}): restricción institucional sostenida (p.ej., racionamiento, estado de excepción, norma rígida de acceso a recursos) durante (T_{\min}).

9.5.3 Qué se espera si SC opera

- Clases: régimen cooperativo estabilizado, régimen de evasión, régimen de conflicto abierto, régimen de colapso.

- Peso top-down: cambios en reglas desplazan la masa de clases.
- Bottom-up: si cae el “flujo mínimo” (energía/recursos/legitimidad), el dominio superior se vuelve inviable.

9.5.4 Validación específica

- Ablación de canal: usar placebo de “regla” con misma distribución temporal → efecto debe desaparecer.
 - OOS: otra comunidad con estructura similar.
-

9.6 Casos negativos: cuándo el método debe decir “no concluyo”

Este apartado es crucial: sin él, el marco parece una máquina de encontrar patrones siempre.

9.6.1 Caso negativo tipo I: “no hay ERS real”

- (\mathcal{R}) es demasiado breve, intermitente o mal definido.
Síntoma: clases no se estabilizan; todo depende de cómo eliges la ventana.
Diagnóstico: sensibilidad alta a (T_{\min}) y a tolerancias (ϵ).

9.6.2 Caso negativo tipo II: “estructura por pipeline”

- La partición o métrica crea clusters aunque el proceso sea homogéneo.
Síntoma: ablaciones preservan resultados.
Diagnóstico: al permutar etiquetas o romper correlación temporal, las clases “siguen ahí”.

9.6.3 Caso negativo tipo III: “submuestreo”

- El grafo parece hiperbólico o hay cuellos solo porque faltan datos.
Síntoma: bootstrap produce grafos distintos cada vez.
Diagnóstico: incertidumbre enorme en barreras/transiciones.

9.6.4 Caso negativo tipo IV: “mezcla de regímenes no modelada”

- La cola pesada o las clases aparecen porque mezclas poblaciones distintas.
Síntoma: al segmentar por subgrupo, la cola desaparece.
Diagnóstico: heterogeneidad explica más que SC.

9.6.5 Informe estándar cuando no concluyes

- Qué falló (ERS, escala, observables, datos).
- Qué falta para concluir (medidas, diseño, más ventana).
- Qué hipótesis alternativas explican el patrón.

Cierre del punto 9: por qué este bloque importa

- Los casos positivos muestran **cómo** SC produce estructura bajo condición.
- Los casos negativos muestran **cuándo** no debes vender humo.
- Las plantillas hacen el método **operable y auditabile**.

10. Discusión y límites

Este apartado existe para una sola cosa: **impedir que el método se convierta en una cosmología literaria**. Es donde se explicita qué tipo de afirmaciones son legítimas (y bajo qué condiciones), cuáles son tentaciones típicas del marco (por lo potente que es) y dónde están los bordes duros: lo que *no* puedes inferir honestamente aunque el resultado “parezca claro”.

10.1 Alcance del marco: qué tipo de explicaciones produce

El método produce explicaciones de tipo **operacional y estructural**, no “esencialistas”. Es decir: no pretende decir qué *es* el mundo, sino describir **cómo se organiza** un sistema cuando existe una **condición sostenida** (\mathcal{R}) que sesga la tipicidad (SC) y reorganiza el espacio de estados en **clases dominantes y rutas preferentes**.

Lo que el marco sí puede producir de forma natural (cuando el protocolo está bien aplicado y validado):

1. Identificación de dominios efectivos bajo ERS

Puedes afirmar que, dado (\mathcal{R}), el sistema se comporta “como si” tuviera un número pequeño de configuraciones típicas (clases (A_k)) y que esas clases actúan como un dominio emergente. Esto es especialmente legítimo si hay **metastabilidad** y separación de escalas.

2. Mapa de estabilidad y fragilidad

El marco es bueno para responder “¿qué se sostiene?” y “¿qué se rompe?” bajo presión sostenida. Es decir: localizar **cuencas robustas, fronteras y puntos de ruptura** (umbras) donde el sistema cambia de régimen.

3. Rutas de transición y cuellos de botella

Más que predecir “el estado exacto”, el marco predice **caminos**: transiciones dominantes, dependencias de historial (histéresis) y condiciones necesarias para cruzar barreras.

4. Diagnóstico multiescala

Si aparece dominancia solo a ciertos (n), eso ya es información: revela **en qué escalas** existe estructura emergente. El método está diseñado para aceptar que *no todo emergente existe en cualquier resolución*.

5. Comparación honesta entre hipótesis

Con validación OOS y ablaciones, el marco puede decir: “este mecanismo explica más con menos (y resiste tests) que estas alternativas”.

Qué tipo de salida NO es el objetivo:

- “predicción puntual exacta”
- “teoría final del universo”
- “ontología definitiva”

Si sale, debe salir como consecuencia, no como promesa.

10.2 Límites: lo que no puede inferirse honestamente

Aquí van límites “duros”. Algunos son límites del método, otros son límites epistémicos inevitables.

10.2.1 No equivale a causalidad fuerte (por defecto)

SC describe reorganización bajo (\mathcal{R}). Si tú observas que (\mathcal{R}) y una clase (A_k) coaparecen, eso **no** demuestra que (\mathcal{R}) sea causa única ni causa directa. A menudo (\mathcal{R}) es parte de un **paquete de condiciones** o es un marcador de algo más profundo.

Solo puedes acercarte a causalidad si:

- hay diseños quasi-experimentales,
- contrafactuales bien construidos,
- intervenciones o shocks externos,
- y el resultado sobrevive a confusores.

Por defecto, el marco es **estructural y condicional**, no causal fuerte.

10.2.2 Dependencia del “corte” (observables, métrica, partición)

El método no está definido “desde Dios”; está definido desde *cómo miras*.

Cambiar observables, métrica o coarse-graining cambia el espacio de estados. Por eso existen los **candados de robustez**.

Pero incluso con robustez, hay un límite: no existe garantía de que tu representación capture “las variables realmente relevantes”. Si el observador mide mal, el método puede producir una estructura emergente “real”... pero real **en el espacio de medición**, no necesariamente en el sistema subyacente.

En otras palabras: el marco es tan bueno como el **interfaz de observación**.

10.2.3 “Energía” como coste estructural no es energía física automáticamente

En el marco unificado, “energía” puede usarse como nombre operacional de:

- coste informacional,
- tensión por incompatibilidad,
- barrera de transición,

- o contabilidad del esfuerzo de sostener restricciones.

Eso es potente, pero hay una prohibición clara:

- **no puedes** afirmar equivalencia con energía física (en joules, conservación, etc.) salvo que hayas construido explícitamente el puente y lo hayas validado.

Si no hay puente, es una analogía operacional: útil, pero limitada.

10.2.4 Pre-tiempo: no se puede usar como canal

Si introduces pre-tiempo para explicar consistencia global no-secuencial, debes mantener el candado:

- si algo es señalizable, está en tiempo emergente y respeta localidad.

Cualquier propuesta que permita “mensajes desde pre-tiempo” rompe el marco porque destruye su ancla operacional.

10.2.5 No hay “garantía de universalidad”

El marco pretende ser **transferible** (por estructura), pero no promete que el mismo tipo de ERS produzca el mismo conjunto de clases en todos los dominios. La universalidad aquí es de *procedimiento*, no de resultados.

10.3 Sensibilidades: de qué depende realmente tu conclusión

Esta sección lista las dependencias que más suelen distorsionar resultados y cómo deben declararse.

10.3.1 Sensibilidad a la definición de (\mathcal{R})

Cambios pequeños en umbral o duración mínima pueden:

- “activar” o “desactivar” un dominio,
- cambiar las clases dominantes,
- invertir rutas de transición.

Por eso, tu reporte debe incluir:

- una “banda” de sensibilidad: $(\theta \pm \delta)$, $(T_{min} \pm \delta)$
- y declarar en qué rango la conclusión se mantiene.

Si la conclusión solo existe para un umbral muy fino, es sospechosa.

10.3.2 Sensibilidad a escala (n)

Muchas estructuras emergentes son **escala-dependientes**.

Hay tres patrones típicos que deben reportarse explícitamente:

1. **Emerge solo en escalas medias**: señal de dominio efectivo real (no micro, no macro).
2. **Solo emerge en escalas muy gruesas**: riesgo de artefacto por agregación.
3. **Solo emerge en escalas muy finas**: riesgo de sobreajuste o ruido estructurado.

El protocolo exige reportar al menos 3 escalas, no una.

10.3.3 Sensibilidad a autocorrelación y no-estacionaridad

Los sistemas reales tienen memoria. Eso puede simular metastabilidad sin que haya “clases” reales, solo inercia.

Por eso, tus ablaciones deben atacar específicamente:

- la estructura temporal
- y la estructura de acople.

Si no lo atacan, no has validado.

10.3.4 Sensibilidad a confusores “invisibles”

En social/cognitivo, el confusor invisible por excelencia es el cambio de regla o medición. En físico-técnico, es la instrumentación o el mantenimiento. En biológico, es estacionalidad, migración, etc.

Tu reporte debe tener una sección “confusores residuales” donde dices:

- cuáles conoces
- cuáles no puedes medir
- qué signos observarías si te estuvieran engañando

Esto hace el documento más honesto y más fuerte.

10.4 Agenda de mejora: cómo endurecer el marco sin traicionarlo

Este punto no es marketing. Es un listado de “bordes abiertos” que, si los cierras, haces el método más duro y menos interpretable a capricho.

10.4.1 Unificar estimadores (catálogo canónico)

Ahora mismo el marco permite varios estimadores para:

- barreras,
- tensión,
- dominancia.

Eso es bueno (adaptabilidad), pero peligroso (elección oportunista).

Mejora natural: proponer un “núcleo canónico” de 1–2 estimadores por objeto, y el resto como opcionales bajo justificación.

10.4.2 Automatizar el pre-registro y auditoría

Un paso fuerte sería convertir el protocolo en:

- un formulario de pre-registro,
- un script/pipeline estándar,
- un reporte auto-generado.

Así reduces el margen de “cuento”.

10.4.3 Diseños de intervención / contrafactual

Para acercarte a causalidad, el camino natural es:

- experimentar, intervenir, o aprovechar shocks exógenos.

En social, esto puede ser:

- cambios regulatorios repentinos,
- loterías de implementación,
- discontinuidades.

En físico-técnico:

- fallos controlados,
- variación exógena de carga.

En bio:

- manipulación ambiental o cohortes.

10.4.4 Medición explícita de hiperbolicidad efectiva

Si el módulo hiperbólico es importante, la mejora es:

- medir δ -hiperbolicidad o crecimiento de vecindades,
- comparar contra grafos nulos,
- correlacionar eso con aparición de umbrales y rutas múltiples.

10.4.5 Conectar “tiempo local” con magnitudes observables

Si quieres que “tiempo emergente” sea más que una intuición, propón:

- un índice de resolubilidad temporal (capacidad predictiva a horizontes)
- y su degradación bajo tensión.

Esto vuelve el concepto duro sin forzar física estándar.

10.5 Reglas de sobriedad (cláusulas anti-exageración)

Para cerrar el documento unificado con fuerza, yo pondría una lista corta y visible:

1. **Si no hay robustez + ablación + OOS, no hay conclusión.**
 2. **Si la conclusión depende de un umbral quirúrgico, es frágil (y debe reportarse como tal).**
 3. **No se afirma causalidad fuerte por defecto.**
 4. **“Energía” es coste estructural salvo puente explícito.**
 5. **Pre-tiempo no puede ser canal de señal.**
-

Anexo A — Núcleo formal y definiciones duras (para que el método sea replicable)

A.0 Propósito del anexo

Este anexo fija **definiciones, notación, y criterios de aceptación/rechazo**. Su función es convertir el marco en un protocolo **pre-registrable**: que no dependa de “narrativa” sino de elecciones explícitas (métrica, escala, condición (\mathcal{R}), procedimiento de participación, tests).

A.1 Sistema, frontera y canales (candado de contabilidad)

Sistema: el objeto de estudio (red, ecosistema, mercado, conflicto social, experimento cuántico...) delimitado por una **frontera** declarada ex ante: qué entra/sale, qué cuenta como canal y qué no (para no confundir “cambio de contabilidad” con “cambio de régimen”).

- Entradas/salidas típicas:
 - recursos físicos (energía/potencia, alimento/agua, etc.),
 - información/registro,
 - control/coerción,
 - corredores/evacuación/contrabando (si aplica).

A.2 Coarse-graining y escala (n): estado efectivo (ϕ_n)

Se trabaja siempre a una **resolución** (temporal/espacial/organizativa) fijada: (n).

- Para cada dominio ($d \in \{1, \dots, D\}$), se define un vector de estado coarse-grained:
 $[\phi_{d,n}(t) \in \mathbb{R}^{m_d}]$
y el estado conjunto:
 $[\phi_n(t) := (\phi_{1,n}(t), \dots, \phi_{D,n}(t))]$.
- Ejemplos de plantillas multi-dominio (técnico/clima/humano/económico/social o bio/seguridad/institucional/social/info) están explícitos en el documento.
-

A.3 Métrica (d_n), tolerancia (δ_n) y equivalencia (\approx)

Para poder hablar de “probabilidad de estar cerca de (ψ)” sin ambigüedad, se fija:

1. una distancia/divergencia (d_n) (Mahalanobis, euclídea, KL, combinaciones ponderadas, etc.),
2. un umbral ($\delta_n > 0$).

Definición por defecto (métrica + radio):

$$[\mathbb{P}(\phi_n \approx \psi); :=; \mathbb{P}(d_n(\phi_n, \psi) \leq \delta_n).]$$

Alternativa equivalente: partición ($\{\Pi_n = \{C_{n,1}, \dots, C_{n,M}\}\}$), y ($\phi_n \approx \psi$) significa “caen en la misma celda”.

Candado: (d_n) y (δ_n) quedan fijados ex ante (o con un **rango pre-registrado** para tests de robustez, p.ej. ($\delta_n \pm 20\%$)).

A.4 Evento Raro Sostenido (ERS) (\mathcal{R}): umbral + persistencia + “sostenido”

El corazón del método es condicionar por una condición **rara y sostenida** definida ex ante.

Ejemplo tipo (conurrencia + persistencia):

$$[\mathcal{R} \bar{T} > 38^\circ C \cap \text{persistencia} \geq 72h \cap \bar{HR} < 30]$$

Para separar “pico” de “estrés sostenido”, se usa además una excedencia integrada:

$$\left[\int_{t_0}^{t_0+72h} (T(t) - 38)_+, dt \geq 50 \text{ } ^\circ C \cdot h. \right]$$

Versión multi-dominio (conurrencia sostenida en un subconjunto activo (S^{\star})):

$$\left[\mathcal{R} \left(\bigcap_{d \in S^{\star}} \mathcal{R}_d \right) \cap \text{persistencia} \geq \tau_p, \right]$$

con (\mathcal{R}_d) definido por excedencia integrada, cuantil por ventana, o excedencia acumulada (según el caso).

Candado anti-posición: (\mathcal{R}) se define **antes** de mirar resultados (para que SC no se convierta en “elegir el dominio después”).

A.5 Objeto primario bajo (\mathcal{R}): masa condicionada ($p_n(\psi | \mathcal{R})$)

Dada (\mathcal{R}), se estima la **masa condicionada** (a escala (n)):

$$[p_n(\psi | \mathcal{R}) = \mathbb{P}(d_n(\phi_n, \psi) \leq \delta_n | \mathcal{R}).]$$

Esto define el paisaje de tipicidad “bajo candado”.

A.6 Coste condicionado ($F_n^{\mathcal{R}}$) y normalización (ϵ_n)

Se define el coste asociado (tipo “energía libre” informacional):

$$[F_n^{\mathcal{R}}[\psi] = -\epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R}).]$$

Convenciones para (ϵ_n):

- por defecto ($\epsilon_n \equiv 1$),
 - opcionalmente ($\epsilon_n \propto 1/N_n$) si (ϕ_n) agrega (N_n) micro-grados efectivos.
-

A.7 Regla de Selección Condicionada (SC)

La regla SC se expresa como minimización del coste condicionado sobre el conjunto accesible/compatible:

$$[\text{bajo } \mathcal{R}, \quad \psi_n^* \in \arg \min_{\psi \in \mathcal{A}_n(\mathcal{R})} F_n^{\mathcal{R}}[\psi],]$$

donde ($\mathcal{A}_n(\mathcal{R})$) representa los estados **compatibles** con el candado a escala (n), incluyendo persistencia.

Lectura operacional: SC no es “causa mística”; es **regla de lectura**: *lo típico depende del dominio sostenido*.

A.8 Definición dura de clases (A_k): cuencas metastables de la medida condicionada

Las clases (A_k) NO son etiquetas narrativas: son **regiones metastables** bajo ($\mathbb{P}(\cdot | \mathcal{R})$). Se exige una definición en **dos capas**:

A.8.1 Capa geométrica/probabilística (basins)

Centros candidatos (ψ_k^*): mínimos locales de ($F_n(\cdot | \mathcal{R})$) (máximos locales de ($p_n(\cdot | \mathcal{R})$)).

Se pre-registra un procedimiento (\mathcal{D}) (watershed/mean-shift, etc.) que asigna cada (ψ) a un mínimo local:

$$[A_k^{(\text{geom})} := \psi : \mathcal{D}(\psi) = k.]$$

A.8.2 Capa dinámica (metastabilidad por tiempos)

Sea ($\{\psi_t\}$) una trayectoria coarse-grained. Para un conjunto (A):

$$[\tau_{\text{exit}}(A) := \inf t > 0 : \psi_t \notin A.]$$

Defínase un tiempo de relajación interno (τ_{relax})(A).

Criterio duro de metastabilidad:

$$[\tau_{\text{relax}}(A_k) \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_k)] \quad \text{y} \quad \mathbb{P}(\tau_{\text{exit}}(A_k) \geq \tau_p | \mathcal{R}) \text{ alta.}]$$

Solo los conjuntos que cumplan esto se aceptan como clases (A_k); si no, se fusionan o se descartan como subestructura no estable.

A.8.3 Alternativa (si hay datos temporales): MSM metastable

Si hay suficientes trayectorias, se estima una matriz de transición condicionada por ($R_t=1$) (estar en régimen (\mathcal{R})) y se identifican macroconjuntos metastables (A_k) por casi-invariancia (p.ej. espectro cercano a 1 y particiones tipo PCCA+).

A.9 Observables empíricos: probabilidades y dominancia

Dada la partición metastable ($\{A_k\}_{k=1}^K$), se definen:

$$[p_k := \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R}).]$$

Medidas simples de dominancia (ordenando ($p_1 \geq p_2 \geq \dots$)):

$$[D_H := \frac{p_1}{p_2}, \quad \Delta := p_1 - p_2.]$$

A.10 Dependencia multi-dominio bajo (\mathcal{R})

Para cuantificar acople, se usa información mutua condicional (u otro equivalente):

$$[I(\phi_{d,n}; \phi_{d',n} | \mathcal{R}).]$$

Interpretación: bajo estrés sostenido, dominios antes “sueltos” se vuelven predictivos entre sí por dependencia medible (no por esencia).

A.11 Candados metodológicos mínimos (para evitar irrefutabilidad)

Pre-registro (o equivalente) fija ex ante:

- (\mathcal{R}) umbral + persistencia +, si aplica, excedencia integrada),
 - (n), coarse-graining y su rango,
 - ($d_n, \delta_n, \epsilon_n$),
 - procedimiento (\mathcal{D}) para extraer (A_k),
 - métricas (p_k, D_H, Δ), tiempos ($\tau_{\text{relax}}, \tau_{\text{exit}}$),
 - tests de robustez (ventanas, bootstrap, variación controlada de (δ_n)),
 - ablaciones (romper acoplos preservando marginales; aplanar dependencias relevantes).
-

A.12 Protocolo operativo mínimo (checklist ejecutable)

1. Fijar (n), (d_n), (δ_n), (ϵ_n), partición/vecindad.
 2. Definir (\mathcal{R}) por persistencia acumulada (y excedencia integrada si procede).
 3. Estimar ($p_n(\psi | \mathcal{R})$) y construir ($F_n^{\mathcal{R}}$).
 4. Definir (A_k) por basins ((\mathcal{D})) y validar metastabilidad (tiempos o MSM).
 5. Calcular (p_k), (D_H), (Δ).
 6. Medir dependencia multi-dominio ($I(\cdot | \mathcal{R})$).
 7. Ejecutar robustez + ablaciones asesinas.
-
-

Anexo B — Equivalencias técnicas y traducciones operacionales (energía, tiempo, observación)

B.0 Propósito del anexo

Este anexo hace dos cosas:

1. deja claras las **equivalencias** que vuelven el formalismo “cerrado” (qué es constante, qué minimiza qué);
 2. fija las **traducciones operacionales** de tus conceptos (energía/tensión, tiempo local, pre-tiempo, observación como restricción) con candados explícitos para evitar metafísica.
-

B.1 Equivalencia clave: coste condicionado = coste conjunto + constante

Por definición:

$$[F_n^{\mathcal{R}}[\psi] = -\epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R}).]$$

Y se establece la equivalencia:

$$[F_n^{\mathcal{R}}[\psi] - \epsilon_n \log \mathbb{P}(\phi_n \approx \psi, \mathcal{R}) + \epsilon_n \log \mathbb{P}(\mathcal{R}),]$$

donde $(\epsilon_n \log \mathbb{P}(\mathcal{R}))$ es constante respecto a (ψ) .

Consecuencia práctica (candado de optimización): minimizar $(F_n^{\mathcal{R}}[\psi])$ equivale a maximizar $(\mathbb{P}(\phi_n \approx \psi, \mathcal{R}))$ (porque el término $(\log \mathbb{P}(\mathcal{R}))$ no cambia el argmin). Esto es lo que hace que SC sea una regla dura y no una metáfora.

B.2 “Energía” en UE: coste/tensión estructural (no sustancia)

En el documento conceptual, “energía” no es primitiva: se define operacionalmente como **tensión probabilística acumulada** por incompatibilidades sostenidas bajo restricciones persistentes.

- **Definición operacional:** energía = tensión acumulada producida cuando regiones se reorganizan de forma incompatible bajo candados persistentes.
 - **Uso:** comparar estados, estimar “esfuerzo” de sostener un dominio, explicar por qué ciertos patrones no escalan (coste explota).
 - **Candado:** no mezclarlo con energía clásica sin declarar una “traducción” (puente). Cada vez que uses “energía”, aclarar “en sentido UE: coste/tensión”.
-

B.3 Tiempo emergente y local: ritmo de reconfiguración operativa

Tiempo se formula como propiedad de dominios capaces de sostener:

- persistencia,
- registro/memoria,
- causalidad local operativa.

No es un fondo universal: es un **ritmo local de reconfiguración**. Alta tensión/restricción consume capacidad y puede frenar el “tiempo operativo”; baja tensión lo hace más fluido.

Candado anti-circularidad: no “tiempo = cambio”; tiempo = capacidad de ordenar cambios mediante registro y persistencia (no cambio a secas).

B.4 Pre-tiempo vs tiempo: “instantáneo” sin señal

Para evitar el error típico:

- **Pre-tiempo:** nivel de consistencia global del repertorio; no-secuencial. “Instantáneo” aquí significa *no expresable como propagación temporal local*.
- **Tiempo emergente:** nivel de registros, trayectorias y señales utilizables; causalidad local y límites de propagación.

Candado duro: si algo es señalizable (puedes usarlo para mandar mensaje), entonces está en tiempo emergente y debe respetar el límite causal.

B.5 Observación/medición como ERS de registro estable (instanciación cuántica)

Este punto formaliza tu intuición “no colapsa: se restringe” usando el mismo núcleo SC:

- Se definen dominios mínimos: micro (S), registro macroscópico (R) (y opcionalmente cognitivo/social (C) como lectura/uso del registro, no fuerza física).
- Se define un evento raro sostenido de registro (\mathcal{R}_{reg}): existe una clase de registro (k) tal que el estado de registro permanece en (C_k) durante ($[t_0, t_0 + \tau_p]$).
- Bajo (\mathcal{R}_{reg}), SC se aplica tal cual: cambia el conjunto accesible ($\mathcal{A}_n(\mathcal{R}_{\text{reg}})$) y por tanto lo típico.

Lectura dura: un “resultado” es una **cuenca metastable** del paisaje condicionado: registro coherente consigo mismo, transiciones raras, y olvido rápido dentro de la cuenca (metastabilidad).

B.6 “Puertas” y colas pesadas: endurecimiento estadístico (evitaruento)

Dos extensiones quedan cerradas con criterio operativo duro:

1. **Colas pesadas / lognormalidad:** aparecen por mezcla de regímenes, dependencias fuertes, umbrales y retroalimentaciones; el candado es comparar modelos (lognormal vs Pareto/Weibull/lognormal mezclada) por AIC/BIC, validación cruzada o pruebas de ajuste con pipeline fijado ex ante.
 2. **Puertas (nacimiento de dominios):** un nuevo dominio se acepta cuando mejora pérdida out-of-sample penalizada por complejidad y esa mejora es robusta (ventanas, bootstrap, coarse-graining).
-

Anexo C — Catálogo de estimadores canónicos

Este anexo fija un “menú cerrado” de estimadores para que, al aplicar UE, **no elijas el estimador después de ver el resultado**. En UE el objeto primario es la medida condicionada y su coste asociado, y el resto de magnitudes (dominancia, barreras, “tensión/energía”, etc.) se leen como **funcionales/observables** derivados.

C.0 Regla general (candado)

Para cada objeto a estimar, el protocolo exige:

1. elegir **1 estimador canónico** (default)
2. elegir **0–2 estimadores alternativos** (solo como robustez)
3. pre-registrar: ventanas, escala(s) (n), métrica, tolerancia, y criterio de aceptación (qué cuenta como “estable”)

C.1 Estimar el paisaje condicionado: $(p_n(\psi | \mathcal{R}))$ y $(F_n^{\mathcal{R}}[\psi])$

C.1.1 Estimador canónico de tipicidad condicionada

Se estima la probabilidad condicionada de observar un estado efectivo (ψ) (a escala (n)) bajo el régimen (\mathcal{R}). La forma base del método es trabajar con $(p_n(\psi | \mathcal{R}))$ y su coste:

- **Canónico (definicional):**

$$(F_n^{\mathcal{R}}[\psi] := -\epsilon_n \log p_n(\psi | \mathcal{R})).$$

Cómo se estima en práctica (operacional, sin “magia”):

- Fix: representación (ϕ_n), métrica (d_n), tolerancia (δ_n) y normalización (ϵ_n).
- Definir $(p_n(\psi | \mathcal{R}))$ como frecuencia/masa de observaciones en régimen (\mathcal{R}) que caen “cerca” de (ψ) según $(d_n(\phi_n, \psi) \leq \delta_n)$.
- Opcional: suavizado KDE o conteo por celdas discretas, pero **el método (KDE vs celdas) se fija ex ante.**

C.1.2 Normalizaciones admitidas (ϵ_n)

- **Default:** ($\epsilon_n = 1$) (si el objetivo es comparar costes relativos dentro de un mismo caso).
- **Alternativa:** ($\epsilon_n = 1/N_n$) si agregas (N_n) grados efectivos y quieres comparabilidad entre escalas.

Candado: no “tunear” (ϵ_n) para mejorar separación de clases.

C.2 Definir clases (A_k): extracción geométrica + validación dinámica

UE exige una definición **en dos capas**: cuencas en el paisaje condicionado (geométrica) + metastabilidad por tiempos o por operador de transición (dinámica).

C.2.1 Capa geométrica (canónica)

- **Centros candidatos:** mínimos locales de $(F_n[\mathcal{R}])$ (equivalentes a máximos locales de $(p_n(\cdot | \mathcal{R}))$).
- **Cuencas (basins):** fijar un operador de drenaje (\mathcal{D}) ex ante (p.ej. “descenso por gradiente”, watershed, mean-shift sobre discretización) y definir:
 $(A_k \cap \{\text{geom}\}) = \{\psi : \mathcal{D}(\psi) = k\}).$

C.2.2 Capa dinámica (canónica)

Para cada conjunto candidato (A):

- **Tiempo de salida** ($\tau_{\text{exit}}(A)$) y **tiempo de relajación interno** ($\tau_{\text{relax}}(A)$).
- **Criterio duro de metastabilidad:**
 $(\tau_{\text{relax}}(A_k) \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_k)])$ y alta probabilidad de permanencia por encima de un umbral (τ_p) bajo (\mathcal{R}).

Regla UE: si un “cluster bonito” no cumple metastabilidad, **no es clase**: se fusiona o se descarta.

C.2.3 Alternativa (si hay datos temporales buenos): MSM metastable

Construir una matriz de transición condicionada ($P_{ij}^{\mathcal{R}}$) a retardo (Δt), identificar modos lentos y particiones metastables (tipo PCCA+ o casi-invariancia), y definir (A_k) como uniones de microceldas.

Candado: discretización de microestados y (Δt) fijados ex ante.

C.3 Dominancia bajo (\mathcal{R})

Una vez definidas las clases (A_k), se estima:

- $(p_k := \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R}))$.
Y medidas de dominancia canónicas:
- **Razón de dominancia:** ($D_H := p_1/p_2$)
- **Brecha:** ($\Delta := p_1 - p_2$)

Lectura operacional: dominancia alta indica “poca tipicidad efectiva” (SC fuerte).

Candado: estabilidad obligatoria de (p_k), (D_H), (Δ) bajo variaciones pre-registradas de coarse-graining y ventanas.

C.4 Transiciones y tasas (dinámica efectiva)

C.4.1 Matriz de transición entre microestados (canónica cuando hay series)

$$(P_{ij}^{\mathcal{R}} := \mathbb{P}(\psi_{t+\Delta t} \in C_{n,j} | \psi_t \in C_{n,i}, R_t = 1)).$$

De ahí salen:

- **tasas de entrada/salida**
- **tiempos medios de permanencia**
- **rutas dominantes** (caminos con mayor masa de probabilidad)

C.4.2 Tiempos canónicos por clase

- $(\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}(A_k)])$ y estimación robusta (bootstrap/ventanas).

Lectura UE: cambios de ($\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}]$) bajo intervención o cambio de intensidad/persistencia de (\mathcal{R}) son predicciones falsables típicas.

C.5 Barreras y “tensión/energía UE” (coste estructural)

En UE, “energía” se define como **tensión probabilística acumulada por incompatibilidad sostenida**, y se usa como indicador de coste estructural (no como sustancia).

C.5.1 Barrera canónica (en el paisaje ($F_n^{\mathcal{R}}$))

Para dos clases (A_i), (A_j):

- Definir una estimación de **altura de barrera** como diferencia de coste entre el “cuello de botella” más probable y el mínimo local de la cuenca.
- Operacionalmente: buscar, sobre trayectorias observadas o caminos de alta probabilidad, el punto de máximo coste mínimo entre cuencas (un “saddle” efectivo).

Qué reportar (mínimo):

- $(\Delta F_{i \rightarrow j})$ (barrera estimada)
- sensibilidad de (ΔF) a $(\delta_n \pm 20)$ y a ventanas distintas

C.5.2 Barrera por rareza de transición (alternativa robusta)

Si no quieres depender de geometría fina:

- usar **frecuencia de cruces** ($A_i \rightarrow A_j$) y **tiempos medios de paso** como proxy de barrera.
- más barrera \Rightarrow transiciones más raras + mayor tiempo típico para cruzar.

C.5.3 Tensión UE como indicador local (fronteras)

Un estimador práctico de “tensión” (en sentido UE) es el **gradiente/irregularidad** del paisaje y la concentración de cruces en fronteras: tensión alta donde coexisten reorganizaciones incompatibles. Esto se puede reportar como:

- “densidad de visitas” a regiones frontera,
- variabilidad aumentada,
- o concentración de coste.

Candado: cada vez que uses “energía”, escribir explícitamente “energía en sentido UE: coste/tensión”.

C.6 Estimadores de acople entre dominios (multi-dominio + peso de dominio)

C.6.1 Acople canónico: información mutua condicional

Bajo (\mathcal{R}), cuantificar dependencia entre dominios (d, d') por:

- $(I(\phi_{d,n}; \phi_{d',n} | \mathcal{R}))$.
Se reporta:
 - valor bajo (\mathcal{R}) vs fuera de (\mathcal{R})

- estabilidad por ventanas/escalas

C.6.2 Peso de canal (parsimonioso): ($w_{d \rightarrow i}$)

Cuando formalizas un canal top-down / bottom-up, se propone estimar pesos con pérdida out-of-sample y regularización (parsimonia), reportando solo acoplos estables.

Incluye **ablación refinada del canal**: anular (w) y/o “cegar” el canal para comprobar que el efecto desaparece.

C.7 Paquete mínimo de robustez (obligatorio)

Se acepta un conjunto ($\{A_k\}$) y métricas derivadas solo si:

- (p_k), (D_H), (Δ) y tiempos son estables bajo variaciones pre-registradas, ventanas y bootstrap.
 - y si las ablaciones destruyen el patrón (si no lo destruyen, era artefacto de pipeline).
-

Anexo D — Diagnóstico: lognormal vs colas pesadas (y cómo no autoengañarse)

Este anexo fija un procedimiento **cerrado** para distinguir:

- **lognormalidad** (típica de cascadas multiplicativas), y
- **colas pesadas** (típicas de mezcla de regímenes, dependencias fuertes, umbrales y feedback).

La regla UE aquí es: **no basta con “se ve recta en log-log”**. Hay que contrastar modelos de forma pre-registrada.

D.0 Objeto de estudio y condicionamiento UE

1. Elige el impacto (I) (variable de interés): duración de cortes, tamaño de crisis, pérdidas, intensidad de fallo, etc.
2. Decide si el análisis es:
 - **marginal** (sin condicionar), o
 - **condicionado por (\mathcal{R})** (lo típico UE), o incluso condicionado por tamaño del subconjunto activo ($|S^*| = m$).

Predicción UE típica: al condicionar por mayor (m), la cola puede “endurecerse” si hay acoplos/multiplicatividad reales.

D.1 Hipótesis mecanísticas (solo como guía, no como prueba)

D.1.1 Lognormal por cascadas multiplicativas

Si (I) resulta de un producto de factores (X_k), entonces ($\log I$) tiende a normal bajo condiciones generales, y (I) se aproxima a lognormal.

D.1.2 Colas pesadas por mezcla/umbrales/feedback

Colas pesadas aparecen por mezcla de regímenes, dependencias fuertes, umbrales y retroalimentaciones. Marcador idealizado (para ($x \geq x_{\min}$)):

$$(\mathbb{P}(I > x) \sim x^{-\alpha}).$$

D.2 Procedimiento canónico (cerrado) de diagnóstico

D.2.1 Pre-registro (candado estadístico)

Antes de mirar plots “bonitos”, fija:

- familia de modelos a contrastar: **lognormal vs Pareto vs Weibull vs lognormal mezclada** (o el conjunto que declares)
- cómo escogerás (x_{\min}) (regla fija)
- criterio de comparación: AIC/BIC y/o validación cruzada y/o prueba de ajuste, con procedimiento fijado ex ante

D.2.2 Paso 1 — Visualizaciones obligatorias (no concluyentes)

- CCDF en log-log (cola)
- QQ-plot de ($\log I$) contra normal (lognormalidad)
- sensibilidad visual por ventanas y por condicionamiento (\mathcal{R})

Prohibición: ninguna visualización “cierra” el diagnóstico por sí sola.

D.2.3 Paso 2 — Ajustes con cola explícita

Ajusta modelos en dos capas:

- **cuerpo** (distribución completa)
- **cola** (solo ($I \geq x_{\min}$)))

Para Pareto/colas: estimar (α) y reportar el rango de (x) donde hay estabilidad.

D.2.4 Paso 3 — Contraste formal (mínimo requerido)

- Comparar familias por AIC/BIC o CV (lo que hayas pre-registrado).
- Reportar **diferencias** (no solo “gana X”): cuánto gana y si la victoria se sostiene por ventanas/bootstraps.

D.2.5 Paso 4 — Robustez del diagnóstico

Repetir el diagnóstico bajo:

- distintas ventanas dentro de (\mathcal{R})
- ($\delta_n \pm 20\%$) si el impacto depende del coarse-graining
- bootstrap/submuestreo

Si el “modelo ganador” cambia con microvariaciones, el resultado se reporta como **inestable**.

D.3 Señales operacionales UE (predicciones y tests)

D.3.1 Endurecimiento de cola bajo condicionamiento

Si el mecanismo de acople/multiplicatividad es real, al condicionar por mayor activación (p.ej. (m)) la cola se endurece (cambia (α) o aumenta masa en extremos).

D.3.2 Ablación de acoplos preservando marginales

UE exige un test fuerte:

- si rompes acoplos preservando marginales, la cola debe adelgazar y la dominancia debe reducirse.
Esto conecta diagnóstico de cola con la hipótesis estructural (no solo estadística).

D.4 Errores típicos (y cómo se declaran en el informe)

1. **Confundir lognormal con Pareto** por mirar pocos órdenes de magnitud.
2. Elegir (x_{\min}) “a mano” para que salga recta.
3. No separar cuerpo/cola (la cola puede ser pesada aunque el cuerpo parezca lognormal, o viceversa).
4. No reportar sensibilidad por ventanas o por condicionamiento (\mathcal{R}).
5. No hacer ablaciones: sin ellas, la “cola pesada” puede ser un artefacto del pipeline.

D.5 Plantilla de reporte (lo que debe aparecer sí o sí)

- Variable (I), unidades, ventana, y si está condicionado por (\mathcal{R}) (y cómo).
- Familias comparadas y criterio (AIC/BIC/CV/test) fijado ex ante.
- (x_{\min}) y regla de selección.
- Estimaciones y estabilidad por ventanas/bootstraps.
- Resultado de ablación (adelgaza/no adelgaza) y efecto en dominancia.
- Conclusión acotada: “compatibles con X”, nunca “demuestran X”.

ANEXO E — Paquete de ablaciones y tests de robustez

(recetas replicables para separar estructura real de artefacto y evitar causalidad espuria)

E.0 Propósito

Este anexo define un **paquete estándar** de pruebas para validar que:

1. Las clases metastables (A_k) y las firmas bajo (\mathcal{R}) **no son un artefacto** de partición, métrica o ventana.
2. La estructura emergente **depende del mecanismo** (paisaje condicionado / acoplos / canales) y **colapsa** cuando lo rompes preservando marginales.
3. Las afirmaciones del informe pasan de “cuento bonito” a “resultado auditável”.

E.1 Candado maestro: pre-registro del paquete de validación

Antes de ejecutar el análisis principal, se fija ex ante:

- Definición de (\mathcal{R}): umbral + persistencia (y tolerancia a huecos).
- Escala(s) (n), métrica (d_n), tolerancias ((δ_n, ϵ_n)) y rango permitido de coarse-graining.
- Procedimiento (\mathcal{D}) para extraer cuencas/clases (A_k) (mean-shift / watershed / MSM / etc.) y criterio de metastabilidad.
- Métricas de salida obligatorias: (p_k), dominancia ((D_H, Δ)), tiempos ($\tau_{\text{relax}}, \tau_{\text{exit}}$), y (si aplica) dependencia condicional multi-dominio.
- Lista cerrada de tests de robustez + ablaciones “asesinas”.

Regla anti-elasticidad: si un test no estaba en el paquete, se puede explorar, pero se reporta como **exploratorio**, no confirmatorio.

E.2 Tests de robustez (deben preservar la estructura si el hallazgo es real)

E.2.1 Robustez a coarse-graining y tolerancias

Se repite el pipeline variando dentro del rango permitido:

- ($\delta_n \pm 20\%$) (o la banda que hayas pre-registrado).

- Variantes suaves de discretización/partición (sin cambiar el tipo de representación).

Criterio de aceptación: estabilidad de (p_k) y dominancia (p.ej. ($|\Delta p_k|$) pequeño) + estabilidad cualitativa de la interpretación operacional de (A_k). Esto ya lo propones como test estándar.

E.2.2 Robustez a ventanas temporales dentro de (\mathcal{R})

Repite estimación en:

- Ventanas internas alternativas (48/72/96h, o lo que aplique),
- Pre-ventana y post-ventana (para ver histéresis, sin mezclarlo con el “núcleo” si no estaba planeado).

Criterio: las clases dominantes deben “sobrevivir” a cambios razonables de ventana; si desaparecen, el supuesto de persistencia era frágil o el fenómeno es transitorio.

E.2.3 Bootstrap / submuestreo

- Bootstrap de trayectorias (si hay series temporales) o de observaciones (si hay snapshots).
- Submuestreo estratificado (mantener proporciones por intensidad de (\mathcal{R}), si la hay).

Criterio: las clases y medidas (incl. tiempos de salida/relajación) deben tener intervalos razonables y no “volverse otra cosa” con una pequeña perturbación del dataset.

E.2.4 Robustez multi-escala

No basta una sola escala (n). Se exige (mínimo):

- una escala “fina”, una “media” y una “gruesa” pre-registradas,
- reporte de qué partes se conservan y cuáles son escala-dependientes.

Lectura dura: si la estructura aparece solo en una escala hiper-quirúrgica, se etiqueta como **frágil**.

E.2.5 Robustez estadística de colas (cuando el fenómeno lo pide)

Si reportas lognormalidad o **colas pesadas**, el candado estadístico es contrastar familias (lognormal vs Pareto/Weibull/lognormal mezclada) con criterio pre-fijado (AIC/BIC, validación cruzada, pruebas de ajuste).

E.3 Ablaciones asesinas (la estructura debe colapsar si el mecanismo era real)

Estas ablaciones siguen tu patrón explícito: **romper acoplos preservando marginales o aplanar/desactivar la dependencia relevante**.

E.3.1 Ablación A — Aplanar el paisaje condicionado

Qué haces: reemplazas ($p_n(\psi | \mathcal{R})$) por una distribución uniforme (o equivalente) dentro del soporte condicionado, de modo que ($F_n^{\mathcal{R}}$) pierda estructura.

Qué debería pasar si el mecanismo era real:

- desaparecen cuencas persistentes,
- ($\mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}]$) cae y la metastabilidad se destruye.

Interpretación: si tras aplanar sigues “viendo” las mismas clases, el pipeline está imponiendo clases por construcción (o estás midiendo inercia/artefacto).

E.3.2 Ablación B — Romper un acople preservando marginales

Qué haces: re-muestras una variable para eliminar su dependencia de otra, preservando su distribución marginal.

Ejemplo explícito (técnico): romper canal clima → demanda preservando la marginal de demanda.

Qué debería pasar:

- baja dominancia (D_H),
- se degradan las firmas de SC bajo (\mathcal{R}).

Interpretación: si no cambia nada, tu conclusión “el canal es esencial” no estaba demostrada.

E.3.3 Ablación C — Cegar un canal (top-down / entre dominios)

Cuando modelas “peso de dominio” o canales inter-dominio, tu documento ya propone una versión refinada:

- poner ($w_{d \rightarrow i} = 0$) y/o anular el operador del canal ($\Lambda_{d \rightarrow i}$) para “cegarlo”.

Qué debería pasar: al cegar, se desplazan (p_k), cambian barreras/transiciones, o colapsa metastabilidad si el canal era estructurante.

E.3.4 Ablación D — Romper feedback institucional/social preservando lo técnico

Ejemplo (tu propio patrón): “desactivar alertas/coord./cumplimiento” manteniendo clima y capacidad técnica.

Qué debería pasar: cae la masa de la clase “coordinada” (p.ej. (p_3)) y sube la de estrés/derrames (p.ej. (p_2)).

E.3.5 Ablación E — Re-etiquetado / permutación de (\mathcal{R}) (control de “etiqueta mágica”)

Qué haces: mantienes el porcentaje de tiempos etiquetados como (\mathcal{R}), pero permutas las etiquetas en el tiempo (con restricciones si hace falta para no romper todo de forma absurda).

Qué debería pasar: el “efecto SC” se diluye: las diferencias ($P(\cdot | \mathcal{R})$) vs controles se vuelven pequeñas, y las clases pierden dominancia específica del régimen.

Uso: esto detecta si “(\mathcal{R})” solo está marcando estacionalidad o tendencia no modelada.

E.3.6 Ablación F — Controles de temporalidad (memoria vs estructura)

Qué haces: destruyes correlación temporal preservando marginales:

- barajas dentro de bloques,
- o aplicas un surrogate que conserve espectro aproximado pero rompa dependencias relevantes.

Qué debería pasar si la metastabilidad era “real” (no solo autocorrelación):

- la separación ($\tau_{\text{relax}} \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}]$) se degrada y/o las clases dejan de ser casi-invariantes.

E.3.7 Ablaciones específicas del fenómeno “registro/medición”

Si el dominio relevante es “registro estable”, tu UE ya propone tres ablaciones canónicas:

1. debilitar el canal de registro (reducir (λ)) preservando marginales,
2. borrar el registro antes de (τ_p),
3. sustituir lectura humana por almacenamiento automático para aislar el mecanismo “registro estable” de narrativas sobre conciencia.

E.4 Criterios de fallo (cuándo el método debe decir “no concluyo”)

Se declara fallo confirmatorio si ocurre cualquiera:

- Las clases (A_k) no son robustas a pequeñas variaciones permitidas (coarse-graining/ventana/bootstrap).
- Las ablaciones asesinas **no destruyen** dominancia/metastabilidad (señal de artefacto o de confusor dominante).
- La evidencia depende de un único umbral muy fino (fragilidad).
- El out-of-sample contradice sistemáticamente (cuando estaba exigido para aceptar “puertas”).

E.5 Plantilla de reporte de validación (formato estándar)

Para cada test/ablación:

- **Nombre y tipo:** Robustez / Ablación asesina
- **Qué se preserva:** marginales, estructura temporal, topología, etc.
- **Qué se rompe:** acople $X \rightarrow Y$, paisaje (F), canal (Λ), etc.
- **Parámetros:** banda de variación / umbrales
- **Predicción UE:** qué debe colapsar o permanecer

- **Resultado:** cambios en (p_k), (D_H, Δ), (τ)'s, colas pesadas, MI, etc.
 - **Veredicto:** pasa / no pasa / ambiguo
 - **Nota de interpretación:** confusores plausibles y siguiente test recomendado
-

ANEXO F — Medidas de hiperbolicidad efectiva y accesibilidad en grafos

(cómo detectar “tree-likeness” y crecimiento ramificado del espacio de estados bajo (\mathcal{R}))

F.0 Propósito

Este anexo formaliza el módulo “hiperbólico efectivo” **sin convertirlo en cosmología**: se usa como propiedad **operacional** del *espacio de accesibilidad* cuando las rutas entre estados se ramifican jerárquicamente.

La salida esperada no es “el universo es hiperbólico”, sino:

- **bajo (\mathcal{R})** el grafo de accesibilidad se vuelve más “tipo árbol”,
 - el crecimiento de vecindades se acelera,
 - y aparecen cascadas/rutas múltiples como firma natural.
-

F.1 Construcción del grafo de accesibilidad (G) (candado)

F.1.1 Nodos

Elegir (ex ante) una de estas opciones:

- **Microestados ($C_{n,i}$)** (si tienes discretización fina), o
- **Clases (A_k)** (si trabajas ya en macro-cuencas).

F.1.2 Aristas

Crear aristas dirigidas o no dirigidas según el sistema:

- Arista ($i \rightarrow j$) si hay transición observada con probabilidad no despreciable (umbral prefijado), idealmente condicionada a (\mathcal{R}) si estás midiendo el “espacio bajo régimen”.

F.1.3 Distancia (r): candado obligatorio

Tu texto lo fija muy bien:

(r) es el **número mínimo de transiciones (pasos)** en (G) entre estados, o alternativamente un coste acumulado, pero **debe declararse cuál**.

F.2 Métricas principales

F.2.1 Crecimiento de vecindades ($|B(r)|$)

Definición: ($B(r)$) es la bola de radio (r) alrededor de un nodo (o conjunto de nodos semilla) en la métrica elegida.

Firma operativa de hiperbolicidad efectiva:

$$[|B(r)| \sim e^{\alpha r}]$$

Esto es exactamente el criterio que propones: crecimiento exponencial de accesibilidad con el radio efectivo.

Procedimiento replicable:

1. Elegir semillas (p.ej., nodos con mayor masa (p_k) bajo (\mathcal{R})).
2. Calcular ($|B(r)|$) para ($r=1,\dots,r_{\max}$).
3. Ajustar ($\log |B(r)|$) vs (r) y reportar (α) y un indicador de ajuste (p.ej. (R^2)).
Tu documento incluso da un ejemplo ilustrativo con ($|B(r)| \sim e^{0.42r}$).

Candado: el rango de (r) usado para el ajuste debe declararse (evita escoger “solo donde sale bonito”).

F.2.2 δ -hiperbolicidad de Gromov (tree-likeness)

Esta métrica cuantifica cuán “tipo árbol” es el grafo (triángulos delgados).

En tu ejemplo: (δ)-hiperbolicidad (=0.31) con umbral práctico sugerido (<0.5).

Qué reportar (mínimo):

- método de estimación (exacto o aproximado por muestreo de cuádruplas),
- (δ) estimada,
- tamaño del grafo y conectividad (para interpretar).

Lectura UE: δ más baja bajo (\mathcal{R}) sugiere accesibilidad jerárquica ramificada (más tree-like), coherente con cascadas/rutas múltiples.

F.2.3 Ramificación efectiva (b_{eff})

Objetivo: medir “cuántas rutas nuevas abre” una transición típica.

Opciones operacionales (elige una ex ante):

- ratio de crecimiento: ($b_{\text{eff}}(r) \approx |B(r+1)|/|B(r)|$) en el rango estable,
- o medida basada en conteo de caminos no redundantes (limitando longitud para evitar explosión combinatoria).

Tu texto ilustra una lectura: “cada fallo abre ~2.7 rutas de cascada”.

F.2.4 (Opcional) Estructura de cuellos de botella y rutas dominantes

Esto no es “hiperbólico” por sí solo, pero ayuda a interpretar:

- distribución de betweenness / centralidad de intermediación (cuellos de botella),
- dispersión de longitudes de caminos entre clases dominantes,
- entropía de rutas (si tienes transiciones probabilísticas).

Regla: si lo incluyes, lo haces como lectura complementaria, no como criterio principal.

F.3 Contrastes contra nulos (candado anti-cuento)

Para afirmar “bajo (\mathcal{R}) el espacio se vuelve más ramificado”, necesitas contraste:

F.3.1 Comparación (\mathcal{R}) vs no-(\mathcal{R})

Construir $(G^{\mathcal{R}})$ y $(G^{-\mathcal{R}})$ con el mismo procedimiento y umbrales.

Predicción típica del módulo:

(α) sube y/o δ baja bajo (\mathcal{R}) si realmente hay ramificación jerárquica activada por el régimen.

F.3.2 Nulos por destrucción de acoplos

Aquí conectas directo con Anexo E: “romper acoplos preservando marginales” debería **reducir** las firmas hiperbólicas si eran reales.

Ejemplo coherente con tu marco: romper el canal que dispara cascadas \rightarrow cae (b_{eff}), cae (α), o δ sube (menos tree-like).

F.4 Cómo se integra en el núcleo SC (sin añadir ontología)

Este anexo no cambia la regla SC: solo añade una lectura geométrica del espacio de estados bajo (\mathcal{R}):

- si $(|B(r)|)$ crece exponencialmente y δ es baja, el espacio accesible es jerárquico \rightarrow **rutas múltiples y cascadas** aparecen como fenómeno típico bajo condicionamiento.
 - eso encaja con tu formulación de “hiperbólico efectivo” como accesibilidad por escalas (no “muchas dimensiones por sí mismas”).
-

F.5 Plantilla de reporte (mínimo auditável)

- Definición de nodos (microestados / clases)
- Umbral de aristas y si es dirigido/no dirigido
- Definición de distancia (r)
- Tamaño del grafo: $(|V|, |E|)$, conectividad

- Crecimiento: (α), rango de (r), calidad de ajuste
 - δ -hiperbolidad: método y valor
 - Ramificación: (b_{eff}) y cómo se calculó
 - Contrastes: (\mathcal{R}) vs controles + nulos por ablación (referencia cruzada al Anexo E)
-

Anexo G — Plantillas de informe (1 pág + técnico)

Este anexo convierte el método en **artefactos auditables**: si no puedes llenar estas plantillas sin “cuento”, el caso aún no está listo.

G.1 Plantilla “Informe de 1 página” (executive + auditable)

Título del caso:

ID del caso / versión:

Autoría / fecha / zona horaria:

Dataset(s) / fuente / ventana temporal total:

Repositorio / commit / configuración (si aplica):

1) Sistema (frontera y observables)

- **Sistema:** (qué es, dónde empieza/termina)
- **Ventana total:** ($[t_a, t_b]$) y resolución (Δt)
- **Observables principales:** (lista corta, con unidad)
- **Confusores conocidos (top 3):** (y si se midieron o no)

2) ERS definido ex-ante: (\mathcal{R})

- **Definición operacional de (\mathcal{R}):** (umbral + persistencia)
- **Persistencia mínima:** ($\tau_p =$) ... (y tolerancia a huecos si existe)
- **Ventanas (\mathcal{R}):** (lista de intervalos)
- **Ventanas control:** (sin (\mathcal{R}), o “(\mathcal{R}) débil”)
- **Candado anti-posdición:** (cómo se pre-registró/gelificó la definición)

3) Representación + escala (decisiones ex-ante)

- **Escala(s) (n):** (principal + 2 sensibilidades)
- **Coarse-graining / partición:** (qué se agrupa y cómo)
- **Métrica (d_n):** (distancia / coste acumulado; cuál y por qué)
- **Rango permitido de variación (robustez):** (p.ej. ($\delta_n \pm 20\%$))

4) Resultado central (SC → clases (A_k))

- Número de clases metastables (K):
- Definición dura usada para (A_k): (basins + validación dinámica)
- Dominancia bajo (\mathcal{R}): $(p_k = \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R})) + (\text{si aplica} (D_H, \Delta))$
- Top 2 clases (A_1,A_2):
 - “qué son” operacionalmente (rasgos)
 - estabilidad: (τ_{relax}) vs (τ_{exit}) (orden de magnitud)

5) Dinámica (transiciones, barreras, histéresis)

- Transición dominante: ($A_i \rightarrow A_j$) (reglas de disparo si existen)
- Barrera/frote: (estimador fijo; cómo se midió)
- ¿Hay histéresis?: sí/no (evidencia mínima)

6) Validación (tres checks que no se negocian)

- Robustez: (qué variaciones y qué permaneció estable)
- Ablación asesina: (qué rompiste preservando marginales y qué colapsó)
- Out-of-sample: (dónde y cómo se sostuvo / cómo degradó)

7) Conclusión acotada (lo que SÍ puedes afirmar)

- Afirmación 1 (estructura): “Bajo (\mathcal{R}), emergen (K) clases metastables dominantes...”
- Afirmación 2 (dinámica): “Las transiciones típicas son...”
- Afirmación 3 (predicción): “Si (\mathcal{R}) supera umbral X durante Y, aumenta (p_j)... (con IC si aplica)”

8) Lo que NO afirmo (obligatorio)

- No afirmo causalidad fuerte sin diseño causal.
- No afirmo equivalencia con energía clásica: “energía” aquí = coste/tensión UE.
- No afirmo “instantaneidad señalizable”: pre-tiempo ≠ canal.

G.2 Plantilla “Informe técnico” (replicable + antifugas)

Idea: este informe debe permitir que alguien reproduzca el resultado **sin preguntarte nada.**

0) Metadatos y reproducibilidad

- 0.1 ID, versión, fechas, autores
- 0.2 Dataset(s), licencias, hash/huella, preprocesado

- 0.3 Pipeline (script/notebook), dependencias, commit
- 0.4 “Registro ex-ante” (adjunto): parámetros congelados

1) Delimitación del sistema

- 1.1 Frontera (qué entra/qué sale)
- 1.2 Observables, unidades, errores, missingness
- 1.3 Confusores: lista y mitigaciones

2) Definición de (\mathcal{R}) (ERS)

- 2.1 Definición operacional completa (umbral + persistencia)
- 2.2 Ventanas (\mathcal{R}) + controles
- 2.3 Sensibilidad declarada (bandas de umbral y duración)
- 2.4 Justificación “anti-posición” (por qué no está elegido mirando el resultado)

3) Representación a escala (n) y métrica

- 3.1 Elección de escalas (n) + motivo
- 3.2 Coarse-graining / partición / vecindad (definición exacta)
- 3.3 Métrica (d_n) y distancias alternativas rechazadas (por qué)
- 3.4 Parámetros ((δ_n, ϵ_n)) y rangos permitidos

4) Estimación de tipicidad condicionada y paisaje

- 4.1 Estimador de ($p_n(\psi | \mathcal{R})$) o score equivalente
- 4.2 Definición del coste condicionado ($F_n(\mathcal{R})$) (si se usa)
- 4.3 Diagnósticos: estabilidad numérica / sesgos / regularización

5) Extracción de clases (A_k) (definición dura)

- 5.1 Capa geométrica: procedimiento (\mathcal{D}) (watershed/mean-shift/etc.)
- 5.2 Capa dinámica: metastabilidad por tiempos / operador de transición
- 5.3 Criterio de aceptación: ($\tau_{\text{relax}} \ll \mathbb{E}[\tau_{\text{exit}}]$)
- 5.4 Si no cumple: fusión/descartar (regla explícita)

6) Medidas de dominancia y predicciones

- 6.1 ($p_k = \mathbb{P}(A_k | \mathcal{R})$), (D_H, Δ)
- 6.2 Predicciones falsables: umbrales de transición, cambios en tiempos, etc.

7) Dinámica: transiciones, rutas y barreras

- 7.1 Matriz/tasas de transición entre (A_k)
- 7.2 Barreras efectivas (estimador fijo)
- 7.3 Histéresis y dependencia de historial (tests)

8) Módulos opcionales (si se activan)

- 8.1 Multi-dominio: definición de ($\mathcal{R} = \cap \mathcal{R}_d$) + dependencia condicional
- 8.2 Peso de dominio: top-down / bottom-up (canales, (w,v), predicciones)
- 8.3 Hiperbolicidad efectiva: ($|B(r)| \sim e^{\alpha r}$), δ -hiperbolicidad, etc.
- 8.4 Colas pesadas vs lognormal: método de comparación y diagnóstico (si aplica)

9) Validación (candados)

- 9.1 Robustez (partición/métrica/ventanas/bootstrap)
- 9.2 Ablaciones asesinas (diseño + resultados)
- 9.3 Out-of-sample (diseño + resultados)
- 9.4 Criterios de rechazo (si no se cumplen, qué se declara)

10) Interpretación acotada y límites del caso

- 10.1 Qué afirmo / qué no afirmo
- 10.2 Confusores residuales y cómo podrían engañar
- 10.3 “Próximo experimento / próxima recogida de datos” para falsar

Apéndice técnico del caso (obligatorio)

- Parámetros completos (config)
 - Figuras clave / tablas de (p_k), tiempos, robustez
 - Logs de ejecución / seeds
-

Anexo H — Glosario extendido (definición + uso + candados + ejemplo)

Cómo leer este glosario: cada término tiene 4 bloques fijos:

(i) qué significa aquí, (ii) cómo se usa, (iii) candados, (iv) ejemplo mínimo. La intención es mantener el sistema **operacional** y no metafísico.

H.1 Evento local

Qué significa: perturbación localizada que cambia repertorio o acople.

Cómo se usa: como punto de entrada para proponer una (\mathcal{R}) (si hay persistencia) o para medir transición.

Candados: no todo es “evento”: debe tener efecto medible en accesibilidad/acople.

Ejemplo: subestación que se calienta; activar un detector (registro) que cambia el régimen observable.

H.2 Restricción (el “candado”)

Qué significa: reduce accesibilidad: hace estados inviables o muy costosos.

Cómo se usa: ante un cambio cualitativo: “¿qué quedó prohibido/penalizado?”.

Candados: si no puedes decir qué se prohíbe o encarece, no hay restricción definida.

Ejemplo: “tiene que existir registro estable” en un proceso de medición.

H.3 Persistencia

Qué significa: umbral que convierte restricción en estructura (separa ruido de dominio).

Cómo se usa: fija duración mínima (τ_p) o resistencia a perturbaciones.

Candados: sin umbral explícito el modelo se infla (“todo es dominio”).

Ejemplo: ola de calor sostenida vs pico breve.

H.4 Dominio emergente

Qué significa: conjunto de restricciones persistentes que reorganiza una región y condiciona lo típico.

Cómo se usa: para describir niveles/regímenes sin “sustancias nuevas”.

Candados: dominio \neq “tema”; debe cambiar accesibilidad y producir clases estables.

Ejemplo: dominio social (normas/incentivos), dominio de medición (registro estable).

H.5 Selección Condicionada (SC)

Qué significa: lo típico se define **condicionado** a la condición sostenida; no describe “lo normal” sin condición.

Cómo se usa: como regla de lectura: “bajo (\mathcal{R}), ¿en qué clases cae casi siempre?”.

Candados: prohibida la “posdición”: elegir (\mathcal{R}) tras ver el resultado.

Ejemplo: red eléctrica bajo ola de calor → regímenes típicos dominantes.

H.6 Evento raro sostenido (\mathcal{R}) (ERS)

Qué significa: condición persistente definida ex-ante (umbral + duración), simple o multi-dominio.

Cómo se usa: delimita el “régimen” sobre el que condicionas y buscas dominancia/metastabilidad.

Candados: (\mathcal{R}) debe tener definición operacional y controles; si no, no hay evaluación honesta.

Ejemplo: “existe registro estable durante (τ_p)” como (\mathcal{R}_{reg}).

H.7 Tipicidad condicionada / Paisaje condicionado

Qué significa: la “tipicidad” relevante es ($P(\cdot | \mathcal{R})$); su coste asociado puede escribirse como ($F_n^{\mathcal{R}} \propto -\log P(\cdot | \mathcal{R})$).

Cómo se usa: para extraer cuencas (basins) y medir barreras.

Candados: debes fijar escala (n), métrica y partición; si cambias eso sin control, cambias el objeto.

H.8 Clases (A_k) (atractores efectivos)

Qué significa (definición dura): cuencas metastables de la medida condicionada ($P(\cdot | \mathcal{R})$), separadas por barreras efectivas y validadas dinámicamente.

Cómo se usa: como “regímenes típicos” bajo (\mathcal{R}), con probabilidades (p_k).

Candados: una clase no existe si no es robusta a variaciones pre-registradas y no muestra separación temporal.

Ejemplo: “resultado” de medición entendido como cuenca metastable bajo (\mathcal{R}_{reg}).

H.9 Metastabilidad; (τ_{relax}) y (τ_{exit})

Qué significa: dentro de (A_k) mezclas rápido, sales lento; eso implementa “anclas” temporales operativas.

Cómo se usa: criterio mínimo para aceptar que hay régimen/clase real.

Candados: si no hay separación temporal, lo que llamas “clase” puede ser inercia o artefacto de agregación.

H.10 Dominancia (p_k), (D_H), (Δ)

Qué significa: cuantifica qué clases dominan bajo (\mathcal{R}).

Cómo se usa: para comparar regímenes, detectar cambios de fase y construir predicciones falsables.

Candados: reportar incertidumbre y estabilidad bajo tests; dominancia “bonita” sin robustez no cuenta.

H.11 Tensión probabilística

Qué significa: fricción estadística entre reorganizaciones incompatibles, concentrada en fronteras/gradiéntes/defectos.

Cómo se usa: para localizar “dónde duele” el sistema: fronteras y puntos de fallo.

Candados: tensión no es “me parece importante”; debe reflejar incompatibilidad que exige ajuste continuo.

H.12 Energía (sentido UE)

Qué significa: tensión acumulada por incompatibilidad sostenida; indicador de coste estructural, no sustancia primaria.

Cómo se usa: comparar estados, estimar esfuerzo de sostener un dominio, entender por qué ciertos patrones no escalan.

Candados: no mezclar con energía clásica sin declarar traducción (“energía UE = coste/tensión”).

Ejemplo: conflicto social → coste de sostener incompatibilidad (enforcement, propaganda, fricción).

H.13 Tiempo emergente y local

Qué significa: propiedad de dominios con persistencia + registro/memoria + causalidad local operativa; es ritmo local de reconfiguración.

Cómo se usa: describir “dilataciones de proceso” (capacidad operativa), horizontes más cortos bajo tensión.

Candados: evitar circularidad; tiempo \neq “cambio” a secas, sino ordenación mediante registro y persistencia.

H.14 Pre-tiempo vs tiempo (instantaneidad bien tipada)

Qué significa: pre-tiempo = consistencia global no-secuencial del repertorio; tiempo emergente = registros/señales/propagación secuencial.

Cómo se usa: tipar lo “instantáneo” sin permitir señalización.

Candados: si algo es señalizable, está en tiempo emergente y debe respetar límites causales.

H.15 Registro estable (observación como (\mathcal{R}))

Qué significa: “observar” puede definirse como condición de existencia de un registro estable durante (τ_p), sin invocar mente.

Cómo se usa: formalizar medición como ERS de registro y aplicar SC sin cambiar el núcleo.

Candados: registrar = condición operacional (partición de registros + persistencia), no “colapso mágico”.

H.16 Multi-dominio y dependencia condicional

Qué significa: bajo (\mathcal{R}), los dominios se vuelven más predictivos entre sí; se puede medir por dependencia condicional.

Cómo se usa: detectar circuito mínimo (S^{\star}) de dominios activos y acoplos.

Candados: especificidad por canal; si “todo predice todo” probablemente mides un confusor global.

H.17 Peso de dominio (top-down / bottom-up)

Qué significa: dominio superior actúa como condición de contorno (sesga tipicidad del inferior) y el inferior condiciona viabilidad del superior.

Cómo se usa: introducir términos de coste por canal y exigir predicciones falsables (shifts específicos, histéresis, ablaciones).

Candados: “no magia”: canal explícito, retardo plausible, y ablación anulando (w) o (v) debe borrar el efecto.

H.18 Hiperbolicidad efectiva (espacio de accesibilidad)

Qué significa: “hiperbólico” como geometría efectiva del espacio de estados cuando la accesibilidad es jerárquica/ramificada; firma: crecimiento exponencial de bolas ($|B(r)| \sim e^{\alpha r}$).

Cómo se usa: explicar cascadas y rutas múltiples sin tocar SC.

Candados: no es afirmación cosmológica; es sobre la métrica relevante (pasos/coste/coordinación) y debe medirse.

H.19 Puerta de emergencia (introducir nuevo grado de libertad)

Qué significa: aceptas “puerta” si mejora pérdida out-of-sample penalizada por complejidad, de forma robusta.

Cómo se usa: evitar añadir capas por narrativa; solo si comprime/predice mejor.

Candados: familias (M_0, M_1) fijadas, (ΔK) explícito, estabilidad obligatoria.