

Sustentación de los pesos del Índice de Riesgo de Abastecimiento

MIRHE · Ministerio de Minas y Energía · Grupo de Datos Estratégicos
29/07/2026 · Respuesta técnica a: "¿De dónde sale el peso de cada variable del modelo de riesgo de apagón?"

1. LA RESPUESTA CORTA (Y HONESTA)

El índice **no tiene "pesos de regresión ajustados a apagones"**, y esto es deliberado: **Colombia ha tenido un solo racionamiento eléctrico (1992)**. Con un único evento es **estadísticamente imposible** entrenar los coeficientes de un modelo de apagón sin sobreajustar. Cualquier herramienta que afirme tener "pesos entrenados contra apagones" estaría inventando: nosotros no lo hacemos.

En su lugar, el índice es un **marcador compuesto y transparente (scorecard)** con dos tipos de componentes, cada uno con sustento propio:

Componente	¿De dónde sale su peso?
El Niño (peso 22, el mayor)	Salida DIRECTA de un modelo estadístico validado (regresión logística, validación LOOCV). No es un peso a mano: es la probabilidad que produce el modelo.
El resto de variables	Cortes de severidad anclados al histórico observado (umbrales por percentil del dataset 2023-2026) y a la literatura del sector. No son coeficientes libres.

El índice mide **ESTRÉS del sistema (tensión de suficiencia), no probabilidad calibrada de apagón**. Está declarado en toda la documentación.

2. COMPOSICIÓN VIGENTE (72/100 · NARANJA)

El índice suma aportes de 5 grupos; cada grupo tiene un **techo** (peso máximo) que refleja su importancia relativa para la suficiencia del sistema:

A. Clima-hidrología · peso máximo del grupo: 40 puntos

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
Probabilidad de estrés por El Niño (modelo validado)	22	ver §3	Modelo estadístico episodios El Niño (logística, validado LOOCV)
Aportes hídricos vs media (30d)	10	ver §3	XM PorcApor
Embalse agregado del SIN	8	ver §3	XM VoluUtilDiarEner/CapaUtilDiarEner (Sistema)

B. Demanda · peso máximo del grupo: 12 puntos

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
Crecimiento interanual de demanda	8	ver §3	XM DemaReal
Cobertura de generación	4	ver §3	XM Gene/DemaReal

C. Gas-respaldo · peso máximo del grupo: 38 puntos

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
Cobertura de gas firme de térmicas	10	ver §3	XM consumo vs BEC contratación firme
Firmeza de oferta de gas en pico El Niño	8	ver §3	PTDVF/CIDVF SEGAS
Balance comercial de gas en firme	8	ver §3	Balance TEN SEGAS
Dependencia de importación de gas (GNL)	6	ver §3	BEC Información Operativa — Energía Inyectada (importado/total)
Balance físico observado oferta—demanda de gas	6	ver §3	BEC Información Operativa — inyectada vs tomada

D. Eventos operativos · peso máximo del grupo: 24 puntos

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
Indisponibilidad de capacidad (mantenimientos y fallas)	5	ver §3	XM CapEfecNeta vs DispoReal

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
Generación de seguridad (restricciones de confiabilidad)	5	ver §3	XM GeneSeguridad
Generación fuera de mérito (restricciones de red)	4	ver §3	XM GeneFueraMerito
Cercanía al precio de escasez	6	ver §3	XM PrecEscaAct 1,221 COP/kWh
Demanda no atendida (30 días)	4	ver §3	XM DemaNoAten por área

E. Mitigación (renovables) · peso máximo del grupo: 8 puntos

Variable	Peso máx	Regla de puntaje (umbrales)	Fuente
FNCER cubriendo demanda hoy	-5	ver §3	XM Gene solar/eólica
Pipeline renovable en pruebas	-3	ver §3	PARATEC

Jerarquía de pesos y su razón:

- **Clima-hidrología (40)** es el grupo dominante porque en un sistema **70% hidroeléctrico**, la hidrología ES el factor de suficiencia de primer orden. Dentro de él, El Niño (22) pesa más que aportes (10) y embalse (8) porque es la **causa** (el fenómeno) mientras los otros son **síntomas** correlacionados.
- **Gas-respaldo (26)** es el segundo porque cuando falla el agua, el respaldo térmico a gas es la única alternativa — y su fragilidad (importación, firmeza) es la vulnerabilidad estructural documentada.
- **Eventos operativos (18)**: señales de tensión ya presente (restricciones, cercanía a escasez).
- **Demanda (12)**: presión sobre el margen.
- **Mitigación renovable (–8)**: resta riesgo (única componente negativa).

3. SUSTENTO DE CADA UMBRAL (ANCLAS EMPÍRICAS)

Los cortes de puntaje **no son arbitrarios**: cada umbral corresponde a un percentil del comportamiento histórico observado (dataset 1282 días, 2023-01-15 → 2026-07-24) y/o al comportamiento durante el Niño 2023-24 (referencia real reciente).

Aportes hídricos (peso 10):

- Umbral 70% (máx. puntaje) = **percentil 30.0** de la serie histórica → un aporte bajo el 70% ocurre poco: es genuinamente adverso. Durante el Niño 2023-24, los aportes cayeron a **mín 36%** (prom 59%), validando el corte.
- Umbrales 85% (pctl 49.0) y 95% (pctl 58.0) escalan la severidad.

Embalse agregado (peso 8):

- Umbral 45% (máx.) = **percentil 8.0**: nivel crítico, casi nunca visto salvo estrés severo. El mínimo histórico de la serie fue **28.6%** y en el Niño 2023-24 bajó a **31.5%**.
- Umbrales 60% (pctl 33.0) y 70% (pctl 56.0) escalan.

Crecimiento de demanda (peso 8): umbral 6% interanual = zona alta (el crecimiento típico es ~3%); marca presión sobre el margen.

Gas (cobertura firme <50/<80/<100%, importación ≥30/≥20/≥10%): cortes de la operación del Cargo por Confiabilidad y de la dependencia física observada en la capa BEC.

Eventos operativos: severidad (risk/warn/ok) definida por la propia métrica XM (p. ej. cercanía al precio de escasez, generación de seguridad activa).

4. EL ÚNICO "PESO DE MODELO" REAL: EL NIÑO

La probabilidad de estrés por El Niño (peso 22) **no es un número elegido**: es la salida de la regresión logística sobre episodios históricos, con:

- **Validación LOOCV** (leave-one-out cross-validation) — cada episodio se predice con un modelo entrenado sin él.
- **Verificación de calibración**: punto de inflexión ONI ≈ 1.52, coherente con la frontera Niño moderado→fuerte.
- **Rango reportado 81.3% - 97.0%** (sigmoide vs no-paramétrico), no un punto falso-preciso.

Este es el sustento más fuerte del índice y, coherentemente, lleva el mayor peso.

5. POR QUÉ ESTA ARQUITECTURA ES DEFENDIBLE (Y NO UN "PESO A DEDO")

1. **Transparencia total**: cada factor publica su valor, su aporte en puntos, su techo y su fuente. No hay caja negra.
2. **Reproducibilidad**: los umbrales se recalculan del dataset; el documento de anclas se regenera solo.
3. **Honestidad declarada**: se afirma explícitamente que NO es probabilidad de apagón entrenada, y por qué (1 evento histórico).

4. **Robustez:** al ser cortes por percentil (no coeficientes continuos), el índice no es sensible a ruido de una variable; mueve el nivel solo ante cambios materiales.

5. **Dos versiones auditables** (vigente vs propuesto con ENFICC) con punto de recuperación git.

6. LIMITACIÓN DECLARADA (LO QUE UN PESO NO PUEDE DARNOS)

Los pesos entre grupos (40/26/18/12/−8) son un **juicio experto informado** por la estructura del sistema (70% hidro, respaldo a gas), **no un óptimo estadístico** — porque no existe la muestra para estimarlo. Lo declaramos así. La alternativa rigurosa (y la línea de trabajo futura) es el **modelo de suficiencia física determinista** (ENFICC vs demanda), que ya opera en paralelo como verificación y **no depende de pesos**.

Documento reproducible generado por MIRHE. Las anclas empíricas se recalculan del dataset diario; la composición, de la síntesis vigente del índice.