



Situación esperada
de la Operación
Hacia un sistema más resiliente



Historia de los retos de los sistemas de potencia



Modeling Frameworks for Future Energy Systems. Göran
Andersson Power System Laboratory



Sostenibilidad energética



La **sostenibilidad** energética, es el equilibrio entre tres dimensiones principales: la seguridad energética, la equidad social y la mitigación del impacto ambiental*

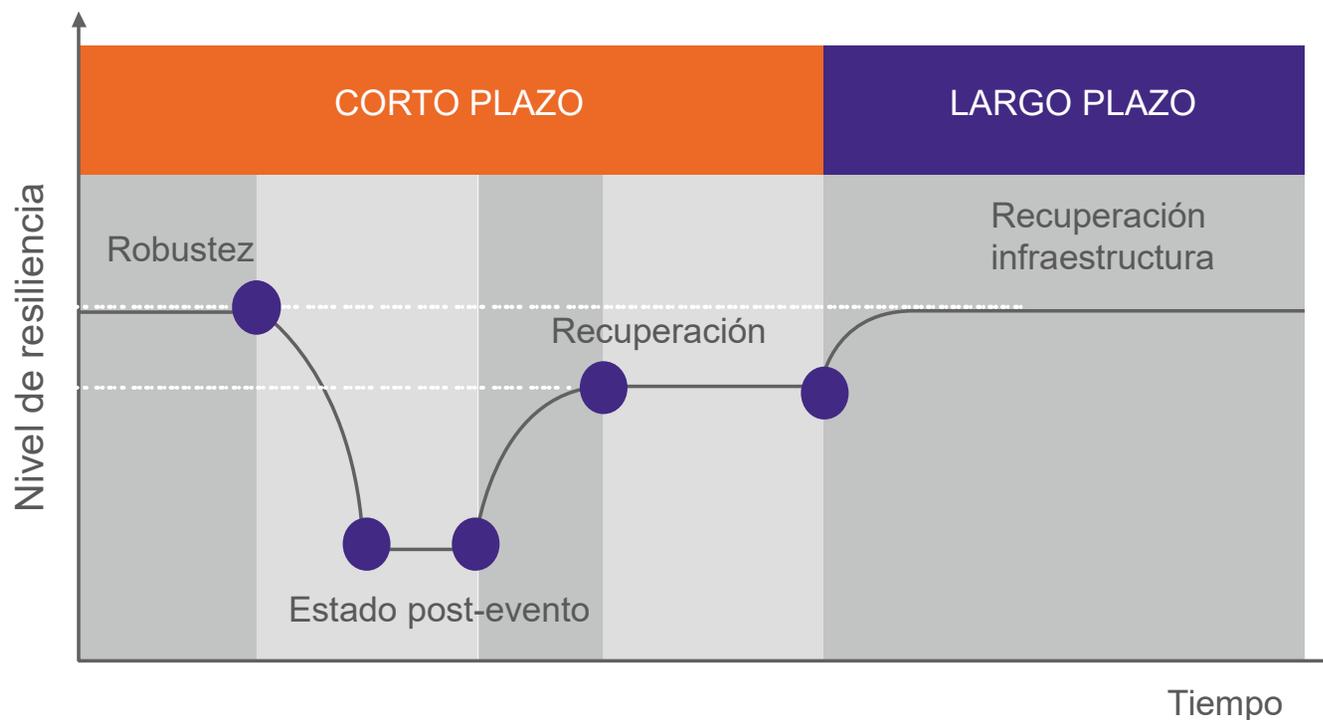
*World Energy Council

¿Y cómo se logra un sistema sostenible?



Mediante una planeación holística que permita anticiparse, prepararse y adaptarse ante las diferentes **amenazas** que pueden revelar **vulnerabilidades** del sistema eléctrico

La **resiliencia** mide la habilidad de anticipar, preparar y adaptarse rápidamente a condiciones cambiantes y soportar, responder y recuperarse ante eventos

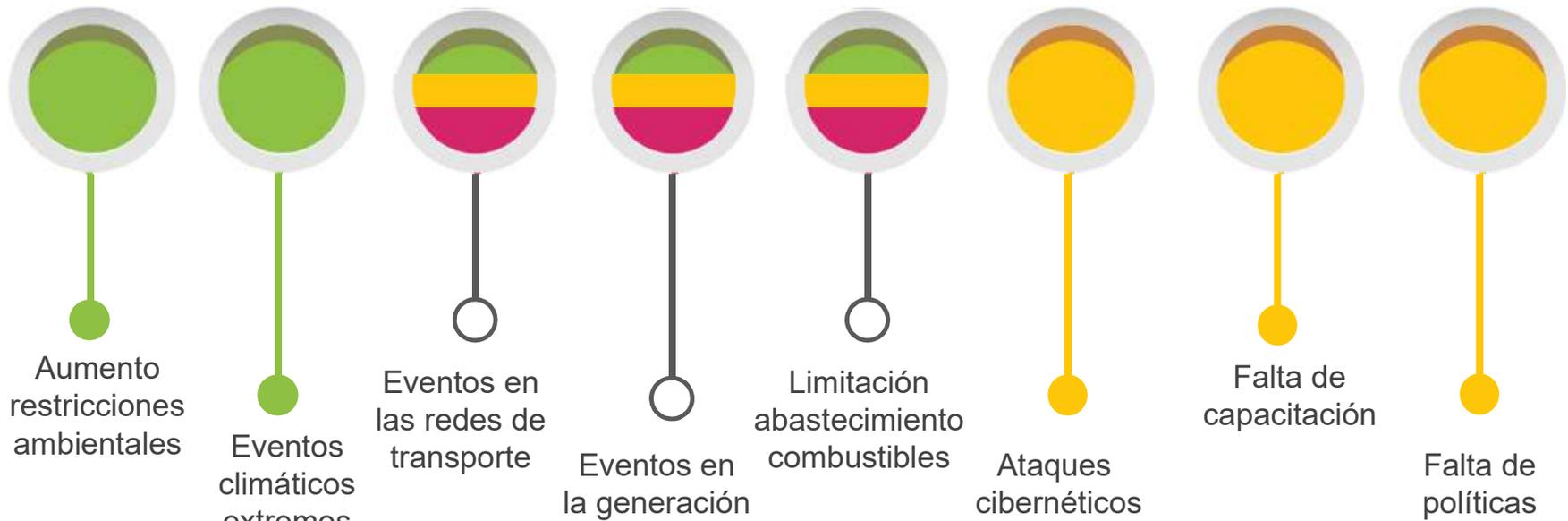


Resiliencia: Identificación de amenazas que pueden afectar el sistema

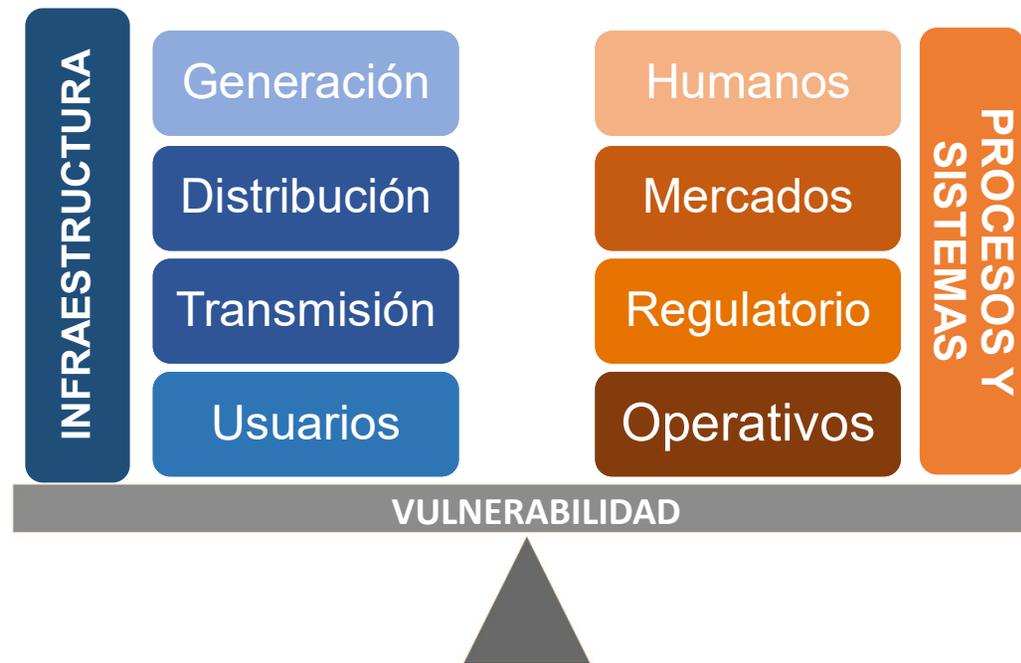
Las amenazas se clasifican en tres categorías:

- Naturales: originadas por eventos o características climáticas
- Humanas: pueden ser accidentales o maliciosas
- Tecnológicas: fallas de equipos

¿IMPACTO?



Resiliencia: Análisis de la vulnerabilidad del sistema



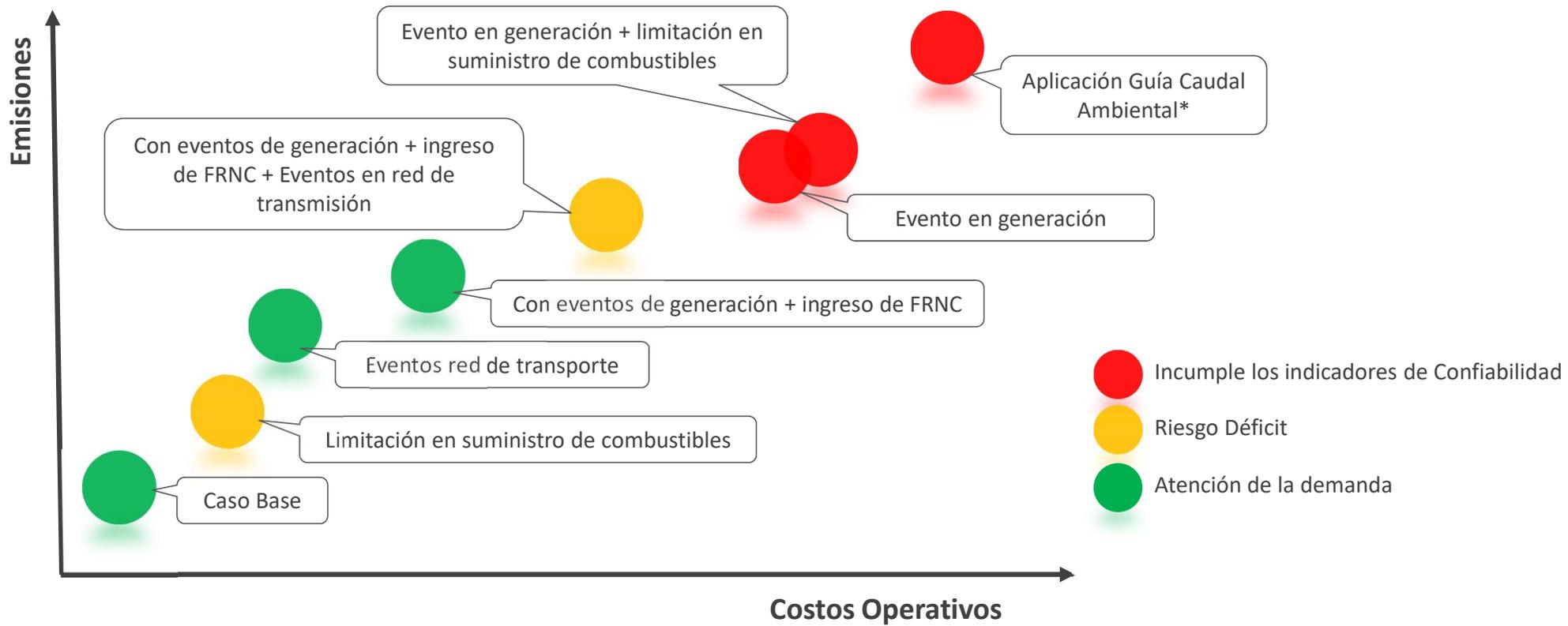
Las vulnerabilidades de un sistema se pueden mitigar e identificar mediante análisis de resiliencia



ANÁLISIS DE
RESILIENCIA –
VULNERABILIDAD
INFRAESTRUCTURA

xm

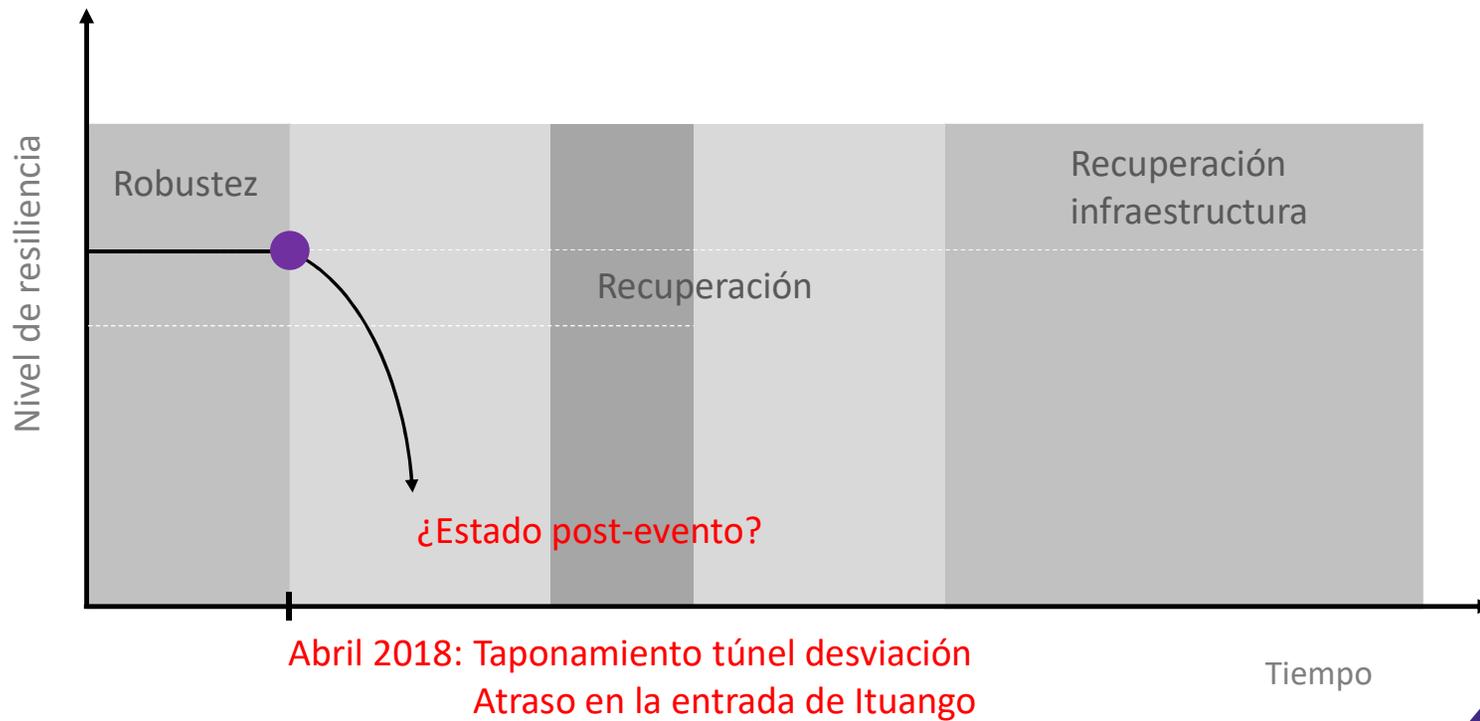
Análisis de resiliencia: vulnerabilidad en la infraestructura



Todos los derechos reservados para XM S.A. E.S.P.

*Aplicación a parque hidráulico existente

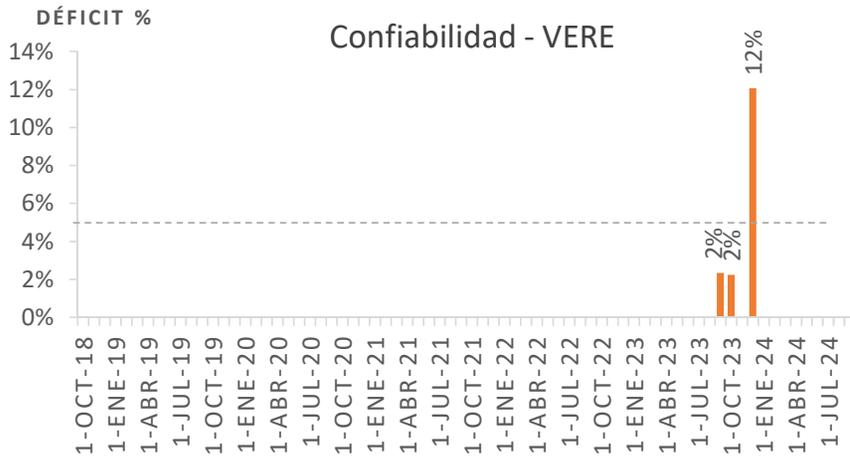
Evento en generación: atraso en la entrada de Hidroituango



Evento de gran impacto en generación - atraso en la entrada de Hidroituango

Resultados

Confiabilidad - VERE

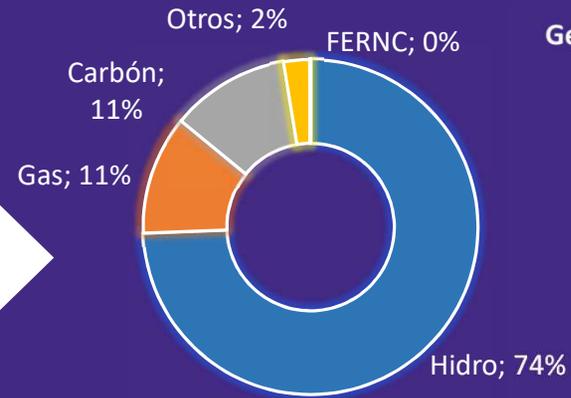


Sin la generación de Hidroituango:

- Se presenta déficit en el verano 2023-2024
- Incremento generación térmica
- Incrementos costos marginales 2023-2024

Si Ituango entra en operación en el 2021 se alivia el déficit

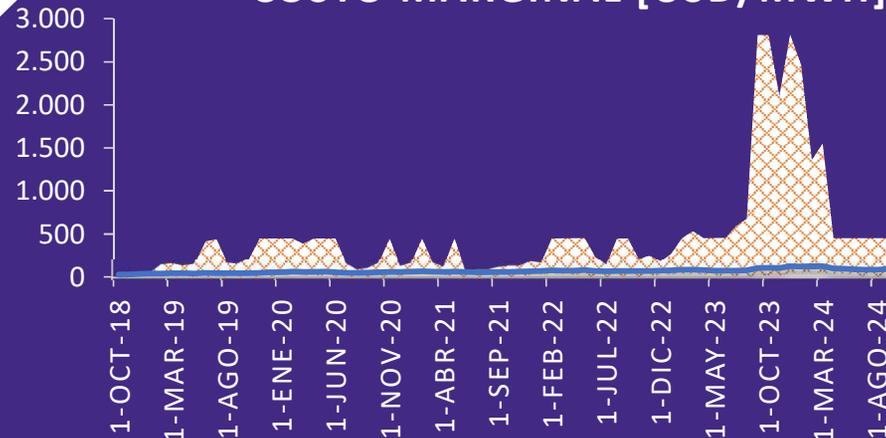
Caso Promedio - Todo el horizonte de estudio



Generación térmica serie seca [GWh/día]



COSTO MARGINAL [USD/MWH]



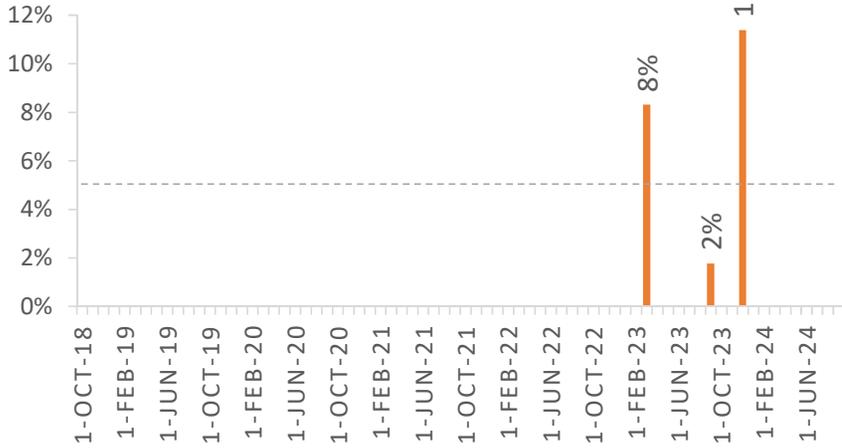
Evento en generación (Hidroituango) + limitación en suministro de combustibles



Para estimar la resiliencia, asumimos que no entra Hidroituango y se presenta limitación en el suministro del gas

Resultados

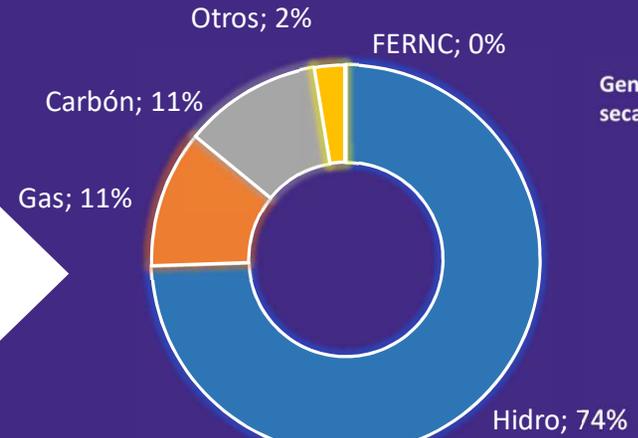
DÉFICIT %



Sin Hidroituango y con limitaciones de gas:

- Aumenta el déficit en el 2023-2024
- Incrementos de costos marginales en el 2023-2024

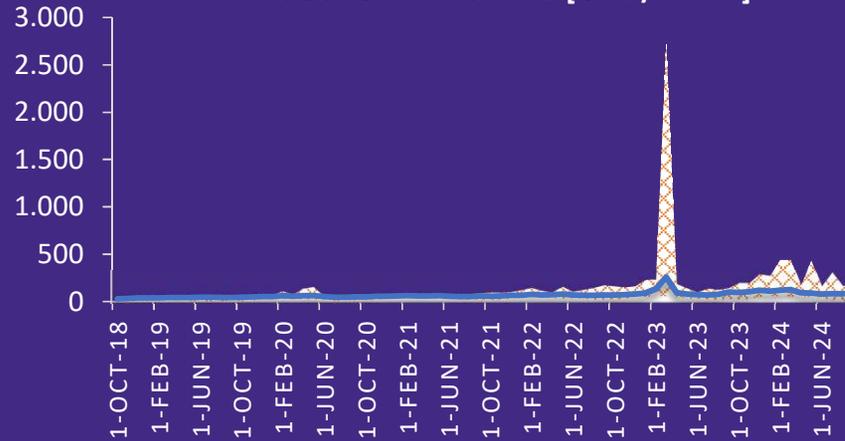
Caso Promedio - Todo el horizonte de estudio



Generación térmica serie seca [GWh/día]



COSTO MARGINAL [USD/MWH]



¿La infraestructura del SIN es resiliente?



- El sistema es vulnerable ante eventos de infraestructura de gran impacto.
- Se identifican situaciones que llevan a desatención de demanda y en algunos casos incumplimiento de los criterios de confiabilidad: atraso en la entrada de Hidroituango, limitación en el abastecimiento de combustibles y aplicación del caudal ambiental a proyectos existentes.
- Se identifican situaciones que si bien no generan déficit energético impactan el costo, las emisiones y la operación del sistema, como el atraso en los proyectos de expansión.
- Se requieren tomar medidas para reducir la vulnerabilidad del sistema y aumentar su resiliencia.





MEDIDAS
INFRAESTRUCTURA
PARA MEJORAR LA
RESILIENCIA



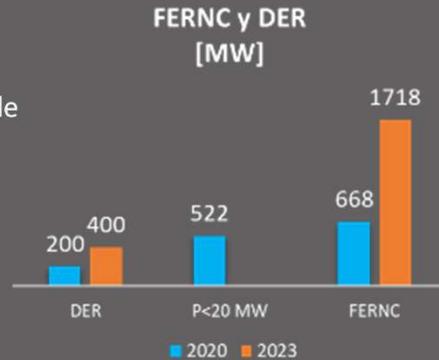
¿Qué está pasando?



Medidas que se vienen adoptando en el Sector

FERNC + DER

*Información de conceptos emitidos por UPME a 15 de octubre de 2018



Respuesta Demanda

- Mejorar la seguridad de la operación de corto plazo
- Emergencia - Riesgo de racionamiento
- Servicios complementarios
- Cargo por Confiabilidad
- Eficiencia – Aplanar curva de demanda y reducción emisiones

Almacenamiento

Subestación	MW
Centro 110 kV	22
Oasis 110 kV	22
Las Flores 34.5 kV	16
TOTAL	60

- Costo: 60 millones de dólares
- Reducción en restricciones de \$3/kWh
- Relación Beneficio / Costo de 7.9 y el retorno de la inversión se logra en 0.88 años.
- Reducción generación de seguridad en Atlántico**

Aumento en los intercambios internacionales



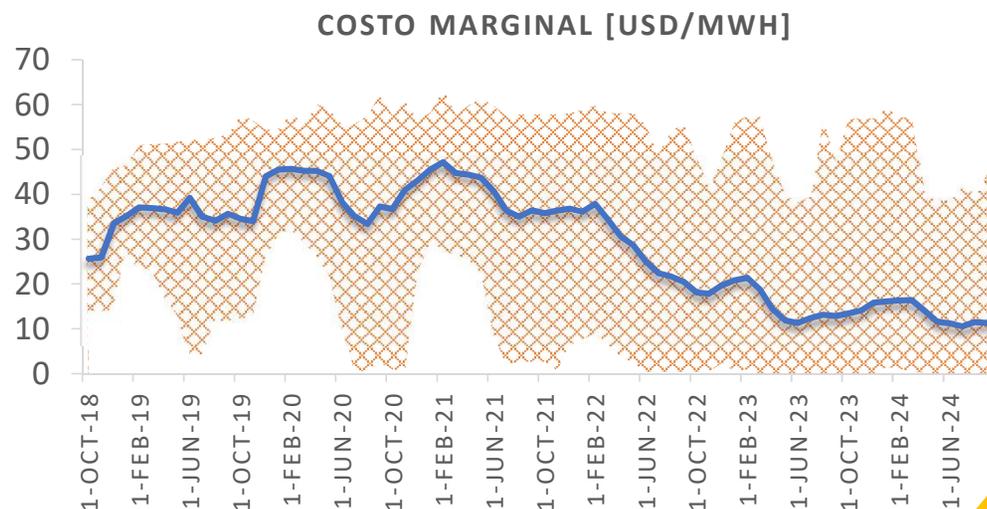
Subasta CxC

- Resoluciones CREG 103 y 104
- Periodo 2022 – 2023
- Demanda objetivo de 82.800GWh/año (escenario alto de la UPME)

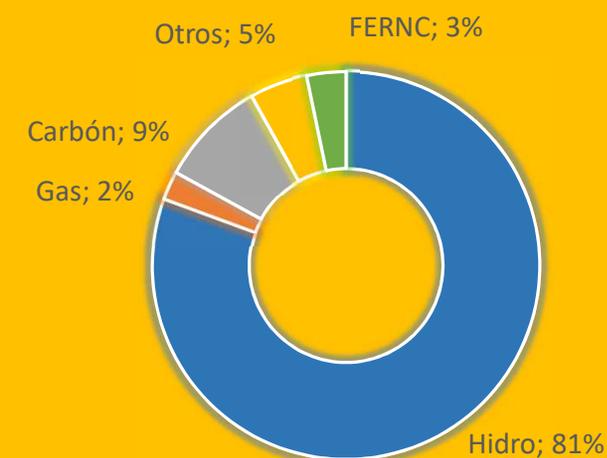
Recuperación Infraestructura

- EPM ha informado la probabilidad de recuperación del proyecto Hidroitungo para el 2021

Medidas: Ituango + FERNC + DER + Baterías + Interconexiones



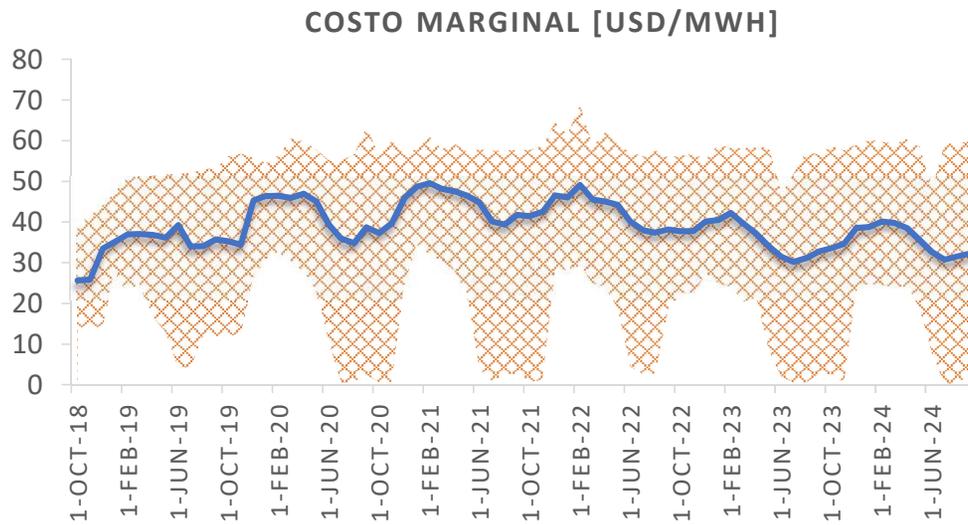
Caso Promedio - Todo el horizonte de estudio



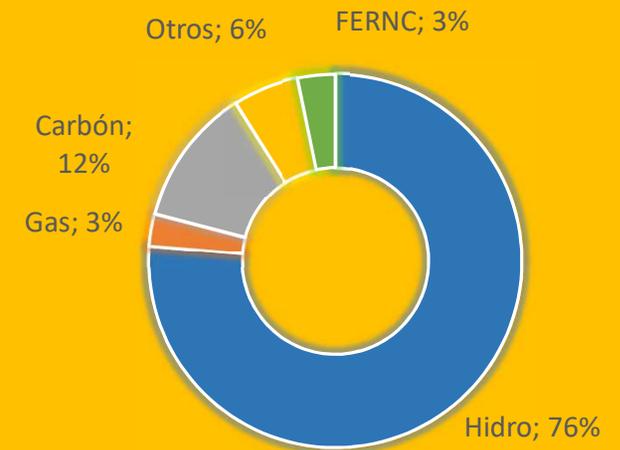
Este caso asume una integración de todas las nuevas tendencias con Hidroituango en operación:

- Es un caso altamente renovable (aproximadamente el 85% de la demanda promedio se atiende con recursos renovables)
- Al integrar FERNC y su red asociada desaparece el déficit. En caso de no esté la red de transmisión, se mantiene el déficit
- Al integrar baterías se reduce la generación de seguridad en Atlántico
- Al integrar campañas de eficiencia energética y respuesta de la demanda se reduce el consumo
- Al tener transacciones internacionales activas se aprovecha la complementariedad.

¿El sistema sería vulnerable ante un evento de alto impacto?



Caso Promedio - Todo el horizonte de estudio



Si se considera el retraso de Hidroituango (evento mas crítico):

- Se cumplen los criterios de confiabilidad
- Aumenta un poco la térmica por efectos en la reducción de la hidráulica
- Se mantienen costos marginales bajos
- Se observa un sistema resiliente

¿Es entonces posible lograr un sistema más resiliente en términos de infraestructura?



- Actualmente, se identifican medidas en el Sector que ayudan a gestionar la vulnerabilidad del sistema y pueden aumentar su resiliencia, se resaltan las subastas del cargo por confiabilidad y las de contratos de largo plazo.
- Hay soluciones planteadas en la agenda regulatoria que apuntan a reducir las restricciones y mejorar la sostenibilidad del sistema como son la instalación de baterías, la respuesta de la demanda y la eficiencia energética
- De forma complementaria a la adopción de las medidas es necesario el desarrollo de la infraestructura, el marco regulatorio y el desarrollo del mercado.



An aerial photograph of a large-scale mining operation. The central focus is a massive, terraced open-pit mine with numerous horizontal levels. The surrounding landscape is a mix of dense green forest and cleared, brownish soil. A river with a yellowish-brown hue flows through the lower part of the scene. In the bottom left corner, there is an orange 'xm' logo. A purple diamond-shaped graphic is overlaid on the right side of the image, containing white text. The background of the slide features several parallel orange diagonal lines on the right side.

ANÁLISIS DE
RESILIENCIA –
VULNERABILIDAD
PROCESOS Y
SISTEMAS

xm

Análisis de resiliencia: vulnerabilidad en procesos y sistemas



Humanos

- Capacitación
- Entrenamiento
- Gestión del conocimiento



Mercado

- Inversiones
- Financiamiento de proyectos
- Liquidez
- Mercados completos



Regulatorio

- Incentivos
- Barreras de integración



Operativo

- Pronósticos
- Capacidad tecnológica
- Flexibilidad

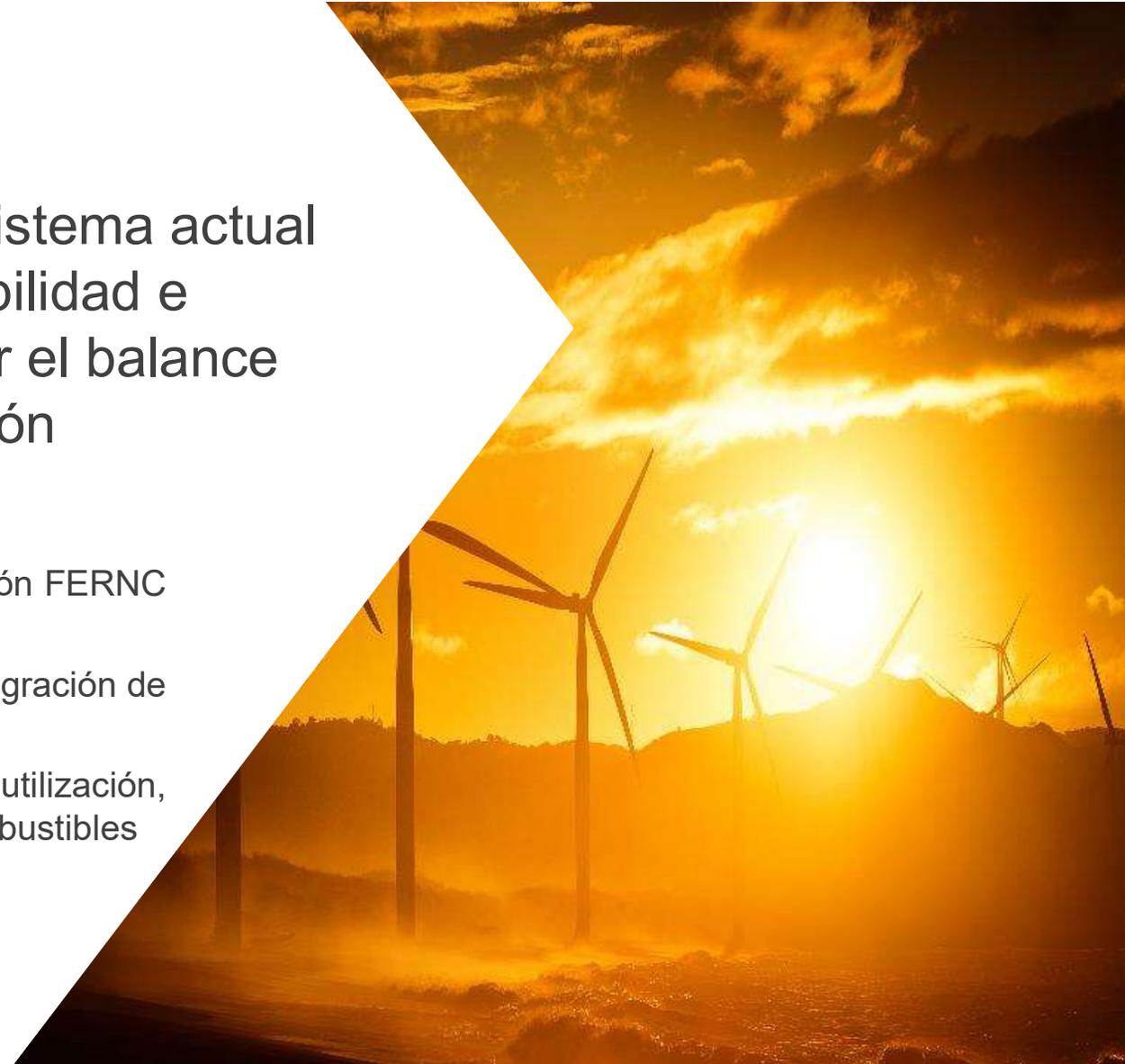


Análisis de flexibilidad operativa

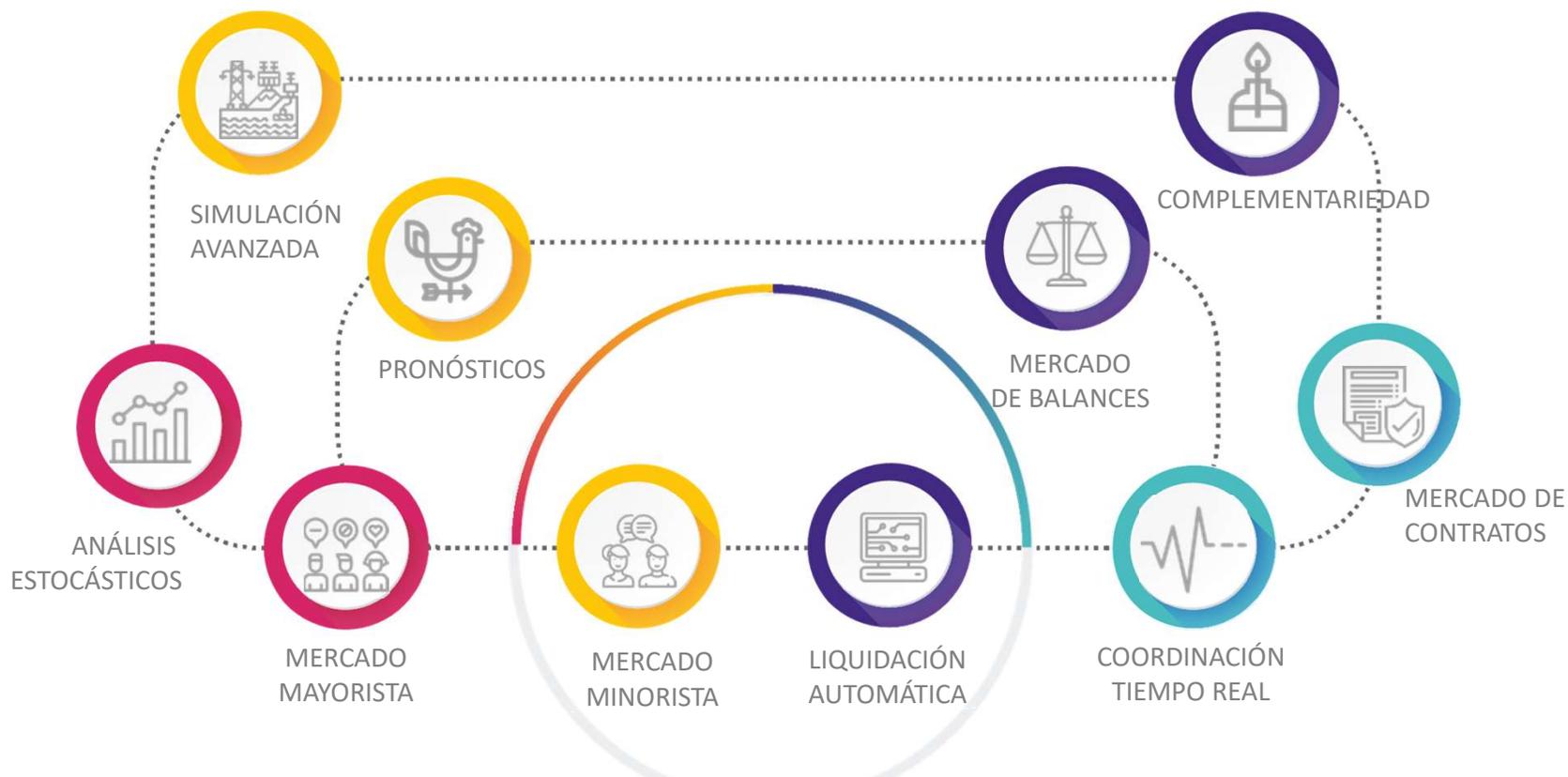
Analizar la capacidad del sistema actual para manejar la variabilidad e incertidumbre y garantizar el balance carga - generación

Señales

- Efectos en la operación de la participación FERNC y vertimientos
- Efectos en el costo operativo ante la integración de nuevas tecnologías
- Impacto en plantas convencionales: utilización, arranques y paradas, disponibilidad combustibles
- Rampas operativas
- Congestionamientos
- Impacto en la confiabilidad del sistema



Medidas para mitigar la vulnerabilidad en procesos y sistemas



PROPUESTAS REGULATORIAS



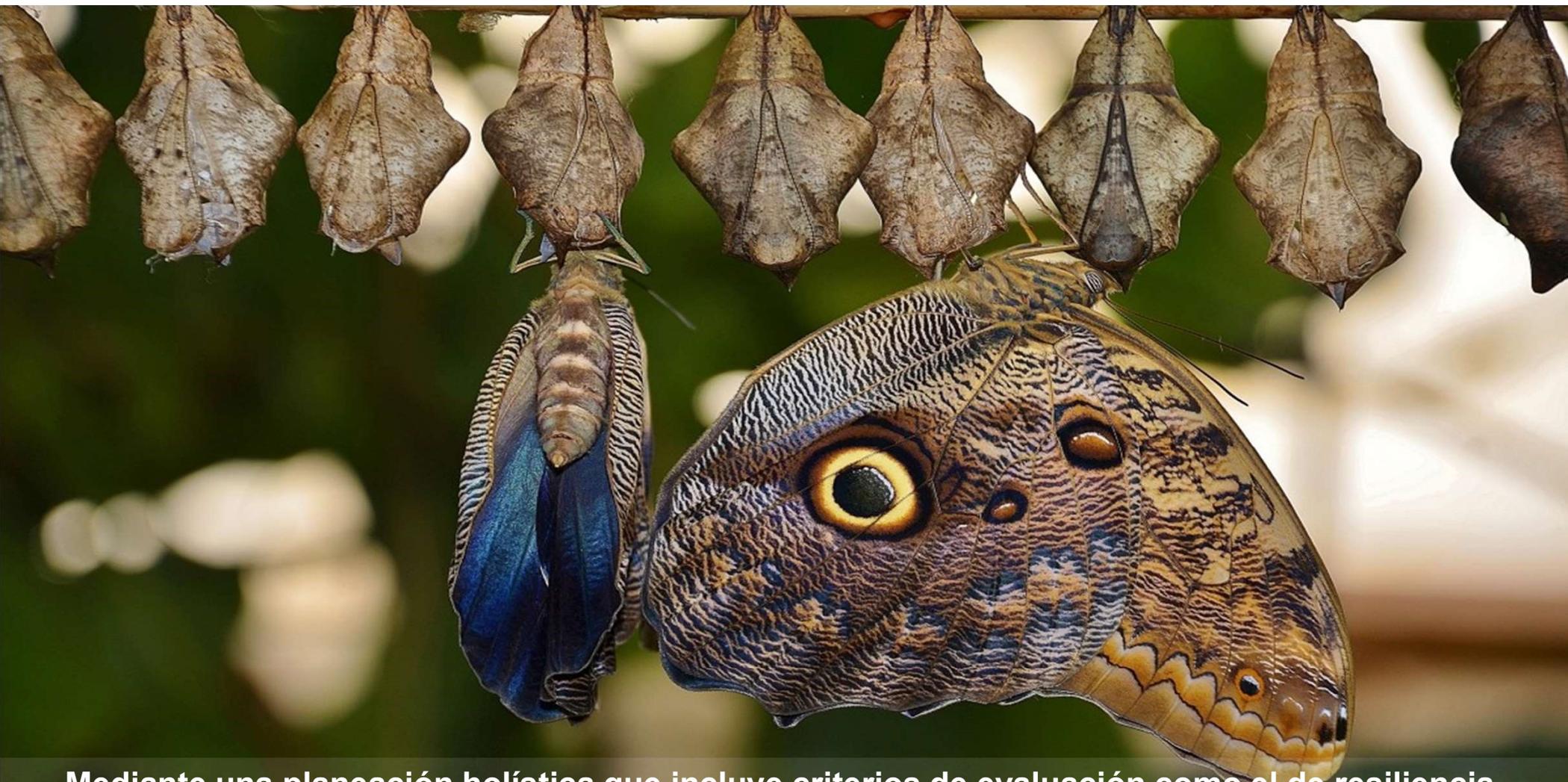
CIBERSEGURIDAD



ANÁLITICA AVANZADA



GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO



Mediante una planeación holística que incluye criterios de evaluación como el de resiliencia, confiabilidad y economía, podemos anticiparnos, prepararnos y adaptarnos ante las diferentes amenazas que permitan gestionar las vulnerabilidades del sistema eléctrico

The logo for ENxm features the letters 'EN' in a tall, thin, orange sans-serif font. The 'x' is a stylized symbol composed of three parallel, slanted lines in the same orange color. The letters 'm' are in a bold, rounded, orange sans-serif font.

ENxm

**NO SOLO SOÑAMOS CON UN MUNDO MEJOR,
LO ESTAMOS CONSTRUYENDO...**