

**Consultoría para definir las métricas para
estimar la contribución de confiabilidad al SIN**

**PROPUESTAS METODOLÓGICAS
PARA ADAPTAR EL MECANISMO
DEL CARGO POR CONFIABILIDAD
AL NUEVO FUTURO**

Carlos Batlle <CarlosBatlleLopez@gmail.com>, Silvio Binato <Silvio@psr-inc.com>
PSR – Di-Avante

Preparado para CREG
Bogotá, 17 de diciembre de 2019

Esta presentación recoge el trabajo realizado en el contexto del proyecto “Consultoría para definir las métricas para estimar la contribución de confiabilidad al SIN”, desarrollado para la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), según el contrato no. 2019-087.

Este proyecto ha sido desarrollado por Silvio Binato (PSR) y el Prof. Carlos Batlle, con el apoyo de Mario Veiga Pereira, Luiz Augusto Barroso y Gabriel Cunha (PSR), Juan R. Inostroza, Ignacio Arrazola (Di-Avante) y Pablo Rodilla, Paolo Mastropietro y Paulo Brito Pereira (IIT-Comillas).



El nuevo contexto

El futuro no va a ser lo que era

- **Dimensión física**

- Multi-tecnología
- Multi-dimensional
- Multi-complementariedad
- Transversal

- **Dimensión económica**

- Más intensivo en capital (más aún)
- Más incertidumbre que riesgo (Knight, 1921)
- Más subproblema (condicionado por objetivos de orden superior)

Papel de los mecanismos de capacidad

- **Herramienta central del marco regulatorio**
 - Señal fundamental para la expansión
- **Necesidad de adaptación gradual pero urgente a la nueva realidad**
 - El pasado no explica el futuro
 - La planificación ya no puede ser centralizada
 - Necesidad de gestionar la incertidumbre
 - Estimación y valoración de la contribución de los recursos a la garantía del suministro
 - Medida la contribución futura, no pasada
 - Papel clave de las complementariedades

Necesidad de coordinación

- **Análisis y mecanismos regulatorios**

Análisis de confiabilidad

Métrica de confiabilidad

Objetivo de confiabilidad

Mecanismo de confiabilidad

Demanda objetivo

Suministro firme



Experiencias internacionales

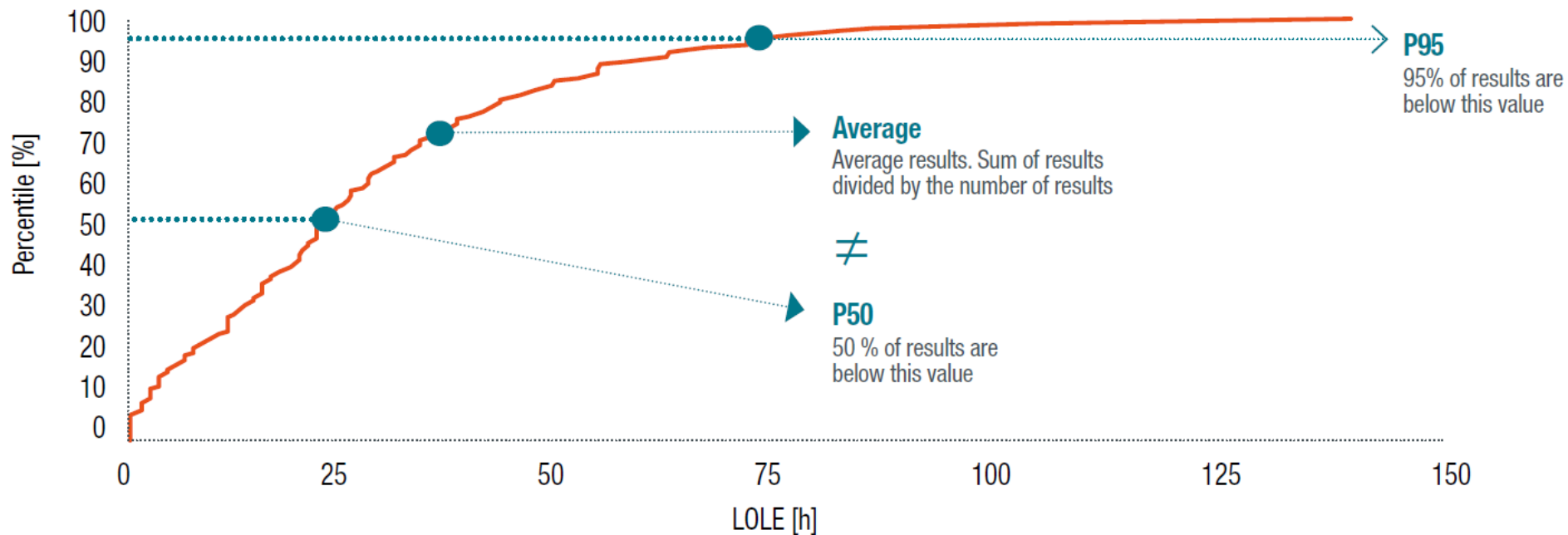
Tendencias

- **Métricas basadas en la energía no suministrada**
 - Medida de volumen, no de número de eventos
 - NERC (EEUU): métricas basadas en estimaciones de la energía no servida
 - EENS normalizada
 - Australia y Alberta ya utilizan la EENS para sus estudios

Tendencias

- **Medidas estadísticas que permitan considerar y dar más peso a escenarios extremos**

– Bélgica: $\text{LOLE} < 3 \text{ h/año} + \text{LOLE}_{95} < 20 \text{ h/año}$

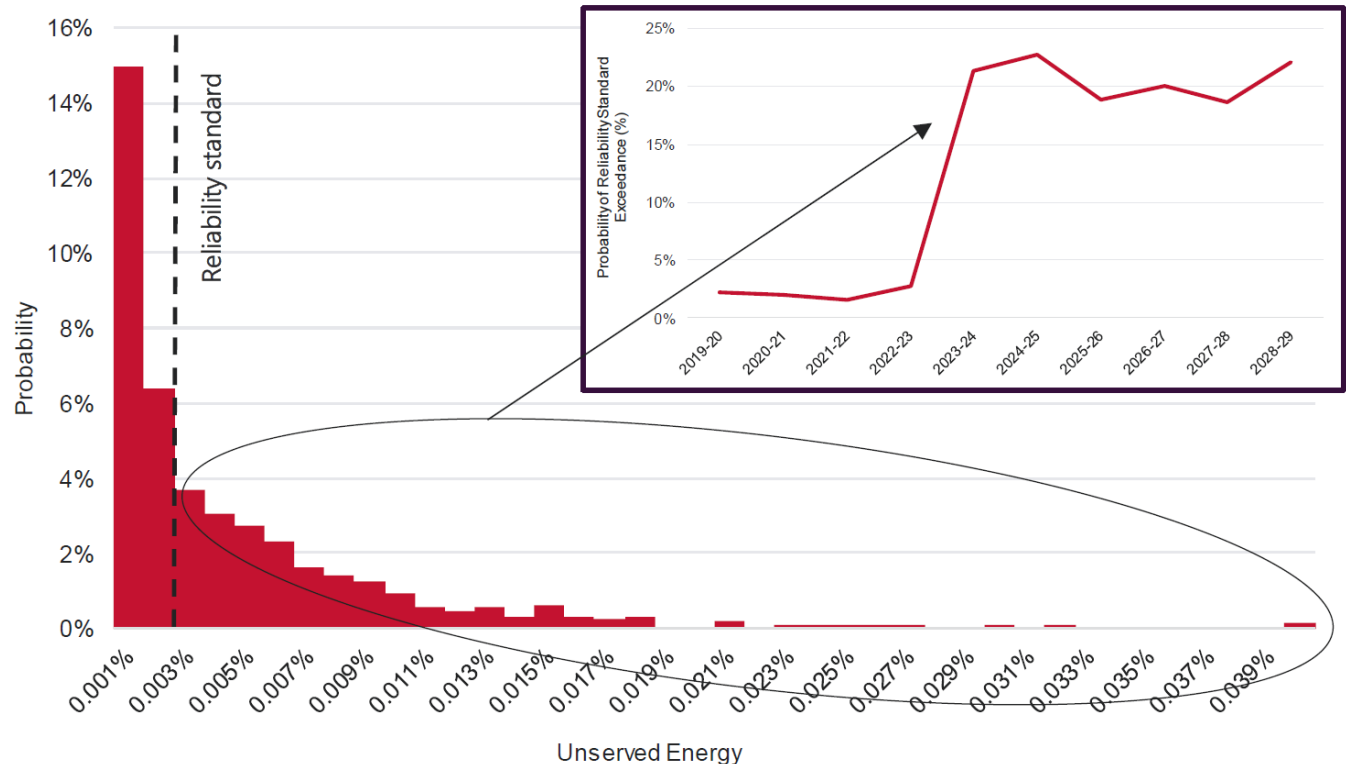


Tendencias

- **Medidas estadísticas que permitan considerar y dar más peso a escenarios extremos**

–Australia: EENS normalizada < 0,002%

AEMO, Australian Energy Market Operator, 2019. 2019 Electricity Statement of Opportunities



Suministro firme renovables

- **Producción histórica**
- **ELCC o similares**

Producción histórica

PJM, ISO New
England, MISO, New
York ISO, Italia

*Ej.: Factor de capacidad basado en la
producción media en las horas punta de
verano de los últimos 3 años*

ELCC con proyecciones

California ISO, MISO, New
York ISO, Irlanda, Reino
Unido, Francia, Bélgica*

*Ej.: Factores de devaluación por tecnología
calculados a través de un modelo de ELCC
marginal basado en la EENS*



Tendencia actual

Suministro firme almacenamiento

- **Potencia sostenida**
- **ELCC o similares**

Potencia sostenida

California ISO, Alberta,
ISO New England, New
York ISO

*Ej.: Potencia firme limitada por la capacidad
que se puede mantener durante 4 horas
seguidas*

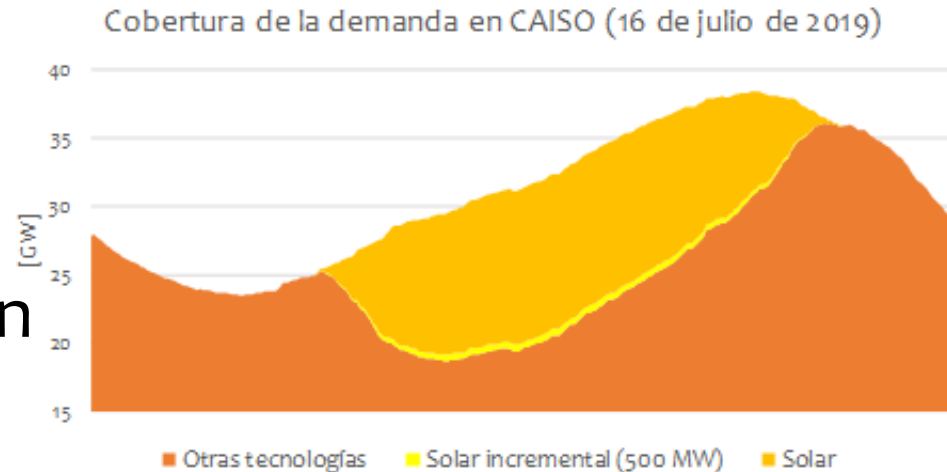
ELCC con proyecciones

Irlanda, Reino Unido,
Bélgica*

*Ej.: Factores de devaluación por tipo de
batería calculados a través de un modelo de
ELCC marginal basado en la EENS*

Suministro firme (tendencias)

- **Metodologías apoyadas en proyecciones**
 - Los datos históricos no reflejan el funcionamiento futuro
 - Modelos de simulación
- **Métricas basadas en energía**
 - Reducir la volatilidad del suministro firme de cada recurso
 - Contribución marginal
 - Contribución media sobrestima la aportación de ciertos recursos





Propuestas de los consultores
Planteamiento integral

Planteamiento general

Cálculo de la energía firme

- Propuesta de planteamiento integral

1.- Restricción Fiabilidad del Sistema
(RFS)



2.- Estimación de la contribución
futura a la RFS de cada planta



3.- Definición de la unidad de medida

Planteamiento general

Cálculo de la energía firme

- Propuesta de planteamiento integral

1.- Restricción Fiabilidad del Sistema
(RFS)



2.- Estimación de la contribución
futura a la RFS de cada planta

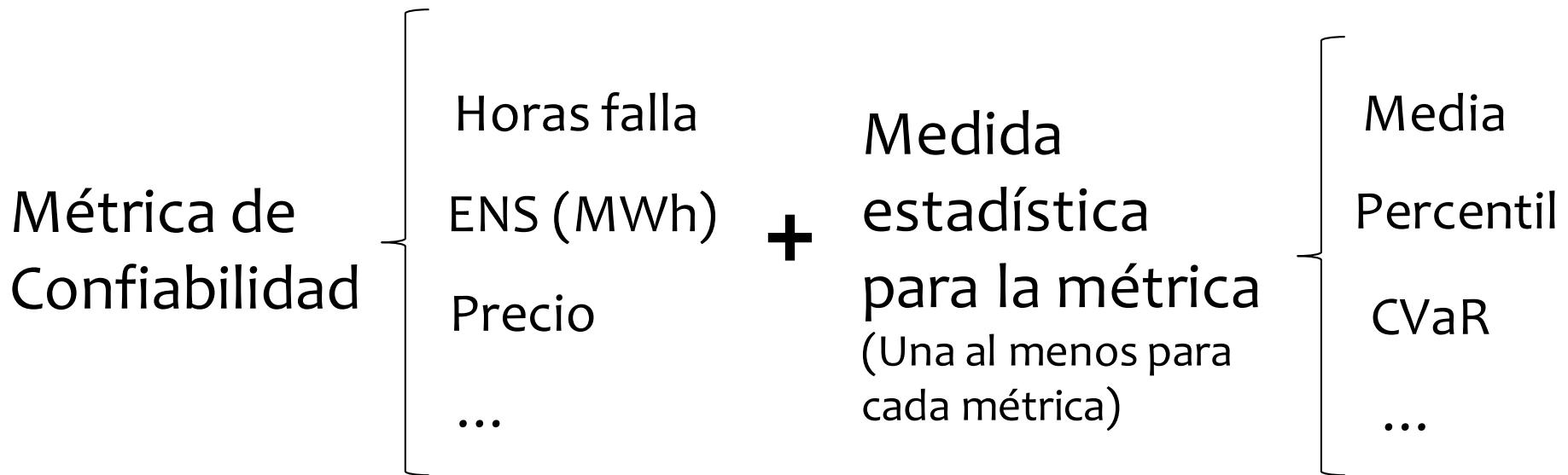


3.- Definición de la unidad de medida

Planteamiento integral

Objetivo de confiabilidad

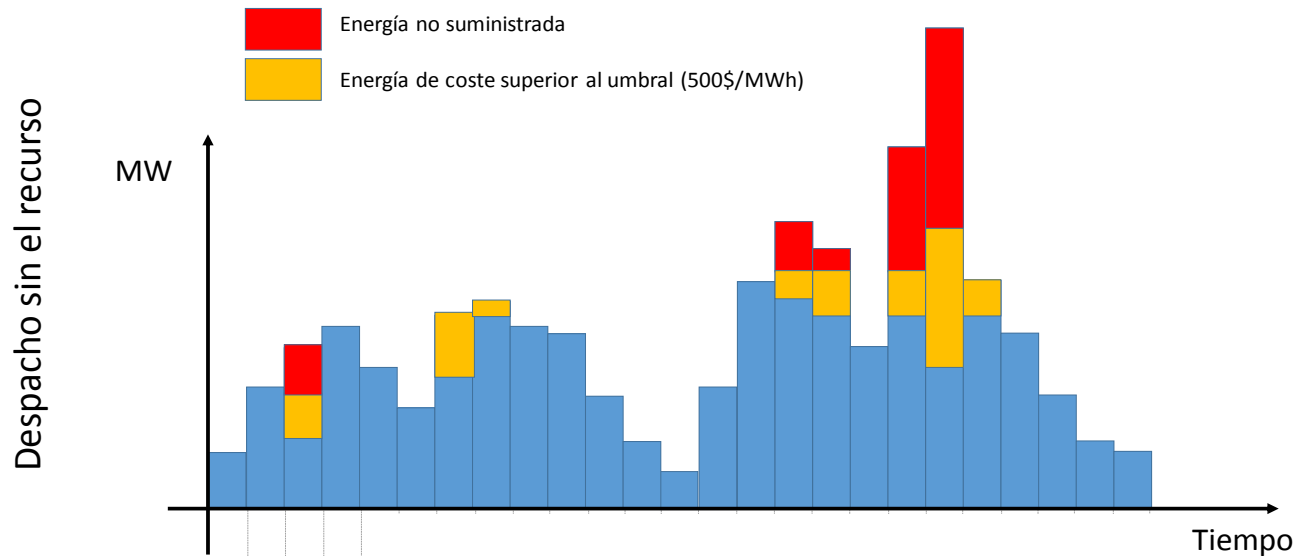
- El objetivo se fija a partir de una métrica y de una medida estadística



Cálculo del Suministro Firme

Métrica de confiabilidad

- **Mejor ENS que horas de escasez**
- **Propuesta: en línea con la filosofía del CxC:**
 - ENS' = Energía no suministrada + Energía producida a coste (oferta) superior a un umbral

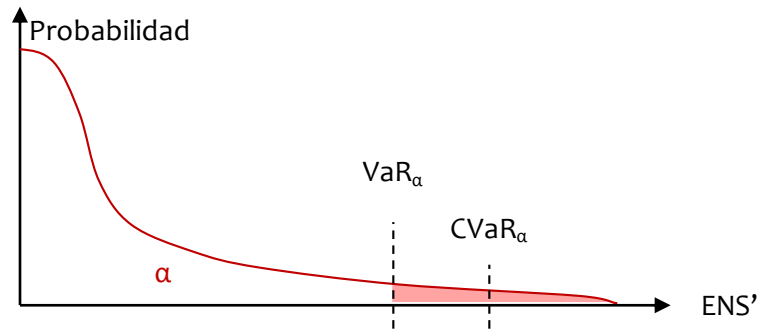


Planteamiento integral

Objetivo de confiabilidad

- **Medida estadística: CVaR**

- Mayor peso a los escenarios extremos



- **Alternativa: dos simultáneamente**

- Media por debajo de un valor

- e.g. $E(ENS) < 0,002$

- CVaR por debajo de otro valor

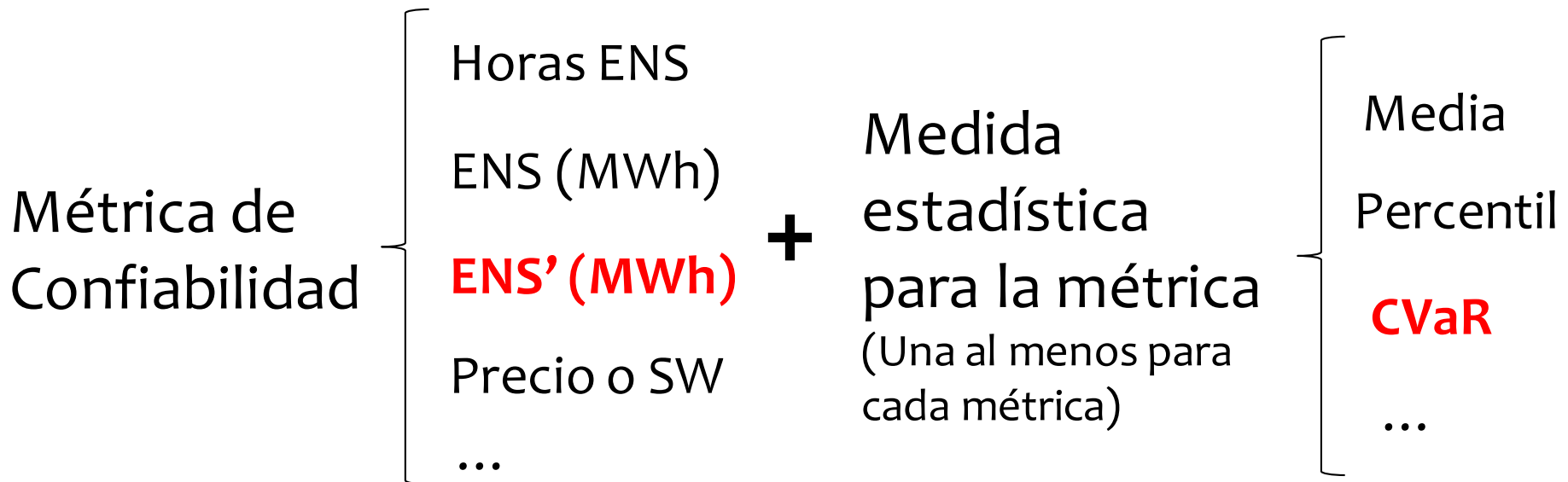
- e.g. $CVaR(ENS) < 0,005$

- Lo normal es que se active solo una

Planteamiento integral

Objetivo de confiabilidad

- El objetivo se fija a partir de una métrica y de una medida estadística



Planteamiento general

Cálculo de la energía firme

- Propuesta de planteamiento integral

1.- Restricción Fiabilidad del Sistema
(RFS)



2.- Estimación de la contribución
futura a la RFS de cada planta



3.- Definición de la unidad de medida

Planteamiento integral

Cálculo de la energía firme

- **Contribución futura de cada planta...**

- Marginal

- Incremental

... a la restricción de fiabilidad

- **Modelado/simulación del despacho futuro**

- Escenarios de disponibilidad

- Aportes hidráulicos

- Fallo líneas/interconexiones

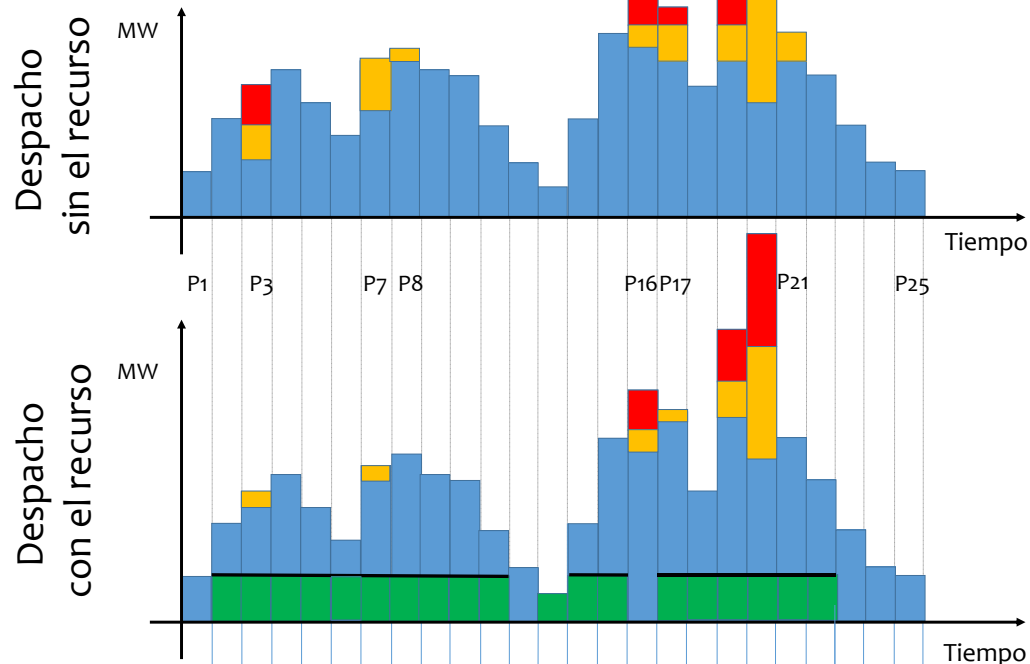
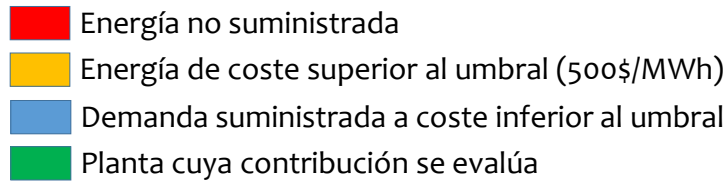
- Precios de combustibles (y su disponibilidad)

- Incertidumbre respecto al mix de generación

Cálculo del Suministro Firme

Medida de la contribución

- Contribución marginal/incremental de cada planta a la restricción de fiabilidad



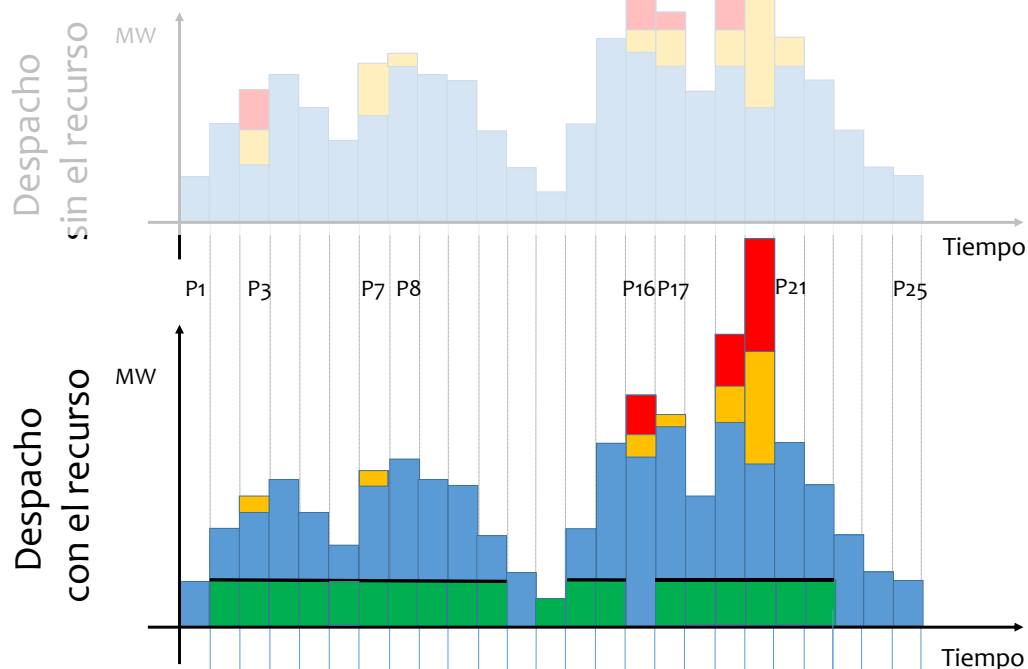
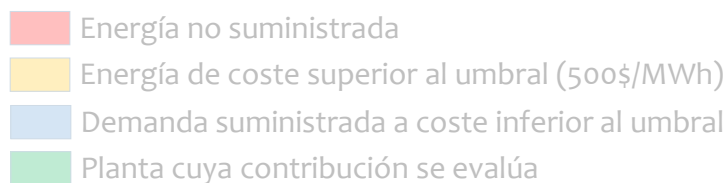
Reducción de energía no suministrada y energía ofertada por encima de un umbral



Cálculo del Suministro Firme

Medida de contribución simplificada

- Producción media en periodos de escasez como medida de la contribución



Reducción de energía no suministrada y energía ofertada por encima de un umbral

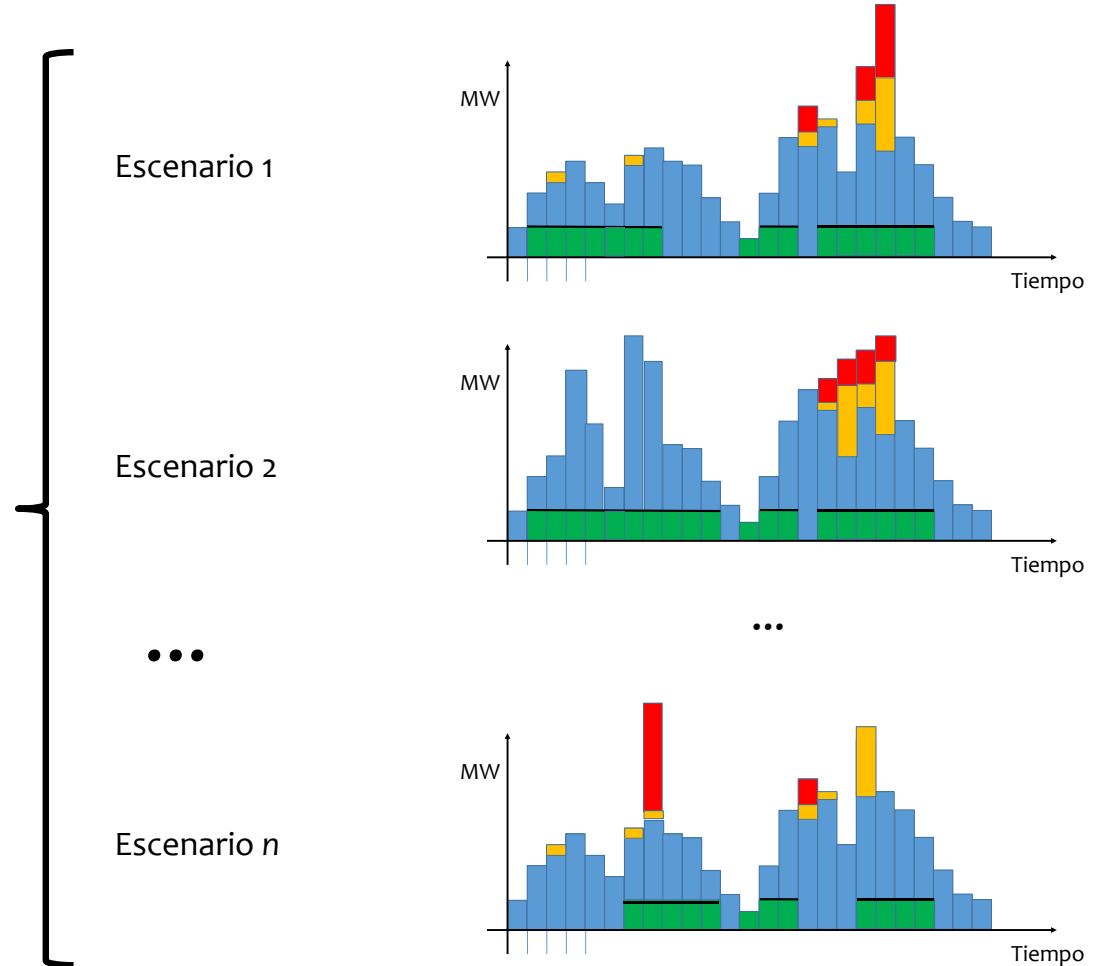


Cálculo del Suministro Firme

Metodología

- **Aproximación: producción media en los periodos de escasez como medida de la contribución**

Si la RFS $CVaR(ENS')$:
Producción media en los
escenarios extremos



Planteamiento integral

Cálculo de la energía firme

- **Unidad de valoración**
 - Por planta térmica
 - Por planta renovable no convencional
 - Por cuenca hidráulica
- **Aditividad**
 - $EF(A + B) = EF(A) + EF(B)$
 - A y B son unidades de valoración

Planteamiento general

Cálculo de la energía firme

- Propuesta de planteamiento integral

1.- Restricción Fiabilidad del Sistema
(RFS)



2.- Estimación de la contribución
futura a la RFS de cada planta

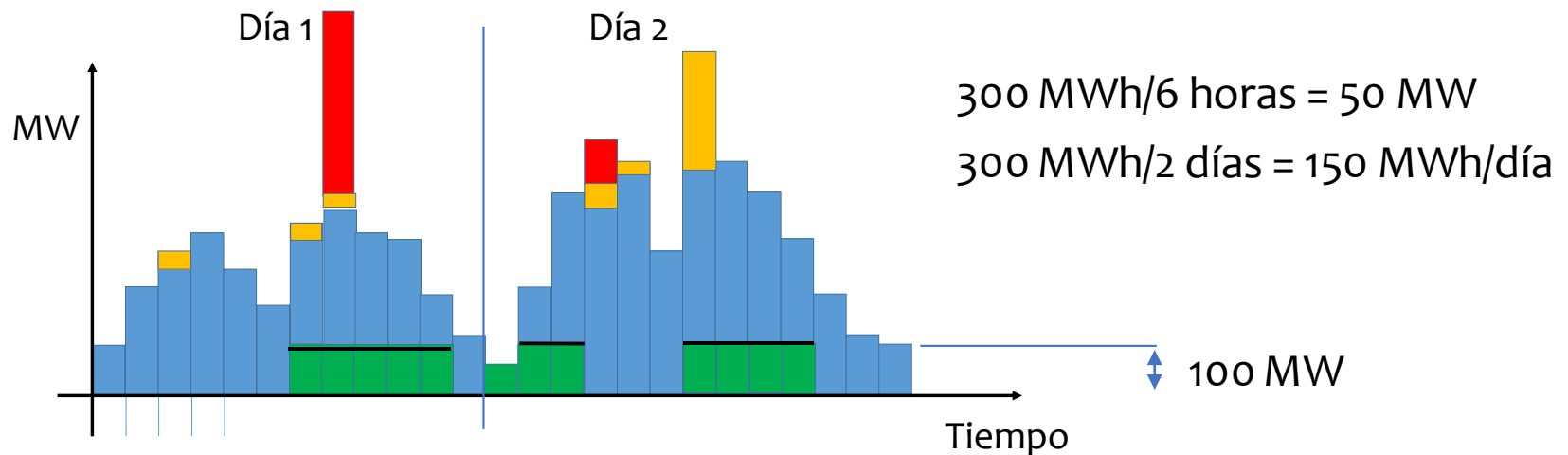


3.- Definición de la unidad de medida

Cálculo del Suministro Firme

Unidades de medida

- **Energía media equivalente** ✓
 - Por hora de escasez
 - Media de energía producida en las horas de escasez
 - Por día de escasez
 - Ratio [energía en días de escasez] / [días de escasez]



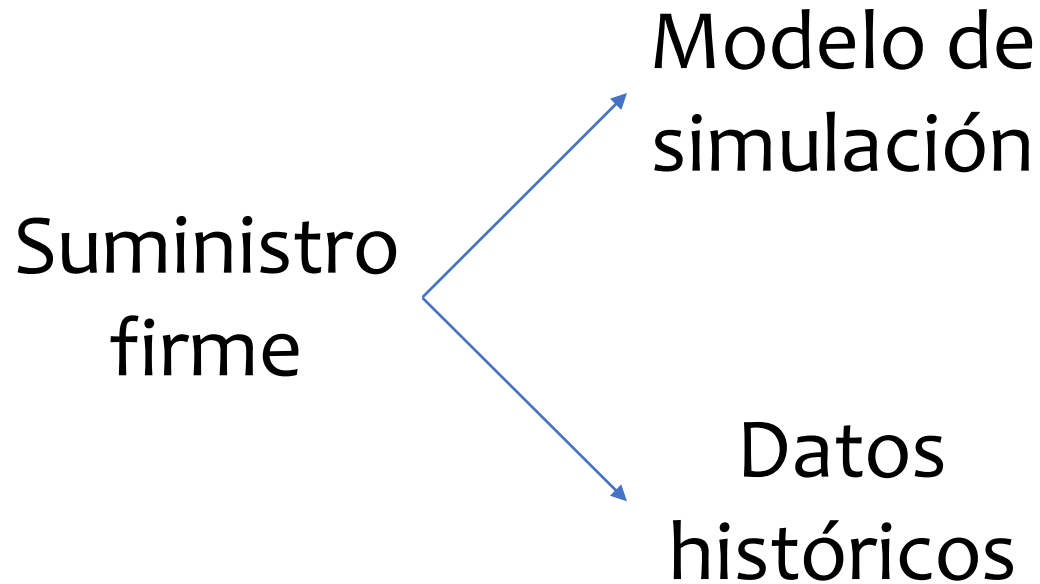
- **Central equivalente de tasa de fallo cero** ✗



Metodologías alternativas

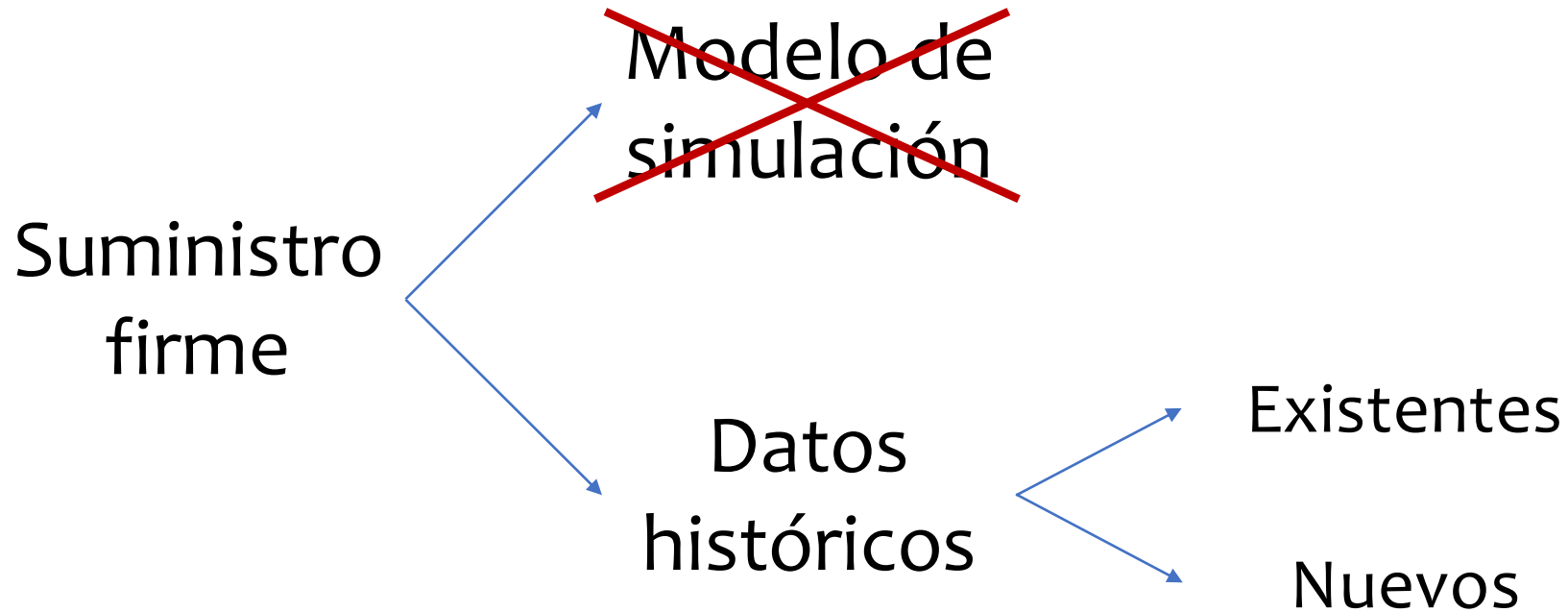
Metodologías alternativas

Datos históricos



Metodologías alternativas

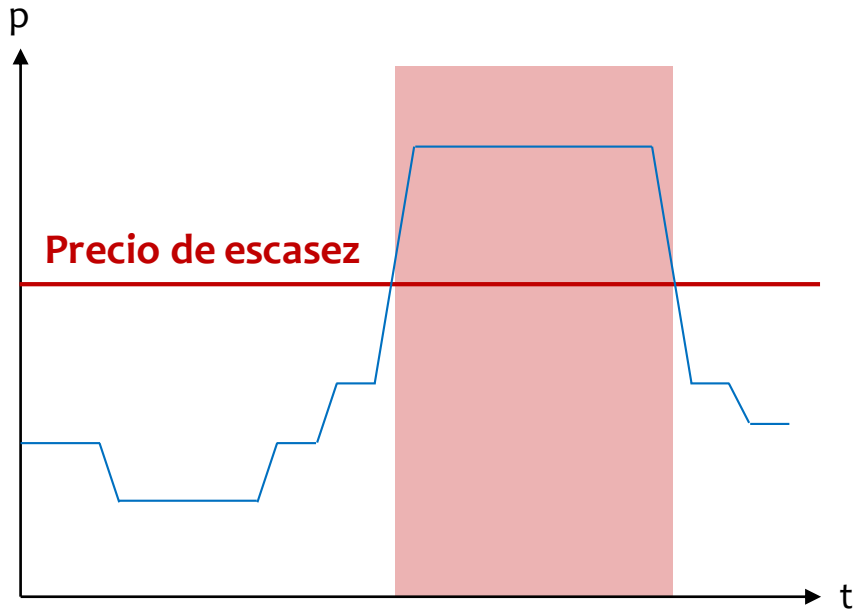
Datos históricos



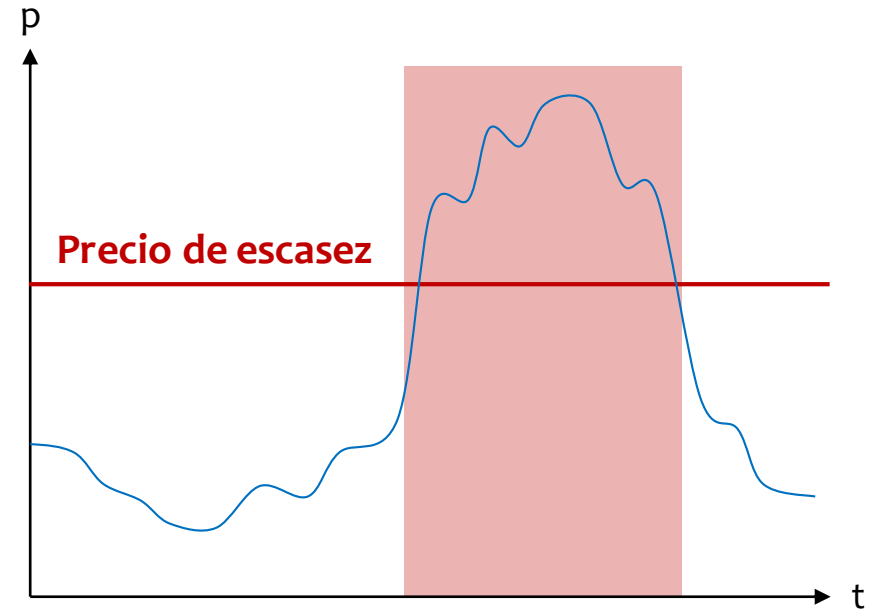
Metodologías alternativas

Análisis de coherencia

Escasez esperada
en el futuro



Escasez en el
pasado

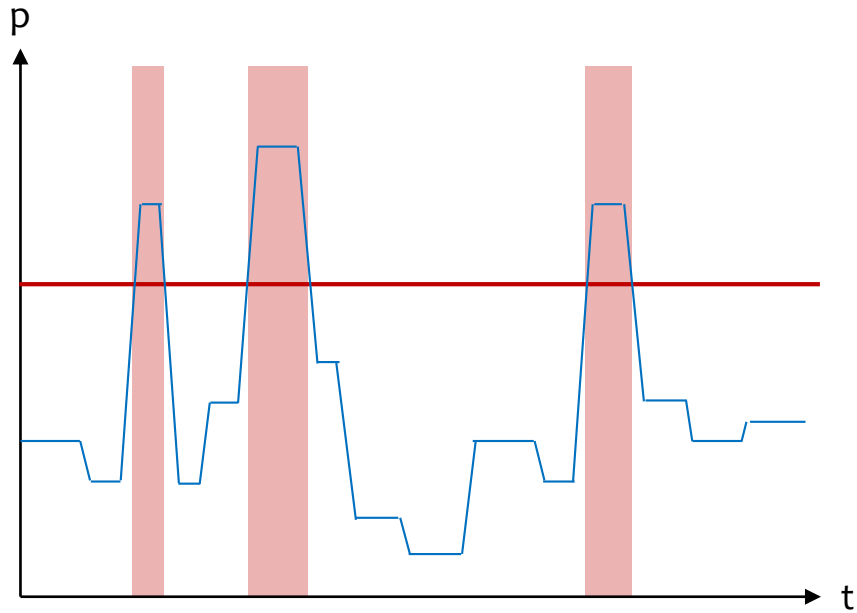


Simplificación aceptable

Metodologías alternativas

Análisis de coherencia

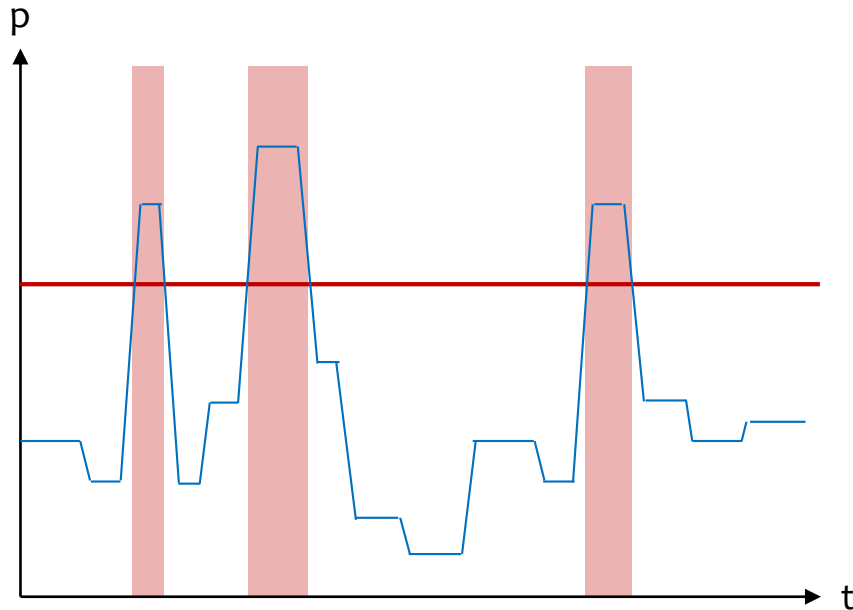
Escasez esperada
en el futuro



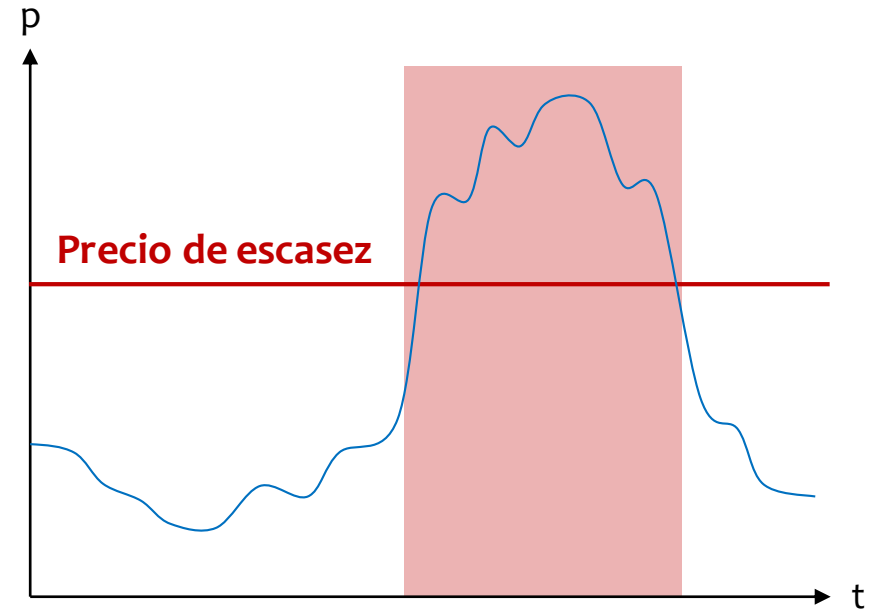
Metodologías alternativas

Análisis de coherencia

Escasez esperada
en el futuro



Escasez en el
pasado

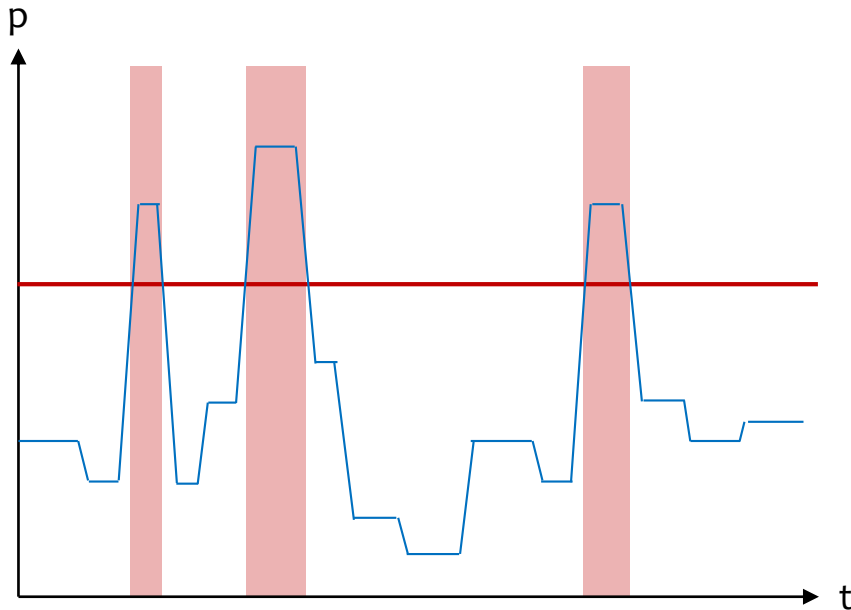


Simplificación errónea

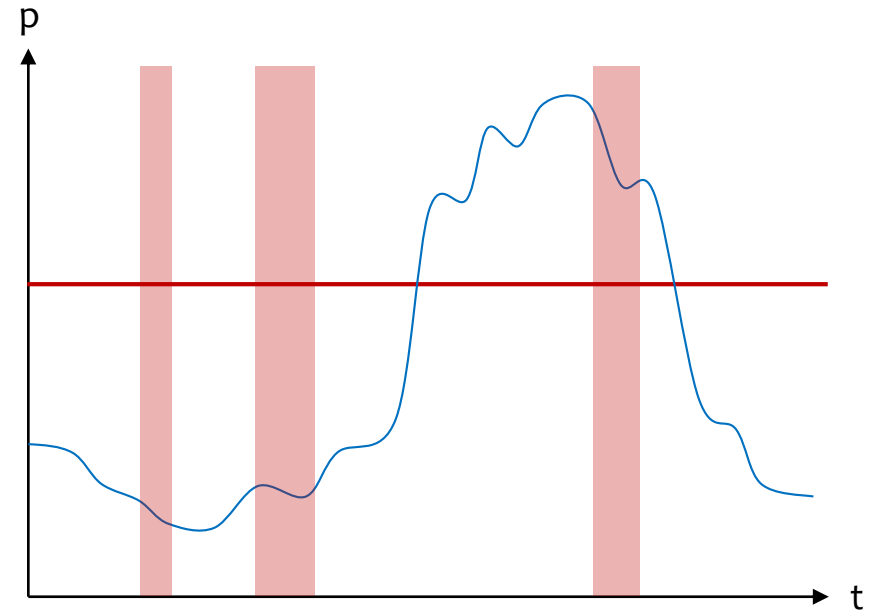
Metodologías alternativas

Análisis de coherencia

Escasez esperada
en el futuro



Escasez en el
pasado



Simplificación errónea

Coherencia de los datos históricos

- **Plantas despachables**

- Se habrían podido operar de otra manera en el pasado de haber habido los precios que se esperan para el futuro

- **Plantas no despachables**

- Aproximación potencialmente válida para recursos que no responden al precio



Cálculo del suministro firme Tecnologías no convencionales

Tecnologías no convencionales

- a) **Autogeneradores de gran escala**
- b) **Cogeneradores**
- c) **Generación con residuos sólidos**
- d) **Almacenamiento**
- e) **Plantas no despachadas centralmente**
- f) **Plantas con energía intermitente o variable**

Tecnologías no convencionales

- **Alternativas**

- A) Si la planta cuenta con un medidor independiente: Metodología general
- B) Si la generación está detrás del contador:
necesario diseño simétrico de la asignación del coste del CxC en la tarifa
 - Necesidad de evitar posibilidad de arbitraje ineficiente

Tecnologías no convencionales

A)

c) Generación con residuos sólidos

d) Almacenamiento

e) Plantas no despachadas centralmente

f) Plantas con energía intermitente o variable

A) o B)

a) Autogeneradores de gran escala

b) Cogeneradores

Caracterización

- **Recursos con capacidad instalada < 20 MW**
- **No hay restricción tecnológica**
- **Esquema específico de participación en la bolsa**
- **Esquema específico de participación en el cargo por confiabilidad**
 - Pueden declarar su ENFICC
 - Cobran el Coste Equivalente de Energía (CEE) y no participan en la liquidación final

Planteamiento

- **Planteamiento integral**

- Para cada planta no despachada centralmente se puede calcular su suministro firme en función de sus características técnicas

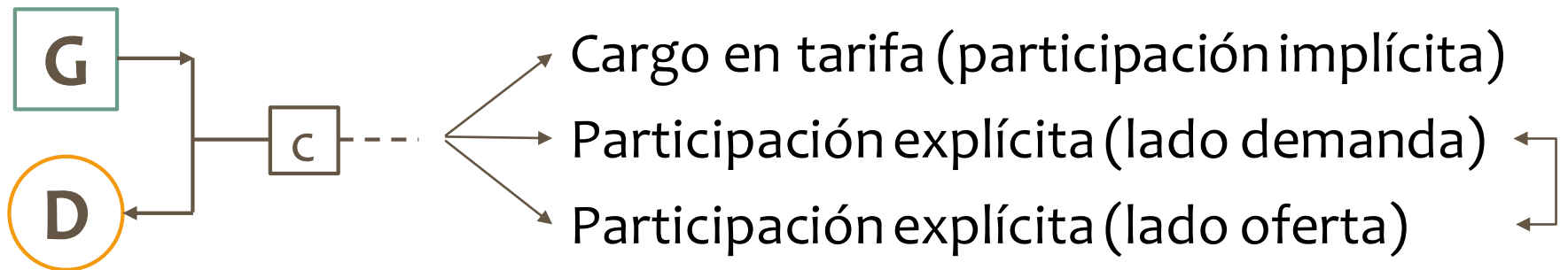
- **Producción histórica**

- Si las condiciones de escasez pasadas y futuras coinciden, se puede utilizar la producción media durante las horas de escasez pasadas
 - Si las condiciones de escasez divergen, los datos históricos sólo podrían ser utilizados para las tecnologías no despachables

Esquema de migración

- **Para poder escoger el nivel de exposición al cargo, los agentes necesitan la información necesaria para hacer una comparación**
- **Simulaciones por parte del operador a partir de datos históricos sobre los resultados económicos de diferentes esquemas de participación**

Esquemas de participación



Esquemas de participación

- **Participación implícita**

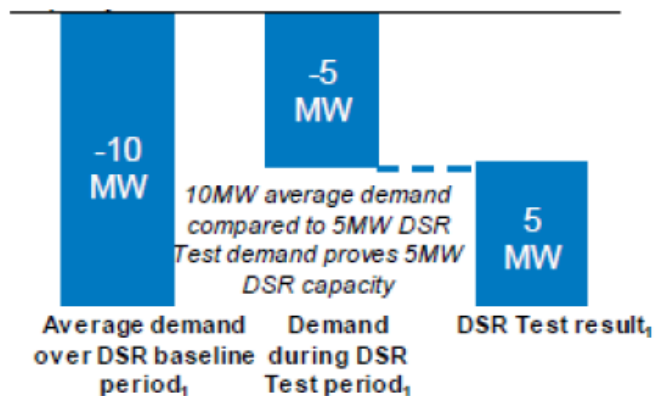
- El cargo en la tarifa para la recuperación de los costes del mecanismo, si bien diseñado, debe dar una señal frente a la cual los recursos de demanda pueden reaccionar

Esquemas de participación

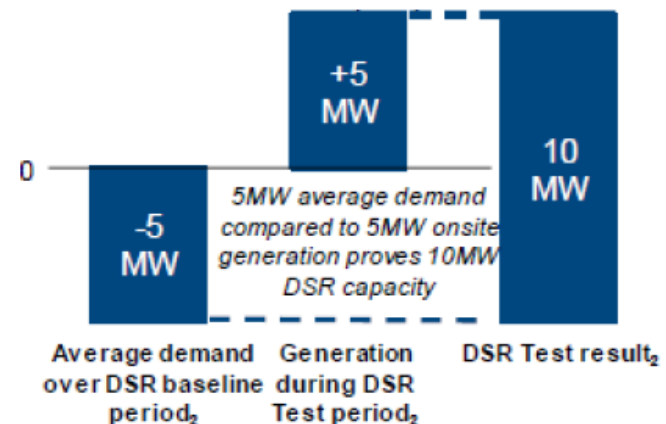
- **Participación explícita**

- Necesaria definición de una línea base de consumo (ya presente en la regulación colombiana) para definir luego el suministro firme que el recurso puede ofertar

DSR Test example 1: Demand turn down



DSR Test example 2: DSR with onsite generation



Caracterización

- **Unidades de producción embebidas en unidades de consumo**
- **Capacidad instalada mayor de 1 MW**
- **Contador bidireccional**
- **Distinción**
 - Recurso de generación sin contador propio
-> recurso de demanda
 - Recurso de generación con contador propio inferior a 20 MW -> no despachada centralmente

Planteamiento

- **Planteamiento integral**

- Las unidades de autogeneración se incluirían en el modelo de simulación
- Cada recurso de autogeneración tendría un suministro firme según su tecnología

- **Producción histórica**

- Si las condiciones de escasez pasadas y futuras coinciden, se puede utilizar la producción media durante las horas de escasez pasadas
- Si las condiciones de escasez divergen, los datos históricos sólo podrían ser utilizados para las tecnologías no despachables

Caracterización

- **Recursos de gran escala con generación a partir de energía intermitente o variable**
- **Sinergias significativas con los otros recursos del mix**
- **Distinción**
 - Aquí se analiza el caso de las centrales que entran como despachadas centralmente

Planteamiento

- **Planteamiento integral**

- El modelo permitiría calcular el suministro firme para cada una de estas tecnologías

- **Producción histórica**

- Para las tecnologías que se puedan considerar no despachables, se puede utilizar la producción media durante las horas de escasez esperadas para el futuro

Caracterización

- **El almacenamiento a través de batería no cuenta con una penetración significativa**
- **Contribución muy limitada a las condiciones de escasez actuales**

Planteamiento

- **Planteamiento integral**

- Se pueden incluir en las simulaciones unidades de almacenamiento con diferentes ratios de potencia máxima de descarga y energía almacenable
- El modelo permitiría calcular el suministro firme para cada una de estas unidades

- **Producción histórica**

- No existen datos históricos

- **Pruebas de descarga**

- Durante número de horas de escasez esperada

Caracterización

- **Unidades de cogeneración en la industria azucarera**
- **Bagazo de caña de azúcar para producir calor**
- **Electricidad como producto secundario**
- **Estacionalidad escasa**
- **Contador propio**

Planteamiento

- **Planteamiento integral**

- Las unidades de cogeneración se pueden modelar dentro de las simulaciones
- Se podría calcular un suministro firme para toda la tecnología o por subgrupos

- **Producción histórica**

- Los cogeneradores actuales pueden ser considerados como no despachables
- Los datos históricos pueden proporcionar una buena aproximación para el suministro firme

Caracterización

- **Producción eléctrica a partir de residuos sólidos urbanos**
- **No hay centrales de momento, pero hay agentes interesados en instalarlas**
- **Funcionarían como centrales térmicas despachables**

Planteamiento

- **Planteamiento integral**
 - Estas unidades se pueden modelar dentro de las simulaciones
 - Atención a la disponibilidad y limitaciones de almacenamiento de la fuente primaria
- **Producción histórica**
 - No existen datos históricos
- **Asimilación a otros recursos térmicos**
 - Suministro firme a partir de otros recursos con la misma tecnología (ciclo de vapor)
 - Aplicación de coeficientes correctivos



Metodologías de remuneración

Metodologías de remuneración

- **El cargo por confiabilidad está basado en una opción financiera**
 - Este esquema requiere simetría entre demanda y oferta de la opción
 - Es aconsejable que todos los recursos que tienen una asignación de suministro firme tengan acceso a la prima de las obligaciones de energía firme (y que estén expuestos a todos los elementos del contrato)

Metodologías de remuneración

- **La participación implícita, a través de cargos en tarifa, es otro método de remuneración de la confiabilidad**
 - Alternativa válida para todos aquellos recursos distribuidos que no se consideran suficientemente maduros para participar en el cargo por confiabilidad

**Consultoría para definir las métricas para
estimar la contribución de confiabilidad al SIN**

**PROPUESTAS METODOLÓGICAS
PARA ADAPTAR EL MECANISMO
DEL CARGO POR CONFIABILIDAD
AL NUEVO FUTURO**

Carlos Batlle <CarlosBatlleLopez@gmail.com>, Silvio Binato <Silvio@psr-inc.com>
PSR – Di-Avante

Preparado para CREG
Bogotá, 17 de diciembre de 2019