

Modelo de Confiabilidad Generación ELCC-ECP

Uso Público

18 de mayo de 2021



Fundada el año 2011, SPEC es una empresa de consultoría en ingeniería eléctrica y sistemas de energía, apoyando la toma de decisiones en distintos países de latinoamérica.

ENERGÍA

Análisis técnicos y
económicos
para proyectos energéticos

Estudios de
mercado

Apoyo
regulatorio

DATOS

Inteligencia de
mercado

INNOVACIÓN

Desarrollo herramientas para la toma de decisiones

Algunos Clientes





Energy market simulations on the Cloud



Algunos clientes:



www.ameba.cloud



Regulación Actual

Norma Técnica de Transferencias de Potencia entre Empresas Generadoras

Art. 9-3:

“La Potencia Inicial de centrales solares fotovoltaicas, eólicas y centrales cuya fuente de energía sea renovable no convencional, diferentes a las señaladas en el Artículo 9-2 , será igual al valor resultante de multiplicar su potencia máxima por el mínimo de los siguientes valores:

- Menor factor de planta anual de los últimos 5 años anteriores al año de cálculo.*
- Promedio simple de los factores de planta para cada uno de los 52 mayores valores horarios de la curva de carga anual de cada sistema o subsistema, para el año de cálculo.*

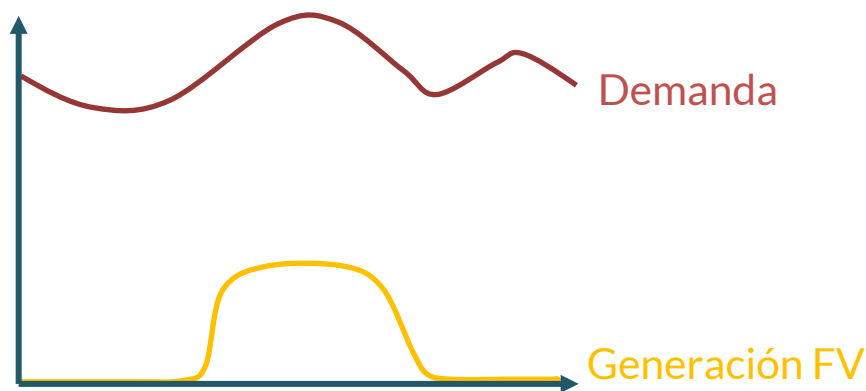
Los factores antes señalados deberán ser determinados considerando los registros de la operación real.

En caso de no disponer del registro de los últimos 5 años, se utilizará la estadística según lo indicado en el Artículo 6-2.”

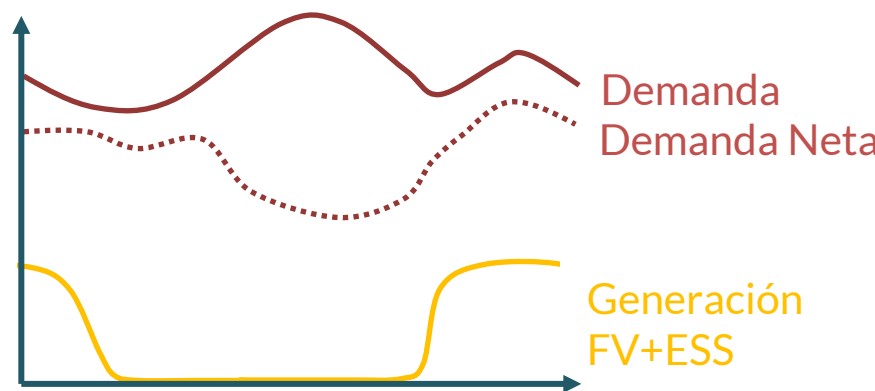


- ❑ Además de discrecional (consideraciones metodológicas varían entre tecnologías que podrían ser relativamente similares), la regulación i) cuenta con vacíos regulatorios (CSP) ii) genera señales erradas.

❑ Caso FV+ESS



FP 52 horas = FP app.



FP 52 horas = 0 MW app

- ❑ A lo anterior se suma dificultad en predecir el reconocimiento de potencia futuro en vista de evolución de la matriz eléctrica.

Equivalent Conventional Power (ECP)



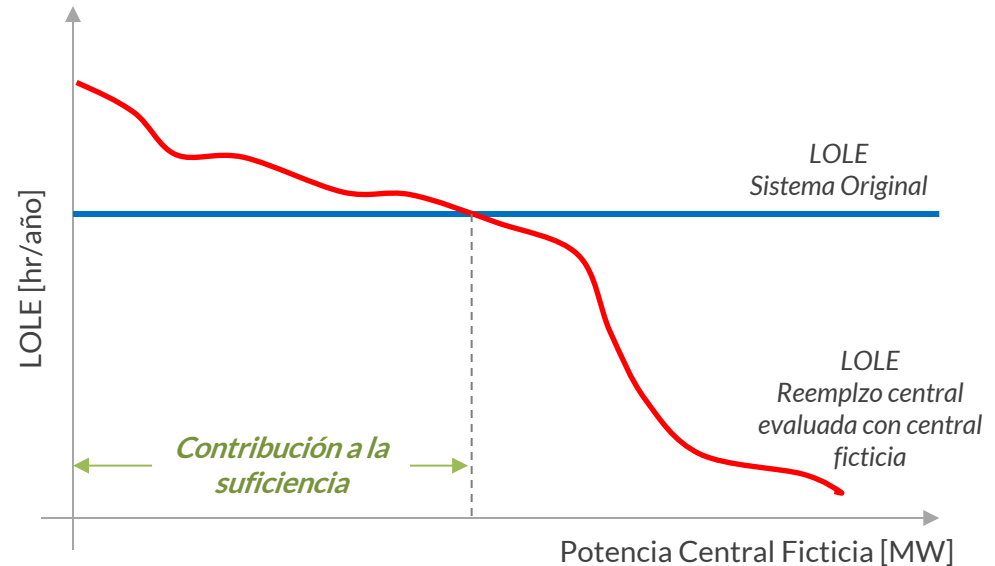
Equivalent Conventional Power (ECP) corresponde a una metodología aceptada para la determinación de la potencia de suficiencia de una unidad o tecnología. El ECP de una unidad o tecnología corresponde a la capacidad de una unidad ficticia que permite mantener los mismo niveles de confiabilidad entregados por la unidad o tecnología bajo análisis.

Para esto, se calcula el LOLE del parque generador existente en consideración de la unidad o tecnología que se desea analizar:

$$LOLE_0 = \sum_{i=1}^T P(G_i + U_i < D_i)$$

Donde,

U_i : Corresponde a la generación de la unidad que se desea analizar en el instante i .



**Notar que central ficticia puede considerar el IFOR preestablecido.*



Effective Load Carrying Capability (ELCC) corresponde a otra metodología ampliamente aceptada, tanto en la industria como en la literatura internacional, para la determinación de la potencia de suficiencia de una unidad o tecnología. El ELCC de una unidad o tecnología corresponde al monto en que la demanda del sistema debe ser aumentada de manera de mantener los mismo niveles de confiabilidad entregados por la unidad o tecnología bajo análisis.

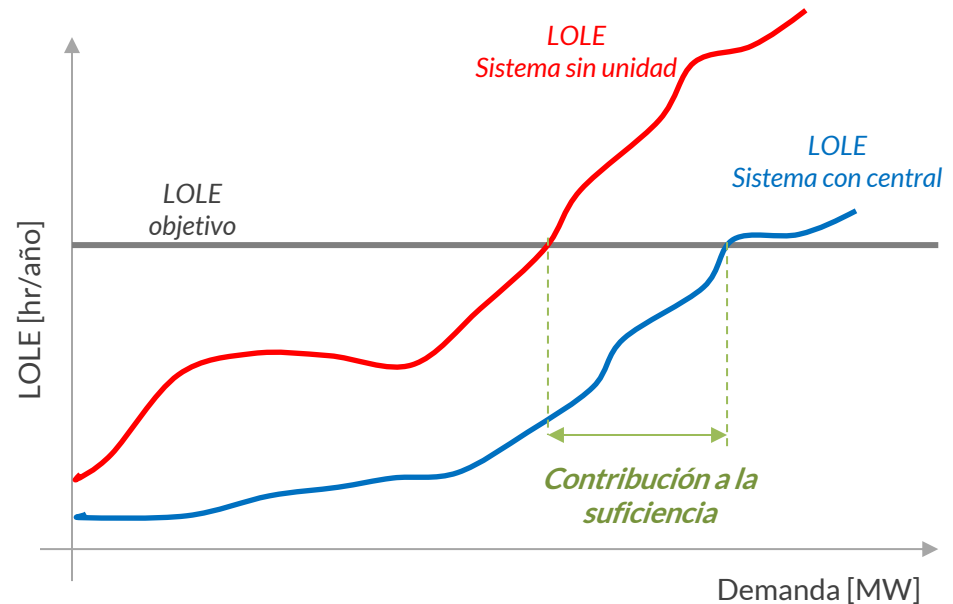
Para esto, se calcula el LOLE del parque generador existente en consideración de la demanda a agregar:

$$LOLE_d = \sum_{i=1}^T P(G_i < D_i + D_e)$$

Donde,

D_e : Corresponde a la demanda agregada.

Así, el valor de D_e que permita mantener los niveles de confiabilidad del sistema en relación a la unidad o tecnología bajo análisis (i.e. $LOLE_0 = LOLE_d$), corresponderá al ELCC de la unidad o tecnología bajo análisis.



Modelo Confiabilidad SPEC-ISCI





- En sistemas térmicos-renovables NO existe acople temporal, por esto, el calculo del LOLP se pueden obtener independientemente entre un y otro bloque mediante métodos algebraicos.
- Desafío: Sistemas de almacenamiento (embalses, baterías, u otros) **son capaces de “trasladar” energía con propósitos de aumentar la confiabilidad de un sistema eléctrico.**
- Solución: Calcular el LOLP mediante un problema de optimización acoplado donde se representen adecuadamente los acoplamientos hora a hora, de manera de reflejar la contribución de este tipo de equipamientos a la confiabilidad.
 - Por cada escenario de falla de N generadores, se resuelve un problema de optimización que minimiza el LOLE. El “despacho” de carga/descarga y uso de los embalses se gestiona con ese objetivo.
- De esta forma, se recoge el efecto que **un sistema con capacidad de almacenamiento puede aumentar la contribución a la confiabilidad de otras fuentes renovables** (respecto del un sistema sin capacidad de acumulación).
Situación de “*arbitraje de confiabilidad*”



Modelo Confiabilidad



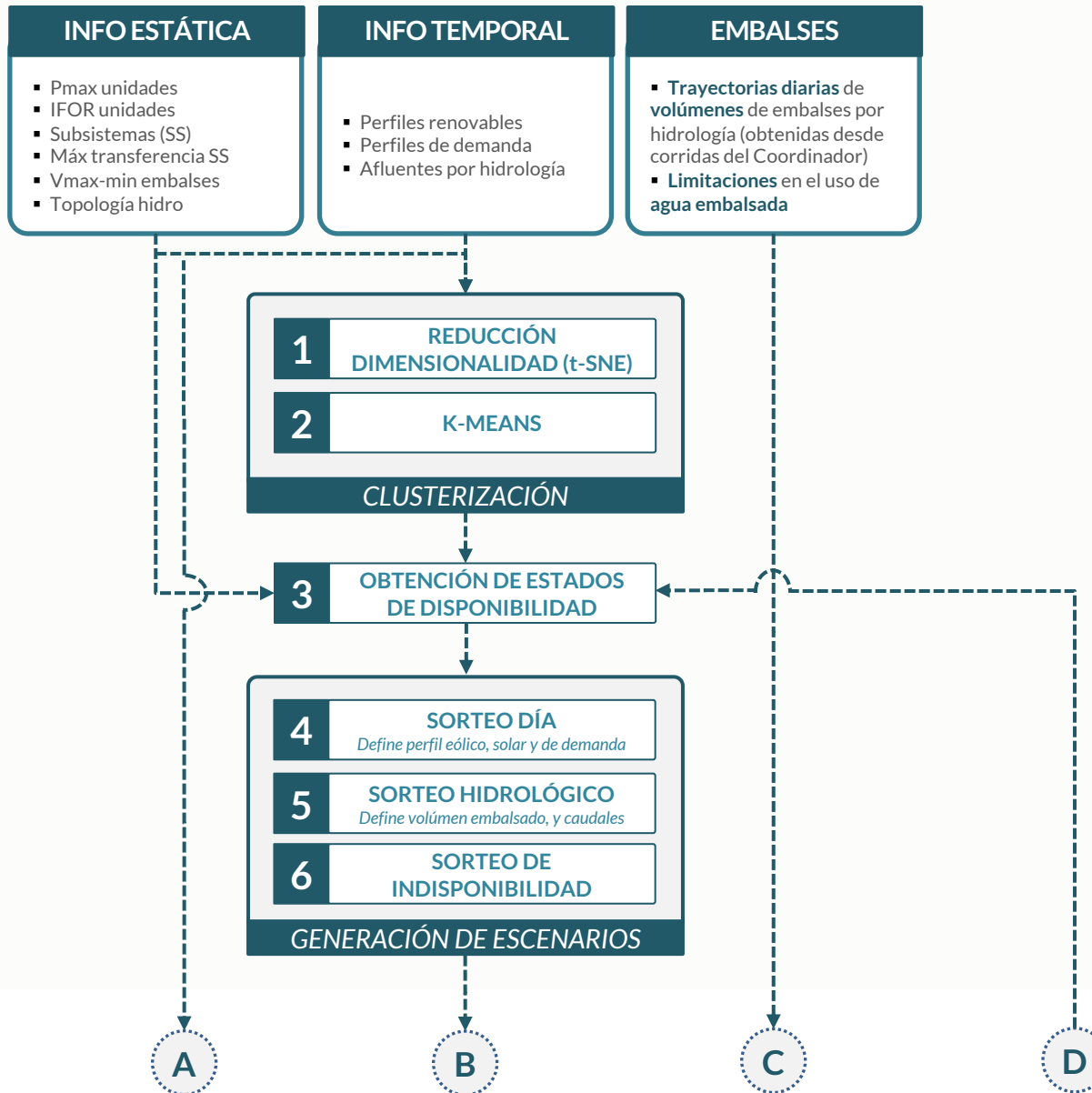
Equivalent Conventional Power

¿A qué generador convencional equivale cada unidad del sistemas en términos de confiabilidad?

Electric Load Carrying Capability

¿Cuánta demanda adicional puede satisfacer, para igualar el nivel de confiabilidad en caso que no contáramos con una unidad?

- ❑ Modelo probabilístico para determinación de **LOLP, LOLE, EENS** y otras estadísticas para sistemas eléctricos, desarrollado por SPEC con apoyo del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería.
- ❑ Particularmente desarrollado para sistemas **hidrotérmicos, con capacidad de almacenamiento y con restricciones en el uso de agua particulares**. Permite la evaluación de nuevas tecnologías: CSP, ESS, Centrales de Bombeo y FV+ESS.
- ❑ **Formulación extensible** para capturar otros fenómenos - **FLEXIBILIDAD** (rampas)
- ❑ Dado el número de simulaciones requeridos en la implementación de Monte Carlo, **altamente paralelizable y distribuible** (en varias máquinas simultáneamente).
- ❑ Uso de **heurísticas, técnicas de agrupación** (TSNE-Kmeans) y **machine learning** para aceleración de cómputo de ELCC individual.



1 Aplicado sobre perfiles de generación renovable para facilitar clusterización.

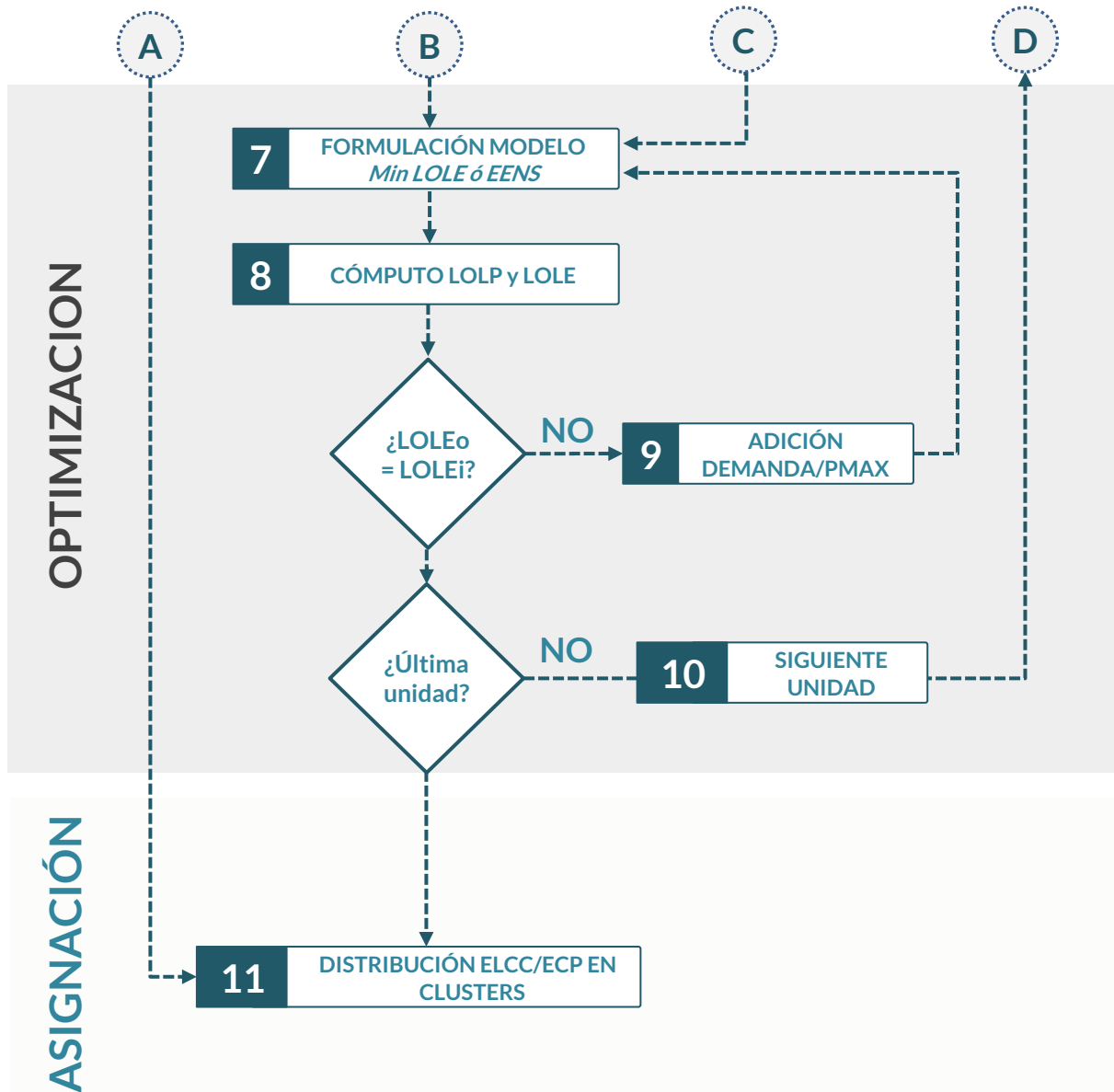
2 Clusterización de centrales por similitud en tecnología y perfiles de generación.

3 Se recopila información de disponibilidad de centrales / clusters según su presencia en el sistema y su IFOR.

GENERACIÓN DE ESCENARIOS 4,5,6

Un escenario se compone por el sorteo del día (define la disponibilidad de generación renovable y la demanda), un sorteo hidrológico el cual define la disponibilidad de agua embalsada y caudales, y por último la disponibilidad de todo el parque generación de acuerdo a los estados del punto 3.

Para la obtención de LOLE se deben generar suficientes escenarios (miles) a resolver para minimizar errores en las simulaciones de Montecarlo



7 Teniendo los datos que caracterizan un escenario se formula un problema de optimización que busca minimizar el LOLE o la EENS del escenario

8 Una vez se resuelven los problemas de optimización de todos los escenarios propuestos se calcula el LOLE del sistema y se detectan las horas del año con mayor probabilidad de pérdida de carga

9 En caso que el LOLE obtenido no sea igual al LOLE base, dependiendo de la metodología utilizada, se adiciona demanda en el caso de ELCC o se aumenta la potencia máxima de la central de referencia para el caso de ECP

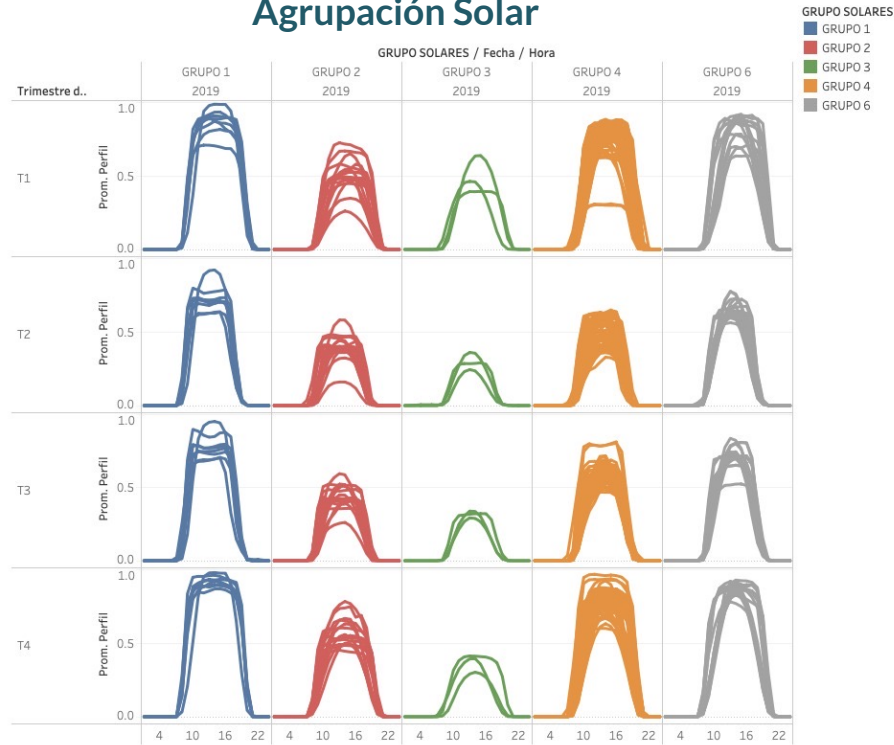
10 Al obtener el ELCC/ECP de una central se verifica si quedan más centrales/clusters por calcular

11 Al finalizar se realiza la asignación individual a cada central a partir del cálculo de ELCC/ECP obtenido de un cluster

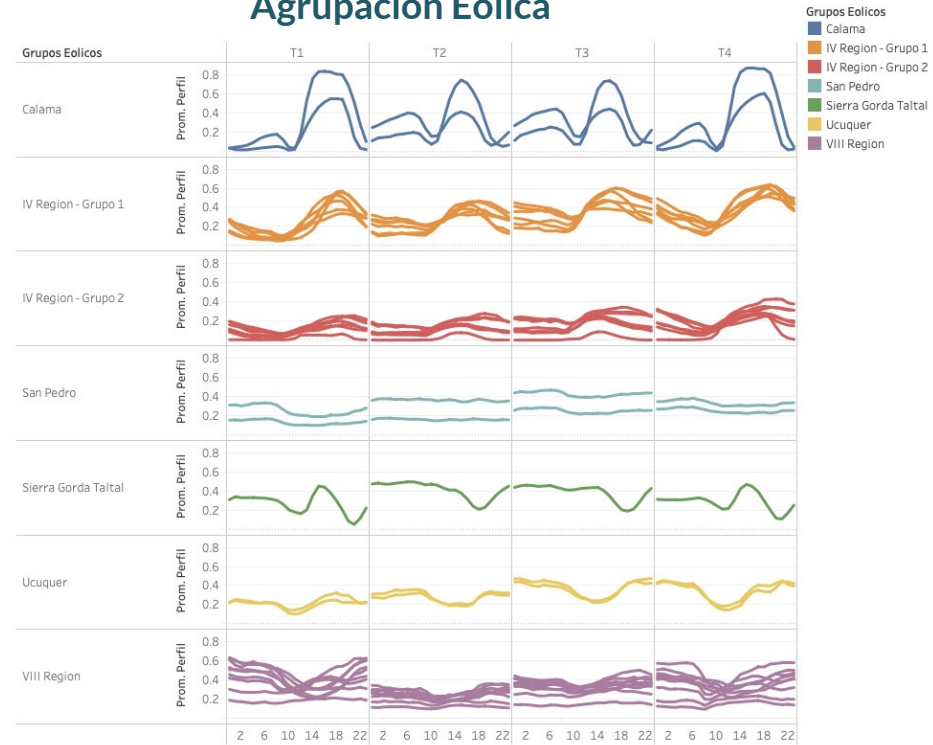


- Técnicas tSNE para agrupación de unidades renovables, según zona y caracterización de perfil. Necesidad de agrupación mínima de XX MW para evitar efectos diferenciados entre portafolio.

Agrupación Solar



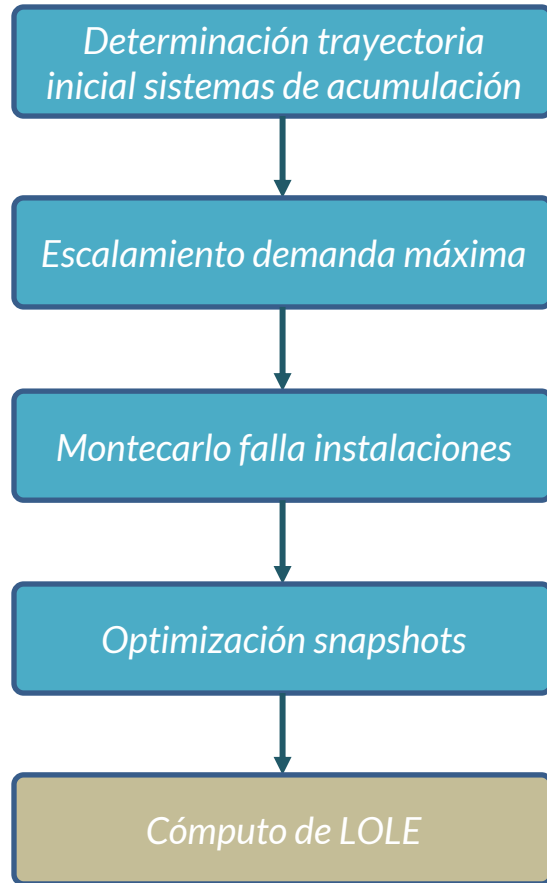
Agrupación Eólica



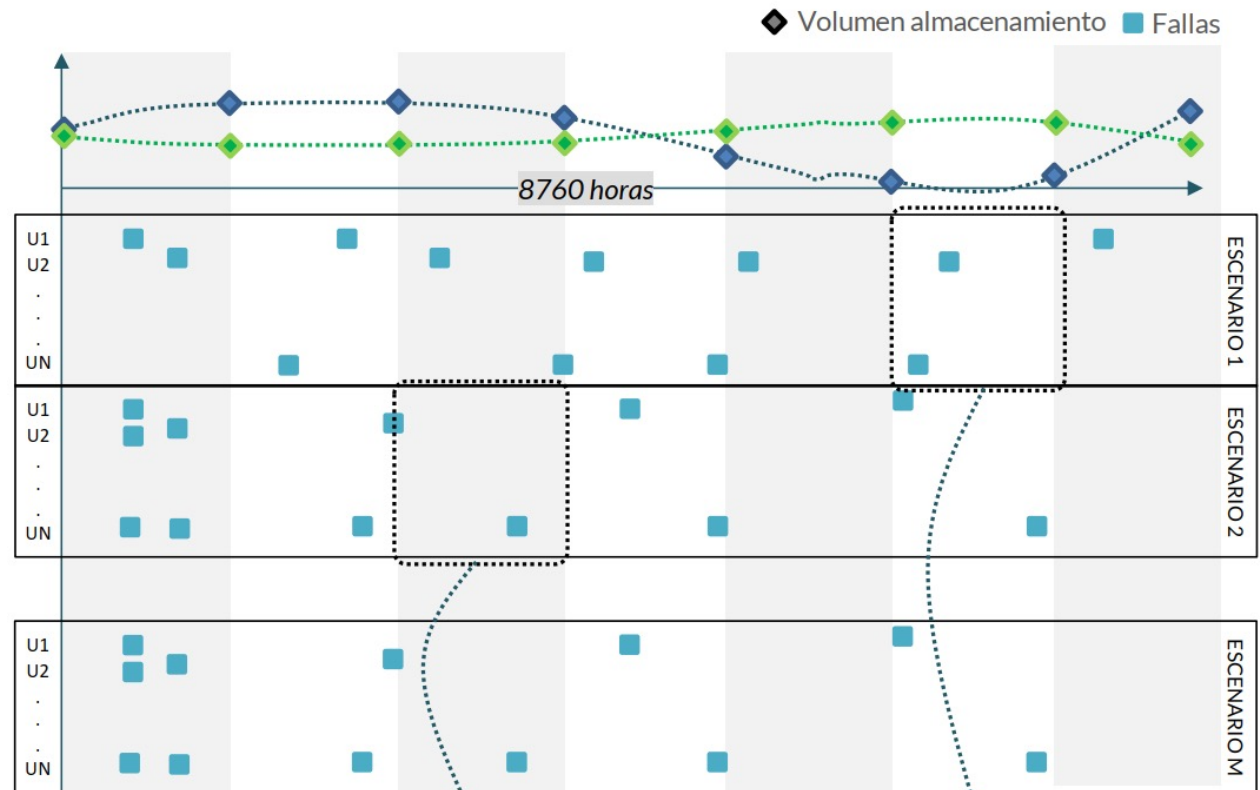
~300 unidades con cálculo exhaustivo de ELCC-ECP
Cerca de 250 unidades térmicas sin necesidad de cálculo



Enfoque general cálculo LOLE



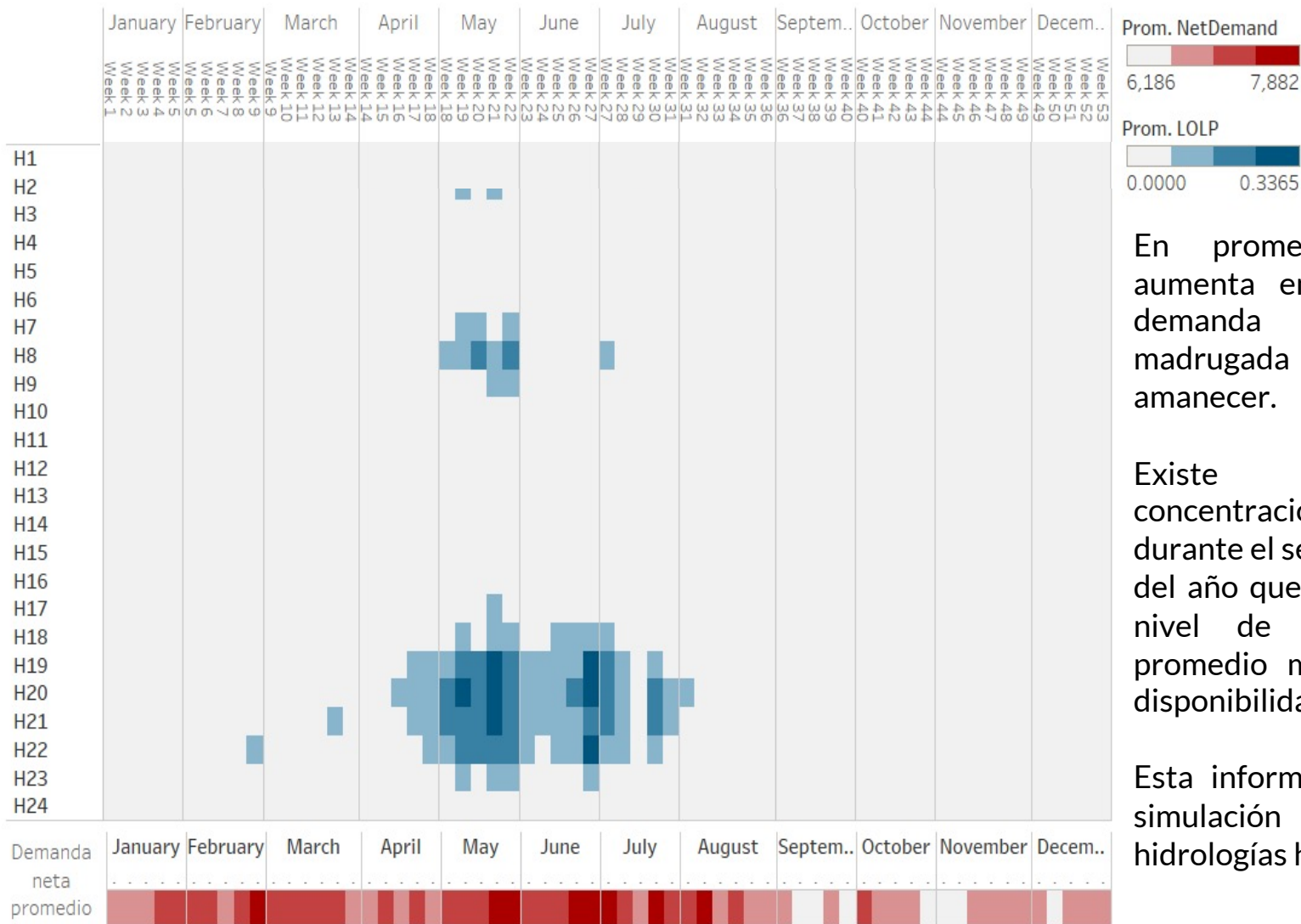
ELCC requiere la definición de un **LOLE base**
El sistema chileno tiene un LOLE muy bajo ~0 hrs/año. Se requiere el aumento de demanda a valor deseado, para minimizar errores numericos.



Resultados de las simulaciones – Año 2019



LOLE por semana/hora



En promedio el LOLP aumenta en las horas de demanda punta, en la madrugada y durante el amanecer.

Existe una mayor concentración de LOLP durante el segundo trimestre del año que coincide con un nivel de demanda neta promedio más alta (menor disponibilidad de agua)

Esta información incluye la simulación de las 60 hidrologías históricas.



www.spec.cl
www.ameba.cloud

info@spec.cl

+56 2 2944 4636

Avenida Vespucio Norte 2700, Oficina 404, Vitacura
Santiago, CHILE - 7561272