

Beneficios asociados a la gestión de la demanda de movilidad eléctrica proyectada para 2040

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados. Ni la Facultad de Ingeniería, ni el Instituto de Ingeniería Eléctrica, ni el o los docentes, ni los estudiantes asumen ningún tipo de responsabilidad sobre las consecuencias directas o indirectas que asociadas al uso del material del curso y/o a los datos, hipótesis y conclusiones del presente trabajo.

Autores:

Ing. Federico Calvello

Ec. Natalia Casanova

Ing. Rodrigo Ferrés

Trabajo final, curso SimSEE
IIE – FING – UDELAR

25/09/2023

Montevideo – Uruguay.

Objetivo

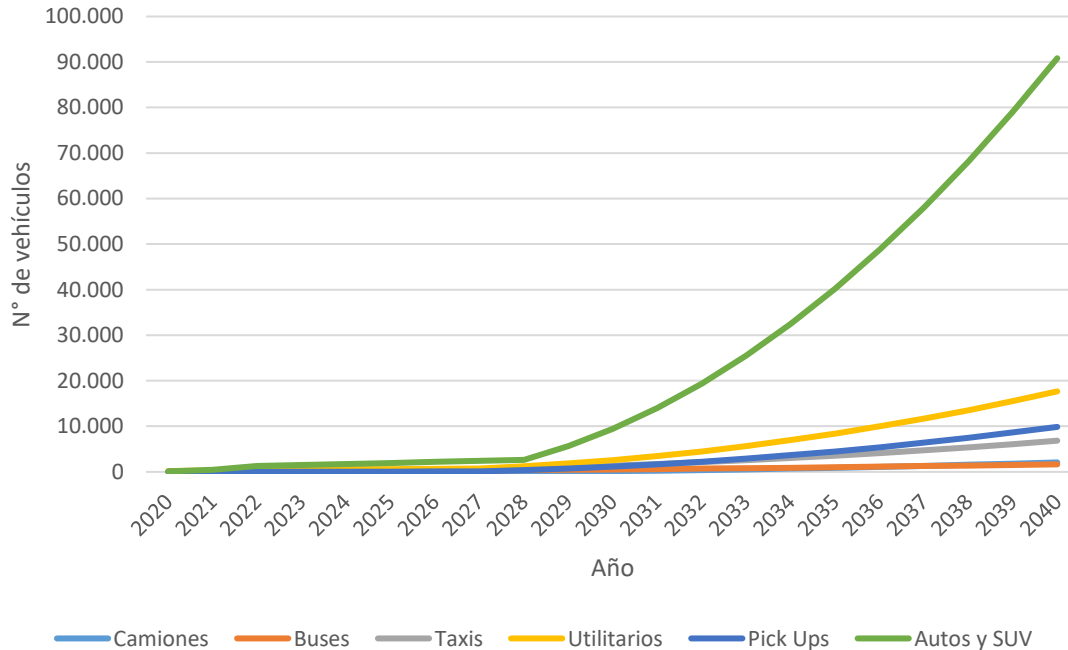
- El objetivo del trabajo fue evaluar los beneficios potenciales de implementar formas de gestión de la demanda asociada a la movilidad eléctrica proyectada al año 2040.
- Uso de la herramienta:
 - Salas de largo y mediano plazo (enganchadas).
 - Métodos de gestión: demanda con respuesta y desplazamiento manual.
 - Elaboración de plantillas SimRes3
 - Uso de archivos “simcosto” para cálculo de ahorro, márgenes de error e independencia respecto a la semilla.

Hipótesis de trabajo

- Expansión del parque vehicular eléctrico
 - Datos de parque vehicular 2020, 2021 y 2022 (por tipo de vehículo)
 - Estimaciones (por tipo de vehículo) para 2030 y para 2040: *Estrategia Climática de Largo Plazo de Uruguay 2021-2050* (Ministerio de Ambiente) – Escenarios tendencial y aspiracional
 - Valores intermedios se modelaron con polinomios de 2do grado, a excepción de los casos en los que ese modelo resultara en decrecimientos, en cuyo caso se sustituyó esos polinomios por crecimientos lineales

Hipótesis de trabajo

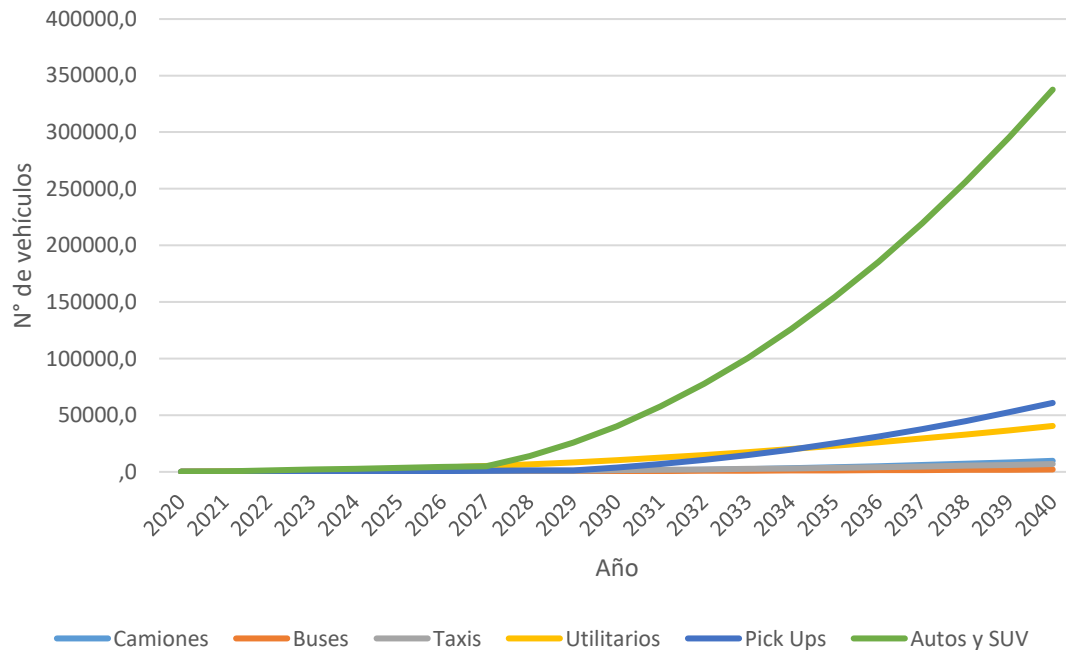
- Expansión del parque vehicular eléctrico



*Tendencial

Hipótesis de trabajo

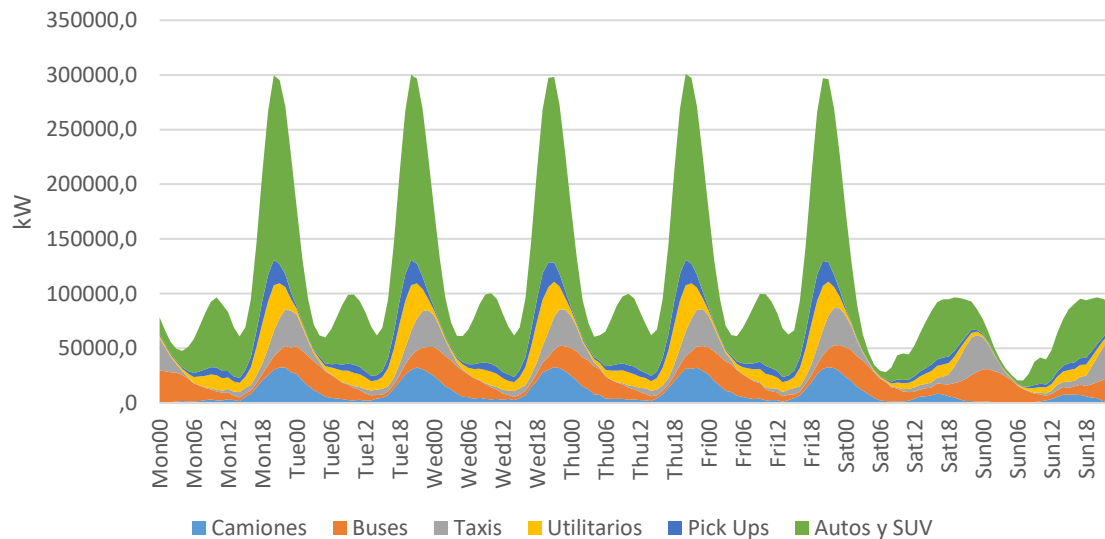
- Expansión del parque vehicular eléctrico



*Aspiracional

Hipótesis de trabajo

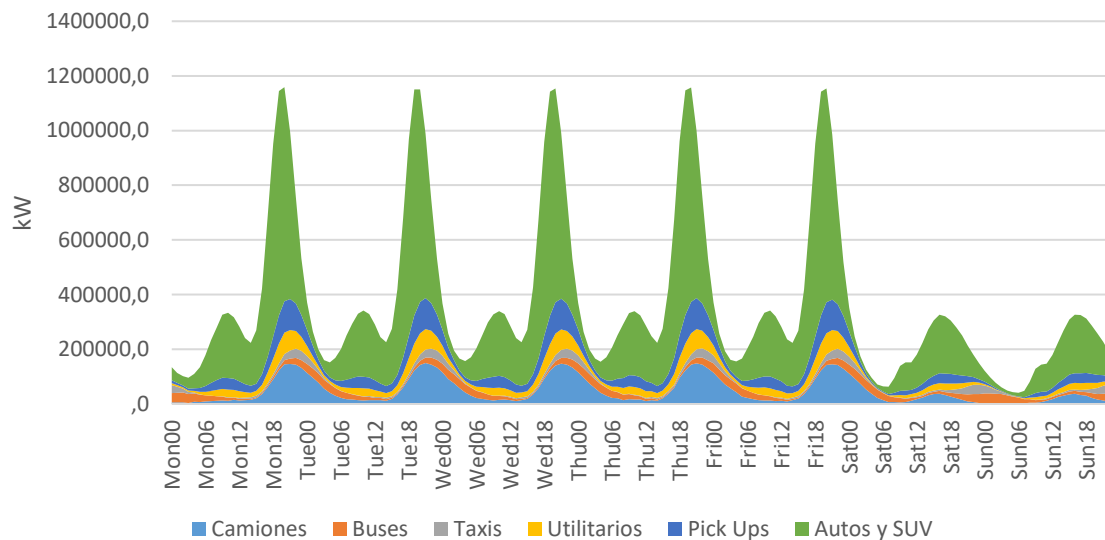
• Perfil horario de la demanda semanal de movilidad eléctrica



Herramienta de la Agencia Internacional de Energía

Hipótesis de trabajo

• Perfil horario de la demanda semanal de movilidad eléctrica



Herramienta de la Agencia Internacional de Energía

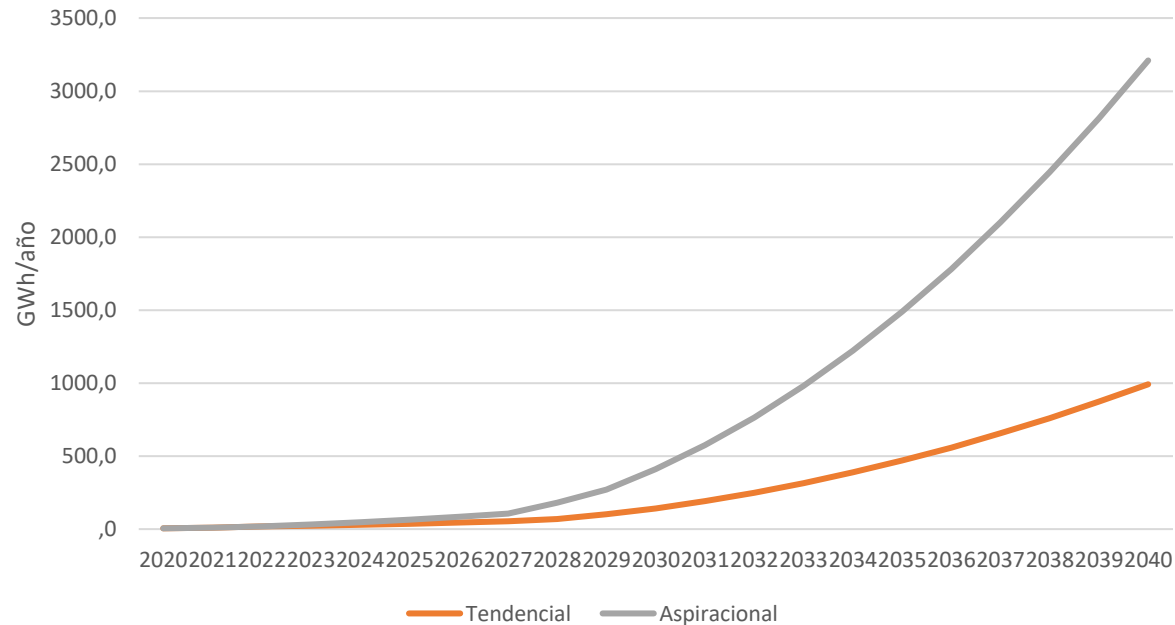
*Aspiracional

Hipótesis de trabajo

- Crecimiento de la demanda de movilidad eléctrica
 - Extensión de perfil semanal por tipo de vehículo a todo el año 2040 (se asume que todas las semanas de cada año son iguales).
 - Para el resto de los años se hace lo mismo aplicando factores de ajuste por tipo de vehículo según modelado de expansión del parque.

Hipótesis de trabajo

• Crecimiento de la demanda de movilidad eléctrica



Metodología

- Salas utilizadas:
 - PES 2022-11-3 de ADME (paso diario, una semana 2040)
 - Sala de largo plazo para P.E.G. de DNE (paso semanal, 2023-2043)
- Enganche:
 - Costo Futuro de la sala de largo plazo
 - Cotas de Bonete y embalses de Río Negro y Salto Grande

Metodología

- Valorización de la falla:
 - Se utilizaron los siguientes valores para los escalones de falla:

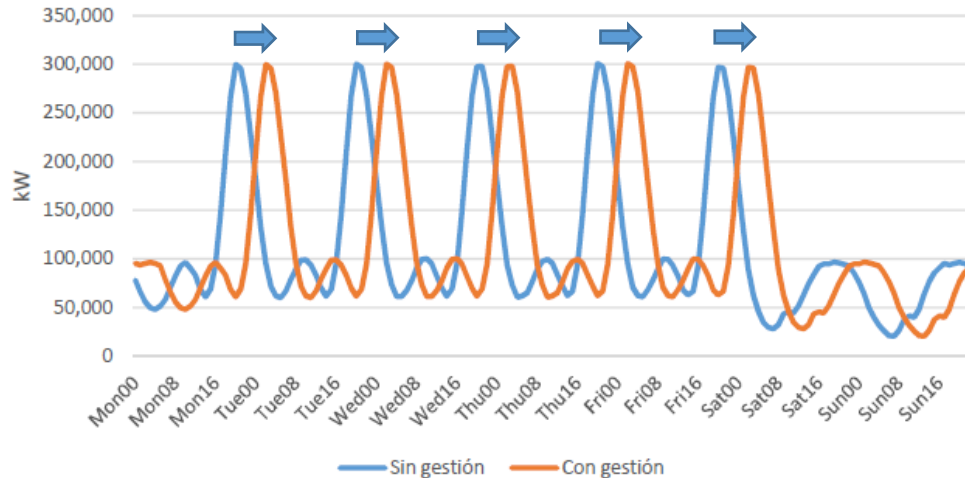
Escalón				
Profundidad[p.u.]	0,02	0,05	0,075	0,855
Costo[USD/MWh]	600	600	2400	4000

Metodología

- Modelado de la demanda
 - Movilidad eléctrica: demanda detallada
 - Resto del sistema: las salas utilizadas ya tienen modelada la demanda y su crecimiento
- Comparación de casos
 - Se calcula el caso sin gestión y se compara con el caso con gestión (analizando los costos marginales, los costos directos y el costo futuro)

Metodología

- Métodos de gestión de la demanda
 - Demanda con respuesta (paso diario y 4 postes dinámicos)
 - Desplazamiento manual – atraso de 6 hs del pico de 20:00 a 2:00 (paso horario)



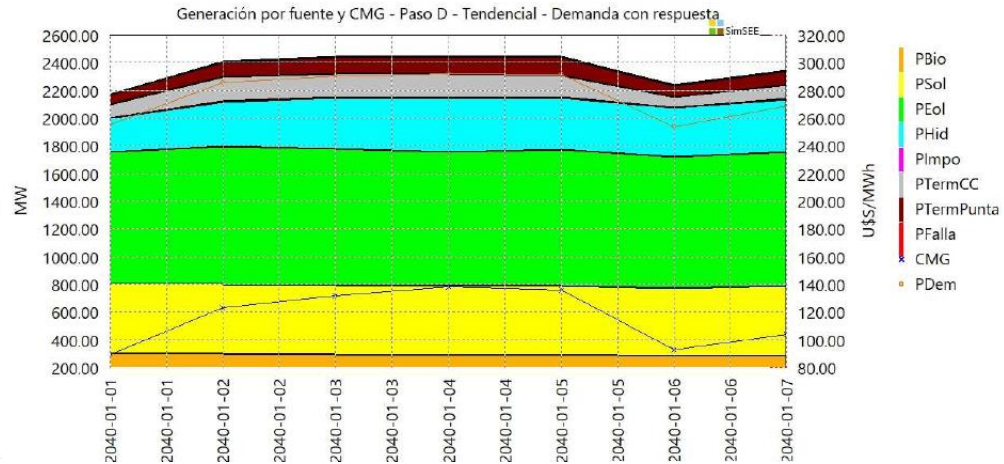
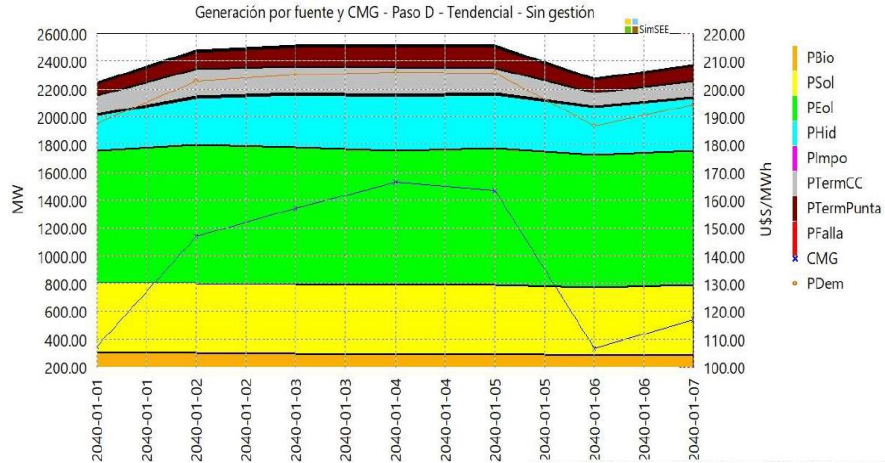
*Tendencial

Metodología

- Parámetros de la corrida:
 - Optimización: 5 crónicas
 - Simulación: 1000 crónicas (con 3 conjuntos disjuntos de semillas)
- Análisis de independencia de resultados respecto a la semilla de simulación

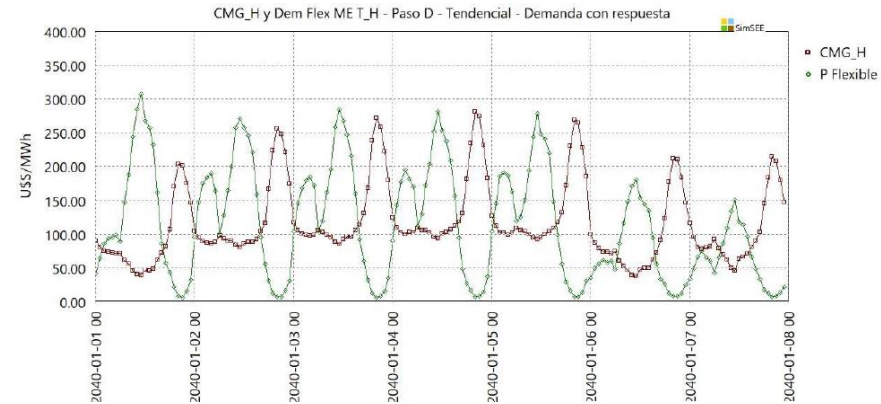
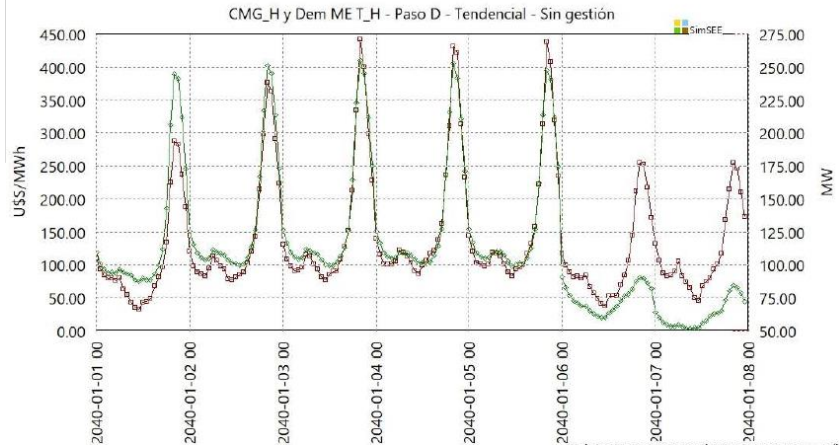
Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso diario – Demanda con respuesta
 - Reducción del cmg max: 165 U\$\$/MWh ➡ 140 U\$\$/MWh



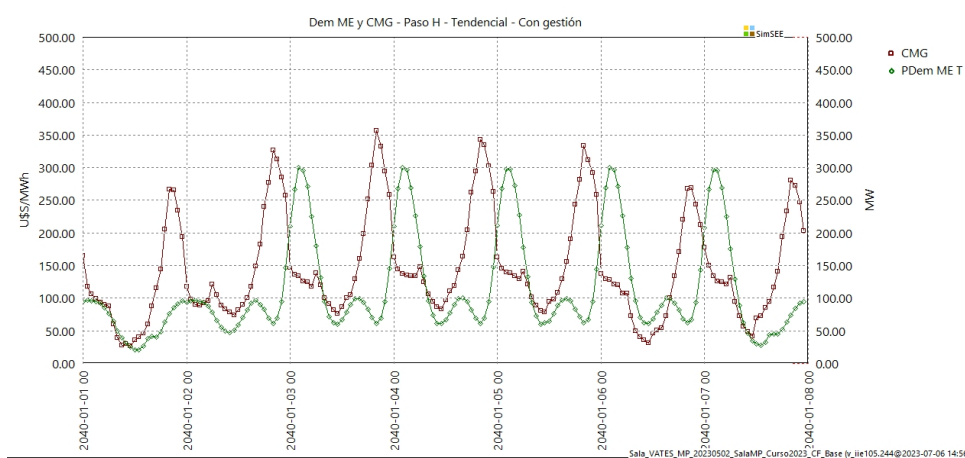
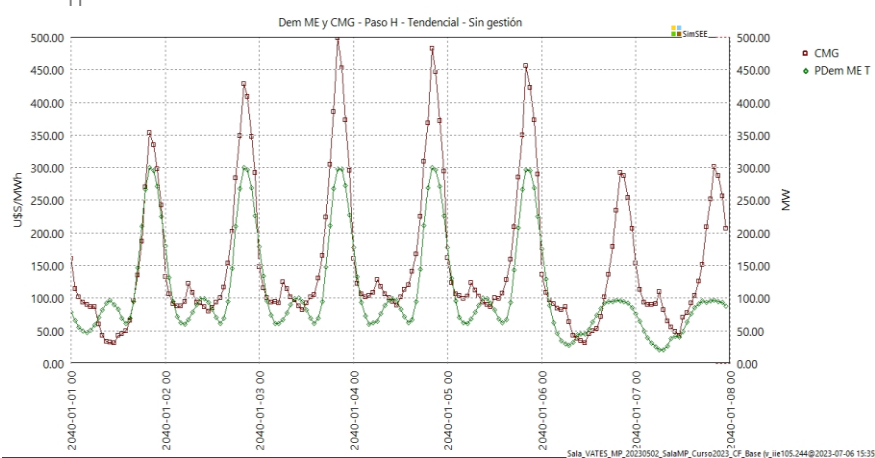
Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso diario – Demanda con respuesta
 - Se utilizó la operación crónica “pasar índices a valores horarios” para observar en detalle horario cómo funciona la gestión de demanda del actor demanda con respuesta.
 - Se observa claramente que la demanda se desplaza hacia los horarios de menor costo marginal.



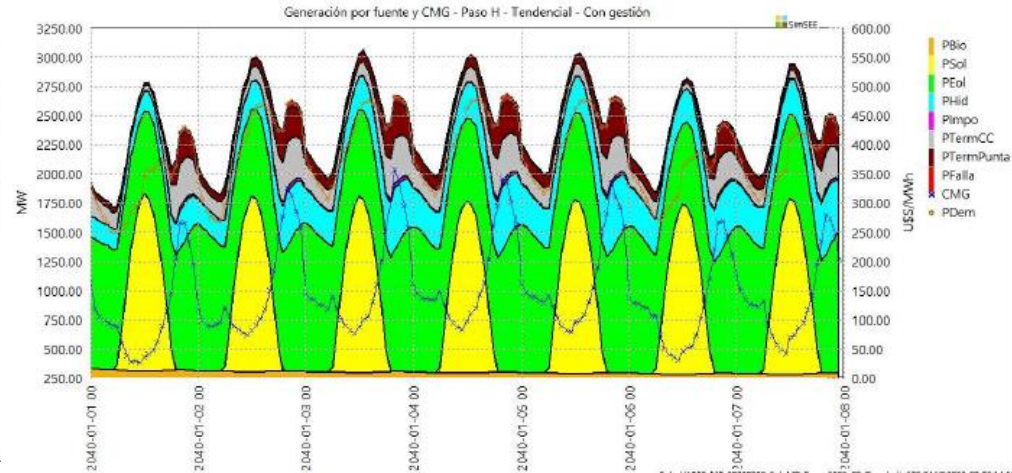
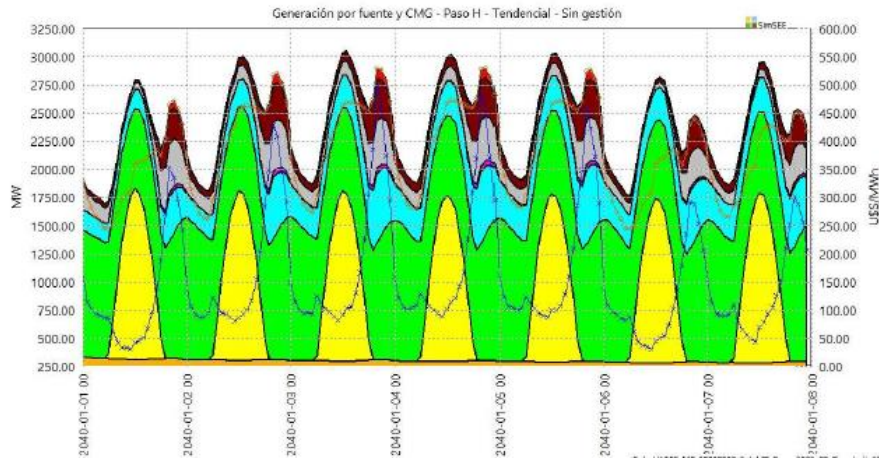
Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual
 - Reducción del cmg: 500 U\$/MWh → 350 U\$/MWh



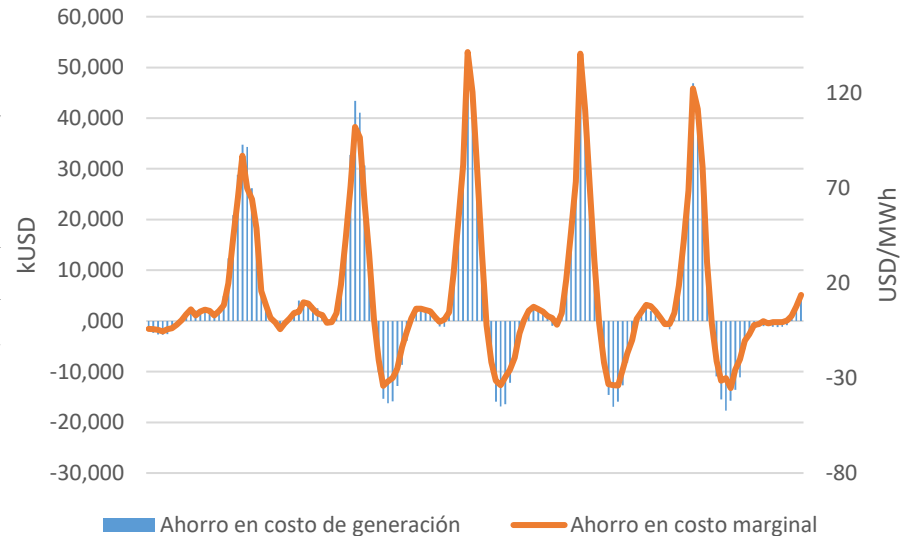
Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual



Resultados del estudio.

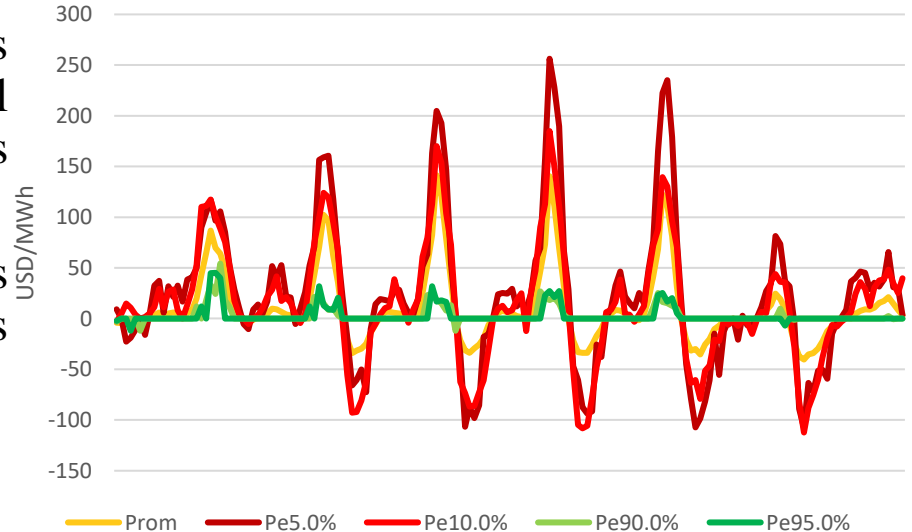
- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual
 - Se calcularon los ahorros diarios en términos de costos de generación y en costo marginal
 - El ahorro obtenido es positivo en los horarios pico, y negativo en los horarios hacia los que se desplaza la demanda



Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual

- Se calcularon los ahorros diarios en términos de costo marginal según diferentes probabilidades de excedencia
- En las crónicas más desfavorables es en las que se logran mayores ahorros

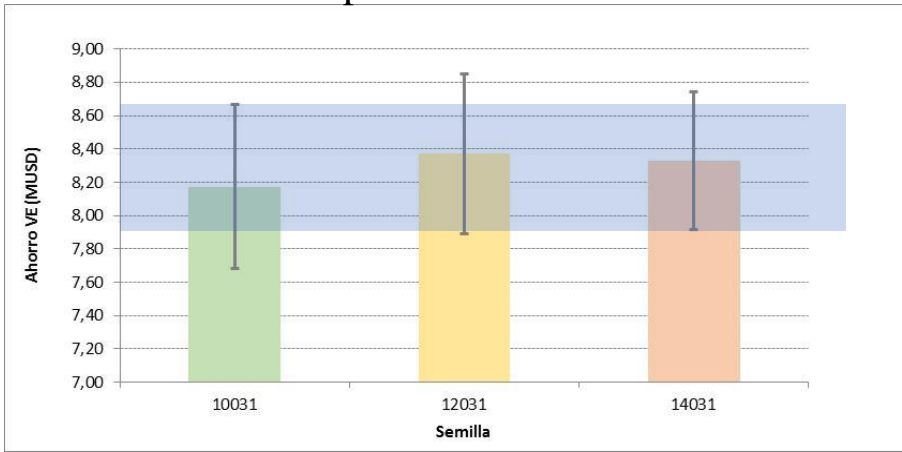


Resultados del estudio.

- Escenario tendencial

- Paso horario – Gestión manual

- A partir de los archivos “simcosto” se calcularon los ahorros en valor esperado con su respectivo margen de error (confianza de 95%) para 3 conjuntos disjuntos de semillas
- Los 3 valores esperados se situaron dentro de los 3 márgenes de error obtenidos.

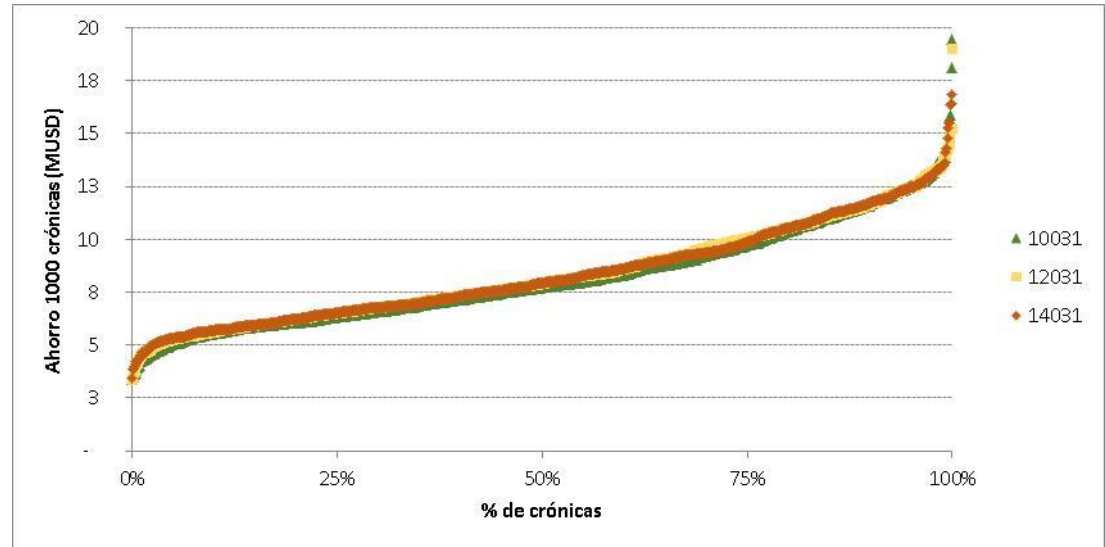


Semilla	Ahorro VE (MUSD)	Rango [MUSD]	p (% del VE)	Error [MUSD]	Error (% del valor)
10031	8,172	16,0	57,5%	0,491	6,0%
12031	8,371	15,6	56,3%	0,480	5,7%
14031	8,327	13,4	55,4%	0,413	5,0%

Semilla	10031	12031	14031
Cdp (MUSD)	0,608	0,656	0,624
CF (MUSD)	7,565	7,715	7,704
Cdp+CF (MUSD)	8,172	8,371	8,327

Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual
 - Distribución del ahorro (crónica a crónica) para cada corrida simulada.
 - El valor promedio se ubica aproximadamente en el 50% de la distribución.

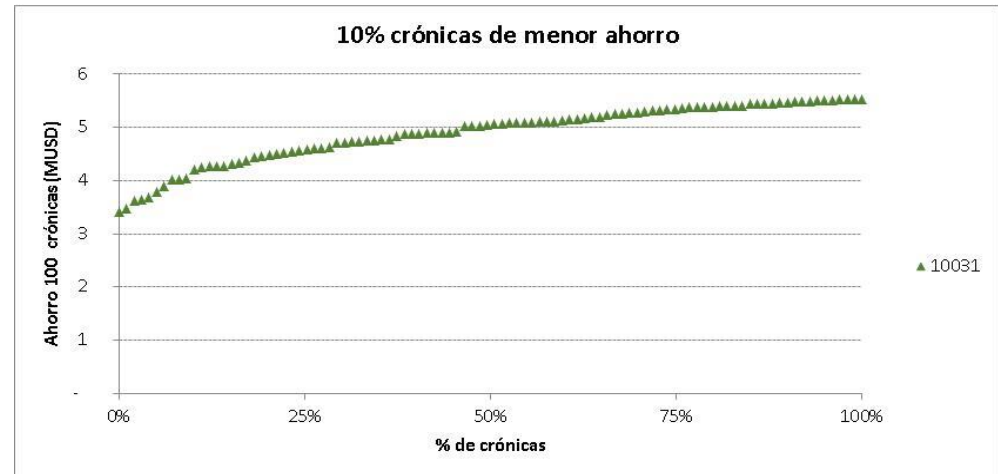


Resultados del estudio.

- Escenario tendencial
 - Paso horario – Gestión manual

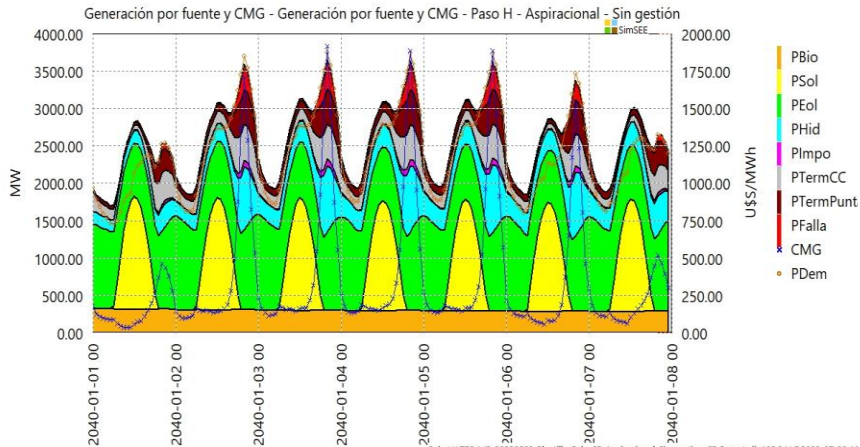
Semilla	Ahorro VE (MUSD)	Rango [MUSD]	p (% del VE)	Error [MUSD]	Error (% del valor)
10031	4,898	2,1	44,0%	0,207	4,2%

- Se realizó un análisis condicionado de riesgo tomando el 10% de las crónicas en donde el ahorro es menor
- El resultado de este análisis fue que con una probabilidad de 10% el ahorro promedio obtenido sería un 40% menor al obtenido con la totalidad de las crónicas

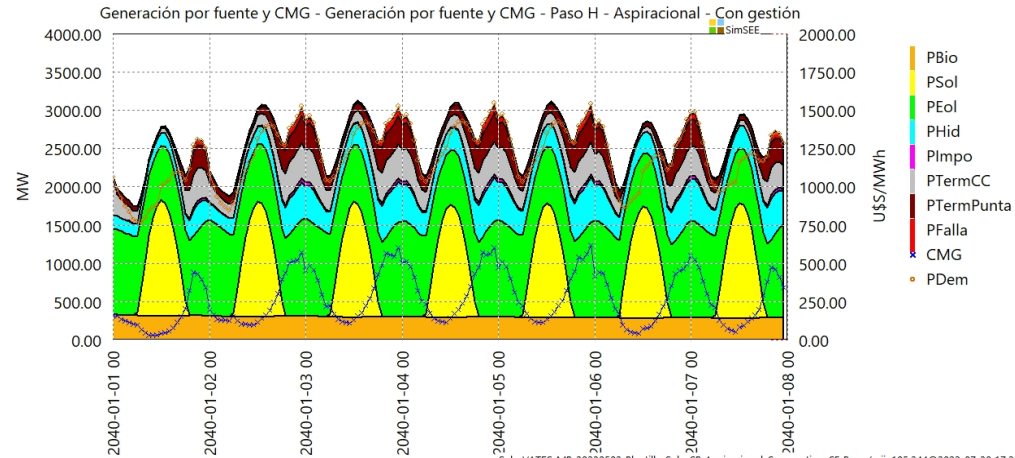


Resultados del estudio.

- Escenario aspiracional
 - Paso horario – Gestión manual
 - Reducción del cmg: 1750 U\$S/MWh ➔ 500 U\$S/MWh



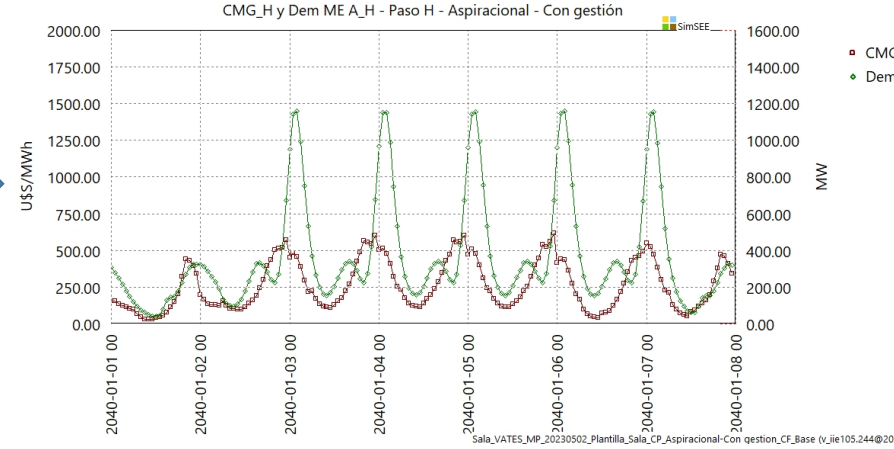
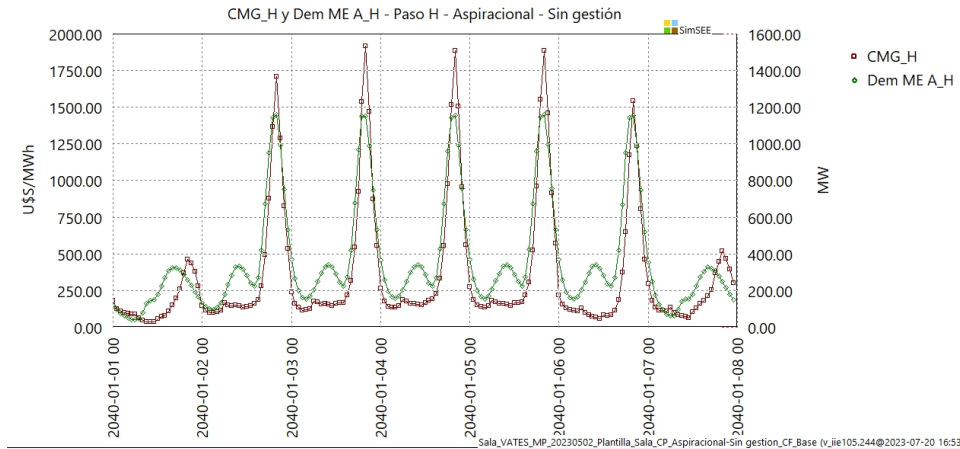
Sala_VATES_MP_20230502_Plantilla_Sala_CP_Aspiracional-Sin gestion_CF_Base (v_je105.244@2023-07-20 16:...



Sala_VATES_MP_20230502_Plantilla_Sala_CP_Aspiracional-Con gestion_CF_Base (v_je105.244@2023-07-20 17:33...

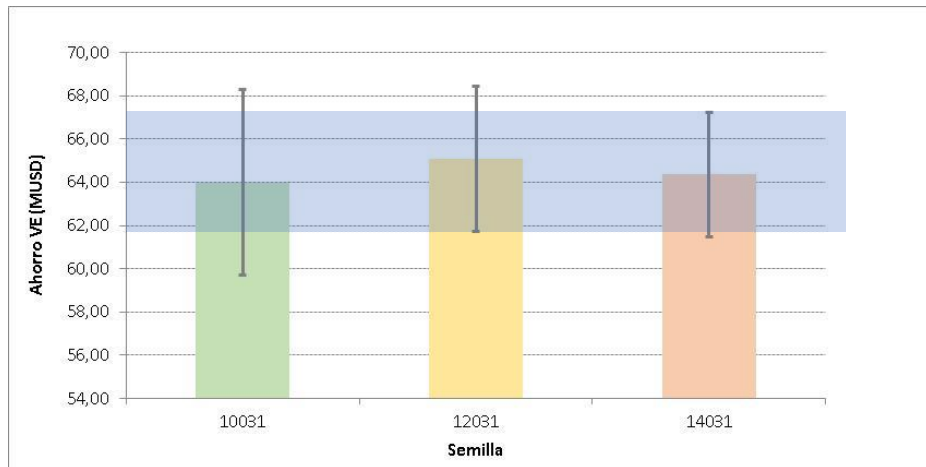
Resultados del estudio.

- Escenario aspiracional
 - Paso horario – Gestión manual



Resultados del estudio.

- Escenario aspiracional
 - Paso horario – Gestión manual



Semilla	Ahorro VE (MUSD)	Rango [MUSD]	p (% del VE)	Error [MUSD]	Error (% del valor)
10031	63,999	140,1	56,3%	4,308	6,7%
12031	65,070	109,1	54,7%	3,366	5,2%
14031	64,359	93,2	55,4%	2,870	4,5%

Resultados del estudio.

- Escenario aspiracional
 - Paso horario – Gestión manual

- El resultado de este análisis fue que con una probabilidad de 10% el ahorro promedio obtenido sería un 28% menor al obtenido con la totalidad de las crónicas
- En el caso aspiracional el valor condicionado al riesgo sería menor que en el caso tendencial

Semilla	Ahorro VE (MUSD)	Rango [MUSD]	p (% del VE)	Error [MUSD]	Error (% del valor)
10031	46,02	15,0	43,0%	1,457	3,2%



Conclusiones

- Si no se gestiona la demanda de movilidad eléctrica, su pico de potencia demandada se da en el horario de mayor estrés eléctrico del sistema.
- Desplazar el pico de demanda de movilidad eléctrica representa ahorros en términos de costos de generación y costo futuro para el sistema:

	Tendencial		Aspiracional	
	MUSD/semana	%	MUSD/semana	%
Ahorro en Cdp	0.629	7.59%	5,849	9.07%
Ahorro en CF	7.661	92.41%	58,627	90.93%
Ahorro total	8.290	100.00%	64,476	100.00%

- Se observó que los resultados obtenidos tuvieron un error menor al 6% (para un nivel de confianza del 95%) y se comprobó la independencia respecto a la semilla.

Dificultades encontradas.

- Visualización horaria en el caso de paso diario
 - Operación crónica Pasar Índices a Valores Horarios
- Se detectó inconsistencias en el despacho (despacho de térmica con la demanda ya cubierta)
 - Modificación de valores en fichas del actor de Exportación-Brasil
- Valores atípicos de CAD en Simcosto
 - Horizonte de simulación cercano al horizonte de optimización de la sala de largo plazo (afectando el CF)

Posibles trabajos futuros.

- Análisis en diferentes estaciones del año
- Replicar el análisis para diferentes años
- Ampliar el horizonte temporal
- Realizar nuevas optimizaciones.
- Ajustar el modelo de crecimiento del parque vehicular eléctrico
- Ajustar la curva de demanda horaria asociada a movilidad eléctrica
- Estudio del caso de vehículos conectados a la red (V2G)

FIN

- Gracias por vuestra atención.