

# Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica

## Curso 2011

### Trabajo Final

### Grupo 1 – Vehículos Eléctricos

Pablo Caldeiro  
Diego Oroño  
Carlos Tutté

# Resumen

- Objetivos
- Generalidades (tecnologías y gestión)
- Definición de parámetros del actor Vehículo Eléctrico
- Generación de la serie de vehículos eléctricos
- Generación del sintetizador CEGH
- Proyección 2010 – 2030
- Resultados de simulaciones
- Conclusiones y aspectos a mejorar del modelo

# Objetivos

- Desarrollar dentro del Simsee un actor para representar los vehículos eléctricos.
- Presentar las herramientas para el desarrollo del modelo, que permitan modificaciones a futuro.
- Evaluar el comportamiento del modelo realizando corridas de largo plazo en Simsee

# Vehículos eléctricos - Tecnologías

- Vehículos híbridos
- Vehículos híbridos con conexión a red
- Vehículos eléctricos
- Vehículos eléctricos en base a celdas de combustible

# Vehículos eléctricos - Gestión

- Soporte normativo
- Oferta adecuada de vehículos
- Desarrollo de infraestructura y servicios, discriminación positiva
- Apoyo tarifario en inversión, valor de la energía

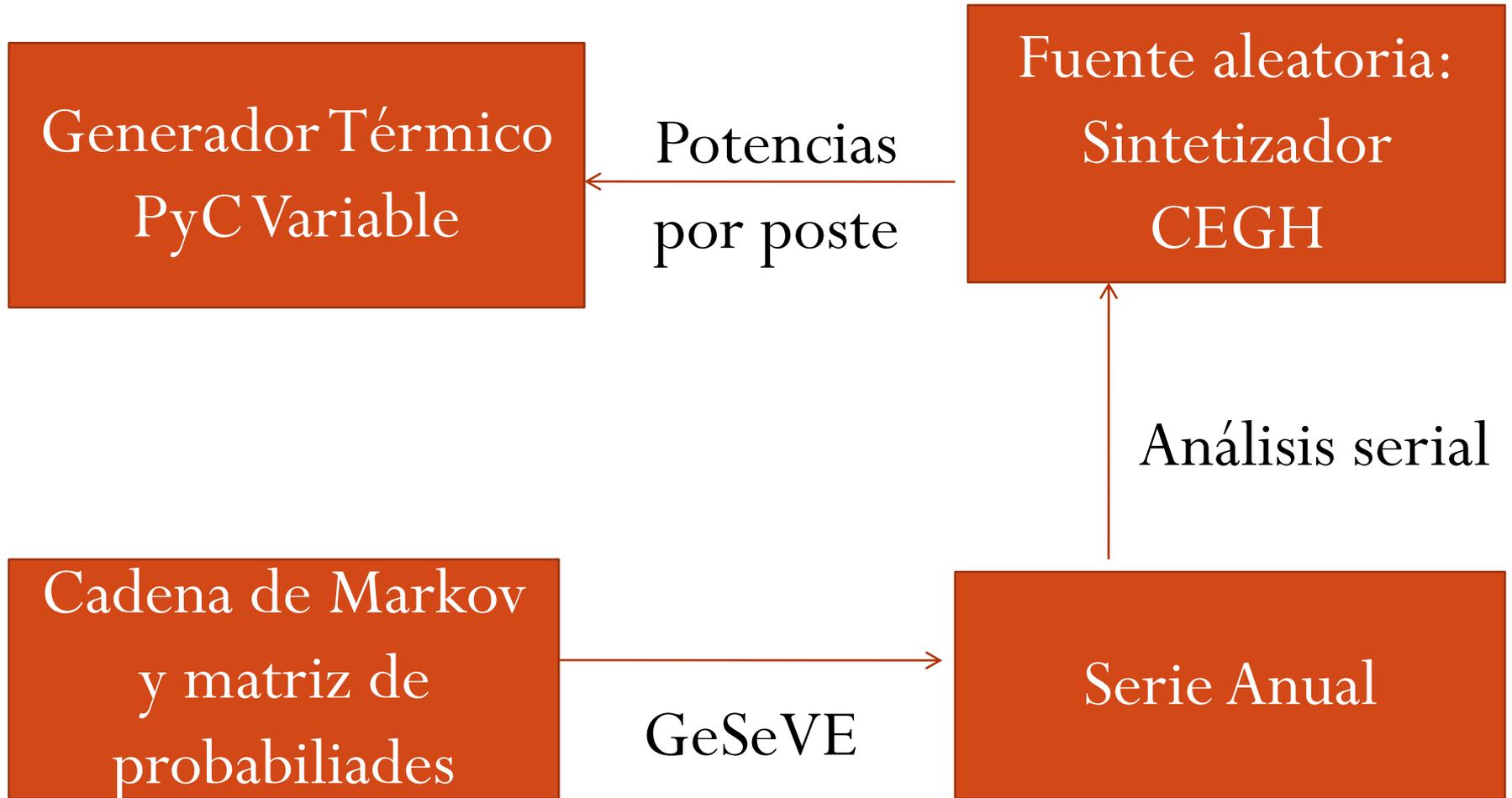
# Parámetros para la modelación del actor VE en Simsee (1)

- Vehículos eléctricos enchufables
- Tamaño de baterías standard en la actualidad  
– 24 kWh (160 kms).
- Carga lenta de las baterías (6 horas)
- Carga y descarga a tasa constante (4 kW)

# Parámetros para la modelación del actor VE en Simsee (2)

- Políticas de promoción para:
  - Carga en valle (0 a 6 hs)
  - Descarga en pico (19 a 23 hs)
- Uso de cargadores inteligentes, que favorece la utilización de estos horarios.
- Los vehículos vacían la carga de la batería diariamente (andando y entregando a la red). Asimismo, la batería se carga completamente todos los días.

# Desarrollo del modelo de VE



# Generación de la serie de vehículos eléctricos

Cadena de Markov: es un tipo especial de proceso estocástico discreto en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediatamente anterior

Matriz entrada del GeSeVE:

Inicial	Final	Hora 0
Cargando	Cargando	90%
Cargando	Entregando	1%
Cargando	Parado	4%
Cargando	Andando	5%

Salida: Potencia por hora

# Generación del sintetizador CEGH

- Se debe tomar el archivo de series de potencia horaria para calcular la potencia media por poste

	poste 1	poste 2	poste 3	poste 4
01/01/2009	2,12	2,24	-0,50	-2,47
02/01/2009	2,32	2,13	-0,58	-2,15
03/01/2009	1,96	2,03	-0,48	-2,43
04/01/2009	2,40	2,11	-0,44	-2,53
05/01/2009	1,92	2,21	-0,50	-2,41
06/01/2009	2,56	2,14	-0,52	-2,43
07/01/2009	2,56	2,12	-0,54	-2,34
08/01/2009	2,56	2,05	-0,59	-2,65
09/01/2009	2,28	2,19	-0,48	-2,39
10/01/2009	2,32	2,11	-0,48	-2,47
11/01/2009	2,56	2,13	-0,48	-2,29
12/01/2009	2,00	2,07	-0,51	-2,53

# Escenario del transporte carretero y proyección de participación de vehículos eléctricos 2010-2030

- Para evaluar el modelo resulta necesario plantear el escenario actual del subsector transporte carretero, así como su crecimiento en el mediano plazo (2010 – 2030).
- Escenario base tomado del anuario 2009 de la Dirección Nacional de Transporte del MTOP.
- Se consideró un crecimiento del parque de un 4% acumulado anual en el período 2010-2030.
- Teniendo en cuenta aumentos de eficiencia (25%) este crecimiento se traduce en un 3% del consumo energético del sector



# Proyección 2010 - 2030

Parque vehicular	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Autos y camionetas particulares	421.386	512.680	623.754	758.892	923.309	1.123.346
Taxis y remises	5.502	6.694	8.144	9.909	12.056	14.667
Omnibus mvd	5.539	6.739	8.199	9.975	12.137	14.766
Omnibus interurbano	0	0	0	0	0	0
Motos	113.890	138.565	168.585	205.109	249.547	303.612
Camionetas comerciales	52.917	64.382	78.330	95.301	115.948	141.068
Camiones <2 ton	876	1.066	1.297	1.578	1.919	2.335
Camiones 2-5 ton	12.343	15.017	18.271	22.229	27.045	32.904
Camiones > 5 ton	12.534	15.250	18.553	22.573	27.464	33.414

- Se considerará la participación de vehículos eléctricos exclusivamente para autos y camionetas particulares, y camionetas comerciales

# Escenarios de estudio



- Baja participación de vehículos eléctricos

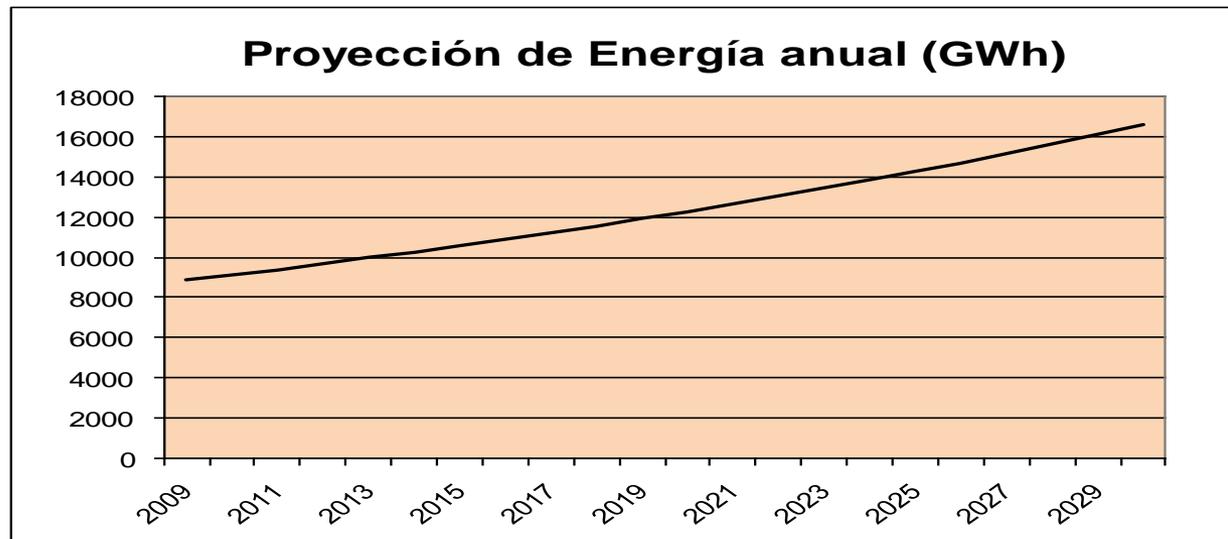
Escenario 1 - Baja penetración	2010		2015		2020		2025		2030	
Autos particulares	0,0%	0	1,6%	10.000	3,3%	25.000	4,3%	40.000	5,3%	60.000
Camionetas comerciales	0,0%	0	6,4%	5.000	10,5%	10.000	12,9%	15.000	14,2%	20.000

- Alta participación de vehículos eléctricos

Escenario 2 - Alta penetración	2010		2015		2020		2025		2030	
Autos particulares	0,0%	0	12,8%	80.000	26,4%	200.000	37,9%	350.000	49,0%	550.000
Camionetas comerciales	0,0%	0	15,3%	12.000	25,2%	24.000	43,1%	50.000	56,7%	80.000

# Escenario base de proyección 2010 – 2030 para oferta y demanda de energía eléctrica

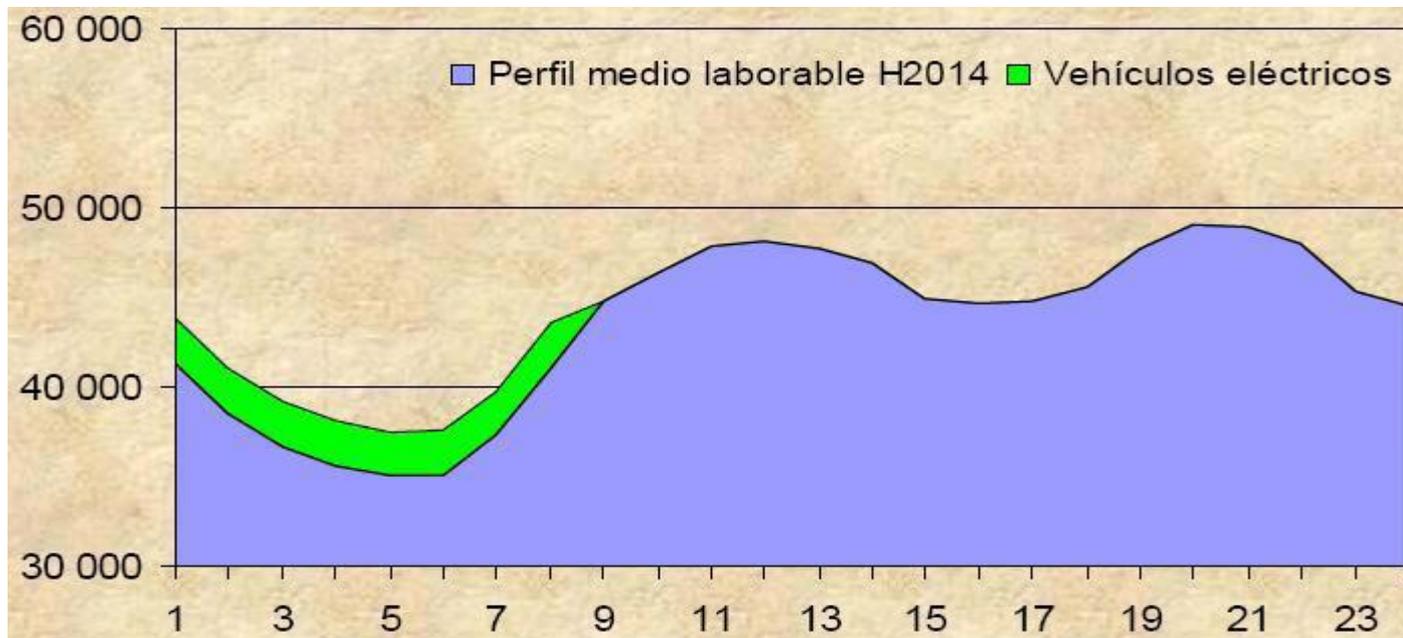
- Proyección utilizada en el curso para corridas de largo plazo “x\_147007.esa”.
- Proyección de demanda: Comportamiento estacional basado en el año 2007 .



- Proyección de oferta: Tiene en cuenta las metas propuestas en la política energética 2005-2030 (fuerte apuesta a las renovables no tradicionales)

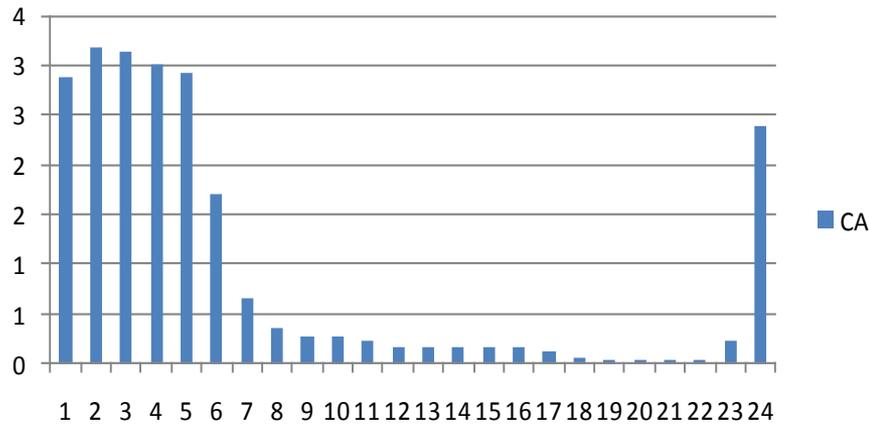
# Elementos a analizar en comparativo de escenarios base y con vehículo eléctrico

- Modo de uso: horarios valle para la carga
- Participación de vehículos como posible oferta en horarios pico (V2G – Vehicle-to-grid)

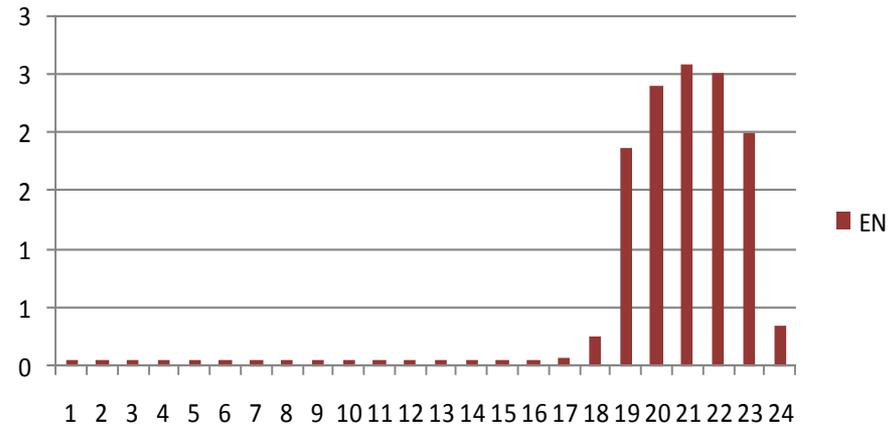


- Matrices de transición utilizadas de forma tal que actúen como oferta y demanda dependiendo de las horas del día.
- Previo a correr el SimSee se hizo un estimativo con los valores esperados

**Demanda total VE (MW)**



**Oferta total VE (MW)**

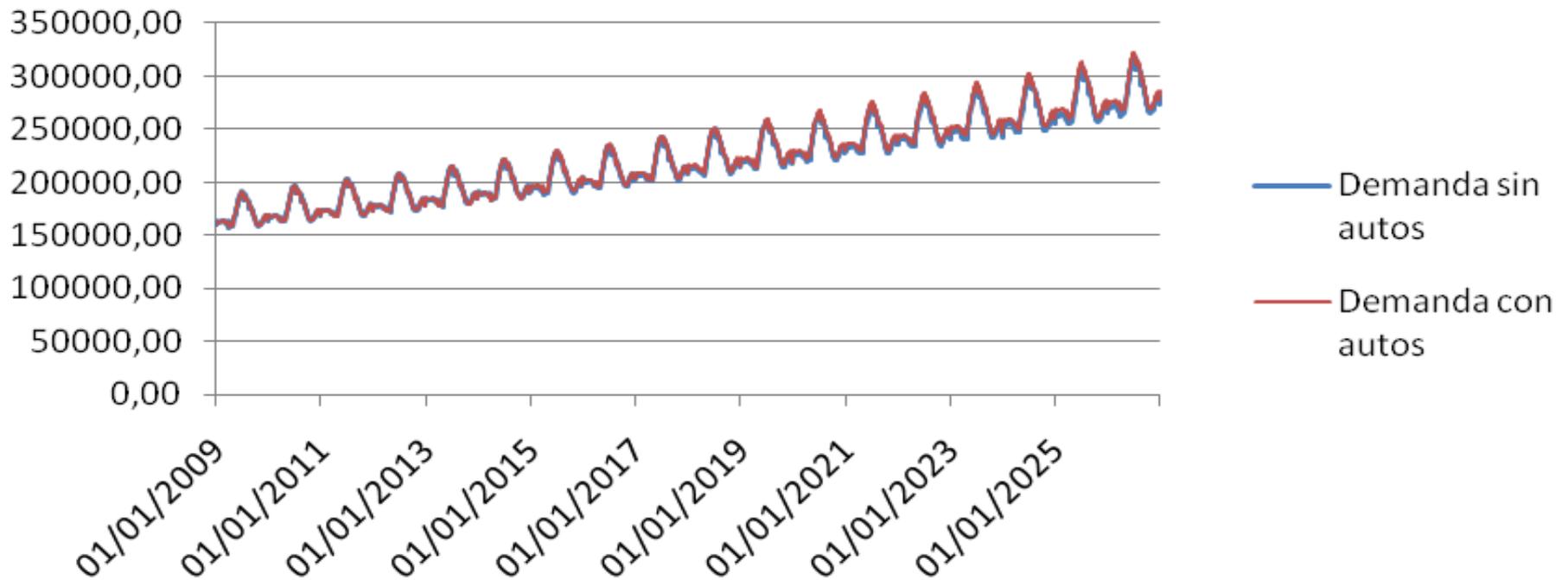


# Validación del modelo

- Corridas realizadas con el objetivo de brindar una primera validación al modelo y no pretenden ser base de estudios profundos sobre el tema
- Tres situaciones de estudio:
  - Escenario 1: Baja participación de vehículos eléctricos
  - Escenario 2: Alta participación de vehículos eléctricos
  - Aproximación al costo marginal

# Escenario 1:

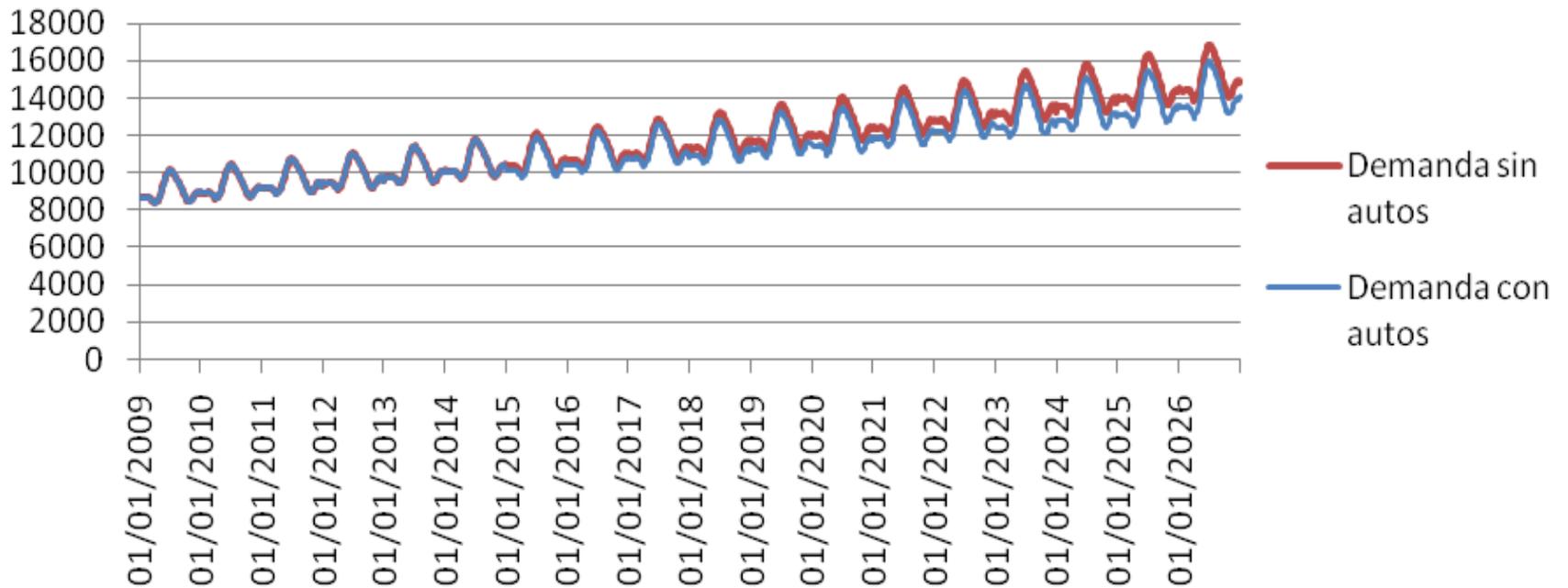
Demanda de energía (baja penetración de vehículos en el mercado)



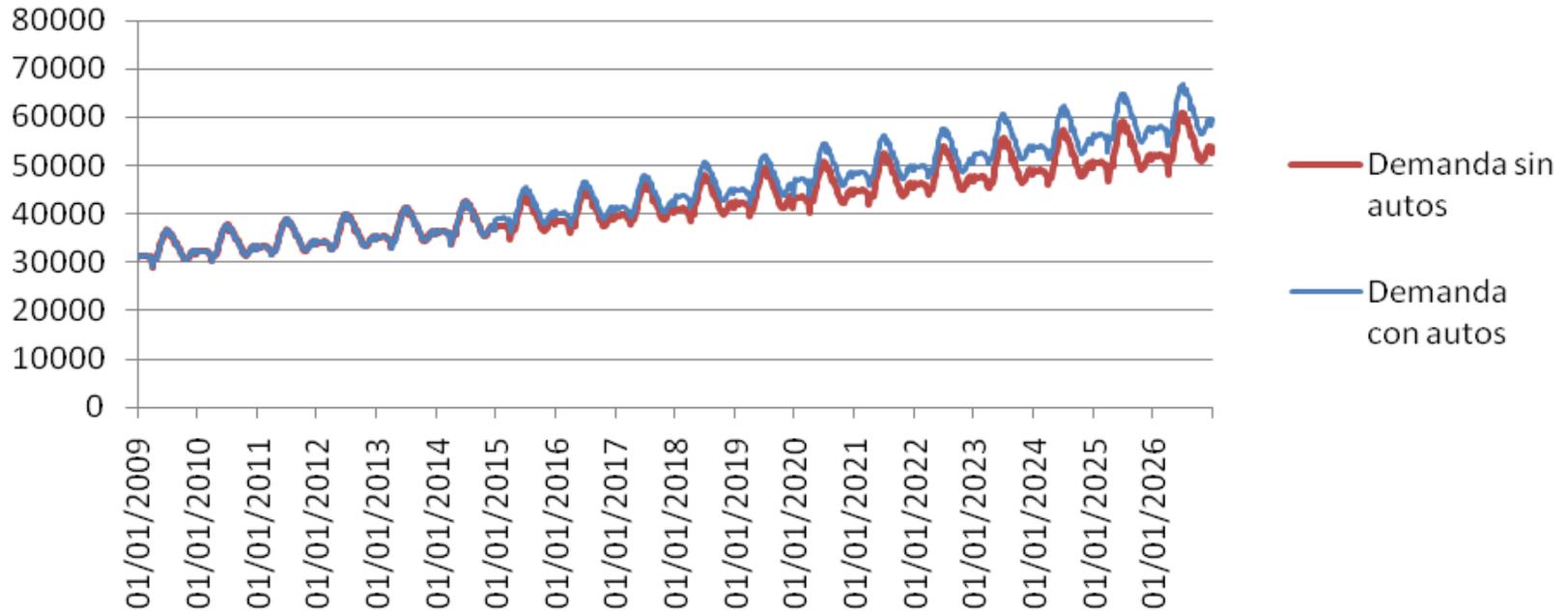
- Aumento de la demanda en un 1.5% para 2025

# Estudio por poste

## Demanda de energía poste 1 - Baja penetración de vehículos eléctricos

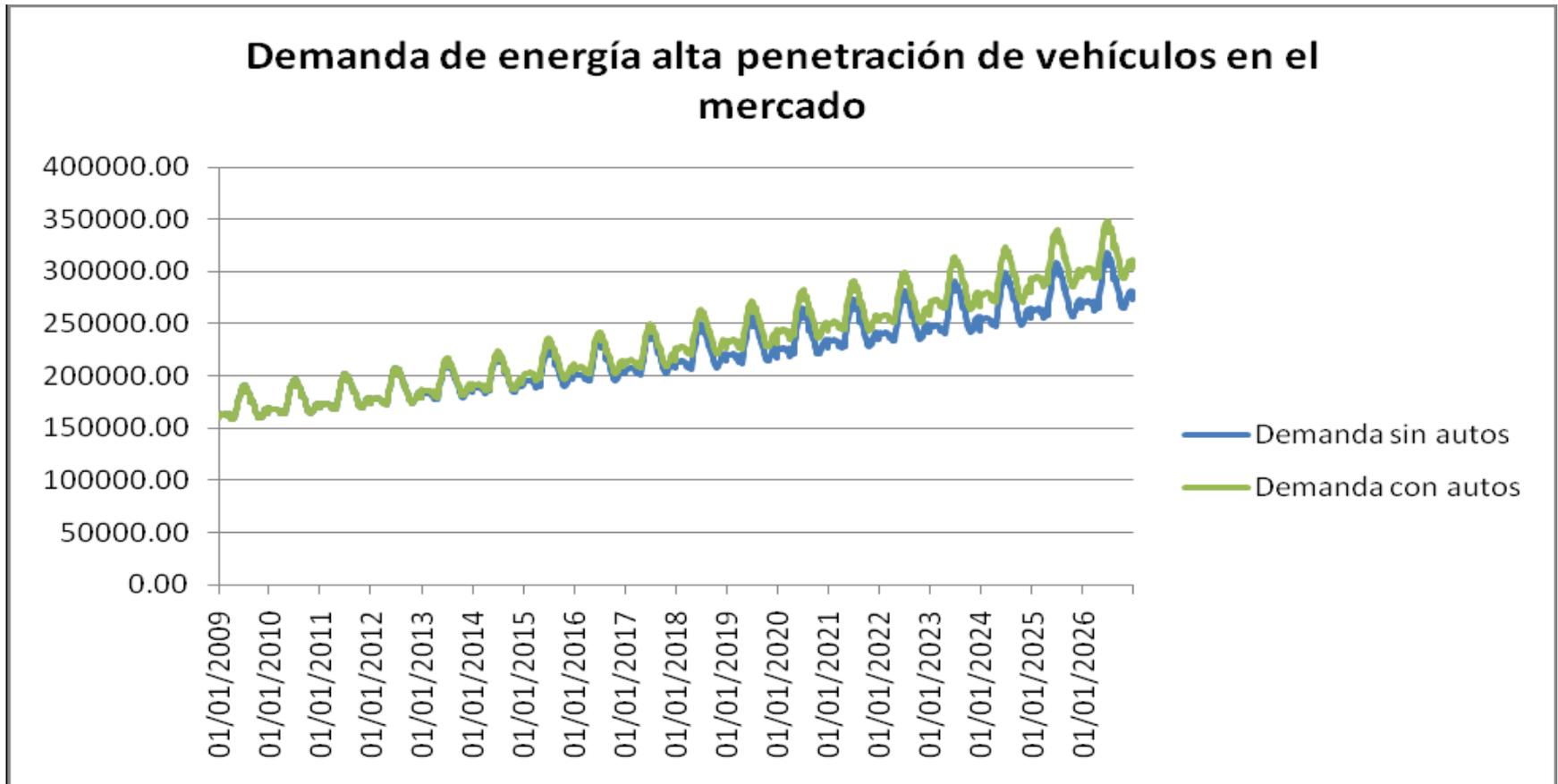


## Demanda de energía poste 4 - Baja penetración de vehículos eléctricos



- Para el poste 1: Un descenso en la demanda de un 6.5% aproximado.
- Para el poste 2: Un descenso en la demanda de un 6% aproximado.
- Para el poste 4: Un aumento en la demanda de un 9.5% aproximado.

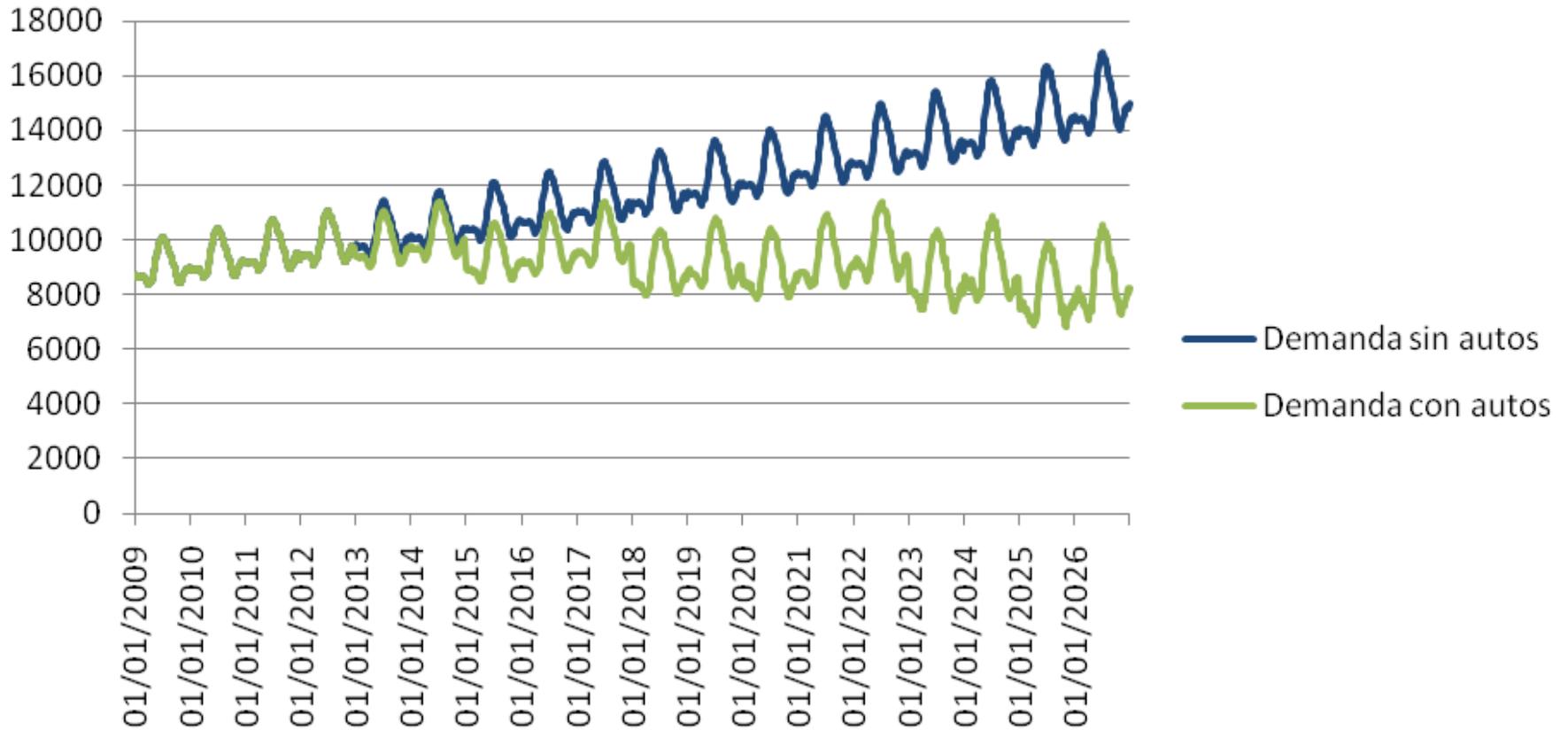
# Escenario 2:



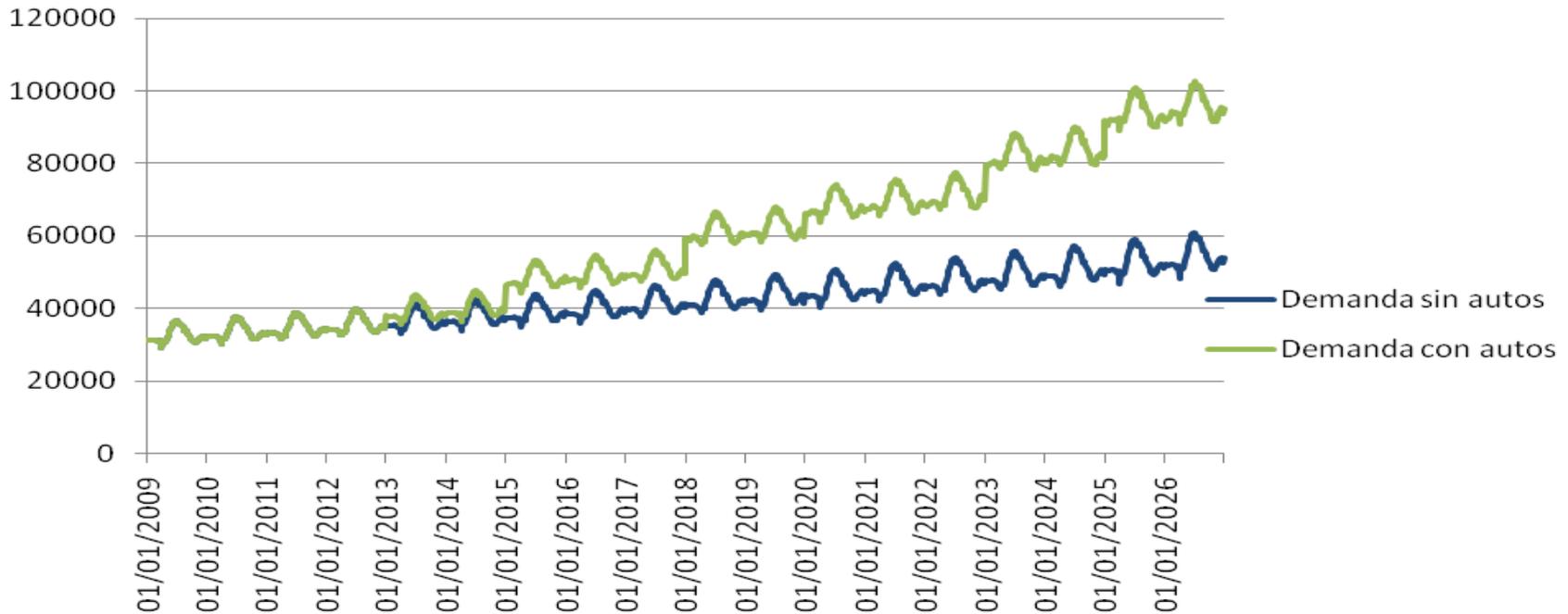
- Aumento de la demanda en un 11% para 2025

# Estudio por poste

## Demanda de energía poste 1 - Alta penetración de vehículos eléctricos

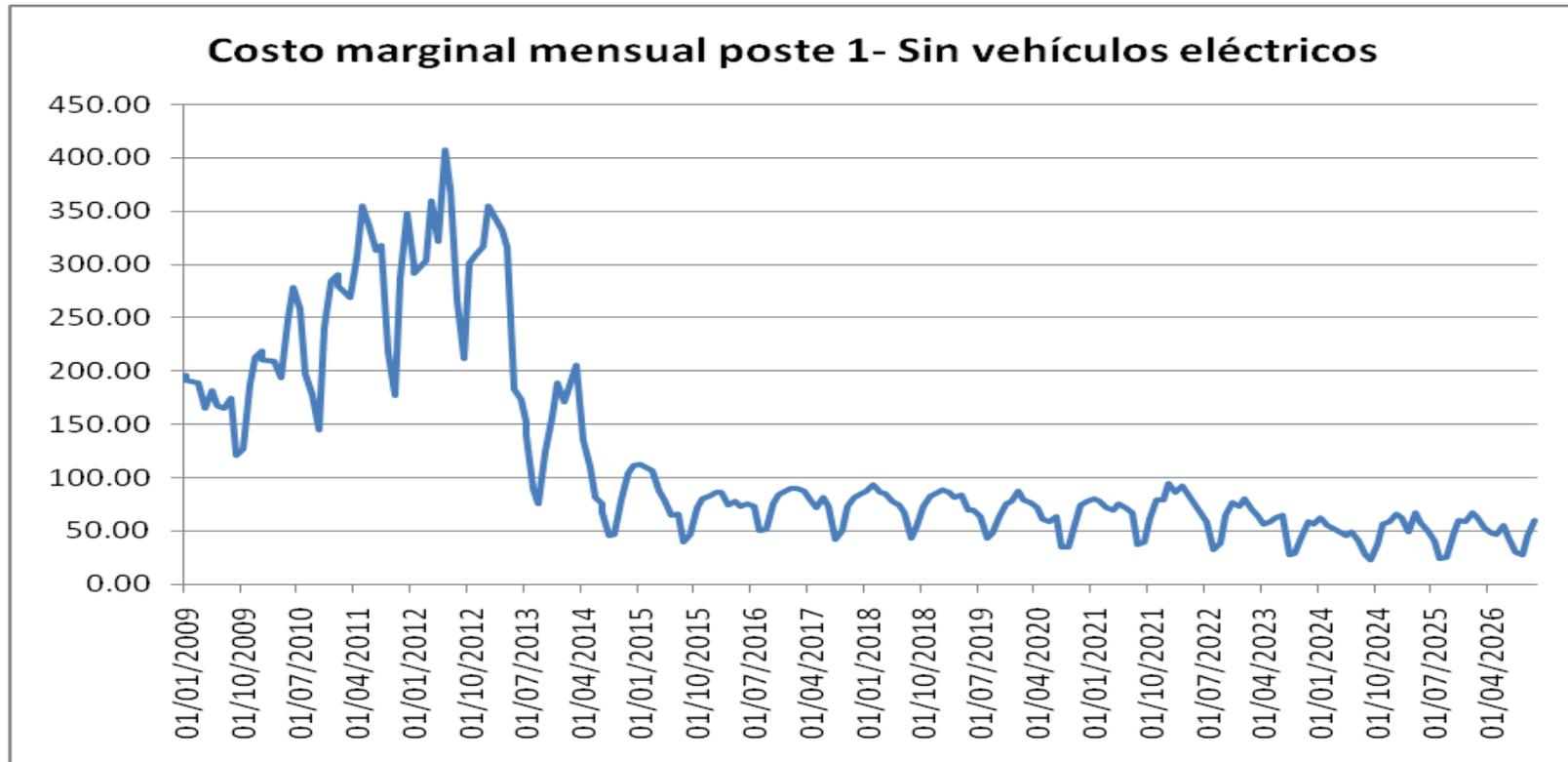


## Demanda de energía poste 4 - Alta penetración de vehículos eléctricos



- Para el poste 1: Un descenso en la demanda de un 45% aproximado.
- Para el poste 2: Un descenso en la demanda de un 42% aproximado.
- Para el poste 4: Un aumento en la demanda de un 75% aproximado.

# Primera aproximación al costo marginal



- 50 U\$S/MWh para 2025 como valor de referencia

# Conclusiones

- Se generó un primer modelo de la demanda (generación) de un paquete de 1000 autos particulares y de 1000 camionetas de carga liviana.
- Se crearon los actores correspondientes en el SimSee a partir de un modelo CEGH, utilizando el análisis serial.
- Se utilizó una plantilla SimRes3 para analizar los resultados.
- Se brindó un primer análisis del impacto en la demanda de energía eléctrica con 2 escenarios diferentes de penetración de vehículos eléctricos al mercado uruguayo.
- Se desarrolló un método para poder generar otros actores.
- Se sientan bases de trabajo para seguir realizando estudios sobre el tema → Mejoras al modelo.

# Otros aspectos a estudiar

- Estudiar diferentes regímenes de carga (carga rápida 30 min – carga muy lenta 8 hs)
- Estudio más detallado de la evolución del parque automotor
- Estudios de remuneración de energía
- Estudio de cargadores inteligentes de forma tal de no ingresar una gran carga o una gran generación a la misma hora
- Cálculo de la disminución de uso de combustibles derivados del petróleo

# Aspectos a mejorar del modelo

- Costo variable vs. Pago por potencia (ej. Biomasa autodespachable)
- Variabilidad del comportamiento semanal y estacional
- Incluir autos híbridos enchufables (nueva matriz de transiciones)
- Ampliar el espectro de modelos (capacidad de batería y autonomías) – input del programa.
- Avances tecnológicos
- Estudio más profundo de utilización de vehículos y distancias recorridas para generación de la serie utilizando Markov.

# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

---

## PREGUNTAS?

