



# Posgrado Smart Energy

## Digitalización de la energía

Profesores:

Marc Jené Vinuesa  
[marc.jene@upc.edu](mailto:marc.jene@upc.edu)

Marc Micolau Puerto  
[marc.micolau@upc.edu](mailto:marc.micolau@upc.edu)



# Calendario

**MAYO**
**JUNIO**

	<b>lunes</b>	<b>martes</b>	<b>miércoles</b>	<b>jueves</b>	<b>viernes</b>
	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b> 1. Introducción, entrega del kit, montaje eléctrico	<b>18</b>	<b>19</b>
	<b>22</b> 2. Montaje eléctrico, monitorización y almacenamiento	<b>23</b>	<b>24</b> 3. APIs. Caso práctico API de REE	<b>25</b>	<b>26</b>
	<b>29</b> 4. Presentación parcial proyecto y posibles upgrades.	<b>30</b>	<b>31</b> 5. Análisis económico de la carga y visualización.	<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>12</b> 6. Presentación final. Resolución de dudas.	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>



# Objetivos del módulo

Fomentar la capacidad de plantear y llevar a cabo un proyecto aplicado al gestión activa de cargas domesticas.

## Conocimientos a alcanzar:

- Entender el rol de la **gestión activa de la demanda** en un contexto de sistemas energéticos locales, y su impacto económico, social y ambiental.
- Monitoreo de cargas domésticas, almacenamiento y representación de datos.
- Conocer las fuentes principales de **adquisición de datos** y herramientas para poder acceder a ellos.
- Llevar a cabo un análisis y un proyecto relacionado con la gestión de la demanda. Siendo capaz de presentar resultados con las herramientas adquiridas y proponiendo ideas de gestión de la demanda.



# Presentación



SCAN ME

<https://www.menti.com/alk44ronmfj4>



# Evaluación del módulo

***Nota Clase = 0,5 · Trabajo + 0,15 · Entregable + 0,35 · Presentaciones***

***Nota Módulo = 0,7 · Nota Clase + 0,3 · Asistencia***

- El trabajo consistirá en un **análisis de una carga doméstica** de vuestra elección. El trabajo tiene que abarcar los siguientes puntos:
  - Monitorización de una carga domestica y almacenamiento de datos.
  - Análisis de uso de dicha carga e impacto económico derivado del mismo.
  - Representación de datos.
  - Adicional: Propuesta de control de la carga o correlación del consumo con otras magnitudes.

**Fecha máxima de entrega: 19/06/2023**

**Se hará en grupos de dos (2).** A ser posible, alumno de máster con alumno de posgrado.

- Habrá 1 entregable intermedio.
- Habrá 2 presentaciones. Todos los estudiantes tienen que presentar.
- **Devolución del kit: 21/06/2022**



# Ejercicio de postgrado

Los alumnos que tengan que entregar el ejercicio de postgrado, tendrán dos semanas más para desarrollarlo.

El objetivo del ejercicio será ampliar el trabajo del módulo **alguno de los siguientes puntos**, a elección del alumno:

- 1) Predicción del consumo de la carga elegida con algoritmos de ML o regresión.
- 2) Implementación de un sistema de recogida de datos y visualización (local o remoto).

*La fecha limite de entrega del ejercicio será el 3 de julio de 2023*

*Se debe especificar como un apartado adicional en el trabajo de curso o como un  
fichero independiente*

*Se debe colgar en la plataforma TechTalent UPC*

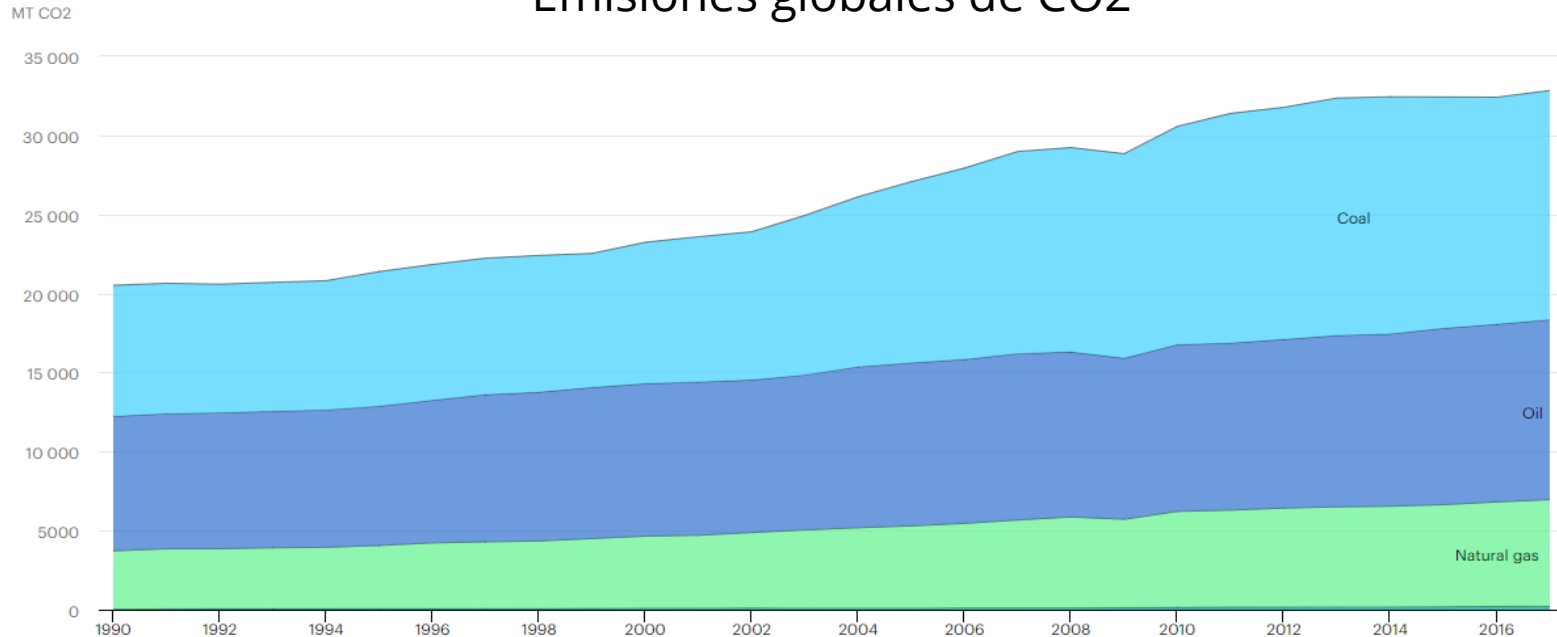


# Gestión activa de la demanda (DSM)

CO2 emissions by energy source, World 1990-2017



## Emisiones globales de CO2



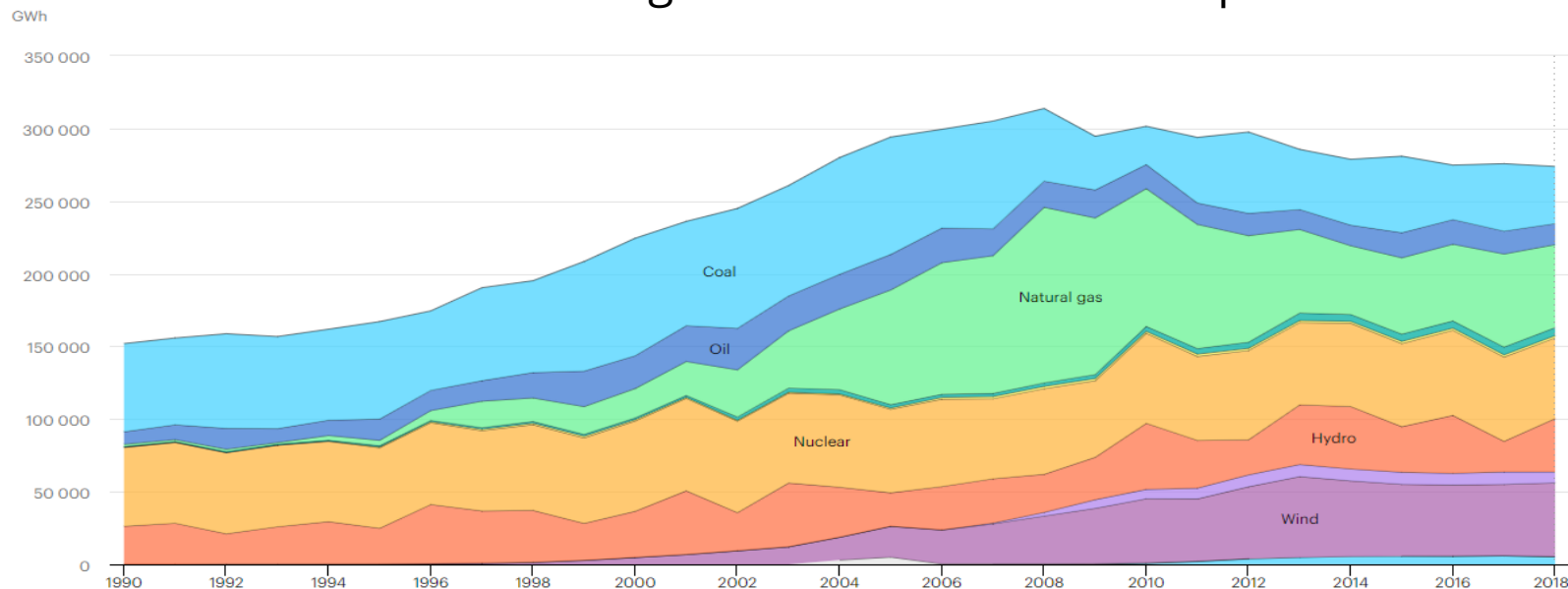
IEA. All rights reserved.



# Gestión activa de la demanda (DSM)

Electricity generation by source, Spain 1990-2018

## Evolución de la generación eléctrica en España



IEA. All rights reserved.

● Coal 
 ● Oil 
 ● Natural gas 
 ● Biofuels 
 ● Waste 
 ● Nuclear 
 ● Hydro 
 ● Solar PV 
 ● Wind 
 ● Other sources 
 ● Solar thermal

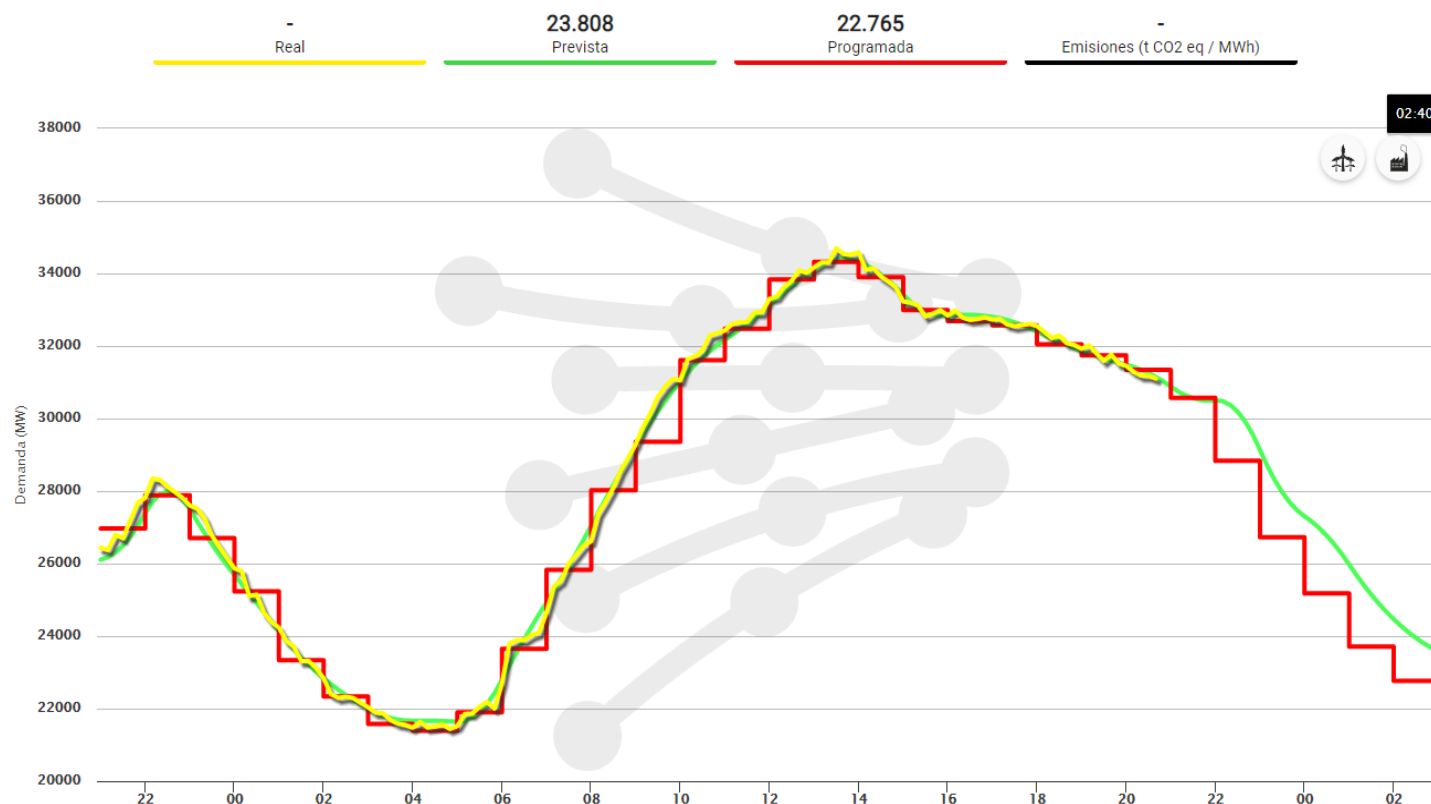




# Gestión activa de la demanda (DSM)

Previsión, programación y evolución del consumo diario (fuente REE)

**Demanda (MW) a las 02:40 - 30/06/2020**



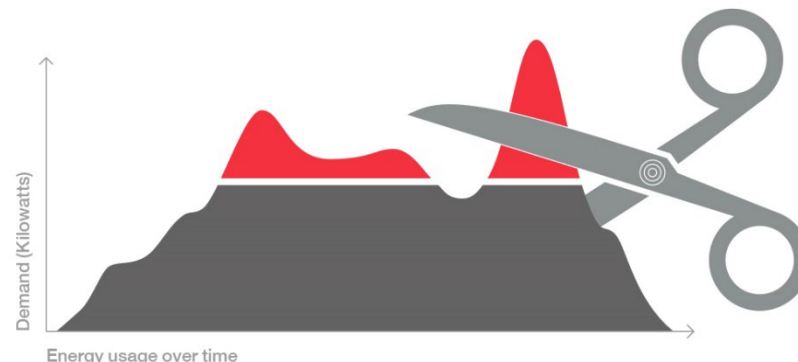
Máximo diario 34.833 a las 13:53 - 29/06/2020  
Mínimo diario 21.275 a las 04:47 - 29/06/2020



# Gestión activa de la demanda (DSM)

## Definiciones:

- Acciones que influyen en la **cantidad** o los **patrones** del **consumo energético** de los usuarios finales.
- Conjunto de acciones que intentan **influir** sobre el **uso** que los consumidores hacen de la **electricidad**, de forma que se produzcan los cambios deseados, tanto para producir un **ahorro de energía** como para **aumentar la eficiencia**, ya sea en el ámbito individual como en la curva de demanda agregada.

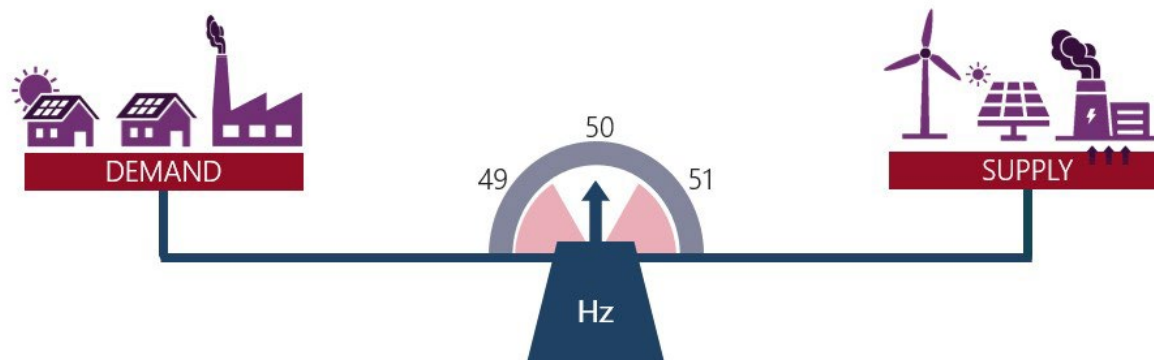




# Gestión activa de la demanda (DSM)

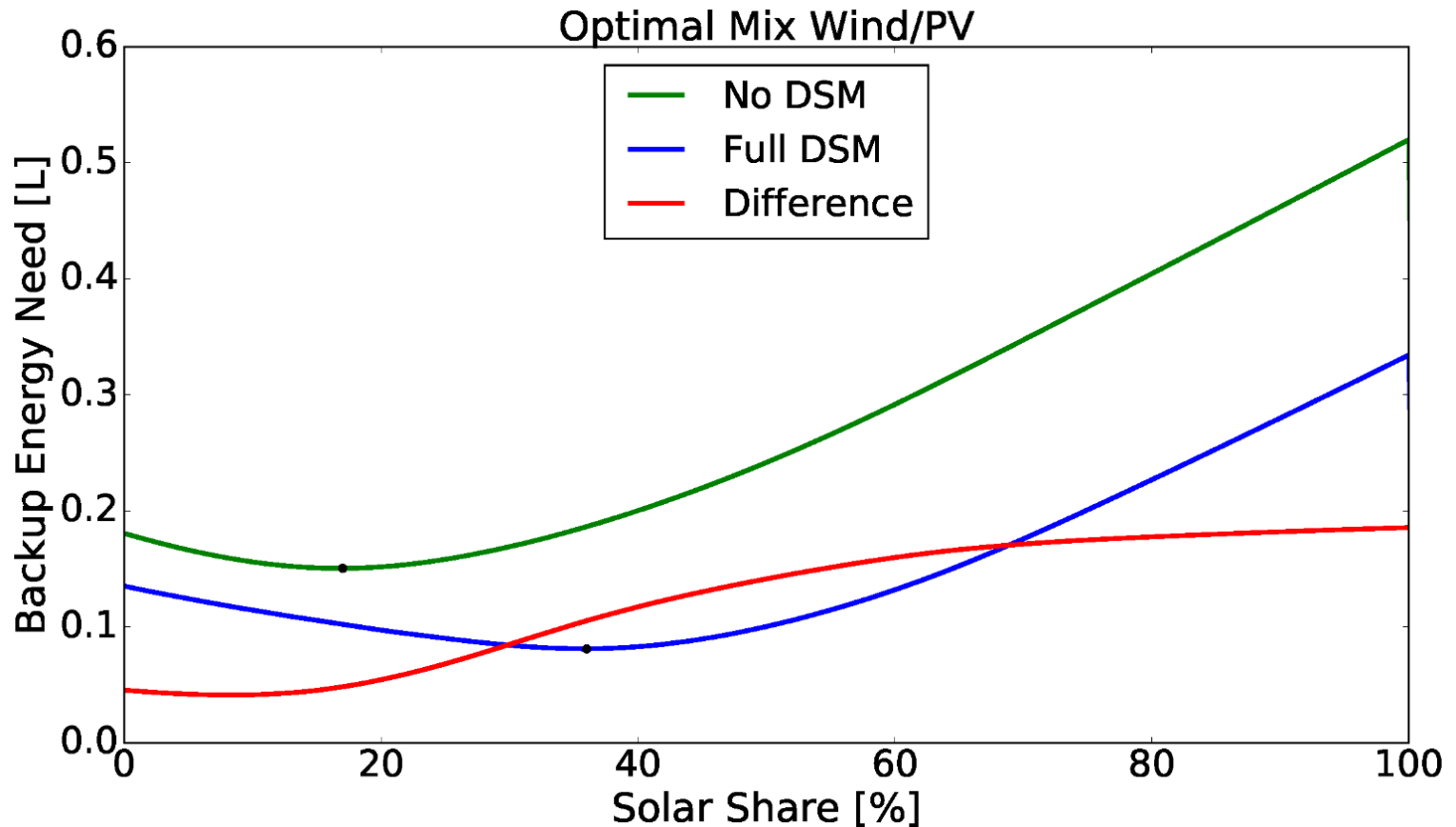
## Sistema eléctrico:

- Energía Generada = Energía consumida !!
- Menos energías fósiles.
- Más energías renovables.
- *Ramp rate* de tecnologías de generación.





# Gestión activa de la demanda (DSM)



Fuente:  
Open Access  
Journals

The Demand Side  
Management Potential to  
Balance a Highly Renewable  
European Power System



# Respuesta a la Demanda (DR)

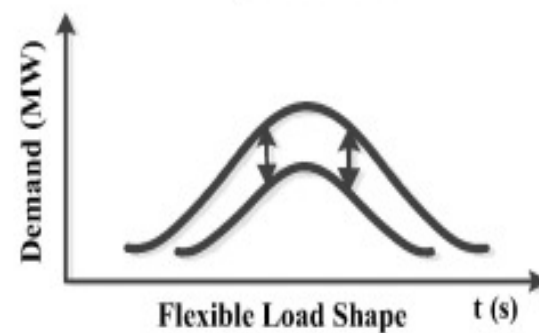
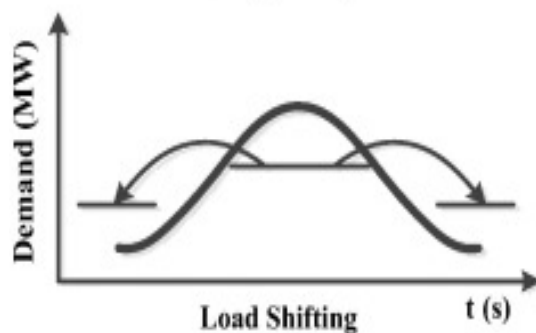
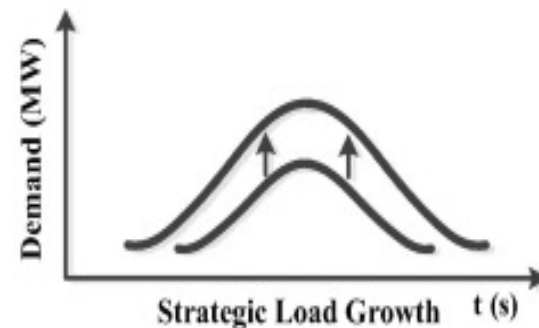
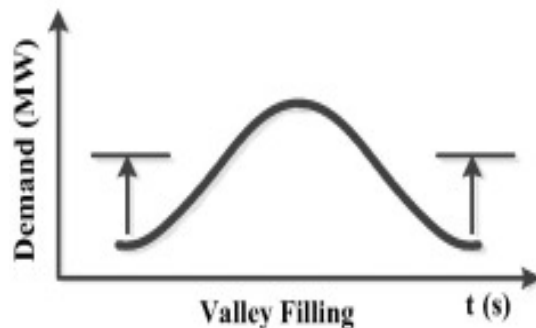
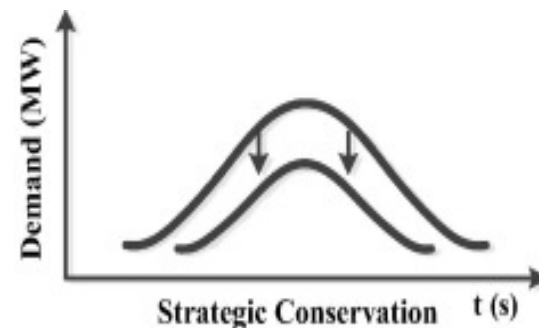
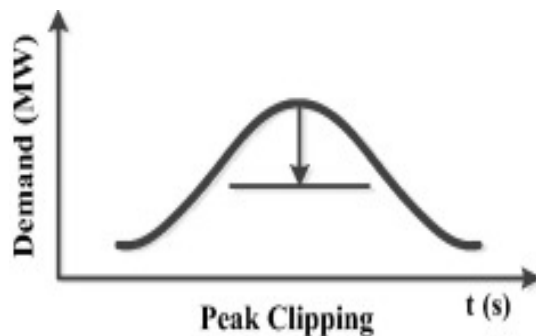
La respuesta a la demanda se refiere a los **cambios en el uso de la electricidad** por parte de los **clientes finales** con respecto a sus patrones (curvas de carga) normales de consumo en **respuesta a** los **cambios en el precio** de la energía en el tiempo o a los **pagos de incentivos** diseñados para inducir un menor uso de la electricidad cuando los precios son altos o la fiabilidad del sistema está en peligro.

La gestión de la demanda incluye varios mecanismos que actúan en distintos marcos temporales.

Mecanismo DSM	Impacto en el sistema	Horizonte temporal
<b>Eficiencia energética</b>	Consumo optimizado	Permanente
<b>Tarifas con discriminación horaria</b>	Horario de consumo optimizado	Horas / Días
<b>Respuesta a la Demanda</b>	Temporalmente reducido	Segundos / Horas



# Gestión activa de la demanda (DSM)

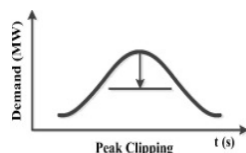


Fuente:  
ScienceDirect

Optimal operation of power system incorporating wind energy with demand side management

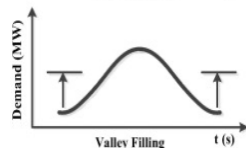


# Gestión activa de la demanda (DSM)



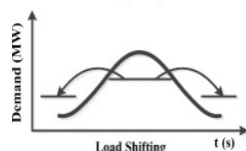
Recortar la demanda en los períodos de carga pico (nivelación de la carga)

Disminuye la demanda pico, disminuye la demanda energética general.



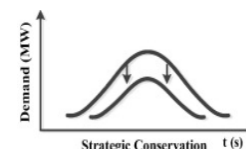
Aumentar carga durante horas no pico (nivelación de la carga)

No varia la demanda pico, aumenta la demanda energética general.



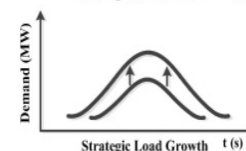
Desplazar carga a horas valle (nivelación de la carga)

Disminuye la demanda pico, no cambia la demanda energética general.



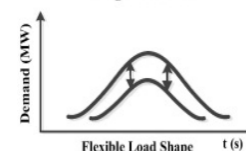
Reducir la demanda energética en general (conservación de la energía)

Disminuye la demanda pico, disminuye la demanda energética general.



Promoción de aplicaciones que requieren electricidad – EVs

Puede aumentar la demanda pico, aumenta la demanda energética general.

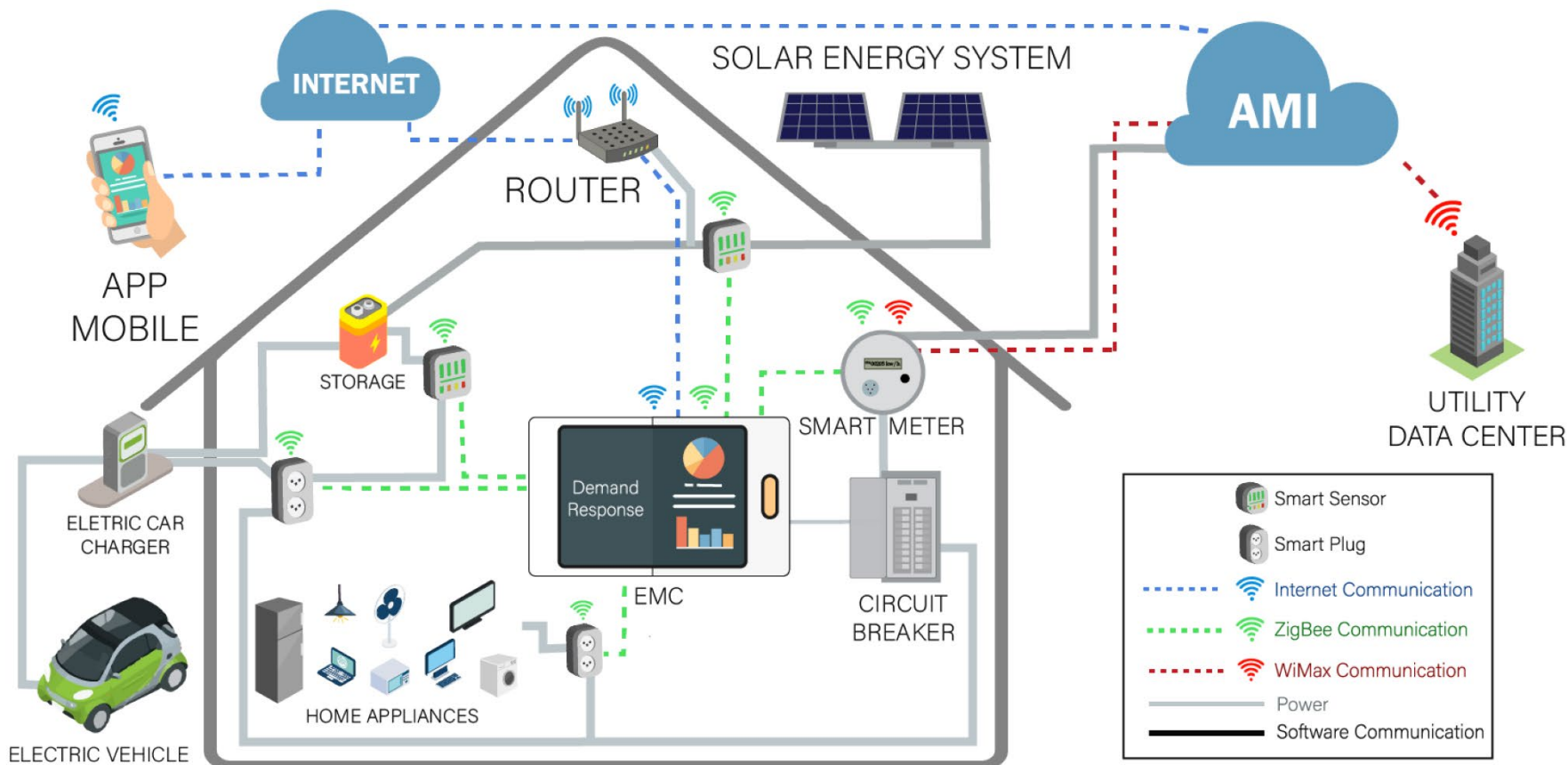


Inducir el cambio en la carga según el suministro de energía (control de carga)

Disminuye la demanda pico, puede disminuir la demanda energética general.



# Gestión activa de la demanda (DSM)





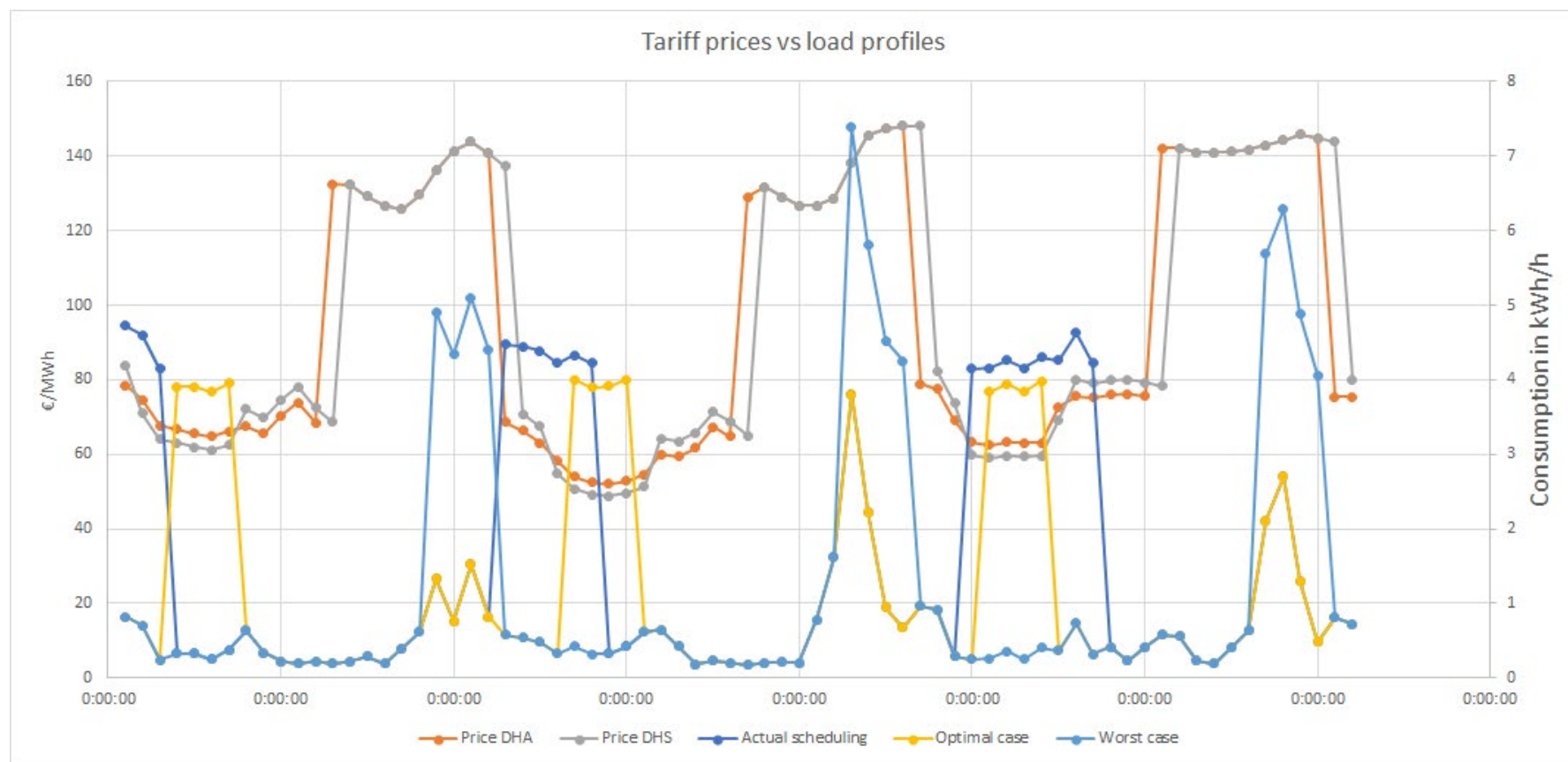
## Ejemplo





# Gestión activa de la demanda (DSM)

Descuento potencia hasta el 37% en la factura eléctrica entre el caso optimo y el peor caso posible.







# Gestión activa de la demanda (DSM)


## THERMOVAULT

**Heat pump**




**EASY TO INSTALL**  
Add the ThermoVault module to your heat pump, connect to wifi and enjoy your energy savings in only 15 minutes






**UNIVERSAL**  
Works on all brands and all sizes while keeping comfort



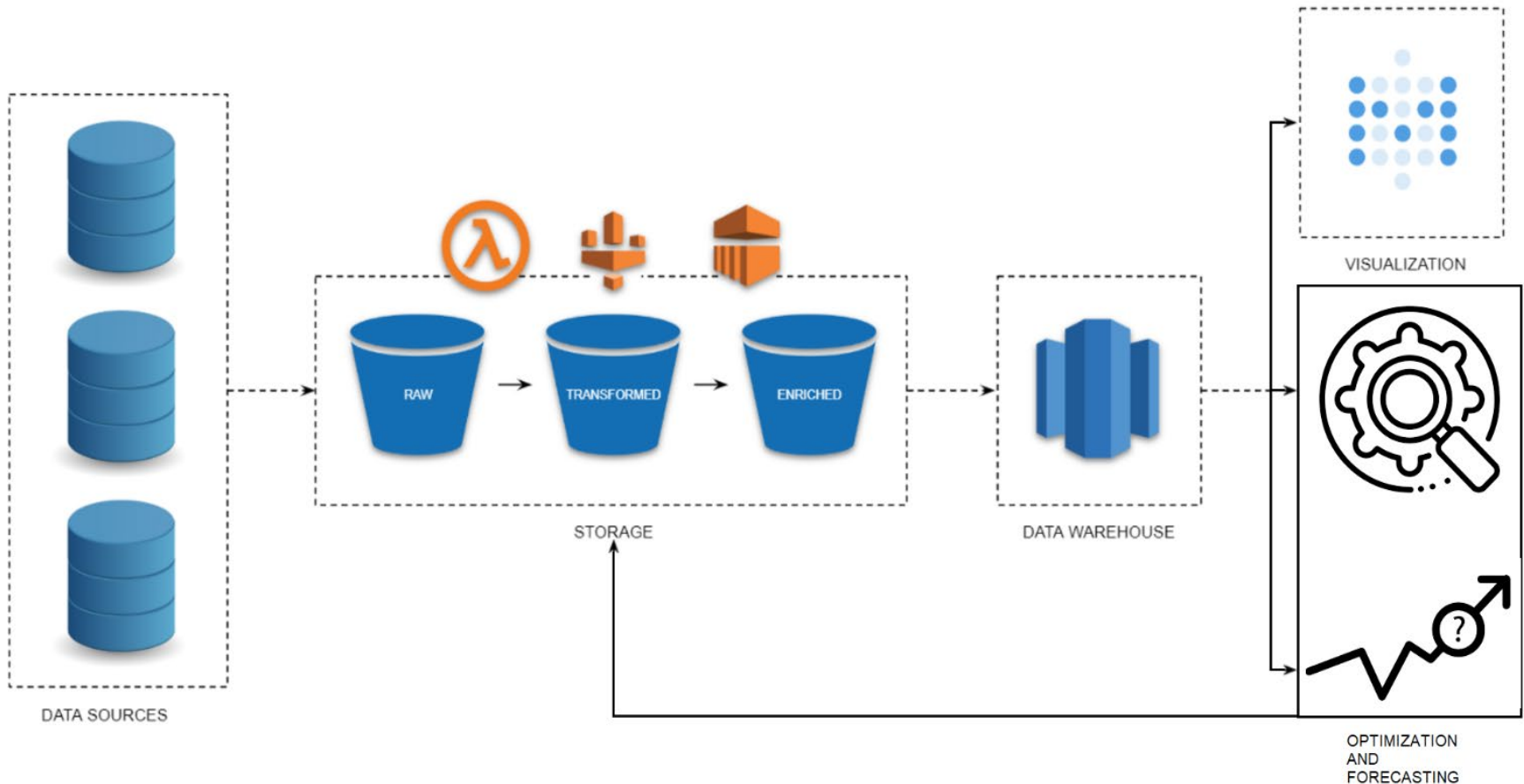
**SELF-LEARNING**  
ThermoVault optimises your heat pump adapting to your countries continuously changing specificities



**SAFE**  
Your heat pump is continuously monitored, changes in its behaviour will be detected early



# Data Pipeline

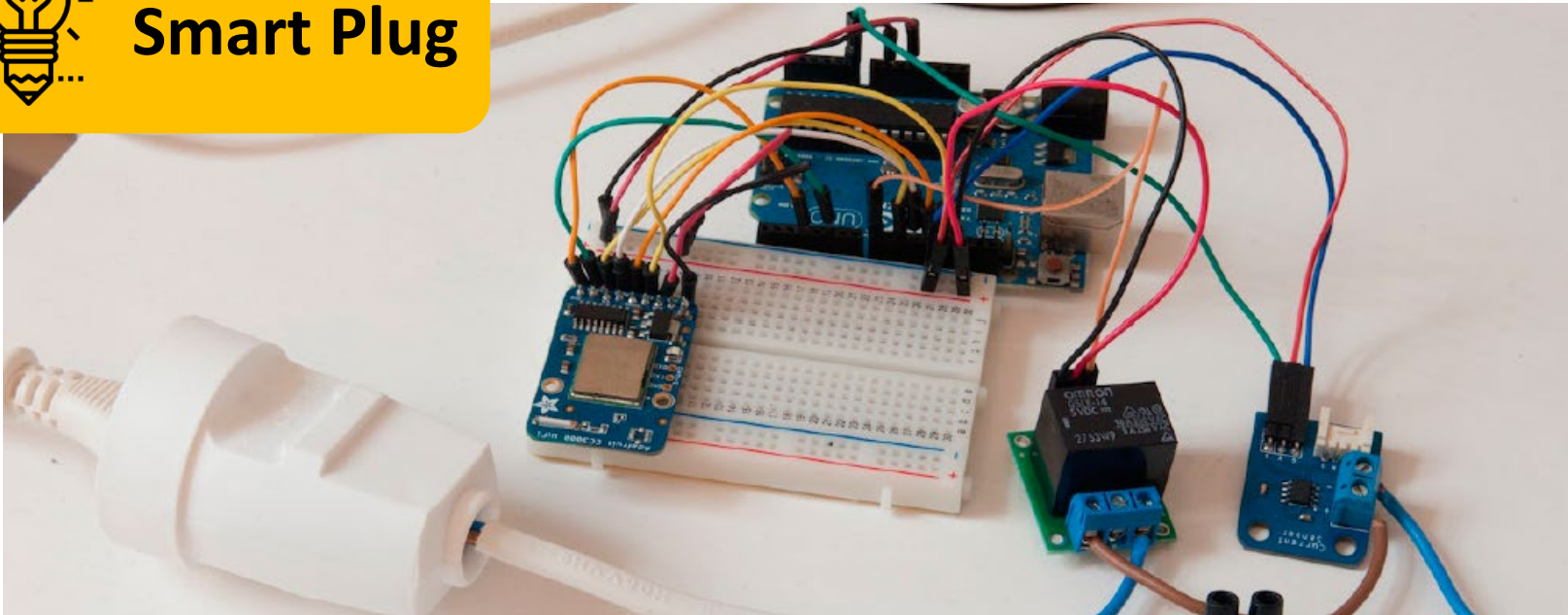




# Proyecto



## Smart Plug



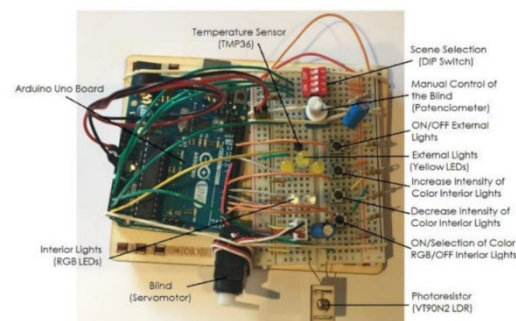
- Trabajo individual
- 1 Kit de Arduino por alumno
- Defensa oral el último día del módulo
- Entregable escrito a entregar hasta una semana después del módulo





# Material del Proyecto

El kit contiene todos los elementos y herramientas esenciales para la realización del proyecto. En caso de necesitar más componentes, se puede pedir.



*La fecha límite de devolución del será el **21 de Junio del 2023**, aunque se recomienda entregarlo en la última clase del módulo.  
Se ruega devolverlo lo más ordenado posible.*



# Repositorios y material

Repositorio: [https://github.com/marcjene/Digital\\_Energy](https://github.com/marcjene/Digital_Energy)

Material:

- Guías de las prácticas
- Presentaciones
- Códigos (Arduino, Python, Notebooks)