



reschool

Càpsula informativa:

Flexibilitat i agregació de la demanda

Sergio Herraiz, Universitat de Girona

15/12/2025, Online





Contingut

- 01 Flexibilitat i agregació de la demanda
- 02 Tipus d'agregació
- 03 Mecanismes de flexibilització de la demanda
- 04 Lliçons apreses del projecte RESCHOOL



01

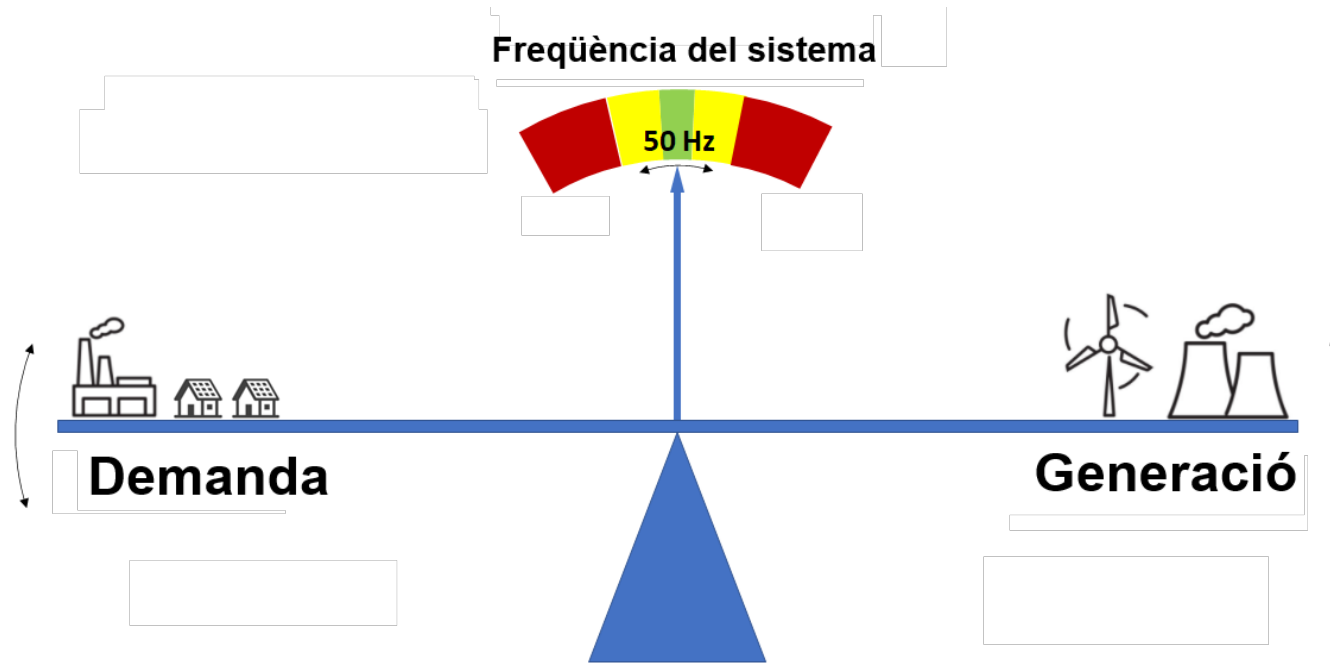
Flexibilitat i agregació



Flexibilitat



- Definició: capacitat d'un sistema per adaptar-se a les variacions e incerteses de l'oferta i la demanda.
- **OBJECTIU:** Garantir l'equilibri (balanç) entre generació i demanda i la seguretat del subministrament.



Font: <https://wattclarity.com.au/>



Flexibilitat



Generació tradicional



La generació segueix els canvis de la demanda

Generació renovable



La demanda segueix els canvis de la generació



Flexibilitat



Repte:

- Incrementar la penetració de generació renovable (eòlica i solar) connectada a xarxes de transport i distribució.
- Electrificació creixent del transport, la climatització i els consums industrials.

Problemes:

- Amb més producció renovable, més variabilitat en el sistema elèctric (freqüència).
- Amb més electrificació de la demanda, congestions a la xarxa.



Flexibilitat



- Necessitat de nous mecanismes de flexibilitat que impliquin activament la demanda per oferir diferents tipus de serveis a la xarxa de transport i/o de distribució.
- Garantir la seguretat de subministrament.
- Posposar inversions en la xarxa de distribució.



Agregació de la demanda



- Combinar la flexibilitat de múltiples consumidors (comunitats energètiques, indústries, etc.) per actuar com un ens únic davant el sistema elèctric.
- Per què?
 - Incrementem la capacitat de resposta.
 - Facilitem la participació en mercats.
 - Millorem l'eficiència i reduïm costos operatius.



02

Tipus d'agregació



Agregació de la generació distribuïda



- El generador ofereix de forma voluntària part de la seva producció com servei de flexibilitat a canvi d'una compensació econòmica.



Instal·lacions d'autoconsum?



Agregació de la demanda (càrregues flexibles)



- **Càrregues controlades per termòstats** (bombes de calor, aire condicionat, sistemes de refrigeració, etc.)
- **Càrregues amb consum flexibles** (electrodomèstics, processos industrials, etc.)
- **Càrregues amb capacitat de reducció de consum** (alguns processos industrials, il·luminació, etc.)



Agregació de l'emmagatzematge i vehicles elèctrics



- Sistemes d'emmagatzematge elèctric (bateries)
- Estacions de recàrrega de vehicles elèctrics (G2V: Grid to Vehicle, V2G: Vehicle to Grid)



03

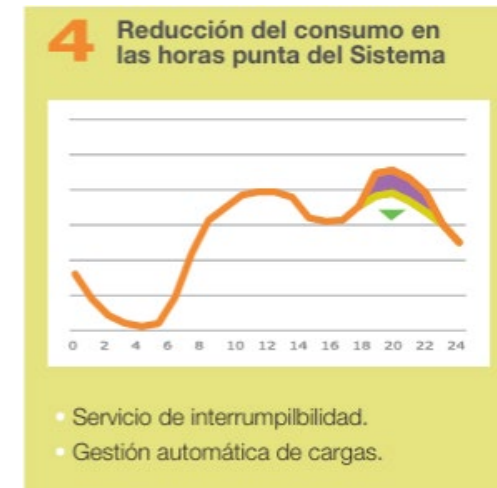
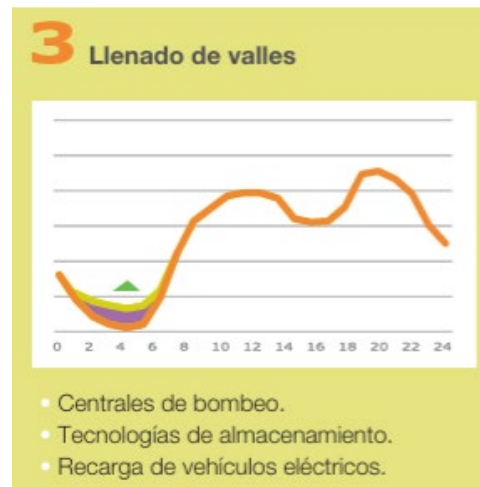
Mecanismes de flexibilitat de la demanda



Gestió activa de la demanda



- Load reduction (1)
- Load shifting (2)
- Valley filling (3)
- Peak clipping / shaving (4)



Font: REE



Programes de gestió activa de la demanda



Com aconseguir que el client participi activament?

- Mètodes **implícits** (resposta al **preu**)
- Mètodes **explícits** (resposta a la **càrrega**)

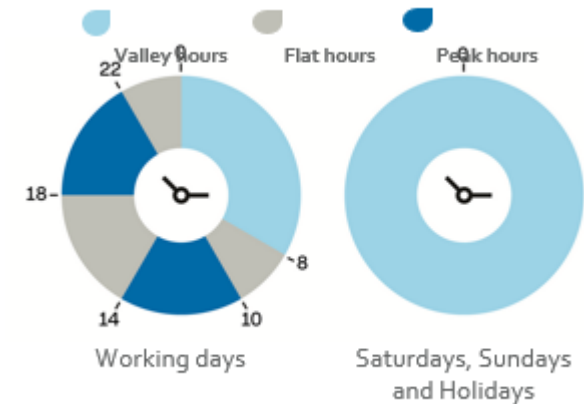


Mètodes implícits (resposta al preu)



Impulsar els clients a reaccionar davant un senyal de preu variable

- **Time-of-Use:** desplaçament de la demanda des de períodes amb preus alts (període punta) a períodes amb preus baixos (període vall).
- **Control de la càrrega màxima:** clients industrials i comercials amb un component tarifari basat en la demanda màxima (maxímetre)
- **Serveis d'autobalanç:** diferència entre els preus de compra i venda d'electricitat (excedents).



Mètodes explícits (resposta a la càrrega)



Estratègies de gestió activa de la demanda en què el consumidor participa de forma directa mitjançant respostes concretes a senyals o ordres.

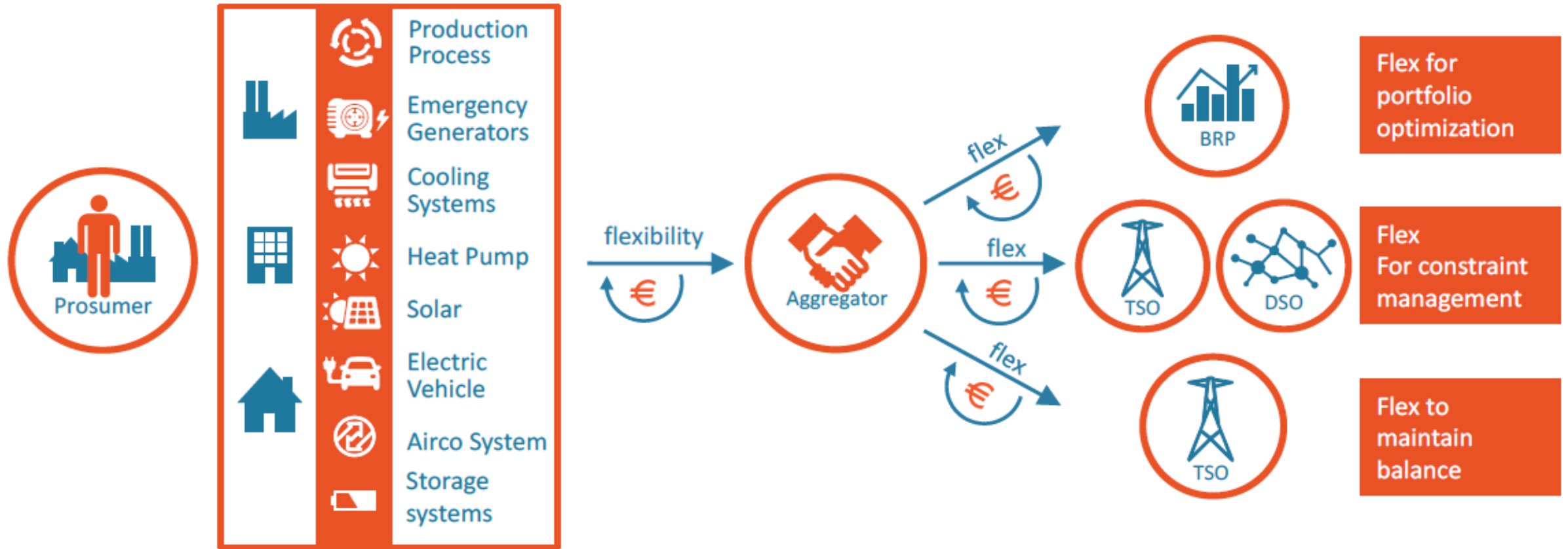
El client rep incentius econòmics per reduir, desplaçar o modificar la seva demanda en moments específics, com ara:

- Situacions de congestió a la xarxa.
- Necessitat de mantenir el balanç entre generació i demanda.
- Períodes de preus elevats de l'energia.

La resposta pot ser manual o automatitzada, mitjançant sistemes de control i comunicació bidireccional.



Mètodes explícits (resposta a la càrrega)



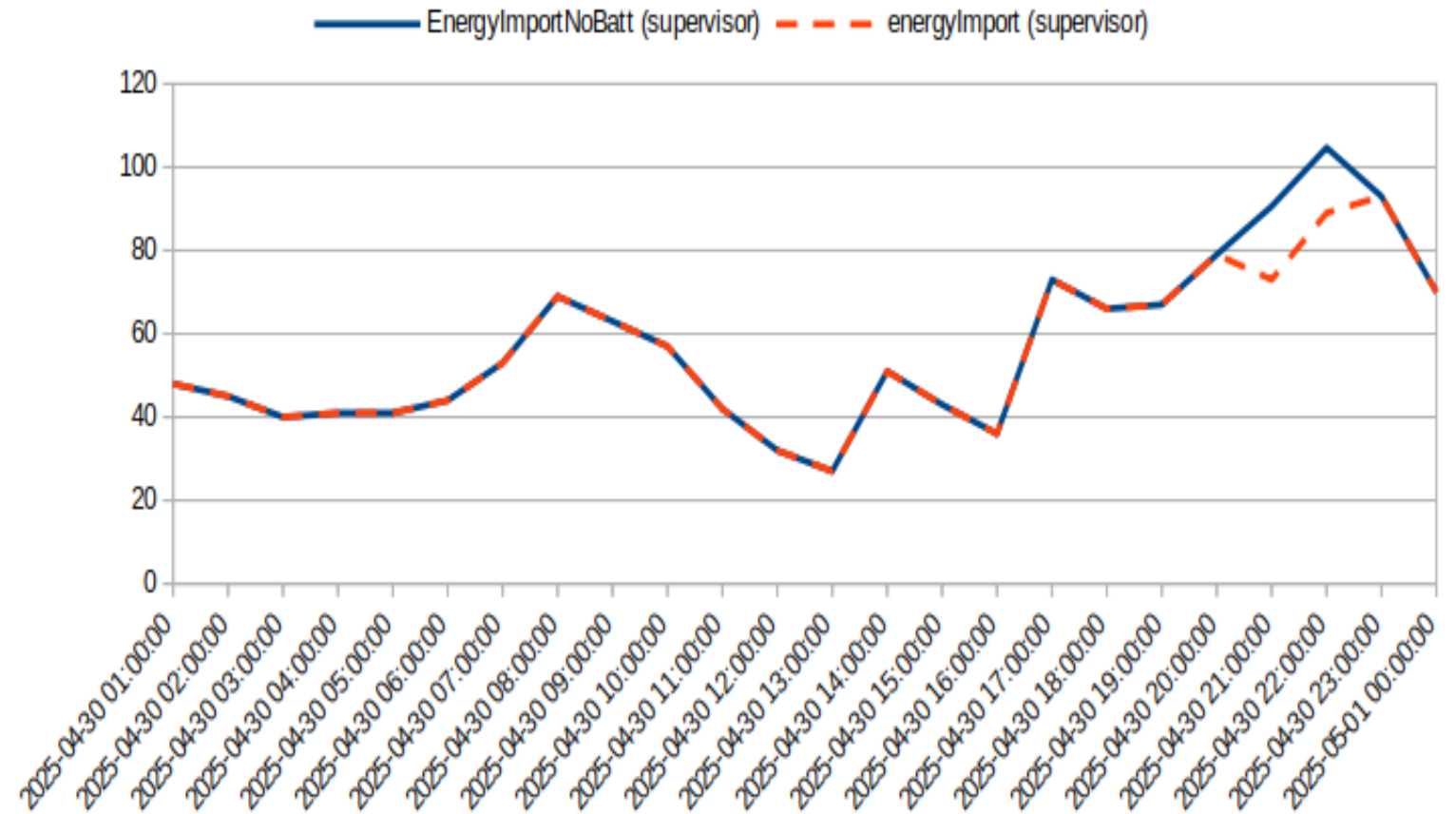
Font: https://www.usef.energy/app/uploads/2018/11/USEF-White-paper-Flexibility-Value-Chain-2018-version-1.0_Oct18.pdf



Mètodes explícits



Resolució de congestions de xarxa



Automatització i tecnologies facilitadores



- Comunicacions de senyals entre els diferents actors (comunitat, agregador, operador de la xarxa)..
- Tecnologies de control (sistemes de control – BESS, carregador VE - , algorismes d'optimització)
- Comptadors intel·ligents per monitoratge de consum i generació.
- Dispositius de submesura d'un actiu en temps real (Wibee, Shelly).
- Sistema de gestió d'energia (EMS).



04

Lliçons apreses del projecte Reschool



Lliçons apreses del projecte Reschool



Experiments:

- La bateria es podria gestionar per emmagatzemar fotovoltàica en hores vall i utilitzar aquesta energia en hores punta.
- La bateria es podria gestionar per mitigar congestions / augmentar tensió en hores punta.

La bateria de la comunitat energètica no té un consum de referència ("consum agregat de la comunitat energètica")

- La instal·lació de la bateria no és "behind-the-meter".
- La gestió de la bateria s'ha de realitzar sense carregar de xarxa.



Moltes gràcies!

Sergio Herraiz
Universitat de Girona

sergio.herraiz@udg.edu



Funded by
the European Union