



III EDICIÓN CONGRESO DE
REDES INTELIGENTES
I WEBINAR 12 FEBRERO 2025 - FUTURED

Congreso organizado
por:



Patrocinado
por:



gridspertise

SIEMENS

DIGITALIZACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS A TRAVÉS DE GEMELOS DIGITALES: REQUERIMIENTOS, BARRERAS Y OPORTUNIDADES

- Ponente(s) / organización(es)
 - Jorge Cano Martínez / Instituto Tecnológico de la Energía
- Autor(es) / organización(es)
 - Alejandro Belinchón
 - Alfredo Quijano
 - Tomás Reilly
 - Arturo Vivancos

(logotipos)

Contexto Normativo

- En Europa, la Directiva UE 2018/2001 impulsa la creación de **Comunidades Energéticas (CEs)**.
- En España, el RD 244/2019 y el RD-I 23/2020 han sentado las bases regulatorias.
- Se espera un nuevo **Real Decreto en 2023** para definir un marco más detallado.

Objetivos de las Comunidades Energéticas

- Promover **autoconsumo** y energías renovables.
- Reducir **pobreza energética** y mejorar la eficiencia.
- Impulsar la **participación ciudadana** en la transición energética.

Requerimientos para digitalizar una CE

- 
- 1. Análisis previo**
 - 2. Desarrollo de un modelo virtual**
 - 3. Evaluación del modelo con datos reales**
 - 4. Mejora continua**

Barreras para el uso de Gemelos Digitales (GD)

- **Financiación limitada.** Requiere inversión en hardware y software
- **Modelado teórico.** Depende de la capacidad de cálculo, acceso a datos energéticos y disponibilidad de información real

Estrategias de mitigación

- **Coste.** Existen programas de subvención como Digital Europe o Acelera, así como software libre
- **Modelado eficiente.** Definir modelos con el nivel de detalle necesario para minimizar los requerimientos computacionales
- **Disponibilidad de datos.** Se pueden obtener datos de consumo y generación mediante servicios como Datadis o fuentes meteorológicas como Aemet u Open-meteo.

Monitorización energética

Recurso	Tecnología de digitalización	Dificultad de digitalización	Importancia de digitalización
Fotovoltaica	API, Modbus, Profibus, EtherCAT	Baja	Muy Alta
Eólica	API Inversor o Modbus	Baja	Muy Alta
Baterías	API Inversor o Modbus	Baja	Muy Alta
Consumo general (CUPS)	Datadis, API Comercializadora	Baja	Muy Alta
Climatización	Sensores (Zigbee, LoRaWAN)	Alta	Alta
Bombas de Calor	Sensores (Zigbee, LoRaWAN)	Alta	Alta
Alumbrado	Sensores (Zigbee, LoRaWAN)	Media	Baja
Vehículo Eléctrico	OCPP	Media	Media

Predicción energética

- **Importancia de la predicción en Comunidades Energéticas (CE)**
- **Factores a considerar en la selección del modelo de predicción**
 - Tipología del consumo
 - Horizonte temporal
 - Calidad y disponibilidad de datos
- **Validación de modelos**
- **Modelos de predicción más utilizados**
 - ARIMA
 - SARIMAX
 - Redes neuronales
 - LSTM
 - Algoritmos genéticos
 - kNN

Optimización energética

La **predicción energética** permite mejorar la planificación y gestión de activos para:

- Maximizar ahorros económicos.
- Minimizar excedentes y huella de CO₂.

Para habilitar esta funcionalidad en una CE se requiere:

- Activos energéticos digitalizados y monitorizados.
- Modelos predictivos de consumo y generación.
- Controlabilidad de activos gestionables (baterías, climatización, etc.).
- Algoritmo de optimización energética

Provisión de Flexibilidad

Capacidad de ajustar la demanda sin afectar los procesos diarios, generando beneficios económicos o ambientales.

Tipos de flexibilidad:

- **Implícita:** Basada en indicadores internos de la CE (ej. maximizar autoconsumo).
- **Explícita:** Basada en indicadores externos (ej. uso de baterías según precios del mercado eléctrico).

La predicción energética permite evaluar el potencial de flexibilidad, primer paso para participar en mercados locales de flexibilidad y mejorar la rentabilidad de la CE.

Intercambios P2P

Una CE digitalizada permite el intercambio de electricidad entre consumidores.

Uso de blockchain para garantizar transacciones seguras y fiables entre prosumidores y consumidores.

Expansión de las Comunidades Energéticas (CEs)

- Seis años después de su aparición como entidades jurídicas, las CEs comienzan a consolidarse en el país.
- Se han identificado retos clave para su desarrollo y operación.

Principales desafíos de las Ces

- Escasez de recursos económicos que limitan la adquisición de equipos de monitorización y comunicación.
- Dificultad para evaluar el desempeño y los beneficios de la CE.
- Barreras en la gestión y planificación de activos energéticos (ej. incorporación de baterías).
- Papel de la digitalización y tecnologías avanzadas

Conclusión general

La integración de los GDs en CEs ayuda a superar los desafíos y mejorar su sostenibilidad. Su implementación facilita la distribución equitativa de beneficios entre los miembros.

- [1] «Programa de Incentivos a proyectos piloto singulares de comunidades energéticas (CE IMPLEMENTA) | Idae». Accedido: 3 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas/programa-de-incentivos-proyectos-piloto-singulares-de>
- [2] M. Kubli y S. Puranik, «A typology of business models for energy communities: Current and emerging design options», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 176, p. 113165, abr. 2023, doi: 10.1016/j.rser.2023.113165.
- [3] E. Barabino et al., «Energy Communities: A review on trends, energy system modelling, business models, and optimisation objectives», *Sustain. Energy Grids Netw.*, vol. 36, p. 101187, dic. 2023, doi: 10.1016/j.segan.2023.101187.
- [4] C. Ghenai, L. A. Husein, M. Al Nahlawi, A. K. Hamid, y M. Bettayeb, «Recent trends of digital twin technologies in the energy sector: A comprehensive review», *Sustain. Energy Technol. Assess.*, vol. 54, p. 102837, dic. 2022, doi: 10.1016/j.seta.2022.102837.
- [5] A. Bâra y S.-V. Oprea, «Enabling coordination in energy communities: A Digital Twin model», *Energy Policy*, vol. 184, p. 113910, ene. 2024, doi: 10.1016/j.enpol.2023.113910.
- [6] «Collaborative Digital Twins: The Case of the Energy Communities», doi: 10.1007/s42979-023-02050-2.
- [7] P. Jain, J. Poon, J. P. Singh, C. Spanos, S. R. Sanders, y S. K. Panda, «A Digital Twin Approach for Fault Diagnosis in Distributed Photovoltaic Systems», *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 35, n.o 1, pp. 940-956, ene. 2020, doi: 10.1109/TPEL.2019.2911594.
- [8] V. Jagdish, A. Garg, y B. Panigrahi, «Multi-Dimensional Digital Twin of Energy Storage System for Electric Vehicles: A Brief Review», *Energy Storage*, vol. 3, abr. 2021, doi: 10.1002/est2.242.
- [9] A. Gellert, U. Fiore, A. Florea, R. Chis, y F. Palmieri, «Forecasting Electricity Consumption and Production in Smart Homes through Statistical Methods», *Sustain. Cities Soc.*, vol. 76, p. 103426, ene. 2022, doi: 10.1016/j.scs.2021.103426.
- [10] T. Ahmad, H. Zhang, y B. Yan, «A review on renewable energy and electricity requirement forecasting models for smart grid and buildings», *Sustain. Cities Soc.*, vol. 55, p. 102052, abr. 2020, doi: 10.1016/j.scs.2020.102052.



Gracias por su atención

Congreso organizado
por:



Patrocinado
por:



gridspertise

SIEMENS