

Líneas de investigación y actividades

ÁREA DE RENOVABLES Y SISTEMAS ENERGÉTICOS AVANZADOS

INSTITUTO
INGENIERÍA ENERGÉTICA



Instituto
Ingeniería
Energética



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

© Área de Renovables y Sistemas Energéticos Avanzados
Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería Energética
Universitat Politècnica de València

© Hurtado Pérez, E.J.; Gómez Navarro, T.; Sánchez Díaz, C.; Vargas Salgado, C.A.; Peñalvo López, E.; Alfonso Solar, D.; Moros Gómez, M.C.; Pérez-Navarro-Gómez, Á; García Sánchez, T.

Valencia, mayo 2022

Área de Renovables y Sistemas Energéticos Avanzados

Las actividades del Área de Renovables y Sistemas Energéticos Avanzados (ARSEA) se centran en la realización de estudios sobre sistemas de energías renovables y de eficiencia energética. Se abordan además estudios de escenarios energéticos con importante contribución de fuentes renovables y se estudia el impacto sobre los mismos de la penetración de vehículos eléctricos en el sector del transporte.

Dentro del amplio espectro de fuentes renovables de energía, el ARSEA se enfoca a generación con Biomasa, Eólica y Solar Fotovoltaica. Se han estudiado estas tecnologías operando como sistemas aislados o conectados a la red. También, se investiga en sistemas de una sola tecnología o híbridos de varias de ellas, buscando aumentar su fiabilidad y rendimiento. Con idéntico objetivo se han realizado estudios de sistemas de almacenamiento de electricidad, y generación de Syngas e Hidrógeno.



1

INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Esta línea de investigación es la más activa en producción de artículos y de proyectos de I+D+i del área de Renovables. Se subdivide en las siguientes áreas de trabajo:

1.1. INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES

Combinando dos o más sistemas renovables, con o sin almacenamiento de energía, sería posible obviar el problema de fiabilidad de cada uno de ellos y conseguir además mejoras en la eficiencia del sistema, comparada con la de cada uno por separado. Estos sistemas híbridos de energías renovables (HRES en inglés) permitirían superar las limitaciones de las fuentes renovables en cuanto a flexibilidad en el uso de energía, fiabilidad del suministro de electricidad y calor, y de coste. A causa del potencial de los HRES, se han realizado numerosos estudios para optimizar su diseño y simular su comportamiento, dado que antes de abordar la construcción de sistemas de este tipo es preciso una verificación experimental de sus capacidades al mínimo nivel significativo de potencia.

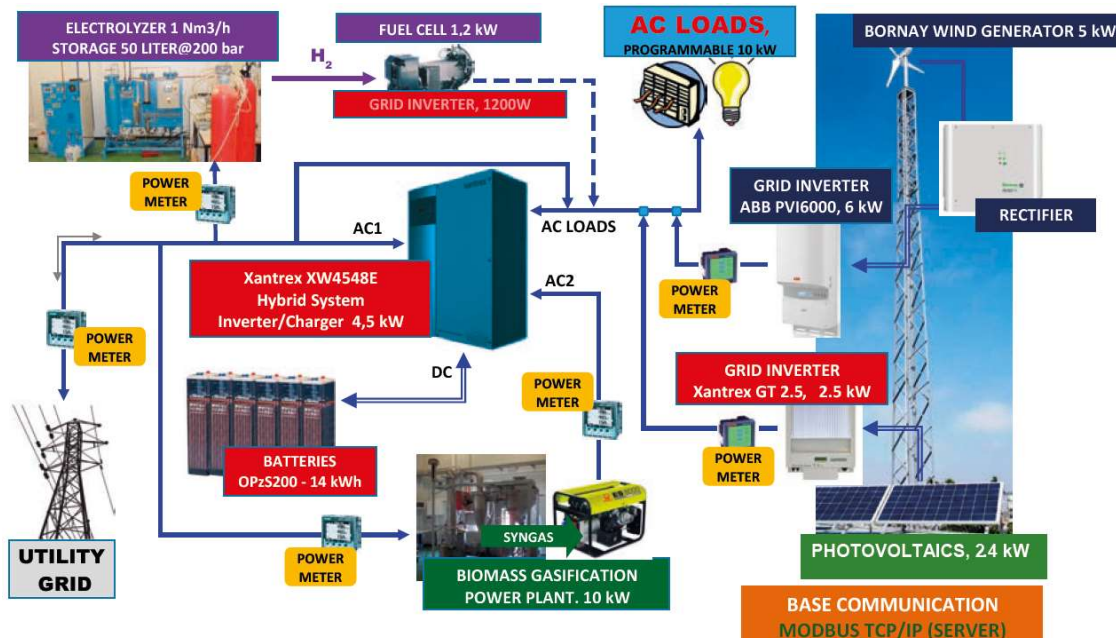


Entre otros proyectos, se ha diseñado y ejecutado un sistema compuesto por paneles fotovoltaicos y gasificador de biomasa con almacenamiento en un banco de baterías para la Universidad de Kinshasa, en la República Democrática del Congo. Así mismo, también se implementó y se puso en operación en Colombia, financiado por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas IPSE, un gasificador de lecho fluidizado utilizando biomasa como entrada, efectuando la evaluación y caracterización

de residuos orgánicos agrícolas y forestales para su aprovechamiento energético en el suministro de electricidad en zonas aisladas. Igualmente se diseñó un sistema HRES con idénticos componentes a los de LabDER para el Centro de Energías Renovables de la Universidad Tecnológica del Chocó, Colombia. Se están realizando dos proyectos para la AECID de electrificación rural de comunidades desconectadas de la red eléctrica mediante HRES en “El Santuario” (Choluteca) y “Torrecillas” (Nacaome) de Honduras, etc.

1.2. LABORATORIO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (LABDER)

El LabDER está dedicado a la en I+D+i de sistemas híbridos renovables (HRES) en el rango del kWp, aplicando después leyes de semejanza para los casos reales en rangos de mayor potencia. Los detalles del LabDER aparecen en la publicación (*Experimental verification of hybrid renewable systems as feasible energy sources, Renewable Energy* 86 (2016) 384-391). El LabDER también ha permitido al ARSEA verificar el funcionamiento de diferentes sistemas híbridos en los anteriormente mencionados proyectos de colaboración internacional.

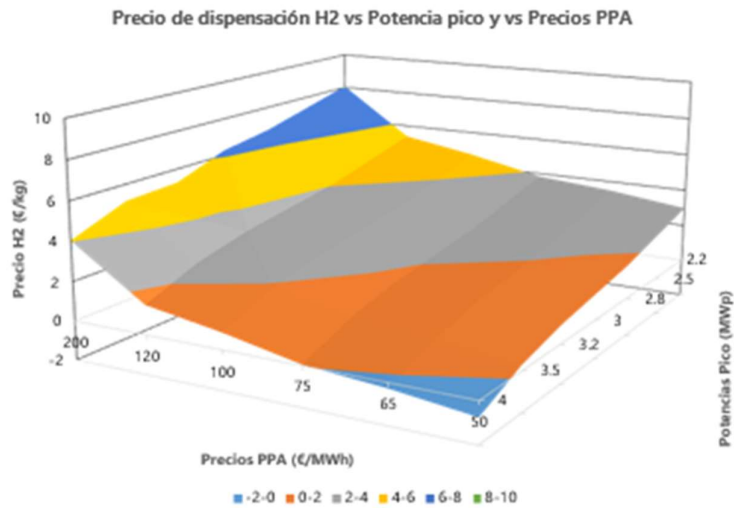


Las líneas de investigación abordadas en LabDER incluyen:

- Desarrollar sistemas híbridos renovables en el rango del kW, optimizando su fiabilidad mediante técnicas innovadoras de interconexión y almacenamiento.
- Desarrollar técnicas de control (incluyendo algoritmos genéticos) que garanticen la fiabilidad y viabilidad técnico-económica del suministro eléctrico mediante la combinación de fuentes de energía renovables.
- Aplicar dichos sistemas híbridos en experiencias de campo en zonas no interconectadas o con una red deficiente.
- Estudiar el potencial de tecnologías de almacenamiento en sistemas renovables: baterías con diferentes tecnologías, generación de hidrógeno, de syngas, etc.
- Mejorar la eficiencia de los sistemas renovables, tanto en funcionamiento individual como en sistemas híbridos.
- Diseñar sistemas de producción y uso de hidrógeno para los sectores de generación estacionaria y del transporte

1.3. SISTEMAS BASADOS EN LAS TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO

Dentro de las actividades que se realizan en el contexto de las tecnologías de hidrógeno, el ARSEA está trabajando en el proyecto H2FGV realizando el estudio de implantación de la estación de repostaje que precisará el futuro tren de hidrógeno que fabricará la compañía Stadler y que probará la empresa Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV). Los estudios realizados contemplan desde la producción propia de hidrógeno con y sin planta fotovoltaica dedicada, empleando solamente energía proveniente de la red eléctrica a través de un acuerdo de compra de energía (PPA en inglés) de energía verde y una combinación de ambas soluciones, además de la compra y distribución por parte de un tercero del hidrógeno requerido por el tren en el caso planteado.



H2FGV: Precio de venta del kgH2 frente a variaciones del PPA verde y del tamaño de la planta fotovoltaica cuando se permite la venta de los excedentes de producción

En otro ámbito relacionado con las tecnologías de hidrógeno, ARSEA trabaja en el proyecto H2DRONE en el desarrollo de un dron de hidrógeno que permita aumentar la autonomía de un vehículo de 20 kg de peso y una carga útil de 5 kg. En una primera fase se espera aumentar la autonomía hasta una hora y en la siguiente fase, con la implementación de la nueva pila de combustible se preve aumentar la autonomía a valores comparables a los drones de gasolina. Dentro del proyecto se han contactado con empresas del sector que se encuentran muy interesadas en realizar la transición de la gasolina al hidrógeno. El proyecto se realiza en colaboración con investigadores del departamento de Termodinámica Aplicada y del departamento de Ingeniería Electrónica de la UPV.

2

ESTUDIO DE ESCENARIOS ENERGÉTICOS CON AMPLIA PENETRACIÓN DE RENOVABLES

2.1. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA BASADAS EN ESCENARIOS.

Se ha desarrollado una herramienta de planificación energética, SIMESSEN, basada en un modelo lineal iterativo que permite evaluar escenarios energéticos y efectuar predicciones de la viabilidad tecnológica, económica y medioambiental de los mismos. Actualmente se esta desarrollando un

segundo código, DESENE, que permite determinar escenarios energéticos sostenibles a partir de la evolución de los datos de demanda energética y en función de los requerimientos de sostenibilidad exigidos.

Entre las aplicaciones realizadas, se puede mencionar el análisis realizado para el impacto de la penetración del vehículo eléctrico en el sector del transporte en grandes ciudades de Perú, por ejemplo Lima. Corresponde al proyecto MOVENDICI financiado por CDTI. En el proyecto se optimiza la ubicación de centros de recarga

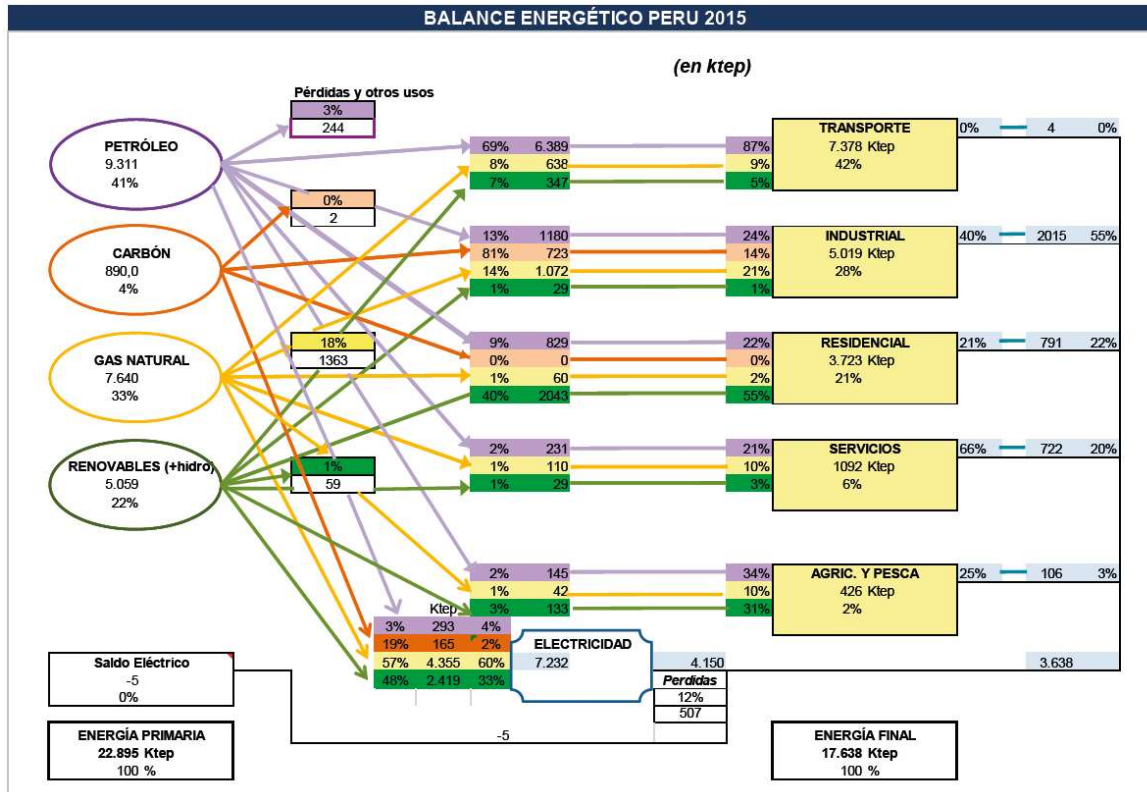
(“electrolineras”) en grandes ciudades, y lo aplica al caso de 3 distritos de Lima (Perú), con importantes diferencias sociales. Para ello, tiene en cuenta la demanda previsible, en función del tráfico en los mismos, y la red eléctrica disponible así como el efecto sobre la



curva de demanda de dichos sectores para optimizar el uso de electricidad. En este proyecto se analizan varios escenarios de recarga y la forma de conseguir optimizar la curva de demanda de una población recargando los vehículos eléctricos en los momentos más oportunos.

Además, partiendo de los datos existentes en la Agencia Internacional de la Energía se determina el escenario energético existente en el país, resumido en el siguiente diagrama.

Esta misma técnica se está utilizando en el proyecto DivAirCity, donde se realiza un estudio de planificación energética en la ciudad de Castellón en el que se analizan las distintas alternativas de decarbonización en la ciudad en base a Escenarios Energéticos.



Relacionado con las técnicas de optimización de la producción de energía empleando fuentes renovables, se está trabajando en el desarrollo de algoritmos evolutivos de optimización de la operación de micro-redes que integren energía solar fotovoltaica, eólica, biomasa, almacenamiento de energía en baterías y en hidrógeno y gestión de la demanda cuando la micro-red está conectada a una red eléctrica. Se ha utilizado la instalación de LabDER para implementar el modelo matemático integrado en el algoritmo y se han obtenido resultados que mejoran la operación tradicional en un horizonte temporal de una semana y con un coste computacional de 21 segundos en un computador medio. Estos resultados permiten utilizar el algoritmo en una operación de control que gestione hora a hora el sistema.

Los primeros resultados se han publicado en la revista Energy Conversion and Management (*MPC for optimal dispatch of an AC-linked hybrid PV/wind/biomass/H2 system incorporating demand response*, Energy Conversion and Management 186 (2019) 241–257).

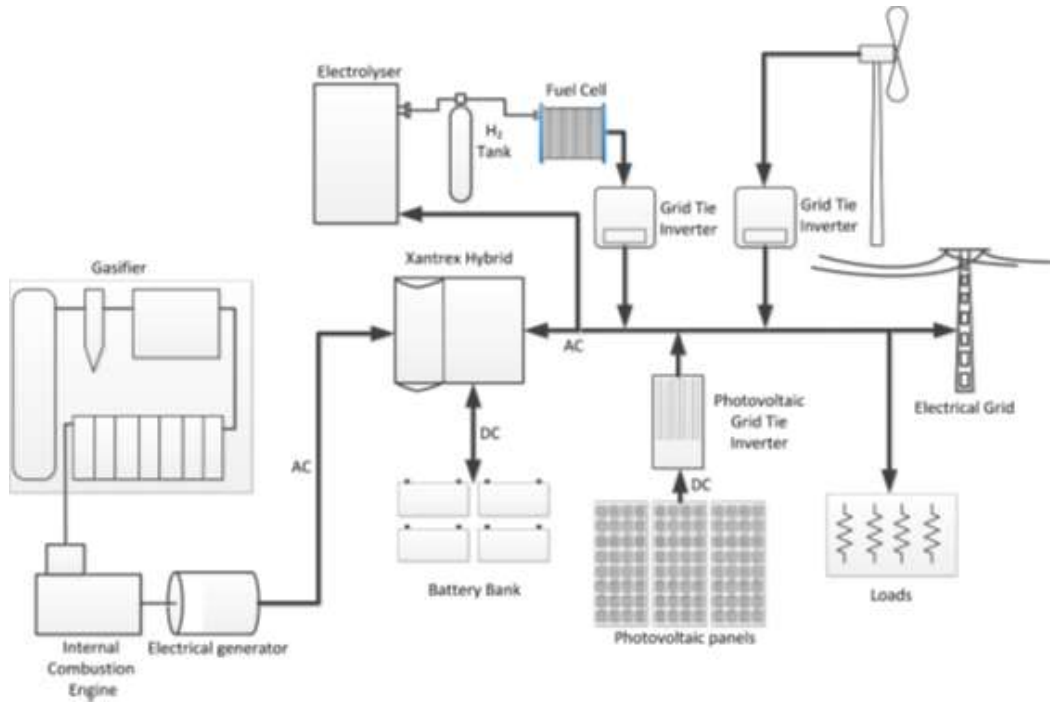


Diagrama de la configuración de LabDER empleada en el modelo matemático del algoritmo MPC

3

TRANSICIÓN ENERGÉTICA URBANA

3.1. TRANSICIÓN ENERGÉTICA URBANA.

En el ARSEA, como en otras áreas del IIE, se colabora con la Cátedra de Transición Energética Urbana (www.catenerg.webs.upv.es) con proyectos e ideas innovadoras para la transición energética de las ciudades. Se aspira a transformar la ciudad desde la energía, y el sistema energético desde la ciudad. Para ello se ejecutan proyectos propios, en diálogo estratégico con el ecosistema de transición energética de Valencia.

Ejemplos de estos proyectos son Grow Green y DivAirCity, proyectos europeos del programa H2020 y ProSume, proyecto de la iniciativa Climate-KIC.

ProSume (Enabling Energy Prosumers Services) está orientado a la transición energética urbana hacia la producción descentralizada de energía renovable. Esta descentralización es clave para los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático, y para aumentar la resiliencia de los usuarios ante fallos de suministro, subidas del precio de la energía, etc. A nivel de la ciudad, se necesita innovación para desarrollar la producción local y el consumo de energías renovables (concepto de Prosumidor). El proyecto ProsumE se basa en una red local de innovación energética para desarrollar una vía de transición (hoja de ruta) para el desarrollo de servicios de consumidores de energía a escala de la ciudad con potencial de escalabilidad y reproducibilidad local en otras ciudades europeas y en el extranjero.



Potencia de generación solar de viviendas en Valencia, y usos de esa energía

GrowGreen (Green Cities for Climate and Water Resilience, Sustainable Economic Growth, Healthy Citizens and Environments) tiene como objetivo



establecer un enfoque replicable fácil de usar para apoyar el desarrollo y la implementación de estrategias de NBS (Natural Based Solutions) en las ciudades. El objetivo es que las NBS proporcionen un medio rentable y sostenible de adaptar las ciudades al Cambio Climático, aumentando la resiliencia del clima urbano, combatiendo el efecto Isla de Calor, y los daños de las lluvias torrenciales. Además, ofrecer un conjunto más amplio de estrategias sociales, ambientales y beneficios económicos que están alineados con las prioridades de la ciudad. Se abordan estudios de monitorización, identificación de puntos críticos y búsqueda de soluciones al estrés térmico urbano e implicaciones para combatir la pobreza energética.



Corredor verde-azul, una de las actuaciones del Grow Green en Benicalap, Valencia.

El proyecto DivAirCity, aspira a decarbonizar las ciudades impulsando la sostenibilidad energética de las ciudades con soluciones basadas en la naturaleza, valorando la diversidad humana como un factor importante en la definición e implementación de estas soluciones con el fin de alcanzar ciudades neutras en carbono. La pandemia de COVID-19 arrojó luz sobre la relación entre las zonas contaminadas por el aire y la salud y el bienestar. También puso de manifiesto las desigualdades sociales en las ciudades. En este contexto, DivAirCity se centra en crear una transición urbana energéticamente sostenible basada en el nexo entre las personas, los espacios físicos y la diversidad. El proyecto definirá nuevos modelos de decarbonización con ciudades más verdes, sostenibles e inclusivas.

“ The power of
diversity and inclusion
for climate neutral cities ”



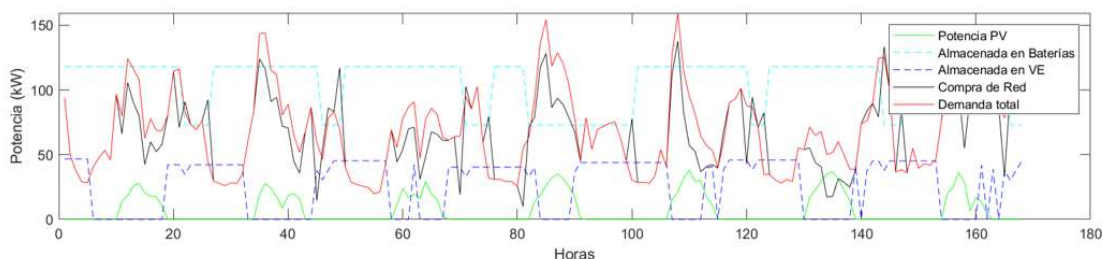
DivAirCity.eu

3.2. COMUNIDADES ENERGÉTICA LOCALES.

Las comunidades energéticas contribuyen a popularizar la transición energética. El ARSEA promueve la participación ciudadana, la democratización de la energía y la transición energética en las ciudades a través del modelo de comunidades energéticas locales (CEL). Para ello se desarrollan modelos que optimizan el consumo compartido en comunidades energéticas que incluyen solar fotovoltaica, baterías, consumo de red y vehículos eléctricos. Se optimizan los coeficientes estáticos y dinámicos y los consumos

residencial y comercial. También se desarrollan demostradores para primero validar y luego escalar el modelo de comunidades energéticas térmicas.

Miembros del ARSEA participan en la Mesa de Transición Energética de València y en la Hoja de Ruta de Transición Energética hacia 2050, ambas parte de la misión València Ciutat Neutra en 2030.



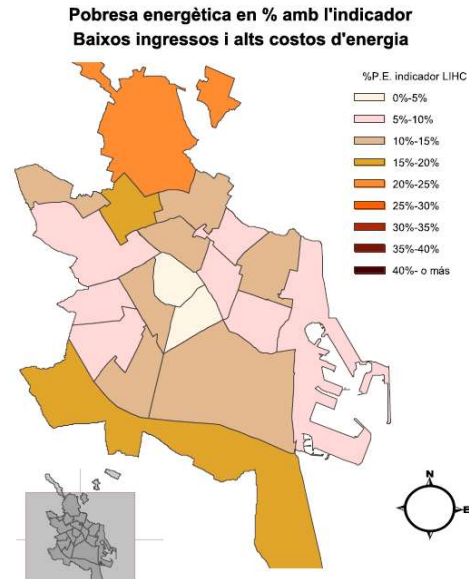
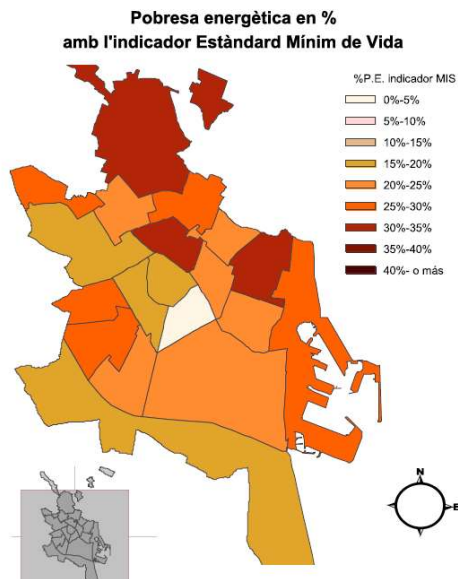
Simulación de una CEL con almacenamiento en baterías y sistemas de gestión de vehículos eléctricos.

3.3. POBREZA ENERGÉTICA.

Ligado con todo lo anterior, en un contexto de transición energética justa, el ARSEA estudia el diagnóstico y solución de la pobreza energética. Se han realizado estudios concretos para la ciudad de Valencia, a nivel de distritos, evaluando el porcentaje de hogares en situación de pobreza energética y la posibilidad de mejorar dicha situación mediante la mejora de la cultura energética de los usuarios, de la eficiencia de los hogares, y la incorporación de fuentes renovables.

El estudio se hizo en colaboración con un equipo de INGENIO, instituto mixto CSIC-UPV. En el estudio se compararon los indicadores de pobreza energética actuales en la literatura y se llegó a la conclusión de que el indicador que mejor reflejaba la pobreza energética en Valencia era el criterio de los ingresos mínimos (MIS en inglés). La siguiente figura muestra el porcentaje de viviendas en pobreza energética por distritos según el MIS y según el indicador LIHC (el más usado en Reino Unido), como ejemplo de las discrepancias aún existentes para medir este fenómeno.

El mapeo de la pobreza energética se completó con recomendaciones para su solución desde la administración pública, las empresas y otros actores. El autoconsumo compartido de energías renovables locales y las comunidades energéticas locales son parte de las soluciones.



4

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS

En todas las actividades anteriormente reseñadas, se presta especial atención a la optimización de la eficiencia energética de los sistemas energéticos. Por ello, el ARSEA tiene una línea específica de eficiencia energética de instalaciones de servicio. Por ejemplo, se han completado los siguientes estudios:

- Optimización de la eficiencia energética en el ciclo del agua. Dentro del proyecto europeo E2STORMED (Improvement of energy efficiency in the water cycle by the use of innovative storm water management in smart Mediterranean cities) se investigó la mejora en la eficiencia energética de la climatización de un edificio público mediante la instalación de una cubierta vegetal (Green roof) obteniendo ahorros anuales del orden del 19%.
- Se ha estudiado la forma de reducir el consumo energético con la utilización de fuentes de luz y luminarias que, consiguiendo las mismas



calidades de alumbrado, el consumo energético sea sustancialmente mas reducido. En los estudios realizados se ha verificado y comprobado una reducción del 70% al sustituir lámparas de vapor de sodio por lámparas LED. Con la proyección de la luz hacia las zonas que se desean iluminar se consigue, asimismo, una reducción muy importante de la contaminación

lumínica. Con esta notable reducción del consumo energético se consigue la autonomía energética rentable del alumbrado público utilizando energías renovables combinadas con almacenamiento de energía.

- Agrivoltaica: se está estudiado el impacto de la agrivoltaica en el sector agrícola de la Comunidad Valenciana. Además, se está trabajando en un modelo de agrivoltaica que permita maximizar la generación renovable en base a las exigencias del cultivo.
- En la Universitat Politècnica de València se colabora en el cálculo del potencial de generación de energía con fuentes renovables, y en el proyecto y ejecución de las instalación.

Director del Área: Dr. Elías José Hurtado Pérez

Email: ejhurtado@die.upv.es

Ciudad Politécnica de la Innovación, Ed. 8E, 5º plt

Universitat Politècnica de València

Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia (España)