

RENAISSANCE – NUEVOS MERCADOS Y MODELOS DE NEGOCIO PARA LAS COMUNIDADES LOCALES DE ENERGÍA

Nerea Goitia-Zabaleta, Investigadora predoctoral, IKERLAN

Aitor Milo, Investigador, IKERLAN

Pilar Meneses, Investigadora, IKERLAN

Haizea Gaztañaga, Responsable de equipo “Gestión de energía Eléctrica y Térmica”, IKERLAN

Elvira Fernandez, Profesora/Investigadora, UPV/EHU (Universidad del País Vasco), Depart. Ing. Eléctrica

Gregorio Fernández Aznar, Investigador, CIRCE

Hans Bludszuweit, Investigador, CIRCE

Jesús Torres, Responsable de equipo “Integración TIC”, CIRCE

Resumen: El desarrollo de las comunidades energéticas está promoviendo la aparición de nuevos mercados y modelos de negocio entorno al intercambio energético entre miembros de la comunidad. En la presente comunicación se describen los trabajos llevados a cabo por IKERLAN y CIRCE dentro del proyecto europeo RENAISSANCE sobre la definición y desarrollo de nuevos mercados y modelos de negocio en las comunidades energéticas y las herramientas para gestionarlos. Intercambio energético entre pares (P2P), mercados de alquiler de almacenamiento eléctrico o mercados de gestión de la demanda son los mercados que se describirán. Además, se presentarán los CANVAS de los modelos de negocio para los agentes implicados en estos mercados y se presentará una comparativa sobre un mismo escenario entre la modalidad de autoconsumo individual y un mercado local de P2P.

Palabras clave: comunidades energéticas locales, *autoconsumo*, P2P, *modelos de negocio*.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las comunidades locales de energía (CLE) juegan un papel relevante en la transición energética para la lucha contra el cambio climático mediante la explotación de recursos energéticos renovables locales de forma inteligente. El objetivo de las CLEs es la creación de valor en términos sociales y medioambientales, más allá del beneficio económico de la actividad que tenga la comunidad, y, en especial, busca permitir una mayor participación y empoderamiento de los consumidores residenciales en la toma de decisiones del mercado energético [1], [2]. La entrada en vigor del RD 244/2019 abrió el camino al autoconsumo de energía eléctrica y a avanzar hacia el desarrollo de las comunidades energéticas, actualmente, hay una línea de trabajo emprendido por el IDAE para impulsar las comunidades locales de energía [3].

De esta forma, el desarrollo de las comunidades energéticas locales puede considerarse como la siguiente etapa, a nivel local, de la transición energética del sector eléctrico. Para poder avanzar en esta nueva etapa es necesario identificar y/o diseñar nuevas modalidades de intercambio energético y nuevos modelos de negocio y servicios energéticos que puedan complementar a los actuales. Dentro del programa HORIZON 2020, el proyecto europeo RENAISSANCE tiene como objetivo contribuir al desarrollo de las comunidades energéticas locales mediante el despliegue de metodologías de diseño y operación de mercados de intercambio de servicios energéticos. Una de las tareas clave del proyecto es la definición y diseño de nuevos mercados y servicios energéticos, fácilmente replicables, que permitan alcanzar altos niveles de presencia de generación renovable, 20%-30% y participación de los miembros de la comunidad, 15%-20% del total de la comunidad.

En este artículo, se describen los trabajos desarrollados por IKERLAN y CIRCE dentro de la tarea de definición e identificación de potenciales modelos de negocio y mercados de energía de una comunidad local. Además, se explicará el funcionamiento del mecanismo de intercambio energético entre pares (P2P) y se analizará un caso de una comparativa en una comunidad local entre la modalidad de autoconsumo individual y un escenario de intercambio entre pares, P2P, mostrando los resultados más relevantes.

PRESENTACIÓN MERCADOS

Las CLEs son sistemas energéticos locales integrados que posibilitan, por un lado, la oportunidad de producir y consumir energía de forma local los miembros de la comunidad y, por otro lado, la posibilidad de ahorrar en la factura de electricidad. La llegada de consumidores más proactivos o prosumidores empodera a la comunidad local brindando

nuevas oportunidades y desafíos para la gestión de los sistemas de energía donde intervienen diferentes actores como los consumidores, prosumidores, comercializador local, sistemas de almacenamiento locales, operador de red local, y los diferentes proveedores. Por tanto, se identifican varios modelos de negocio en las comunidades energéticas en función del rol que realizan estos agentes [4].

Los modelos de negocio sirven como una herramienta para evaluar la estrategia de cómo una organización crea valor, entrega este valor a través de sus canales de red y cómo se generan los beneficios. El Modelo Canvas fue diseñado por Osterwalder [5] y ha sido una de las herramientas más implantadas y desarrolladas en estos últimos años, donde la propuesta de valor en cuestión puede ser explicada de forma clara y concisa. En la parte derecha del diagrama del Modelo Canvas, se encuentran todos los elementos que tienen relación directa con el mercado como los clientes, la propuesta de valor, las relaciones con el cliente, los canales. En la parte izquierda del Modelo Canvas, se encuentran por lo tanto todos los elementos que tienen relación directa con el funcionamiento como las actividades, recursos, asociaciones claves. En la parte inferior aparece la perspectiva financiera con la fuente de ingresos y la estructura de costes.

En este artículo nos vamos a centrar en el modelo de negocio del prosumidor y de la comercializadora local de energía. En el modelo de negocio del prosumidor, la propuesta de valor es el estímulo para promover la energía renovable local y el consumo eficiente de la energía. De esta manera, el prosumidor contribuye a luchar contra el cambio climático, mejora la cohesión social de la comunidad energética y empodera con fuentes de energía renovables a los usuarios finales con la provisión de su exceso de energía al menor coste posible. El prosumidor invierte en paneles fotovoltaicos, cuyo gasto se recuperará mediante la reducción de la factura eléctrica por la venta de los excesos energéticos. En la Figura 1 se representa el modelo Canvas del prosumer.

SOCIOS CLAVE Fabricantes, instaladores, consumidores, proveedor de plataforma/app.	ACTIVIDADES CLAVE Venta de excedentes de energía.	PROPUESTA DE VALOR Promoción del consumo renovable, local y eficiente de la energía a menor precio para el usuario final.	RELACIONES CON CLIENTES Vecindario.	SEGMENTOS DE CLIENTES Consumidores residenciales o comerciales.
	RECURSOS CLAVE Inversión en paneles fotovoltaicos.		CANALES Plataforma/app de transacciones de energía.	
ESTRUCTURA DE COSTES Coste de inversión en paneles fotovoltaicos.		FUENTE DE INGRESOS Ingresos por el exceso de energía que hace reducir la factura eléctrica.		

Figura 1. Modelo Canvas de Prosumer.

SOCIOS CLAVE Proveedor de plataforma/app.	ACTIVIDADES CLAVE Compra de energía en el mercado eléctrico. Suministro de energía a los consumidores.	PROPUESTA DE VALOR Proporcionar energía a los consumidores finales a un precio competitivo. Aceptar los contratos de energía entre pares. Equilibra los déficits de energía de los clientes en el mercado P2P.	RELACIONES CON CLIENTES Servicios a medida.	SEGMENTOS DE CLIENTES Consumidores y prosumidores residenciales o comerciales.
	RECURSOS CLAVE Conocimiento del mercado eléctrico, marketing y orientación al cliente.		CANALES Plataforma/app de transacciones de energía.	
ESTRUCTURA DE COSTES Coste de compra de energía en el mercado mayorista de electricidad y en los mercados locales eléctricos.		FUENTE DE INGRESOS Ingreso por la venta de energía al consumidor final mediante un contrato de suministro y cobro por equilibrar los déficits de energía de los usuarios en el mercado P2P.		

Figura 2. Modelo Canvas de la comercializadora.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se representa el modelo Canvas de la comercializadora local. El objetivo principal es proporcionar energía a los usuarios finales y mantener el equilibrio energético en la comunidad local. Es muy importante que la comercializadora local tenga la información de las transacciones de intercambio de energía certificados para no considerar en la factura eléctrica la energía producida y consumida de forma local. Sus costes son básicamente la compra de energía en el mercado mayorista y en el mercado local de energía, y la infraestructura de la tecnología de la información. Los ingresos provienen de la factura que pagan los clientes y del balance energético de los consumidores.

Dentro de este contexto, es clave la definición de las reglas y operativa de los nuevos mercados de intercambio y de servicios energéticos. El objetivo es desarrollar diferentes modelos de mercados de electricidad que denominamos mercados locales de energía. Este artículo se ha centrado en 3: intercambio energético entre pares, mercados de alquiler de almacenamiento eléctrico o mercados de gestión de la demanda

Metodología

En primer lugar, una solución es permitir a los prosumidores vender su excedente de energía a otros miembros de una misma comunidad local. Por tanto, la compra-venta de energía puede realizarse entre pares (P2P) y certificarse

mediante los contratos inteligentes. Para implementar el mercado de energía P2P se puede implementar una subasta de venta. Un productor quiere vender su energía y abre una subasta. Varios consumidores pueden ofertar por esa energía durante un tiempo predefinido de subasta o hasta que se ofrezca el precio deseado por el productor. Si ocurre un déficit de energía del productor, la comercializadora local dará su energía y el productor pagará por esa energía. Se han identificado dos versiones del mercado P2P; la primera el productor vende una cantidad definida de energía en kWh definida en la subasta, y en la segunda el productor vende al comprador el derecho a consumir su excedente durante el intervalo del contrato, independientemente de cuánta sea la energía transferida. En la sección 3, se describirá en profundidad más esta segunda versión de P2P.

En segundo lugar, otro mercado es considerar la acción de comprar “espacio de almacenamiento” de un sistema de almacenamiento de energía para poder usar esa energía durante un intervalo de tiempo. Este sistema de almacenamiento de energía puede ser propiedad de los prosumidores o de un tercero de forma centralizada. La solución incluye la ejecución de contratos inteligentes de almacenamiento de energía para los prosumidores en la comunidad energética local considerando un máximo de ciclos equivalentes definidas por el propietario dentro de un tiempo específico. El mecanismo consiste en una subasta de compra de parte de capacidad ofrecida por el propietario de forma que pueda haber varios vencedores.

El escenario de demanda energética local incluye el proceso de aumentar o reducir una cantidad de consumo de energía para los consumidores/agregadores para estabilizar la red de la comunidad. El DNO local quiere limitar la potencia en el punto de conexión durante un periodo de tiempo. Para eso, abre una subasta donde los consumidores y agregadores pueden ofertar con el fin de cumplir con los requisitos para aumentar/reducir la energía total de la comunidad local a un valor al precio deseado. Varios consumidores pueden ofertar por esa energía durante un tiempo predefinido de subasta o hasta que se satisfaga el requerimiento total de la comunidad local.

Descripción del escenario

El escenario seleccionado para realizar la comparativa está integrado por 30 miembros de una comunidad local, donde 10 de ellos son prosumidores (cuentan con instalaciones fotovoltaicas en sus tejados) y 20 son consumidores (con diferentes tarifas, T2.0A, T2.0DHA, T2.0DHS, T2.1A, T2.1DHA, T2.1DHS). Los datos de generación horaria se han obtenido del sistema de información de fotovoltaica europeo (PVGIS, <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>) para 1 kW de fotovoltaica instalada, los consumos horarios se han generado a partir de datos de un escenario real que posteriormente se han escalado a las potencias contratadas de cada miembro de la comunidad. Los precios horarios del mercado mayorista se han obtenido de los registros de precios horarios del pool eléctrico nacional para el 2017 de OMIE.

Respeto a los costes eléctricos, además del precio del pool, el peaje de acceso de energía para cada una de las tarifas de los consumidores y periodo tarifario se muestran en la siguiente tabla:

	T2.0A	T2.0DHA	T2.0DHS	T2.1A	T2.1DHA	T2.1DHS
Periodo 1	0.044027	0.062012	0.062012	0.057360	0.074568	0.074568
Periodo 2	-	-	0.002879	-	-	0.017809
Periodo 3	-	-	0.000886	-	-	0.006596

Tabla 1. Precios peaje de acceso de energía [6].

En relación con la potencia fotovoltaica instalada, potencia contratadas y modalidades de tarifas eléctrica contratadas de cada uno de los miembros de la comunidad se muestran en la siguiente tabla:

Usuarios	Potencia instalada (kWh)	Potencia contratada (kWh)	Tarifa eléctrica	Usuarios	Potencia instalada (kWh)	Potencia contratada (kWh)	Tarifa eléctrica	Usuarios	Potencia instalada (kWh)	Potencia contratada (kWh)	Tarifa eléctrica
Prosum.1	2	3	T2.0DHS	Consum.1	-	6	T2.0DHS	Consum.11	-	8	T2.0A
Prosum.2	4	4	T2.0DHS	Consum.2	-	5.5	T2.0DHS	Consum.12	-	9.5	T2.0A
Prosum.3	1	3	T2.0A	Consum.3	-	6	T2.0A	Consum.13	-	9	T2.0A
Prosum.4	1	2	T2.0A	Consum.4	-	5.5	T2.0DHS	Consum.14	-	11	T2.1DHS
Prosum.5	5	5	T2.0A	Consum.5	-	7	T2.0A	Consum.15	-	10	T2.1DHA
Prosum.6	5	13	T2.1A	Consum.6	-	6.5	T2.0A	Consum.16	-	11	T2.1A
Prosum.7	5	5.5	T2.0A	Consum.7	-	7.5	T2.0A	Consum.17	-	10	T2.1A
Prosum.8	3	5	T2.0DHS	Consum.8	-	7	T2.0A	Consum.18	-	12	T2.1A
Prosum.9	3	6	T2.0DHS	Consum.9	-	8	T2.0A	Consum.19	-	12	T2.1DHS
Prosum.10	10	15	T2.1A	Consum.10	-	8.5	T2.0A	Consum.20	-	13	T2.0DHA

Tabla 2. Potencias fotovoltaicas instalada, potencia contratada y tarifa eléctrica del escenario.

El escenario completo se ha implementado sobre la herramienta de cómputo numérico MATLAB.

En la modalidad de autoconsumo además de reducir la energía consumida por el prosumidor desde la red cuando la generación y consumo coinciden se considera la compensación de la energía inyectada a red a precio de pool.

Por su parte, el mercado P2P simulado está basado en subastas horarias al alza del derecho de compra de energía. La duración del intercambio energético tiene una duración de 1 hora. El mercado tiene fijado un precio mínimo general, de valor igual al precio de la energía en el pool y cada prosumidor fija un precio deseado por el derecho de la energía inyectada a la red no supera en ningún caso un precio máximo, precio del pool más el peaje de energía. Los consumidores seleccionan el mercado o los mercados que más les interesan y realizan ofertas por el derecho de compra. En el escenario simulado se han impuesto una serie de restricciones:

- Las subastas se realizan un cuarto de hora antes de iniciarse el intercambio energético (a cada hora se abren nuevos escenarios de subastas).
- Las ofertas de los consumidores en los mercados se generan de manera aleatoria entre el rango de precio mínimo y máximo.
- Por simplicidad, en esta fase de simulación, los prosumidores con déficit de energía no participan en la puja, le compran la energía a la comercializadora.
- Los consumidores con demanda energética estimada menor a la energía fotovoltaica inyectada en red estimada para el próximo periodo no ofertarán en la subasta.

RESULTADOS – COMPARATIVA AUTOCONSUMO Y P2P

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en el proceso comparativo entre un escenario de autoconsumo y el mismo escenario con el mercado P2P presentado en este artículo. El estudio comparativo se va a realizar para tres ubicaciones, de tres zonas climáticas diferentes, Manzaneda (Latitud: 42.3106 Longitud: -7.23542) zona II, Mirambel (Latitud: 40.5871 Longitud: -0.342384) zona III, San Miguel de Tajao (Latitud: 28.166603, Longitud: -16.428073) zona V. La tabla siguiente muestra, a nivel comunidad energética, las diferencias de gasto energético, energía generada en la comunidad (**Energía fotovoltaica**), energía consumida en la comunidad (**Energía consumida**), energía autoconsumida por la comunidad (**Energía autocons.**), energía no autoconsumida por la comunidad (**Energía no autocons.**), el nivel de autoconsumo de la comunidad (**Nivel de autoconsumo**) y el nivel de cobertura solar (**Nivel de cobertura solar**) en cada una de las tres ubicaciones:

	Manzaneda			Mirambel			San Miguel Tajao		
	Autoconsumo	P2P	%	Autoconsumo	P2P	%	Autoconsumo	P2P	%
Gasto energético*(€)	28214	27010	-4,3	28032	26785	-4,5	26933	25390	-6
Energía fotovoltaica (kWh)	57902	57902	--	61052	61052	--	76394	76394	--
Energía consumida (kWh)	178262	178262	--	178262	178262	--	178262	178262	--
Energía autocons. (kWh)	33602	42973	27	34134	44000	29	37880	48863	29
Energía no autocons. (kWh)	24299	14928	-39	26918	17052	-37	38514	27531	-29
Nivel de autoconsumo (%)	58	74	16	56	72	16	50	64	14
Nivel de cobertura solar (%)	19	24	5	19	25	6	21	27	6

* En el cálculo del coste energético se ha tenido en cuenta el impuesto de la electricidad (5,11%) y el IVA (23%).

Tabla 3. Potencias fotovoltaicas instalada, potencia contratada y tarifa eléctrica del escenario.

A nivel comunitario, desde el punto de vista económico, los resultados muestran una reducción del gasto energético en el mercado P2P frente a la modalidad de autoconsumo. La reducción en las tres ubicaciones está entorno al 5%. La reducción más alta, un 6%, se consigue en la ubicación con mayor nivel de producción solar, San Miguel de Tajao.

Desde el punto de vista energético, en el mercado P2P se alcanzan niveles de porcentaje de autoconsumo de entorno al 15% superiores a la modalidad de autoconsumo. En la ubicación de Manzaneda es donde mayor nivel de autoconsumo se alcanza, un 16%. Este resultado indica que en Manzaneda tenemos un mejor emparejamiento entre demanda y generación.

Respecto al nivel de cobertura solar, en todas las ubicaciones se aumenta el porcentaje en el mercado P2P respecto a la modalidad de autoconsumo. Sin embargo, hay que destacar que el porcentaje de cobertura más alto alcanzado es del 27% (San Miguel de Tajao).

A nivel individual, las gráficas siguientes muestran los gastos energéticos con la modalidad de autoconsumo y con el mercado P2P de cada uno de los prosumidores y consumidores de San Miguel de Tajao, ubicación donde se consigue la mayor reducción de gasto energético comunitario.

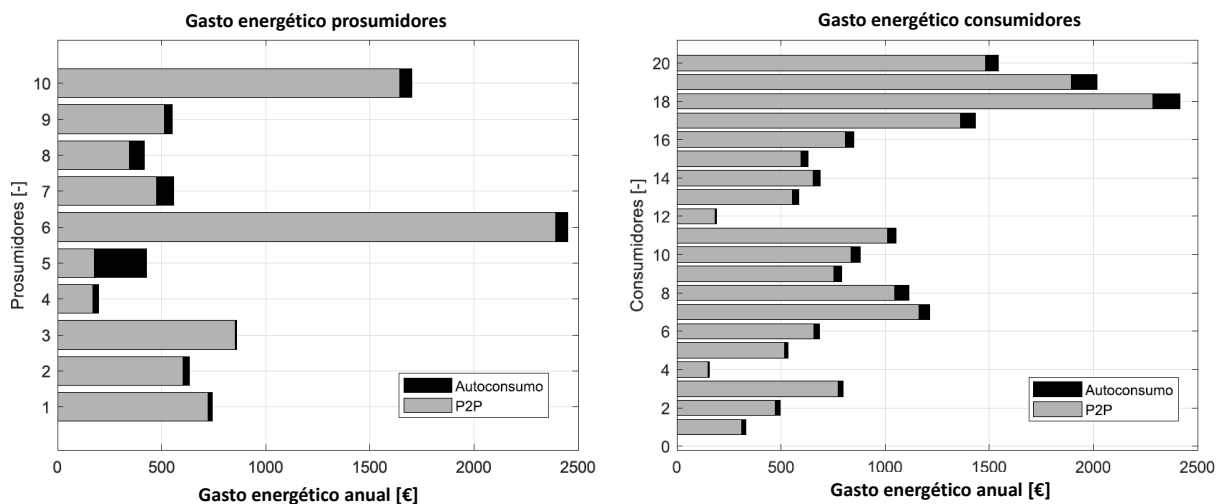


Figura 3. Comparativa gastos autoconsumo y P2P.

En las gráficas anteriores puede observarse que el mercado P2P contribuye, para todos los miembros de la comunidad, a una reducción de los costes energéticos. El ahorro es mayor, porcentualmente, en el conjunto de prosumidores respecto al de consumidores. Los primeros logran una media de 64 € de ahorro respecto a al coste energético en la modalidad de autoconsumo mientras que en el conjunto de consumidores este ahorro medio es de unos 44 €.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado tres potenciales nuevos mercados a desarrollar en las incipientes comunidades energéticas locales, intercambio de energía entre pares (dos modalidades de P2P), compra-venta de espacio de almacenamiento y mercado de demanda energética local. Se ha desarrollado, con mayor detalle, la modalidad P2P de compra-venta del derecho de compra de energía.

Para realizar el análisis de las ventajas del mercado P2P, se ha realizado una comparativa entre un escenario con autoconsumo individual y un escenario con P2P. El estudio se ha realizado para tres ubicaciones con niveles de radiación solar diferentes.

Desde el punto de vista económico, los resultados muestran que el escenario P2P puede alcanzar un mayor nivel de ahorro en el gasto energético. En un escenario equilibrado donde los ahorros del gasto energético se distribuyesen entre todos los miembros de la comunidad, se obtendría una reducción de ~50 € para cada miembro, prosumidor o consumidor. En el mercado P2P desarrollado, la media de ahorro de los prosumidores es mayor que la de los consumidores. Esto se explica por el hecho de que las reglas de la subasta en el mercado P2P promueven la competición entre los consumidores por el producto generado por el prosumidor. La definición de otro tipo de reglas para el mercado P2P podría equilibrar o inclinar la balanza hacia los consumidores.

Desde el punto de vista energético, tanto el nivel de autoconsumo comunitario como el de cobertura solar aumentan en el mercado P2P respecto a la modalidad de autoconsumo. El mercado P2P realiza un mejor aprovechamiento de los excesos de generación de los prosumidores permitiendo que el valor de este exceso repercuta en la comunidad.

Un mercado de almacenamiento operando en paralelo con el P2P podría favorecer que se pudiese alcanzar niveles de autoconsumo y cobertura solar aún más elevados.

En definitiva, el desarrollo de las comunidades energéticas permitirá el desarrollo de nuevos mercados de intercambio de energía y de servicios energéticos que promuevan un mejor aprovechamiento de los recursos locales una mejora de la eficiencia energética, un uso racional de la energía y un empoderamiento de los miembros de las comunidades.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado bajo el marco del proyecto RENAISSANCE (Nº 824342), financiado por la Comisión Europea en el programa H2020.

REFERENCIAS

- [1] IDAE, Comunidades energéticas locales: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/financiacion-del-idae/comunidades-energeticas-locales>
- [2] Fielt, E., 'Conceptualising Business Models: Definitions, Frameworks and Classifications', Journal of Business Models, 2013.
- [3] Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.
- [4] BOE, Orden IET/107/2014, <https://www.boe.es/eli/es/o/2014/01/31/iet107/dof/spa/pdf>
- [5] EDP: Orden ETU/1366/2018, <https://www.edpenergia.es/recursos/doc/portal-clientes/20130827/precios/tarifas-electricas-para-empresas.pdf>
- [6] IDEA, INFORME DE PRECIOS ENERGÉTICOS REGULADOS Datos julio de 2020, https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/tarifas_reguladas_julio_2020.pdf