

Digitalización y **Energía Solar**

Edición México

Apoyado por:



SolarPower Europe y ASOLMEX quieren agradecer a las siguientes compañías que contribuyeron al presente informe



Miembros del Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower Europe:



RESUMEN EJECUTIVO

Este informe del Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower Europe y ASOLMEX es el primero que analiza específicamente la intersección de la energía solar fotovoltaica y la digitalización en México, y evalúa la manera en la que se puede aplicar la nueva tecnología digital a la energía solar. Su intención es abordar de qué manera el mercado fotovoltaico puede aprovechar al máximo las oportunidades de digitalización y cómo esta puede ser **un motor para un mayor despliegue de la energía solar.**

Este informe analiza **nuevos y mejorados modelos de negocio**, la digitalización de toda la cadena de valor fotovoltaica, desde la fabricación hasta la operación y mantenimiento (O&M), así como el uso de tecnología inteligente para integrar mejor la tecnología en la red.

Con respecto a los modelos de negocio solares digitales, el informe identifica la capacidad de la tecnología en edificios inteligentes para aumentar las tasas de autoconsumo y optimizar la alimentación a la red, mejorando así la rentabilidad del modelo de negocio de autoconsumo existente. Otra área de interés es la manera en la que nuevos servicios digitales, como son la agregación (o generación distribuida), operaciones y mantenimiento, suministro de energía residual y finanzas, se pueden **vender como complementos o extras a un sistema de energía solar fotovoltaica para generar valor adicional.** Otros modelos de negocio potenciales incluyen plataformas de comercio peer-to-peer (P2P), microrredes conectadas a la red y modelos inteligentes de autoconsumo colectivo.

En lo que respecta a la digitalización de la cadena de valor fotovoltaica, este informe se centra en la fabricación de módulos y componentes, la adquisición de clientes y el diseño de la instalación, así como en la gestión de activos y O&M. Estos son ejemplos de los pasos de la cadena de valor que ya están digitalizados o tienen **el potencial de reducir aún más los costos con la nueva tecnología.**

Es importante tener también una vista general y ver cómo la **tecnología inteligente puede integrar mejor la energía solar a la red.** Aquí analizamos el uso de la tecnología de redes inteligentes para igualar mejor la oferta y la demanda, para pronosticar la generación fotovoltaica a muy corto plazo y a medio plazo y para generar nuevos ingresos provenientes de los servicios de red.

Finalmente, es fundamental asegurar que los impactos y beneficios de la transición energética se distribuyan justa y equitativamente. En este sentido, los beneficios de la digitalización descritos anteriormente no sólo impactan positivamente al crear una cadena de valor más integrada localmente, o incrementando el acceso a menor costo, sino que además, permiten una mejor operación de los sistemas de generación distribuida y posibilita el **intercambio transparente de información abierta y accesible que contribuye a empoderar a los individuos y sus comunidades** contribuyendo a la generación de bienestar mediante la creación de organizaciones y personas prosumidoras de energía.

El informe también contiene una serie de **casos de estudio de vanguardia en Europa y México** de Aerospec, Alectris, Alpiq, BayWa r.e., Enel Green Power, First Solar, Gauss Energía, Gestorsolar, Google, QOS Energy, Siemens, SMA Solar Technology, SolarCoin, Sunwise, Tesla y UNAM, los cuales están implementando proyectos novedosos en este campo.

En lo que respecta a la **tecnología Blockchain** (o cadena de bloques), el informe analiza las diferentes maneras en las que podría aplicarse al sector fotovoltaico. A lo largo del informe hay una serie de recuadros que presentan algunas ideas sobre cómo se podría usar blockchain, desde nuevas criptomonedas hasta contratos inteligentes y desde el equilibrio de la oferta y la demanda dentro de la red hasta las microrredes solares fuera de la red.

Este informe también contiene tres publicaciones anteriores del Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower Europe que han sido adaptadas al contexto mexicano. Estas publicaciones que numeramos a continuación esperamos que sirvan como base y referencia para el desarrollo del sector digital solar en México:

- Los **8 compromisos** de la industria solar para la digitalización establecen una serie de promesas de alto nivel que el sector ha hecho para ayudar en la transición hacia la energía solar totalmente digitalizada.
- Las **10 peticiones** de ASOLMEX y SolarPower Europe sobre energía solar y digitalización, que establecen los cambios de políticas que son necesarios a nivel nacional para promover la energía solar digital. Estas peticiones abarcan temas como el intercambio punto a punto (peer-to-peer; P2P), los mercados de flexibilidad y los agregadores (generadores distribuidos).
- La **Declaración para la Promoción de la Energía Solar Digital**, basada en la declaración “Go Digital” promovida por SolarPower Europe, es el resultado de la colaboración entre SolarPower Europe y ASOLMEX, como un esfuerzo conjunto por promover la digitalización del mercado solar fotovoltaico mexicano. En esta declaración se enuncian las oportunidades que la tecnología digital ofrece para la transición energética de México y cómo implementar soluciones inteligentes para la integración de energías renovables.

El cuarto capítulo de este informe se basa en la Declaración para la Promoción de la Energía Solar Digital con el objetivo de apoyar a los responsables de las políticas en esta transición crucial hacia un sistema energético más inteligente e identificar las mejores prácticas existentes para la captación de servicios solares digitales en México.

En este capítulo analizaremos la situación de las cooperativas energéticas en **México** y cómo buscan reducir la pobreza energética del país, la plataforma virtual en materia de generación distribuida que la Comisión Federal de Electricidad pone a disposición pública, y un caso de estudio también en México de un sistema de calificación de plantas de energía fotovoltaica que implementa el análisis de big data. Además, se analizan dos casos de estudio de un centro de datos y un Data Exchange Layer (DXL) para facilitar el acceso a los datos energéticos de **Estonia y Dinamarca**, tres ejemplos de marcos colectivos de autoconsumo de **Suiza, Alemania y Francia**, la medición virtual neta en **Grecia** y el uso de exenciones regulatorias o “entornos de prueba” (sandboxes) en el **Reino Unido** para alentar el comercio peer-to-peer.

Con respecto a **los centros de datos**, el informe detalla los tipos de datos incluidos, como son medidores inteligentes, datos del mercado y del clima, y sistemas de autorización para que los clientes permitan a terceros acceder a sus datos. Mostramos cómo estos centros de datos se pueden utilizar para beneficio de la energía fotovoltaica gracias a que permiten la alimentación a la red, el monitoreo y la tokenización. El acceso a los datos puede actuar como un fuerte incentivo para los nuevos modelos de negocio relacionados con la gestión, el almacenamiento y la flexibilidad del lado de la demanda.

Con respecto al **autoconsumo colectivo**, a continuación, mostramos las similitudes y diferencias de los diferentes marcos que emergen en Europa.

Algunos países han optado por permitir que los colectivos utilicen la red pública, otros no y otros han permitido que los consorcios compren partes de la red pública de distribución al operador del sistema de distribución (DSO). En todos los casos, el despliegue hasta el momento es limitado sólo a un número reducido de proyectos en cada país.

Dos ejemplos de **medición neta virtual** (virtual net metering) en Grecia y Lituania también se destacan como formas de utilizar los esquemas de medición neta existentes para permitir el “autoconsumo virtual” y ampliar la participación de los consumidores en el sistema de electricidad. Esta es una de las muchas herramientas para ampliar el acceso al autoconsumo entre grupos de consumidores que, por razones financieras o por el espacio limitado de la azotea, no pueden utilizar el autoconsumo tradicional.

El informe muestra el potencial de las **tecnologías blockchain**, analizando diferentes casos de uso, incluido el intercambio de energía de punto a punto en una urbanización social en el Reino Unido. Hay muchos más casos de uso potenciales para la tecnología blockchain en el espacio fotovoltaico y los responsables de las políticas deben asegurarse de que sus regulaciones sean compatibles con blockchain si se quiere que la innovación prospere.

Procedemos con una serie de **recomendaciones** sobre las **políticas** basadas en estos casos de estudio, específicamente el impulsar una mayor coordinación entre entidades públicas para facilitar la gestión de los proyectos de energías renovables, impulsar una mayor claridad para los modelos de generación distribuida colectiva, consolidar la movilidad sustentable y propiciar que el desarrollo regulatorio no sea restrictivo para las tecnologías digitales.

El último capítulo incluye una mirada a la digitalización de la energía solar más allá de las fronteras de Europa en el **mundo en desarrollo**, un área que está llena de potencial y podría beneficiarse de un análisis más detallado.

SolarPower Europe and ASOLMEX quieren agradecer a las siguientes compañías que contribuyeron al presente informe: Aerospec, Alecris, BayWa r.e., Enel Green Power, ExelSolar, Gauss Energía, Gestorsolar, GIZ, Invictus.mx, QOS Energy, SMA Solar Technology, SolarCoin, Sunwise, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Miembros del Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower Europe: 3E, Alecris, Alpiq, Applied Materials, BayWa r.e., BSW-Solar, Conjoule, DNV GL, DSM Advanced Surfaces, EDF Energies Nouvelles, Enel Green Power, Eni, Envision, Exxergy, First Solar, Helapco, Huawei Solar, Iberdrola, IKEA, LG Electronics, QOS Energy, QWay Energy, Reuniwatt, Siemens, Schneider, Siemens, SMA Solar Technology, Solar Trade Association, SolarCoin, Solibro, Solnet Green Energy, SwissSolar, Syndicat des Energies Renouvelables, Tesla, Trina Solar, UL, WePower.

Autor principal de la versión en inglés de este informe: Sonia Dunlop (SolarPower Europe).

Editores de la edición México: Mariano J. Guillén, Máté Heisz, Mercè Labordena (SolarPower Europe), Enrique San Juan, Arturo Duhart (ASOLMEX).

Información de contacto: info@solarpowereurope.org, info@asolmex.org.

Con el apoyo de: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Colaboradores y coautores de la edición México: Arturo Blake (SMA Solar Technology), Nurimay Bosch (Aerospec), David Briseño (Gauss Energía), Karla Cedano (UNAM), Arturo Duhart (Sunwise), Enrique Garduno (Skysense), William Jensen Díaz (GIZ), Fernando Madero (Enel Green Power), Octavio Oropeza (Aerospec), Guillermo Oviedo Hernandez (BayWa r.e.), Constantinos Peonides (Alecris), Moisés Rosado Rivial (Global Grid), Enrique San Juan (ASOLMEX), Thomas Sauer (Exxergy), Francois Sonnet (SolarCoin), Nicole Täumel (GIZ), Kevin Vical (QOS Energy).

Información del proyecto: El presente informe se basa en dos informes previos realizados por el Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower Europe: el informe “Digitalisation & Solar”, que fue publicado originalmente el 4 de octubre de 2017 y la versión rediseñada se publicó en diciembre de 2017; y el informe “When solar policy went digital”, que fue redactado entre septiembre y diciembre de 2018 y fue publicado el 4 de diciembre de 2018.

Esta nueva edición México se puede descargar en: www.solarpowereurope.org, www.asolmex.org

Diseño: Onehemisphere, Sweden.

Limitación de responsabilidades: Este informe ha sido preparado por SolarPower Europe, GIZ y ASOLMEX. Se entrega a los destinatarios únicamente con fines de información general. Ninguna parte de este informe deberá interpretarse como una oferta o recomendación de cualquier producto, servicio o producto financiero. Este informe no constituye un asesoramiento de inversión, legal, fiscal o de cualquier otro tipo. Los destinatarios deberán consultar con sus propios asesores financieros, legales, fiscales u otros según sea necesario. Este informe se basa en fuentes que se consideran precisas. Sin embargo, SolarPower Europe, GIZ y ASOLMEX no garantizan la exactitud ni la integridad de la información contenida en este informe. SolarPower Europe, GIZ y ASOLMEX no asumen ninguna obligación de actualizar la información contenida en este documento. SolarPower Europe, GIZ y ASOLMEX no serán responsables de ningún daño directo o indirecto provocado por el uso de la información proporcionada.

SolarPower Europe es la voz del sector fotovoltaico en Europa, con más de 200 miembros activos provenientes de toda la cadena de valor del sector solar y de otros sectores relacionados. SolarPower Europe tiene como misión la promoción de la electricidad fotovoltaica en el mercado europeo, ofreciendo a sus miembros internacionales una representación fuerte y coordinada frente a los responsables de la toma de decisiones en Europa. SolarPower Europe desarrolla informes detallados de inteligencia empresarial e informes de mejores prácticas sobre distintos mercados, sectores y tecnologías, manteniendo informados y actualizados a sus miembros y a otros actores externos interesados en la industria fotovoltaica. La asociación también comunica los beneficios de la energía solar fotovoltaica a los actores clave del sector, incluidos los responsables de la toma de decisiones y los líderes de opinión de la UE, el sector fotovoltaico y el público en general.

La **Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (ASOLMEX), A.C.**, reúne inversionistas, proveedores y desarrolladores de centrales solares fotovoltaicas a gran escala y de generación distribuida, representando sus intereses ante las dependencias y entidades del sector público, asociaciones, cámaras y organismos privados, nacionales e internacionales, promoviendo el desarrollo de la industria. ASOLMEX nace en el 2014 y en la actualidad representa a más de 100 empresas del sector, es un foro de análisis, propuesta y difusión de los temas que giran en torno a la energía solar, así como promoviendo y propiciando la mejora del marco legal y regulatorio en la materia.

La **Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)** es la agencia alemana de cooperación internacional para el desarrollo sustentable. Con más de 50 años de experiencia, trabaja en todo el mundo en los más diversos ámbitos. Se ocupa de temas como: la promoción de la economía y del empleo, la energía sustentable y el medio ambiente, así como el fomento de la paz y la seguridad. Su principal comitente es el gobierno alemán. Asimismo, instituciones de la Unión Europea, de las Naciones Unidas y gobiernos de otros países solicitan su amplia gama de conocimientos y experiencia y depositan su confianza en la GIZ para que elabore, planifique a detalle e implemente ideas y planteamientos relacionados con transformaciones políticas, sociales y económicas. En conjunto con sus contrapartes locales, la GIZ busca soluciones eficaces con el fin de ofrecerle a la población perspectivas que mejoren sus condiciones de vida permanentemente. Para lograrlo, maneja diferentes enfoques y métodos, tomando en cuenta que el desarrollo de capacidades es la clave para el desarrollo sustentable.

Septiembre de 2019

PRÓLOGO

Bienvenidos a la edición México de “Digitalización y energía solar en México”. Esta edición incluye las oportunidades para el mercado fotovoltaico mexicano frente a la era de la digitalización y ofrece una visión sobre las tendencias que están favoreciendo el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en México.

Actualmente el mercado fotovoltaico mexicano cuenta con un crecimiento exponencial tal que resulta ser uno de los mercados más atractivos a nivel mundial. México cuenta con una capacidad instalada de 4,326 MW, repartida entre proyectos de gran escala y de generación solar distribuida, generando más de 60 mil empleos en toda la cadena de valor. Además, 85% del territorio nacional es óptimo para proyectos solares y esto representa una oportunidad para México de convertirse en la séptima potencia mundial de energía solar.

La transición energética busca, entre otros objetivos, eliminar la pobreza energética y garantizar el acceso universal a la electricidad. Para ello, se encuentran de forma inherente una serie de estrategias que las empresas deben adoptar para cumplir con estos objetivos. En ese sentido, la digitalización representa una dirección más para optimizar el rendimiento económico y ambiental de las empresas.

La energía solar fotovoltaica y la tecnología de almacenamiento por medio de baterías abren paso a modelos de negocio que fomentan la descentralización de sistemas, por ello son las más aptas para su digitalización. Ambas tecnologías proveen estabilidad y flexibilidad al sistema interconectado nacional, y en conjunto con la tecnología digital, permiten desplegar sistemas sofisticados de gestión de energía que ayudan a reducir las congestiones y a optimizar los recursos. Estas aplicaciones ayudan a consolidar la energía fotovoltaica como un sistema con costo marginal cero, promoviendo la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que favorezcan el crecimiento del mercado fotovoltaico.

La transición energética y digital deberían avanzar en conjunto, en un contexto donde el desarrollo del marco regulatorio promueva el avance de las innovaciones tecnológicas.

Celebrando la alianza entre SolarPower Europe y ASOLMEX, que busca compartir las mejores prácticas y beneficiarse de la experiencia de ambas organizaciones, surge esta adaptación de los informes “Digitalisation & Solar” y “When solar policy went digital”.

Esta edición busca responder cómo puede ser aprovechada la digitalización para el crecimiento del mercado fotovoltaico mexicano, así como qué regulaciones deberían ser alentadas para el despliegue de tecnologías inteligentes que permitan integrar los beneficios de las energías renovables.

Agradecemos a la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ) por su colaboración dentro de los trabajos de esta iniciativa. Estamos seguros de que el conjunto de experiencia y conocimiento derivada de esta alianza beneficiará al sector solar mexicano.

Esperamos que el contenido de este informe sirva como punto de partida para una verdadera transición energética y digital en México, y que ayude a fortalecer y mejorar el aprovechamiento de la energía solar como clave para reducir la pobreza energética y garantizar el acceso universal a la electricidad en el país.



HECTOR OLEA
Presidente, Asolmex



WALBURGA HEMETSBERGER
Director Ejecutivo,
SolarPower Europe



JOSCHA ROSENBUSCH
Coordinador de Energía, GIZ México

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN EJECUTIVO | 3 |
| PRÓLOGO | 7 |
| ÍNDICE | 8 |
| LOS 8 COMPROMISOS DE LA INDUSTRIA SOLAR PARA LA DIGITALIZACIÓN | 10 |
| LAS 10 PETICIONES PARA PROMOVER LA ENERGÍA SOLAR Y LA DIGITALIZACIÓN EN MÉXICO | 11 |
| LA DECLARACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR DIGITAL | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS | 16 |
| Aumentar las tasas de autoconsumo | 16 |
| <i>Caso de estudio:</i> La plataforma de gestión de energía ennexOS de SMA abre nuevas oportunidades en el negocio de la electricidad | 19 |
| Más allá de “instalar y olvidarse”: aumente la venta de energía solar con servicios adicionales | 20 |
| <i>Caso de estudio:</i> Tesla: Servicio público de Vermont primero en vender y aportar Powerwalls | 22 |
| <i>Caso de estudio:</i> SolarCoin: un activo digital para iniciar la transición energética global | 23 |
| Modelos de autoconsumo colectivo y contratos de compraventa de energía “inteligentes” | 24 |
| Microrredes conectadas a la red | 25 |
| <i>Caso de estudio:</i> Siemens: Una microrred crece en Brooklyn | 26 |
| Peer-to-peer: maximizar el valor del exceso de electricidad solar | 27 |
| Mapeo de actores de la industria en el espacio ‘solar digital’ | 28 |
| 2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO | 29 |
| Digitalización de la administración empresarial | 29 |
| <i>Caso de estudio:</i> Gestorsolar: Digitalización de las operaciones de las empresas instaladoras de sistemas solares: primer software de administración empresarial especializado para integradores solares | 30 |
| <i>Caso de estudio:</i> Sunwise: Plataforma digital que ha revolucionado el mercado solar: software diseñado para acelerar la adopción y crecimiento de negocios solares, a través de la integración de varios procesos en un solo flujo de trabajo digital | 31 |
| Fabricación de módulos y componentes: fábricas conectadas del futuro | 32 |
| <i>Caso de estudio:</i> SMA se beneficia del sistema de información del trabajador en el proceso de fabricación | 34 |
| Adquisición de clientes y diseño de instalación: mapas satelitales y software de diseño remoto | 35 |
| <i>Caso de estudio:</i> Google: Project Sunroof | 36 |
| Digitalización de la operación y mantenimiento, y de la gestión de activos | 37 |
| <i>Caso de estudio:</i> Aerospec: El valor de la analítica impulsada por la IA en la O&M solar | 40 |
| <i>Caso de estudio:</i> Enel Green Power México: Digitalización del sistema de reporte de eventos de seguridad industrial | 41 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| | <i>Caso de estudio:</i> IER-UNAM: Datos abiertos y accesibles para generar conocimiento sobre comportamiento de sistemas fotovoltaicos | 42 |
| | <i>Caso de estudio:</i> QOS Energy: Digitalizar el funcionamiento y el mantenimiento mediante soluciones de inteligencia de datos | 43 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Alectris: Nautilus Solar impulsado por ACTIS – Ha dado lugar a un incremento superior al 77% en la eficiencia de la gestión de la monitorización y el reporte | 44 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Los servicios digitalizados de O&M de BayWa r.e. Análisis mejorado de rendimiento mediante inspecciones aéreas termográficas y software especializado | 46 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Gauss Energía: Optimización de producción mediante análisis de valores relativos | 47 |
| 3 | INTEGRACIÓN DE LA RED DIGITAL | 48 |
| | Mejor combinación de oferta y demanda con redes inteligentes | 48 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Los servicios de energía llave en mano Gridsense de Alpiq con energía solar fotovoltaica, almacenamiento en baterías, calefacción y movilidad eléctrica | 50 |
| | Pronóstico a corto plazo (nowcasting) y a más largo plazo (forecasting) | 51 |
| | <i>Caso de estudio:</i> PlantPredict de First Solar: La digitalización en acción | 52 |
| | Nuevos ingresos por servicios de red | 53 |
| 4 | LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA PARA LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR DIGITAL EN MÉXICO Y EUROPA | 54 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Cooperativas Energéticas en México | 56 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Plataforma en línea de la Comisión Federal de Electricidad en materia de generación distribuida | 58 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Creación de un sistema de calificación de plantas de energía fotovoltaica: Motivación resultante del análisis de reclamos de seguros y casos de eventos individuales | 60 |
| | <i>Caso de estudio:</i> La plataforma de datos Estfeed en Estonia presenta nuevos modelos de negocio | 62 |
| | <i>Caso de estudio:</i> La regulación del consorcio de autoconsumo en Suiza | 64 |
| | <i>Caso de estudio:</i> El modelo de suministro de electricidad de propietario a inquilino Mieterstrom en Alemania | 66 |
| | <i>Caso de estudio:</i> El modelo de autoconsumo colectivo en Francia | 68 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Un centro de datos danés que facilita al prosumidor solar la alimentación a la red | 69 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Medición neta virtual en Grecia | 70 |
| | <i>Caso de estudio:</i> Entornos de prueba regulatorios (sandboxes) que fomentan la innovación de blockchain en el Reino Unido | 72 |
| | Conclusión: Cómo digitalizar la política solar | 74 |
| 5 | DIGITALIZACIÓN Y ENERGÍA SOLAR EN MERCADOS EMERGENTES | 75 |
| | Referencias | 76 |

LOS 8 COMPROMISOS DE LA INDUSTRIA SOLAR PARA LA DIGITALIZACIÓN

Como parte de la labor para fortalecer la digitalización en el mercado solar de México, se establecen los “Ocho compromisos para la digitalización” que buscan atender el cambio climático, asegurar un servicio de calidad a energía limpia y reducir la pobreza energética a nivel nacional.

- 1. Impacto social.** Contribuiremos para que los impactos y beneficios del sector sean mejor distribuidos a la sociedad en general, mediante la generación de conocimiento, empleos y una cadena de valor con alto contenido nacional en el ámbito de la digitalización de la industria solar.
- 2. Favorecer al prosumidor.** Fomentaremos la generación de contenidos de calidad y el desarrollo de estrategias de comunicación efectiva sobre los beneficios de la digitalización y la energía solar hacia todas las personas para formar una comunidad de prosumidores bien informados capaces de tomar decisiones sobre su papel en el mercado eléctrico.
- 3. Difusión de la información.** Utilizaremos tecnologías de la información para facilitar el entendimiento de los distintos conceptos del mercado eléctrico a los potenciales inversionistas y/o financiadores de proyectos, para dar certidumbre sobre los participantes y mercados en el sector eléctrico mexicano.
- 4. Redes inteligentes y estables.** Colaboraremos de cerca con los operadores de red para fomentar la infraestructura de redes inteligentes, para permitir una mayor adopción de la generación solar distribuida. Estas redes utilizarán datos en tiempo real para optimizar la generación de energía, así como su demanda. Además de permitir que el sistema utilice los servicios auxiliares que los inversores proveen y por los que se puede obtener una remuneración- tales como la potencia reactiva y la respuesta en frecuencia.
- 5. Reducir costos.** Promoveremos el uso de tecnologías digitales para hacer de la generación solar distribuida una energía renovable más económica en términos de costo inicial y del costo de electricidad nivelado, incrementando la fiabilidad y disponibilidad, asegurando así la competitividad de la energía solar.
- 6. Interoperabilidad.** Cooperaremos activamente con las instancias reguladoras y gubernamentales para, en el ámbito de nuestra competencia, contribuir a la transferencia de información confiable y segura, así como a la gestión de transacciones punto a punto, para tener un sistema eléctrico robusto y diversificado.
- 7. Protección de datos personales y privacidad.** Defenderemos la protección de datos personales y se recomendará a las empresas que pertenecen a la industria solar a implementar el estado del arte para técnicas de protección y seguridad de datos. Asimismo, se buscarán medidas de ciberseguridad más rigurosas.
- 8. Compartir la excelencia.** Compartiremos las experiencias exitosas de la industria europea sobre digitalización, dando énfasis en brindar asesoría a los países en vías de desarrollo.

LAS 10 PETICIONES PARA PROMOVER LA ENERGÍA SOLAR Y LA DIGITALIZACIÓN EN MÉXICO

Como parte de los esfuerzos para combatir la pobreza energética en México, ASOLMEX, en cooperación con SolarPower Europe y con el soporte de la GIZ, presenta una lista de peticiones que buscan favorecer el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos en la Ley de Transición Energética y en la Ley de Cambio Climático, así como con el Acuerdo de París. En este sentido, se realizan las siguientes peticiones que, a través de la modernización de las redes, en conjunto con la implementación de tecnologías digitales, buscan fortalecer el desarrollo de proyectos de generación de energía renovable y así garantizar el acceso universal a la electricidad en México.

1. Consolidar la ventanilla única en línea, ENRELMx, para facilitar los trámites y permisos requeridos para desarrollar proyectos de generación de energía renovable.
2. Facilitar el acceso a la información en tiempo real del sistema eléctrico nacional y mercado eléctrico mayorista para los integrantes de la industria eléctrica, atendiendo los más altos estándares de ciberseguridad y protección de datos.
3. Impulsar una mayor coordinación entre entidades públicas (SENER, CRE, CENACE) y propiciar plataformas de acceso abierto que facilite la visualización de información y acceso al público en general.
4. Fomentar el uso de tecnologías digitales para reducir la pobreza energética. La generación distribuida colectiva puede implementarse en conjunto con el modelo de negocio conocido como virtual net metering para combatir esta carencia de energía eléctrica.
5. Promover mayor claridad para los modelos de generación distribuida colectiva, en los esquemas de contraprestación, tamaño mínimo de la cantidad contratada, plazo de compromiso, condiciones de historial crediticio, etc.
6. Crear incentivos fiscales y de mercado para acelerar el despliegue de medidores inteligentes. Estos incentivos deberían decrecer progresivamente para alcanzar paridad de precios. El uso de medidores inteligentes permitirá el análisis de datos en tiempo real de los puntos de consumo y generación. Además, abre paso a nuevos modelos de negocio y contribuye al desarrollo de redes inteligentes.
7. Ampliar los incentivos fiscales y de mercado actuales para los vehículos eléctricos: estaciones de recarga, ventajas de conducción y de estacionamiento, tarifas eléctricas preferenciales cuando se recargan los VE y EcoTag. A partir de los sistemas de carga inteligente para los VE, el exceso de energía generada en horas pico es utilizada para recargar las baterías de VE. Los sistemas de carga inteligente ayudan a reducir las congestiones sin la necesidad de rediseñar las redes eléctricas.
8. Tener en consideración el impacto que la penetración de generación solar distribuida tiene en los ingresos de transmisión y distribución, considerando que su desarrollo tiene beneficios para el sistema interconectado nacional, tal como disminuir congestiones y optimizar los recursos disponibles. Se podría avanzar en la validación de la regulación con la industria sobre las maneras en que las redes se desarrollarán para permitir mayor adopción de generación solar distribuida y de vehículos eléctricos.
9. Propiciar que el desarrollo regulatorio no restrinja las tecnologías y modelos de negocio existentes, tales como blockchain, que potencialmente pueden reducir costos e incentivar el uso de energía fotovoltaica.
10. Introducir el esquema de calificación para los requisitos mínimos de los códigos locales; es decir, proponer que exista una calificación mínima de BBB- para mejorar el rendimiento general de los sistemas fotovoltaicos instalados en el mercado mexicano y para reflejar los requisitos de grado de inversión.

10

LA DECLARACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR DIGITAL

A través de esta declaración, ASOLMEX y Solar Power Europe pretenden alentar a los responsables de definir el marco regulatorio para energías renovables en México, a acoger esta revolución digital que ya ha traído beneficios a la cadena de valor del mercado solar mexicano.

Digitalícese y aproveche la revolución de las energías renovables

Las nuevas tecnologías digitales están rompiendo las fronteras tradicionales dentro del sector energético, abriendo las puertas a una nueva era de flexibilidad. Respuesta inteligente a la demanda, acoplamiento de sector y sistemas de energía 4.0: las oportunidades son innumerables para aprovechar al máximo la transición energética. Por encima de todo, la digitalización del sistema de energía ha demostrado ser extremadamente eficiente para el funcionamiento de la red y la integración de las energías renovables, lo que reduce la necesidad de restringir y otras medidas, como los mercados de capacidad.

Como resultado del exitoso informe de la Agencia Internacional de Energía sobre “Digitalización y Energía Solar” publicado en noviembre de 2017, ASOLMEX y Solar Power Europe destacan las muchas razones por las cuales los responsables de las políticas mexicanas deberían adoptar esta revolución y “volverse digitales” cuando piensen en el diseño futuro del mercado eléctrico.

1. La digitalización hará más barata la transición energética

Según el informe de la AIE, la digitalización del sector energético podría ayudar a ahorrar hasta \$80 mil millones al año. Este enorme potencial aliviará las finanzas públicas, pero ante todo la factura del consumidor.

- La digitalización aprovecha mejor las redes existentes

Según el informe de la AIE, la adopción de la respuesta inteligente a la demanda podría ahorrar \$270 mil millones en inversiones en infraestructura energética para el año 2040.

El análisis ha demostrado que una combinación de almacenamiento solar y digitalizado ‘compatible con la red’ que controle la alimentación máxima a la red, puede duplicar la capacidad de la red de bajo voltaje para absorber la alimentación de fuentes renovables variables (hasta un 60%) sin ninguna otra infraestructura adicional.

Los operadores del sistema también pueden maximizar el uso de la capacidad de interconexión, lo que brinda una fuente adicional de flexibilidad al sistema sin inversiones adicionales. La entrada de energía renovable variable se puede administrar y almacenar de manera más rentable cuando se conecta y se maneja a un nivel de voltaje medio.

2. La digitalización favorecerá la integración de capacidades renovables en el mercado

- La digitalización optimiza los flujos de electricidad y los intercambios de mercado más cerca del tiempo real

El balanceo de carga en tiempo real y las señales y aranceles de precios actualizados al minuto permitirán a los clientes responder mejor a las señales de precios: la operación de la red estará cada vez más basada en el mercado, permitiendo a pequeñas instalaciones participar adecuadamente y proporcionar servicios de red.

- **La digitalización aumenta la contribución de las energías renovables a la estabilidad de la red**

La digitalización hará que la generación variable sea más controlable y capaz de proporcionar servicios de red. Por ejemplo, la nueva generación de inversores fotovoltaicos son dispositivos altamente controlables, que se pueden usar para modular la energía que se alimenta en la red, y proporcionar servicios auxiliares a los operadores de red con más precisión que los generadores convencionales.

3. La digitalización impulsará el acoplamiento sectorial y la flexibilidad del sistema

La digitalización romperá las fronteras entre sectores. Juntos, las energías renovables, los vehículos eléctricos, los edificios inteligentes y la calefacción y refrigeración inteligentes darán forma a una economía más limpia y eficiente.

- **Vehículos eléctricos y puntos de carga inteligente**

Los puntos de carga inteligentes aumentarán la contribución de los vehículos eléctricos a la flexibilidad del sistema al adaptar el consumo del vehículo a los períodos de baja demanda, al mismo tiempo que liberan electricidad a la red en las horas pico. Esto será particularmente relevante junto con las instalaciones fotovoltaicas instaladas en el edificio, que generan principalmente durante el día cuando la flota de vehículos eléctricos se está cargando.

- **Edificios de energía positiva y los sistemas en casas inteligentes**

Los edificios inteligentes y los sistemas de gestión de energía en casas inteligentes pueden proporcionar eficiencia energética y respuesta a la demanda, automatización de edificios y maximizar el potencial de los dispositivos inteligentes. La gestión inteligente de la energía optimizará a los edificios de energía positiva.

- **Abordar el tema de la respuesta inteligente a la demanda**

El internet de las cosas contribuirá a desbloquear la respuesta inteligente a la demanda. Según el informe de la AIE, se podrían alcanzar 185 GW de flexibilidad del sistema en todo el mundo, con una mayor digitalización del sistema de energía.

- **Invertir en I+D digital en segmentos del mercado fotovoltaico**

Para mantenerse a la vanguardia de los competidores globales, se sugiere a los responsables de las políticas en México dirigir la inversión en I+D digital en segmentos altamente digitalizados del sector de la energía solar fotovoltaica, como es el equipo de fabricación de paneles, módulos y celdas fotovoltaicas, operaciones, mantenimiento y gestión de activos de plantas a gran escala y sistemas fotovoltaicos integrados en los edificios.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo puede la energía solar aprovechar las oportunidades de mercado de la digitalización? ¿Cómo puede la digitalización ser un promotor para un mayor despliegue de la tecnología solar? ¿Cómo puede la digitalización mejorar y crear nuevos modelos de negocio solar? Estas son las preguntas clave que este informe pretende responder.

Al considerar el extenso tema de la digitalización, es importante volver a los primeros principios y definir exactamente a qué tecnologías se hace referencia con ese término. La Figura 1 busca definir el concepto para los fines de la energía solar fotovoltaica y exponer los diferentes tipos de tecnologías consideradas en este informe.

La digitalización de la energía solar fotovoltaica se encuentra dentro del contexto de la digitalización del sistema energético más amplio. Puede ser útil considerar algunos datos y estadísticas clave sobre esta tendencia más amplia:

- Los analistas han estimado que las redes digitales podrían generar ingresos adicionales de €810 mil millones para las energías renovables de aquí a 2030.¹
- La digitalización podría representar hasta \$1.3 billones de valor para el sector eléctrico en general desde 2016 hasta 2025.²
- Según algunas proyecciones, para 2020 podríamos ver 200 mil millones de dispositivos del Internet de las cosas.³
- Se estima que el volumen de aparatos inteligentes controlables en la UE para 2025 será de al menos 60 GW, lo que podría reducir la demanda máxima en un 10%.⁴
- Las expectativas de los consumidores están cambiando en todos los sectores, incluida la electricidad: quieren más opciones y servicios integrales, sin problemas, intuitivos, personalizados, éticos y atractivos.

FIGURA 1 ¿QUÉ ES LA DIGITALIZACIÓN?



IMPACTO SOCIAL

Sabemos que para promover una transición energética global es indispensable asegurar, por un lado, que los beneficios de la transición energética se distribuyan justa y equitativamente, y por otro, limitar los impactos negativos y posibles afectaciones a la población, en particular a las comunidades más vulnerables. Esto no es necesario solo como una medida de justicia social, sino también para evitar que aquellas personas que sean afectadas se opongan a las medidas de política pública y a los proyectos que se requieren para acelerar la transición energética.

Una transición justa implica la disminución de disparidades en el acceso energético, y este acceso se puede alcanzar más fácilmente mediante esquemas descentralizados de generación eléctrica. Las condiciones de radiación solar de México hacen que la mejor opción, incluso para las comunidades más remotas y vulnerables, sea la energía solar. La gestión ordenada y eficiente de estos sistemas solo es posible mediante la digitalización. Así, la digitalización del sector eléctrico solar estimula el bienestar comunitario, abate la pobreza energética y promueve esquemas incluyentes de generación de valor.

Esta descentralización solar digital estimula la creación de empleo local y la generación de cadenas de valor en

el desarrollo, mantenimiento y operación tanto de la infraestructura fotovoltaica, como de la de información y telecomunicaciones. Adicionalmente, se genera un efecto en cascada hacia la modernización de las instalaciones y de los sistemas de gestión y almacenamiento de energía; que resulta en la generación de bienestar al contar con acceso a energía limpia y de calidad.

En las zonas urbanas, las instalaciones solares digitalizadas de pequeña escala se integran mejor a la red, pues por su tamaño requieren de menor refuerzo de las líneas de distribución y son mejor asimiladas gracias a la gestión digital. En los espacios rurales no solo plantean la posibilidad de acceso en los puntos más alejados de las líneas de distribución, sino que, además, incrementan la eficiencia global de la red al integrarse en sus extremos, donde las pérdidas son mayores.

Finalmente, la digitalización solar impacta positivamente a la sociedad al crear una cadena de valor más integrada localmente, incrementando el acceso a energía de calidad con menor costo, permite una mejor operación de los sistemas de generación distribuida y posibilita el intercambio transparente de información abierta y accesible que contribuye a empoderar a los individuos y sus comunidades generando bienestar mediante la creación de prosumidores de energía individuales y colectivos.

1

MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS

Energía solar fotovoltaica integrada en edificios. © Swiss Krono

El advenimiento de nuevas tecnologías, como el análisis de big data, el internet de las cosas, la robótica y blockchain, permite el surgimiento de modelos de negocios solares completamente nuevos, así como la mejora de los modelos existentes, lo que los hace más rentables. El aumento de la rentabilidad acerca mucho más la paridad de la red minorista y mayorista.

Aumentar las tasas de autoconsumo

La tecnología de construcción inteligente, que puede aplicarse tanto a edificios residenciales como comerciales, puede ser un factor importante para aumentar las tasas de autoconsumo y, por lo tanto, aumentar la rentabilidad de los modelos de negocio de autoconsumo. De cara al futuro, es probable que la energía solar se venda como parte central de un paquete de construcción inteligente. A la inversa, el impulso para auto consumir electricidad solar también es un motor para la tecnología de construcción inteligente.

FIGURA 2 EL PAQUETE DE CONSTRUCCIÓN INTELIGENTE

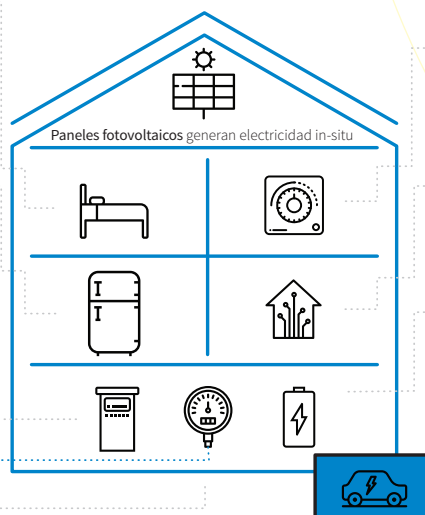
La respuesta a la demanda puede aumentar el autoconsumo solar al aumentar la demanda en el edificio en momentos de alta generación solar y viceversa (conocida como optimización local).

Aparatos inteligentes y automatizados para la construcción tales como refrigeradores, secadoras, lavadoras, lavavajillas, iluminación con sensor de movimiento y persianas. La tecnología digital puede controlar y comunicarse de forma remota con estos dispositivos para adaptar la demanda en el sitio.

Las bombas de calor, las baterías de almacenamiento de calor y las unidades de aire acondicionado pueden optimizarse con la generación solar y convertirse en una forma de utilizar el exceso de electricidad solar como calor.



Los datos de medidores inteligentes y la desagregación también se pueden usar para ayudar a identificar a los clientes que tienen más probabilidades de tener las tasas más altas de autoconsumo.



Los termostatos inteligentes de aprendizaje que están conectados a Internet se pueden combinar con calefacción o refrigeración eléctrica. Los proveedores de energía solar en los Estados Unidos ya están ofreciendo a los clientes termostatos inteligentes gratuitos.

Los sistemas de gestión de energía de edificios inteligentes⁵, que también pueden ofrecer monitoreo, son posibles con comunicaciones inalámbricas, análisis de datos avanzados e Internet de las cosas.

El almacenamiento en baterías es una tecnología de refuerzo mutuo cuando se combina con tecnología fotovoltaica. El almacenamiento residencial puede aumentar las tasas de autoconsumo de energía solar fotovoltaica de aproximadamente 30% a 70%, con beneficios adicionales para el sistema incluida la reducción de los costos de red y del sistema.

La carga inteligente de vehículos eléctricos en los estacionamientos y la solución PV4EV "drive on sunshine" (conducir con energía solar) podrían aumentar significativamente las tasas de autoconsumo para algunos hogares y empresas, especialmente cuando se combinan con el almacenamiento.

Los sistemas de gestión de energía en casas inteligentes son la tecnología digital clave para aumentar las tasas de autoconsumo. El aprendizaje automático profundo y la inteligencia artificial pueden integrarse dentro de estos sistemas para ayudar a pronosticar y administrar la generación y el consumo, así como la tecnología de activación por voz para hacer que los sistemas sean más fáciles de usar. Algunos sistemas de administración de energía pueden optimizar no solo los flujos de electricidad, sino también la movilidad eléctrica y térmica, logrando el acoplamiento del sector y la electrificación total. En la actualidad no hay muchos sistemas de gestión de energía que estén anunciando la capacidad de integración y optimización de la energía solar fotovoltaica. Aquellos que puedan, se harán de participación en el mercado solar. En edificios comerciales, el escenario ideal sería que estos sistemas pudieran integrarse con otras funciones de administración de las instalaciones del edificio.

En cuanto a la respuesta a la demanda, los agregadores que utilizan la tecnología de control remoto también pueden reducir la demanda en el sitio y aumentar la alimentación a la red cuando el precio de la electricidad se eleve, lo que aumenta los ingresos de la energía fotovoltaica con la respuesta implícita de la demanda. La respuesta explícita a la demanda también genera ingresos adicionales al vender servicios de flexibilidad dentro de mercados de respuesta a la demanda más amplios. El potencial teórico actual de respuesta a la demanda en Europa se estima en 100,000 MW y se espera que aumente a 160,000 MW en 2030.⁶

Si se va a utilizar **carga** inteligente de **vehículos eléctricos** para aumentar las tasas de autoconsumo, el tamaño de la instalación fotovoltaica debe aumentarse y dimensionarse de acuerdo con la demanda de energía del vehículo para conseguir la mejor rentabilidad. Los mejores analistas han descrito a los vehículos eléctricos como “la vía de acceso a la energía solar”, ya que la carga solar inteligente permite que el usuario del vehículo alcance estabilidad en costos a largo plazo. Lo contrario también es cierto: la energía solar puede ser una vía de entrada para los vehículos eléctricos, ya que los propietarios de energía solar buscan formas de utilizar el exceso de electricidad. En el futuro, la integración de vehículo-casa y de vehículo-red podría también proporcionar valiosos servicios de red y generar ingresos.

Finalmente, **los datos de medidores inteligentes** podrían facilitar y hacer mucho más eficiente la identificación de clientes potenciales de energía solar. En los últimos 5-10 años de desarrollo solar, los vendedores simplemente llamaban a las puertas de aquellas casas que les parecían adecuadas. En el futuro, podríamos ver compañías que usan software para desagregar la energía para analizar datos de consumo y usar patrones estadísticos para asignar ciertas porciones de la demanda de electricidad a diferentes dispositivos. De ese modo, se puede preidentificar cuáles son los perfiles de demanda de los clientes que mejor coinciden con el perfil de generación de la energía solar fotovoltaica y adaptarse mejor a ella. Si un cliente comercial tiene altos niveles de consumo de electricidad entre las 11 am y las 3 pm, o tiene una demanda que podría ser fácilmente modificada en ese momento, es ideal para la energía solar. Los datos de los medidores inteligentes también se pueden usar para identificar cuando un sistema este-oeste podría ser más apropiado.

Una pregunta clave es **si estas tecnologías de hogares inteligentes actualmente se pagan por sí mismas**. ¿Aumentan o disminuyen actualmente el retorno de la inversión en una instalación cuando se combinan con la energía solar? Si todavía no, ¿cuándo lo harán? En comparación con el costo total de una instalación fotovoltaica, muchas de estas tecnologías adicionales tienen un costo relativamente bajo. Los termostatos inteligentes ya están anunciando amortizaciones de menos de dos años, y esto podría reducirse aún más si se combina con calor solar y eléctrico. Los proyectos piloto han demostrado que, a mediano plazo, el período de recuperación de un sistema de administración de energía puede ser de menos de dos años para las viviendas unifamiliares modernas con cargas controlables.

Sin embargo, en la actualidad agregar uno de estos elementos a un sistema fotovoltaico puede, en muchos países, reducir el período de recuperación del paquete en su totalidad. Un análisis anterior de SolarPower Europe⁷ ha demostrado que, en las condiciones actuales, los sistemas que son solo solares a menudo ofrecen tasas de retorno más altas que los sistemas solares con almacenamiento. A medida que disminuyan los costos del almacenamiento y de la tecnología inteligente, esto cambiará gradualmente y quedará claro el argumento comercial para combinar la energía solar con esta nueva tecnología.

1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

¿DOMINARÁ “GAFA” TAMBIÉN ESTE MUNDO?

La opinión está dividida en cuanto a si los gigantes “GAFA” del mundo tecnológico (Google, Apple, Facebook y Amazon) dominarán el espacio del sistema de gestión de energía de edificios al incorporar estos sistemas en sus plataformas o si estos sistemas surgirán como plataformas por sí mismas. Dado que muchas personas ya interactúan con Google, Apple y Amazon a diario, existe un impulso natural hacia esos proveedores, especialmente en el segmento residencial. Están bien posicionados para ofrecer una perfecta experiencia de cliente a través de diferentes canales. En el segmento comercial, es probable que veamos emerger otras plataformas.

Una pregunta igualmente importante y relacionada es **qué tan interoperables son los diferentes sistemas de hardware y software**. Es importante que los diferentes servicios no surjan en silos separados. Nest y Samsung están desarrollando sus ecosistemas de hogares inteligentes ‘Works with Nest’ y ‘Works with Samsung SmartThings’.

Apple HomeKit, Amazon Echo y Google Home son competidores potenciales. Sin embargo, algunos analistas han comentado que, hasta la fecha, estos proveedores se han centrado más en los sistemas de entretenimiento que en energía.

También hay plataformas de múltiples proveedores como Mozaiq (una colaboración entre ABB, Cisco y Bosch), Wink y If This Then That (IFTT). IFTT consiste en pequeños “applets” que pueden conectar diferentes productos y servicios de diferentes marcas. La iniciativa EEBus, originalmente financiada por el gobierno alemán, es considerada por muchos como la iniciativa de interoperabilidad más sólida en Europa y ha creado un “lenguaje común para la energía” que intenta superar la gran variedad de protocolos en los espacios de la casa y la red inteligentes. La Smart Buildings Alliance para Smart Cities, con sede en Francia, también está desarrollando sus propios estándares de edificios inteligentes llamados Ready2Services y Ready2Grids.



Leyenda de la foto: Instalación fotovoltaica en montaña. © Kyocera Fineceramics, Stromaufwart Photovoltaik GmbH

CASO DE ESTUDIO: LA PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA ENNEXOS DE SMA ABRE NUEVAS OPORTUNIDADES EN EL NEGOCIO DE LA ELECTRICIDAD

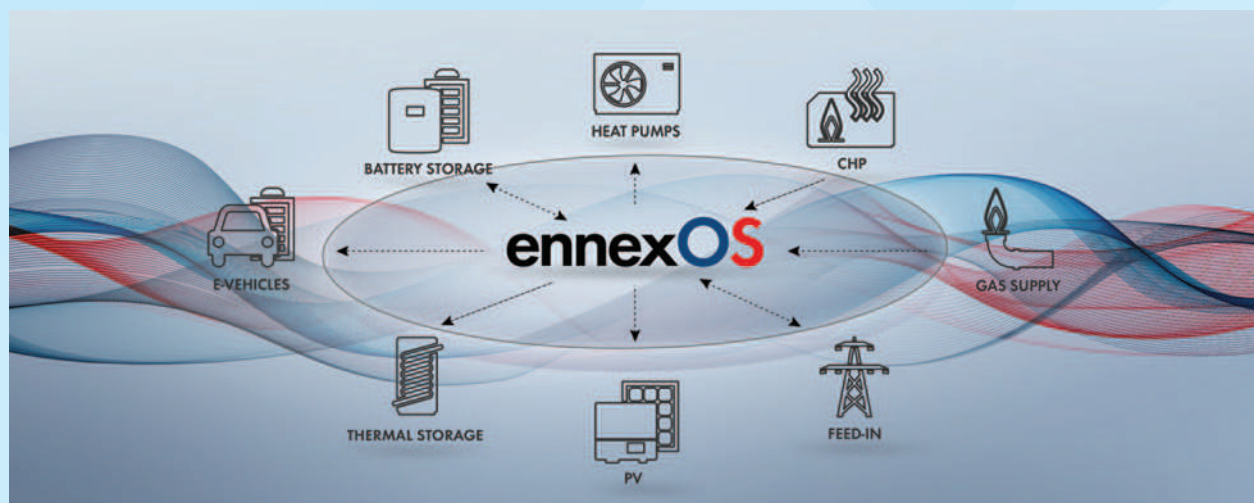


La digitalización de la transición energética ofrece excelentes oportunidades en forma de modelos de negocio innovadores para empresas en la industria de las energías renovables. Esto se debe a que la descentralización y la digitalización se complementan perfectamente y ponen de cabeza las estructuras actuales de suministro de energía. Con las soluciones de gestión de energía inteligente conectadas, así como con la interconexión de diversos sectores, SMA ofrece a los prosumidores de electricidad del futuro nuevas posibilidades para explotar todo el potencial de este nuevo mundo energético.

Un ejemplo es el de un centro comercial: un gran supermercado Leclerc en Burdeos, en el sur de Francia, ya pudo reducir sus costos de electricidad en aproximadamente €75,000 a la fecha desde que instaló una cochera solar de 500 kWp. Utilizando la tecnología del sistema SMA, la energía solar producida se utiliza en el supermercado y centro comercial, cubriendo el 15% de su demanda anual. Se instalaron estaciones de carga eléctrica a manera de bono. Los clientes pueden usarlas para cargar sus vehículos eléctricos en el estacionamiento mientras hacen sus compras.

Este ejemplo es solo el comienzo. Gracias a la gestión de la energía dirigida, las empresas y los operadores de negocios no solo pueden independizarse en gran medida de los servicios públicos, sino que también pueden desarrollar nuevos modelos de negocios. La energía solar autogenerada se puede revender mediante interfaces digitales. Esto permite a las empresas convertirse en comerciantes de electricidad o formar parte de una planta de energía virtual que consiste en varias plantas de generación de energía descentralizadas.

La nueva plataforma del internet de las cosas (IoT) para la gestión de la energía, ennexOS de SMA, ofrece soluciones modulares para soporte de ventas, planificación, simulación, configuración y operación de sistemas de suministro de energía descentralizados. Por primera vez será posible interconectar a los diversos sectores de energía. Todas las fuentes de energía se combinan, ya sean fuentes de generación como son los sistemas fotovoltaicos, unidades combinadas de calor y energía (CHP) y bombas de calor o fuentes de demanda como son los sistemas de calefacción, aire acondicionado, refrigeración e iluminación. Esto permite que los flujos de energía se adapten perfectamente a la vez que optimizan el consumo y los costos. Al incorporar sistemas de almacenamiento en baterías, esta energía también se puede utilizar en cualquier momento del día.



1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

Más allá de “instalar y olvidarse”: aumente la venta de energía solar con servicios adicionales

Hasta ahora, muchos instaladores de sistemas solares residenciales y comerciales en azoteas han sido instaladores del tipo “instalar y olvidarse”; una vez que se completa la instalación, genera poco valor adicional. Algunos pueden realizar operaciones y mantenimiento ad-hoc, pero en el pasado esto ha probado ser inviable (o innecesario) con sistemas a pequeña escala.

En el futuro, gracias a las nuevas tecnologías digitales, las empresas de instalación podrían comenzar a obtener un **valor adicional mediante la venta de servicios solares relacionados**. Lo contrario también es cierto: algunas empresas de servicios públicos ya están vendiendo energía solar a sus clientes, parte de las empresas de servicios públicos juegan un papel más importante con los clientes en términos de optimización del hogar y autogeneración.⁸ Además, este paquete de servicios se puede personalizar para cada uno de los consumidores: personalización masiva, en sí mismo un producto de digitalización. Hemos visto software como servicio (SaaS), esto es energía solar como servicio (Solar energy as a Service, Seaas).⁹ Ejemplos de servicios solares como estos incluyen:

- **Servicios de operación y mantenimiento** - sensores de monitoreo remoto, comunicaciones inalámbricas y software ahora permiten que los proveedores de instalación y terceros ofrezcan servicios de O&M rentables para instalaciones en azoteas.
- **Servicios de agregación** (generación distribuida) - con control remoto, el instalador puede proporcionar servicios de agregación¹⁰ para el exceso de electricidad para aumentar los ingresos y cumplir con los tamaños mínimos de oferta en los mercados de electricidad. Esta flexibilidad también puede ser remunerada con flujos de ingresos adicionales de los mercados de servicios complementarios y de compensación. La cantidad exacta de aumento en los ingresos que se puede lograr variará de un país a otro, según la remuneración existente y el marco regulatorio.
- **Finanzas** - energía solar con cero inversiones con acuerdos de compra de energía estilo “freemium”, es posible gracias a la medición inteligente, los planes de arrendamiento financiero o préstamos que pueden

aumentar la base potencial de clientes. La compra colectiva de energía solar puede reducir los precios para los usuarios finales. El seguro también se puede agregar como un producto financiero adicional. La digitalización también está transformando las fuentes de financiamiento, ya que las comunidades de crowdfunding (financiamiento colectivo) en línea obtienen financiamiento para proyectos en países donde los bancos se muestran reacios a hacer préstamos.

- **Modelos de pagos fijos de forma mensual** - en lugar de pagar por kWh por la electricidad consumida, a los clientes se les puede ofrecer un precio fijo mensual o un precio tope donde un tercero trabaja para reducir la demanda de electricidad al maximizar la autogeneración y reducir el consumo de energía. Los modelos de tarifa plana existentes solo garantizan dicha tarifa dentro de un cierto rango de consumo, y esta se ajusta si el consumo es mayor o menor a esos umbrales. Algunos modelos de tarifa plana incluso incluyen calor, garantizando temperaturas predeterminadas en un edificio.
- **Auditorías energéticas** - las mejoras en la eficiencia y auditorías energéticas basadas en datos de consumo pueden reducir aún más la huella de carbono de un edificio y se pueden vender con energía solar.
- **Fuente de alimentación residual** - se define como la parte de la demanda de electricidad que no es suministrada por el sistema fotovoltaico (FV). Esto podría mejorarse aún más con una tarifa dinámica¹¹ o si el cliente tiene uno o más vehículos eléctricos (EV), se podría ofrecer una tarifa dedicada tipo “PV + EV”. Las tarifas de tiempo de uso específicas para vehículos eléctricos ya están disponibles en California.¹²
- **Tecnología para la construcción inteligente** - la energía solar fotovoltaica se puede vender con tecnología de construcción inteligente, como son los sistemas de gestión de energía, almacenamiento, vehículos eléctricos, aparatos inteligentes, sistemas de calefacción y refrigeración eléctricos y termostatos de aprendizaje inteligente, como se describe en la sección anterior.

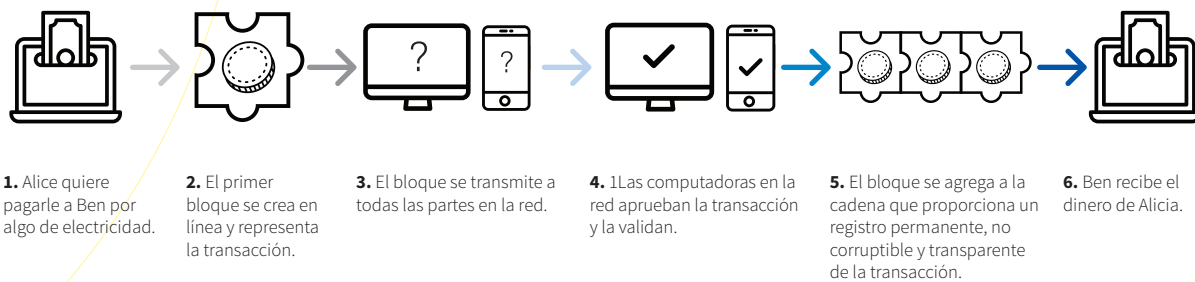
Hemos visto Software como Servicio, esto es Energía Solar como Servicio.

BLOCKCHAIN

Los proveedores también pueden dar a sus clientes un valor extra de sus instalaciones fotovoltaicas con **criptomonedas**, que se basan en la tecnología blockchain. El proveedor del servicio puede asignar al cliente criptomonedas diseñadas para aportar un valor

adicional a la energía solar o renovable, como son SolarCoin, GENERcoin y EnergyCoin. Estas criptomonedas generalmente se asignan por MWh de electricidad solar producida y luego se pueden convertir a Bitcoin y moneda fuerte.

FIGURE 3 DIAGRAMA DE BLOCKCHAIN (CADENA DE BLOQUES) PASO A PASO



¿QUÉ ES UNA BLOCKCHAIN?

Sigue habiendo una falta de comprensión entre los actores de la industria de la energía con respecto a lo que es la **tecnología blockchain**. En el contexto de la energía, los consultores líderes definen blockchain de la siguiente manera:

“Un blockchain o cadena de bloques es un contrato digital que le permite a una parte individual realizar y facturar una transacción (por ejemplo, una venta de electricidad) directamente (punto a punto) con otra parte. El concepto de punto a punto (peer-to-peer) significa que todas las transacciones se almacenan en una red de computadoras que consta de las computadoras del proveedor y del cliente que participan en una transacción, así como de las computadoras de muchos otros participantes de la red. Los intermediarios tradicionales, por ejemplo, una bolsa

de valores o un banco, ya no son necesarios bajo este modelo, ya que los demás participantes en la red actúan como testigos de cada transacción llevada a cabo entre un proveedor y un cliente, y como tal, posteriormente pueden proporcionar confirmación de los detalles de una transacción, ya que toda la información relevante se distribuye a la red y se almacena localmente en las computadoras de todos los participantes”¹³

La opinión está dividida dentro de la industria de la energía solar fotovoltaica en cuanto a si la tecnología blockchain tendrá un impacto duradero en el sector de la electricidad o si se trata de un “boom” temporal. Sin embargo, es importante que los líderes de la industria entiendan el cambio potencial que esta tecnología podría traer al sector.

1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: TESLA: SERVICIO PÚBLICO DE VERMONT PRIMERO EN VENDER Y APORTAR POWERWALLS

Los servicios públicos modernos y los operadores de redes utilizan ahora tecnología de baterías como nunca. El siguiente paso para aprovechar el potencial de almacenamiento de energía es juntar miles de baterías para formar una red de energía que los servicios públicos puedan usar para entregar un valor inmediato para el sistema eléctrico. Tesla ahora puede agrupar las baterías Powerwall y Powerpack en un solo portafolio, también llamado agregación, para hacer que la red sea más limpia y eficiente. Mientras tanto, los clientes de Powerwall que permiten que Tesla y las empresas de servicios públicos utilicen su batería cuando la demanda de energía es máxima no solo tendrán energía de respaldo en el hogar, sino que también recibirán una compensación por el uso de dicha energía en la red.

Tesla y Green Mountain Power, una empresa de servicios públicos en Vermont, Estados Unidos, están trabajando juntas para unir las baterías Powerwall y Powerpack en un solo recurso de energía compartida por primera vez. Green Mountain Power instalará Powerpacks en terrenos de servicios públicos e instalará hasta 2,000 baterías Powerwall a los propietarios dentro del territorio de servicio de la empresa de servicios públicos, lo que permitirá más energía renovable y aumentará la eficiencia de la red. Los clientes recibirán energía de respaldo en su hogar durante los próximos 10 años, eliminando la necesidad de los generadores de respaldo tradicionales que usan combustibles fósiles. Al mismo tiempo,

TESLA

Tesla y Green Mountain Power brindarán una variedad de servicios de red utilizando la red de baterías Powerwall instaladas, brindando capacidad dinámica y estabilidad adicional a la red, al tiempo que se reducen los costos de forma sostenible para todos los clientes de servicios públicos. Tesla también trabajará con Green Mountain Power para enviar el recurso agregado a los mercados mayoristas de electricidad de Nueva Inglaterra, produciendo ahorros adicionales para los clientes de la región.

Tesla está trabajando con minoristas de energía, operadores de red, servicios públicos y agregadores en todo el mundo para desbloquear la capacidad de las baterías de Tesla para entregar servicios de red al mismo tiempo que ofrece energía confiable en todo momento del día. Los resultados incluyen:

- Reducción en costos de transmisión y distribución
- Reducción de la demanda máxima (nivelación de picos de voltaje)
- Energía de respaldo durante un apagón en invierno, que generalmente dura 2.5 horas y proporciona mayor estabilidad
- Un líder en la creación de un futuro energético sostenible.

Para obtener más información acerca de cómo agregar baterías Tesla, visite tesla.com/utilities.



Las baterías Powerwall ofrecerán varios servicios de la red eléctrica a la vez que reducirán los costos de manera sostenible. © Tesla

CASO DE ESTUDIO: SOLARCOIN: UN ACTIVO DIGITAL PARA INICIAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



SolarCoin es una iniciativa internacional y comunitaria que promueve el desarrollo de la energía solar y el autoconsumo utilizando una de las tecnologías más disruptivas que han surgido en los últimos años: Blockchain. SolarCoin es como un programa de viajero frecuente y cualquier productor de energía solar puede conectar sus paneles solares a la red de SolarCoin registrando su instalación solar en el sitio web de SolarCoin, recibiendo 1 SLR (es decir, SolarCoin, \$) por cada MWh de energía solar producida.

Blockchain, la tecnología detrás de Bitcoin y otras monedas digitales es una contabilidad descentralizada que permite a los participantes comunicarse y validar datos y transacciones monetarias en un mismo registro, disponible de punto a punto para todos los participantes en la red. Esto puede aplicarse también a la energía solar.

SolarCoin utiliza la tecnología blockchain para generar un registro descentralizado, incorruptible y auditable de la energía solar producida por cualquier propietario de energía solar y se suma a los subsidios respaldados por el gobierno.

SolarCoin ya está presente en 83 países y ha recompensado a más de 15,300,000 MWh de producción de energía solar a modo de prueba, utilizando las API de SolarCoin y scripts de SolarCoin Raspberry Pi3 disponibles para todas las plataformas de monitoreo, EPC, inversores y empresas de registro de datos.

El objetivo del proyecto SolarCoin es iniciar la transición energética a escala global. Únase a la red SolarCoin y pruebe nuestra aplicación de monedero blockchain en www.solarcoin.org.

PROCESO PARA GANAR SOLARCOIN



1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

Modelos de autoconsumo colectivo y contratos de compraventa de energía “inteligentes”

La medición inteligente y la digitalización también pueden actuar como un catalizador para los nuevos modelos de negocio de energía solar fotovoltaica en **edificios residenciales y comerciales de ocupación múltiple**.

Los edificios de ocupación múltiple han sido históricamente un mercado más desafiante para la energía solar fotovoltaica que los edificios de ocupación única, debido a las barreras que rodean la medición y la facturación de la electricidad generada por el sol que consumen las diferentes entidades o apartamentos en el edificio.

Sin embargo, con la llegada de la medición inteligente — y ya hay 11 millones de medidores inteligentes en toda la UE— han surgido nuevos modelos de negocios.

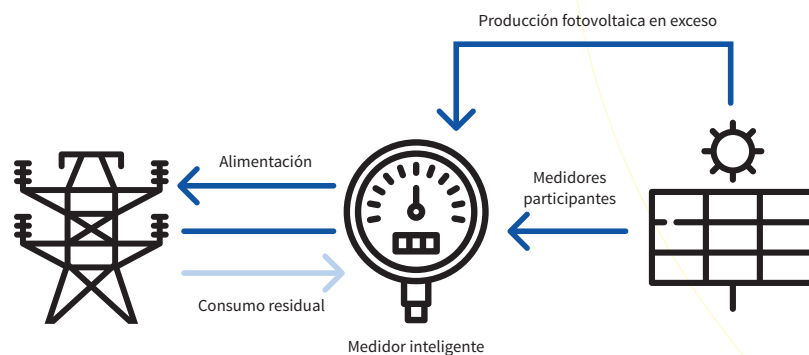
Un ejemplo destacado de esto en Europa es el **modelo de “electricidad del inquilino” (tenant electricity) o “Mieterstrom” en Alemania**¹⁴. Aquí es donde un tercero instala y posee una instalación fotovoltaica con un medidor de generación inteligente en un bloque de apartamentos y vende

la electricidad a los apartamentos participantes en el edificio a través de mini contratos de compraventa de energía. Todos los apartamentos deben tener un medidor inteligente y pueden ser ocupados por el propietario o alquilados. Este modelo permite que las personas que viven o trabajan en edificios con múltiples departamentos también se beneficien de la electricidad solar autogenerada y ahorren en sus facturas de energía, y esto es posible gracias a la medición inteligente.

Otras variantes de este modelo incluyen el modelo de autoconsumo colectivo en Francia¹⁵ dentro del cual los medidores inteligentes son obligatorios y el modelo de instalación de generación compartida en Austria.¹⁶ En Francia hay cuestiones pendientes por resolver en relación con los cargos de la red y el equilibrio entre las partes responsables.

Finalmente, la digitalización también permite la implementación de mini contratos de compraventa de energía a nivel de un solo enchufe (socket). Una iniciativa en los Estados Unidos llamada SunPort¹⁷ ha creado un dispositivo portátil tipo convertidor enchufable que genera electricidad solar para todos los consumos de ese enchufe (socket) específico.

FIGURA 4 EL MODELO DE “MIETERSTROM” EN ALEMANIA UTILIZA LA MEDICIÓN INTELIGENTE PARA HABILITAR LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EDIFICIOS DE OCUPACIÓN MÚLTIPLE



BLOCKCHAIN

La tecnología blockchain de registro distribuido se podría usar para explicar los flujos de electricidad solar dentro de un edificio de ocupación múltiple y los contratos inteligentes podrían ayudar a los departamentos u

ocupantes a comprar energía de manera automática cuando sea más barata. Esta podría ser una nueva y mejor manera de contabilizar los flujos de energía desde la azotea hasta el apartamento o la unidad de negocios, aunque el valor agregado tendría que ser probado en comparación con la tecnología de medidores inteligentes existentes.

Microrredes conectadas a la red

Otro modelo de negocio que ha surgido en Europa gracias a la digitalización es el de las microrredes conectadas a la red.¹⁸ Las microrredes conectadas a la red se pueden usar para **reducir los costos de energía, generar electricidad renovable y ofrecer suministro de energía de respaldo o ininterrumpido**. Esto es posible gracias a las plataformas avanzadas de software de gestión de microrredes que optimizan las diferentes fuentes de generación dentro de la microrred.

Los consultores líderes en este sector definen una microrred conectada a la red de la siguiente manera:

*“Una microrred es un grupo de cargas interconectadas y recursos de energía distribuidos dentro de límites eléctricos claramente definidos que actúan como una única entidad controlable con respecto a la red. Una microrred puede operar de forma remota o conectarse y desconectarse de la red para permitirle operar tanto en modo conectado como en modo isla”.*¹⁹

Existe una considerable superposición entre el autoconsumo grande (especialmente el comercial e industrial) y el uso de microrredes conectadas a la red, con la diferencia principal de que las microrredes conectadas a la red también están diseñadas para brindar respaldo y

operar en modo isla si las condiciones del mercado lo favorecen. Esto a menudo implica el uso de baterías de almacenamiento o generadores a gas o diésel.

Las dos oportunidades de negocio principales para microrredes, conectadas a la red basadas en energía solar son **los parques industriales y los municipios**. Ambas son áreas geográficamente discretas, y en algunos países como Alemania, los municipios a menudo tienen sus propios operadores de sistemas de distribución.

Al final de este informe, consulte la sección “Digitalización y energía solar en mercados emergentes” para las microrredes fuera de la red, y especialmente las de países en vías de desarrollo. Estas no se consideran generalmente relevantes en Europa, excepto para las islas más pequeñas y remotas.

BLOCKCHAIN

La tecnología Blockchain es adecuada para la gestión de flujos dentro de una microrred solar conectada a la red, determinando cuándo deben activarse o desactivarse los activos de generación dentro del recurso. Esta tecnología también puede, si corresponde, controlar las transacciones dentro de la microrred.



La energía solar y eólica se pueden combinar en microrredes conectadas a la red. © imacoconut

Conectar microrredes a la red es posible gracias a las plataformas avanzadas de software de gestión

1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: SIEMENS: UNA MICRORRED CRECE EN BROOKLYN

SIEMENS

El modelo tradicional centralizado de generación y entrega de energía lineal a través de condiciones limitadas de mercado o monopolio está dando paso, especialmente a nivel local, a sistemas más diversos, dinámicos y complejos con múltiples actores y flujos de dinero, información y energía en múltiples capas. Los cambios hacia estos llamados sistemas de energía distribuida responden a la energía renovable, las tecnologías inteligentes y otras nuevas oportunidades, así como a nuevos objetivos de políticas como la reducción de emisiones y la ampliación del acceso a la energía. Para cumplir con los respectivos objetivos del proyecto, se pueden personalizar para que coincidan con los requerimientos del consumidor, así como para permitir que los actores determinen la generación y el consumo locales en respuesta a las señales de precios del mercado para alcanzar el menor costo general de energía.

LO3 Energy, una joven empresa de Nueva York, está trabajando con Siemens Digital Grid y next47, el financiador de nuevas empresas de Siemens, para alcanzar esta iniciativa con una microrred de Brooklyn. Los vecinos con y sin sistemas fotovoltaicos están comprando y vendiendo energía solar entre sí en una plataforma de blockchain que documenta automáticamente cada transacción. El

proyecto es pionero en el movimiento hacia un sistema de suministro de energía distribuido que usa fuentes renovables de generación. Además de los objetivos mencionados anteriormente, como la reducción de emisiones o el comercio a pequeña escala de electricidad amigable con el medio ambiente, esta solución permite el funcionamiento autosuficiente en caso de incidentes inesperados en la red pública. Para lograr esto, el proyecto planea instalar unidades de almacenamiento en batería dentro de la red, que, en combinación con la generación distribuida local y la solución de respuesta a la demanda, mantendrán las luces encendidas al menos temporalmente durante la próxima emergencia asociada a una tormenta.

Conozca más sobre la microrred de Brooklyn:

Conozca más sobre las soluciones de Siemens para sistemas de energía distribuida y otros proyectos relevantes en esta área:



La microrred de Brooklyn en la ciudad de Nueva York. © LO3 Energy

Peer-to-peer: maximizar el valor del exceso de electricidad solar

Existe la posibilidad de que los modelos de venta punto a punto (peer-to-peer, P2P), aumenten el valor del exceso de electricidad (aumente el precio de venta) y reduzca los costos para los consumidores de energía.

Es probable que veamos una transición en los próximos años del tradicional modelo de negocio B2C (business-to-consumer) de generador a minorista a **modelos de negocio basados en plataformas** que facilitan las transacciones de un prosumidor a otro.²⁰

La pregunta principal es entonces si dichas plataformas P2P entre pares contribuyen a los costos del sistema y pagan los cargos de la red y cómo lo hacen, y qué precio se ofrece por la electricidad residual. Algunos innovadores han desarrollado **cargos de red P2P** basados en la distancia real entre el generador y el consumidor, incentivando así la venta local de electricidad.

Otra pregunta clave es cómo se remunera al negocio de la plataforma por el servicio que brinda. Las plataformas

P2P en otros sectores han resuelto esto con cualquiera de los modelos de suscripción (por ejemplo, pago mensual), modelos de tarifa de transacción o un servicio básico proporcionado de forma gratuita con un ascenso a premium mediante un pago. Todo esto podría aplicarse en el sector eléctrico.

Existe la posibilidad de que los modelos punto a punto brinden a los clientes un valor más allá de un aumento en el precio de su energía. Por ejemplo, un modelo P2P podría permitir que alguien entregue parte de su exceso de electricidad solar a miembros de su familia o a personas locales que viven en pobreza energética **de forma gratuita o a un precio muy reducido**.

Es importante tener en cuenta que el modelo de autoconsumo colectivo en Francia mencionado anteriormente es una forma de comercio P2P, pero con el requisito de que el intercambio tenga lugar dentro de una única entidad legal, por ejemplo, una cooperativa. Las microrredes conectadas a la red también pueden contener el intercambio punto a punto dentro de ellas.

BLOCKCHAIN

Hay potencial para la aplicación de la tecnología blockchain en plataformas de punto a punto. Blockchain funciona bien como una plataforma para micro transacciones, ya que puede reducir los costos de la transacción, reducir las barreras de entrada y acabar con los intercambios tradicionales o intermediarios. Esto aplica no solo al comercio entre hogares, sino también a las empresas e incluso a instalaciones más grandes. Las transacciones dentro de la plataforma se administran y almacenan de

forma descentralizada, generando un sistema seguro y una confianza inspiradora. Los contratos inteligentes pueden automatizar completamente la plataforma con configuraciones predeterminadas por el consumidor, por ejemplo, el precio mínimo de venta y el precio máximo de compra. Algunos analistas afirman que el blockchain Tangle de IOTA o un blockchain privado es más adecuado para el comercio de energía que los blockchains públicos, ya que las transacciones se procesan más rápido.



© Kzenon

Estamos en la transición hacia modelos de negocios basados en plataformas para facilitar las transacciones de los consumidores.

1 MODELOS DE NEGOCIO SOLARES NUEVOS, MEJORADOS Y DIGITALIZADOS / CONTINUACIÓN

Mapeo de actores de la industria en el espacio 'solar digital'

| CROSS-CUTTING DIGITAL SOLAR | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|
|        | | | | | | |
| EDIFICIOS INTELIGENTES | O y M DIGITAL | ESTUDIOS PROSPECTIVOS / FORECASTING | MANUFACTURA DIGITAL | MICRORREDES P2P | DISEÑO DE SISTEMAS | COMPAÑÍA ELÉCTRICA DIGITAL |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  | |  |
| |  | | | | |  |
| |  | | | | |  |
| |  | | | | |  |

Ejercicio de mapeo realizado en colaboración por el Grupo de Trabajo de Digitalización y Energía Solar de SolarPower. Este no se considera exhaustivo y es posible que algunas empresas activas en energía solar digital no estén representadas. De la misma manera, muchas empresas están activas en más de una de estas áreas, por lo que fue necesaria cierta simplificación.

2

REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

Producción de inversores, fábrica SMA, Alemania. © SMA/Heiko Meyer

Las tecnologías digitales se pueden utilizar para **reducir costos y aumentar el rendimiento** en casi todos los puntos de la cadena de valor solar. Aquí nos fijamos en tres segmentos clave de esta cadena de valor: fabricación de módulos, adquisición de clientes y diseño de instalación y operación, mantenimiento y gestión de activos.

Digitalización de la administración empresarial

Con la llegada de la industria 4.0, se abrieron nuevas oportunidades para los modelos de negocios existentes y dieron paso a nuevos modelos de negocio. En este sentido, los modelos existentes buscan su consolidación a partir de una reestructuración de sus procesos y del propio modelo de negocio, teniendo como premisa el elevar la productividad de la compañía y ofrecer una mayor calidad en sus servicios a partir de la implementación de tecnologías digitales.

La gestión empresarial digital ya no sólo se enfoca a generar bases de datos y mantener registros a perpetuidad, con el análisis de big data, redes neuronales, inteligencia artificial y computación en la nube, se han creado soluciones inteligentes que permiten a las empresas realizar modificaciones en sus procesos, tener un seguimiento de sus activos e incluso gestionar su personal, todo lo anterior puede llevarse a cabo en tiempo real; sin embargo, no necesariamente debe ser así. El beneficio de las tecnologías digitales en la gestión empresarial es su versatilidad para cumplir con no sólo las necesidades del negocio en sí mismo, sino con las del usuario final. Por ello, la implementación de estas herramientas digitales ha tomado gran partido en la generación solar fotovoltaica, pues además de ofrecer un beneficio para el usuario final, integra un beneficio para el sistema y para el suministrador.

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: GESTORSOLAR: DIGITALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE LAS EMPRESAS INSTALADORAS DE SISTEMAS SOLARES: PRIMER SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN EMPRESARIAL ESPECIALIZADO PARA INTEGRADORES SOLARES

A pesar del progreso que se ha presentado en años recientes la brecha entre energía solar y software dedicado es tangible particularmente si se compara contra los extraordinarios grados de acoplamiento que las soluciones de software mantienen con otras industrias. Para el caso de México, donde más del 90% de las PyMES presentan rezagos tecnológicos esta actual divergencia facilita oportunidades para darle un significativo valor agregado al sector a través de nuevas soluciones digitales.

Un área con carencia en materia de digitalización en el sector de la energía solar es la operatividad diaria de las empresas instaladoras de sistemas solares. La administración, operación y logística de los integradores puede fácilmente complicarse a medida que sus negocios crecen, demandando mejores y más especializadas herramientas de trabajo para continuar desarrollándose y permanecer con buenos índices de eficiencia y rentabilidad.

Gestorsolar presenta una solución para esta problemática poniendo a disposición de las empresas instaladoras un sistema de administración empresarial (ERP) destinado para gestionar sus operaciones comunes.



En la actualidad cerca de 200 sistemas fotovoltaicos han sido instalados en México utilizando esta plataforma, rompiendo una importante barrera económica hacia la digitalización de las operaciones de los integradores, ya que deja de ser necesario que cada una de estas empresas desarrolle su propia solución, incurriendo en elevados costos y prolongados tiempos de desarrollo.



Control de todos los procesos en un solo lugar; desde el levantamiento técnico, planos de ingeniería, monitoreo de compras, reportes, inventario, suministro y previsión de equipos y materiales, hasta el programa de instalaciones y servicios de mantenimiento. ©

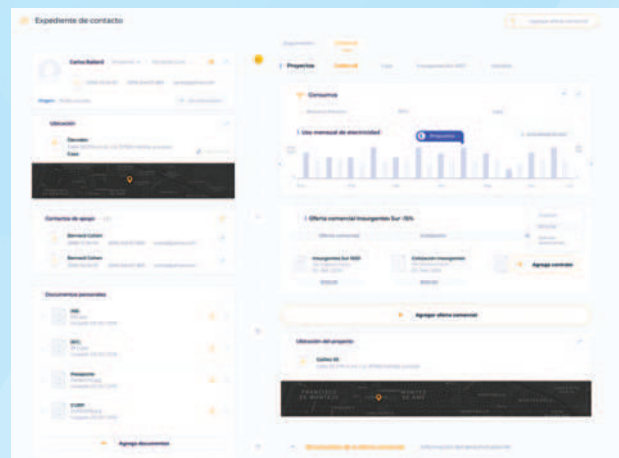
CASO DE ESTUDIO: SUNWISE: PLATAFORMA DIGITAL QUE HA REVOLUCIONADO EL MERCADO SOLAR: SOFTWARE DISEÑADO PARA ACELERAR LA ADOPCIÓN Y CRECIMIENTO DE NEGOCIOS SOLARES, A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE VARIOS PROCESOS EN UN SOLO FLUJO DE TRABAJO DIGITAL

La adopción solar en México está creciendo rápidamente, lo cual representa un problema para los desarrolladores e instaladores solares: mantenerse al día con la demanda del mercado solar, tanto residencial como comercial e industrial. ¿Cuál es el motivo de esto?

La cantidad de pasos necesarios para vender e instalar un sistema solar incluyen, entre otros, evaluación, desarrollo de una propuesta, diseño del sistema, generación de contratos, suministro, instalación y conexión del sistema. Cada una de estas tareas requiere de procesos independientes, muchos de los cuáles aún son manuales, lo cual ocasiona que un ciclo de venta completo, desde la prospección hasta el cierre de venta e instalación del sistema, pueda durar varias semanas o incluso meses, generando retrasos significativos para una empresa solar.

Sunwise integra todas estas funciones en una sola plataforma digital. La aplicación permite a un desarrollador evaluar el ROI del proyecto, crear una propuesta, diseñar un proyecto, generar contratos y adquirir materiales, en una sola sesión. Al automatizar estos procesos, la aplicación de Sunwise permite a los desarrolladores completar propuestas que solían tomar horas en cuestión de minutos.

Esta plataforma incrementa el número de instalaciones solares al permitir que el proceso de ventas e instalación sea más fácil y rápido para los desarrolladores, así como más agradable para los usuarios finales. La tecnología de Sunwise está diseñada para complementar el crecimiento exponencial de la energía solar y, con ello, los beneficios ambientales resultantes.



Múltiples funciones en una sola herramienta: Organización de información y seguimiento de contactos, generador de propuestas inteligentes y personalizadas, indicadores de venta y desempeño; y configuración de equipos y sus precios. ©

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

Fabricación de módulos y componentes: fábricas conectadas del futuro

Los fabricantes de equipos y módulos han utilizado durante mucho tiempo la **robótica** y otras tecnologías digitales para aumentar la precisión y reducir los costos en la fabricación de energía solar. La robotización es relevante para una digitalización más amplia del sector, ya que permite la recopilación de datos sobre procesos y eficiencias. En el futuro, existe un potencial para que las máquinas conectadas y el análisis avanzado de datos reduzcan aún más el costo de la fabricación de la cadena de valor fotovoltaica.

La tecnología de monitoreo avanzado también ayuda a reducir al mínimo el riesgo de exposición de las materias primas y los productos químicos utilizados en los procesos de fabricación fotovoltaica y también permite estándares mucho más altos de control de calidad. A lo largo del proceso de producción, la automatización ha permitido controles de calidad más profundos en módulos y celdas individuales.

Muchos fabricantes de equipos ya cuentan con sistemas avanzados para monitorear el rendimiento y la eficiencia de líneas de producción de módulos y celdas individuales. Otros participantes ven cada vez más solicitudes de los clientes de **equipos para poder comunicarse con otras máquinas y componentes en la fábrica** y con un sistema central de comunicaciones SCADA. Esto podría permitir la aplicación de mantenimiento predictivo a equipos de fabricación solar. Los clientes también desean que los equipos sean más flexibles y estén preparados para el futuro, capaces de adaptarse a las futuras innovaciones digitales en los procesos de fabricación.

De la misma manera que las operaciones y el mantenimiento de la energía solar están viendo la aparición de “trabajadores de campo digital”, algunos fabricantes de productos están implementando “**trabajadores de fábrica digitales**”, con sistemas de información que permitan al personal mejorar la precisión y la calidad de su trabajo. Esto podría hacerse en el futuro, no a través de equipos provistos por la compañía, sino mediante un programa de “trae tu propio dispositivo” para que la experiencia de usuario sea perfecta.

En ciertos nichos de mercado de tecnología fotovoltaica, también existe la posibilidad de una mayor personalización masiva en la fabricación de energía solar, donde los mayoristas, los usuarios finales o los arquitectos pueden encargar a los fabricantes piezas a medida. Es muy poco probable que esto se aplique a la tecnología fotovoltaica estándar de fabricación masiva, pero podría ser viable con productos de nicho más pequeños. Este es un ejemplo de tecnología digital que permite la apropiación por los consumidores de la actividad B2B. Esto podría implicar requerimientos específicos en términos de forma del módulo, características bifaciales o materiales que se adapten a condiciones de baja irradiación o alta temperatura. Igualmente, podría aplicarse a la construcción de sistemas fotovoltaicos integrados, orgánicos, de vidrio y transparentes. En los sistemas fotovoltaicos de vidrio, los clientes ya están pidiendo el producto “de acuerdo con la especificación”.

En el futuro, también es posible que la **impresión 3D** se pueda utilizar para fabricar módulos completos y piezas de repuesto de forma más económica, fácil y más cercana al sitio. Algunos fabricantes están invirtiendo en I+D en la impresión 3D, aunque muchos comentaristas creen que esto aún está muy lejos. Esto es particularmente relevante para piezas de repuesto de líneas de producción y modelos descontinuados.

DIGITALIZACIÓN Y EMPLEO

A medida que todos los sectores de la economía hacen la transición a industria 4.0 y a más operaciones digitales, está claro que es necesario abordar el problema de la robotización del trabajo y la posible reducción relacionada con la mano de obra poco calificada en el segmento ascendente de la cadena de valor solar. Se estima que la nueva tecnología podría llevar a un ahorro de tiempo de cinco a ocho horas de trabajo por semana por persona en toda la cadena de valor de la energía.²¹ Sin embargo, la experiencia de la digitalización en el sector solar ha demostrado que los trabajos poco calificados a menudo se **reemplazan con trabajos altamente calificados**, ya que el personal debe diseñar, mantener y operar el nuevo equipo.

No obstante, el sector de la energía solar fotovoltaica es diferente a muchos otros sectores de la economía debido

a su alto potencial de crecimiento en Europa y en todo el mundo. Actualmente se estima que toda la cadena de valor emplea 110,000 equivalentes a tiempo completo en Europa,²² y se proyecta que esto aumente siempre y cuando aumente la implementación. Los sistemas fotovoltaicos, y especialmente las aplicaciones montadas en la azotea, requieren una gran cantidad de trabajo en comparación con otras tecnologías de energía renovable y convencional y crea **empleos altamente especializados**. Se ha estimado que la energía solar genera trabajos equivalentes a 20 empleados de tiempo completo por MW para instalaciones en azoteas y 7 equivalentes a tiempo completo por MW para escala de servicios públicos, ambos relativamente altos en comparación con otras tecnologías renovables.²³



Planta de fabricación fotovoltaica en Dresden. © Solarwatt

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: SMA SE BENEFICIA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL TRABAJADOR EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN

La tendencia global hacia la digitalización también está teniendo efecto dentro de SMA. Las innovadoras soluciones de sistemas cumplen con los requisitos digitales de la industria de la energía y, con base en los servicios de energía digital, se están desarrollando nuevos modelos comerciales. La digitalización también ha encontrado su camino en el proceso de fabricación. En 2015, SMA implementó el sistema de información del trabajador (worker information system, WIS) en la producción de su inversor central, con el objetivo de crear un proceso de producción más flexible y eficiente. Al utilizar el WIS, SMA puede aumentar la calidad y seguridad del producto, la seguridad en el sitio y estar bien preparado para las auditorías.

Toda la información relevante para el proceso de producción se distribuye a través del WIS y los flujos de trabajo son controlados por este sistema. Los empleados usan ahora una representación visual en una consola en lugar de instrucciones de montaje impresas. El sistema WIS guía al personal de SMA a través de las fases de ensamblaje individuales y garantiza que todos los materiales se instalen, se conecten y se inspeccionen en el orden especificado previamente y con los pares correctos. Imagen por imagen, el trabajador aprende lo que hay que hacer. Esto alivia la carga del trabajador cuando se trata de componentes sensibles, complejos o variados.

Además, los trabajadores pueden ser utilizados de manera más flexible en las diferentes estaciones de ensamble individuales, ya que pueden capacitarse rápidamente en cada estación de trabajo gracias a la función del sistema como asistente virtual. Se evitan los errores de producción y se aseguran los flujos del proceso.

Todos los materiales instalados se ingresan en una solución de software SAP una vez que se ha completado un paso de ensamblaje. La interfaz de gestión de materiales de SAP garantiza que el material correcto esté disponible en cantidades suficientes en todo momento. Además, los datos capturados durante el flujo del proceso se guardan en el informe de prueba digital del dispositivo. De esta manera, los clientes y otros servicios de SMA siempre pueden ver los componentes del producto. Esto acorta el tiempo de respuesta si se necesitan trabajos de reparación.

La introducción de WIS ha dado frutos a SMA: el tiempo de producción se ha reducido y la calidad del producto ha aumentado. Esta es la razón por la que SMA planea usar el WIS en sitios de producción adicionales para aumentar aún más la productividad. El sistema de tornillo digital que ha estado funcionando en paralelo, hasta ahora también se conectará al WIS. La flota de fábricas digitales de SMA se está expandiendo constantemente.



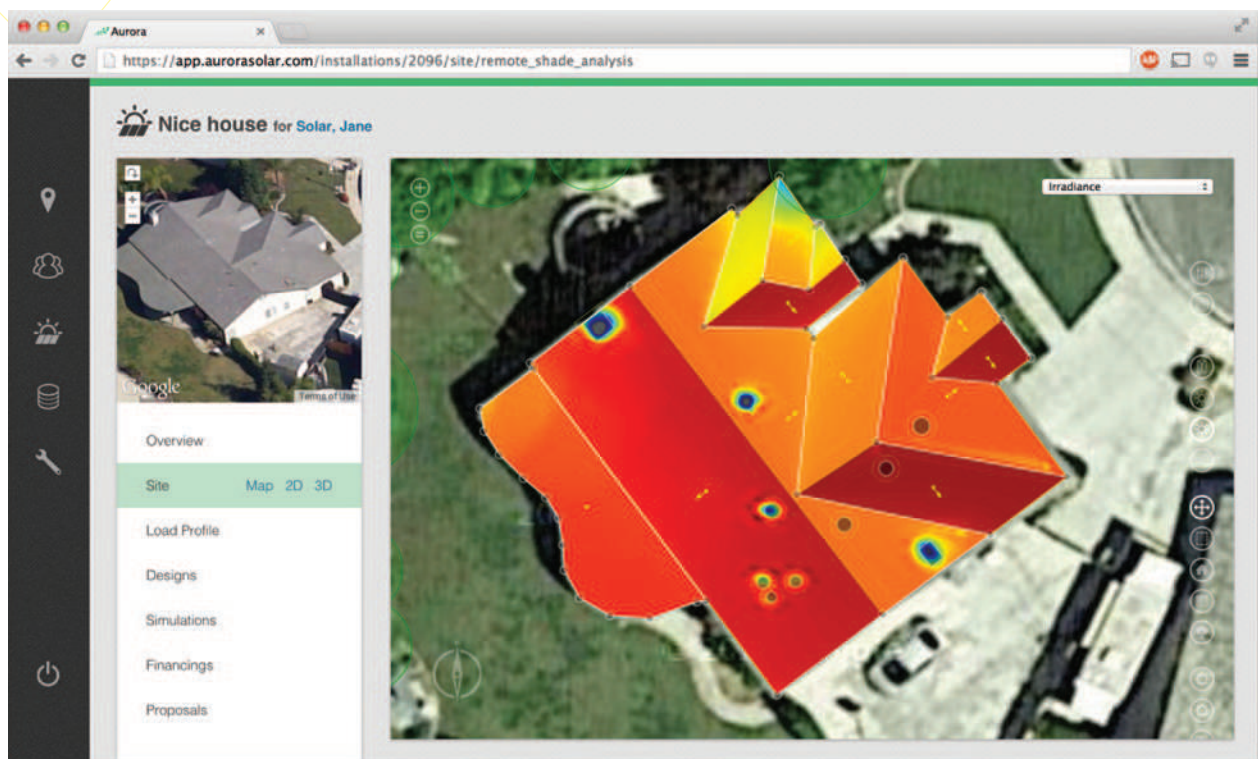
Worker Information System. © SMA Solar Technology

Adquisición de clientes y diseño de instalación: mapas satelitales y software de diseño remoto

Una de las principales formas en que la digitalización podría reducir los costos en la industria solar es mediante el uso de imágenes satelitales, tecnología de detección y rango de luz 3D (Light Detection and Ranging, LIDAR) y software de diseño remoto. Esta tecnología puede ayudar a los desarrolladores de proyectos a estimar con precisión y rapidez los sistemas de producción, ahorro y diseño sin tener que enviar un representante en persona para evaluar la azotea. Esto también tiene un potencial de reducción de costos porque significa que los representantes que no son ingenieros o que tienen menos conocimientos técnicos pueden usar estos sistemas de software para diseñar instalaciones de calidad. Dichas herramientas, de las que Google Project Sunroof es un ejemplo, también pueden acelerar los procesos y aumentar la precisión de la información proporcionada al cliente, aumentando la probabilidad de que tome una decisión de inversión.

El uso de software de diseño remoto en combinación con los datos de medidores inteligentes también puede optimizar la orientación (sur o este-oeste) y la inclinación para maximizar la producción y adaptarse al perfil de demanda del edificio o aprovechar al máximo los patrones en los precios de la electricidad. Los datos de medidores inteligentes pueden ayudar a identificar a los clientes que podrían tener una alta tasa de autoconsumo, lo que hace que el proceso de adquisición de clientes sea más eficiente. El software de diseño remoto también podría ayudar a un municipio a identificar techos adecuados en su área y potencialmente planificar un programa de despliegue fotovoltaico calle por calle, lo que reduce aún más los costos.

La tecnología satelital también se puede combinar con datos climáticos para diseñar sistemas más adaptados al clima local, por ejemplo, nieve, viento o polvo.



Captura de pantalla de la plataforma de diseño remoto. © Aurora Solar

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: GOOGLE: PROJECT SUNROOF

Google Maps APIs

Google ha estado utilizando fuentes de energía renovable dentro de su infraestructura y más allá durante muchos años: en 2017, anunció un compromiso del 100 por ciento de energía renovable en sus operaciones mundiales. Con el Proyecto Sunroof, Google quiere ayudar a que las personas estén aún más conscientes del potencial solar de sus propios hogares.

El Proyecto Sunroof se lanzó en los Estados Unidos en 2015 como una herramienta fácil que permite a los consumidores tomar decisiones adecuadas sobre la energía solar para sus hogares. En 2017, en asociación con E.ON y el productor de software Tetraeder, Google puso esta información a disposición de usuarios fuera de los E.U.A. por primera vez. En Alemania, los usuarios ahora pueden ver el potencial solar de sus techos y fácilmente explorar sin problemas un producto solar adecuado de E.ON. El proyecto Sunroof cubre actualmente alrededor de 7 millones de edificios en Alemania, incluidas áreas urbanas como Múnich, Berlín, Rin-Meno y el Ruhr.

Para estimar el potencial solar para edificios individuales, Google combina Google Earth, Google Maps, modelos 3D y aprendizaje automático para estimar el potencial de generación solar de manera precisa y a gran escala.

El Proyecto Sunroof calcula la cantidad de luz solar que cae sobre el techo, teniendo en cuenta los patrones climáticos históricos, la ubicación del sol durante todo el año, la geometría del techo y la sombra de objetos cercanos, por ejemplo, de árboles y edificios. En conjunto con E.ON y Tetraeder, Google creó una herramienta que combina todos estos factores para estimar el potencial de generación de energía solar de una dirección en particular e incluso permite a los usuarios planificar el diseño, los costos y los beneficios de un sistema solar.

El proyecto Sunroof está en www.eon-solar.de desde mayo de 2017, y E.ON ha visto excelentes resultados. Hasta 20,000 clientes por mes están utilizando la integración del proyecto Sunroof para obtener una primera estimación rápida de sus ahorros potenciales con energía solar en la azotea y baterías. “Estamos muy contentos con los resultados de nuestra cooperación y esperamos poder ofrecer aún más valor a nuestros clientes en el futuro”, dice Nils Kockmann, Director de Aplicaciones y Baterías FV y Baterías en línea de E.ON Solutions.



Project Sunroof © Google

Digitalización de la operación y mantenimiento, y de la gestión de activos

La tecnología digital también se puede utilizar, especialmente en instalaciones solares de gran escala con montaje a nivel suelo, y el análisis de datos pueden ayudar a diagnosticar fallas de forma remota, mejorar el mantenimiento preventivo y **aumentar el rendimiento de la planta**. En la actualidad, la mayoría de los datos solares se comunican mediante una interconexión normal DSL y LAN con GPRS como respaldo. Las redes de área amplia de baja potencia (LPWAN) pueden usarse en el futuro, las cuales están permitiendo el uso de comunicaciones de internet de las cosas (IoT).

Los sistemas de monitoreo ya miden y procesan una gran cantidad de datos de plantas solares a gran escala: datos de medidores de energía, irradiación, temperaturas del módulo, datos meteorológicos, monitoreo a nivel de cadena y mediciones del inversor en el lado de corriente alterna y corriente continua. A medida que las tecnologías maduren, solo se recopilarán datos que puedan **generar valor y monetizarse**, lo que reducirá los costos de recopilación de datos y hará que los procesos sean más eficientes.

También se usa software avanzado en la gestión de datos operativos: intervenciones, tiempos de reacción y resolución, tipos de eventos, diagnóstico final de causa y costo de las intervenciones (tanto en términos de mano de obra como de materiales). Estos datos se utilizan para optimizar la operación del activo al menor costo.

FIGURA 5 OPERACIONES DIGITALES Y MANTENIMIENTO DE PARQUES SOLARES A NIVEL SERVICIOS PÚBLICOS.



MEP GROUP, España. © Benjamin A. Monn Photography 2009

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

- **La administración mejorada del ciclo de vida de los activos** se puede realizar con las principales plataformas de conectividad industrial para aprovechar big data y aumentar la eficiencia. Se puede utilizar ingeniería digital para modelar y simular sistemas. Los datos se pueden analizar a nivel de portafolio, nivel de planta, nivel de inversor, nivel de cadena y de módulo. Una evaluación comparativa de estas plataformas de datos industriales sería útil para avanzar.
- **El mantenimiento predictivo** puede usar patrones en la temperatura y en la salida para predecir la degradación del módulo, la suciedad, las fallas de los componentes (por ejemplo, módulos, inversores o cajas de conexión) o fallas del sistema. Esto podría eliminar algunas visitas de mantenimiento, anticipar otras y reducir costosas visitas de emergencia no planificadas.
- **El sensor y control remotos**, las comunicaciones 5G e inalámbricas, las pruebas de sistemas embebidos y el análisis de datos pueden ayudar a diagnosticar fallas de forma remota, mejorar el mantenimiento preventivo y aumentar el rendimiento de la planta. En la actualidad, la mayoría de los datos solares se comunican mediante una interconexión normal DSL y LAN con GPRS como respaldo. Las redes de área amplia de baja potencia (LPWAN) pueden usarse en el futuro, lo que también permite muchas comunicaciones de IoT.
- **Computación en la nube (cloud computing)** se utiliza para almacenar datos de los (dataloggers) registradores de datos en el sitio. Tenga en cuenta que en esta área falta una norma de la Comisión Internacional Electrotécnica (IEC) o una norma internacional similar y por lo tanto se necesita más trabajo en esta área, especialmente con respecto a los ahorros que se pueden generar.
- **Los trabajadores de campo digitales** que usan tecnología móvil pueden hacer más eficientes las operaciones en campo y los centros de control pueden rastrear su ubicación para asignarles trabajos de una manera optimizada. Cuantos más datos ingresen al sistema los trabajadores de campo en tiempo real, mejor será la información sobre los tiempos de respuesta y mejor será el análisis de las mejoras en el rendimiento. La tecnología “smart glasses” podría incluso usarse en el futuro para ayudar en el mantenimiento.
- **Los drones** se pueden utilizar para realizar imágenes visuales de módulos, cableado y otros componentes de la planta y monitoreo de imágenes térmicas infrarrojas. En el futuro, los drones pueden tener sus propias capacidades de análisis de datos a bordo para detectar patrones y cambios.
- **El pronóstico satelital** para mediciones de forma remota de variables ambientales, como la irradiación, se considera ahora la mejor práctica. El pronóstico también permite que las visitas de mantenimiento sean más oportunas y se puede comparar con datos de medición reales para mejorar aún más la precisión. Los servicios de datos satelitales son precisos a lo largo del año y son menos propensos a errores sistémicos. De cara al futuro, es probable que veamos más y más granularidad en los datos satelitales, por ejemplo, intervalos de 5 o 10 minutos. Esta tecnología también se puede utilizar para monitorear el estado de suciedad de los módulos solares y así optimizar su lavado y, por ende, su rendimiento
- **La impresión 3D** podría, en el futuro, reducir los costos en la gestión de piezas de repuesto al reducir la cantidad de unidades que hay que almacenar, disminuir los plazos de entrega y fabricar piezas de repuesto más cerca del sitio.

En lo que respecta a los sistemas para azoteas a pequeña escala, ha sido en el pasado un segmento de aplicaciones con un mínimo y rutinario monitoreo y O&M. Sin embargo, la digitalización y la computación de bajo costo podría hacer que los servicios de O&M sean viables para este segmento. Esto aplica tanto a las nuevas instalaciones como al retrofitting de instalaciones existentes (especialmente para aquellas con tarifas incentivadas altas). Los beneficios potenciales incluyen un mayor rendimiento debido a la detección de suciedad en los módulos y alertas inmediatas cuando los componentes no funcionen correctamente.

Muchos proveedores diferentes ofrecen **soluciones de monitoreo para sistemas residenciales y de pequeña escala**. Una de las funciones posibles de los sistemas de gestión de energía de edificios a pequeña escala también podría ser la detección de fallas e irregularidades en el sistema fotovoltaico. Según los consultores líderes, se espera que la ganancia acumulada global para el mercado de monitoreo en residencias solares alcance los \$5,400 millones entre 2017 y 2026, monitoreando hasta 40 millones de sistemas residenciales individuales. Esta cifra incluye análisis de diagnóstico y hardware, pero no visitas domiciliarias ni reparaciones, que podrían agregar otros \$2,000 millones por año para 2026. En el futuro, existe la posibilidad de utilizar computación en la nube y el análisis de big data no solo para monitorear, sino también para actuar; por ejemplo, recomendar desviadores de potencia o agrupar instalaciones para obtener ganancias por servicios prestados a la red.



Dron inspeccionando una granja solar. © Love Silhouette

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: AEROSPEC: EL VALOR DE LA ANALÍTICA IMPULSADA POR LA IA EN LA O&M SOLAR

Aerospec es una empresa de análisis de datos que desarrolla una solución para O&M autónomo de parques solares. Se combina la última tecnología de drones e inteligencia artificial para lograr inspecciones a parques solares coleccionando datos aéreos de alta calidad para detectar anomalías.

El uso de drones para las inspecciones es de gran valor. La técnica consiste en montar una cámara infrarroja de alta definición en un dron que grabará videos; después, los videos serán interpretados por nuestra plataforma que a través de IA reportará hasta 7 diferentes fallas en un parque solar: “hotspot”, diodo, grietas o roturas, sombras, “string anomaly”, paneles defectuosos u otras anomalías (“trackers”). Este proceso ahorra tiempo y dinero en mantenimiento y operación.

Aerospec también cuenta con una aplicación para el vuelo autónomo de drones. Esto hace que el vuelo sea más eficiente y evite repeticiones de líneas ya inspeccionadas.



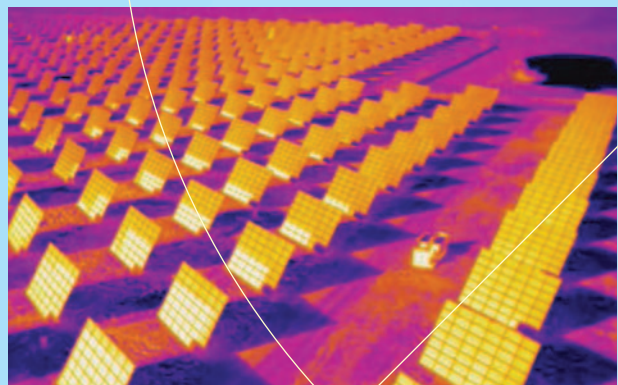
Inspección a un parque solar.



El proyecto más emblemático que Aerospec ha realizado, fue en México; una inspección a la planta solar fotovoltaica más grande de América. Esta planta cuenta con una capacidad instalada de 848 MW. Gracias a la tecnología de la plataforma de Aerospec, se identificaron y localizaron con éxito todas las fallas que afectaban a la generación de energía del parque. La recolección de datos fue realizada en 7 días con 6 pilotos y 3 drones. El reporte final se entregó en 21 días. Se inspeccionaron 2.5 millones de paneles con 179 misiones y 0 accidentes con un 99.7% de precisión.

Nuestra plataforma genera 3 reportes al momento de terminar la inspección. El primero es un archivo PDF, el segundo es un archivo EXCEL y el último que genera es un archivo KMZ.

Nuestra plataforma está basada en la nube y es fácil de usar. Es compatible con todos los dispositivos electrónicos (teléfonos móviles, tabletas, ordenadores). Se puede acceder a la plataforma en cualquier momento, tanto para las operaciones de campo como para la gestión de rendimientos.



Tecnología usada por Aerospec para detección de fallas en módulos fotovoltaicos.



CASO DE ESTUDIO: ENEL GREEN POWER MÉXICO: DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE REPORTE DE EVENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Enel Green Power México es el líder nacional en generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables de México. Disponiendo de un portafolio local que engloba tecnologías eólicas, hidráulicas y solar fotovoltaica. Dentro de esta última tecnología, entre otro proyecto destaca la planta solar fotovoltaica de Villanueva I y III, como la planta solar más grande de las Américas, con una potencia instalada de 828 MW.

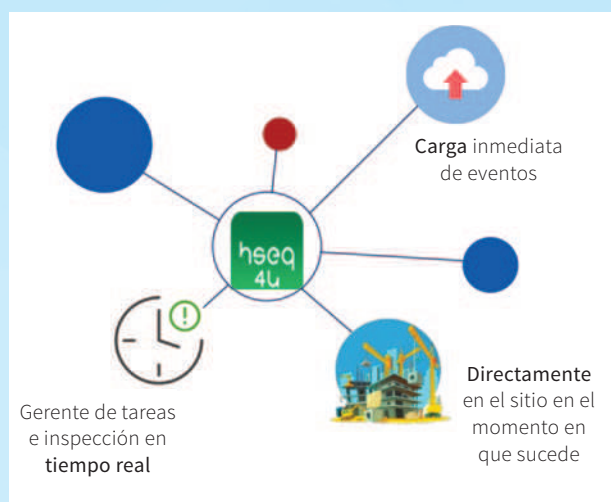
Uno de los principios fundamentales de Enel Green Power México es la prevención y protección de su recurso más valioso, su recurso humano. Siendo así, la seguridad industrial y la protección del medio ambiente se consideran una pieza clave en el desarrollo estratégico en México y el resto de los países donde se opera.

Para alcanzar y mantener la filosofía de “accidentes cero”, obtenida durante estos últimos años, se ha trabajado en la innovación y la digitalización de muchos de los procesos existentes, aumentando así la eficiencia en la concienciación y la obtención de la información necesaria para desarrollar las estrategias y los programas de protección y prevención de accidentes de nuestros trabajadores y de los colaboradores externos de nuestras plantas solares. Se ha

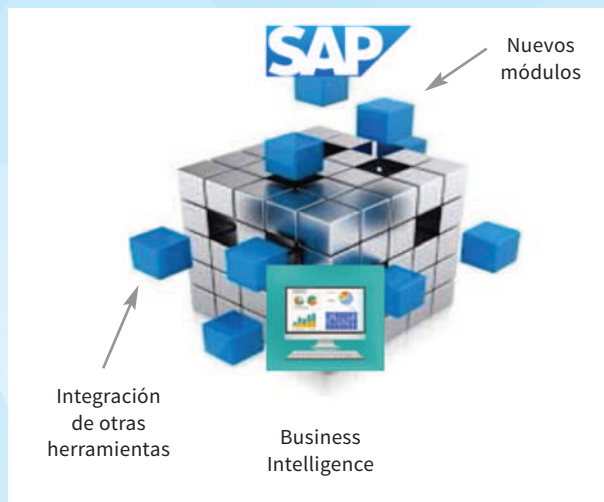
desarrollado la digitalización del proceso de reporte de eventos e incidentes laborales a través de una aplicación, de público acceso, conocida como HSEQ4U, mediante la cual todo empleado de la empresa o externo debe notificar cualquier evento de seguridad y medio ambiente.

El éxito alcanzado con la implantación y difusión de dicha aplicación es tal, que, de un nivel de reporte no superior a 30 eventos de seguridad y medio ambiente por año, se ha alcanzado una cifra de más de 4500 eventos anuales en los últimos dos años. Convirtiendo así a México, en el país de todo el grupo Enel Green Power que mayor número de eventos reporta, alcanzando casi un 40% del reporte total anual de todo el grupo, en todos los países que tiene presencia.

El valor que aporta esta digitalización es muy elevado, puesto que permite generar una cantidad de información suficiente como para aplicar un robusto proceso de análisis de datos y desarrollar el business intelligence soportado en SAP. El resultado de este se materializa en proyectos y planes de acción muy específicos, ajustados a las necesidades reales de nuestras instalaciones solares, alcanzando unos niveles óptimos de seguridad industrial y protección del medio ambiente.



Eficiencia del proceso de reporte.



Análisis de datos y desarrollo estratégico.

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: IER-UNAM: DATOS ABIERTOS Y ACCESIBLES PARA GENERAR CONOCIMIENTO SOBRE COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los dispositivos fotovoltaicos han demostrado su confiabilidad; sin embargo, los expertos continúan buscando medidas para mejorar su desempeño. Así, el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y el Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (IER-UNAM) analizaron los sistemas instalados de 2008 a 2017 en el marco del programa Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable (PDRS).

El FIRCO ha sido una de las instituciones gubernamentales que, mediante apoyos a fondo perdido, ha fomentado el uso de la tecnología fotovoltaica en el sector agrícola. Durante el período de 2008 al 2017 se apoyaron proyectos productivos del sector agropecuario (agronegocios) con el programa PDRS. Este programa fomentaba el uso de las fuentes limpias de energía, entre ellas la energía solar fotovoltaica.

Para extender los beneficios del programa y analizar su impacto en la promoción de agronegocios sustentables, el IER-UNAM, en el marco del Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar, lideró un proyecto titulado: “Estudio de la degradación en módulos y sistemas fotovoltaicos. Servicio de diagnósticos para el análisis de fenómenos de degradación de la tecnología solar fotovoltaica”. El objetivo del proyecto fue analizar los defectos que presentaron los módulos en cualquier etapa de su vida útil como la delaminación, corrosión en cintas metálicas, decoloración en celdas e integridad del tedlar.

FIRCO proporcionó la base de datos con el registro de 725 proyectos productivos que implementaron sistemas fotovoltaicos interconectados a la red para beneficiar sus actividades agrícolas. El equipo de expertos del IER-UNAM realizó una revisión de algunas de estas instalaciones para poder determinar el grado de desgaste que habían sufrido. La selección de los sistemas se hizo considerando la climatología del lugar, la edad de los sistemas y el tipo de tecnología fotovoltaica. Se realizó una división entre los sistemas con mayor número de años en operación y aquellos con un menor tiempo. Para poder elegir los sistemas según las regiones dentro del país, se utilizó la clasificación de clima Köppen que está basada en la relación empírica entre clima y vegetación.

Los resultados de esta colaboración buscan impactar de manera directa en el fortalecimiento de la industria fotovoltaica en México. Mediante la participación de expertos nacionales se logra determinar la correlación entre factores ambientales y de operación que generan fallas en los sistemas y problemas de interconexión a la red.



Medición de curvas corriente vs tensión (I-V).

CASO DE ESTUDIO: QOS ENERGY: DIGITALIZAR EL FUNCIONAMIENTO Y EL MANTENIMIENTO MEDIANTE SOLUCIONES DE INTELIGENCIA DE DATOS

Hoy en día, las plantas solares son muy habladoras, envían una gran cantidad de datos recopilados por millones de sensores, bases de datos, SCADAs y registradores de datos. Dar sentido a esta amplia diversidad y a un gran volumen de datos es un desafío para muchos productores y operadores de energía renovable.

Las plantas fotovoltaicas se convierten a menudo en instalaciones sofisticadas que incluyen cientos de inversores, cajas de combinación, así como decenas de miles de sensores que generan hasta 20,000 valores medidos y calculados cada 5 minutos.

En particular, en este contexto competitivo de reducción del costo de electricidad nivelado (LCOE), la interpretación y explotación del valor de estos datos es fundamental, ya que permite evitar las pérdidas de energía, aumentar la producción de energía y reducir el tiempo de inactividad mediante la optimización de los procesos de mantenimiento y del tiempo medio de reparación. Cada décima parte del porcentaje cuenta para optimizar el rendimiento de las plantas renovables. Una proporción de rendimiento de aumento significa un aumento de la producción, que también significa un aumento de los ingresos.

Alcanzar un alto nivel de rendimiento de datos y digitalización requiere pasar por un proceso sistemático para transformar conjuntos de datos sin sentido en análisis, tableros y alertas muy útiles que ayudan los equipos y propietarios de activos de O&M a aprovechar el potencial de sus datos en un único datahub.

Enriquecer los datos utilizando un amplio ecosistema (datos meteorológicos, datos de mantenimiento, previsiones de energía, precios de la energía, ERP) también es fundamental para aprovechar todo el potencial del datahub. La conexión de datos de terceros se vuelve necesaria.

La plataforma de gestión de energía renovable Quantum® recopila sin problemas las informaciones de los sistemas de monitoreo de las plantas, y transforma los datos en análisis integrales, paneles, alertas y eventos.

La plataforma ayuda a los clientes actuales en México y Norteamérica a recopilar los datos de activos heterogéneos, a analizar en detalle el desempeño de su cartera y a reducir el tiempo de inactividad mediante herramientas de gestión de mantenimiento.



La inteligencia de datos permite mejorar los procesos de operación y mantenimiento.

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: ALECTRIS: NAUTILUS SOLAR IMPULSADO POR ACTIS – HA DADO LUGAR A UN INCREMENTO SUPERIOR AL 77% EN LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN DE LA MONITORIZACIÓN Y EL REPORTE

Nautilus Solar Energy es una compañía de desarrollo y asset management focalizada en proyectos de generación distribuida, en comunidades y en proyectos a gran escala.

Nautilus Solar buscó una plataforma que resolviera sus ineficiencias, como los tiempos improductivos y falta de crecimiento sostenible. El objetivo era identificar un software que proporcionase:

- Una plataforma centralizada para la monitorización de activos dispersos, gestión de alarmas y su resolución.
- Control estricto de costes y de la facturación a clientes.
- Gestión eficiente del equipo y de la rentabilidad de los contratos.
- Asegurar el cumplimiento de las tareas de gestión de activos
- Operaciones optimizadas en toda la organización.
- Facturas PPA simplificadas y automatizadas para los clientes de plantas solares comunitarias.

- Reporte preciso y en tiempo real ya sea interno o para clientes, con el mínimo esfuerzo posible.
- Gestión eficiente de cobros y pagos.
- Recopilación de servicios incluidos y no incluidos en el alcance del contrato.

Nautilus Solar seleccionó ACTIS, Asset Control Telemetry Information System, como la herramienta más adecuada gracias a las funcionalidades que incluye en una única plataforma. ACTIS se originó a partir de la experiencia de la compañía Alectris en el desarrollo solar y en las operaciones y el mantenimiento de activos solares. ACTIS se implementó siguiendo el proceso siguiente:

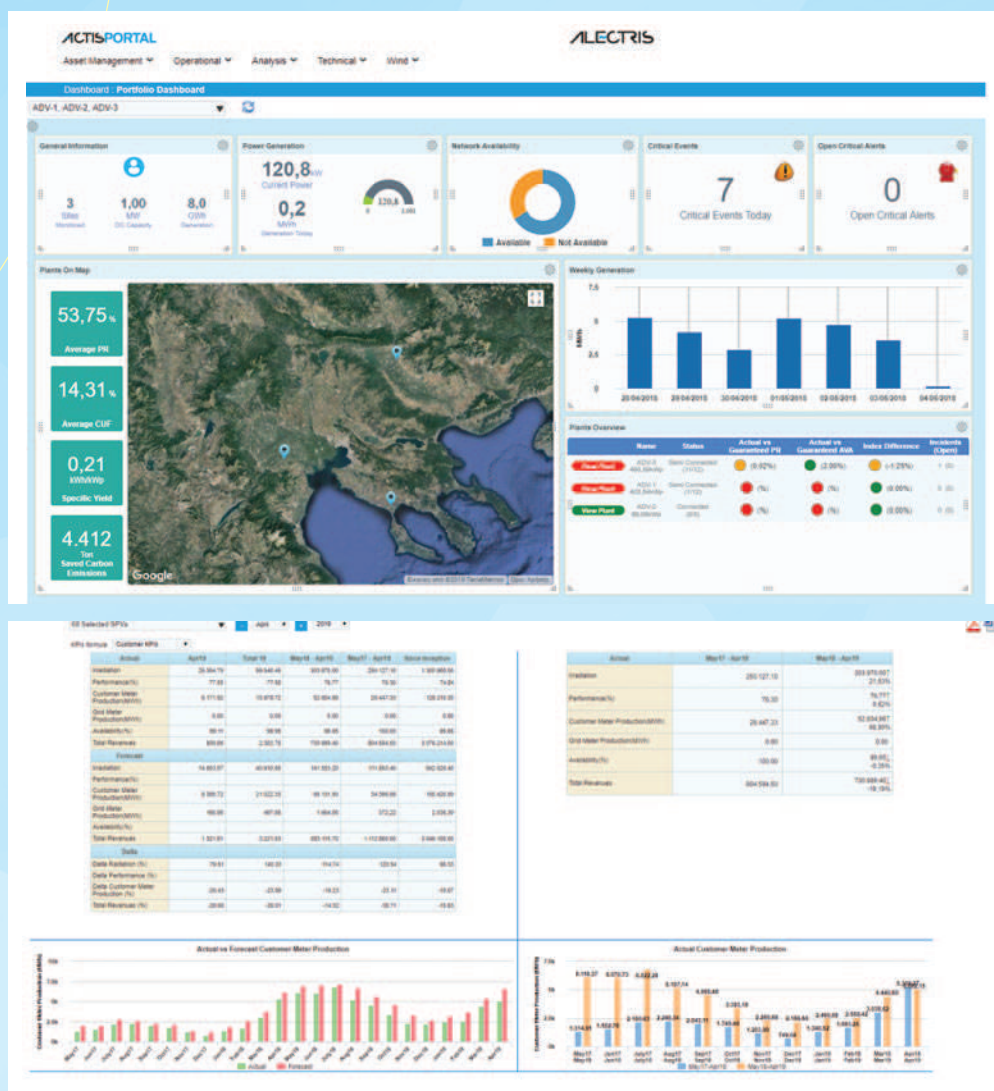
- Fase 1: Consolidación de datos desde varios sistemas de monitorización y estandarización de las alertas en todo el portafolio de activos.
- Fase 2: Personalización de la plataforma de acuerdo con las necesidades individuales de Nautilus Solar.
- Fase 3: Integración con el software contable.
- Fase 4: Personalización en ACTIS de los informes existentes.
- Fase 5: Diseño de nuevos informes operativos y financieros.



Entrenamiento en una de las salas de control de software ACTIS Solar ERP, Grecia. © Alectris

Los resultados en términos de mejoras de eficiencia alcanzados superaron las expectativas:

- Mejora en la eficiencia operativa en monitorización gracias a la integración de información operacional y monitorización en una única plataforma, al reducir el tiempo dedicado hasta ahora en un 29%.
- Mejora en la eficacia del reporte gracias a la consolidación de datos e información en una única plataforma, reduciendo el tiempo dedicado hasta ahora en un 77%.
- Facturación automatizada de los contratos de acuerdos de compra de energía (PPA) con comunidades solares, enviando las facturas a los clientes directamente desde la aplicación.



La plataforma ACTIC de Alecris.

2 REDUCCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DEL RENDIMIENTO

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: LOS SERVICIOS DIGITALIZADOS DE O&M DE BAYWA R.E. ANÁLISIS MEJORADO DE RENDIMIENTO MEDIANTE INSPECCIONES AÉREAS TERMGRÁFICAS Y SOFTWARE ESPECIALIZADO

Como proveedor global líder de servicios de operación y mantenimiento, BayWa r.e. está invirtiendo fuertemente en la digitalización para mejorar el rendimiento operativo de las plantas fotovoltaicas que administra y para reducir los costos de mantenimiento. Además de su amplia presencia en Europa, BayWa r.e. actualmente tiene a su cargo un portafolio de alrededor de 100 MW en los EE. UU. y México, al cual proporciona servicios de O&M y asset management.

Desde 2017, BayWa r.e. ha adoptado la termografía infrarroja con drones como el método estándar para el análisis rápido y preciso de fallas en los módulos fotovoltaicos. Con esta tecnología y con una amplia experiencia acumulada en campo, BayWa r.e. ha mejorado significativamente la capacidad de correlacionar los resultados de las inspecciones termográficas con los datos de rendimiento, para así tomar decisiones de mantenimiento eficientes.

Entre los objetivos de la estrategia de digitalización de BayWa r.e. está también la ambiciosa tarea de poder utilizar y aplicar completamente los millones de datos de monitoreo que la compañía tiene a su disposición, para diseñar nuevas estrategias de mantenimiento predictivo y optimizar las operaciones en campo.

La participación de la rama italiana de BayWa r.e. en el proyecto Solar-Trainⁱⁱ (financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, GA. no. 721452) ilustra este compromiso. El proyecto apunta a mejorar la vida útil de las plantas fotovoltaicas, mediante el esfuerzo de 14 investigadores que estudian cómo mejorar el rendimiento de éstas mediante la aplicación de diversas disciplinas, entre ellas la ciencia de materiales, la estadística aplicada y la minería de datos.



Uno de los pilares de la digitalización es brindar resultados más centrados en el cliente. En este contexto, BayWa r.e. tiene como objetivo centralizar y digitalizar, con total transparencia, todos sus servicios de O&M a través de tecnologías líderes en el mercado, como la plataforma PowerHub,ⁱⁱⁱ con sede en Canadá, que proporciona cálculos y reportes automatizados de KPIs, facturación y cobranza, tickets de mantenimiento, gestión de contratos, entre otras características. Además, BayWa r.e. ha comenzado a implementar tecnología basada en Inteligencia Artificial en colaboración con la startup israelí Raycatch,^{iv} la cual ha desarrollado DeepSolar™, una solución de software altamente innovadora que realiza análisis de rendimiento a nivel de cadena para predecir posibles fallas.

Es así como BayWa r.e. está potencializando sus actividades de O&M y apoyando el proceso de toma de decisiones que finalmente contribuirá a brindar un mejor servicio a sus clientes.



Inspección aérea termográfica. © BayWa r.e.

ii <https://www.solar-train.eu>

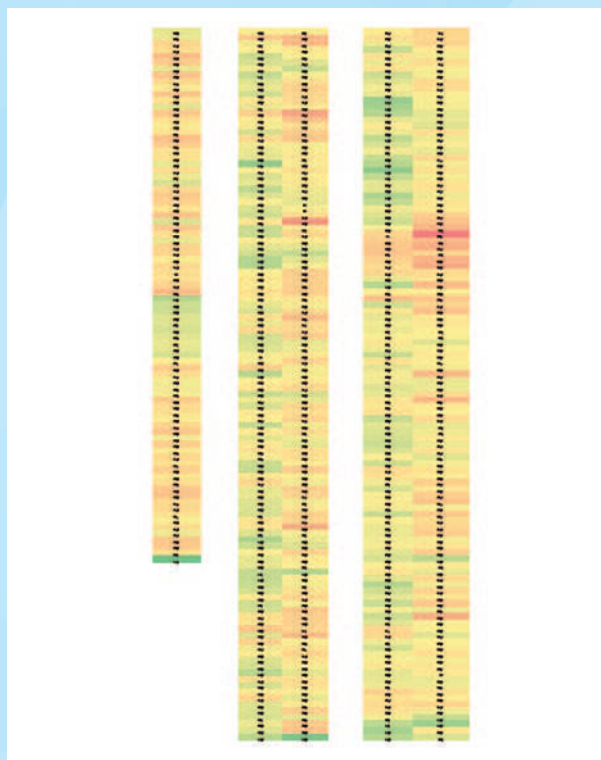
iii <https://powerhub.com>

iv <https://raycatch.com>

CASO DE ESTUDIO: GAUSS ENERGÍA: OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE VALORES RELATIVOS



La rastreabilidad de sub-elementos de una central fotovoltaica vía SCADA permite realizar análisis de alto detalle sobre su desempeño relativo respecto de sub-elementos eléctricos comparables. En este sentido, el análisis de producción relativa tomando un sub-sistema de control, permite identificar tendencias o comportamientos en afectación de la producción que representan una oportunidad de mejora. En particular, un análisis de gran utilidad se obtiene para dimensionar el factor de soiling o suciedad de los módulos fotovoltaicos de la planta, pudiendo asignar valores relativos a cada sub-sistema (inversor de cadena, o medición por cadena) para alimentar un modelo de costo-beneficio de limpiezas de módulos. Con la desagregación que permite el monitoreo en tiempo real de subsistemas tan pequeños como un 0.05% de la planta solar, el administrador del activo puede tomar decisiones de inversión informadas, atacando las regiones identificadas con mayor suciedad conforme a los resultados de su modelo de costo-beneficio, mismo que refleja el momento óptimo para detonar una intervención de limpieza, minimizando el riesgo de un costo hundido (ie. una limpieza en temporada de lluvias puede resultar en pérdidas en vez de ganancias). En el contexto de la mano de obra y disponibilidad de recursos en México para dichas actividades, una intervención oportuna permite recuperar hasta 3% de los ingresos mensuales esperados, esto se refiere al mes particular de la intervención de mejora. Este mismo ejercicio es útil para otros factores exógenos como la afectación de producción por sombreado de maleza, o aquellos intrínsecos al funcionamiento eléctrico de los sistemas bajo análisis.



Heat map de producción dispuesto conforme a arreglo eléctrico/geográfico.

3

INTEGRACIÓN DE LA RED DIGITAL

La energía solar como parte integral de la red. © SunPower Corporation

La digitalización también puede ser un medio para **integrar más energía renovable variable** como la energía solar y eólica en la red y lograr beneficios en todo el sistema. Esto permite una mayor proporción de energías renovables en el sistema de lo que hubiera sido posible sin la implementación de tecnología inteligente.

Los analistas líderes definen una red digital o inteligente y sus principales objetivos de la siguiente manera:²⁶

“Una “red digital” es una red eléctrica digitalizada que utiliza una nueva tecnología, como sensores, comunicaciones inalámbricas y análisis de big data para monitorear, controlar y automatizar de forma remota la red. El objetivo de una red digital es mejorar la confiabilidad, la disponibilidad y la eficiencia de la red mientras se gestiona mejor una mayor generación distribuida”.

Mejor combinación de oferta y demanda con redes inteligentes

El análisis de big data y de la nube puede permitir mejores predicciones y una gestión en tiempo real de la carga de la red, una mejor correspondencia de la oferta y la demanda y, por lo tanto, una mayor participación de las energías renovables variables, como son la eólica y la solar.

De acuerdo con ASOLMEX, México cuenta con el potencial para convertirse en la séptima potencia de energía solar en el mundo pues 85% del territorio nacional es óptimo para el despliegue de la energía solar fotovoltaica. Con sus 4,326 MW de capacidad instalada, repartida entre proyectos de gran escala y de generación solar distribuida (GSD), representa un crecimiento del mercado solar mexicano en un 66.1% de 2018 al primer semestre de 2019. Con lo anterior se han fomentado más de 60 mil empleos en toda la cadena de valor del mercado solar mexicano. Además, la GSD representa el 16% de la capacidad instalada total con 693 MW y cerca de 100 mil contratos a nivel nacional para generación distribuida.

Las redes inteligentes, la adaptación a la demanda y el almacenamiento podrían reducir restricciones de energía solar y eólica a través de la UE de 7% a 1.6% y evitar 30Mt de emisiones anuales de CO₂.

Esto ha permitido un ahorro del 95%-para ciertos casos-en la tarifa eléctrica que pagan los usuarios beneficiando a los 14 estados del país que cuentan con GSD.

La combinación de energía solar con almacenamiento de energía detrás del medidor y a gran escala puede favorecer al mejor uso de la electricidad solar de costo marginal cero cuando esté disponible y **optimizada para la inyección en la red**. El almacenamiento optimizado en la red reduce la capacidad de alimentación, lo que a su vez puede aumentar la capacidad de la red local en un 66%.²⁷ Además, el análisis de la energía solar y el almacenamiento en Alemania ha demostrado que alrededor de 165 GWh de electricidad auto consumida ha reducido el gasto en tarifas de alimentación en €21.4 millones de euros.²⁸ El estudio también encontró que una combinación de almacenamiento con soporte a energía solar y a la red puede duplicar la capacidad de la red para absorber la alimentación fotovoltaica sin necesidad de infraestructura adicional. Esta es una gran oportunidad sistémica para la

energía solar, ya que permite que se integre más tecnología fotovoltaica en la red sin gastar en refuerzos para la red.

Un mejor monitoreo y control remotos permiten el balanceo de carga en tiempo real, así como señales y tarifas actualizadas al minuto lo cual permitirá a los clientes responder mejor a las señales de precios y crear una red eléctrica más flexible, más adecuada para la generación variable.

Los dispositivos inteligentes y los sensores en la red podrían generar un valor de \$18 mil millones para el sistema de energía en general y los clientes podrían ahorrar \$290 mil millones de un consumo máximo más bajo en los próximos 10 años.²⁹

A la fecha, se han realizado más de 450 proyectos de redes inteligentes en Europa, con un total de €3.5 mil millones de inversión. Muchos de estos han comenzado a nivel de vecindario o ciudad, lo que permite una mayor optimización y equilibrio locales.

BLOCKCHAIN

Con la tecnología de registro distribuido blockchain, puede atribuir la demanda a consumidores específicos en intervalos de cinco minutos o incluso minuto a minuto, registrando cuándo, dónde y quién genera la electricidad. Esto podría ayudar a optimizar las operaciones de red a nivel de distribución y transmisión. La tecnología blockchain,

especialmente cuando se combina con la tecnología de inteligencia artificial, podría simplificar o eliminar el proceso de compensación, que es la conciliación del consumo previsto o planificado con el consumo real de los clientes según lo registrado por sus medidores. La oferta y la demanda podrían equilibrarse con los contratos de blockchain inteligente dentro de las microrredes, las centrales eléctricas virtuales y el mercado de balanceo.



Electricity pylon. © Lisa S

3 INTEGRACIÓN DE LA RED DIGITAL / CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: LOS SERVICIOS DE ENERGÍA LLAVE EN MANO GRIDSENSE DE ALPIQ CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS, CALEFACCIÓN Y MOVILIDAD ELÉCTRICA

ALPIQ

GridSense es la tecnología inteligente del futuro de la empresa suiza Alpiq. Controla equipos eléctricos como bombas de calor, calderas, estaciones de carga de automóviles eléctricos y baterías de forma autónoma y descentralizada.

GridSense utiliza inteligencia adaptativa para medir, aprender y anticipar el comportamiento del usuario. Está equipado con un algoritmo de autoaprendizaje que controla los dispositivos de tecnología de construcción de la manera más efectiva posible. Utiliza esta información para garantizar un consumo de energía constantemente optimizado, por ejemplo, dentro de un edificio.

Con esta tecnología, una casa convencional se transforma en un edificio inteligente que ahorra energía. A través de la conmutación inteligente de cargas, GridSense también contribuye al desarrollo de una red inteligente, lo que ayuda a nivelar la carga de la red.

Con GridSense, Alpiq ofrece servicios de energía llave en mano para servicios públicos, desde energía solar fotovoltaica hasta calefacción y movilidad eléctrica. Permite a los proveedores de servicios de energía retener a sus clientes a largo plazo con acuerdos vinculados y aumentar su valor agregado con la venta de la tecnología GridSense.

Debido a que se tiene más y mejor información del cliente, los usuarios pueden configurar la relación con el cliente de manera más eficiente y optimizar los procesos. Servicios energéticos llave en mano para sus clientes.

GridSense permite ofrecer energía solar fotovoltaica administrada, almacenamiento en baterías, movilidad eléctrica y calefacción a los clientes finales. Se pueden convenir contratos a largo plazo y existe un alto potencial para ventas adicionales en línea. Además, ofrece una transparencia total de la información de consumo de energía e integración de hogares inteligentes.

GridSense permite a las empresas de servicios públicos ofrecer a sus clientes una imagen detallada y totalmente transparente de sus datos de consumo. El sistema impulsa y extiende los sistemas domésticos inteligentes a una solución integrada con funciones de administración de energía completas y crea valor agregado con servicios de energía.

Consumo de energía predecible y optimización de costos.

Gracias a los pronósticos de GridSense, las empresas de servicios públicos pueden planificar sus ventas futuras de energía con mayor precisión y optimizar sus compras de energía en el mercado.



La solución de servicios energéticos llave en mano Gridsense. © Alpiq

Pronóstico a corto plazo (nowcasting) y a largo plazo (forecasting)

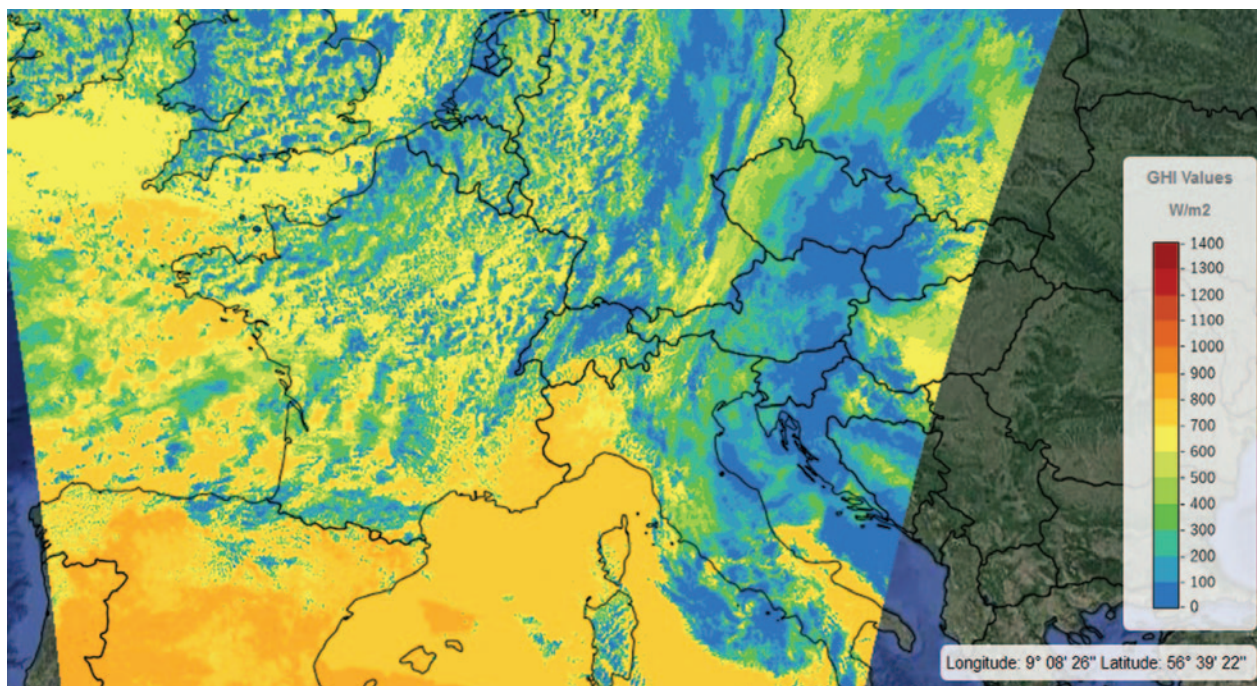
La generación fotovoltaica solar más distribuida se puede integrar en la red con datos precisos de generación en tiempo real y pronóstico que pueden ponerse a disposición de los operadores de red, como los operadores del sistema de distribución (DSO) y los operadores del sistema de transmisión (TSO). Los datos de pronóstico precisos también pueden aumentar los ingresos para los propietarios de activos, proveedores de O&M, operadores de almacenamiento a gran escala, comerciantes y agregadores, permitiéndoles minimizar sus costos de balanceo. El aumento significativo en los datos de instalación solar en los últimos años ha permitido, a su vez, que el pronóstico sea aún más preciso.

Gracias al pronóstico meteorológico modelado por computadora, las tecnologías de imágenes satelitales y del cielo (todas aprovechadas por el análisis de big data), el autoaprendizaje y el procesamiento de imágenes a través de la computación en la nube, los pronósticos se pueden entregar desde el siguiente minuto hasta varios

días en áreas que abarcan desde un par de kilómetros hasta decenas de kilómetros.

Los intercambios de datos entre los proveedores de energía solar fotovoltaica y los TSO pueden potencialmente actuar como una nueva fuente de ingresos para los pronosticadores y agregadores solares, y pueden generar ahorros operativos significativos para los TSOs.

De cara al futuro, el avance tecnológico clave que dará más capacidad a este sector es el de las comunicaciones a sitios remotos. Como se describe en la sección digital de O&M anterior, en la actualidad, la mayoría de los datos solares se comunican mediante una conexión a internet normal mediante DSL o LAN con conexiones GPRS móviles como respaldo. En el futuro podrán usarse redes de área amplia de baja potencia (low-power wide-area networks, LPWAN). Mucho depende de lo que esté disponible en el sitio y de la infraestructura de comunicaciones que el propietario del activo haya decidido implementar. De manera similar, las imágenes mejoradas cubiertas por las nubes que luego pueden analizarse y traducirse en pronósticos de irradiación, también podrían aumentar la precisión en esta área.



Irradiación basada en satélites para pronósticos a corto plazo con Geoviz. © Reuniwatt

3 INTEGRACIÓN DE LA RED DIGITAL / CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: PLANTPREDICT DE FIRST SOLAR: LA DIGITALIZACIÓN EN ACCIÓN

Un punto crítico de la digitalización de la industria de la energía solar a escala de servicios públicos es el modelado preciso de las centrales eléctricas y la predicción de su rendimiento.

PlantPredict, desarrollado por First Solar, es el único software diseñado específicamente para las predicciones de energía fotovoltaica a escala de servicios públicos. La plataforma, basada en la nube, combina una interfaz de usuario moderna con algoritmos probados y confiables.

Los usuarios de PlantPredict tienen acceso a miles de archivos meteorológicos diferentes basados en estándares de la industria y pueden diseñar una planta de energía observando sus especificaciones para garantizar que se ajuste adecuadamente a un conjunto definido de restricciones del suelo. La plataforma también permite a los usuarios diseñar una planta de energía solar de manera sistemática a través de una jerarquía de subconjuntos, lo que permite una construcción sin complicaciones y una fácil detección y solución de problemas.

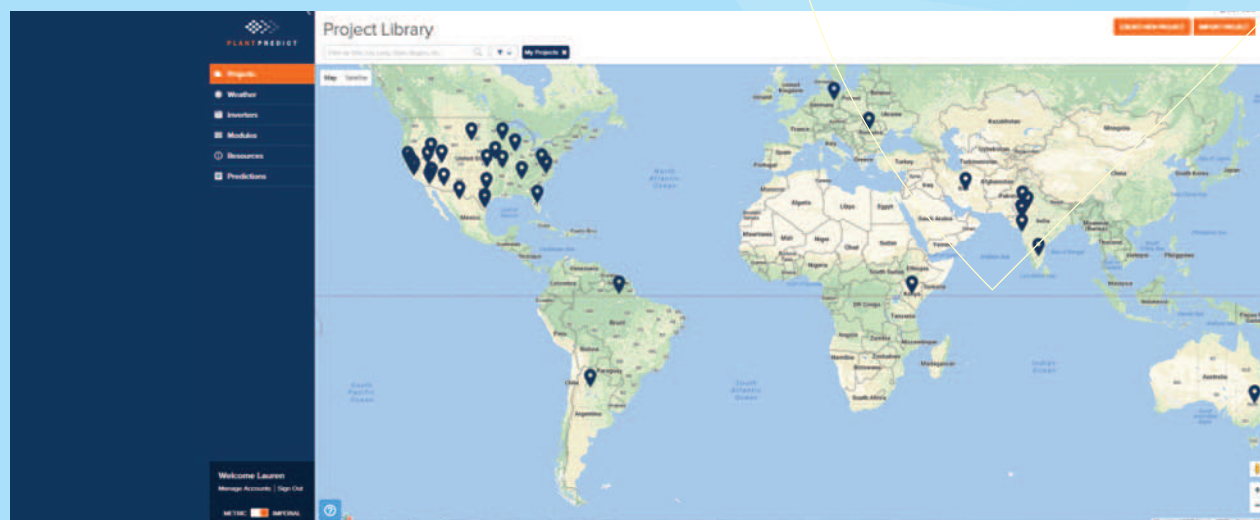
PlantPredict también ofrece modelado a escala de servicios públicos de extremo a extremo, incluidos los transformadores de media tensión y alta tensión y las líneas de transmisión, lo que elimina la necesidad de procesamiento previo y posterior. Ofrece modelado de alta gama utilizando algoritmos centrales reconocidos por la industria técnica de la energía fotovoltaica, incluidos nuevos modelos como Spectral Shift.



El software se ha evaluado de forma independiente contra un Gigawatt de instalaciones fotovoltaicas operativas. De hecho, toda la documentación del algoritmo es 100% código abierto para la transparencia de la industria.

Combinar el rendimiento de esta poderosa herramienta de predicción de energía con otras herramientas digitales disponibles para modelar el desempeño ambiental de la generación de electricidad solar para cualquier ubicación global, puede ayudar a llevar al siguiente nivel el diseño ecológico basado en el ciclo de vida de los sistemas fotovoltaicos. El marco del Programa de sistemas de energía fotovoltaica de la Agencia Internacional de Energía (IEA PVPS Task 12) ofrece esta posibilidad a través de una herramienta de desempeño ambiental para sistemas fotovoltaicos, que también es accesible al público y utiliza metodologías de evaluación del ciclo de vida para comparar el impacto ambiental de determinada instalación fotovoltaica con la mezcla residual de la red, lo que permite a los modeladores realizar una evaluación comparativa rápida de una configuración de sistema seleccionada.

PlantPredict es un excelente ejemplo de la digitalización del trabajo en la industria de energía solar fotovoltaica y cuando se utiliza en combinación con otras herramientas digitales puede generar una imagen integral del rendimiento de un sistema fotovoltaico.



PlantPredict - el modelado del rendimiento solar simplificado. © First Solar

Nuevos ingresos por servicios de red

Con la electrónica de potencia avanzada, la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía altamente controlable que puede ofrecer una serie de servicios a la red y ser remunerada por esos servicios. Esto aplica tanto a plantas solares a gran escala como a las plantas pequeñas montadas en edificios.

Los ejemplos de servicios de red por los que se puede remunerar la energía solar incluyen la potencia reactiva, el control de voltaje y frecuencia. Tenga en cuenta que a menudo es necesario que estos mercados se reformen para que los incentivos coincidan con lo que puede ofrecer la energía solar fotovoltaica; algunos países tienen plazos de entrega tan largos y altos requerimientos que pueden imposibilitar la participación de una instalación solar.

Para sistemas fotovoltaicos a pequeña escala, los sistemas de gestión de energía de edificios y las puertas de enlace de gestión de energía, pueden proporcionar estos servicios de red a través de agregadores y nuevas fuentes de ingresos. Al agrupar los recursos distribuidos y cumplir con los tamaños mínimos de oferta, los agregadores pueden desbloquear nuevas fuentes de ingresos en mercados de equilibrio y en otros lugares. Los sistemas de gestión de energía de edificios inteligentes también pueden ayudar a administrar la congestión de la red al controlar la alimentación de la red en momentos críticos.

Los inversores, en una analogía mecánica, pueden considerarse como amortiguadores o frenos para la red pues actúan como filtros para regular la frecuencia. La capacidad de controlar de manera dinámica los inversores solares y emitir comandos en tiempo real con tiempos de respuesta extremadamente rápidos, significa que la energía solar puede proporcionar servicios de red muy precisos. Se ha demostrado que la energía solar en algunos casos puede proporcionar servicios de red con más precisión que los generadores de energía convencionales.

Incluso es posible utilizar inversores para proporcionar asistencia por la noche. Los proyectos piloto en el Reino Unido y los Estados Unidos han demostrado que es posible utilizar inversores como baterías de condensadores para el control de voltaje en la noche, eliminando la inversión en otros dispositivos de control de voltaje. El inversor toma la energía activa de la red durante la noche, aplica un cambio de fase y la devuelve a la red como energía reactiva.

Los inversores pueden absorber shocks o servir de frenos de mano para la red



Grid control room, Russia. © Akimov Igor / Shutterstock

4

LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA PARA LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR DIGITAL EN MÉXICO Y EUROPA

Central fotovoltaica (FV) Salvador (Total/SunPower), Chile. © Etilik

¿Qué pueden hacer los responsables de las políticas y reguladores para fomentar la digitalización del sistema de energía y la integración de las energías renovables? ¿Cómo pueden fomentar más modelos de negocio digitales de energía solar fotovoltaica para maximizar la implementación e integrar la energía solar en la red de una manera más inteligente? Estas son las preguntas clave que pretende responder este informe.

Los responsables de las políticas de México y Europa se enfrentan actualmente a desafíos y preguntas similares sobre cómo abordar las nuevas tecnologías digitales que tienen un potencial significativo en el sector energético. Como siempre, cuando se habla de regulación de la energía, esto debe hacerse de manera cautelosa, pero de una manera que, sin embargo, abarque las oportunidades que brindan las tecnologías innovadoras como blockchain, inteligencia artificial y análisis de big data.

Los países o regiones en diferentes partes del mundo a menudo pueden adoptar enfoques radicalmente diferentes, con poca conciencia de lo que se está implementando en el otro lado de la frontera o cómo se podrían hacer las cosas de manera diferente. Existe una clara necesidad de fomentar el intercambio de mejores prácticas entre los Estados dedicados a la generación solar fotovoltaica y garantizar la convergencia progresiva de los marcos regulatorios para las tecnologías digitales y energéticas. A largo plazo, podría estar en juego la finalización del mercado interior de la energía, y la posibilidad de que las empresas líderes en servicios solares digitales aumenten sus inversiones en 27 mercados.

¿Qué pueden hacer los responsables de las políticas para fomentar la digitalización de la energía?

También es importante definir qué se entiende por “nuevas tecnologías digitales”. Cada informe y organización tiene una visión ligeramente diferente. Desde una perspectiva solar, las tecnologías clave son el análisis de big data, inteligencia artificial (AI), internet de las cosas (IoT), robótica, drones, blockchain, conectividad móvil, impresión 3D y computación en la nube. (Vea el diagrama a continuación para más detalles). La “digitalización de la energía solar” se define como la aplicación de estas tecnologías al sector solar y energético para crear nuevos modelos de negocios, generar nuevas fuentes de valor e integrar mejor la energía fotovoltaica en la red.

Este informe busca conectar los puntos desde una perspectiva empresarial. Buscamos resaltar algunos ejemplos de políticas o regulaciones innovadoras que ayudan a impulsar soluciones digitales en el ecosistema fotovoltaico solar. Analizaremos cinco áreas principales: centros de datos y capas de intercambio, autoconsumo colectivo, medición neta virtual y sandboxes regulatorios.

El mayor hallazgo de este informe, sin embargo, se encuentra en lo que falta actualmente en Europa y en México: poca regulación tiene el propósito explícito de fomentar la digitalización. En Europa, algunos marcos regulatorios parecen fomentar la digitalización por accidente, pero no por diseño, y hemos presentado dos interesantes casos de estudios de México. Sin embargo, tanto Europa como México han de ser más estratégicos en su enfoque para la digitalización de la energía solar.

Se espera que los siguientes casos de estudios sean útiles, tanto para los gobiernos que buscan inspiración como para que las industrias de almacenamiento y energía solar fotovoltaica piensen por adelantado lo que podría y debería estar por venir, y planear y hacer campaña para un futuro cambio regulatorio.

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: COOPERATIVAS ENERGÉTICAS EN MÉXICO

México espera la aprobación de la regulación de generación distribuida colectiva. Estas disposiciones permitirán la creación de cooperativas energéticas para beneficio de las poblaciones con pobreza energética. Esto contribuirá a mantener al ciudadano como principal actor en la transición energética. La digitalización y las nuevas tecnologías como blockchain pueden ayudar a crecer la adopción de la energía solar fotovoltaica en todo el territorio nacional y también a gestionar las energías renovables con beneficio al sistema interconectado nacional.

México se alista para aprobar la nueva regulación sobre generación distribuida colectiva.

Las nuevas disposiciones regularán y permitirán la venta de energía por parte de un generador exento (<500 kW) hacia privados en modo medición y facturación netas.

El generador podrá pactar con los consumidores de la energía, mediante un convenio particular, los términos y condiciones de la venta de energía. Las nuevas disposiciones permiten desde dos hasta un número ilimitado de beneficiados de la energía que un generador exento inyecte en territorio nacional.

El contrato de medición neta podrá ser utilizado si los usuarios se encuentran en el mismo régimen tarifario ante el suministrador de servicios básicos y tienen el mismo punto de interconexión con el generador.

El contrato de facturación neta es el que permite que los consumidores puedan aprovechar los beneficios de la generación distribuida teniendo puntos de interconexión diferentes a la central de generación. Este contrato remunera la generación eléctrica con base en la ubicación donde se inyecta la energía.

La optimización de este modelo permitirá que los desarrolladores de proyectos fotovoltaicos se enfoquen principalmente en zonas deficitarias de generación, ayudando así al sistema nacional a reducir la demanda máxima en las horas críticas.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



BLOCKCHAIN



CONTADORES
INTELIGENTES

Esta nueva regulación permitirá la creación de cooperativas eléctricas. Esta innovadora forma de generar y consumir energía pondrá al ciudadano y prosumidor en el centro de la transición energética. Invictus.mx, una startup mexicana, ya empezó a promocionar este modelo, impulsando a que ciudadanos se unan para obtener energía 100% renovable. Invictus.mx nació como una plataforma neutral para comparar diferentes instaladores de paneles solares, buscando digitalizar y regular el sector. Ahora busca posicionarse como la plataforma referencia de la generación distribuida colectiva, entre otras iniciativas contra el cambio climático que lidera con diferentes actores.

Anteriormente los comercios, casas o departamentos que por limitaciones físicas no era posible instalar paneles fotovoltaicos en las azoteas ahora lo podrán hacer, aquí están unos ejemplos:

- Los municipios vulnerables podrán invertir con o sin la iniciativa privada para proveer de energía a su alumbrado público o a sus ciudadanos.
- Las cámaras o asociaciones empresariales o comerciales podrán coinvertir en proyectos de generación fotovoltaica distribuida para aprovechar los beneficios de la energía 100% renovable.
- Franquicias podrán invertir en energía solar y volver a sucursales compradoras de energía 100% renovable.
- Las electrolinerías podrán vender energía 100% renovable a sus usuarios.
- La suministradora de servicios básicos podrá ofrecer a sus usuarios residenciales y comerciales energía proveniente de fuentes 100% renovables.

Las soluciones digitales y las nuevas tecnologías permitirán, por ejemplo: optimizar la gestión de usuarios, ofrecer soluciones de prepago de energía, y dar descuentos por plazo y energía en las diferentes cooperativas. La tecnología Blockchain podría certificar el origen de la energía eléctrica añadiendo valor al usuario final.

Parte importante de la implementación de la regulación será el sistema comercial que el suministrador de servicios básicos deberá implementar para poder gestionar técnica y administrativamente las contraprestaciones, así como el alta y baja de los centros de carga.

Recomendaciones de políticas

Se recomienda al regulador aprobar las disposiciones relativas a la generación distribuida colectiva para disminuir la pobreza energética en el país. Así como al principal suministrador de servicios básicos que es la Comisión Federal de Electricidad de estar en estrecha comunicación con los diferentes actores y asociaciones para la creación del sistema comercial para gestionar las contraprestaciones de los diferentes generadores exentos que permita innovar en nuevos modelos de negocio, que sea en beneficio del sistema, del suministrador y del usuario final.



Ayuntamiento de Mérida, Yucatán. © ExelSolar

¿Por qué crear tu Equipo?

Para ayudar amigos, vecinos, colaboradores, etc. a ahorrar.



Entienden si pagan caro o no la luz.



Calculan su impacto ambiental.



Reciben tips para ahorrar.



Descubren su ahorro con paneles.

¿Por qué motivar tu Equipo?

Bill Gate dijo: "En nuestro siglo, los líderes son aquellos que impulsen a otros."



Ahorrar un máximo de energía y dinero



Reducir el impacto ambiental de todos



Cambiar a energía limpia sin invertir



Ganar premios por el impacto logrado

Portal de la plataforma [invictus.mx](https://www.invictus.mx) (<https://www.invictus.mx/equipos>). © Invictus

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: PLATAFORMA EN LÍNEA DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD EN MATERIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

La Comisión Federal de Electricidad lanza una plataforma virtual que tiene como intención atender y dar seguimiento a las solicitudes de interconexión en materia de generación distribuida. El acceso es compatible con computadores portátiles y de escritorio, así como con teléfonos inteligentes.

El compromiso por tener un sector eléctrico eficiente surge a partir de la necesidad de reducir los costos y las tarifas de energía eléctrica. La regulación del sector eléctrico que fue instrumentada en 2013 pretendió realizar lo anterior a través de la transición a un sistema eléctrico basado en tecnologías renovables. El enfoque de esta regulación es eliminar la pobreza energética y garantizar el acceso universal a la electricidad.

Además, se cimentaron las bases para impulsar el desarrollo de proyectos con energías renovables; donde se busca la competitividad en todas las actividades de la cadena de valor. Lo anterior busca ser congruente con el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos en la Ley de Transición Energética y en la Ley de Cambio Climático, así como con el Acuerdo de París.

Bajo este esquema se llevaron a cabo acciones que aseguraron la separación de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización.

Mediante disposiciones administrativas en materia de generación distribuida, dictadas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y publicadas en el DOF el 7 de marzo del 2017, surge la creación de la Plataforma Informática en Materia de Generación Distribuida.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



COMPUTACIÓN EN LA NUBE Y DE BAJO COSTO



IOT Y OBJETOS INTELIGENTES CONECTADOS



CONECTIVIDAD MÓVIL, 5G E INALÁMBRICA

Esta plataforma permitirá a los usuarios:

- Dar seguimiento al estatus de su solicitud de interconexión, mediante el número de solicitud asignado por el suministrador.
- Consultar la capacidad disponible con la que cuentan los circuitos de distribución para interconectar centrales eléctricas en generación distribuida en media tensión, ubicando un domicilio.

La Resolución RES/142/2017 de la Comisión Reguladora de Energía expidió:

- Las disposiciones administrativas de carácter general
- Los modelos de contrato
- La metodología de cálculo de contraprestación y,
- Las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida.

Actualmente la aplicación están disponibles dos servicios:

1. La consulta de integración de la generación distribuida a los circuitos de media tensión de las redes generales de distribución y,
2. La consulta del estatus de una solicitud.

En la primera sección se podrá consultar qué circuitos de distribución de media tensión se encuentran cerca del domicilio del solicitante. Además, la plataforma determina la capacidad de integración de centrales eléctricas de generación distribuida. Se recomienda un límite para la capacidad de integración sin afectar los parámetros de eficiencia, calidad, confiabilidad,

continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional. Cabe señalar que toda solicitud de interconexión requiere de una revisión de la infraestructura existente ya que la capacidad que determina la plataforma no está garantizada y puede variar con el tiempo. Esto se debe principalmente a las características operativas del circuito, el crecimiento de la demanda y el incremento de centrales eléctricas interconectadas al mismo.

La segunda sección permite conocer el estatus de la solicitud de interconexión. Para realizar esta solicitud se debe acudir con un suministrador, quien le asignará un número de solicitud con el cual se podrá verificar su estatus a través del portal.

Con la plataforma se podrán consultar las estadísticas de la integración a las redes generales de distribución para conocer la capacidad disponible. El acceso es compatible con sistemas de telefonía móvil, así como computadores de escritorio, portátil, etc.

La plataforma informática pretende explotar el potencial de la tecnología digital ya que a través del uso de internet se dará atención a la elaboración, recepción, seguimiento y emisión de aprobación de solicitudes de interconexión. La implementación de estas tecnologías favorece un trato eficaz, uniforme y no indebidamente discriminatorio a los solicitantes de interconexión, apegándose al proceso y tiempos definidos en el manual de interconexión.

Recomendaciones de políticas

Impulsar una mayor coordinación entre entidades públicas y propiciar plataformas de acceso abierto que facilite la visualización de información y acceso al público en general. En ese sentido, consolidar la ventanilla única en línea (ENRELMx) para facilitar los trámites y permisos requeridos para desarrollar proyectos de generación de energía renovable.



4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE PLANTAS DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA: MOTIVACIÓN RESULTANTE DEL ANÁLISIS DE RECLAMOS DE SEGUROS Y CASOS DE EVENTOS INDIVIDUALES

EXXERGY ha analizado más de 3,600 casos de reclamaciones de seguros y casos individuales relacionados con fallas o deterioro del rendimiento de las plantas de energía fotovoltaica. En respuesta a la necesidad de aplicar mejores prácticas, se está desarrollando un sistema de calificación de plantas de energía fotovoltaica estandarizado internacionalmente.

Certificación y calificación técnica: un nuevo concepto para la mitigación de riesgos

El estudio de caso de reclamación de seguros asociados a plantas de energía fotovoltaica, tales como reclamaciones asociadas a defectos internos (debido a prácticas de calidad insuficiente), así como un estudio de caso relacionado con el deterioro del rendimiento de una planta de energía fotovoltaica, sugieren la necesidad de un análisis más detallado de las prácticas de fabricación, construcción, operación y mantenimiento.

En respuesta a la necesidad de aplicar mejores prácticas para mejorar el rendimiento de las plantas de energía fotovoltaica, se está desarrollando un sistema de calificación de plantas de energía fotovoltaica estandarizado internacionalmente.

Con el deterioro del rendimiento, se reduce también el costo de electricidad nivelado (LCOE). La única forma viable de establecer negocios rentables para todas las partes interesadas en dichos niveles de LCOE, es continuar reduciendo los costos reales y, al mismo tiempo, implementar prácticas efectivas de control de calidad.

Una palanca importante en esta carrera para reducir los costos asociados a la calidad es establecer estándares que sean válidos en toda la industria, incluidos los estándares de garantía de calidad y evaluación de conformidad.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



COMPUTACIÓN EN LA NUBE Y DE BAJO COSTO



ANÁLISIS DE BIG DATA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Los estándares mínimos son publicados por IECRE (IEC sistema de certificación para estándares relacionados con el equipo utilizado en aplicaciones de energía renovable), y se está desarrollando un sistema de calificación que ayuda a evaluar la exposición al riesgo que acompaña a la inversión en plantas de energía fotovoltaica de una manera más efectiva y uniforme.

Sistema de calificación de centrales fotovoltaicas y big data

El sistema de calificación inicial se establece utilizando los datos existentes. Sin embargo, en este sistema de calificación de primera generación no se establece una correlación directa entre los proyectos calificados y el rendimiento real de las plantas de energía fotovoltaica. Después de que las primeras centrales fotovoltaicas hayan sido calificadas en función de la primera generación, los datos se recopilan, agrupan y analizan para permitir establecer una correlación entre el rendimiento real y las calificaciones anteriores que se han establecido: datos de producción, datos de rendimiento, datos de operación y mantenimiento, y datos de modo de falla y análisis de efectos (FMEA) resultantes de situaciones de reparación. Estos datos se correlacionan con los puntajes obtenidos en la calificación anterior para validar el sistema de calificación y, si es necesario, el sistema de calificación se ajusta, mejorando así continuamente el sistema de calificación.

Este ciclo de mejora continua requiere un compromiso u obligación para que los propietarios de plantas de energía fotovoltaica entreguen datos confiables y precisos de acuerdo con una taxonomía de datos preestablecida.

Recomendaciones de políticas

Para licitaciones públicas y solicitudes de cotización: al considerar los criterios para sistemas fotovoltaicos a escala de utilidad / escala comercial, se debe hacer referencia al sistema de evaluación y calificación de conformidad IECRE (o equivalente) para la certificación (o equivalente), que requiere una calificación mínima de AA- (figura 1).

Para las políticas de requisitos mínimos: como requisito legal general, se recomienda la introducción del esquema de calificación para los requisitos mínimos de los códigos locales; es decir, una calificación mínima de conformidad IECRE (o equivalente) de BBB- para mejorar el rendimiento general de los sistemas fotovoltaicos instalados en el mercado mexicano y para reflejar los requisitos de grado de inversión (figura 1).



Palacio Municipal Mérida. © ExelSolar

| Clasificación | Rango de puntuación | | Breve descripción (propuesta) |
|---------------|---------------------|------|---|
| | Desde | A | |
| AAA | 981 | 1000 | Estándar de referencia |
| AA | 921 | 980 | Cumple altos estándares de calidad |
| A | 861 | 920 | Cumple con los estándares de calidad esenciales |
| BBB | 801 | 860 | Cumple con los estándares a un nivel aceptable |
| BB | 741 | 800 | Cumple con los estándares a un nivel moderado |
| B | 681 | 740 | Cumple con los estándares a un nivel mínimo |
| C | 621 | 680 | No cumple con los estándares en gran medida |
| D | ≤ | 620 | No cumple completamente con los estándares |

| | | |
|--|------------------|--------------------------|
| Atrae inversores de bajo riesgo → (Grado de inversión) | AAA 98,1 – 100,0 | Riesgo bajo |
| Atrae inversores de riesgo medio → | AA 92,1 – 98,0 | "Aprobado" |
| | A 86,1 – 92,0 | |
| Atrae inversores de alto riesgo → (Grado sin inversión) | BBB 80,1 – 86,0 | Medio de riesgo |
| | BB 74,1 – 80,0 | "Aprobado condicional" |
| No se emitió ningún certificado (solo informe) | B 68,1 – 74,0 | Riesgo alto |
| | C 62,1 – 68,0 | "Fracaso" Sin aceptación |
| | D ≤ 62,0 | Riesgo demasiado alto |

© 2019 by EXXERGY®

Sistema de clasificación de riesgo IECRE propuesto por TEXXECURE Rating Foundation y EXXERGY.

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: LA PLATAFORMA DE DATOS ESTFEED EN ESTONIA PRESENTA NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

Un Data Exchange Layer (DXL) que permite a todos los participantes del mercado acceder a energía y datos relacionados de manera justa, abierta y segura.

TSO Elering de Estonia, lanzó en septiembre de 2017 una plataforma de datos llamada Estfeed que conecta medidores inteligentes, precios de mercado, pronóstico del tiempo, datos de calefacción, congestión de la red y otras fuentes de datos del internet de las cosas (IoT) con proveedores de aplicaciones y clientes finales. La plataforma no almacena datos, sino que simplemente facilita el acceso a los conjuntos de datos existentes en un solo lugar.

Los terceros, como son los servicios de monitoreo de energía o los proveedores de respuesta a la demanda, pueden acceder a los datos de los medidores inteligentes de forma gratuita basándose en la firma de un estricto Memorando de Entendimiento y con el consentimiento explícito de los clientes.

El acceso a estos conjuntos de datos permite el desarrollo de servicios innovadores para los consumidores en la forma de aplicaciones disponibles en la tienda de aplicaciones de la plataforma. Estas aplicaciones de terceros incluyen aquellas que permiten a los clientes monitorear su producción fotovoltaica y de almacenamiento a través de una sola interfaz.

En 2017, la empresa de tecnología WePower, mediante un acuerdo de compraventa de energía digital usó Estfeed para acceder a los datos anuales de producción y consumo anonimizados completos de Estonia para simular y ejecutar transacciones de energía en el blockchain de Ethereum. Esta fue la primera vez en el mundo que se simularon todos los datos de producción y consumo de energía de todo un país en un blockchain, abarcando más de 70,000 puntos de consumo. La plataforma WePower permite inversiones en energía solar fotovoltaica al proporcionar fichas (tokens) de energía a cambio. Estos tokens actúan como pagos anticipados de energía y luego pueden intercambiarse. Esto hace que sea mucho más fácil para los pequeños consumidores realizar microinversiones y realizar micropagos para energía fotovoltaica.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



COMPUTACIÓN EN LA
NUBE Y DE BAJO COSTO



ANÁLISIS DE BIG
DATA E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

Además, en el futuro existe la posibilidad de que la capa de intercambio de datos de Estfeed se utilice para inversiones de financiación colectivo en energía solar fotovoltaica, permitiendo proyectos comunitarios de energía y fomentando la flexibilidad. Por encima de todo, el acceso abierto a los datos genera más competencia, lo que reduce los costos y aumenta la eficiencia para los consumidores.

Esta plataforma se creó para fomentar la innovación en el espacio energético, ya que la falta de datos energéticos suele ser una barrera para los nuevos participantes. También cumple con los requerimientos del reglamento general de protección de datos de la UE en términos del propósito del uso de datos y los requerimientos para incluir medidas que garanticen la seguridad, confidencialidad, disponibilidad y resiliencia de los sistemas de procesamiento. Los clientes utilizan “X-road”, el sistema de identificación distribuido de Estonia para que terceros puedan acceder a sus datos. Además, es probable que el próximo paquete de diseño del mercado de la UE requiera explícitamente tal intercambio de datos del consumidor.^v

^v Véase el artículo 23 de la propuesta de la Comisión Europea (2016) “Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad”.

Recomendaciones de políticas

Se recomienda facilitar el acceso a la información en tiempo real del sistema eléctrico nacional para crear una solución similar de centro de datos y de su acceso para los integrantes de la industria eléctrica. Se recomienda definir un órgano descentralizado para asumir este papel, que podría incluir, pero no necesariamente tiene que ser, el operador del sistema de transmisión (TSO), como es precisamente en este caso. Para la integración fotovoltaica y otras fuentes renovables, es beneficioso que estos centros incluyan datos del pronóstico del tiempo a corto y largo plazo con el fin de integrarlos mejor en la red. Estos centros de datos también deben incluir un sistema de permisos para que los clientes finales proporcionen sus datos a las empresas, que pueden basarse en un sistema de autenticación basado en blockchain u otra tecnología similar.



La sala de control de Elering en Tallinn. © Elering

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: LA REGULACIÓN DEL CONSORCIO DE AUTOCONSUMO EN SUIZA

Un marco de autoconsumo colectivo que permite que los vecinos y los nuevos edificios de apartamentos tomen el control de su energía, administren los flujos dentro de su área y se separen de los servicios públicos locales.

En enero de 2018 Suiza introdujo un innovador marco regulatorio^{vi} para el autoconsumo colectivo que podría aplicarse a cualquier tecnología energética distribuida.

El modelo “clásico” de autoconsumo suizo es donde el autoconsumidor sigue siendo cliente de la empresa de servicios públicos local, vende toda su generación fotovoltaica a la empresa, que a su vez suministra al autoconsumidor toda la electricidad que necesita (que siempre es una combinación de energía solar y red eléctrica).

El nuevo reglamento introdujo la posibilidad de que varias casas o negocios se unan y creen un consorcio de autoconsumo (self-consumption consortium, SCC) o Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV). Este consorcio puede estar formado por unidades residenciales ocupadas por sus propietarios o arrendadores que actúan en nombre de sus inquilinos.

Las propiedades participantes deben estar adyacentes entre sí (o en un edificio de ocupación múltiple) y debe haber solo un punto de conexión a la red entre el SCC y la red. Dentro del SCC, el consorcio vende la energía de producción propia a sus miembros a un precio que no debe ser superior al precio ofrecido por la empresa de servicios públicos local.^{vii} El SCC también compra energía de la empresa de servicios públicos para satisfacer la demanda residual del colectivo y la revende a sus miembros. Si el consumo del consorcio es superior a 100 MWh/año, el SCC puede incluso comprar energía a granel en el mercado mayorista.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



CONECTIVIDAD MÓVIL,
5G E INALÁMBRICA



CONTADORES
INTELIGENTES

La aplicación principal para este nuevo modelo a la fecha ha sido con viviendas nuevas para múltiples ocupantes, donde el sistema fotovoltaico o el almacenamiento y el único punto de conexión a la red se pueden diseñar en el edificio desde el inicio del proyecto. Brinda a los residentes de estos edificios la oportunidad de acceder a precios de energía más bajos que los que ofrecen los servicios públicos locales.

Un ejemplo es el barrio de Papillon que se construirá pronto en Niederwangen. El complejo incluirá 60 pisos, tendrá 157 kW de energía fotovoltaica y tendrá una tasa de autoconsumo del 70%.

De manera crucial en lo que respecta a la digitalización, el marco especifica que deberá utilizarse un medidor inteligente certificado^{viii} en el punto de conexión a la red y para medir los flujos dentro del consorcio. También existe la posibilidad de utilizar la tecnología digital cuando un SCC agrega la demanda dentro de su área y mide y administra los flujos dentro de ella.

Este modelo fomenta la agregación dentro del consorcio, aunque todas las ventas deben realizarse a través del consorcio, lo que significa que no hay un micromercado dentro de la entidad – no hay transacciones de punto a punto en el sentido estricto del término.

^{vi} Swiss Energy Act (Energiegesetz, EnG) Art. 16/17.

^{vii} Suiza no tiene un mercado eléctrico liberalizado y los pequeños consumidores deben comprar energía de una sola empresa local de servicios públicos a un precio predeterminado.

^{viii} Este es el reglamento “Eidgenössische Messmittelverordnung”.

Recomendaciones de políticas

El reglamento se ha modificado y mejorado en Abril de 2019; por ejemplo, ahora se permite que las propiedades participantes estén separadas por carreteras, líneas de tren y ríos. Así mismo, también se ha mejorado el modo en el que se calcula el precio de la energía solar para los inquilinos: la mitad de la diferencia del precio entre la electricidad de la red y el de la instalación solar, se puede asignar al precio final de la energía solar.

Se recomienda que las empresas de servicios públicos locales tengan la obligación de vender segmentos en la red pública cuando sea necesario y a un precio razonable. El límite del 2% en el retorno de la inversión para instalaciones de autoconsumo que no sean de terceros, se eleva para permitir que surjan más modelos de negocios y ofertas. También debería ser posible que un consorcio conecte propiedades o parcelas separadas por terrenos públicos, como son una carretera o río.

Se recomienda que las empresas de servicios públicos locales tengan la obligación de vender segmentos en la red pública cuando sea necesario y a un precio razonable.

Además, recomendamos que otros países consideren la posibilidad de introducir modelos de autoconsumo colectivo similares en los que el colectivo pueda comprar partes de la red pública, ya que puede haber situaciones en las que esto sea más rentable que la situación donde los participantes pagan cargos de la red por el uso de la infraestructura de la red local. También alentamos a otros mercados a que consideren obligatorio el uso de un medidor inteligente en el punto de conexión a la red y desalentamos a los responsables de la formulación de políticas de poner límites arbitrarios de retorno de la inversión en estos nuevos modelos de negocios.



El futuro complejo de Papillon, Niederwangen. © Genossenschaft Fambau

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: EL MODELO DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD DE PROPIETARIO A INQUILINO MIETERSTROM EN ALEMANIA

Un modelo de autoconsumo colectivo que utiliza tecnología digital para garantizar que los inquilinos y los habitantes de los apartamentos no queden fuera de la transición energética.

En julio de 2017, el gobierno alemán formalizó el modelo de electricidad para inquilinos (Mieterstromgesetz, traducido también como “modelo de suministro de electricidad entre propietarios e inquilinos”) con un marco de subsidio dedicado para este modelo establecido en una enmienda a la Ley alemana de energía alemana (EEG) 2017. El subsidio se limita a edificios residenciales con una participación mayoritaria de apartamentos residenciales (al menos el 40%) e incluye instalaciones fotovoltaicas de hasta 100 kW. Un tercer operador de la planta puede vender la electricidad a los inquilinos dentro del edificio residencial o a los propietarios de apartamentos residenciales en el edificio. Se pueden subvencionar hasta 500 MW de dichas instalaciones cada año.

El consumidor puede contratar a un proveedor separado para su demanda de electricidad residual, y otros consumidores en el edificio pueden elegir ser incluidos o excluidos del esquema. Por lo tanto, un edificio puede tener inquilinos participantes y no participantes.

El modelo involucra a un tercero que instala y posee un sistema fotovoltaico en el techo de un edificio de apartamentos o de oficinas y vende la energía a través de varios acuerdos de compra de energía (PPAs) con una conexión directa a los propietarios-inquilinos o inquilinos en ese edificio. La energía también se puede vender a cualquier consumidor o instalaciones ubicadas dentro de la “proximidad” del edificio, siempre y cuando no haya uso de la red pública.

Además de una tarifa de alimentación para el exceso de electricidad fotovoltaica que se alimenta a la red, el operador del sistema recibe un subsidio adicional por cada kWh consumido por los inquilinos participantes dentro del edificio.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



CONECTIVIDAD MÓVIL,
5G E INALÁMBRICA



CONTADORES
INTELIGENTES

Las soluciones digitales permiten que la planificación, la puesta en servicio y la operación y mantenimiento de dichas instalaciones de propietario a arrendatario sean rentables.

Los flujos de electricidad y pagos dentro del edificio se gestionan mediante el uso de un sistema de medición específico (Summenzählermodell) que facilita la facturación de cada apartamento participante y la medición (inteligente) de la generación fotovoltaica al tiempo que garantiza la gestión separada de los inquilinos no participantes. Existe el potencial de que estos flujos se administren a través de un sistema integrado de gestión de energía o incluso de una tecnología de blockchain en el futuro.

La ley alemana sobre la digitalización de la transición energética^{ix} requiere el despliegue gradual de medidores inteligentes, lo que significa que es probable que crezcan los estándares y las posibilidades de contar con modelos de medición inteligentes. La tecnología digital podría utilizarse para crear una visualización de los flujos de energía del edificio y los ahorros para ayudar a los inquilinos a participar.

De manera crítica, no se considera que la electricidad que se genera y se vende en sitio haya utilizado la red eléctrica pública cuando fluye desde la azotea del edificio hasta el apartamento en ese edificio. La electricidad consumida directamente está totalmente exenta de los cargos e impuestos de la red, pero es responsable del impuesto total de EEG.

Los proveedores del modelo de electricidad del inquilino que entregan electricidad a los consumidores finales tienen que obtener una licencia de suministro según lo estipulado en la Ley de la industria de la energía (EnWG^x), pero con procedimientos administrativos reducidos. Además, la instalación solar para la cual un propietario en particular busca financiamiento, debe registrarse en el Bundesnetzagentur y el operador del sistema de transmisión (TSO) para recibir pagos de acuerdo con la tarifa de alimentación.

^{ix} *Energiewirtschaftsgesetz* en alemán.

^x *Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende* en alemán.

Sin embargo, los datos sobre las instalaciones de electricidad entre propietarios e inquilinos hasta 2018 muestran que el despliegue es muy bajo y solo utiliza el 1% del subsidio anual disponible. Los edificios de Neue Heimat presentados en la siguiente imagen son un ejemplo de una de estas instalaciones.

Esto se debe principalmente al pago total del impuesto EEG sobre la electricidad de propietario a arrendatario, la limitación de tamaño de 100 kW, la falta de garantías con respecto a la participación de los arrendatarios participantes, los complejos requisitos técnicos y administrativos y la restricción del modelo a edificios independientes. Los requerimientos administrativos incluyen aquellos relacionados con el cambio de proveedor de electricidad, los procesos de mercado para generadores de electricidad y el Reglamento sobre integridad y transparencia del mercado mayorista de la energía (Regulation on Wholesale Energy Market Integrity and Transparency, REMIT).

Finalmente, la electricidad fotovoltaica suministrada dentro de este modelo siempre debe ser el 90% o menos de la tarifa básica del proveedor de electricidad básica. Esto puede ser difícil de lograr y depende de la tarifa básica local que ya incluye los cargos de la red, que difieren de una región a otra.

Recomendaciones de políticas

El modelo de autoconsumo colectivo alemán Mieterstrom es potencialmente exitoso ya que permite que los inquilinos, residentes y empresas en edificios de ocupación múltiple se beneficien por primera vez de la transición energética y fomenten el uso de la tecnología digital al hacerlo.

Sin embargo, la falta de implementación muestra lo importante que es obtener el equilibrio normativo correcto y no sobrecargar a estos nuevos modelos con burocracia, ya que de lo contrario los desarrolladores no correrán los riesgos involucrados.

Igual que en el caso de estudio de Suiza, la regulación de precios máxima del 90% de la tarifa básica local demuestra que la regulación de precios y retornos de la inversión solo obstaculizan a quienes buscan ofrecer estos modelos de negocios.

Específicamente, se recomienda que reguladores que buscan copiar este modelo hagan lo siguiente:

- ofrecer flexibilidades para que las compañías eléctricas operen con modelos de generación distribuida colectiva, permitiéndoles promover este modelo de negocio sin la necesidad de modificaciones exhaustivas del marco regulatorio,
- eliminar las barreras fiscales en forma de impuestos al comercio y el impuesto corporativo que ocasionan que las compañías de bienes raíces no traten igual a la electricidad de los inquilinos,
- permitir modelos en los que un tercero compre la electricidad al propietario del sistema fotovoltaico y la distribuya a los inquilinos, y
- definir claramente la “proximidad” para evitar desafíos legales.

Las soluciones digitales facilitan la planificación, la puesta en servicio y la operación de dichos sistemas de propietario a arrendatario.



Neue Heimat buildings, Heidelberg, Alemania. © Heidelberger Energiegenossenschaft

xi DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) COM/2016/0767 final/2 - 2016/0382 (COD) – as agreed after final triologue, June 2018.

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: EL MODELO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO EN FRANCIA

Un marco colectivo de autoconsumo que permite transacciones de energía de punto a punto y el uso de la red pública.

En la primavera de 2017, Francia estableció un marco legal para un nuevo modelo de autoconsumo colectivo o autoconsommation collective.^{xii} Este es posiblemente el mejor ejemplo de regulación nacional europea que fomenta las transacciones de energía de punto a punto.

Bajo este modelo, la electricidad se puede vender entre uno o más generadores y uno o más consumidores.

De manera crucial, y a diferencia de otros países como Suiza, los miembros de un proyecto de autoconsumo colectivo pueden usar la red pública pagando la tarifa de red normal o una tarifa alternativa que depende del nivel de autogeneración y autoconsumo dentro del colectivo.

El área geográfica de un proyecto de autoconsumo colectivo debe limitarse al área dentro de una sola conexión de bajo voltaje de la red. Esto establece un límite de facto en el tamaño de los proyectos en comparación con el de un vecindario pequeño.

Los consumidores dentro de la entidad legal compran energía fotovoltaica generada a un precio definido en un “mini” contrato de compraventa de energía con los generadores. Se necesitan contratos separados para cada relación comprador-vendedor dentro de la entidad.

Las opciones para la entidad legal colectiva incluyen cooperativas, asociaciones o un cuerpo de administración de copropiedad (similar a una asociación de inquilinos). La regulación no es prescriptiva en cuanto a qué entidades legales se requieren, lo que permite a los grupos locales la libertad de elegir el tipo de entidad legal que más les convenga.

El autoconsumo colectivo se puede utilizar para edificios con múltiples ocupantes o para múltiples consumidores dentro de un vecindario pequeño. También se podría utilizar en el sector de la vivienda social y podría incluir edificios públicos como es el ayuntamiento o una escuela.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



CONECTIVIDAD MÓVIL,
5G E INALÁMBRICA



BLOCKCHAIN

Permite que los edificios que no pueden beneficiarse de su propio autoconsumo debido a la orientación de la azotea o por cualquier otra razón, utilicen el de sus vecinos.

El modelo fomenta el comercio entre iguales y fomenta el uso de la tecnología digital para gestionar los flujos de energía y los contratos dentro del colectivo. Los sistemas de gestión de energía en casas inteligentes y blockchain han sido considerados como tecnologías que podrían usarse para administrar los flujos y pagos dentro de este modelo.

Permitir que el exceso de electricidad se venda entre iguales, también alienta a aquellos dentro de la entidad a maximizar el arreglo fotovoltaico en sus azoteas en lugar de simplemente dimensionarlo para su propio autoconsumo, siempre que prevean una demanda suficiente dentro de la comunidad.

El marco ha estado en vigor durante más de un año, desafortunadamente sólo tres proyectos han utilizado este modelo hasta ahora. Por lo tanto, se necesita incrementar el despliegue.

Un ejemplo de una instalación de este tipo es un proyecto en Fruges, cerca de Calais. Se han instalado cuatro sistemas fotovoltaicos con una potencia total de 228 kW en los edificios de las autoridades locales. La electricidad se consume entre un centro de salud, un jardín de niños y un “cibercentro”. Este proyecto es parte del programa REV3 o tercera revolución industrial en la región de Hauts-de-France.

Recomendaciones de políticas

Se recomienda a otros reguladores copiar el modelo francés para permitir las transacciones entre iguales (incluso si solo se encuentran dentro de una entidad legal) y el uso de la red pública. Se acoge con satisfacción la ampliación del modelo a áreas más grandes, así como la eliminación del requerimiento de que el proyecto se limite a una sola conexión de bajo voltaje de la red.

^{xii} Décret d'application n°2017-676 du 28 avril 2017 publié le 30 avril 2017.

CASO DE ESTUDIO: UN CENTRO DE DATOS DANÉS QUE FACILITA AL PROSUMIDOR SOLAR LA ALIMENTACIÓN A LA RED

Un centro de datos que facilita la alimentación a la red para sistemas fotovoltaicos detrás del medidor.

En 2013, el operador del sistema de transmisión (TSO) danés Energinet implementó la primera versión de su DataHub. El objetivo era simplificar y gestionar la comunicación y el intercambio de datos y estandarizar los procesos entre los participantes del mercado en Dinamarca.

El centro reunió los datos de medición recopilados por los operadores del sistema de distribución (DSO), los aranceles, los datos de suscripciones y tarifas (conocidos como “datos maestros al por mayor”) y los detalles de los clientes finales, como el ID del punto de medición, el estado de la conexión, el área de la red, los kW de potencia máxima, entre otros. Hay 3.3 millones de puntos de medición en Dinamarca, tanto en lo que respecta al consumo como a la producción.

Actualmente, el centro no está listo para manejar datos por hora, pero a partir de 2020 todos los consumidores daneses, grandes y pequeños, se liquidarán por hora y el DataHub podrá procesar datos por hora.

El DataHub es importante para la adopción de modelos innovadores de negocio de energía solar fotovoltaica, ya que permite a los consumidores vender su exceso de electricidad a la red mediante la gestión avanzada de los puntos de medición. En comparación con el proceso actual, el centro permitirá que el proceso sea mucho más fácil para la alimentación del exceso de electricidad del segmento residencial y permitirá que evolucione un mercado competitivo con precios justos para los prosumidores.

Los consumidores finales pueden ver sus datos a través de la plataforma de su proveedor o de un sitio web central y los datos también estarán disponibles para los investigadores a través de Statistics Denmark. Los usuarios pueden otorgar acceso a terceros a sus datos a través del sistema danés de firma electrónica llamado nemID.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



COMPUTACIÓN EN LA
NUBE Y DE BAJO COSTO



ANÁLISIS DE BIG
DATA E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL



CONTADORES
INTELIGENTES

Un inconveniente importante de la forma en que se ha configurado el centro de datos es la incapacidad de manejar datos en tiempo real de clientes residenciales, ya que el conjunto de datos requerido para habilitarlo es demasiado grande y se ha excluido del diseño actual.

Recomendaciones de políticas

Se recomienda que se establezcan centros de datos de fuente abierta y que estén diseñados con la capacidad de manejar lecturas de medidores en tiempo real de todos los puntos de generación y consumo, tanto de medidores de importación como de exportación. Además, se recomienda que estos centros de datos se utilicen para gestionar, analizar y pronosticar la alimentación a la red de los sistemas fotovoltaicos de autoconsumo.



La sala de control de Energinet en Copenhague. © Energinet

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: MEDICIÓN NETA VIRTUAL EN GRECIA

El uso innovador de la medición neta (net metering) para alentar a las organizaciones de interés público a aprovechar al máximo el autoconsumo fotovoltaico dentro de su flota de edificios.

En Grecia, en el verano de 2016, se introdujo un esquema de medición neta virtual mediante una decisión ministerial y una legislación relacionada que permitía que la electricidad generada por una instalación fotovoltaica detrás del medidor fuera consumida por otra de las instalaciones del cliente, incluso si el consumidor se encuentra en otro lugar en la región. Para esto se necesita tecnología de computación en la nube y big data de bajo costo para poder administrar el proceso de facturación en múltiples sitios y conectarlos entre sí.

Este es un marco abierto a comunidades energéticas, autoridades locales, edificios agrícolas, hospitales, escuelas y universidades.

Dentro de la parte del “Sistema Interconectado” de la red griega que incluye Grecia continental y todas las islas interconectadas, cada instalación fotovoltaica puede tener un tamaño de hasta 20 kW (o hasta el 50% de la suma de la energía total a compensar en kVA, si este último supera los 20 kW, hasta un máximo absoluto de 500 kW).^{xiii}

En la parte de “islas no interconectadas” de la red griega, una instalación fotovoltaica dentro de este marco debe ser de 10 kW o inferior (20 kW en Creta) o 50% o menos de la suma de la energía total acordada para compensar en kVA. La energía no puede exceder el límite de 20 kW (50 kW en Creta). En todos los casos, la capacidad máxima de un sistema fotovoltaico que se instale bajo este marco no puede exceder el límite de 100 kW (y 300 kW en Creta).

Para las organizaciones de interés público, la energía de cada planta fotovoltaica puede ascender hasta el 100% de la suma de la energía acordada a compensar.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



COMPUTACIÓN EN LA NUBE Y DE BAJO COSTO



IOT Y OBJETOS INTELIGENTES CONECTADOS



CONTADORES INTELIGENTES

El autoconsumidor y su proveedor firman un “Convenio Virtual de Compensación de Energía” que tiene una vigencia de 25 años. El punto de consumo donde está instalado el sistema fotovoltaico paga las mismas tarifas reguladas que en el esquema de autoconsumo normal. Sin embargo, los otros puntos de consumo (remotos), pagan todas las tarifas reguladas (incluidas las tarifas de la red) y solo se benefician de la llamada parte “competitiva” de la factura de electricidad.

En 2017, Greenpeace Grecia trabajó con dos municipios en proyectos piloto que destacaron los beneficios del uso de la medición neta virtual en áreas urbanas congestionadas y usaron el esquema para combatir la pobreza energética.

En Salónica, en el primer proyecto de medición neta virtual en Grecia, Greenpeace colocó un sistema fotovoltaico de 10 kW en el techo de la escuela secundaria “Emmanuel Kriaras” de Salónica. La generación del sistema cubre las necesidades de electricidad del “Refugio para mujeres maltratadas y sus hijos” en las cercanías.

En Larissa, la ONG trabajó con el municipio para instalar un sistema fotovoltaico de 15 kW en el techo de la Escuela Intermedia Larissa. La energía producida proporciona electricidad a un jardín de niños municipal cercano.

En 2018, se introdujo una nueva ley^{xiv} que abrió la medición neta virtual no solo para las organizaciones de interés público sino también para todas las comunidades energéticas. La decisión ministerial de implementar esto ha sido objeto de una consulta pública y se espera que se publique a fines de 2018.

^{xiii} Se espera una decisión ministerial a fines de noviembre o principios de diciembre de 2018 que elevará este límite a 1MW.

^{xiv} Ley (4153/2018).

Es importante tener en cuenta que, de conformidad con la legislación griega de medición neta y de medición neta virtual, los autoconsumidores pagan tarifas de red completas. Los autoconsumidores de la medición neta pagan por toda la energía que compran (o “almacenan” temporalmente) en la red, lo que significa que evitan pagar solo la energía solar que producen y consumen instantáneamente durante el día. Por otra parte, los autoconsumidores de la medición neta virtual pagan el monto total de todos los cargos de la red y otros impuestos, ya que toda la energía que consumen físicamente proviene de la red.

Asimismo, se usan medidores inteligentes para calcular la generación y el consumo y reconciliar los dos al final de cada ciclo. Cualquier excedente de energía se acredita al siguiente ciclo. La compensación final se lleva a cabo cada 3 años, en cuyo caso, cualquier exceso de energía se pierde para el autoconsumidor. Todos los autoconsumidores de la medición neta virtual que se conectan entre sí deben compartir el mismo proveedor de energía.

Recomendaciones de políticas

Se recomienda adoptar opciones de medición neta virtual similares en casos donde el cliente no pueda beneficiarse directamente de una instalación de autoconsumo in situ, sea por razones técnicas o económicas. El marco griego es también un ejemplo de cómo se puede usar la regulación para satisfacer las diferentes necesidades de diferentes partes de la red y para beneficiar al tercer sector para que también considere el autoconsumo como un medio para generar energía. Sin embargo, se debe encontrar un compromiso justo entre los autoconsumidores virtuales y los operadores de red para que este modelo sea viable a largo plazo.



Proyecto de medición virtual neta en Salónica. © Greenpeace Grecia

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

CASO DE ESTUDIO: ENTORNOS DE PRUEBA REGULATORIOS (SANDBOXES) QUE FOMENTAN LA INNOVACIÓN DE BLOCKCHAIN EN EL REINO UNIDO

Un ejemplo de cómo los reguladores pueden ser más creativos y fomentar la innovación con flexibilidad temporal en la regulación.

El regulador de energía del Reino Unido, Ofgem, ha adoptado la técnica de crear entornos de prueba regulatorios “sandboxes” para fomentar la innovación en todo el sistema energético.

Este concepto se deriva del mundo del desarrollo de software, donde se puede probar el nuevo código “en un entorno cerrado, sin afectar las operaciones y la seguridad del sistema en su totalidad”.^{xv}

Lanzado en febrero de 2017, el sandbox ofrece una “ventanilla única” regulatoria para apoyar a empresas de nueva creación, organizaciones, consejos locales y organizaciones comunitarias que buscan lanzar productos, servicios o modelos de negocios innovadores en el espacio energético. Dentro de los límites del sandbox, Ofgem puede otorgar a los innovadores una exención temporal de las reglas habituales para un proyecto específico para determinar si ofrecerá beneficios al consumidor. Esta es una técnica que también han utilizado los reguladores en Estados Unidos, especialmente en el sector de tecnología financiera.

Cada una de las cuatro pruebas de Sandbox aprobadas por Ofgem, dentro de la ventana actual, implicará el suministro de electricidad a un pequeño número de clientes nacionales y durará dos años a partir de la fecha de su aprobación. En todos los casos, los consumidores han aceptado voluntariamente unirse al estudio, pueden optar en cualquier momento por no participar y no pagarán más por su energía que si no hubieran participado. Por lo tanto, no existe riesgo de que los consumidores vulnerables sean “estafados” o bloqueados por estas pruebas.

TECNOLOGÍAS DIGITALES UTILIZADAS



BLOCKCHAIN



ANÁLISIS DE BIG
DATA E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL



CONTADORES
INTELIGENTES

Una de las cuatro pruebas aprobadas en el sandbox está siendo dirigida por Verv, empresa de energía con sede en Londres, en una urbanización social en Hackney, Londres. En abril de 2018, Verv facilitó con éxito la primera actividad comercial en especie de energía en el Reino Unido utilizando la tecnología blockchain, en donde se envió un KWh de electricidad desde un panel solar fotovoltaico en la azotea de uno de los edificios a casa de un residente en otro edificio, utilizando la plataforma de software de comercio P2P de Verv.

La versión de prueba de un año de la plataforma cuenta con el respaldo de Repowering London (una organización comunitaria), Innovate UK (un programa de financiamiento del gobierno nacional para apoyar la I+D empresarial) y la empresa de servicios British Gas, que es propiedad de la empresa matriz Centrica. La prueba permite a Verv probar aplicaciones prácticas de su tecnología, incluida la forma en que los consumidores responden. Lo anterior mediante el uso de “centros inteligentes” basados en la Inteligencia Artificial implementados en las casas de los inquilinos para calcular sus perfiles de demanda de energía, así como el uso de baterías PowerVault para almacenar energía. El objetivo es, en última instancia, probar si la IA y el comercio de punto a punto pueden optimizar el uso de la electricidad generada en un sitio fotovoltaico propiedad de la comunidad, reduciendo las facturas de los residentes locales y aumentando la independencia energética.

^{xv} ¿Qué es un *sandbox* regulatorio? – Ofgem, 2017 - https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2018/09/what_is_a_regulatory_sandbox.pdf

Recomendaciones de políticas

Se recomienda adoptar la práctica del sandboxing y así permitir que las empresas innovadoras y los emprendedores sociales experimenten con nuevas tecnologías cuando se demuestre que existe un claro beneficio para el consumidor. El ejemplo del Reino Unido muestra la eficacia de una suspensión temporal de la regulación para fomentar la innovación.



Miembros del equipo del proyecto Verv Banister House. © Verv

4 LAS MEJORES PRÁCTICAS EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA

/ CONTINUACIÓN

Conclusión: Cómo digitalizar la política solar

Existe innovación en términos de tecnologías digitales y la manera en la que se aplican y combinan con varios modelos de negocio de energía fotovoltaica.

Sin embargo, como el sector de la energía es un espacio muy regulado, es esencial que los responsables de las políticas trabajen con la industria de la tecnología energética para fomentar aún más la creatividad y la experimentación.

Reconocemos que no es fácil para los reguladores adaptar políticas basadas en soluciones siempre cambiantes, por eso, no se puede excluir las nuevas tecnologías y se debe priorizar los modelos de negocios al diseñar e implementar nuevas políticas.

Con base a los casos de estudio mencionados, se recomienda que los reguladores:

- Consideren el facilitar el acceso a la información en tiempo real del sistema eléctrico nacional y mercado eléctrico mayorista para los integrantes de la industria eléctrica. Esta transparencia favorecerá la implementación de **centros de datos** o modelos de capas para el intercambio de datos y así facilitar el acceso a la energía, el clima, el mercado y otras fuentes de datos para terceros. Todo a través de los más altos estándares de ciberseguridad y protección de datos.
- Requieran y prioricen el uso de **medidores inteligentes** en el punto de interconexión para la generación solar distribuida bajo los modelos de medición neta y facturación neta. Estos facilitarían la identificación de clientes potenciales de energía solar, calcular consumo y generación, optimizar la orientación e inclinación con tal de aumentar la producción y así adaptarse al perfil de demanda.
- Implementen el modelo de generación distribuida colectiva, divulgando información explícita sobre los beneficios financieros, los modelos de contraprestación y ofreciendo opciones flexibles en caso de que los clientes opten por abandonar el programa. Estos modelos no deben limitarse al consumo residencial, ya que tienen la capacidad de ser exportados para actividades industriales y de comercio.

- Simplifiquen los **procedimientos administrativos** y reduzcan los obstáculos burocráticos para las instalaciones pequeñas.
- Definir los límites de capacidad para la generación distribuida colectiva, el número mínimo de participantes, los límites de compra de energía por participante y en general ofrecer un acompañamiento para el entendimiento de estas acciones sobre el marco regulatorio.
- Consideren la **medición neta virtual** como una de las opciones para que los consumidores que, por razones financieras, técnicas o del espacio en la azotea, no puedan beneficiarse del autoconsumo en el sitio.
- Aseguren que la política en general sea **compatible con blockchain** y que no excluya tecnologías o soluciones particulares. Siempre que sea posible, se debe explorar blockchain para lograr una mayor transparencia, facilitar micro transacciones dentro de los mercados y recompensar la electricidad fotovoltaica con valor adicional.
- Usen **sandboxes** (entornos de prueba) para otorgar exenciones a las reglas para proyectos específicos con el fin de fomentar la experimentación.
- Lleven a cabo la planificación de proyectos de infraestructura, los reguladores deben incentivar a los operadores de redes para explotar las **sinergias entre las redes digitales y de energía** y desarrollarlas en conjunto, reduciendo así los costos y aumentando la conectividad disponible en toda la red eléctrica.

Estamos seguros de que en los próximos años surgirán muchos más casos de estudio sobre usos interesantes de la regulación para fomentar la digitalización y esperamos trabajar con los reguladores y las asociaciones nacionales para fomentar esta innovación.

5

DIGITALIZACIÓN Y ENERGÍA SOLAR EN MERCADOS EMERGENTES

instalaciones solares con montaje a nivel suelo en Zimbabue. © Sebastian Noethlich, Shutterstock

Se necesita trabajo adicional para evaluar el potencial de la **digitalización de la energía solar en mercados nuevos y emergentes** de todo el mundo. En algunos casos, la tecnología requerida puede ser diferente, y en otros, las mejores prácticas desarrolladas en el mercado europeo y mexicano puedan exportarse y aplicarse en los mismos países.

Se están desarrollando microrredes, desconectadas de la red, basadas en energía solar en áreas donde actualmente no hay acceso a la electricidad, y los empresarios están utilizando directamente nuevas soluciones digitales como es blockchain. Los activos virtuales están habilitando soluciones solares para hogares en un esquema de prepago (pay-as-you-go). Por otra parte, los sistemas híbridos de diésel y solares pueden requerir software avanzado de gestión de energía y servicios de pronóstico. En esta área es necesaria más investigación y análisis.

Algunos casos de estudio interesantes en países en desarrollo sobre la digitalización solar son los contenedores solares móviles MasarBox, las microrredes PowerCorner de Engie, Amigo Solar en Chile, las microrredes de blockchain de Electrased, el uso del esquema de prepago de MPAYG de tecnología solar y el financiamiento colectivo (crowdfunding) habilitado con Bitcoins de Sunexchange para países en desarrollo.

REFERENCIAS

1. Análisis de la Iniciativa Global de Sostenibilidad Electrónica, disponible aquí: http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report_2.pdf
2. Foro Económico Mundial / Accenture (2016) “Digital transformation of industries: Electricity industry”. Disponible aquí: https://www.accenture.com/t20170116T084450___w___/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-Electricity-Industry.pdf
3. Estimación de las Naciones Unidas, IDC e Intel, disponible aquí: <https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/infographics/guide-to-iot.html>.
4. Comisión Europea (2015) “Best practices on renewable energy self-consumption”, pág. 5. Disponible aquí: http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_autre_document_travail_service_part1_v6.pdf.
5. Un sistema de gestión de energía de edificios (BEMS) es el software, hardware y servicios asociados con el monitoreo, la administración y el control inteligentes de diferentes tipos de energía.
6. Comisión Europea (2016) “Impact assessment on downstream flexibility, price flexibility, demand response and smart metering”, pág. 3. Disponible aquí: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/demand_response_ia_study_final_report_12-08-2016.pdf.
7. SolarPower Europe (2016) Ahead of the pack: solar the new gateway to the decentralised energy system, disponible aquí: <http://www.solarpowereurope.org/what-we-do/task-forces/solarpower-storage-task-force/>.
8. World Economic Forum/Accenture (2016) Digital transformation of industries: Electricity industry, pág. 16. Disponible aquí: https://www.accenture.com/t20170116T084450___w___/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-Electricity-Industry.pdf
9. Se puede acreditar a Solnet Green Energy por acuñar este término.
10. La agregación es la combinación de la producción o la demanda de muchas fuentes diferentes con el objetivo de luego operar esa agrupación como una entidad única para lograr economías de escala, poder de compra y cumplir con los tamaños mínimos de oferta.
11. Se debe tener cuidado con los precios dinámicos, ya que también existe el riesgo de que pueda reducir la rentabilidad de una instalación que sea solo solar en un sistema donde existe una alta penetración fotovoltaica y bajo almacenamiento, lo que genera precios bajos en momentos de máxima generación solar.
12. Planes de tarifas EV de Pacific Gas & Electric https://www.pge.com/en_US/residential/rate-plans/rate-plan-options/electric-vehicle-base-plan/electric-vehicle-base-plan.page
13. PwC (2016) “Blockchain – an opportunity for energy producers and consumers”, pág. 5. Disponible aquí: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/assets/pwc-blockchain-opportunity-for-energy-producers-and-consumers.pdf>.
14. BSW-Solar (2016) “PV Financing Implementation guidelines for Mieterstrom model in Germany or Geschäftsmodelle, Mit PV-Mieterstrom”. Disponible aquí: http://www.pv-financing.eu/wp-content/uploads/2016/11/D4.1_Germany.pdf.
15. Observ’ER (2016) “PV Financing Implementation guidelines for France, Guide de Mise en Oeuvre de Projets PV en France”. Disponible aquí: http://www.pv-financing.eu/wp-content/uploads/2016/11/D4.1_France.pdf
16. PV-Austria (2016) PV Financing implementation guidelines for Austria, Leitfaden Zu Pv Eigenverbrauchsmodellen, available here: http://www.pv-financing.eu/wp-content/uploads/2016/11/d4-1_austria.pdf
17. <https://sunport.co/>

18. Una microrred es una red de energía local con capacidad de control, lo que significa que puede desconectarse de la red tradicional y operar de forma autónoma. Las microrredes conectadas a la red también se conocen como en la red (on-grid) o unidas a la red (grid-tied).
19. Navigant Research (2016) “Beyond the buzzwords: making the specific case for community resilience microgrids”, pág. 7. Disponible aquí: https://www.navigant.com/-/media/www/site/events/2016/pdfs/djones_beyond-the-buzzwords.pdf?la=en.
20. European Commission, WA Consulting, Milieu and GFK (2017) “Exploratory study of consumer issues in online peer-to-peer platform markets” m pág. 5. Disponible aquí: http://ec.europa.eu/newsroom/just/item-detail.cfm?&item_id=77704. Los tres tipos principales de modelos de negocios de plataforma de punto a punto se exponen en el informe, y el análisis de SolarPower Europe ha demostrado que las plataformas de energía P2P (punto a punto) tienen más probabilidades de surgir como plataformas que gobiernen completamente las transacciones de punto a punto, establezcan uno o más términos contractuales y ejerzan control sobre el desempeño de la transacción.
21. World Economic Forum/Accenture (2016) Digital transformation of industries: Electricity industry, pág. 11. Disponible aquí: https://www.accenture.com/t20170116T084450___w___/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-Electricity-Industry.pdf.
22. EY (2015) “Solar PV jobs and value added in Europe”, disponible aquí: http://www.solarpowereurope.org/fileadmin/user_upload/documents/Media/Jobs___Growth.pdf.
23. Centre for Economic and Business Research (2014) “Solar powered growth in the UK: the macroeconomic benefits for the UK of investment in solar PV”, disponible aquí: <https://www.cebr.com/wp-content/uploads/2014/09/CEBR-STA-report-Sep-2014.pdf>. Este documento a su vez se basó en el análisis del Centro Nacional de Energía Solar de BRE (2014) “Job growth in the solar sector”, disponible aquí: <https://www.bre.co.uk/news/BRE-National-Solar-Centre-measures-job-growth-in-the-solar-sector-965.html>.
24. La tecnología de blockchain (cadena de bloques) abierta o pública, también podría aplicarse en el campo de la digitalización de la operación y mantenimiento y la gestión de activos. Se piensa que IOTA Tangle podría proporcionar datos a una frecuencia más alta que los sistemas SCADA.
25. Navigant Research (2017) “Exploring opportunities in the residential O&M market”. Disponible aquí: <https://www.navigant.com/insights/energy/2017/opportunities-in-residential-solar-om-market>.
26. EY (2016) “Digital grid: powering the future of utilities”, disponible aquí: <http://www.ey.com/gl/en/industries/power---utilities/ey-digital-grid-powering-the-future-of-utilities>.
27. SolarPower Europe, EUROBAT and the European Heat Pump Association (2016) “Solar and storage”, pág. 6, disponible aquí: <http://www.solarpowereurope.org/what-we-do/task-forces/solarpower-storage-task-force/>.
28. Análisis de la Universidad de Aachen. Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0 Jahresbericht 2017.
29. World Economic Forum/Accenture (2016) Digital transformation of industries: Electricity industry, pág. 11. Disponible aquí: https://www.accenture.com/t20170116T084450___w___/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-Electricity-Industry.pdf.





Vista aérea de una nueva zona residencial. © metamorworks/shutterstock



SolarPower Europe – Leading the Energy Transition

Rue d'Arlon 69-71, 1040 Brussels, Belgium

T +32 2 709 55 20 / F +32 2 725 32 50

info@solarpowereurope.org / www.solarpowereurope.org

