

# REDES DE ENERGÍA E “INNOVACIÓN” TECNOLÓGICA EN EUROPA. EL CASO DE FRANCIA

*Luciana Guido*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nos encontramos inmersos en un contexto de cambios tanto en el desarrollo acelerado de tecnologías de información y comunicación (TIC) como en la geopolítica mundial de la energía, al mismo tiempo que surgen debates a distintas escalas sobre la importancia de considerar el “cambio climático”. En este sentido, se abre un espectro incierto de posibles escenarios y surge una heterogeneidad de discursos, conceptos y normativas. A su vez, la redefinición de los desafíos energéticos tiende a ser abordada como parte de lo que se designa bajo el término “transición energética”.<sup>1</sup>

En distintos ámbitos, se sostiene que nos encontramos ante una “tercera revolución industrial”<sup>2</sup> que tiene su base en la celeridad de los avances en las TIC y su incorporación en distintos sectores industriales, como el energético. La difusión de estas tecnologías para la producción y el uso más “eficiente” de la energía, así como las políticas e iniciativas para fomentar el aprovechamiento racional de los recursos y la incorporación de energías renovables no

Luciana Guido es Socióloga por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Docente concursada en la UNQ, Investigadora del CONICET en el Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR-CONICET). Actualmente es becaria externa del CONICET del “Programa de Becas en el Exterior para Jóvenes Investigadores” para realizar una investigación posdoctoral en el Centre de Recherche et de Documentation sur les Amériques (CREDA) dependiente del Institut des Hautes Etudes de L’Amérique Latine (IHEAL), Université Sorbonne Nouvelle-Paris 3, bajo la Dirección de la Doctora Elsa Laurelli (CONICET-CEUR) y del Doctor Sébastien Velut (CREDA-IHEAL). E-mail: lucianaguido@gmail.com

1 Si bien el término alude a cambios en la matriz energética de las sociedades, su “entronización” surgió en el año 2010 como política (*Energiewende*) para impulsar la energía renovable distribuida, sustituyendo la energía nuclear primero y progresivamente otras no renovables.

2 Desde una perspectiva economicista, Rifkin (2011) sostiene que las grandes “revoluciones” económicas en la historia ocurren cuando estas tecnologías convergen con los nuevos sistemas de energía. Así, si la “primera revolución industrial” fue el resultado de la conjunción entre la máquina de vapor y la imprenta, la “segunda” derivó del acoplamiento de la electricidad y la radio y la televisión. La “tercera”, para el autor, es el corolario de la asociación entre las energías renovables y la tecnología de Internet. En ese contexto se ubican las llamadas “redes eléctricas inteligentes”.

convencionales, avanzan, aunque de manera desigual, en diversos territorios. A su vez la “eficiencia energética”, concebida como “[...] la capacidad de un sistema de utilizar la cantidad mínima de energía para su funcionamiento” (Brunstein y Carrizo, 2015, p. 1), ha ido escalando protagonismo en las agendas internacionales.

Tanto los cambios en materia de energía como la celeridad de los avances tecnológicos ponen en evidencia algunos de los síntomas que trae aparejados la “dependencia” en un mundo basado en las redes (Dupuy, 2011). En efecto, problemáticas ligadas al continuo aumento de los niveles de consumo y de los fenómenos de “picos eléctricos”<sup>3</sup> reflejan el estado “envejecido” de las redes técnicas de distribución eléctrica, lo que remite a una creciente necesidad de mantenimiento, actualizaciones y nuevas inversiones en infraestructuras eléctricas.

La producción y la distribución territorial de la energía se presentan como desafíos en gran parte de los países “centrales” y “periféricos”, especialmente en aquellos cuya matriz energética es altamente dependiente de los hidrocarburos (Laurelli, Carrizo y Jacinto, 2011).

Dupuy (1998) se refiere al “urbanismo de redes” como un nuevo paradigma, oponiendo esta noción a una visión estática del territorio y asignando a la red la categoría de un concepto que expresa las actuales relaciones información/territorio y espacio/tiempo. Los interrogantes actuales sobre las redes llevan, para Dupuy (2011), a un nuevo paradigma donde los “usuarios” parecieran ser los principales protagonistas, por lo que las políticas públicas no deben ignorarlos.

En este marco de complejos debates y transformaciones, comienzan a trascender las llamadas “redes eléctricas inteligentes” o *Smart Grids*, que conjugan la red eléctrica tradicional con las TIC, para constituir un nuevo modo de gestionar los flujos de energía eléctrica y de información que permite integrar datos provenientes de los diversos nodos de la red eléctrica (desde el generador hasta el usuario final).

La adopción de una red inteligente requiere cambios en la infraestructura y el equipamiento que componen el sistema de suministro de energía (incluyendo la generación, la transmisión, la distribución y el consumo), pero también implica cambios en las formas de proveer y utilizar el recurso.

Las “redes inteligentes” han ganado protagonismo en debates o análisis sobre las transformaciones en los sistemas energéticos a escala internacional, así como espacios experimentales en los ámbitos académicos, en las empresas del sector, en los Estados y, en especial, a partir de iniciativas privadas. Desde este sentido, se presentan como un elemento más de la llamada

3 Se denomina “pico eléctrico” o “sobretensión” al aumento, por encima de los valores establecidos como máximos, de la tensión eléctrica entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica.

“transición energética”. No obstante, más que un gran proyecto puramente tecnológico, se trata de un cambio sociotécnico que afecta fundamentalmente los *habitus*, usos y dinámicas sociales del sistema de energía en su conjunto (Goulden *et al.*, 2014).

Según un informe elaborado por la Unión Europea (Comisión Europea-Unión Europea, 2014), existen 532 proyectos de redes eléctricas inteligentes que se están desarrollando dentro de ese territorio. La mitad de su presupuesto asignado se concentra en tres países: Francia, Reino Unido y España.

El caso de Francia se presenta como particular, dada la histórica dependencia del país de la generación de energía desde el sector nuclear. Sin embargo, como veremos, no solo registra un gran número de proyectos de *Smart Grids* sino que recientemente ha aprobado, luego de numerosos debates parlamentarios, la “Ley de Transición Energética para el crecimiento verde”, publicada en el *Journal Officiel* el 18 de agosto del año 2015,<sup>4</sup> que incentiva el uso de energías renovables y la disminución progresiva del abastecimiento a partir de la energía nuclear. A su vez, Francia ha sido sede de la vigésimo primera Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 (COP21/CMPII) –también llamada “París 15”.<sup>5</sup>

Este trabajo presenta avances de una investigación iniciada en 2014, que tiene por objetivo general conocer las características de los procesos de incorporación de tecnologías de información y comunicación (TIC) en las redes de energía en Europa, particularmente en Francia. Se consultaron fuentes secundarias y se buscó generar información a través de entrevistas semiestructuradas a las autoridades de algunas de las iniciativas exploradas en el caso francés. Se parte de sostener que el proceso de integración de redes de información y comunicación orientadas a la producción y distribución energética depende de la infraestructura disponible, de los flujos de recursos posibles, de la existencia de un mercado, del interés de los actores públicos y privados y de la constitución de instituciones nacionales y regionales acordes.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: además de esta introducción, una primera sección donde se indaga en las principales políticas públicas –en el contexto de la Unión Europea y en Francia en particular– vin-

4 En Francia, el parque de producción de electricidad está principalmente constituido de centrales nucleares, hidroeléctricas y térmicas (ciclos combinados a gas, centrales de carbón y de fuel oil). A su vez, ha tenido desde hace mucho tiempo, la preocupación de asegurar su independencia energética y reducir al mínimo su exposición a la fuerte variación del precio de las energías fósiles. Esta política de independencia ha originado el programa electronuclear francés. En la actualidad, a pesar del accidente catalogado como *Fukushima Daiichi* en Japón en marzo de 2011, Francia no ha tomado una decisión tan radical como en el caso de Alemania concerniente a sus filiales nucleares. En paralelo, las autoridades francesas han buscado estimular el desarrollo de las energías renovables. En la última década y siguiendo la línea de los objetivos europeos de disminución de gas de efecto invernadero, los parques eólicos y los campos fotovoltaicos se han multiplicado.

5 Realizada en esa ciudad francesa del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015.

culadas a la denominada “transición energética”, la promoción de energías renovables y las redes eléctricas inteligentes; una segunda sección donde se describe brevemente la situación actual de las redes técnicas de distribución eléctrica para el caso francés y se destacan las principales características socio-técnicas de las redes eléctricas “inteligentes”; una tercera sección en la que se exploran algunas de las iniciativas lanzadas en Francia desde distintos ámbitos; y una cuarta donde se presentan las reflexiones finales en pos de aportar al debate sobre el curso de la llamada “transición energética”, la incorporación de TIC en las redes de energía y los desafíos que se plantearían en el devenir de estos cambios.

## POLÍTICAS PÚBLICAS A ESCALA REGIONAL Y LOCAL

Una de las mayores preocupaciones sobre el devenir energético mundial surge de la existencia de una creciente demanda energética y de las problemáticas en torno a su abastecimiento de manera durable, económica y segura atendiendo al impacto que implican sobre el medio ambiente y el clima. La Unión Europea (UE) pone de relevancia este escenario a partir de la elaboración de distintos documentos que abogan, entre otras cuestiones, por la eficiencia energética, las energías renovables y el desarrollo de las redes eléctricas “inteligentes”.

### Unión Europea

La Unión Europea, segunda economía mundial, consume una quinta parte de la energía que se produce en el mundo pero cuenta con muy escasas reservas. En ese sentido, el informe titulado *Energía. Energía sostenible, segura y asequible para los europeos*, elaborado por la Comisión Europea<sup>6</sup> (2015), sostiene que, en la actualidad, Europa se ve obligada a importar más de la mitad de su energía debido a la escasez de sus propias reservas.<sup>7</sup> De ese modo, está sujeta al precio que le imponen los mercados mundiales o cada país proveedor. Siguiendo este argumento, plantea que una “buena manera” de abaratar la factura energética es reducir la cantidad de energía que se consume pero sin perder calidad de vida y comodidad.

6 Órgano ejecutivo políticamente independiente, de la UE y única instancia responsable de elaborar propuestas de nueva legislación europea y de aplicar las decisiones del Parlamento Europeo y el Consejo. Sus principales acciones son: proponer nuevas leyes; fijar prioridades de gasto de la UE junto con el Consejo y el Parlamento; y representar a la UE en la escena internacional (Unión Europea, 2015. Disponible en <[http://europa.eu/about-eu/institutions-bodies/european-commission/index\\_es.htm](http://europa.eu/about-eu/institutions-bodies/european-commission/index_es.htm)>). Fecha de consulta: octubre de 2015.

7 A su vez, la dependencia energética de Europa se basa en la compra de petróleo a Rusia y a los países de la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y de gas a Argelia, Noruega y Rusia. Todo eso representa una pérdida de 350.000 millones de euros al año (Comisión Europea, 2015).

Así, la “eficiencia energética” forma parte de los objetivos principales de la Unión Europea para 2020, año en que se propone reducir el consumo total de energía en un 20% respecto de los niveles de 1990.

A su vez, otro de los desafíos se vincula con la reducción de la emisión de gas de efecto invernadero. En octubre del año 2009, el Consejo Europeo se concentró sobre un objetivo de reducción del 80% mínimo hasta llegar al 95% en 2050.

La “Hoja de ruta de la Energía para 2050” de la Comisión Europea considera una disminución de alrededor de un tercio de consumo de energía primaria para 2050. Con una población que continuará creciendo, esto supone acciones ambiciosas en todos los dominios, tanto en la matriz de la demanda de energía –y, en particular, de la demanda de electricidad– como en la matriz de crecimiento de la tecnología de punta. Las metas medioambientales de la Unión Europea instan a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un 20% y a incrementar en un 20% las energías renovables para el año 2020. Para alcanzarlas, se desarrolla una amplia gama de programas –con incentivos económicos–, que van desde la promoción de vehículos eléctricos de dos ruedas hasta la implementación de redes “inteligentes” (Carrizo y Velut, 2010).

Otro de los desafíos es el vinculado con la “seguridad energética” (combustibles fósiles y electricidad), en vista de la volatilidad de los precios y de la disponibilidad de recursos fósiles cuya participación en el mix energético francés y europeo es similar.

Estas múltiples ambiciones están escritas en la política energética europea definida en el Tratado de Lisboa<sup>8</sup> para asegurar un aprovisionamiento durable. Lo que está en juego a largo plazo en dicha política abarca dos niveles: por un lado, a nivel económico, el precio de la energía –el cual repercute, a su vez, sobre el porvenir de los hogares y de las empresas–; y, por otro lado, a nivel medioambiental y climático, la necesidad de limitar las consecuencias medioambientales ligadas a la producción y al consumo de energía (especialmente, la generación de gas de efecto invernadero), para lo cual debe fomentarse el uso de formas de baja producción de carbono. En tal sentido, en ese Tratado se destaca la importancia de incorporar avances tecnológicos en el campo de la energía.

8 El Tratado de Lisboa, firmado por los representantes de todos los Estados miembros de la Unión Europea (UE) en Lisboa el 13 de diciembre de 2007, es el que sustituye a la Constitución para Europa tras el fracaso del tratado constitucional de 2004. Con este tratado, la UE adquiere personalidad jurídica propia para firmar acuerdos internacionales a nivel comunitario (véase Tratado de Lisboa en <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:aio033>>. Fecha de consulta: octubre de 2015).

El 27 de marzo de 2013, la Comisión publicó el *Libro Verde “Un marco para las políticas de clima y energía en 2030”*, con el que abrió el debate acerca de los propósitos y las políticas posteriores al año 2020.

En la Comunicación de la Comisión titulada “Hoja de ruta de la Energía para 2050”, se describen varias hipótesis de trabajo y se reflejan los retos y oportunidades a los que se enfrenta la UE en su camino hacia una “descarbonización” a largo plazo; allí, además de destacar la importancia de asegurar el suministro eléctrico<sup>9</sup> y la “eficiencia energética”, se promueve la necesidad de aprovechar mejor los recursos energéticos propios de la UE (incluidos los renovables). De ese modo, una de las prioridades acordadas en el Consejo Europeo en mayo de 2013 fue intensificar la diversificación del suministro energético de la UE y desarrollar recursos locales a fin de garantizar la seguridad del abastecimiento y reducir la dependencia respecto del exterior. En cuanto a las fuentes de energía renovables, en la Directiva 2009/28/CE del 23 de abril de 2009, se introducía un objetivo del 20% para 2020.

A su vez, la Comunicación de la Comisión titulada “Tecnologías e innovación energéticas” (Comisión Europea, 2013a, p. 253), publicada el 2 de mayo de 2013, define la estrategia que permitirá a la UE tener una tecnología de nivel mundial y un sector de la innovación adecuado para hacer frente a los retos hasta 2050.

Con el fin de aplicar el encuadre legislativo ligado a la energía en Europa, la DG *Energie*<sup>10</sup> de la Comisión Europea reflexiona sobre el dominio de las *Smart Grids* y su almacenamiento. En el año 2009, crea el *Task Force Smart Grids*, un grupo de tareas sobre las redes inteligentes el cual tiene como propósito principal asesorar sobre cuestiones relacionadas con el despliegue de estas redes y su desarrollo.<sup>11</sup>

9 Dada la crucial importancia del gas y del petróleo para la seguridad del suministro energético de la UE, se han adoptado varias medidas con el fin de asegurar que se lleven a cabo evaluaciones de riesgo y que se desarrollen planes de acción preventivos y de emergencia adecuados. El Reglamento (UE) n° 994/2010 sobre medidas para garantizar la seguridad del suministro de gas se adoptó el 20 de octubre de 2010 con el propósito de reforzar los mecanismos de prevención y de respuesta a las crisis.

10 La Comisión se divide en varios departamentos y servicios. Los departamentos son conocidos como Direcciones Generales (DG). (Véase en <[http://ec.europa.eu/about/ds\\_en.htm](http://ec.europa.eu/about/ds_en.htm)>. Fecha de consulta: octubre de 2015).

11 Este grupo de tareas se encuentra integrado por cinco Grupos de Expertos que se focalizan en áreas específicas: *Smart Grids Standards* (propone estándares tecnológicos para incorporar *Smart Grids*); *Regulatory recommendations for privacy, data protection and cyber-security in the smart grid environment* (propone una lista de medidas de seguridad a tener en cuenta en la aplicación de estas redes “inteligentes”); *Regulatory recommendations for the deployment* (establece recomendaciones basadas en las posibles regulaciones para el desarrollo de *Smart Grids*); *Smart Grid Infrastructure deployment* (realiza un inventario de proyectos de redes eléctricas “inteligentes” en Europa e investiga sobre la infraestructura de telecomunicaciones necesarias para este tipo de proyectos); y, por último, *Implementation of smart grid industrial policy* (propone lineamientos para futuras políticas y reglamentaciones). (Para más información, véase <<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters/smart-grids-task-force>>. Fecha de consulta: octubre de 2015).

## Otros actores relevantes a nivel europeo

Por otro lado, a nivel europeo se destacan otros actores que abogan por la incorporación de proyectos de *Smart Grids* en distintos territorios.

La Plataforma ETP *Smart Grids* (*European Technology Platform for the Networks of the Future*), activa desde el año 2005, agrupa un gran número de actores industriales: productores de electricidad, gestores de redes de transporte y de distribución, fabricantes de materiales de redes y centros de investigación (ETP *Smart Grids*, 2011). Dicha Plataforma elaboró tres documentos contextuales para las *Smart Grids* en Europa:

- En 2006, *Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future* (ETP *Smart Grids*, 2006) define a las *Smart Grids* y señala sus posibles beneficios y las barreras a evitar.

- En 2007, la *Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the future* (ETP *Smart Grids*, 2007) trata los ejes principales para la investigación sobre las *Smart Grids* en Europa. Una reflexión acerca de los impactos estratégicos de almacenamiento sobre las redes eléctricas es una de las seis “Tareas de Investigación Prioritarias” transversales consideradas. Este documento se completó en marzo de 2012 con el *Smart Grids SRA 2035*, que prolonga las proyecciones de 2020 a 2035 (ETP *Smart Grids*, 2012), y considera el almacenamiento de la energía como el segundo desafío (detrás del control) y la primera prioridad tecnológica para las *Smart Grids* con vistas al año 2035.

- Por último, en 2010, el *Smart Grids Strategic Deployment Document* propone una hoja de ruta para el desarrollo de las *Smart Grids* en Europa, insistiendo sobre la importancia del almacenamiento en la integración de fuentes de energía descentralizadas e intermitentes, sobre la necesidad de apoyar la investigación en este dominio y sobre el rol esperado del vehículo eléctrico en una aproximación titulada “*Vehicle to grid*” (ETP *Smart Grids*, 2010).

En la actualidad, las actividades de esta plataforma se centran principalmente en grupos de trabajo. En particular, el grupo “Almacenamiento de la energía, economía y regulación” propone, en 2013, las orientaciones en materia de almacenamiento para las políticas europeas (ETP *Smart Grids*, 2011).

La Asociación EASE (*European Association for the Storage of Energy*), situada en Bruselas, fue creada en París el 27 de septiembre de 2011. Agrupa una treintena de actores industriales y académicos europeos. Sus objetivos y estatus se definen (IEA, 2011) sobre la base general de “realizar un análisis y una evaluación de beneficios ligados a la utilización de almacenamiento de la energía, dentro de una red energética muy vasta” (International Sustainable Energy Review, 2011), y las primeras documentaciones están disponibles en el sitio de la Asociación (EASE, 2012). Desde su creación, ha sido presidida por Bernard Delpech (de Électricité de France –EDF–) y su primera manifestación pública fue el 6 de noviembre de 2012.

## Francia

Como vimos en los párrafos precedentes, la reflexión sobre el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes en Europa debe contemplar tres escalas diferentes: a nivel regional, la Comisión Europea establece prioridades y líneas de acción y diseña los marcos regulatorios; a nivel nacional, los Estados miembros deben especificar estos marcos bajo la diversas estrategias nacionales y favorecer la emergencia de industrias nacionales a través de inversiones, por último, a nivel local, entran en juego distintos actores (industria, académicos, asociaciones, entre otros) que realizan algunos de los proyectos “piloto” en distintos territorios.

A escala nacional, el papel del Estado es fundamental. En el caso de Francia, contribuye a la emergencia de filiales nacionales para las inversiones seleccionadas y también precisa el trabajo de reglamentación iniciado a niveles europeos de acuerdo con la estrategia y el contexto nacionales. En este país, existen en la actualidad dos herramientas para el establecimiento del marco regulatorio sobre las *Smart Grids*: la “Programmation Pluriannuelle des Investissements 2009-2020”<sup>12</sup> y los “Appels à Manifestation d’Intérêt”.<sup>13</sup> No obstante, la importancia de las reglamentaciones sobre las *Smart Grids* es un objeto de debate que debe contemplar un cuadro “coercitivo” heredado de reglamentaciones de la Unión Europea en pos de atender a problemáticas medioambientales y a aquellas vinculadas con la seguridad del almacenamiento energético.

Un elemento novedoso lo introduce la mencionada “Ley de Transición Energética para el crecimiento verde”, recientemente aprobada, que abre la posibilidad de introducir cambios en el modelo energético y medioambiental actual, lo que se concretaría en estos objetivos: en primer lugar, reducir en un 40% las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) desde el presente hasta 2030 y llegar a un 25% de ese nivel en 2050; en segundo término, lograr que las energías renovables generen el 32% del total del consumo a finales de 2030 y reducir a la mitad el consumo de la energía final en 2050; y, por último, congelar la potencia actual de energía nuclear, que no deberá suponer más del 50% de la producción de electricidad en 2025.

12 El Programa de Inversión Multianual (traducción propia) 2009-2020 de la producción de electricidad fue elaborado por la Direction Générale à l’Énergie et au Climat a pedido del Ministro de l’Écologie y presentado al Parlamento en junio de 2009. Respalda las decisiones estratégicas del Estado francés y promueve el desarrollo de nuevas tecnologías a través de distintas convocatorias a proyectos.

13 Convocatoria de Manifestación de Interés (traducción propia) de la Agence De l’Environnement et de la Maitrise de l’Énergie (ADEME): es el operador del Estado para apoyar la transición del medio ambiente y la energía. Se trata de un actor público industrial y comercial bajo la tutela conjunta del Ministère de l’Écologie, du Développement durable et de l’Énergie y el Ministère de l’Éducation Nationale, de l’Enseignement supérieur et de la Recherche. Consiste en un llamado a proyectos. Fue lanzado para ayudar financieramente a los proyectos que contribuyen a desarrollar sectores focalizados.

Teniendo en cuenta que este país es uno de los más “nuclearizados”<sup>14</sup> del mundo en proporción al número de habitantes, el viraje hacia las energías renovables en desmedro de la nuclear es llamativo. A esto se suma que, como se mencionó, Francia ha sido sede de la 21<sup>era</sup> Conferencia de Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 (COP21/CMP11). Esta ha sido una fecha crucial para consensuar un nuevo acuerdo internacional sobre el clima, aplicable a todos los países, con el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C.

Asimismo, a nivel local se encuentran distintas experiencias o “demostraciones”, como, por ejemplo, los desarrollos en la región de Provence-Alpes-Cote-d’Azur, cuya puesta en marcha no sería posible sin el apoyo de empresas, el apoyo político e industrial pero, igualmente, sin la participación de los usuarios que se prestan a la experimentación y que tienen un rol crucial.

## PASADO, PRESENTE, ¿FUTURO? REDES TÉCNICAS DE ENERGÍA Y *SMART GRIDS*

### Redes de energía “tradicionales”

Una vía de entrada para entender el desarrollo de proyectos tecnológicos “innovadores” es indagar en las incipientes y potenciales transformaciones de las redes de energía. Dialécticamente, tecnologías y dimensiones políticas, simbólicas, económicas, espaciales, entre otras, cumplen un rol significativo en dicha transformación (Aibar, 1996; Santos, 2000).

Una red eléctrica es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores. Contiene tres componentes principales: las plantas generadoras, que producen electricidad de combustibles fósiles (carbón, gas natural, biomasa) o combustibles no fósiles (eólica, solar, nuclear, hidráulica); las líneas de transmisión, que llevan la electricidad de las plantas generadoras a los centros de demanda; y los transformadores, que reducen el voltaje para que las líneas de distribución puedan entregarle energía al consumidor final.

La estructura, la organización y la topología de las redes eléctricas de los países “centrales” es el resultado de su evolución desde su creación a fines del siglo XIX. En un primer tiempo, los productores de electricidad diseñaron las redes a fin de responder a su propia demanda (de origen industrial) y a las de zonas urbanas situadas en la cercanía; esa estructura fue rápidamente orientada a la demanda de clientes conectados a una red más grande. Las dimensio-

14 Al año 2015, en Francia funcionan 19 centrales nucleares con un total de 58 reactores nucleares. Se encuentran a una distancia máxima entre ellas de 600 km y a menos de 1 km de las viviendas. (Véase <<http://energia-nuclear.net/situacion/energia-nuclear-francia.html>>. Fecha de consulta: octubre de 2015.)

nes de las líneas de distribución y las capacidades de producción a lo largo del tiempo se han basado en la demanda de electricidad estimada en temporadas altas (invierno para Francia, por ejemplo) porque la electricidad no se puede almacenar en grandes cantidades.

En la actualidad, la satisfacción de la demanda de los consumidores se hace en un marco de creciente complejidad y restricciones. La apertura de la competencia en los países “centrales” ha modificado la situación: los actores de la industria eléctrica se esfuerzan para ofrecer la electricidad a precios lo más bajos posibles; se crean nuevas estructuras de mercado y se desarrollan interconexiones fronterizas para intercambiar esta energía. La demanda en electricidad crece de año a año. Por otra parte, las limitaciones ambientales pesan cada vez más sobre las formas de producción y sobre los costos. Se desarrollan, así, las energías renovables.

La mutación del sistema eléctrico moderno se centra en la respuesta a los principales déficits que se enumeran a continuación:

- Infraestructuras “envejecidas”: la red eléctrica es una máquina compleja que necesita ser mantenida, desarrollada continuamente y rejuvenecida. Las economías de los países “centrales” están lidiando con las principales necesidades de mantenimiento, actualizaciones y nuevas inversiones en infraestructuras eléctricas.
- Aumento de los niveles de consumo y de los fenómenos de “picos eléctricos”: a lo largo de los años y de manera continua, en los países más industrializados, la demanda ha seguido creciendo al mismo tiempo que aumentó el número de usos eléctricos (residencial e industrial).
- Desarrollo difuso e intermitente de la producción eléctrica: el desarrollo de energías renovables está estimulado por la mayoría de los gobiernos, y se espera que el crecimiento se acelere frente al agotamiento de los recursos fósiles.

Tradicionalmente, las conexiones han sido lineales o verticales, yendo de un punto a otro, es decir, vinculando yacimientos energéticos a centrales de producción y estos a nodos de consumo industriales o residenciales. Estos sistemas van siendo reemplazados por redes más complejas que conectan distintos espacios de producción y consumo y ponen en relación a todos los productores con todos los consumidores. De ese modo, permiten conducir energía por diversos itinerarios y disponer de varias alternativas para evitar problemas o encontrar soluciones inmediatas a eventuales desperfectos. Esta nueva lógica busca conformar un gran mercado y asegurar su funcionamiento; para ello, resulta prioritario reforzar, extender o interconectar las mallas de infraestructura (Carrizo y Velut, 2010).

Las redes eléctricas “inteligentes” aparecen en los discursos internacionales como una “evolución” de las redes históricas y buscan dar respuestas

a algunos de sus límites. No obstante, no es sencillo aplicar estos enfoques por el tejido complejo de actores y de reglamentaciones que pesa sobre la maduración del concepto.

Algunas visiones que se apoyan en un “determinismo tecnológico” sostienen que las redes eléctricas son llamadas a modernizarse y a evolucionar, tanto a niveles técnicos como regulatorios, a fin de preservar un suministro de calidad. Ciertos autores hablan del avance tecnológico, aludiendo a una reinención de la transmisión, de la distribución y de la metrología eléctrica. Desde esta perspectiva, se considera que las redes inteligentes son la “evolución” esperada de las redes eléctricas que se adaptan y modernizan a fin de satisfacer las cada vez más complejas necesidades de los consumidores. Estas necesidades son muy diferentes, dependiendo de la zona y de los países del mundo, pero es principalmente la evolución de los usos y los modos de consumo y de producción de la electricidad la que impone este cambio hoy. Para esto, es crucial una “flexibilización” de la oferta y la demanda. Pareciera que las redes eléctricas inteligentes podrían cumplir esta ambición.

Contrariamente a esta perspectiva y desde una visión del “urbanismo de las redes”, Dupuy (2011) sostiene que las *Smart Grids* son un ejemplo de transformación profunda de la estructura de redes. En efecto, para el autor, históricamente las redes (de agua, de transporte, de energía, entre otras) se construyeron y difundieron casi de la misma manera teniendo en cuenta una curva logística creciente. No obstante, uno de los problemas que acarrea este crecimiento es la “dependencia” de los consumidores respecto del servicio. Por ejemplo, en un mundo donde la electricidad se convierte en un elemento vital de la sociedad, se torna casi imposible sobrevivir sin ella. Si bien la “dependencia” no es en sí un problema, se constituye como tal cuando, a nivel estatal, se plantean otros objetivos considerados como prioritarios, por ejemplo la “sustentabilidad” y el problema del “cambio climático”. En este caso la “dependencia” se torna una barrera ya que impide la aplicación de medidas políticas que tiendan, por ejemplo, a reducir el número de vehículos para evitar la propagación de contaminación. En la actualidad, para el caso francés, limitar el número de plantas nucleares restringiría el consumo eléctrico, lo cual es inviable dada la “dependencia”. Junto con este problema emerge otro ligado a la “fractura” que se da entre los que disponen del servicio y los que no.

Para Dupuy (ob. cit.), tanto la “dependencia” como la “fractura” limitan los procesos decisorios de los Estados. Así, sostiene que una salida a este *impasse* podría ser retornar a la antigua situación de autonomía donde cada uno se autoabastece y se suprime la red. Esta situación “utópica” contrasta con otra más “realista” que aboga por un cambio de paradigma de las redes en el cual los consumidores serían también actores que podrían tomar una parte del poder y, en otros aspectos, decidir sobre la orientación y la manera de hacer las conexiones. En este caso, el interrogante principal refiere a cómo convertir al consumidor en un actor de la red, es decir, cómo pasar de un modelo *top*

*down* a otro de tipo *bottom up*. Las *Smart Grids* serían un elemento importante en el cambio de paradigma al producir modificaciones en la naturaleza de la red dando un poder nuevo al usuario.

## Redes eléctricas “inteligentes”

En este apartado, se describen los principales elementos conceptuales y socio-técnicos que definen a las redes eléctricas “inteligentes”.

### Definiciones y funcionamiento

Son múltiples las definiciones de las “redes eléctricas inteligentes”, más comúnmente conocidas como *Smart Grids*. Algunas hacen hincapié en aspectos puramente técnicos; otras engloban aspectos tecnológicos, económicos y sociológicos. No obstante, el punto en común de todas las definiciones es la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a las redes físicas tradicionales: el sistema eléctrico, tal como se prevé en el futuro, es principalmente un sistema de comunicación.

Desde un punto de vista técnico, las *Smart Grids* se estructuran en torno a la utilización en las redes de sensores, de herramientas de medición y control, que se comunican de manera “bidireccional” desde las centrales de producción de electricidad hasta los consumidores, a través de las líneas de transmisión y de distribución. Así, transmiten información a los usuarios, operadores y controladores de la administración con el fin de responder de forma dinámica a los cambios en la demanda de electricidad y a los daños ocurridos en las líneas: la red, activa e interactiva, mejora la calidad del tránsito en las líneas eléctricas gracias a un mejor control del equilibrio producción/consumo.

La definición “europea” de redes eléctricas inteligentes resalta la capacidad de estas redes para integrar de forma eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios que están conectados: productores, consumidores (y aquellos que tienen las dos actividades) con el fin de proporcionar electricidad eficiente, sostenible, económicamente viable y segura (EU, 2012).

La definición establecida en los Estados Unidos destaca como objetivo la seguridad del sistema. El *Financial Times* (2012) menciona la capacidad de las *Smarts Grids* de optimizar la gestión de las redes eléctricas a fin de promover la eficacia energética y la rentabilidad.

Los países emergentes, como China, India, Brasil, con crecientes necesidades de energía se preocupan por favorecer un futuro con seguridad y sustentabilidad y consideran a las redes inteligentes una vía para ello. Por ende, han comenzado a invertir en tecnologías de redes inteligentes, sobre todo en algunas ciudades que sirven como vitrinas de tecnología –Bangalore en India, Yangzhou en China o Masdar en los Emiratos Árabes Unidos–. En estas ciudades *high-tech* se pueden encontrar infraestructuras inteligentes y autónomas

y “medidores inteligentes”<sup>15</sup> que controlan aparatos en las viviendas a fin de lograr una gestión avanzada y descentralizada de energías renovables.

La percepción respecto del segmento de aplicación de las redes inteligentes diverge en los distintos países. Sin embargo, se puede identificar una visión de conjunto sobre la utilidad. Las TIC se estudian y se añaden a la red para: brindar servicios innovadores; facilitar la integración de la generación distribuida y el almacenamiento; proporcionar a los consumidores una mejor información, favoreciendo así su participación en la optimización de las redes eléctricas; proporcionar mejores niveles de fiabilidad y seguridad de aprovisionamiento; controlar los costos de los administradores de red (anticipar fallas, evitar refuerzos necesarios, facilitar el mantenimiento de las redes y reaccionar rápidamente a fenómenos meteorológicos extremos); reducir el impacto medioambiental del sistema eléctrico en su totalidad.

Por medio de estas tecnologías integradas a la arquitectura física de las redes de transmisión y de distribución, se miden en tiempo real o casi-real una multitud de datos sobre el estado de la red y el equilibrio producción/consumo, para caracterizar la naturaleza del flujo de energía entre productores y consumidores. Estas informaciones son transferidas a los sistemas de control y análisis de datos vía las redes de telecomunicación. Un *software* realiza el procesamiento de los datos recibidos de forma automática. A su vez, para el tratamiento de datos, puede apelarse a los operadores o proveedores mediante interfaces locales preparadas para cuestiones específicas –por ejemplo, grillas tarifarias, alertas de pico eléctricos, entre otros.

### Elementos sociotécnicos

Según Guerassimoff y Maizi (2012), podrían distinguirse tres grandes tipos de comunicación:

- *Power Line Communication* (PLC): consiste en transferir las informaciones numéricas a través de líneas eléctricas. Una corriente de alta frecuencia se superpone sobre la corriente alterna tradicional en las líneas.
- Tecnologías inalámbricas, como el Wifi, el Wimax y las redes GSM.
- Tecnologías alámbricas modernas, como la fibra óptica.

Los niveles de comunicación dependen de criterios técnicos vinculados a esos tipos de sistemas. Puede variar así la cantidad de datos requeridos, la calidad del servicio necesario (nivel de seguridad, tiempos de gestión administrativa) y la cobertura geográfica. Pero la comunicación depende también

15 Un “medidor inteligente” (o contador inteligente) es un tipo de medidor o contador avanzado que calcula el consumo de una forma más detallada que los contadores convencionales. Además, también ofrece la posibilidad de comunicar esta información a través de alguna red a un centro de control de la compañía de servicios local, la cual puede utilizar los datos a efectos de facturación o seguimiento.

de criterios sociopolíticos. La gestión y el análisis de la información constituye un gran desafío para los actores del sistema eléctrico: ¿cuál será el volumen y el contenido de los datos producidos por las redes inteligentes? ¿En qué intervalo se podrán actualizar? El conjunto de estas cuestiones todavía está en discusión.

La medición de datos se hace para controlar el estado de la red o para intercambiar información desde y para los usuarios. En el primer caso, los niveles de tensión, la intensidad máxima admisible y la temperatura de los conductores son monitoreados en tiempo real. A nivel del usuario, el sensor comunicacional hace las veces de captador, reenviando los niveles de tensión y de potencia.

Los sistemas de control y de análisis de datos son un conjunto de tecnologías destinadas a la prevención de incidentes y limitaciones sobre la red de energía (parte de la red) o a recoger y descifrar los datos de consumo/producción propios de los usuarios (parte de los consumidores). Las principales funciones de estos sistemas son la recolección y el análisis de datos, seguidos de un diagnóstico; entonces, la decisión puede ser automática o efectuarse después de la visión de un operador. De esta manera dependiendo del grado de operabilidad, se pueden distinguir:

1) las aplicaciones operacionales como las SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), que son los sistemas de telegestión remota a gran escala para el tratamiento de una gran número de datos en tiempo real y de control a distancia de las instalaciones e infraestructuras eléctricas;

2) los agentes inteligentes repartidos sobre la red, como los medidores comunicacionales o los instrumentos de medida y control. Estos dispositivos reciben órdenes de los operadores de origen pero también son capaces de la regulación local cuando resulta necesario;

3) los *software* de análisis de datos: apoyo de la toma de decisiones por parte de los operadores, son capaces de hacer diagnósticos compuestos de soluciones múltiples asociadas a los niveles de riesgo. Además, pueden hacer predicciones (por ejemplo, mediante la integración de datos meteorológicos).

Las herramientas de *software* involucradas añaden valor permitiendo la asociación de datos que se transmiten desde los “medidores inteligentes” así como la automatización de la conducción, las informaciones específicas de la gestión de activos, las características geoespaciales de las redes, etc. Las interfaces desarrolladas deben llevar rápidamente los análisis estratégicos u operacionales sobre grandes volúmenes de datos para ayudar a precisar decisiones pertinentes. Para el consumidor, los elementos simplificados y precisos son suficientes, en un formato accesible a todos (por ejemplo, detalles de sus niveles de consumo en una computadora personal), así como son importantes incentivos arancelarios que contribuyan a favorecer su participación.

## EXPERIENCIAS EN FRANCIA

Ciertas zonas de Francia tienen un interés estratégico para el desarrollo de proyectos de redes eléctricas inteligentes, como, por ejemplo, la Región Provence-Alpes-Cote d'Azur (PACA). Si bien allí se sitúa el primer proyecto de este tipo en el país, ("PREMIO"), existe un gran número de experiencias por todo el territorio. En especial, se destacan las siguientes:

1) *Región de Bretaña*. Las *Smart Grids* son la clave de la política de energía de esta región. Bretaña es una región particularmente expuesta al riesgo de apagones eléctricos durante el pico de consumo en invierno debido a su ubicación geográfica. Situada lejos de lugares de generación de energía, esta región está experimentando un desequilibrio persistente entre la producción y el consumo de energía en su territorio. En tal sentido, el Consejo Regional de Bretaña, desde 2011, apoya la implementación de las redes inteligentes, en particular, debido a que contienen un gran potencial para el desarrollo económico de ese territorio y la generación de puestos de trabajo locales. En el Cuadro 1 se enumeran algunas de las experiencias que se encuentran en esta región.

**Cuadro 1. Experiencias en la Región de Bretaña**

Denominación	Principales características
Address	Soluciones para permitir una gestión innovadora en la gestión del consumo eléctrico.
Boucle Energétique Locale – Brest rive droite	Encontrar una alternativa al fortalecimiento de la red eléctrica.
ELHYRA	Electricidad e Hidrógeno renovables para la explotación agrícola.
ENBRIN	Responder a los desafíos energéticos de la región de Bretaña.
Expérimentation Effacement Bretagne	Establecer las modalidades derogatorias de participación a los mecanismos de ajuste.
Kergrid	Experimentación de redes inteligentes en edificios comerciales.
Operation Vir'vol rid	Operación piloto del control de la demanda de energía.
Rennes Grid	Conducir el consumo de electricidad a fin de mejorar la integración de las energías renovables.
SOLENN	Soluciones para aprovechar las acciones de MDS.
Bretagne d'avance	Administrar el equilibrio entre la demanda y la producción de electricidad.
Val d'énergie	Desarrollar un territorio "positivo" de energía.

2) *Región Provence-Alpes-Cote d'Azur (PACA)*. Se encuentra en una situación geográfica apremiante en cuanto a las redes y con potencial inte-

gración de energía renovable fotovoltaica. Cuenta, a su vez, con grandes problemas a nivel de infraestructura que limitan el suministro eléctrico. Aquí se encuentra uno de los primeros proyectos de redes eléctricas inteligentes en el país: el proyecto PREMIO. En el Cuadro 2 se describen a las principales iniciativas encontradas en esta zona.

**Cuadro 2. Principales iniciativas en la Región Provence-Alpes-Cote d’Azur (PACA)**

Denominación	Principales características
CityOpt	Mejorar el desarrollo sostenible en la ciudad.
Ecofamilies	Fomentar un comportamiento responsable con el medio ambiente entre las familias.
ECOFFICES	Un reto de la energía en una empresa mediante la implementación de tecnología de la información y las comunicaciones.
Magnetovisor Verde	Garantizar la comunicación entre las estaciones para vehículos eléctricos y servicios relacionados con la carga en Francia y Europa.
Green-Me	La mejora de la integración de las energías renovables para reforzar la seguridad del sistema eléctrico.
GRIDTEAMS	La gestión y la reducción del consumo de electricidad mediante contadores inteligentes.
Janus	Un proyecto innovador para la optimización energética con impronta local.
Ma ville est au courant	Propone lograr el máximo ahorro de energía a través de la “concientización” ciudadana.
RED NICE	Demostrador inteligente basado en energía solar.
PREMIO	La primera demostración de las redes inteligentes en Francia.
PREMIO +	Da continuidad al Proyecto PREMIO.
REFLEX	Proyecto de investigación sobre el modelo de “agregación”.
SENSOMI	Desarrollar e implementar un nuevo tipo de dispositivo más atractivo para los consumidores en el control de su demanda de energía.
Smart Med Parks	Mejorar la eficiencia energética de los parques científicos y tecnológicos.
TELEWATT	Recarga de vehículos eléctricos a partir del alumbrado público.
TICELEC	Proyecto de investigación sobre las barreras para el ahorro de electricidad y el consumo sostenible.

3) *La región de Languedoc-Rousillon*. El polo de competitividad DERBI, ubicado en Perpignan, se dedica al desarrollo de energías renovables en la edificación y la industria. Su misión es desarrollar, a nivel regional, nacional e internacional, la innovación, la investigación, la formación, la transferencia de tecnología, el espíritu empresarial. Desde su creación, este polo de competitividad ha acreditado más de 151 proyectos de investigación y desarrollo, con más de 400 socios. 70 de estos proyectos fueron financiados, lo que representa una inversión de 193.100.000 euros, con el apoyo de fondos públicos de

60,2 millones de euros.<sup>16</sup> En el Cuadro 3 se enumeran las principales características de las iniciativas.

**Cuadro 3. Iniciativas en la Región de Languedoc-Rousillon**

Denominación	Principales características
Green Me	Mejorar la integración de las energías renovables para reforzar la seguridad del sistema eléctrico.
MONITORING THYPE	Seguimiento de la eficiencia energética de los edificios.
RIDER	Desarrollar una solución innovadora que combina las TIC con energía, con el fin de optimizar la eficiencia energética de un edificio o grupos de edificios.
PRIMERGI	Programa de investigación, ingeniería y mantenimiento de energías renovables y de la gestión industrial.

4) *Región Nord-Pas-de-Calais*. En el año 2012, la Cámara de Comercio y el Consejo Regional de la Industria Regional de Nord de France y el Nord-Pas-de-Calais desarrollan un plan de trabajo con vistas a la participación de la región en la “transición energética”. La organización del proyecto se basa en un “foro de política”, que consta de cincuenta miembros (integrantes designados por el mundo de los negocios, así como representantes políticos, sociales, de investigación/universidades, colegios); un comité de dirección coordina el trabajo a través de su secretaría permanente. Se compone de técnicos designados por la Regional del CCI del Norte de Francia y el Consejo Regional de Nord Pas-de-Calais. Se divide en ocho grupos de trabajo temáticos que reúnen a expertos regionales (puede acoger a expertos nacionales y europeos), así como a las empresas que operan en el Nord-Pas-de-Calais. Su objetivo es identificar prioridades de acción en ocho áreas: energía renovable; almacenamiento de energía; productores de energía edificios; redes inteligentes; transporte (movilidad); eficiencia energética; economía circular; ahorro de funcionalidad. El grupo de trabajo dedicado a la red inteligente pretende llevar a cabo propuestas para fomentar la creación de estas redes en el Nord-Pas-de-Calais; está liderado por el Presidente de la CCI regional Polo de Energía –quien también es jefe de los futuros proyectos y redes FEDER– y el Director General del Consejo Regional del Nord-Pas-de-Calais, a cargo de la Misión Región Digital.

En el Cuadro 4 se detallan las principales características de las iniciativas en la Región Nord-Pas-de-Calais.

<sup>16</sup> Para más información, véase <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=france>>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

#### Cuadro 4. Iniciativas en la Región Nord-Pas-de-Calais

Denominación	Principales características
GRHYD	Electricidad basada en hidrógeno a partir de energías renovables.
EnergyTIC	Seguimiento de los consumos de electricidad y de agua para optimizarlos.
SUNRISE	Desarrollar redes inteligentes en un campus universitario.

5) *Región Rhone-Alpes*. En el territorio de Gran Lyon de esta región, se encuentra la estrategia Smart-Lyon para implementar proyectos en el ámbito de los sistemas eléctricos inteligentes que permitirían a los consumidores estar más informados sobre su consumo (entender más claramente el origen y adaptarlo) para controlar mejor sus costos de electricidad. Las principales características de los proyectos se indican en el Cuadro 5.

#### Cuadro 5. Iniciativas en la Región Rhone-Alpes

Denominación	Principales características
DÉMÉTER	Transformar la electricidad en gas.
EconHome	Eco-Concepción del hogar.
GreenLys	Utilizar las nuevas tecnologías en la gestión de la red eléctrica para mejorar la calidad del suministro (Lyon, Grenoble).
Grenoble Ecocité	Una plataforma multi-energía.
Lyon Smart Community	Un eco-barrio en La Confluence.
Move In Pure	Un concepto de carga inteligente al servicio de vehículos eléctricos.
Multisol	Optimizar los flujos de energía en un edificio fotovoltaico.
Pushy	Crear una nueva logística a través del almacenamiento de hidrógeno sólido.
Senscity	Desarrollar una plataforma de comunicación para la creación de servicios urbanos conectados.
Showe it	Dar a los inquilinos los medios para dominar su consumo de energía.
SMAP (redes inteligentes Parques Naturales)	Las redes inteligentes en parques regionales.
Smart Electric Lyon	Sensibilización de los consumidores ante los retos del MDE.
Transform	El estudio europeo de la planificación energética.
VELCRI	Desarrollar una completa infraestructura de carga para recargar vehículos eléctricos ultra rápido.
Watt & Moi	Dispositivo educativo experimental en torno a los datos de consumo Linky.

## REFLEXIONES FINALES

Las infraestructuras de energía, particularmente la de electricidad, resultan elementos estratégicos en la organización de los territorios. En el contexto de la UE, preocupaciones económicas, sociales y más recientemente ambientales han marcado las condiciones en el devenir de las fuentes de energía. Por un lado, se promueve la implementación de fuentes renovables y, por el otro, se impulsan el desarrollo y la incorporación de nuevas tecnologías de explotación de recursos no convencionales, a la vez que se reposicionan las opciones acerca de la energía nuclear.

En este escenario heterogéneo en debates e intereses, surgen distintas normativas y discursos acerca de la importancia y la necesidad de enfrentar un proceso gradual de pasaje de energías convencionales a otras basadas en renovables con el objetivo de lograr “eficiencia” y optimización. Así, como vimos, a nivel de la UE se desarrollan algunos instrumentos regulatorios que comienzan a contemplar, entre otros aspectos, los cambios que requiere el funcionamiento de las redes inteligentes, como la nueva figura del usuario/generador o la integración amplia de la generación distribuida.

Si bien estas redes tienen el potencial para mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sistema eléctrico de un país y del sistema energético en un sentido más amplio, no hay una solución de red inteligente única que se aplique a todas las situaciones posibles. En efecto, la incorporación de proyectos de este tipo se debe, en parte, a las peculiaridades de desarrollo del sistema en la localidad en que se pretende implementar –la estructura, la regulación y la administración–. Por ello, requiere atender las particularidades de cada contexto y tener en cuenta las condiciones locales para establecer prioridades y recomendaciones.

Aunque en Francia se registran experiencias en distintas regiones y ciudades, aún se encuentran en proceso de experimentación. No obstante, estos proyectos ofrecen la posibilidad de desarrollar un *know how* indispensable para avanzar en un terreno donde se busca la creación de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos.

Una de las principales barreras de las *Smart Grids* son aquellas concernientes a la transmisión casi instantánea de la información de consumo energético por habitante. Si estas informaciones no están suficientemente resguardadas, corren el riesgo de exponerse a “ataques virtuales”, y, si las reglas de utilización no están claramente definidas, se podría vulnerar la privacidad de los consumidores utilizando los datos con fines comerciales –por ejemplo, por vendedores de electrodomésticos–. En Francia, este punto está especialmente supervisado por la Commission Nationale de l’Informatique et des Libertés, pero no pasa lo mismo en el resto de los países.

La implementación de este modelo distributivo no solo podría aminsonar los problemas ocasionados en los momentos de “pico eléctrico”, sino

que también beneficiaría a las empresas distribuidoras de energía ya que la sobredemanda en determinados horarios les implica una gran pérdida económica. Asimismo, la incorporación de “medidores inteligentes” suplantaría la necesidad actual de que personal de la empresa distribuidora de energía (EDF en Francia) se movilice cada dos meses a cada vivienda para contabilizar el consumo. Si bien el territorio metropolitano francés está densamente poblado, no ocurre lo mismo en el interior del país, donde la medición “manual” en viviendas distantes representa un gasto importante para la empresa.

Por otra parte, no debemos dejar de lado el hecho de que se trata de una nueva variante del capitalismo “informativo”, que podría llevar hacia un proceso de diferenciación cada vez más marcado entre los territorios “conectados” y los “desconectados”, ocasionando, en términos de Dupuy (2011), mayor “fractura”. Asimismo la agenda internacional también sitúa discursivamente lo que debe considerarse como un problema “global” que genera, a su vez, nuevas necesidades, es decir, mayor dependencia.

El pasaje de un sistema energético “centralizado” a otro “distributivo” (colaborativo) se ubica, además, en el contexto de un modelo de organización sociotécnico y de cambios geopolíticos que inciden en la producción y reproducción del espacio y que, a la vez, son, en diferente proporción, influidos por este.

Si bien se suele referir al término “transición energética” para referenciar un cambio estructural de largo plazo en el sistema energético asociado a la idea de pasar a un sistema “sustentable” basado en el aprovechamiento “eficiente” de fuentes renovables, según los intereses (académicos, económicos, políticos o culturales), estos conceptos se caracterizan por contener diferentes sentidos en los que entra en juego una polifonía discursiva que lleva consigo distintas “visiones del mundo”. No obstante, pese a la “naturaleza inespecífica” de dichos términos, casi ningún discurso deja de referirse a ellos, tanto para puntualizar las alternativas que desencadenan, como para advertir sobre los cambios institucionales necesarios dada la urgencia de atender a cuestiones vinculadas con el cambio climático.

La idea de transición evoca el pasaje de un estado actual a un nuevo estado estable, donde los procesos dinámicos entrelazan escalas y temporalidades múltiples y cuyo resultado es incierto. En este sentido, implica una función performativa y de perspectiva de futuro cuestionable.

## BIBLIOGRAFÍA

AIBAR, E. (1996), “La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología”, en *Revista Española de Investigaciones Sociológicas –REIS–*, núm. 76, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, octubre-diciembre, pp. 141-170.

AYKUT, S. y A. DAHAN (2014), *La gouvernance du climat: quel bilan? Quels futurs?*, París, Sciences-Po Les Presses.

BOUCKAERT, S. (2014), *Contribution des Smart Grids à la transition énergétique: évaluation dans des scénarios long terme*, tesis de doctorado de la École Doctorale n° 84: Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication, École Nationale Supérieure des Mines de Paris. Disponible en <<https://tel.archives-ouvertes.fr/pastel-00959266/>>. Fecha de consulta: julio de 2015.

BOXENBAUM, E., B. LAURENT y A. LACOSTE (2013), *Nouvelle énergies pour la ville du futur*, París, Presses des Mines.

BRUNSTEIN, F. y S. CARRIZO (2015), “Eficiencia energética en Argentina”, ponencia presentada en las XXIX Jornadas de Investigación y XI Encuentro Regional SI+TER, “Investigaciones territoriales: experiencias y miradas”, Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de Buenos Aires (UBA), 24 y 25 de septiembre.

CANFIN, P. y P. STAIME (2015), *Climat: 30 questions pour comprendre la Conférence de Paris*, París, Les Petits Matins.

CARRIZO, S. y S. VELUT (2010), “De las islas a los mosaicos energéticos: entre flexibilidad y vulnerabilidad en Europa y América del Sur”, en *Ensamble. Revista electrónica de la Casa Argentina en París*, París, Maison de l’Argentine, Cité Internationale Universitaire.

COMISIÓN EUROPEA-UNIÓN EUROPEA (2009), “Directiva 2009/28/CE”. Disponible en <[http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/es/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.7.1.html](http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/es/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.1.html)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

----- (2012a), “Hoja de ruta de la Energía para 2050”. Disponible en <<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2013-0035+0+DOC+XML+Vo//ES>>. Fecha de consulta: octubre 2015.

----- (2012b), “European Task Force for the implementation of Smart Grids”. Disponible en <[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/mission\\_and\\_workprogramme.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/mission_and_workprogramme.pdf)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

----- (2013a), “Tecnologías e innovación energéticas”, Bruselas, Comisión Europea, p. 253. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité

de las Regiones. Disponible en <<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/ES/1-2013-253-ES-F1-1.Pdf>>.

----- (2013b), *Libro Verde “Un marco para las políticas de clima y energía en 2030”*. Disponible en <<http://www.europarl.europa.eu/ep-live/es/plenary/video?intervention=1391537676852>>. Fecha de consulta: julio de 2015.

COMISIÓN EUROPEA-UNIÓN EUROPEA, DIRECCIÓN GENERAL DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN AL CIUDADANO (2014), *Energía sostenible, segura y asequible para los europeos*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Serie Comprender las políticas de la Unión Europea.

DUPUY, G. (1998), *El urbanismo de las redes. Teorías y métodos*, Barcelona, Oikos-Tau.

----- (2011), “Fracture et dépendance: l’enfer des réseaux?”, en *Flux. Cahiers scientifiques internationaux. Réseaux et territoires*, núm. 83, enero-marzo, París, Association MÉTROPOLIS, pp. 6-23.

ETP *Smart Grids* (2006), *Vision and Strategy for Europe’s Electricity Networks of the Future*. Disponible en <[ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

----- (2007), *Strategic Research Agenda for Europe’s Electricity Networks of the future*. Disponible en <[www.smartgrids.eu/documents/sr\\_finalversion.pdf](http://www.smartgrids.eu/documents/sr_finalversion.pdf)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

----- (2010), *Smart Grids Strategic Deployment Document for Europe’s Electricity Networks of the Future*. Disponible en <[http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids\\_SDD\\_FINAL\\_APRIL2010.pdf](http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids_SDD_FINAL_APRIL2010.pdf)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

----- (2011), *Energy Retailers’ Perspective on the Deployment of Smart Grids in Europe*. Disponible en <[http://www.smartgrids.eu/documents/newforum/8thmeeting/ETPSmartGrids\\_EnergyRetailers\\_WhitePaper\\_Final\\_ExecutiveSummary.pdf](http://www.smartgrids.eu/documents/newforum/8thmeeting/ETPSmartGrids_EnergyRetailers_WhitePaper_Final_ExecutiveSummary.pdf)>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

EUROPEAN ASSOCIATION FOR THE STORAGE OF ENERGY (EASE) (2012), en <<http://www.ease-storage.eu/>>. Fecha de consulta: agosto de 2015.

EUROPEAN UNION (EU) (2012), “The European Technology Platform Smart Grids”. Disponible en <<http://www.smartgrids.eu>>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

EVARD, A. (2013), *Contre vents et marées. Politiques des énergies renouvelables en Europe*, París, Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques.

*Financial Times* (2012), “Definition du terme ‘Smart Grid’”, en *Lexicon Financial Times*. Disponible en <<http://lexicon.ft.com/Term?term=smart-grid>>. Fecha de consulta: marzo de 2015.

GOULDEN, M. *et al.* (2014), “Smart grids, smart users? The role of the user in demand side management”, en *Energy Research & Social Science*, vol. 2, June, United Kingdom, University of Nottingham, pp. 21-29. Disponible en <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629614000413>>. Fecha de consulta: octubre de 2015.

GUERASSIMOFF, G. y N. MAIZI (2012), *Smart Grids. Au-delà du concept comment rendre les réseaux plus intelligents*, París, Presses des Mines.

GUIDO, L y S. CARRIZO (2015), “Innovaciones en redes eléctricas: experiencias en Argentina”, ponencia en Colloque Annuel 2015 “Ressources et innovations dans les Amériques”, Université de Toulouse, 14, 15 y 16 de octubre. [Mimeo].

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2011), *EASE: Towards the European Association for Storage of Energy*. Disponible en <[www.iea.org/work/2011/storage/Item11\\_EDF.pdf](http://www.iea.org/work/2011/storage/Item11_EDF.pdf)>.

INTERNATIONAL SUSTAINABLE ENERGY REVIEW (2011), “Creation of ease (European Association for the Storage of Energy)”. Disponible en <<http://www.internationalsustainableenergy.com/3476/news/creation-of-ease-european-association-for-storage-of-energy/>>. Fecha de consulta: septiembre de 2015.

LAUGIER, S., S. VELUT, A. NADAI y O. LABUSSIÈRE (2013), *Rapport “SHS et énergie”*, París, Centre de Recherche et de Documentation des Amériques (CREDA) y Centre International de Recherche sur l’Environnement et le Développement (CIRED). Disponible en <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00944615>>.

LAURELLI, E., S. CARRIZO y G. JACINTO (2011), “Redes energéticas en Argentina. Planificación territorial en un nuevo contexto regional”, en *Revista de Estudios Regionales y Mercado de Trabajo*, núm. 7, Buenos Aires, CIPSA, pp. 18.

RIFKIN, J. (2011), *La tercera revolución industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*, Barcelona, Paidós.

TOPCU, S. (2013), *La france nucléaire. L’art de gouverner une technologie contestée*, París, Éditions du Seuil.

VELUT, S. (2010), “Les grands réseaux énergétiques et les territoires. Solidarités et vulnérabilités”, en *L’Archicube*, París, Ecole Normale Supérieure.

SANTOS, M. (2000), *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo, razón y emoción*, Barcelona, Ariel.

## RESUMEN

Numerosos autores provenientes de distintos campos disciplinares analizan los procesos de transformación que caracterizan a las sociedades desde fines del siglo XX, donde el avance de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha resultado prevalente. En relación con el caso de las “innovaciones” tecnológicas que se observan en las redes de energía, la literatura es diversa ante la amplitud y celeridad de los cambios tecnológicos, aunque es escasa desde las ciencias humanas y sociales. En tal sentido, en los primeros años de la década de 2000, la relación entre tecnología-energía-territorio aparece como un campo de debate.

Teniendo en cuenta ese escenario, una vía de entrada para entender el desarrollo de proyectos tecnológicos innovadores es indagar en las incipientes y potenciales transformaciones de las redes de energía.

La producción y la distribución territorial de la energía se presentan como desafíos en gran parte de los países “centrales” y “periféricos”, pero en especial en aquellos cuya matriz energética se caracteriza por depender de los hidrocarburos. En los últimos años, se van incorporando de manera creciente a la red de distribución sistemas de comunicación que abogan por un pasaje de un sistema eléctrico “centralizado” a otro “distribuido” donde los consumidores participan activamente en el conjunto del sistema. En este marco, comienzan a trascender las llamadas “redes eléctricas inteligentes” o *Smart Grids*, que conjugan la red eléctrica tradicional con las TIC, para constituir un nuevo modo de gestionar los flujos de energía eléctrica y la incorporación de energías renovables. Si bien a escala internacional se multiplican los casos experimentales de “redes inteligentes”, su incorporación depende de la infraestructura disponible, de los flujos de recursos posibles, de la existencia de un mercado, del interés de los actores públicos y privados y de la constitución de instituciones nacionales y regionales acordes.

El presente trabajo presenta avances de una investigación iniciada en 2014, que tiene por objetivo general conocer las características de los procesos de “innovación” tecnológica en las redes de energía en Europa, particularmente en Francia.

## PALABRAS CLAVE

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN  
Y COMUNICACIÓN  
ENERGÍA  
REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA

## ABSTRACT

Many authors from different disciplinary fields analyze the transformation processes that characterize societies since the late twentieth century, where the advancement of Information and Communication Technologies (ICT) has been prevailing. However, the literature from the humanities and social sciences is limited. In the first years of the 2000s, the relation between technology-energy-territory appears as a field of debate. At this scenario, one way to understanding the development of innovative technology projects is studying the emergency and potential transformations of energy networks. Territorial production and distribution of energy are presented as challenges in most of the “central” and “peripheral” countries, but especially those whose energy matrix is characterized by reliance on hydrocarbons. In recent years, it is adding to the growing distribution network, communication systems advocating passage from an electricity system “centralized” to another “distributed” where consumers are actively involved in the whole system manner. In this framework, they begin to transcend the so-called *Smart Grids* that combine the traditional power grid ICT, to constitute a new way of managing the flows of electricity and the incorporation of renewable energies. While internationally the experimental cases of *Smart Grids* are multiplying, their incorporation depends on the available infrastructure, flows of resources possible, of the existence of a market, the interest of public and private stakeholders and the establishment of national and regional institutions chords. This paper presents the progress of an investigation initiated in 2014, which has the overall objective to know the characteristics of the processes of technological “innovation” in the *Smart Grids* in Europe, particularly in France.

## KEY WORDS

INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGIES  
ENERGY  
SMART GRIDS  
ENERGY TRANSITION