

INFORME

9-2020

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SANDBOXES REGULATORIOS

Joan Batalla-Bejerano
Director general de Funseam

Manuel Villa-Arrieta
Analista de proyectos e
investigación de Funseam



Funseam

Fundación para la Sostenibilidad
Energética y Ambiental

NOTA DE AUTOR. Este documento ha sido realizado para [Funseam - Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental](#). Tanto el contenido como las conclusiones del documento reflejan la opinión de los autores autor. Estas opiniones no vinculan a las Empresas Patronas de Funseam.

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. <i>Sandboxes</i> regulatorios para impulsar la transición energética	6
3. Recomendaciones para diseñar y aplicar <i>sandboxes</i> regulatorios en el campo energético	12
4. Experiencias internacionales	22
5. Factores de éxito de un <i>sandbox</i> regulatorio en el campo energético	26
6. Conclusiones	29
Referencias bibliográficas y otras fuentes consultadas	33

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y *SANDBOXES* REGULATORIOS

1. Introducción

La consecución de los objetivos climáticos implica descarbonizar nuestras respectivas economías, proceso que no será posible sin la incorporación de tecnologías disruptivas en el sector energético. Este proceso de descarbonización exige avanzar hacia un nuevo paradigma energético bajo en emisiones que a la vez sea capaz de garantizar la seguridad de suministro y la competitividad económica. Pero transformar el actual modelo no es fácil, existiendo grandes incertidumbres alrededor de este proceso, por lo que es preciso definir políticas sólidas y resilientes, capaces de dar respuesta a un entorno que va a ser cambiante.

Avanzar hacia una economía neutra en carbono constituye un reto mayúsculo y no podrá tener lugar sin un elevado esfuerzo innovador. En este sentido, en el caso concreto del sector energético, se requiere de tecnologías nuevas y más limpias, de un abaratamiento y mejora competitiva de las ya existentes y de un sistema inteligente y sostenible que permita crear nuevos modelos de negocio innovadores.

Aunque es necesaria una apuesta decidida por la innovación un aspecto crucial, no es suficiente. Para garantizar la consecución de los objetivos climáticos hace falta que la regulación avance al mismo ritmo. El sistema energético, ya de por sí complejo, se encuentra ante la necesidad de acometer una transformación profunda y de gran alcance, y el marco regulatorio debe evolucionar para facilitar este cambio y garantizar la mejor protección de los intereses de los consumidores.

En el actual contexto competitivo empresarial, cada vez más son las empresas que desarrollan procesos de innovación (tecnológica y no-tecnológica) para lograr un buen desempeño que se traduzca en éxito. Y garantizar el éxito de todas las innovaciones que desarrollan las empresas implica superar las diferentes barreras existentes, tecnológicas, sociales o culturales, las barreras de los mercados, las propias barreras internas de las organizaciones y las de naturaleza regulatoria, que son objeto de estudio en este informe. En muchos casos, las innovaciones tecnológicas van por delante de las innovaciones regulatorias y es necesario revisar los marcos regulatorios vigentes. Marcos que, en muchas ocasiones, se caracterizan por contemplar solo las soluciones innovadoras existentes en el momento en que fueron definidos, y no siempre han sido capaces de ir dando respuesta a los nuevos modelos de negocios asociados a las innovaciones que han ido surgiendo en los últimos años. Alinear el marco regulatorio con los

procesos de innovación debe servir de estímulo a la hora de invertir en soluciones que nos permitan alcanzar el objetivo de descarbonización.

En definitiva, el gran reto es ser capaces de definir un nuevo marco de actuación donde la regulación, más que ser un freno, sea un factor clave que estimule la aparición de estos nuevos modelos. Todo ello con el objetivo último de que el proceso innovador sea rentable y los resultados escalables. De forma paralela, los actores que están innovando para crear nuevos productos y modelos de negocio necesitan de un entorno de pruebas acotado y seguro que permita testear sus soluciones disruptivas en el ámbito energético, reduciendo el grado de incertidumbre que siempre caracteriza a todo proyecto de I+D+i.

Como solución a este problema, desde hace unos años se ha venido impulsando una herramienta de apoyo a la innovación llamada *sandbox* regulatorio. Esta herramienta intenta dar respuesta a las necesidades de los agentes, creando marcos temporales controlados que facilitan la prueba y validación de nuevos desarrollos tecnológicos, nuevos modelos de negocio y hasta nuevas normativas regulatorias que no encuentran cabida en la regulación vigente. Ante el desfase que pueda tener la regulación frente a las soluciones innovadoras no contempladas previamente, la implementación de estos entornos de prueba facilita que los reguladores puedan experimentar cláusulas con las que consigan estar en fase con el avance de soluciones tecnológicas y de modelos de negocio innovadores asociados.

En el caso de su aplicación a la transición energética, los *sandboxes* regulatorios proporcionan un entorno experimental para estimular y fomentar la innovación, así como desarrollar y replicar nuevos modelos de negocio que se han encontrado con barreras en la actual regulación energética y de los mercados. Pueden otorgar condiciones marco estables durante un tiempo y aplicación geográfica limitada, abriendo o derogando reglamentos con el objetivo de desarrollar nuevos productos o servicios energéticos en un entorno del mundo real sin que se aplique la regulación vigente, diseñada para hacer funcionar un sector energético centralizado.

La aplicación de *sandboxes* regulatorios está relacionada con soluciones que antes no se pensaban o no eran necesarias, pero que tienen que ver con nuevos desafíos para el conjunto del sector energético:

- Desarrollo de servicios de flexibilidad para la operación de todo sistema eléctrico caracterizado por una creciente participación de la generación de origen renovable.
- Reducción de los posibles impactos ambientales.
- Acoplamiento sectorial.

- Integración del almacenamiento energético.
- Gestión de las nuevas comunidades eléctricas locales.
- Y, principalmente el empoderamiento del consumidor.

Frente a estos desafíos, los *sandboxes* regulatorios permiten abordar más fácilmente los objetivos de innovación:

- Desarrollo de nuevos productos para la gestión de la energía.
- Nuevos servicios relacionados con el intercambio de energía entre pares y servicios de flexibilidad.
- Plataformas tecnológicas de contabilidad distribuida (*Blockchain*) que simplifiquen la certificación del origen renovable de la energía.
- Nuevos modelos tarifarios a partir de precios dinámicos.
- Y modelos de negocio que contemplen nuevos ámbitos como el almacenamiento eléctrico o la recarga de vehículos eléctricos.

Sumado a su carácter novedoso y los importantes beneficios que conlleva, ya empiezan a ser múltiples las iniciativas internacionales encaminadas a la implementación de este tipo de herramientas en el sector energético. Programas de *sandboxes* regulatorios están comenzando a tenerse en cuenta en Alemania, Italia, Corea del Sur, Países Bajos, Singapur o Reino Unido, y en otros países como Australia, Austria, Francia, Irlanda, Suecia o Dinamarca. El caso de España no es una excepción. El reciente Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, dentro del conjunto de medidas introducidas, contempla una habilitación al gobierno para establecer bancos de pruebas regulatorios que permitan introducir “novedades, excepciones o salvaguardias regulatorias que contribuyan a facilitar la investigación e innovación en el ámbito del sector eléctrico”. Con ello se pretende favorecer un desarrollo más ágil de la regulación del sector energético basado en el testeo previo de la normativa sobre nuevas tecnologías o soluciones.

El análisis de estas experiencias, tratando de identificar aquellos aspectos más relevantes, son objeto del presente informe. Cada una de estas experiencias presenta sus propias particularidades, pero es posible extraer lecciones para tener en cuenta en su implementación en el caso concreto de España. Así, este informe estudia las ventajas que presentan los *sandboxes* regulatorios en todo proceso de transición energética. El objetivo es plasmar una detallada revisión de las características del uso de estos instrumentos dentro del sector energético. En el documento se analizan las barreras institucionales que ha encontrado la innovación tecnológica a la hora de descentralizar el funcionamiento de los sistemas eléctricos,

así como las soluciones que se pueden obtener con estos instrumentos. El informe, asimismo, trata de identificar aquellos factores determinantes que pueden ayudar a la efectividad de la puesta en marcha de nuevos modelos de negocio, surgimiento de *startups* y al estudio del empoderamiento del consumidor, como parte indispensable para conseguir descarbonizar la economía.

Es crucial comprender y aprender cómo mejorar la regulación para enfrentar los desafíos futuros que se avecinan de la mano de la transición energética. La definición y establecimiento de estos nuevos entornos de prueba sin duda pueden servir de instrumento de apoyo a la innovación.

2. *Sandboxes* regulatorios para impulsar la transición energética

El incremento de los efectos que se derivan del cambio climático nos exige un esfuerzo de innovación sin precedentes. Los nuevos modelos de negocio que puedan traer consigo los avances tecnológicos son determinantes para replantear el funcionamiento futuro de los sistemas energéticos, responder eficazmente a las necesidades de los consumidores y proteger el medioambiente. La investigación y la innovación son la mejor herramienta para impulsar la transición energética y hacer frente al cambio climático (Pellerin-Carlin, T., et al., 2017).

En este proceso de cambio, la innovación regulatoria es indispensable: lo es para acoplar los beneficios de los nuevos avances tecnológicos con los requisitos del mercado y la sociedad, protegiendo los derechos de los consumidores. Para conseguir descarbonizar nuestra economía es necesario que los procesos innovadores se ejecuten armónicamente entre los ámbitos regulatorios, tecnológicos y empresariales. Sin embargo, la innovación tecnológica y la innovación regulatoria tienen ritmos diferentes de crecimiento, y han sido tratadas en diferentes etapas del proceso global de innovación, yendo normalmente la regulación por detrás de las innovaciones tecnológicas (Problema 1 de la Tabla 1).

El desbalance entre el desarrollo tecnológico y el regulatorio no significa que este último no se encuentre a la altura del primero. Los marcos regulatorios en la economía de mercado buscan generar oportunidades para que nuevos modelos de negocio o innovaciones técnicas y tecnológicas ayuden a solucionar o a avanzar en los objetivos de países o regiones. Un claro ejemplo de esto, en el contexto de la transición energética, es el paquete regulatorio *Clean energy for all Europeans package*, aprobado en 2019 por la Unión Europea tras más de tres años de debate y discusión. Es decir, la regulación también puede anticiparse creando marcos

regulatorios que faciliten la adopción de innovaciones tecnológicas y nuevos modelos de negocio que permitan alcanzar objetivos globales. Sin embargo, tradicionalmente la regulación ha sido vista como una barrera para los innovadores, quienes la conciben como una carga administrativa y de generación de costos de entrada al mercado (Problema 2 de la Tabla 1).

Tabla 1. Innovación tecnológica e Innovación regulatoria.

Surge primero la:	Problema con la Innovación tecnológica:	Problema con la Innovación regulatoria:
Innovación tecnológica:	-	1: Desfase
Innovación regulatoria:	2: Percibida como carga	-
Resultado:	Modelos de negocio frustrados: no hay acción coordinada hacia un objetivo común entre las partes interesadas (IDB, 2020).	Modelos de negocio frustrados: desde los órganos reguladores las innovaciones no fueron imaginadas previamente (BMW, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

La transición energética no tiene una única senda específica para descarbonizar la economía, pero sí requiere ejecutarla con los menores efectos negativos para el conjunto de actores. Son múltiples los retos planteados con sus propias particularidades en función del ámbito geográfico y el sector energético en cuestión. En el caso específico de la electricidad, con la descentralización y flexibilización del sistema, se busca básicamente ajustar de forma efectiva y eficiente (objetivo del concepto *Smart*) la variabilidad de la demanda con la también variabilidad de los (principales) recursos energéticos renovables.

Para dar respuesta a la necesidad de equilibrio permanente entre oferta y demanda que caracteriza a la operación de todo sistema eléctrico, así como a los retos climáticos, irrumpen diferentes soluciones que pasan por la eficiencia energética, la electrificación, el almacenamiento energético, la captura y el aprovechamiento del carbono y el uso de otros vectores energéticos como el gas natural y el hidrógeno. Todo ello en un contexto, donde de la mano de la digitalización y las nuevas tecnologías de la información, surgen nuevas actividades y modelos de negocio que cruzan los límites propiamente sectoriales. Y en el cual, nuevos agentes económicos, como el agregador y el prosumidor y el empoderamiento del consumidor,

son necesarios; así como enfrentar nuevos retos regulatorios en términos de datos, privacidad, seguridad, y flexibilidad de la misma regulación (BMW, 2019).

En última instancia, para la transición energética, las políticas sobre energía e innovación deben estar orquestadas con acciones complementarias que sirvan de enlace multisectorial y permitan la retroalimentación entre las partes interesadas. Y aquí es donde entran en juego los *sandboxes* regulatorios, herramientas concedidas como facilitadores de la innovación en la misma línea que los *Innovation Hubs* (CGAP-World Bank, 2019).

Ante los requerimientos de la transición energética, entre los beneficios que podrían ser conseguidos con los *sandboxes* regulatorios en el campo energético (*Energy Regulatory Sandbox*, ERS, por su acepción en inglés) está su impacto en la innovación de las empresas. La innovación ocurre más rápido cuando las empresas pueden probar nuevas ideas en entornos controlados y acotados, minimizando riesgos. Al mismo tiempo, los consumidores se benefician porque los productos tecnológicos nuevos y beneficiosos se pueden llevar al mercado antes, habiendo sido testeados previamente. La comunicación directa entre desarrolladores, empresas y reguladores crea una industria más cohesiva y solidaria. El proceso sucesivo de prueba y error dentro de un entorno controlado mitiga los riesgos y las consecuencias no deseadas, tales como fallas de seguridad no vistas cuando una nueva tecnología es aceptada por el mercado demasiado rápido.

Además de fomentar la innovación energética, con el uso de ERS los reguladores buscan/pueden comprender y aprender cómo mejorar la regulación para enfrentar los desafíos futuros que se avecinan con la flexibilización de la operación de las redes eléctricas. En definitiva, estos entornos de prueba son un instrumento de apoyo a la innovación para superar las barreras regulatorias en la transición energética. El sector *Fintech* tiene una relativa experiencia en su uso y dado que solo está comenzando a utilizarse en el sector energético, la tarea actual es estudiar los proyectos que ya han sido implementados en la práctica.

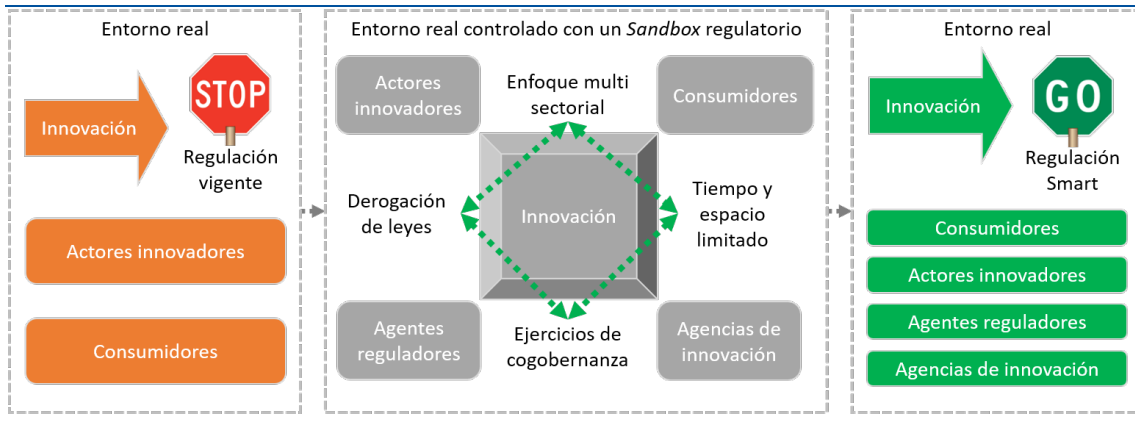
Técnicamente los *sandboxes* sirven para facilitar pruebas y la implementación de innovaciones a pequeña escala y por tiempo limitado, en un ambiente “real”, y en un entorno controlado similar al del mercado (IDB, 2020). Por sus características, ofrecen a las empresas y a la industria en general nuevas oportunidades para que acelere el uso de conocimientos, datos y tecnología compartida entre sectores y clientes. Pueden proporcionar un foro para la participación y la observación de nuevas empresas, instituciones y actores del ecosistema innovador en un entorno seguro fuera del mercado (*Industry Sandbox*, 2018). Entorno en el cual, los regulares se

mantiene actualizados para no quedar relegados ante los avances tecnológicos. En este aspecto, los *sandboxes* regulatorios pueden ser vistos como un soporte a la innovación ofrecida desde la regulación.

Frente al problema del desfase de la innovación tecnológica con la innovación regulatoria (las tecnológicas disruptivas y los nuevos modelos de negocio asociados no cumplen las reglas y regulaciones vigentes), los *sandboxes* regulatorios agrupan una serie de cláusulas que permiten probar las innovaciones, flexibilizando la aplicación de las reglas de juego vigentes. Las cláusulas de experimentación y las exenciones son las principales herramientas que se pueden utilizar para abrir el marco legal a las innovaciones y permitir el uso de entornos de prueba regulatorios (BMW, 2019). Por otra parte, frente al problema de la mala percepción que los innovadores tienen de la regulación, los *sandboxes* regulatorios incluyen mecanismos de gobernanza y/o el liderazgo de una organización con mandato supranacional que permiten que la naturaleza multisectorial y multidisciplinaria de las innovaciones requeridas por la transición energética, tengan una acción coordinada de diferentes actores y agentes reguladores (IDB, 2020).

En el entorno real (ver Figura 1) los modelos de negocio innovadores pueden encontrar dificultades al intentar adaptarse al marco regulatorio vigente debido a que estas innovaciones no fueron imaginadas previamente por los reguladores. Además, al no haber una acción coordinada hacia un objetivo común entre el regulador, los innovadores y los consumidores, estas partes interesadas no pueden recibir los beneficios de las innovaciones. Con un *sandbox* regulatorio el entorno real pasa a ser un ambiente controlado de espacio y tiempo limitado en el que con un enfoque multisectorial de participación de actores innovadores (empresas o *startups*), consumidores, agencias de innovación y agentes reguladores, puede evaluarse la derogación de leyes y la creación de estructuras de gobernanza o de responsabilidad de funciones, como lo puede ser entrada de nuevos agentes económicos. El objetivo final es que en el entorno no controlado las innovaciones puedan funcionar y los reguladores puedan aprender para crear una regulación *Smart*, y que todas las partes interesadas consigan obtener los beneficios de las innovaciones.

Figura 1. Aplicación de *sandboxes* regulatorios para transformar la regulación vigente en *Smart*.



Fuente: Elaboración propia.

Para la transición energética los programas ERS deberían centrarse en proyectos que apunten a soluciones *Smart* encaminadas a dotar resiliencia a todo marco regulatorio, de forma que sean capaces de adaptarse a un entorno tecnológico incierto y cambiante en el tiempo. Deben abordar soluciones que puedan proporcionar beneficios generales al sistema, al fomentar la innovación y levantar barreras regulatorias que bloquean las soluciones. La creación y financiación de estos programas pueden ser puestos en marcha con instrumentos de investigación e innovación en el que se prueben medidas legislativas con cláusulas experimentales que sirvan de base para una nueva política energética (IDB, 2020; Ofgem, 2020). Así, la participación de los reguladores es clave: deben participar en la habilitación de los *sandboxes* regulatorios desde el principio y tener un papel activo en el fomento de la innovación hacia sistemas energéticos más sostenibles.

Asimismo, el aprendizaje es tan importante como la experimentación en los ERS. Para los innovadores que perciben barreras regulatorias, la revisión de una propuesta de proyecto por parte de expertos de los organismos reguladores es muy valiosa, en el caso que sea necesaria una derogación regulatoria. Además, el aprendizaje entre innovadores se puede intensificar si se organizan intercambios de conocimiento confiable entre competidores (IDB, 2020). La competencia entre las partes innovadoras es determinante para conseguir una mejor aceptación entre los consumidores. Para los organismos reguladores y los legisladores, las pruebas en los *sandboxes* regulatorios brindan evidencia valiosa para ayudar a comprender si la regulación debe cambiar permanentemente y sobre cómo debe hacerlo.

Frente a todas las ventajas de los *sandboxes* regulatorios, se debe tener en cuenta que con estos entornos de prueba no se consigue un marco regulatorio fundamentalmente diferente, donde las reglas se pueden desactivar, adaptar o sustituir según se desee. En última instancia, las innovaciones respaldadas con los *sandboxes* deben poder operar dentro de los marcos sectoriales y regulatorios existentes, aunque modificados (Ofgem, 2020). La modificación de mayor alcance y detalle de la regulación sigue los procedimientos administrativos de cada país.

Desde el punto de vista global, el principal objetivo es conseguir regulación *Smart* (*Smart regulation* en su acepción inglesa). La mejora de la regulación como política pública a aplicar en todas sus intervenciones es considerada hoy en día una herramienta indispensable a desarrollar e implementar por todas las Administraciones. En el caso del sector energético, seguir avanzando hacia una mejor constituye un ejercicio indispensable dada la dimensión de los requisitos que conlleva todo proceso de descarbonización de nuestra economía. Retos a los que es posible dar respuesta a partir de la implementación de *sandboxes* regulatorios con indudables beneficios, como se pone de manifiesto en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Transición energética y *sandboxes* regulatorios.

Requerimientos de la transición energética	Solución desde los <i>sandboxes</i> regulatorios	Beneficios
Flexibilidad regulatoria en ambientes de prueba.	Generan un espacio seguro a las tecnologías emergentes y a los nuevos modelos de negocio asociados.	La innovación ocurre más rápido cuando las empresas pueden probar nuevas ideas sin el costo de los gastos generales, como el cumplimiento y la protección exhaustiva de los intereses de los consumidores.
Validación de su alcance multisectorial y multidisciplinario.	Pueden incluir salvaguardas para los mercados y consumidores.	La innovación es mejor cuando se prueba en un entorno en vivo con consumidores reales a modo de prueba.
Empoderamiento del consumidor no solo como objetivo sino también como actor retroalimentador de sus nuevas necesidades.	Foco unisectorial y multisectorial. Rol del regulador activo y/o de coordinación o como facilitador.	La prueba mejora el acceso al capital para los innovadores.
Acompañamiento del regulador.	Establece mecanismos de retroalimentación entre innovadores, consumidores y reguladores.	Los consumidores se benefician porque los productos tecnológicos nuevos y beneficiosos se llevan al mercado antes.
Mecanismo de gobernanza entre los actores que participan en los entornos de prueba.		La comunicación directa entre desarrolladores, empresas y reguladores crea una industria más cohesiva y solidaria.
Protección a los innovadores.		Las pruebas sucesivas de prueba y error dentro de un entorno controlado mitigan los riesgos y las consecuencias no deseadas, tales como fallas de seguridad no vistas cuando una nueva tecnología es aceptada por el mercado demasiado rápido.
Integración de agencias de innovación.		
Simplificación de procedimientos administrativos.		

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

3. Recomendaciones para diseñar y aplicar *sandboxes* regulatorios en el campo energético

En los últimos años los *sandboxes* regulatorios han tenido un importante crecimiento, principalmente en el sector *Fintech* y en el estudio específico de la tecnología *Blockchain*. De igual forma en el sector energético, y como un impulso a la transición energética, se han lanzado recomendaciones para diseñar y aplicar estos entornos de experimentación. En julio de 2019, el *Federal Ministry for Economic Affairs and Energy* (BMWi) de Alemania, publicó el documento *Making space for innovation – The handbook for regulatory sandboxes* (BMWi, 2019), y en agosto de 2020, el regulador británico Ofgem ha publicado el documento *Energy Regulation Sandbox: Guidance for innovators* (Ofgem, 2020). Sin duda documentos de referencia en el diseño de este tipo de herramientas.

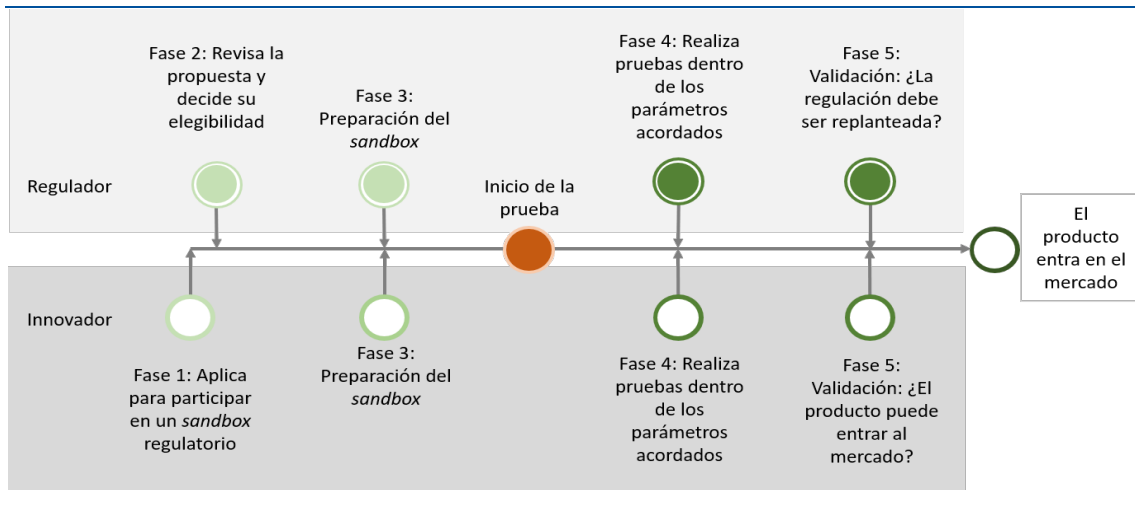
Aunque la regulación responde a las características propias de cada país, y por ende los *sandboxes* regulatorios deben ser adaptados a cada marco, existen ciertas fases comunes de estos entornos de prueba. En la Figura 2 se identifican estas fases y las acciones que realizan los dos principales agentes, el regulador y el innovador. Este último hace referencia a las empresas o *startups* que busquen introducir un producto innovador en el mercado, ya sea una tecnología disruptiva o modelo de negocio que encuentra barreras en el marco regulatorio vigente.

En la definición de este tipo de herramientas, es necesario que su diseño responda a los objetivos que se persiguen. En este aspecto, sumamente relevante, se contempla en el propio programa desarrollado por Ofgem, ofreciendo diferentes herramientas que varían en función de las necesidades específicas de la innovación a contrastar. En este sentido, desde el ente regulador británico se ofrece: “Orientación personalizada” (*Bespoke guidance*) para cuando los innovadores quieren probar una nueva propuesta, pero no están seguros de cómo se aplicaría sobre ella la regulación vigente. Una herramienta de “Comodidad” (*Comfort*) para cuando les preocupa incumplir la regulación vigente y las consecuencias posteriores. Una herramienta de “Confirmación” (*Confirmations*) para cuando requieran garantizar a sus clientes e inversores que sus propuestas están permitidas para entrar al mercado. Y una herramienta de “Derogación” (*Derogation*) para cuando han identificado alguna regla que no pueden cumplir.

Una vez definidos los objetivos perseguidos, es importante el proceso de planificación y ejecución de la propia *sandbox* regulatoria, existiendo una serie de requisitos previos y posteriores al inicio de la prueba, tal y como se apunta en la Figura 2, donde de forma muy sintética se presentan aquellas fases a tener en consideración en el diseño. Las cuestiones a dar

respuesta en cada una de estas fases son múltiples y muy variadas. A continuación, más allá de adentrarnos en el contenido de cada una de ellas, se apuntan cuestiones relevantes que pueden ser de ayuda a los innovadores en el momento de definir su aplicación en un entorno de prueba regulatoria. La aplicación parcial o total de estas fases depende del tipo de herramienta que el regulador ofrezca a cada innovación. La confirmación positiva que el regulador pueda dar a un innovador sobre la viabilidad de su innovación dentro del marco regulatorio vigente, evitará la realización de las pruebas dentro de un entorno controlado. Asimismo, el alcance temporal de estas fases lo determinan hitos que permitan decidir el funcionamiento de las innovaciones en el entorno real.

En una etapa previa al inicio de las fases descritas adelante, el regulador abre las puertas, a través de convocatorias, para estudiar la regulación vigente con ERS. En la Fase 1 los innovadores presentan sus propuestas de participación. Aquí los innovadores demuestran que sus innovaciones están en línea con los objetivos de la transición energética y plasman la problemática regulatoria o las barreras que existen para llegar al mercado desde los agentes institucionales. En la Fase 2 el regulador decide la elegibilidad de la propuesta de los innovadores. En la Fase 3 los innovadores y reguladores concretan el *sandbox* regulatorio definiendo las derogaciones, la fecha de inicio y el periodo de duración. En la Fase 4 inician las pruebas y la aclaración de su periodo es determinante para prevenir los riesgos de trabajar fuera del marco regulatorio derogado. La Fase 5 es un periodo de retroalimentación entre el regulador y el innovador durante la ejecución de la prueba. La Fase 6 determina la finalización del periodo de pruebas y el inicio de su validación, revisando y analizando los resultados para que el innovador decida la entrada de sus innovaciones en el mercado y el regulador decida la concesión de licencias especiales de funcionamiento y/o el diseño de la regulación *Smart*.

Figura 2. Fases de aplicación de un *sandbox* regulatorio.


Fuente: Elaboración propia.

Fase 1: Presentación de la propuesta – Acción del innovador:

Los innovadores aplican a las convocatorias de ERS presentando la evaluación de factibilidad comercial de las innovaciones, de los riesgos legales y regulatorios y de las posibles medidas de su mitigación. De acuerdo con BMWi, en esta etapa se deben formular metas y desarrollar indicadores de medición, asegurar la participación de otras partes interesadas conectando con redes de innovación o redes empresariales; planificar el tiempo y los recursos a emplear; y definir el financiamiento para el entorno de prueba. Para esta fase BMWi recomienda plantear una serie de preguntas que ayudan a los innovadores a definir su aplicación a un entorno de prueba regulatoria. La Tabla 3 resume estas preguntas.

Tabla 3. Fase inicial de aplicación de un *sandbox* regulatorio en el campo energético (ERS).

Etapa	Preguntas para responder
Formular metas y desarrollar indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Cuáles son los objetivos clave del ERS?” • “¿Qué desea descubrir el proyecto?” • “¿Cómo se puede medir la consecución de los objetivos?”
Asegurarse de que las partes interesadas estén a bordo	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué partes interesadas son responsables de la implementación, supervisión y dirección? En otras palabras, ¿quiénes son las principales partes interesadas?” • “¿Qué partes interesadas desempeñarán un papel activo en la implementación?”

	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué partes interesadas deberían participar de forma ocasional para mejorar las condiciones previas para la ERS?” • “¿Qué partes interesadas en el entorno que rodea la ERS podrían influir en la zona de pruebas?” • “¿Cuáles son los diversos intereses que existen con respecto a la ERS?”
Diseñar y usar redes	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Existen ya redes a las que se pueda persuadir para que participen?” • “¿Cómo se pueden reunir los participantes relevantes en una red?” • “¿Cómo se organizará la cooperación en la red?” • “¿Se pueden transferir las estructuras de red de otras regiones o proyectos a la ERS?”
Planificación de tiempo y recursos	<ul style="list-style-type: none"> • “¿En qué períodos se debe preparar, planificar e implementar la ERS?” • “¿Qué recursos deben asignarse a los pasos individuales?”
Buscando posibles fondos	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Hay formas de utilizar la financiación pública?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

Fase 2: Verificación de la propuesta de los innovadores – Acción del regulador:

Una vez recibidas las propuestas, el regulador debe tomar decisiones determinantes en el marco de los requisitos planteados en la convocatoria, incluyendo los objetivos de la transición energética y la protección de los intereses de los consumidores. Aunque potencialmente las innovaciones pueden ser atractivas para los consumidores, se entiende que las nuevas propuestas no consideradas previamente dentro de los marcos regulatorios vigentes pueden poner en riesgo sus intereses. Los ERS deben permitir nuevos productos y servicios, pero sin riesgo de daños al consumidor; los innovadores deben considerar cómo sus propuestas involucran a los consumidores y administran el riesgo, aunque no sean productos o servicios que lleguen directamente a ellos. Los reguladores deben evaluar las propuestas haciendo un balance entre los beneficios y los riesgos para todas las partes interesadas.

Si las propuestas cumplen estos parámetros, la sola revisión de las propuestas y el planteamiento de recomendaciones a los innovadores genera lazos de trabajo coordinado hacia objetivos medioambientales, económicos y sociales conjuntos. Cabe recordar que desde la publicación de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, las instituciones son definidas como agentes coordinadores del cambio para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) -y las empresas son llamadas a ser actores

protagonistas del crecimiento sostenible—. El regulador puede analizar la participación de otras instituciones administrativas procurando el dinamismo del sector energético en beneficio de los consumidores. Aquí también puede hacer recomendaciones a los innovadores para analizar la entrada al mercado de sus productos sin la necesidad de una prueba regulatoria o sobre el acceso a mecanismos de financiación para estos entornos.

La Tabla 4 presenta algunas de las preguntas que los reguladores podrían hacer sobre las propuestas de los innovadores en el diseño de un ERS en el actual escenario socioeconómico de la transición energética.

Tabla 4. Fase de verificación de la propuesta de aplicación de un *sandbox* regulatorio en el campo energético (ERS).

Etapa	Preguntas para responder
Cumplimiento de la convocatoria	<ul style="list-style-type: none"> • “¿La propuesta del innovador cumple con los requerimientos de la convocatoria?” • “¿Puede el regulador otorgar licencias especiales de funcionamiento sin la necesidad de realizar un ERS?”
Apoyo a objetivos nacionales	<ul style="list-style-type: none"> • “¿La propuesta aporta beneficios a la transición energética del país, región o ciudad?” • “¿La propuesta puede aportar beneficios a otros objetivos sociales o medioambientales?”
Propuesta innovadora	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Es un nuevo producto, servicio, modelo comercial o metodología que no está disponible en el mercado?” • “¿La innovación se alinea con la dirección estratégica de los cambios esperados en el sistema energético?”
Beneficios a los consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • “¿La innovación tiene una buena perspectiva de beneficio para el consumidor?” • “¿Está dirigida a algún tipo de consumidores específico o en alguna situación de vulnerabilidad?” • “¿Cuáles son los beneficios para los consumidores?”
Compatibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Existe una clara barrera regulatoria que requiera de una respuesta?” • “¿Qué impide que el innovador avance en sus planes?” • “¿Cuál es el apoyo que requiere el innovador y por qué no puede progresar sin él?” • “¿La prueba planteada por el innovador tiene un diseño sólido?” • “¿Puede el innovador abordar la entrada de su producto al mercado sin la necesidad de una prueba en un ERS?” • “¿Puede el regulador otorgar licencias especiales de funcionamiento sin la necesidad de realizar un ERS?”
Recomendaciones al innovador	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué recomendaciones pueden ser dadas al innovador para facilitar la entrada de su innovación en el mercado de forma efectiva?”

Formular metas y desarrollar indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Están los planes del innovador bien desarrollados, con metas, objetivos y criterios de éxito claros?” • “¿Cuáles son los objetivos clave del ERS dentro del contexto institucional?” • “¿Qué desea descubrir el proyecto?” • “¿Cómo se puede medir la consecución de los objetivos?”
Diseñar y usar redes institucionales	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Cuál es el alcance institucional o administrativo, técnico, regulatoria y de mercado, del ERS en el marco del sector energético?” • “¿Existen otras instituciones administrativas que deban participar?” • “¿Cómo se pueden reunir los participantes relevantes en una red?” • “¿Cómo se organizará la cooperación y gobernanza en la red?” • “¿Se pueden transferir las estructuras de red de otras regiones o proyectos a la ERS?”
Buscando posibles fondos	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Tiene el innovador fondos disponibles?” • “¿Pueden los innovadores acceder a la financiación pública a la innovación?”
Estrategia de salida	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Tiene el innovador una estrategia de salida del ERS clara?” • “¿El innovador demuestra que ha considerado las diferentes rutas de salida disponibles para él?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

Fase 3: Preparación del *sandbox* regulatorio energético – Acción conjunta entre el regulador y el innovador:

Con la aprobación de la propuesta por parte del regulador en la Fase 2, dando respuesta a sus cuestiones y siguiendo sus recomendaciones, la Fase 3 cuenta ya con una participación activa del regulador para determinar los compromisos de cada parte. Aquí se identifican obstáculos legales y las posibles derogaciones que se deben realizar, cómo identificar qué repercusiones pueda traer consigo hacerlo, principalmente para los consumidores. Se deben identificar cómo se cubrirán los riesgos existentes. De igual forma en esta fase se define el apoyo financiero de la prueba, su duración, se identifican medidas para determinar su éxito o fracaso y en este caso, y un plan estratégico para culminarla. Aquí también es determinante revisar las acciones que otro agente externo deba llevar a cabo, como auditoría externa o validación de la seguridad en el manejo de datos. Y como punto crucial, se debe establecer un plan de transición después del período de prueba.

Siguiendo la hoja ruta planteada por BMWi, las Tabla 4 y 5 resumen las preguntas que pueden ser planteadas para interpretar esta Fase. Respondiendo a estas preguntas, los innovadores

pueden abordar la participación del regulador con parámetros sólidos que establezcan las fronteras de la implementación del entorno de prueba. De igual forma, tanto los innovadores como otras partes interesadas en la transición energética pueden analizar estas preguntas para responder sobre cómo pueden hacer uso de los hallazgos o logros obtenidos. Aunque varias de estas preguntas deben ser analizadas previamente, en esta fase y con la ayuda del regulador los innovadores pueden preparar de forma concreta los aspectos legales de la prueba y el diseño de la implementación.

Tabla 5. Preparación de aspectos legales.

Etapa	Preguntas para responder
Identificación de obstáculos legales	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué áreas y qué disposiciones legales específicas son importantes para la implementación del ERS?” • “¿Qué reglas y regulaciones impiden o bloquean la introducción de la tecnología o el modelo de negocio?”
Identificación de posibles exenciones	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué cláusulas de experimentación u otras posibilidades de exenciones existen?”
Identificar la ruta para obtener una exención	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué condiciones previas deben cumplirse para el uso de la exención?” • “¿Qué autoridades son responsables de emitir la exención?” • “¿Existe experiencia con la aplicación práctica de estas reglas en otros lugares?” • “¿Qué autoridad ya ha emitido una exención para otros casos?”
Cubrimiento de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué riesgos existen de que las pruebas puedan causar daños a los usuarios, observadores y terceros?” • “¿Quién sería responsable de este daño?” • “¿Cómo se pueden asegurar estos riesgos?”
Cumplimiento de las normas sobre ayudas estatales	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Se utilizará financiación pública para respaldar la ERS?” • “¿El apoyo cumple con las normas sobre ayudas estatales?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

Ante la incertidumbre de definir las exenciones regulatorias que puedan ser aplicadas, cabe aclarar que éstas son concebidas como cláusulas de experimentación o recomendaciones de acción a un organismo público, o de concesión de poderes para prescindir de requisitos a un organismo público o privado para proporcionar documentación o utilizar ciertos equipos,

espacios, o facilitar algún requerimiento técnico. Su duración debe estar claramente definida porque la fecha de vencimiento es una frontera desde la cual la regulación vigente puede volver a actuar. En muchos casos, y de acuerdo con el ordenamiento institucional, los límites jurisdiccionales deben ser superados por las cláusulas: es posible que las exenciones técnicas al funcionamiento de innovaciones energéticas traspasen los límites de los organismos impositivos, por lo cual deben estos últimos estar involucrados en el diseño de la prueba. Por supuesto, los requisitos de las exenciones deben cumplir con el marco legal. Revisar la regulación a través del lente de una innovación ayuda al regulador identificar en dónde son redundantes las regulaciones o presentan barreras indebidas (Ofgem, 2020).

Otra incertidumbre clave a la hora de definir los ERS es el financiamiento de las pruebas. La revisión de estos proyectos y programas indica que no tienen una línea de financiamiento directamente relacionada con su diseño. BMWi y Ofgem apuntan a que el financiamiento público a los *sandboxes* regulatorios está determinado solo por los mecanismos de apoyo a la innovación. Los innovadores deben asegurar la inversión necesaria que les permita realizar las pruebas, tarea relacionada con la implementación del producto o servicio (Ofgem, 2020). La consultora internacional *Ernst & Young Global Limited* (EY, 2018), resalta que en el campo *Fintech* en algunos países se exige el apoyo financiero de una institución bancaria. En el caso alemán, BMWi resalta la importancia de su fondo de investigación energética “*Living Labs* para la transición energética” dotado de 100 millones de euros al año entre 2019 y 2022, con el cual desde un enfoque holístico los socios de los proyectos pueden probar nuevas tecnologías y modelos de negocio en condiciones reales a escala industrial.

El financiamiento de los proyectos debe abarcar no solo los costos directos de la realización de las pruebas sino también los costos de sus riesgos. En este sentido, los programas ERS plantean que los riesgos deban ser cubiertos por los innovadores. En el caso particular de la movilidad eléctrica, por ejemplo, en el proyecto ALEES (*Autonomous Logistics Electric Entities for city distribution*) en Bélgica, cuyo modelo de negocio está basado en el uso de vehículos eléctricos autónomos para la distribución logística en las ciudades, el cubrimiento de los riesgos está a cargo del fabricante de los vehículos (BMW, 2020; y Fraunhofer, 2019). Sin embargo, en el caso de los cargos y tarifas adicionales que los innovadores deban contraer durante las pruebas, BMWi apunta al reembolso de esta carga económica a los innovadores como en el caso del programa SINTEG (*Smart Energy Showcases*) alemán.

Tabla 6. Diseño de la implementación.

Etapa	Preguntas para responder
Elegir la duración y el lugar adecuados	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Cuánto tiempo se necesitará para alcanzar los objetivos de la ERS?” • “¿Qué distrito, pueblo / ciudad o región rural es el más adecuado para responder a las preguntas planteadas por los investigadores de la ERS?” • “¿Qué área debe cubrir la ERS?”
Aclarar quién es responsable de la supervisión y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué necesidad existe de supervisión y dirección de la ERS? ¿Quién realizará estas tareas? “ • “¿Quién evaluará la ERS?” • “¿Cuál es la respuesta a los desarrollos (críticos) en la ERS?”
Definición de indicadores y fuentes de datos para la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué indicadores son métricas adecuadas para la consecución de los objetivos de la ERS, en particular en lo que respecta a los deseos de los distintos socios de obtener información específica?” • “¿Qué datos ya están disponibles o pueden utilizarse?” • “¿Qué datos se deben recopilar para la evaluación?” • “¿Qué requisitos de informes se derivan de esto para las partes interesadas en la ERS?” • “¿Qué métodos son apropiados?”
Retroalimentación de la información, coordinación y gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Qué canales de comunicación se usarán entre las partes interesadas?” • “¿Cuál será la frecuencia de las reuniones?” • “¿Cómo interactuarán los usuarios?” • “¿Cuál será el alcance del coordinador?” • “¿Gobernanza de una institución nacional, internacional, privada o pública?”
Hacer un uso específico de los hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Cómo se utilizarán los resultados?” • “¿Cómo se garantizará que la legislatura pueda aprender de la ERS?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

Fase 4: Experimentación – Acción conjunta entre el regulador y el innovador:

La Fase 4 corresponde al periodo de experimentación en el entorno de prueba, es decir la realización de las pruebas dentro de los parámetros acordados. Aquí el innovador pone en marcha su innovación y estudia su funcionamiento bajo condiciones controladas emulando el entorno real. La participación del regulador aquí es activa, principalmente para conocer el efecto, riesgos, alcance, y la escalabilidad de las derogaciones regulatorias. El innovador debe presentar informes periódicos de las pruebas en función de los parámetros acordados, y se deben cumplir con las demás acciones inicialmente planteadas: la contratación de la firma

auditora y asegurar el cumplimiento de los mecanismos de salvaguardas de los consumidores. Los ERS están enfocados a coordinar la interacción de un producto, técnicamente ya validado, con la regulación que protege los intereses de todas las partes interesadas en la transición energética, más no está enfocado a “madurar” técnicamente el producto durante el periodo experimental. En este sentido, las preguntas, presentadas en la Tabla 7, que deben ser planteadas en esta fase están relacionadas con la gestión de entornos de prueba desde el punto de vista del proceso experimental. Las respuestas pueden retroalimentar las fases previas.

Tabla 7. Gestión de *sandboxes* regulatorios.

Etapa	Preguntas para responder
Retroalimentación de la información	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Funcionan los canales de comunicación entre el regulador, los innovadores y otras partes participantes?” • “¿Es correcto el tiempo de respuesta de las partes interesadas?”
Gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Funcionan los mecanismos de gobernanza?”
Interactuar con el usuario	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Funcionan los mecanismos de interacción con los usuarios?”
Corrección de desviaciones	<ul style="list-style-type: none"> • “¿El periodo de duración de la prueba es suficiente?” • “¿Existen otros riesgos para las partes interesadas no identificados previamente?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

Fase 5: Validación – Acción conjunta entre el regulador y el innovador:

La validación implica conocer si el ERS logra su cometido en el marco de los objetivos planteados en su diseño y relacionados con la transición energética. El resultado positivo o negativo de la validación no implica la reestructuración o adaptación de la regulación, es decir, la decisión de mantener las exenciones regulatorias, replicarlas o escalarlas. La entrada en el mercado de la innovación tampoco depende necesariamente del resultado global de la prueba, es decir, de la modificación de la regulación para el funcionamiento efectivo de la innovación. Es posible que el resultado de la prueba de un modelo de negocio innovador relacionado con una tecnología energética *Smart* (redes, autoconsumo, agregación, etc.) pueda validar su entrada al mercado con la regulación vigente sin perjuicio a las partes interesadas. Sin embargo, también pueden otorgarse licencias especiales de funcionamiento a los innovadores al finalizar la prueba en el

ERS. Y, asimismo, el regulador puede obtener la información necesaria para actualizar las directrices futuras hacia una regulación *Smart*.

El objetivo de las pruebas en los *sandboxes* no son las pruebas en sí mismas, sino la salida al mercado de las propuestas. Sin embargo, también es igual de beneficioso que un innovador conozca los límites de sus propuestas y determine si no son adecuadas para los mercados energéticos. Demostrar que algo no funciona también es una ventaja para los consumidores. La Tabla 8 presenta algunas preguntas que pueden ser planteadas para esta fase.

Tabla 8. Validación de pruebas en *sandboxes* regulatorios para la transición energética.

Etapa	Preguntas para responder
De la innovación	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Pueden la innovación entrar en el mercado?” • “¿Requiere de cláusulas especiales para entrar en el mercado?”
Del ERS	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Es satisfactoria la ERS para todas las partes?” • “¿Estuvo correctamente diseñada para abordar la transición energética?” • “¿Funcionan las derogaciones otorgadas?”
Acciones futuras	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Pueden los resultados ser replicados a otros innovadores, regiones, instituciones, etc.?” • “¿Deben ser ampliadas las derogaciones estudiadas?”

Fuente: Elaboración propia basada en BMWi 2019, Ofgem 2020, IDB 2020.

4. Experiencias internacionales

A la hora de abordar el análisis de las diferentes iniciativas de ERS, es necesario definir previamente qué entendemos por *sandbox* regulatorio para diferenciarlo de otros programas experimentales que involucran a la regulación y están relacionados con la transición energética. Este ejercicio de acotación no es fácil, debido a que el diseño de los *sandboxes* regulatorios depende de las características de cada país, además del nivel de las experiencias previas en sus propios programas de innovación. Sin embargo, podemos clasificar las herramientas de experimentación en dos tipos en función de la maduración de la tecnología a probar. Por un lado, encontramos entornos de prueba cuyo objetivo es ayudar a madurar tecnologías con alto potencial futuro pero que requieren de ciertas condiciones especiales de validación para conocer como explotarlo. Estas tecnologías, con TRL (*Technological Readiness Level*, escala de la Unión Europea) de entre 4 y 6, requieren de condiciones regulatorias especiales que les permita a los innovadores reducir costes de operación. En un nivel superior podemos encontrar

a los ERS, cuyo objetivo, como se indicó anteriormente, es procurar dar salida al mercado a nuevos modelos de negocio basados en tecnologías con TRL de entre 7 y 9, que presentan alguna incertidumbre con la regulación vigente; por lo que el regulador juega aquí un papel activo junto al innovador con el objetivo identificar cómo reducir esta incertidumbre.

A partir del nivel tecnológico de las innovaciones a probar podemos identificar otros factores que diferencian a los ERS de los demás entornos de prueba, como son el tipo de actores que interaccionan y el nivel de participación del regulador (ver Figura 3). Los entornos de prueba diferentes a los ERS involucran la regulación desde un enfoque *top-down*. Su objetivo es ayudar a validar las innovaciones tecnológicas y a completar el diseño del modelo de negocio con el cual entrar al mercado. Por lo cual, el ambiente controlado solo involucra a los actores tecnológicos con una limitada participación del regulador. Por el contrario, los ERS permiten analizar la relación de las innovaciones con los marcos regulatorios vigentes desde un enfoque *bottom-up* para ayudar a explotar sus beneficios en el mercado, dado que las incertidumbres técnicas y tecnológicas ya han sido superadas. Por lo cual, se diseña un entorno que permite una interacción holística entre diferentes agentes, como pueden ser agencias de innovación, instituciones y consumidores, y siempre con una participación activa del regulador puesto que se busca responder a las incertidumbres del marco regulatorio que pueden llevar a la no culminación de innovaciones beneficiosas para los objetivos climáticos.

Figura 2. Diferencia entre los *sandboxes* regulatorios y los demás entornos de prueba en el campo energético.

Marco regulatorio	
Limitada participación del regulador	Amplia participación del regulador
Interacción de actores tecnológicos	Interacción holística de actores
El innovador valida la tecnología	El innovador valida el modelo de negocio
Tecnología en maduración (TRL 4-6)	Tecnología madura (TRL 7-9)
Modelo de negocio en diseño	Modelo de negocio diseñado
Otros entornos: Relación <i>top-down</i> entre la prueba y el marco regulatorio	ERS: Relación <i>bottom-up</i> entre la prueba y el marco regulatorio

Fuente: Elaboración propia.

A la hora de abordar las experiencias internacionales, hemos actualizado a octubre de 2020 la información que presentaba ISGAN, *International Smart Grid Action Network*, oficina de la Agencia Internacional de la Energía, hasta el primer semestre de 2019, sobre la constancia de trece países que han implementado programas *sandboxes* regulatorios o que están haciendo preparativos para diseñar y planificarlos (ISGAN, 2019). Esta lista es la siguiente:

- Países que han estado discutiendo un programa ERS: Dinamarca e Irlanda.
- Países que se encuentran en la etapa de diseño y propuesta de un programa RSB para su implementación: Austria, Francia, Noruega, Suecia, España.
- Países que ya han diseñado programas ERS: Alemania, Bélgica, Italia, Corea del Sur, Holanda, Singapur, Australia, y Reino Unido.

Entre 2017 y 2019, en dos países, Alemania y los Países Bajos, los reguladores ya habían adaptado el conjunto de reglas para la experimentación regulatoria. Los organismos reguladores en Italia (ARERA) y Reino Unido (Ofgem) ya están en condiciones de fomentar la innovación y tienen suficiente margen de maniobra para experimentar. En Noruega, el organismo regulador (NVE) considera que la legislación actual también proporciona suficiente espacio para experimentar. Francia ya ha diseñado y propuesto cambios y espera su implementación pronto. Países como Australia, Austria, Brasil, Dinamarca, India, Irlanda, Jordania y Singapur están discutiendo cambios en las reglas de los reguladores para experimentar (ISGAN, 2019).

Programas de innovación diferentes a los ERS:

De acuerdo a ISGAN, 2019, en los países que han apostado por la transición energética hay un importante papel de los proyectos piloto de demostración y de las áreas de experimentación. Proyectos enfocados en la validación de tecnologías para el autoconsumo de comunidades y en el estudio de aspectos ecológicos, económicos y sociales, pero no en aspectos regulatorios con las características antes descritas en el diseño de ERS. *Bioenergiedorfs (The Bioenergy Village)*, en Alemania, *Experimenteerregeling* en Holanda, y el Thor Park en Bélgica son solo algunos ejemplos.

En el caso de Australia, podemos identificar que el programa *Regulatory sandbox arrangements to support proof-of-concept trials in the Australian national electricity market* no alcanza a cumplir los requisitos previamente marcados para un ERS. Aunque este busca facilitar los entornos de prueba en el mercado eléctrico para fomentar la innovación con potencial de contribuir a los intereses a largo plazo de los consumidores, no puede ser clasificado como un ERS por buscar estudiar tecnologías en “pruebas de concepto”. Este caso se repite en Austria. El

proyecto *Energy.Free.Room* busca garantizar que los resultados de la investigación y los proyectos piloto se puedan implementar de manera viable desde el punto de vista tecnológico (integración de energías renovables, almacenamiento y eficiencia energética).

Programas *sandboxes* regulatorios en el campo energético (ERS):

En el caso de los Países Bajos (NLD), el *Experiments Decentralized, Sustainable Electricity Production* (EDSEP) es un ERS que busca identificar los obstáculos que presenta la *Electricity Act*, ley de electricidad vigente, para el desarrollo de soluciones colectivas locales para la producción de energías renovables y su uso más eficiente. Este programa llevó a cabo varios proyectos en los que las exenciones tuvieron dos enfoques: Por un lado, las redes del proyecto pueden actuar al mismo tiempo como proveedor, productor y distribuidor de energía, gestionando una mini red propia. Por otro lado, los grandes experimentos cooperan con el DSO, mientras que la red sigue siendo propiedad del operador de la red y se preocupan por aplanar el perfil de carga y equilibrar la oferta y la demanda. Al asumir estas tareas, los experimentadores se vuelven parte de un sistema energético policéntrico con unidades de toma de decisiones en varios niveles (van der Waal, Esther, et al., 2020).

Asimismo, el programa alemán (GER) *Smart Energy Showcases - Digital Agenda for the Energy Transition* (SINTEG), es un ERS que demanda un alto nivel a las innovaciones: deben ser modelos de negocio con rápida entrada en el mercado. De igual forma, el caso del Reino Unido también puede ser clasificado como ERS. En este, el *Innovation Link* de Ofgem ofrece apoyo sobre la regulación energética a las empresas que buscan lanzar nuevos productos, servicios o modelos comerciales. Ofrece retroalimentación rápida y franca sobre temas regulatorios y otorga soporte regulatorio proyecto por proyecto en casos donde la regulación actual impide el lanzamiento de productos o servicios que podría beneficiar a los consumidores. En esta línea, en el caso italiano (ITA), el programa *sandbox* regulatorio *Regulatory experiments to promote innovation in the power system in Italy*, busca experimentar con proyectos pequeños con el fin de probar innovaciones en el lado del mercado minorista (esquemas de autoconsumo, plataformas *Peer-to-Peer* (P2P), o nuevas comunidades energéticas gestionadas por la ciudadanía).

Como caso único, Hawái, en Estados Unidos (US), se toma como ejemplo de otra forma de experimentación regulatoria. El *Hawaii's development of performance-based regulation to support distributed generation and innovative product offerings*, es un enfoque regulatorio integrado para apoyar el despliegue de almacenamiento energético, autoconsumo y soluciones innovadoras para respaldar la transformación de la red. La experimentación aquí se basa en el estudio de las tarifas eléctricas, que en caso de éxito se puede implementar como una

innovación regulatoria en otros estados del país. El programa cuenta con una destacada participación de agentes: *Utilities*, instituciones administrativas, asociaciones de promoción de energías renovables y grupos medioambientales (ISGAN, 2019).

Tabla 9. Relación de programas *sandboxes* regulatorios sobre energía. Acrónimos: A: Periodo; B: Características de los proyectos; C: Exención realizada; D: Nivel tecnológico; E: Financiamiento público; F: Participación del regulador; G: Resultado.

País	Objetivos	A	B	C	D*	E	F	G
1. NLD	Revisar la ley de electricidad	2013-2019	Pequeños y grandes	Gobernanza de redes	Alto	No	Media	Limitado*
2. GER	Solución tecnológica, producto, servicio o modelo de negocio	2017-2020	Sin especificar	Por solicitud del proponente o propuesta del regulador	Alto	Sí	Sin especificar	Positivos
3. ITA	Funcionalidades para las redes, regulación de incentivos para fomentar el despliegue de la innovación, y actores en los mercados eléctricos	2010-2019	Pequeños	En función de los proyectos	Medio	Sí	Media	Sin especificar
4. UK	Solución tecnológica, producto, servicio, modelo tarifario, modelo de negocio, y regulación	2017-En adelante	Sin especificar	Sin especificar	Alto	No	Amplia	Sin especificar
5. US	Nuevos modelos de negocio	2018-2020	Sin especificar	Sin especificar	Alto	No	Amplia	Sin especificar

Fuente: Elaboración propia basada en ISGAN 2019; Ofgem 2020; van der Waal, Esther, et al., 2020; e IDB, 2020. *Afirmación de van der Waal, Esther, et al., 2020.

(*) Criterio TRL: 7-9, Alto; 4-4, Medio; y 2-3, Bajo.

5. Factores de éxito de un *sandbox* regulatorio en el campo energético

Como se ha descrito anteriormente, los *sandboxes* regulatorios permiten alcanzar amplios beneficios para los procesos de innovación. Como una herramienta de innovación más, ésta complementa el alcance de otros entornos de prueba que llegan hasta la maduración de las tecnologías, para concretar la entrada al mercado de nuevos modelos de negocio. En el contexto energético, los *sandboxes* están siendo planteados para ayudar a conseguir la rentabilidad de

modelos negocio asociados a los objetivos de la transición energética, como son la descentralización y flexibilización, principalmente del funcionamiento del sistema eléctrico.

En detalle, las experiencias revisadas muestran que los ERS están siendo utilizados para probar y validar licencias de funcionamiento a prosumidores, gobernanza en el sistema *Blockchain* aplicado a la identificación de origen de las transacciones de electricidad, y los modelos de asociación y propiedad de microrredes (Ahl, A., et al., 2019). De igual forma, han venido siendo utilizados para estudiar políticas de mercado: liberalización, mercado de servicios auxiliares de microrredes, regulación de emisiones, códigos de red para interconexión de microrredes, política *Peer-to-Peer* (P2P), modelos de propiedad e intercambio de infraestructura y energía junto a mecanismos de innovación institucional. Cada prueba ha dependido de las condiciones locales y los intereses de las partes involucradas y los resultados no pueden ser considerados para una aplicación universal.

En el caso de la creación de comunidades energéticas, con los ERS se estudia la brecha entre la tecnología y las instituciones, incorporando también dimensiones económicas, sociales y ambientales. El razonamiento aquí es que omitir alguna de estas dimensiones denotaría un pilar faltante necesario en el cambio institucional. Los entornos de prueba regulatorios y de construcción de comunidades energéticas pueden permitir un desarrollo institucional sustancial en conjunto con todas las dimensiones, al aprovechar múltiples perspectivas, compartir conocimientos y reducir los silos intersectoriales. Un enfoque gradual y multidimensional puede contribuir a la interoperabilidad entre los sistemas actuales y futuros a través del progreso sincrético escalonado (Ahl, A., et al., 2019).

Dentro de la transición energética también se considera el uso de otros vectores energéticos diferentes a la electricidad, como lo son el gas natural, el gas renovable o el hidrógeno; así como otras fuentes de generación de energía de baja emisión de carbono. En este sentido, los ERS también ayudan a probar nuevos modelos de negocio regulados en otros mercados diferentes al de la electricidad. Aunque con diferentes enfoques entre el grado madurez de las tecnologías, los programas del Reino Unido y Australia (AEMC, 2019) apuntan a este objetivo teniendo en cuenta que son varias las empresas del sector gasista que están haciendo fuertes inversiones en nuevos procesos energéticos que incluyen nuevos vectores energéticos.

A la hora de poner en marcha la aplicación de los *sandboxes* en el contexto energético, es necesario identificar previamente los factores determinantes del éxito de estos entornos de prueba. El objetivo no es otro que aportar a la efectividad de la aplicación de esta nueva

herramienta a la innovación con la que cuenta el sector energético. En este sentido, podemos agrupar en tres factores clave toda la serie de variables determinantes del éxito de una ERS: su relación con la transición energética, el nivel de maduración de las innovaciones a probar y el carácter holístico de las mismas.

Relación con la transición energética:

Los ERS están enfocadas a hacer viables la descentralización y flexibilización del sistema energético; el ámbito de actuación tecnológico de estos dos pilares objetivos de la transición son el uso de tecnologías *Smart* en el sistema energético: uso avanzado de las TIC y la digitalización para alcanzar mayores niveles de eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios a los consumidores. Este es un factor de éxito porque la descarbonización es el camino que ha tomado el sector energético: cualquier otra propuesta tecnológica basada en la continuación de los sistemas centralizados o no flexibles iría en contra de la innovación regulatoria.

Al evaluar las pruebas, la pregunta también debería ser si éstas han dado como resultado nuevos conocimientos para guiar la transición energética al estudiar la regulación y no solo si la experimentación en sí es eficiente en proporcionar valor agregado a las innovaciones. El potencial de aprendizaje, en lugar del potencial de replicación, debería ser central en la evaluación de la experimentación para la innovación regulatoria (van der Waal, Esther, et al., 2020).

El gran avance de la transición energética respecto a otros procesos de transformación sectorial anteriores es la importancia que se le da en este caso al consumidor. Los *sandboxes* regulatorios, en este sentido, tienen una perspectiva de beneficio para el consumidor y están enfocados preferiblemente en los consumidores vulnerables. Los beneficios que se pueden plantear en este aspecto están basados en estándares de servicio más alto o la consecución de facturas más bajas.

Nivel de maduración de las innovaciones:

Las ERS apuntan a validar modelos de negocio fruto de tecnologías ya validadas. Cualquier otro modelo asociado a una tecnología no validada no podrá repercutir en la renovación *Smart* de la regulación. Para los casos en los que las tecnologías no tienen un alto nivel de madurez, las pruebas de los programas de experimentación se realizan en ambientes en los que el regulador permite que el innovador madure su tecnología sin acompañamiento regulatorio, porque no se pone en riesgo a los consumidores o a otras partes interesadas. En el caso de las ERS las pruebas

de los modelos de negocio son acompañadas con el estudio de la regulación vigente, porque pueden llevar beneficios rápidamente a las partes interesadas, por lo que el acompañamiento del regulador ayuda a reducir las barreras que la regulación vigente tiene para la obtención de estos beneficios.

Carácter holístico de las pruebas:

Este factor es transversal a los dos anteriores: la descentralización y flexibilización implica no solo avanzar en innovación tecnológica y regulatoria sino también en innovación social. La redistribución de los procesos de generación, almacenamiento y distribución de la energía cerca del consumidor trae consigo el replanteamiento de la responsabilidad, administración y gobernanza de los sistemas. Para lo cual, surge la necesidad de analizar el funcionamiento de sistemas energéticos con un enfoque de gobernanza policéntrica (van der Waal, Esther, et al., 2020). El carácter holístico de los ERS también está relacionado con la transversalidad del sector energético en los diferentes sectores industriales, empresariales e institucionales. Por lo cual, la participación activa de las partes interesadas en los resultados de las pruebas es determinante para el éxito de los ERS. La retroalimentación de la información entre los actores puede estar basada en la gestión de nichos estratégicos y redes de agentes como marcos útiles para explorar los aspectos de la gestión de la innovación (van der Waal, Esther, et al., 2020).

6. Conclusiones

Este informe trata de identificar la aplicación de los *sandboxes* regulatorios, instrumentos de apoyo a la innovación, a la descarbonización de la economía. El documento ha abordado la descripción de los requerimientos de la transición energética, las características de los *sandboxes* regulatorios y los beneficios que se puedan conseguir. Se ha planteado además una propuesta para el diseño de este tipo de entornos de prueba regulatorios en base a la revisión de programas diseñados recientemente en Alemania y Reino Unido. Se hace una revisión de los programas y proyectos existentes en otros países para describir finalmente, los factores clave que determinan el éxito de un *sandbox* regulatorio en el sector energético.

La consecución de la descarbonización de la economía se sustenta sobre una base innovadora que debe conseguir transformar el sector energético, garantizando la seguridad de suministro y la competitividad económica. El sector energético requiere de tecnologías nuevas y más limpias, de un abaratamiento y mejora competitiva de las ya existentes y de un sistema inteligente y sostenible que permita crear nuevos modelos de negocio innovadores. Tarea nada fácil. Pasar

de un sistema centralizado a uno descentralizado y flexible genera grandes incertidumbres alrededor de la transición energética. A medida que el sistema transita hacia una estructura descentralizada, con una mayor participación de los usuarios finales y de una variedad más amplia de nuevos agentes y proveedores de servicios, existe la necesidad de diseñar nuevos marcos regulatorios que puedan apoyar mejor la integración de tecnologías avanzadas de redes inteligentes y modelos comerciales.

En la integración del proceso innovador con los marcos regulatorios vigentes podemos identificar dos problemas que pueden frustrar los nuevos modelos de negocio que surjan de desarrollos tecnológicos novedosos. El primero es el desfase existente entre la innovación tecnológica y la regulatoria. Básicamente los reguladores no pueden prever todas las innovaciones que puedan llevar a la descarbonización, por lo que lamentablemente se verá en situación de desfase frente al rápido avance que tiene la innovación tecnológica. Y el segundo problema es que en muchos casos, cuando los marcos regulatorios son diseñados para promover la innovación, los innovadores pueden encontrarlos como una carga administrativa y de generación de costos de entrada al mercado.

Como solución a estos problemas los *sandboxes* regulatorios han sido concebidos como facilitadores de la innovación en la misma línea que los entornos de prueba (*Innovation hubs*, por ejemplo) pero permitiendo superar barreras institucionales desde un enfoque *bottom-up* e integrando la participación activa del regulador en las pruebas de los nuevos modelos de negocio de los innovadores de la transición energética. Desde esta posición, el regulador puede revisar las dificultades que los modelos de negocio innovadores tienen en la legislación energética, la estructura de los mercados y los mecanismos de inversión en infraestructuras. El objetivo de la integración entre innovadores, reguladores y otras partes interesadas en la transición energética no es otro que acelerar la innovación y permitir replicar y desarrollar nuevos modelos de negocio probando la derogación de normas y reglamentos vigentes.

Los *sandboxes* regulatorios generan un espacio seguro para los innovadores, para las tecnologías emergentes y para los nuevos modelos de negocio vinculados a la transición energética. Permiten flexibilizar la regulación en periodos de validación del alcance multisectorial y multidisciplinario de los modelos de negocio; empoderar al consumidor para conocer sus necesidades y responder a ellas de forma eficiente y efectiva, e integrar otros agentes de la innovación. Indispensable para la transformación del sector energético, la innovación ocurre más rápido cuando las empresas reciben el acompañamiento de los reguladores y pueden ofrecer a los inversores y consumidores la garantía de que sus novedosos productos o servicios

no incumplen la regulación. La comunicación directa entre desarrolladores, empresas y reguladores crea una industria más cohesiva y solidaria. Y los consumidores se benefician porque los productos tecnológicos nuevos y beneficiosos llegan al mercado más rápidamente.

De la revisión de las experiencias internacionales se recogen varios temas a tratar en el diseño de futuros *sandboxes* regulatorios en el sector energético. Estos entornos de prueba han sido planteados para ir más allá del apoyo que hasta ahora se le ha dado a la maduración de nuevas tecnologías en los entornos de prueba; su objetivo es ayudar a derribar las barreras que los innovadores se encuentran a la hora de entrar al mercado con productos que no han sido pensados previamente por los reguladores, es decir a tecnologías ya maduras con modelos de negocio robustos. En este sentido, los *sandboxes* regulatorios exigen que los modelos de negocio puedan funcionar en el mercado, pero les permite a los innovadores validar ciertos aspectos regulatorios que aún no son claros o que ponen en riesgo la decisión de inversores y consumidores. Al configurar el interés de los reguladores, el de los innovadores y la protección de los consumidores, el resultado exitoso de los *sandboxes* no implica que los productos deban salir al mercado o que los reguladores deban modificar necesariamente la regulación vigente. Si después de un *sandbox* regulatorio un innovador decide no entrar al mercado, también es favorable porque todas las partes conocen qué tendencias tecnológicas ponen en riesgo los objetivos de la transición energética. Para el regulador, el estudio de la regulación *in situ* le ayuda a estar en fase con la innovación tecnológica y de nuevos modelos de negocio y le permite acompañar al innovador respondiendo a sus incertidumbres.

Si bien cada país presenta características propias en sus sectores energéticos, el diseño y aplicación de *sandboxes* regulatorios puede ser analizado en cinco fases: presentación de la propuesta por parte del innovador, revisión por parte del regulador, preparación conjunta del *sandbox*, realización de las pruebas y validación de las innovaciones y del propio *sandbox*. Sin embargo, su recorrido parcial o completo dependerá de las incertidumbres de los innovadores. Los reguladores pueden ofrecer varias opciones: algunos innovadores pueden no estar seguros de cómo se aplicaría la regulación vigente sobre sus innovaciones y cuáles serían las consecuencias de su incumplimiento, para lo cual solo pueden ser necesarias algunas recomendaciones; asimismo para los innovadores que requieran garantizar que no incumplan la regulación; o finalmente herramientas más complejas para los innovadores que ya han identificado claramente una barrera regulatoria que junto al regulador pueden estudiar, por ejemplo, en el caso de redundancia de la regulación.

Asimismo, de la revisión de las experiencias internacionales también podemos recoger tres factores claves para el éxito de un *sandbox* regulatorio en el marco de la transición energética. El primero es la relación directa que deban tener las propuestas con los objetivos climáticos. La descarbonización es el camino que ha tomado la economía y una propuesta tecnológica basada en la continuación de sistemas centralizados o no flexibles no alimentaría la innovación regulatoria. Segundo, los *sandboxes* apuntan a validar modelos de negocio fruto de tecnologías ya validadas. Para los casos en los que las tecnologías no tienen aún modelos de negocio diseñados, el sector ya tiene una amplia experiencia en programas que no estudian las barreras regulatorias ni los riesgos a los consumidores. Y tercero, así como lo es la transición energética, los *sandboxes* deben tener un carácter holístico con el que se consiga avanzar en la innovación tecnológica, regulatoria y social de la que depende la descentralización y flexibilización de los sistemas energéticos futuros.

Sobre este aspecto se desprende una reflexión sobre la descentralización del sector eléctrico. Acercar la generación al punto de consumo para crear el autoconsumo energético implica trasladar la generación a las zonas urbanas; y en materia de agentes, crear la figura del prosumidor y los agregadores de generación y/o demanda. Las zonas urbanas se caracterizan por ser aglomeraciones poblacionales con diferentes tipologías de edificaciones y diferentes sistemas que pueden ser interconectados, como la movilidad, las superficies empresariales (industriales, de oficinas, etc.), los espacios públicos, o las diferencias tipológicas de la población con diferentes condiciones de vida. Así como, hoy en día, la realidad de los modelos de negocio de los sistemas centralizados es otra, la realidad de los sistemas urbanos es altamente heterogénea: el consumidor es parte indispensable de las metas globales de crecimiento sostenible, como lo son los ODS. Las ciudades no solo cuentan con propietarios de edificios sino también con inquilinos; las ciudades cuentan con un alto volumen de población estudiantil y/o población mayor. El núcleo económico ha cambiado notablemente. ¿Cómo involucrar estas diferentes tipologías de consumidores en la transición energética? La respuesta está en los nuevos modelos de negocio que aún están por diseñar. Modelos que pueden ser probados y validados con *sandboxes* regulatorios. Modelos en los que no solo los propietarios sino también los inquilinos se beneficien directamente de forma económica de la rehabilitación energética. Modelos en los que los estudiantes e inquilinos en pisos de alquiler puedan beneficiarse económicamente de este proceso. El primer paso podría ser indagar si el marco regulatorio actual es favorable a la creación de estos modelos. Algo que no está en el alcance de este documento. Pero es claro que estos novedosos instrumentos de apoyo a la innovación son ya

una realidad para validar la aplicación de nuevos modelos de negocio para la transición energética.

Referencias bibliográficas y otras fuentes consultadas

AEMC, 2019. Australian Energy Market Commission (AEMC). Regulatory Sandbox Arrangements to Support Proof-Of-Concept Trials - Final Report. Septiembre de 2019. <https://www.aemc.gov.au/sites/default/files/2019-09/Regulatory%20sandbox%20toolkit%20-%20Final%20Report.pdf>

Ahl, A., et al., 2019. Ahl, A., Yarime, M., Tanaka, K., Sagawa, D. Review of blockchain-based distributed energy: Implications for institutional development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2019, 117, 200-211; doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.002

BID, 2018. Sandbox Regulatorio en América Latina y el Caribe para el ecosistema FinTech y el sistema financiero. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Herrera Diego, Vadillo Sonia. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17483/sandbox-regulatorio-en-america-latina-el-caribe-para-el-ecosistema-fintech-y-el>

BMW, 2019. Making space for innovation – The handbook for regulatory sandboxes. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). Julio de 2019. https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Broeckx, S., et al., 2019. Broeckx, S., Ramos, A., Hadush, S., Meeus, L. The future of DSOs – Our take on energy communities and regulatory sandboxes. Vlerick Business School. <https://www.vlerick.com/~media/corporate-marketing/our-expertise/pdf/The-Future-Of-Distribution-System-Operators.pdf>

Caldes, N. et al., 2019. Policy pathways for Spain's energy transition. http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_en/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_in/zonas_in/ari63-2019-caldes-escribano-lazaro-lechon-kiefer-delrio-thonig-lilliestam-policy-pathways-for-spains-energy-transition-mustec

CGAP-World Bank, 2019. Regulatory Sandbox Global Survey. Julio de 2019. <https://www.findevgateway.org/slide-deck/2019/07/cgap-world-bank-regulatory-sandbox-global-survey-2019>

Daszkiewicz, K., 2020. Daszkiewicz, K., 2020. Policy and Regulation of Energy Transition. In: Hafner M., Tagliapietra S. (eds) *The Geopolitics of the Global Energy Transition*. Lecture Notes in Energy, vol 73. Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-030-39066-2_9

ESMA, EBA, and EIOPA, 2018. FinTech: Regulatory sandboxes and innovation hubs – Report. European Securities and Markets Authority (ESMA), European Banking Authority (EBA), European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA). JC 2018 74. https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/jc_2018_74_joint_report_on_regulatory_sandboxes_and_innovation_hubs.pdf

EY, 2018. How regulatory "sandboxes" facilitate optimal regulation in Asia Pacific. Lloyd James. https://www.ey.com/en_gl/financial-services-emeia/regulatory-sandboxes-facilitate-optimal-regulation-in-asia-pacific

Hyperconnected, 2018. Hyperconnected. Regulation and Governance (UK) and Catapult – Future Cities. 2018. <https://futurecities.catapult.org.uk/resource/hyperconnected-city-regulation-governance-report/>

IDAE, 2019. Guía para el Desarrollo de Instrumentos de Fomento de Comunidades Energéticas Locales – Guías IDAE 020. <https://www.idae.es/publicaciones/guia-para-el-desarrollo-de-instrumentos-de-fomento-de-comunidades-energeticas-locales>

IDB, 2020. Regulatory Sandboxes and Innovation Testbeds – A Look at International Experience in Latin America and the Caribbean. Final Report. Inter-American Development Bank (IDB), Technopolis Group. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Regulatory-Sandboxes-and-Innovation-Testbeds-A-Look-at-International-Experience-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>

Industry Sandbox, 2018. A Development in Open Innovation - Industry Sandbox Consultation Report. <http://industrysandbox.org/wp-content/uploads/2017/05/Industry-Sandbox-Consultation-Report-Full.pdf>

ISGAN, 2019. Smart Grid Case Studies – Innovative Regulatory Approaches with Focus on Experimental Sandboxes. Case Book. International Smart Grid Action Network - International Energy Agency (IEA-ISGAN). Mayo de 2019. <https://www.iea-isgan.org/casebook-on-innovative-regulatory-approaches-with-focus-on-experimental-sandboxes/>

Jeník, Ivo, and Schan Duff, 2020. How to Build a Regulatory Sandbox: A Practical Guide for Policy Makers. Technical Guide. Washington, D.C.: CGAP. https://www.cgap.org/sites/default/files/publications/2020_09_Technical_Guide_How_To_Build_Regulatory_Sandbox.pdf

Lilliestam, J., et al., 2019. Lilliestam, J., Thonig, R., Späth, L., Caldés, N., Lechón, Y., del Río, P., Kiefer, C., Escribano, G., Lázaro Touza, L. (2019): Policy pathways for the energy transition in Europe and selected European countries. Deliverable 7.2 MUSTEC project, Deliverable 1 SCCER JA IDEA, ETH Zürich, Zürich. http://www.realinstitutoelcano.org/wps/wcm/connect/94e1c657-0a5e-42b1-978c-c580d45eaa4/Lilliestam_et+al_2019_Policy_pathways_for_the_energy_transition_in_Europe_and_selected_European_countries.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=94e1c657-0a5e-42b1-978c-c580d45eaa4

Ofgem, 2020. Energy Regulation Sandbox: Guidance for Innovators. Julio de 2020. <https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/energy-regulation-sandbox-guidance-innovators>

Pellerin-Carlin, T., Vinois, J.A., Rubio, E., Fernandes, S. Making the Energy Transition - A European Success Tackling the Democratic, Innovation, Financing and Social Challenges of the Energy Union. Notre Europe – Jacques Delors Institute, 2017. <https://institutdelors.eu/wp-content/uploads/2018/01/makingtheenergytransitionaeuropeansuccess-study-pellerincarlinfoernandesrubio-june2017-bd.pdf>

RDL 23/2020, de 23 de junio. España. Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. Boletín Oficial del Estado, 24 de junio de 2020, núm. 175, pp. 43879 a 43927. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-6621>

van der Waal, Esther, et al., 2020. van der Waal, E., Das, A., van der Shoor, T. Participatory Experimentation with Energy Law: Digging in a ‘Regulatory Sandbox’ for Local Energy Initiatives in the Netherlands. *Energies* 2020, 13, 458; doi:10.3390/en13020458

World Bank and CCAF, 2019. Regulating Alternative Finance: Results from a Global Regulator Survey. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32592>

Funseam
Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental 2020