

DOCUMENTO DE TRABAJO



Experiencias internacionales en el contexto de redes inteligentes: Pilotos y modelos de negocio



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas



Implementada por
giz
GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit



BICENTENARIO DEL PERÚ
2021 - 2024

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN EL CONTEXTO DE REDES INTELIGENTES: PILOTOS Y MODELOS DE NEGOCIO

DOCUMENTO DE TRABAJO



Dirección General de Eficiencia Energética - DGEE

Proyecto

Este documento se realizó con el apoyo de la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del proyecto Distribución Eléctrica 4.0.

Estudio

Experiencias internacionales en el contexto de redes inteligentes: pilotos y modelos de negocio

Documento de trabajo

Lima - Perú, junio 2022

CONTENIDO

Introducción	11
Objetivo del informe.....	12
1. Contexto de reforma del sector eléctrico	13
2. Conceptos básicos y temáticas de las redes eléctricas inteligentes	15
2.1 Definición clásica	16
2.2 Definición ampliada a recursos energéticos distribuidos.....	16
3. Metodología utilizada.....	17
3.1 Criterios de selección	18
3.2 Resultados de la selección final.....	29
3.3 Estructura de los casos de estudio	30
3.3.1 Descripción	30
3.3.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	30
3.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto	30
4. Casos de estudio.....	31
4.1 Proyecto Bidelek Sareak.....	31
4.1.1 Descripción	31
4.1.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	33
4.1.3 Justificación y viabilidad del proyecto	34
4.2 Proyecto EMCALI	35
4.2.1 Descripción	35
4.2.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	37
4.2.3 Justificación y viabilidad del proyecto	38
4.3 Proyecto ElectroPaulo Barueri	39
4.3.1 Descripción	39
4.3.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	41
4.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto	41
4.4 Proyecto MATCHUP	42
4.4.1 Descripción	42
4.4.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	43
4.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto	45
4.5 Proyecto ReFLEX	45
4.5.1 Descripción	45
4.5.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	47
4.5.3 Justificación y viabilidad del proyecto	48

4.6 Proyecto EUNIVERSAL	48
4.6.1 Descripción	48
4.6.2 Análisis y lecciones aprendidas.....	49
4.6.3 Justificación y viabilidad del proyecto	51
5. Catálogo de modelos de negocio	52
5.1 Modelos de negocio despliegue de infraestructura de medición avanzada y gestión inteligente de la red (AMI, SNM)	53
5.2 Modelos de negocio a la gestión de la recarga de vehículos eléctricos	53
5.3 Modelos de negocio relativos a la generación distribuida y almacenamiento	54
5.4 Modelos de negocio relativos a los edificios e instalaciones inteligentes.....	55
5.5 Modelos de negocio relativos a los servicios de flexibilidad	56
6. Ejemplos de modelos de negocio asociables a los proyectos piloto	57
6.1 Modelos de negocio asociables a los proyectos piloto	57
6.2 Business Model Canvas de los modelos de negocio	58
6.2.1 Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM).....	59
6.2.2 Smart Homes: Venta de aparatos para la gestión energética y de eficiencia para vivienda y edificios comerciales mediante plataformas web de “ventanilla única”.....	60
6.2.3 Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas.....	62
6.2.4 Instalación y explotación de puntos de recarga (CPO) en espacios públicos de la ciudad	63
6.2.5 Provisión de flexibilidad por parte de comercializadoras, mediante la agregación de demanda	64
7. Recomendaciones para tomadores de decisión	66
Referencias	69
Anexo	71

FIGURAS

Figura 01: Esquema de las definiciones clásica y ampliada de redes eléctricas inteligentes	15
Figura 02: Actividades de las empresas de distribución eléctrica en el Perú.....	17
Figura 03: Visualización de la lista larga de proyectos candidatos a casos de estudio.....	19
Figura 04: Ejemplo de visualización de la lista de proyectos en fase de demostración y posteriores al 2010.....	20
Figura 05: Ejemplo de visualización de proyectos con mayor relevancia a las redes inteligentes.....	21
Figura 06: Ilustración de la puntuación de la selección final de proyectos piloto.....	27
Figura 07: Niveles de la arquitectura organizativa del sistema TWACS	37

TABLAS

Tabla 01: Situación actual y posible evolución futura de aspectos regulatorios fundamentales para las redes eléctricas inteligentes.....	14
Tabla 02: Criterios específicos para la selección de casos de estudio de interés	18
Tabla 03: Lista corta de proyectos piloto preseleccionados	22
Tabla 04: Resumen de los proyectos seleccionados y la justificación de su elección	29
Tabla 05: Información económico-financiera del proyecto Bidelek Sareak.....	35
Tabla 06: Información económico-financiera del proyecto EMCALI.....	39
Tabla 07: Información económico-financiera del proyecto de Barueri	42
Tabla 08: Información económico-financiera del proyecto MatchUp	45
Tabla 09: Información económico-financiera del proyecto ReFLEX	48
Tabla 10: Información económico-financiera del proyecto EUniversal	51

Tabla 11: Descripción de los modelos de negocio para el despliegue de AMI y SNM.....	53
Tabla 12: Descripción de los modelos de negocio para la gestión de la recarga del vehículo.....	54
Tabla 13: Descripción de los modelos de negocio relativos a la generación distribuida y almacenamiento.....	55
Tabla 14: Descripción de los modelos de negocio relativos a los edificios e instalaciones inteligentes.....	55
Tabla 15: Descripción de los modelos de negocio relativos a los servicios de flexibilidad.....	56
Tabla 16: Ejemplos de modelos de negocio derivados de cada proyecto piloto.....	58
Tabla 17: Canvas del modelo de negocio Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM).....	59
Tabla 18: Canvas del modelo de negocio “Smart Homes”.....	61
Tabla 19: Canvas del modelo de negocio “Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas”.....	62
Tabla 20: Canvas del modelo de negocio “Instalación y explotación de puntos de recarga (CPO) en espacios públicos de la ciudad”.....	63
Tabla 21: Canvas del modelo de negocio “Provisión de flexibilidad por parte de comercializadoras, mediante la agregación de demanda”.....	65

ACRÓNIMOS

A	ADA advanced distribution automatization (o automatización avanzada de la distribución)		eMSP electromobility service provider (proveedor de servicios de electro-movilidad)
	ALM almacenamiento	F	FLEX flexibilidad
	AMI advanced metering infrastructure (o infraestructura de medición avanzada)	G	GEN generación
	AMR automatic meter reading (lectura automática de medidores)		GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
B	BT baja tensión	I	ICT information communication technology (tecnología de comunicación de información)
C	CPO charging point operator (operador de punto de carga)		I+D investigación y desarrollo
	CRU control receiving unit (unidad de control de recepción)		I+D+I investigación, desarrollo e innovación
D	DISCERN distributed intelligence for cost-effective and reliable solutions (inteligencia distribuida para soluciones rentables y fiables)		IoT internet of things (internet de las cosas)
	DSO distribution systems operator (operador de redes de distribución)	K	IPU inbound pickup unit (unidad de captura de entrada)
E	EDE empresa de distribución eléctrica		KPI key performance indicators (indicadores clave de rendimiento)
	EMEC european marine energy centre (centro europeo de energía marina)	L	LCE ley de concesiones eléctricas

ACRÓNIMOS

M	MatchUp maximizing the upscaling and replication potential of high-level urban transformation strategies (maximizar el potencial de ampliación y replicación de las estrategias de transformación urbana de alto nivel)		
	MG microgrids (microredes).	S	REI redes eléctricas inteligentes
	MINEM ministerio de energía y minas del Perú		RLCE reglamento de la ley de concesiones eléctricas
	MT media tensión		SB EE sustainable buildings and energy efficiency (edificios sostenibles y eficiencia energética)
	MTU modulation transformer unit (transformador de modulación)	T	SNM smart network management (gestión de redes inteligente)
O	O&M operación y mantenimiento		TIEPI tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada
	OMU outbound modulation unit (unidad de modulación de salida)		TRL technology readiness level (nivel de preparación tecnológica)
P	PLC power line communication (comunicación por línea eléctrica)	U	TWACS two-way automated communications system (sistema automatizado bidireccional de comunicaciones)
	PRICE proyecto de redes inteligentes corredor de Henares		UMEI universal market enabling interface (interfaz universal de habilitación del mercado)
R	RED recursos energéticos distribuidos	V	VAD valor agregado de distribución
	ReFLEX responsive flexibility (flexibilidad receptiva)		VE vehículo eléctrico
			VNR valor nuevo de reemplazo

INTRODUCCIÓN

La descentralización, digitalización y descarbonización del sector eléctrico, y la cada vez mayor participación de recursos energéticos distribuidos (RED) en el sistema eléctrico, obligan a las empresas de distribución eléctrica (EDEs) a transitar a nuevos esquemas de redes eléctricas inteligentes (REIs), así como a reconsiderar sus actividades y roles en el sector. Esta transición supone nuevos retos como la mayor inversión en la adecuación de las redes. Muchos de estos retos ya están siendo abordados en diferentes países mediante el desarrollo de proyectos piloto que permiten un proceso de aprendizaje, además permitir realizar los primeros pasos hacia la modernización de las redes eléctricas.

Por otro lado, la rápida penetración de nuevos elementos en el sistema eléctrico (tales como la integración de los vehículos eléctricos, la generación distribuida y el almacenamiento distribuido), o los nuevos sistemas de control, gestión y monitorización de las redes, están acelerando el desarrollo de nuevos modelos de negocio que den respuesta al nuevo contexto del sistema eléctrico, además de suponer la redefinición de los roles tradicionales de las EDEs.

Mediante el proyecto Distribución Eléctrica 4.0, la cooperación alemana para el desarrollo, implementada por la GIZ, y el Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM) proveen de asistencia técnica a diferentes EDEs peruanas con el objetivo de facilitar su transición hacia las REIs. Esta asistencia técnica tiene por finalidad dar respuesta a un sistema cada vez más complejo y sofisticado, y a su vez más exigente en lo referente a la calidad del servicio y las nuevas necesidades de los consumidores.

Objetivo del informe

Considerando lo anterior, es interés del proyecto Distribución Eléctrica 4.0 contar con un estudio de prospección y análisis de caso de proyectos piloto e iniciativas de REI, así como modelos de negocio, desarrollados por empresas de distribución a nivel internacional. Los objetivos de este estudio son:

1. Identificar y analizar casos de proyectos piloto e iniciativas REI; así como con experiencias en la implementación de nuevos modelos de negocio en empresas de distribución, tanto de la región (Colombia, Chile y Brasil), como de Europa (Alemania, particularmente).
2. Elaborar un catálogo con los principales modelos de negocio que podría implementar una empresa de distribución eléctrica.

Este estudio presenta en detalle 6 casos de estudio con proyectos piloto de REIs seleccionados juntamente con las EDEs SEAL, Hidrandina y ELOR. La selección de los 6 casos de estudio se llevó a cabo en tres talleres telemáticos desarrollados los días 27 de mayo, 16 y 22 de junio respectivamente. Además, en el estudio se desarrolla un catálogo con los principales modelos de negocio que se podrían implementar en las EDEs. Por último, el estudio presenta también 5 modelos de negocio asociables a los proyectos piloto (modelos de negocio que pueden llevarse a cabo en el contexto descrito en el proyecto piloto). Estos resultados pretenden ayudar a las EDEs peruanas a mejorar el desarrollo de sus propios proyectos piloto de implementación de redes eléctricas inteligentes, así como ayudar a establecer una visión de futuro propia.

1

BREVE DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO DE REFORMA DEL SECTOR ELÉCTRICO

La ley de concesiones eléctricas (LCE) y su reglamento (RLCE), así como la ley general de electrificación rural (LGER) y su reglamento, establecen los principios y obligaciones para la prestación del servicio de distribución y comercialización de electricidad, incluidos los criterios para la fijación de tarifas del mercado regulado y el valor agregado de distribución (VAD) para la retribución de los costos de las redes de distribución.

Las tarifas de electricidad comprenden los costos eficientes en que se incurren para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica. La LCE define que las actividades de generación, transmisión y distribución se desarrollan con un régimen de concesión o autorización a través de operadores independientes, ya sean privados o públicos, reservándose al Estado el rol normativo, regulatorio (fijación de tarifas) y de supervisión y fiscalización de dichas actividades. El rol regulador es ejercido por Osinergmin que es el organismo responsable de fijar las tarifas de electricidad, en representación del Estado.

El Perú ha iniciado un proceso de reforma regulatoria de su sector eléctrico. En cuanto a las actividades de distribución y comercialización de electricidad, la reforma prevé afrontar los retos que suponen la incorporación de energías renovables y otros recursos distribuidos, la mejora de la calidad del servicio y la expansión de la cobertura hacen necesario identificar y desarrollar un nuevo modelo de regulación económica de la distribución, así como el rediseño del mercado minorista peruano y el desarrollo independiente de la actividad de comercialización. Entre varias cosas, la reforma también prevé establecer una alternativa de regulación económica para eliminar las barreras existentes e incentivar la innovación de la infraestructura eléctrica y la mejora de la calidad a través de la introducción de nuevas tecnologías como la medición inteligente, las redes eléctricas inteligentes, la generación distribuida y las adecuaciones asociadas a la electromovilidad.

La futura reforma también prevé la modernización de las empresas eléctricas de derecho público, para que estas puedan actuar en igualdad de condiciones con las demás empresas de derecho privado de la industria.

Los cambios para decidir en este proceso pueden afectar varios aspectos fundamentales para la transición hacia las REIs, entre ellos:

- Titularidad de las actividades de distribución y comercialización
- Sistema tarifario
- Costos reconocidos en la retribución a las redes de distribución
- Mercados locales de flexibilidad
- Propiedad de los REDs

La situación actual de estos aspectos y su posible evolución son presentados en la Tabla 1. Los modelos de negocio a desarrollar por las EDEs con relación a la gestión de actividades de las REIs dependerán en gran medida de la dirección que tome la futura reforma del sector eléctrico peruano.

Tabla 01: Situación actual y posible evolución futura de aspectos regulatorios fundamentales para las redes eléctricas inteligentes

ASPECTO REGULATORIO	SITUACIÓN ACTUAL	POSIBLE EVOLUCIÓN FUTURA
Titularidad de las actividades de distribución y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente integradas en las EDEs. • Las actividades de distribución son reguladas y las actividades de comercialización pueden ser reguladas o libres. 	<p>Actividades con titularidad separada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La distribución asume un rol facilitador. • La comercialización del mercado minorista se liberaliza. <p>Incertidumbre: ¿Podrán las futuras EDE ser facilitadoras de nuevos negocios relacionados a las redes eléctricas inteligentes?</p>
Sistema tarifario	El sistema tarifario del mercado regulado es estático.	<p>Varias posibilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarifas dinámicas con discriminación horaria. • Tarifas variables según variación de la curva de demanda. • Tarifas basadas en kWh o plana basada en la disponibilidad del servicio de energía.
Costos reconocidos en la retribución a las redes de distribución	<p>La retribución actual está basada en los costos estimados por las EDEs en base a los procedimientos establecidos por el OSINERGMIN. Estos costos recogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos asociados al usuario • Pérdidas estándar • Costos estándar de inversión • Costos de operación y mantenimiento de la red • Cargo asociado a la innovación tecnológica y/o eficiencia energética en los sistemas de distribución eléctrica. 	Nueva metodología para el cálculo del valor nuevo de reemplazo, que promueva y acelere las inversiones necesarias para la modernización de la gestión de las redes y los equipos necesarios a nivel de red y de usuario para la implementación de las REIs.
Mercados locales de flexibilidad	La posibilidad de mercados locales de flexibilidad no está determinada en la regulación actual.	Regulación explícita para el desarrollo de mercados (mecanismos) de remuneración de los servicios de flexibilidad en las redes de distribución.
Propiedad de los REDs	La regulación actual no define suficientemente los casos en que las EDEs pueden ser titulares de REDs.	Las EDEs no pueden ser propietarios de REDs.

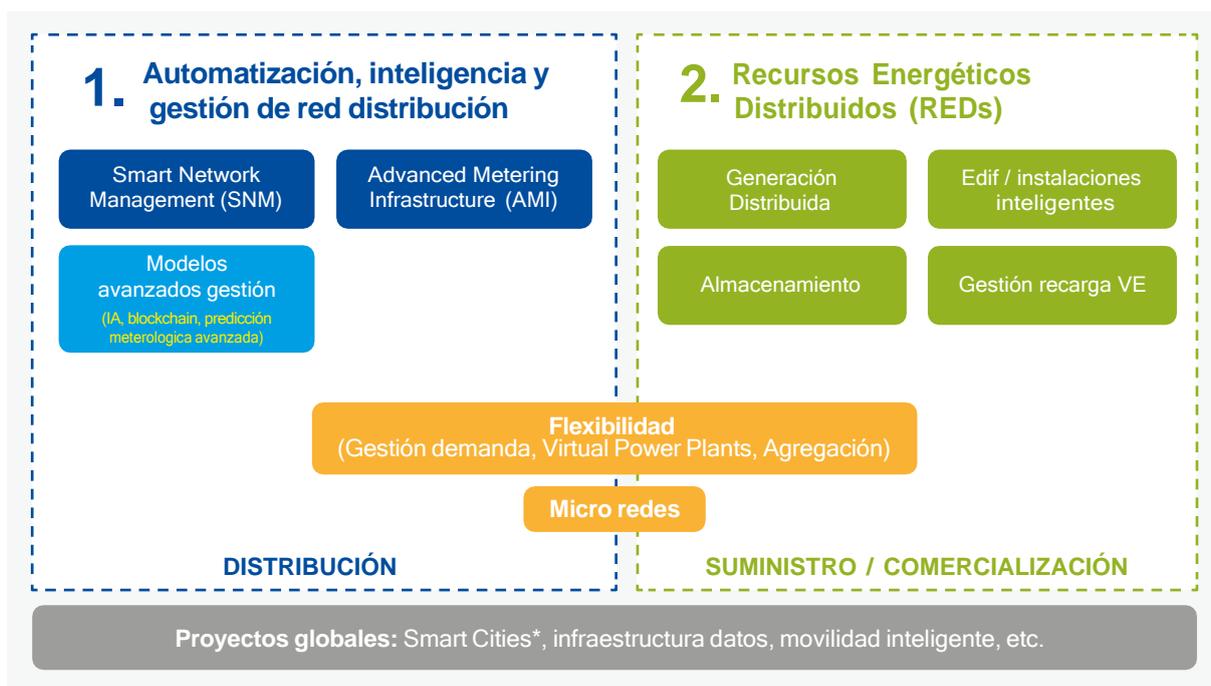
Fuente: Elaboración propia

2

CONCEPTOS BÁSICOS Y TEMÁTICAS DE LAS REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES

La definición de las temáticas de las redes eléctricas inteligentes permite la caracterización según ámbitos de actuación, y mejor comprensión de los diferentes proyectos piloto y modelos de negocio. La definición clásica de las REIs se refiere a la automatización y monitorización de las redes eléctricas, vía digitalización. La definición ampliada de las REIs incluye la integración inteligente de REDs en las redes eléctricas. Estas definiciones se muestran esquemáticamente en la Figura 1.

Figura 01: Esquema de las definiciones clásica y ampliada de redes eléctricas inteligentes



Fuente: Elaboración propia

2.1 Definición clásica

Las tecnologías de telecomunicación, de sensores y de programación son relevantes a la definición clásica de las REIs. Las actividades principales dentro de las temáticas de las REIs se refieren a:

- Infraestructura de medición inteligente (o AMI por sus siglas en inglés), vía la implementación de medidores inteligentes.
- Gestión inteligente de la red (o SNM por sus siglas en inglés), vía la automatización de las tareas de control de las redes.

En los últimos años, se están incorporado nuevas tecnologías disruptivas que probablemente modificarán y ampliarán la definición clásica de las REIs. La inteligencia artificial y las tecnologías de blockchain están irrumpiendo con formas completamente innovadoras de operación y gestión de las redes.

2.2 Definición ampliada a recursos energéticos distribuidos

Otras definiciones de REIs incluyen la integración de diferentes tipos de REDs:

- Generación distribuida, donde en la actualidad destaca el uso de recursos de origen renovable (solar fotovoltaica, aerogeneradores de pequeño tamaño, etc.).
- Puntos de recarga de los vehículos eléctricos (VE), ya sean de uso privado o de transporte público.
- Almacenamiento distribuido, principalmente mediante baterías, tanto en las redes como en las instalaciones de los consumidores “tras el medidor” (behind-the-meter).
- Edificios e instalaciones inteligentes y eficientes energéticamente, que sean capaces de coordinarse y comunicarse con la red.

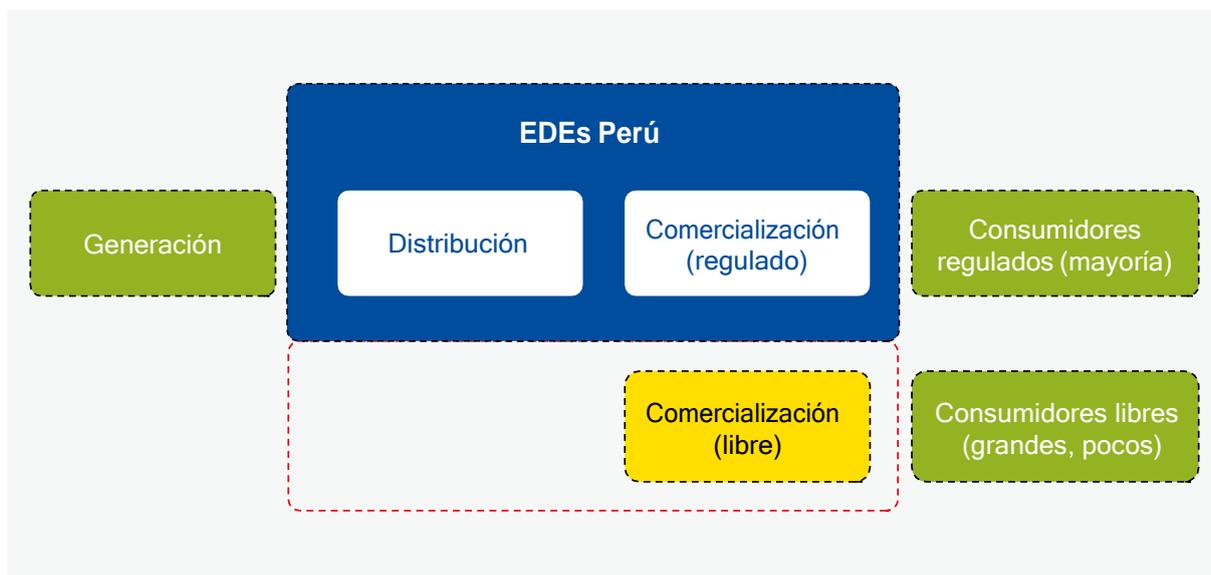
Aunque la integración de los REDs en las REIs supone nuevos retos de gestión por su mayor variabilidad, menor predictibilidad bidireccionalidad, etc., también facilitan su agregación y posibilitan los servicios de flexibilidad al sistema mediante mecanismos de gestión activa de la demanda. Así mismo, los REDs posibilitan la creación de micro redes eléctricas que respondan a las necesidades de generación, consumo y gestión de forma local e independiente. Las micro redes son de gran utilidad para casos de sistemas aislados, así como para mejorar la calidad y estabilidad de la red en un punto específico. Cabe destacar también que el concepto de REIs está fuertemente ligado al de ciudades inteligentes. El concepto de ciudades inteligentes puede incluir otros ámbitos fundamentales en las ciudades, tales como la infraestructura de datos, digitalización de todas las actividades de la ciudad, movilidad inteligente, así como una mayor participación activa de los ciudadanos.

3

METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología y criterios utilizados tienen como finalidad la identificación y selección de casos de estudio que incluyan los proyectos piloto de mayor interés y valor para las EDEs peruanas (ver Figura 2). En Europa las actividades de las empresas de distribución están limitadas exclusivamente a la distribución. Las EDEs peruanas realizan actividades de distribución y comercialización a consumidores regulados y a una parte de los consumidores de libre mercado. Para el análisis de los casos de estudio internacionales es fundamental tener en cuenta esta doble función, por lo que los casos se analizarán independientemente de si estos son gestionados parcial o totalmente por empresas de distribución o comercialización.

Figura 02: Actividades de las empresas de distribución eléctrica en el Perú



Fuente: Elaboración propia

3.1 Criterios de selección

El considerable número y diversidad de iniciativas y proyectos internacionales candidatos a casos de estudio amerita aplicar criterios específicos para su selección en este estudio. Estos criterios están presentados en la Tabla 2.

Tabla 02: Criterios específicos para la selección de casos de estudio de interés

CRITERIO	DETALLE
1. Procedencia	Preferencia por proyectos ubicados en Alemania, el resto de la Unión Europea, Brasil, Chile y Colombia.
2. Madurez y antigüedad del proyecto	Se seleccionan proyectos en fase de demostración (TRL 8, 9), no en fase de laboratorio o de I+D. Los proyectos seleccionados han de haber sido desarrollados posterior al año 2010.
3. Relevancia a redes inteligentes	Proyectos relevantes a la modernización y automatización de las redes eléctricas de distribución.
4. Fase de desarrollo y lista corta	<p>Lista corta, combinación de proyectos con resultados finales y proyectos en desarrollo (con planteamientos innovadores) que establezcan una visión para el sector en dos grupos de proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modernización de la red de distribución como primer paso hacia las Redes Inteligentes • Proyectos vanguardistas que permiten establecer la visión futura y modelos de negocio (incluyen integración de recursos energéticos distribuidos)
5. Selección final - proyectos adecuables a la realidad del Perú	<p>La selección de casos de estudio requiere que sus proyectos que se adecuan a la regulación actual de Perú y que puedan servir como visión para las Empresas de Distribución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de inmediata implementación. Aquellos proyectos que con un desarrollo tecnológico avanzado sean aplicables en el Perú. El contexto regulatorio y normativo necesario para la implementación de estos proyectos es compatible con el existente en el Perú. • Proyectos potencialmente implementables. Aquellos proyectos que, siendo compatibles con el marco regulatorio peruano, requieren un cambio de paradigma en las EDEs y en los órganos reguladores y supervisores del sector eléctrico. Su aplicación puede también suponer un reto desde el punto de vista de integración en las redes eléctricas existentes en el Perú. • Proyectos que establezcan visión para el futuro sector eléctrico peruano. Estos proyectos suponen un importante grado de desarrollo tecnológico, y normalmente van acompañados de la necesidad de cambios regulatorios y normativos de envergadura en el sector.

Fuente: Elaboración propia

PASO 1: Lista larga de proyectos europeos y latinoamericanos

Se elabora una lista larga de 977 casos de proyectos (ver Figura 3) procedentes de países europeos y latinoamericanos, con especial enfoque en Colombia, Brasil y Chile¹.

1. En el ANEXO del presente proyecto, se incluyen las tablas con un resumen de cada uno de los casos de estudio identificados.

- 960 proyectos europeos
- 17 proyectos de Colombia, Brasil, Chile

Para el desarrollo de esta lista larga de proyectos candidatos se utilizaron las siguientes fuentes de información:

- Base de datos de proyectos financiados por la Comisión Europea con enfoque en la temática de redes eléctricas inteligentes.
- Base de Datos del European Joint Research Centre (JRC) (1).
- Base de datos de la Asociación Europea de Empresas de Distribución (2).
- Sitios webs y documentos de diferentes empresas de distribución.
- Presentaciones en conferencias y congresos internacionales de EDEs.
- Noticias y comunicaciones oficiales en medios relacionados con la energía.

Figura 03: Visualización de la lista larga de proyectos candidatos a casos de estudio

Nombre del proyecto	Inicio	Fin	Estado de desarrollo	Principales áreas de actuación					
				AM & SMI	DSM	Int. GeDs y AEs	Int. of LS RES.	E-Mov	Other
0.4 kV remote control	2011	2013	Demonstration	X					
BMW Sherland NaS Battery	2010	2014	Demonstration			X			
Design, development and test in the Spanish transmission network	2009	2014	Demonstration	X					
3002 EDISON	2009	2011	R&D					X	
3E-Mehrfamilienhaus Eigenzeugung, Eigenverbrauch, Elektromobilität in einem Mehrfamilienhaus	2014	2016	Demonstration		X	X		X	
Saving Energy & the Environment across Europe	2010	2013	Demonstration		X				
IA complete and normalized 61850 substation	2009	2015	Demonstration	X					
Smart Grid realizations in the distribution network of AEA: Lombardy and Corsica	2011	2014	Demonstration	X					

Fuente: Elaboración propia

PASO 2: Madurez y antigüedad

A partir de la lista larga del paso 1, se seleccionan 348 proyectos (331 proyectos europeos y 17 latinoamericanos) en fase de demostración, aplicados en contextos reales, y desarrollados con posterioridad al año 2010. Se omiten de esta selección los proyectos en fases de laboratorio y/o en fases incipientes de investigación (verFigura 4).

Figura 04: Ejemplo de visualización de la lista de proyectos en fase de demostración y posteriores al 2010

Nombre del proyecto	Inicio	Fin	Estado de	Principales áreas de actuación					
				AMI & SNM	Int. de G&D y AMI	Int. de I.S. REDs	Other	Other	Other
5.4 EV remote control	2011	2013	Demonstration	X					
1MW Skotland Na5 Battery	2010	2014	Demonstration		X				
Design, development and test in the Spanish transmission network	2009	2014	Demonstration	X					
32-Mehrfamilienhaus Eigenenergieung, Eigenverbrauch, Elektromobilität in einem Mehrfamilienhaus	2014	2016	Demonstration		X	X		X	
Saving Energy & the Environment across Europe	2010	2013	Demonstration		X				X
IA complete and normalized 61850 substation	2009	2015	Demonstration	X					
Smart Grid applications in the distribution network of AZA, Larrate and Gaviño	2011	2014	Demonstration	X					
Activating Community Engagement	2015	2016	Demonstration		X				
Acop Distribución Smart Grid Pilot Project	2011	2013	Demonstration	X					
Active Fault Current Management	2011	2014	Demonstration	X					

Fuente: Elaboración propia

PASO 3: Relevancia a redes inteligentes

Se identifican 156 proyectos (143 europeos y 13 latinoamericanos) que abordan ámbitos relacionados con la gestión, control o mejora de las redes de distribución, incluido los medidores inteligentes y/o la automatización y digitalización de la red (ver Figura 5). Se omiten proyectos que abordan únicamente ámbitos relacionados con los Recursos Energéticos Distribuidos (REDs), es decir, que no abordan temas de gestión inteligente de la red o la integración de medidores inteligentes.

- Para el análisis de los proyectos europeos, las bases de datos existentes incluyen información sobre si los proyectos están relacionados con infraestructura de medición inteligente (AMI) o con la automatización de la gestión de la red inteligente (SNM).
- En el caso de proyectos latinoamericanos esta identificación se realiza con el análisis de los resúmenes de cada proyecto.

Figura 05: Ejemplo de visualización de proyectos con mayor relevancia a las redes inteligentes

Nombre del proyecto	Inicio	Fin	Estado de desarrollo	Principales áreas de actuación						
				AMI & SAM	DDM	Grid y AMI	Int. of RES	E-Mob	Other	
0.4 kV remote control	2011	2013	Demonstration	X						
Design, development and test in the Spanish transmission network	2009	2014	Demonstration	X						
IA complete and normalized 61050 substation	2009	2015	Demonstration	X						
Smart Grid applications in the distribution network of AZA: Lambrate and Gavardo	2011	2014	Demonstration	X						
Azsa Distribuzione Smart Grid Pilot Project	2011	2013	Demonstration	X						
Active Fault Current Management	2011	2014	Demonstration	X						
Agios Ilftraktos – Green island – Microgrid	2013	2015	Demonstration	X	X	X				
Algorithmic Automation	2010	2013	Demonstration	X						
Innovatives Allround FRT-Testsystem zur Sicherung der Netzstabilität	2014	2016	Demonstration	X						
AMPAOTY	2011	2016	Demonstration	X						
Adaptable Platform for Active Services Exchange	2015	2018	Demonstration	X						
Accelerating Renewable Connections	2013	2016	Demonstration	X	X	X				

Fuente: Elaboración propia

PASO 4: Lista corta de acuerdo a desarrollo del proyecto

Se selecciona una muestra de 15 candidatos a casos de estudio representativos de los tipos de proyectos identificados (ver Tabla 3). Se identifican las principales características de los proyectos tales como los objetivos, el grado de complejidad del proyecto, la evolución tecnológica y las temáticas abordadas. La selección se realiza analizando los resúmenes de los proyectos, seleccionando proyectos con diferente grado de evolución y complejidad, buscando la diversidad de temáticas. Inmediatamente después se procede a describir el aporte de dichos proyectos a los dos grupos identificados como criterio específico:

Grupo 1: Modernización de la red de distribución como primer paso hacia las REIs

- Proyectos que dan respuesta a los primeros pasos necesarios para implementar proyectos de REIs: Implantación de una infraestructura avanzada de medición y la mejora del control y gestión de las redes mediante sistemas de inteligencia.
- Representación de países latinoamericanos (condiciones del sector más similares a las de Perú).

Grupo 2: Proyectos vanguardistas que permitan establecer una visión futura de las EDEs

- Proyectos que ayudan a identificar desarrollo tecnológico más avanzado, los retos (regulatorios, organizacionales, técnicos) futuros y las soluciones que se plantean.
- Proyectos que ayuden a entender los modelos de negocio más prometedores en el contexto futuro.

Tabla 03: Lista corta de proyectos piloto preseleccionados

NOMBRE DEL PROYECTO PILOTO	PERIODO	PAÍS	ÁMBITOS ABORDADOS						
			SNM	AMI	SB EE	GEN	ALM	VE	FLEX
1. Bidelek Sareak	2011-2016	España	X	X					
2. Proyecto de medición avanzada sobre plataforma TWACS	2011-2014	Colombia	X	X					
3. Eletropaulo Smart Grid Project (Barueri)	2014-2017	Brasil	X	X					
4. Piloto Smart Metering Bogotá	2011-2015	Colombia		X					
5. Smart City Buzios	2011-2015	Brasil	X	X					
6. Smart City Malaga	2009-2013	España	X	X					X
7. Model City Manheim (Moma)	2008-2013	Alemania	X	X		X	X		X
8. COOPERaTE	2011-2015	Alemania	X	X		X		X	X
9. PRICE: Proyecto de Redes Inteligentes Corredor de Henares	2011-2014	España	X	X	X	X			X
10. DISCERN	2013-2016	España	X	X		X	X		X
11. Proyecto Smart Grid Santiago de Chile	2014-2016	Chile	X	X		X	X		
12. UpGrid	2015-2018	Varios Europeos	X	X		X			X
13. MatchUp projects (Dresden)	2017-2022	Alemania		X	X	X	X	X	X
14. ReFlex Orkney	2018-2022	Reino Unido		X		X	X	X	X
15. Euniversal	2019-2022	Alemania	X	X		X	X	X	X

SNM=smart network management; AMI=Advanced metering infrastructure; SB EE=Sustainable Buildings and Energy Efficiency; GEN=Generación; ALM=Almacenamiento; VE=vehículo eléctrico; FLEX=flexibilidad; MG=Microredes.

Fuente: Elaboración propia

1. Bidelek Sareak

- Modernización de la red del área metropolitana de Bilbao (y posteriormente zonas peri-urbanas)
- +400.000 medidores inteligentes bidireccionales.
- Configuración 2.300 centros de transformación con servicios de telegestión, supervisión y automatización.
- Integración de 3 subestaciones rurales.
- Proyecto base para la implantación de generación distribuida, VE y tarifas horarias.

2. EmCali: Infraestructura de medición avanzada sobre plataforma TWACS

- Infraestructura de medición inteligente de energía (AMI), con tecnología de comunicación bidireccional para contrarrestar pérdidas energéticas y problemas de recaudo mediante la monitorización permanente de clientes en la ciudad de Cali.
- Proyecto coadyuva a implementar esquemas diferenciales de facturación (prepago / limitación de suministro / pospago).

3. Eletropaulo Smart Grid Project (Barueri)

- Modernización de la red eléctrica e instalación de medidores inteligentes en el municipio de Barueri (área metropolitana de Sao Paulo).
- Primera fase: modernización de Centro de Control de Distribución.
- Segunda fase: despliegue de 62.000 medidores inteligentes en edificios residenciales, 5 subestaciones digitales y 38 feeders
- El proyecto cubre 84.000 consumidores (250.000 personas, incluyendo comunidades con bajos recursos económicos, viviendas, comercio o industria). El proyecto se utiliza como modelo para el desarrollo de una Hoja de Ruta en posteriores desarrollos.

4. Piloto Smart Metering Bogotá

- Evaluación de proyectos de medición inteligente como una infraestructura tecnológica que puede ayudar en diferentes objetivos de CODENSA. El proyecto persigue los objetivos principales de reducir los costes de inspección y reconexión, o mejorar el control de la red.

5. Smart City Buzios

- Proyecto de Smart Cities que incluye infraestructuras de IoT (internet de las cosas): 67 km de alimentadores de media tensión (15 kV) en tres circuitos diferentes, 450 centros de transformación MT/BT, sirviendo a 10.363 usuarios.

- El proyecto pretende crear la base para nuevos tipos de tarifas de acuerdo con el horario de consumo (ToU Tariffs), implementar el uso de LEDs para alumbrado público, permitir el uso de electrodomésticos controlables y eficientes, y sistemas de control de red automáticos (reduciendo la interrupción del suministro).

6. Model City Manheim (Moma)

- Proyecto ubicado en una urbanización de Manheim con una alta tasa de penetración de renovables distribuidas.
- El piloto utiliza nuevos métodos para mejorar la eficiencia energética, la calidad en la red y la integración de fuentes renovables en la red de distribución urbana. El proyecto tiene el objetivo de desarrollar un enfoque intersectorial (que incluya electricidad, calefacción, gas y agua), conectando los componentes de consumo en una infraestructura de conexión de banda ancha.

7. COOPERATE

- Plataforma de gestión y servicio de vecindario escalable y abierta que integra funciones de monitoreo y control local con una plataforma de servicio basada en la nube para la entrega de servicios innovadores de gestión de energía, seguridad y otros servicios con el fin de avanzar hacia vecindarios energéticamente positivos. COOPERaTE optimizará el uso de la energía más allá de los edificios, incluirá la integración de renovables en la red.

8. Smart City Malaga

- Tecnologías de última generación en medición inteligente, comunicaciones y sistemas, automatización de la red, generación distribuida e infraestructura inteligente de carga de vehículos.
- Los objetivos son la integración de fuentes renovables (reducir emisiones CO₂), mejor gestión de las redes, balances eficientes de la demanda. El proyecto cuenta con más de 17.000 medidores inteligentes, la automatización avanzada y comunicación con centro de control. Cuenta con más de 11MW de renovables, 2 baterías, 100 luminarias LED inteligente y una pequeña estructura de Vehículo2Grid.

9. PRICE: Proyecto de Redes Inteligentes Corredor de Henares

- El proyecto integra una red de medidores inteligentes, la infraestructura para la monitorización y el control de la red, la creación de un centro de control para monitorizar las instalaciones de generación distribuida (y en el futuro controlarlas), un demostrador de puntos de recarga de vehículos, y un demostrador de gestión de la demanda (electrodomésticos), un centro de respuesta a la demanda y programas de respuesta a la demanda.

10. DISCERN: Distributed Intelligence for Cost-Effective and Reliable Solutions

- Identificación del nivel adecuado de inteligencia necesario en la red de distribución y las tecnologías más fácilmente replicables.
- DISCERN consta de 5 proyectos compartiendo diferentes tecnologías de medición y control de la red, en redes con presencia de generación distribuida y almacenamiento. En base a estos estudios, desarrolla indicadores para diferentes opciones tecnológicas, soluciones y procesos operacionales.

11. Smart City Santiago de Chile

- El proyecto contempla la integración de medidores inteligentes, sistemas de generación fotovoltaica, alumbrado público LED, iluminación ornamental inteligente o transporte público eléctrico, entre otros.

12. UpGrid

- Pilotos reales en Portugal, Polonia, España y Suecia que integran soluciones innovadoras para el O&M de redes de BT y MT en un entorno de red totalmente inteligente. Estas redes serán habilitadoras de generación distribuida, gestión activa de la demanda, oportunidades comerciales y empoderamiento del cliente.

13. MatchUp projects (Dresden)

- Diseño de la ciudad del futuro. Para la ciudad de Dresden (Alemania) se aborda energía, movilidad urbana y tecnologías de la información. El proyecto tiene la participación ciudadana (tanto en el diseño, en el uso de las infraestructuras como en la participación activa mediante generación distribuida).

14. ReFlex Orkney

- Proyecto de “Smart Region” energéticamente sostenible que coordinará y combinará diferentes instalaciones de electricidad, transporte y calor, y proveerá flexibilidad a la red, siendo uno de los modelos más avanzados del mundo.
- El proyecto facilita la adquisición, por parte de ciudadanos, de instalaciones de autoconsumo con baterías eléctricas, vehículos eléctricos, puntos de recarga para el VE, medidores inteligentes, instalaciones de generación renovable, todos controlados por el sistema de control centralizado SMS Flexigrid. La región de Orkney tiene una producción importante de electricidad eólica, con problemas de sobre producción en diferentes periodos.

15. Euniversal

- Enfoque universal que facilite el acceso de las distribuidoras a la flexibilidad proveniente de recursos energéticos distribuidos. Para ello se desarrolla el “Universal Market Enabling Interface - UMEI” (estándares y herramientas de gestión de red) que conecta los mercados locales de flexibilidad con las necesidades de las distribuidoras eléctricas.
- El caso alemán contempla los Bundesland de Brandenburgo, Sajonia-Anhalt y Thuringia, con más de 44.000 redes de baja tensión, 17.000 subestaciones y más de 5GVA de capacidad instalada.

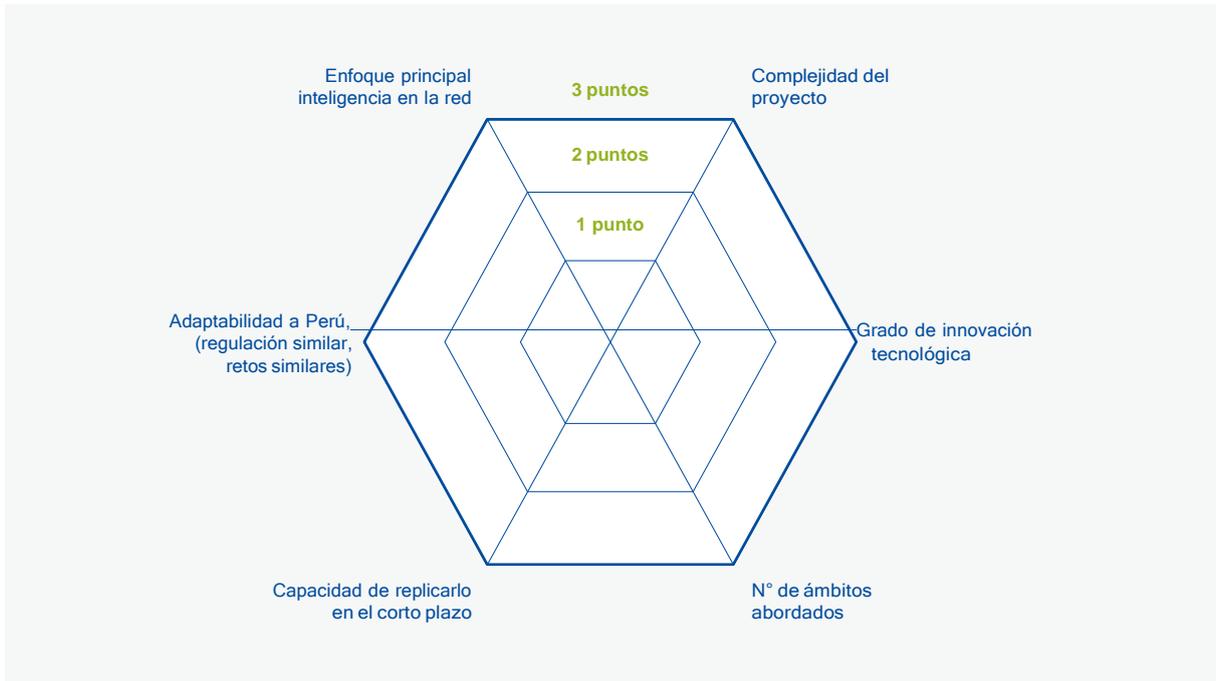
PASO 5: Selección final de casos de estudio

Para la selección de los casos de estudio en base a las dos temáticas descritas, se evalúan los 15 proyectos de la lista corta bajo 6 parámetros que ayuden a evaluar su relevancia:

- 1. Enfoque principal inteligencia en la red.** Hace referencia a que el tema principal del proyecto piloto sea la modernización de red de distribución. La integración de los REDs puede aparecer como tema complementario, pero no principal.
- 2. Adaptabilidad al Perú.** Se refiere a que los retos que aborda y la regulación aplicada es similar a la del Perú.
- 3. Capacidad de replicación en el corto plazo.** Se refiere a la potencialidad del proyecto para ser implementado sin mayores dificultades en las EDEs peruanas.
- 4. Número de ámbitos abordados.** Se refiere a la cantidad de diferentes ámbitos que son trabajadas en el caso de estudio.
- 5. Grado de innovación tecnológica.** Este parámetro indica si las tecnologías que son implementadas en el proyecto son maduras, con cierto grado de innovación o con tecnologías avanzadas.
- 6. Grado de complejidad del proyecto.** Hace referencia al reto que supone la implementación integral de dicho proyecto piloto.

Cada uno de estos parámetros es evaluado con un puntaje de 3 en caso el parámetro se cumpla completamente, con un puntaje de 2 en caso de que se cumpla parcialmente, y con un puntaje de 1 cuando no se cumple. En base a las puntuaciones obtenidas, se realiza un gráfico de tela de araña, que visualice el tipo de proyecto al que nos referimos (ver Figura 6).

Figura 06: Ilustración de la puntuación de la selección final de proyectos piloto

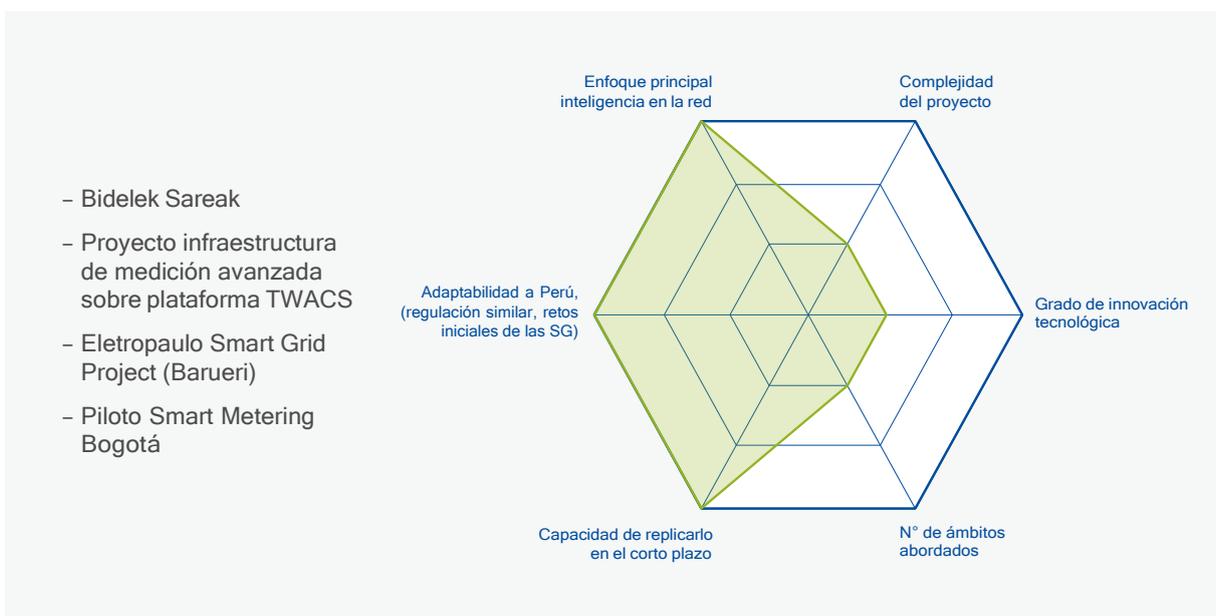


Fuente: Elaboración propia

En base a dicho ejercicio, los proyectos pueden ser identificados en tres tipos de casos de estudio diferentes:

A. Proyectos de rápida implementación (ejecución)

Este tipo de proyecto, puntúa alto en lo referente a su adaptabilidad a Perú, la capacidad de replicarlo en el corto plazo y a su enfoque principal en la temática de la red de distribución. Los proyectos que encajan en esta clasificación son:

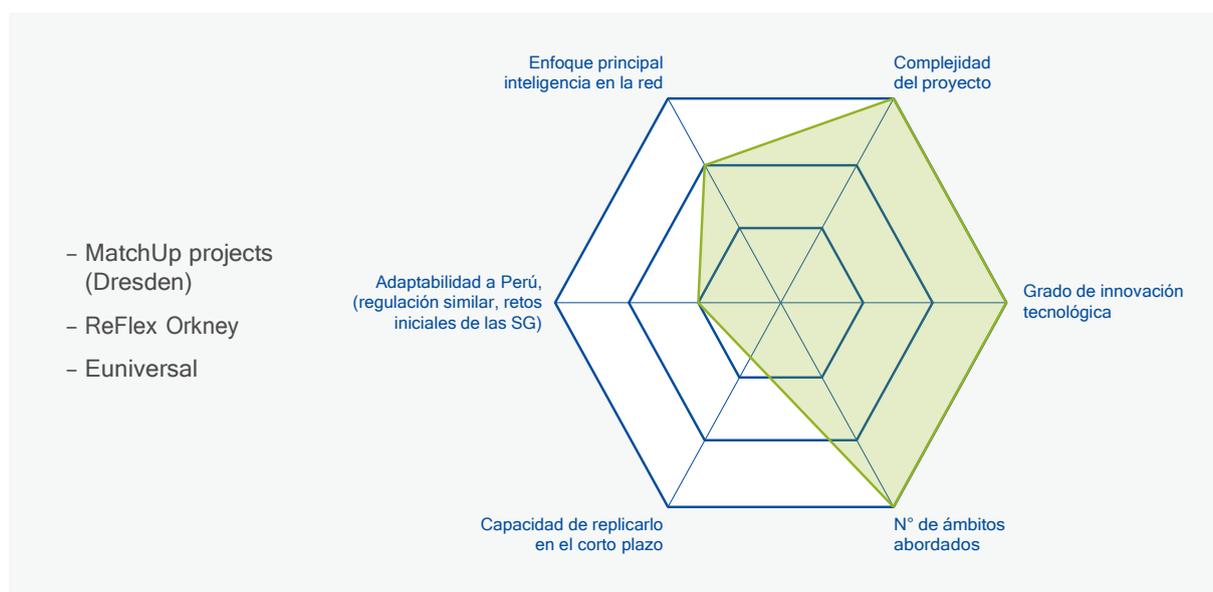


Fuente: Elaboración propia

B. Proyectos de vanguardia (visión)

Este tipo de proyecto tiene un importante grado de complejidad, abordando un importante número de temáticas (integración de varios tipos de REDs) y con tecnologías vanguardistas.

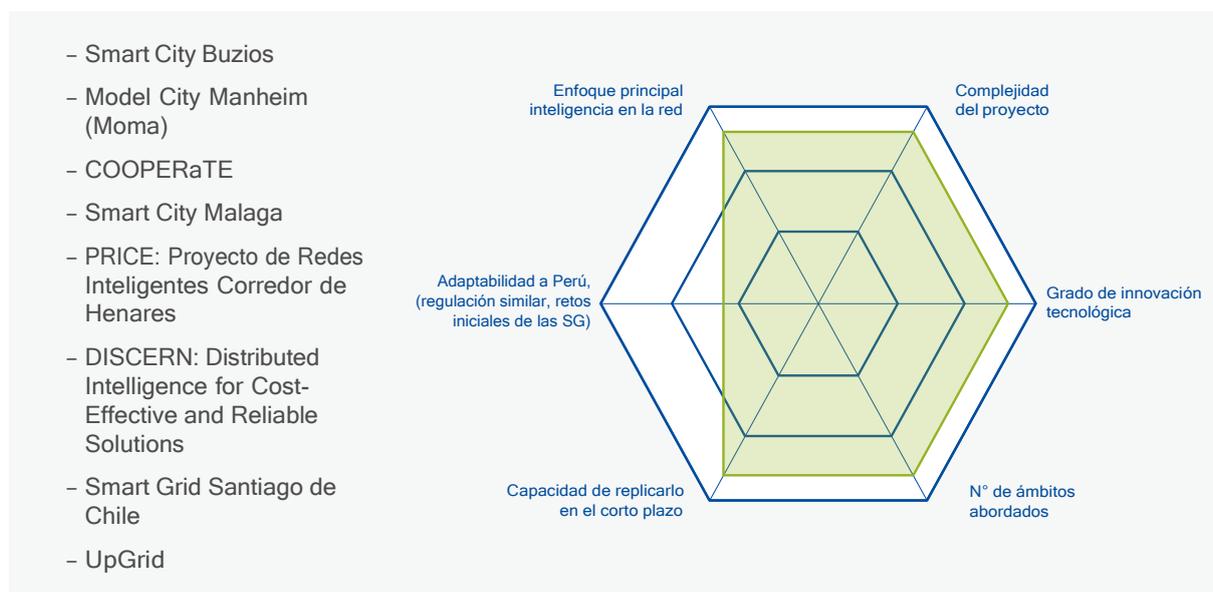
Se refiere a los proyectos más avanzados, donde su implementación al corto plazo es más difícil, pero ayudan a entender los retos de la red futura. Los proyectos que encajan en esta clasificación son:



Fuente: Elaboración propia

C. Proyectos de integración REDs variables

Este tipo de proyecto suelen combinar los retos de la modernización de la red con la integración de algún tipo de RED. Son proyectos con un grado de complejidad medio. Los proyectos que encajan en esta clasificación son:



Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados de la selección final

En base a los criterios de selección establecidos anteriormente, y el proceso de aprobación realizado junto con las EDEs peruanas que están participando en el programa Distribución Eléctrica 4.0², los 6 casos de estudio seleccionados para analizar en mayor detalle se presentan en la Tabla 4. Así, se priorizan tres proyectos de rápida implementación (o ejecución) enfocados en la implementación de infraestructuras de medición avanzadas, y tres proyectos de vanguardia, que ayudan a tener una visión más clara de los futuros desarrollos que tendrán lugar en el contexto de las REIs, adaptando la infraestructura actual a los retos venideros.

Tabla 04: Resumen de los proyectos seleccionados y la justificación de su elección

	PROYECTO	JUSTIFICACIÓN
Proyectos de rápida implementación	1. Bidelek Sareak	Proyecto referencia en Europa de desarrollo de redes eléctricas inteligentes, que aborda su modernización de forma estratégica.
	2. EmCali: Infraestructura de medición avanzada sobre plataforma TWACS	Proyecto latinoamericano (con condiciones más similares a la realidad del Perú), donde se utiliza la integración de sistemas de medición inteligente de energía, para la mejora del control y operación de la red y los cobros de la energía.
	3. Eletropaulo Smart Grid Project (Barueri)	Proyecto emblemático en Latinoamérica, en la que se implementan medidores inteligentes (AMI) y un centro de control de distribución, con el objetivo de mejorar la operación de la red, implementar las tarifas de tiempo de uso (Time of Use) y evitar fraude. Planificación paso a paso de su despliegue.
Proyectos de vanguardia	4. MatchUp Project: Dresden (MAximizing the UPscaling and replication potential of high-level urban transformation strategies)	Proyecto integral y avanzado de Smart City. Desde una perspectiva de ciudad, el proyecto es un ejemplo que plantea la necesidad de desarrollar e integrar las redes inteligentes con los retos de edificios energéticamente sostenibles, la generación distribuida, la movilidad urbana inteligente y las nuevas soluciones de tecnologías de la información de la ciudad. Este proyecto sirve a las EDEs para identificar los retos que vienen, y cómo se pueden llevar a cabo en un contexto de ciudad inteligente.
	5. ReFLEX (Responsive Flexibility) Orkney project	Siendo uno de los proyectos de gestión de redes más avanzados del mundo, es un ejemplo de proyecto con alto grado de digitalización, donde se presentan soluciones para flexibilidad mediante plataformas digitales, en entornos con alto grado de penetración de proyectos de autoconsumo, instalaciones de generación renovable, almacenamiento y electrificación del transporte. El proyecto ayuda a las EDEs a reconocer un planteamiento de cómo poder integrar y coordinar los recursos energéticos distribuidos en redes de distribución.
	6. E Universal	Proyecto innovador que aborda los retos de identificar los recursos de flexibilidad disponibles en baja tensión cuando éstos comienzan a estar disponibles de forma masiva, para posteriormente ser utilizados mediante su participación en las plataformas de mercados locales de flexibilidad.

2. Durante los meses de mayo y junio de 2021, se llevaron a cabo 3 workshops con 3 EDEs peruanas (SEAL, Hidrandina y Electro Oriente). En dichos workshops se presentó los 15 casos identificados y se seleccionó la lista corta.

3.3 Estructura de los casos de estudio

A continuación, se presenta la estructura utilizada a la hora de describir y analizar los 6 casos de estudio de proyectos piloto seleccionados.

3.3.1 Descripción

En primer lugar, se presenta una descripción de las características principales del proyecto. Esto incluye, entre otros, información sobre su ubicación, tamaño, objetivos, características técnicas, el marco regulatorio aplicable, etc.

3.3.2 Análisis y lecciones aprendidas

Con el fin de definir mejor el valor creado por los proyectos piloto, se presenta un análisis del proyecto, incluyendo los beneficios que suponen, los riesgos principales y la forma en que lo han abordado y las lecciones aprendidas en su realización, entre otros.

3.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto

En este apartado se describen algunas de las características en lo referente a los periodos del proyecto, las inversiones realizadas o algunos indicadores de la viabilidad del proyecto en caso de que estos existieran³. En el caso de los 3 proyectos de vanguardia, estos datos son más generales, ya que es común que las muchas inversiones (por ejemplo, en instalaciones de solar fotovoltaica o puntos de recarga), ya estuvieran hechos y el objeto del proyecto piloto se centre en la gestión o solución sobre la integración masiva de dichos REDs.

Con los primeros tres casos, se presentan datos más técnicos y detallados sobre las características de los proyectos. En los casos 4, 5 y 6, enfocados en ofrecer ejemplos de la situación futura, el trabajo se centra más en la descripción general del proyecto y las actuaciones realizadas, así como en los modelos de negocio asociables a ellos.

3. Cabe destacar que los datos de inversiones y viabilidad en muchos casos no se hacen públicos. En otros casos, estos datos públicos se deben considerar únicamente a modo de referencia, ya que es común que los proyectos piloto sufran importantes modificaciones a lo largo de su implementación (plurianual) o que se incluyan otras actividades e inversiones que van más allá de las actividades y objetivos descritos inicialmente en el proyecto.

4

CASO DE ESTUDIO

4.1 Proyecto Bidelek Sareak



4.1.1 Descripción

El gobierno vasco, a través del Ente Vasco de la Energía, e Iberdrola distribución eléctrica, han desarrollado un proyecto llamado Bidelek Sareak mediante el que han desplegado la primera red eléctrica inteligente de amplio uso en Euskadi. Esta iniciativa, en la que han participado numerosas empresas y entidades, se llevó a cabo entre los años 2011 y 2016. El proyecto ha tenido un presupuesto de 60 millones de euros (3).

Se trata de un proyecto de modernización de la red de distribución del área metropolitana de Bilbao, es decir, no sólo un piloto. Mediante este proyecto, se implementaron más de 400.000 medidores inteligentes bidireccionales.

Además de ello, se ha realizado la configuración de 2.300 centros de transformación con servicios de tele gestión, supervisión y automatización. Por otro lado, el proyecto se amplía a zonas rurales cercanas al área metropolitana, realizando la integración de 3 subestaciones rurales. Así mismo, estos sistemas permiten a los consumidores poder acceder a los datos de consumo y poder gestionar dichos consumos en tiempo real (4).

Este proyecto de colaboración público privada, ha sido utilizado como uno de los proyectos de referencia para el posterior despliegue de medidores inteligentes a nivel del Estado Español (actualmente de obligado cumplimiento en el estado) e internacional, principalmente debido a su dimensión, su alcance, su grado de innovación tecnológica y el modelo de colaboración público-privada (Iberdrola y el Ente Vasco de la Energía).

Además, el proyecto se planteó desde un inicio como un eje fundamental para el desarrollo de una industria de proveedores de componentes eléctricos, de comunicación y de sistemas digitales de control y gestión. En él, además de la EDE Iberdrola como tractora del proyecto, han participado un número importante de empresas, las cuales han podido testear sus tecnologías en casos de uso reales, lo que ha ayudado a su posicionamiento en el mercado internacional. Dicho desarrollo se consolidó en la iniciativa industrial “Smart Grids Basque Country”.

El éxito que tuvo el proyecto planteado entre los años 2011 y 2016, ha hecho que en 2018 se pusiera en marcha el proyecto Bidelek 4.0., con un presupuesto de 35 millones de euros, donde el principal foco se centra en la adaptación de las redes de distribución para el autoconsumo y la implementación de otros REDs, como la recarga del vehículo eléctrico (5) (6).

Innovaciones tecnológicas

Las principales innovaciones tecnológicas identificadas en el proyecto son las siguientes:

- Instalaciones de medidores bidireccionales, con capacidad de control y lectura remota.
- Centros de transformación Inteligentes (telegestión, supervisión y automatización).
- Subestaciones de nueva concepción y automatización de la red aérea, que permiten mayor conocimiento y control sobre las redes eléctricas rurales.
- Implementación de nuevos centros de gestión.
- Otras tecnologías de inteligencia y gestión de datos.

Marco regulatorio y tarifario aplicable

- La actividad de distribución está regulada y es la empresa distribuidora (no el consumidor) quien decide realizar el cambio de medidor. En años más recientes, este cambio es de obligado cumplimiento.
- La comercialización (y provisión futura de otros servicios) está liberalizada, aunque sigue existiendo un importante número de contratos bajo tarifas reguladas.
- Las tarifas reguladas, en el momento de la realización del proyecto, tenían precios fijos convenidos⁴.
- El consumidor paga por el uso de la red mediante los peajes de acceso reconocidos en la factura eléctrica.

4. Actualmente (desde el 1 de junio del 2021), estas tarifas deben reflejar los precios horarios de la electricidad (tarifas dinámicas o Time-of-Use).

4.1.2 Análisis y lecciones aprendidas

Concepción del proyecto como red eléctrica inteligente en el planeamiento

El proyecto se desarrolla como primer caso real de implementación de redes inteligentes en España. Este paso, da respuesta a las obligaciones venideras en Europa en las que se establece que todos los clientes tengan acceso a las medidas del contador inteligente y que permitan la integración de instalaciones de generación distribuida y autoconsumo.

Iberdrola ha sido una de las distribuidoras más vanguardistas en Europa en el despliegue de medidores inteligentes y automatización de la red de distribución, utilizando el presente proyecto para dicho posicionamiento. Además, el proyecto es la base estratégica para la integración de la generación distribuida y la recarga de vehículos eléctricos que ha tenido lugar en las siguientes fases del proyecto, y para dar respuesta en el mercado real en general.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

El desarrollo del proyecto ha servido a Iberdrola como proyecto estratégico para la posterior expansión de los medidores inteligentes y la modernización de la red.

Beneficios para la empresa eléctrica (EDE):

- Mejora de la operación de la red.
- Ahorro en costes de operación (TIEPI, Costes de intervención, pérdidas) y mejora de la eficiencia.
- Permite lectura remota (evitando la visita presencial de técnicos para la lectura).
- Mejora de la calidad de suministro (detección y aislamiento de problemas en red).

Beneficios para otras empresas

- Permite a otras empresas eléctricas (o a otras secciones de la propia eléctrica) desarrollar nuevos modelos de negocio basados en ofertar nuevos servicios a los clientes finales (Energías Renovables, red de recarga de VE).
- El proyecto ha permitido aumentar el conocimiento y desarrollar nueva tecnología a las empresas suministradoras de equipos, lo que ha servido para su posicionamiento en mercados internacionales.

Beneficios para el consumidor

- La distribuidora tiene la obligación de facilitar los datos de consumos y suministro eléctrico a todos los consumidores, mediante un portal web y/o aplicación móvil, ayudando en la gestión energética y decisión en la contratación.
- La modernización de la red ha permitido en la actualidad aplicar la regulación por la que se obliga a las comercializadoras a ofrecer tarifas reguladas dinámicas (Time-of-use) a todos los usuarios, además de ser fundamental para los desarrollos de los proyectos de autoconsumo fotovoltaico (en rápido desarrollo en el último año).

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo de los pilotos

En sus primeros pasos, el proyecto Bidelek Sareak fue pionero en el uso de tecnología de redes inteligentes en condiciones reales de uso a una escala importante. Además, se testean diferentes tecnologías innovadoras, lo que aumenta la probabilidad de errores. La participación directa de los proveedores de tecnología en el proyecto permitió poder dar una respuesta adecuada a los diferentes retos tecnológicos planteados.

La participación del Gobierno Vasco y el Ayuntamiento de Bilbao aumentó la sensación de seguridad y garantía para la aceptación del proyecto por parte de los ciudadanos.

Además, se realizó un importante esfuerzo en comunicación al usuario final, para evitar el rechazo de la tecnología.

4.1.3 Justificación y viabilidad del proyecto

La viabilidad del presente proyecto se justifica de doble manera. Por un lado, mediante la mejora en el control y gestión de la red, y los ahorros producidos por evitar la lectura de medidores in situ, y la reducción de pérdidas técnicas y no técnicas. Por otro, la empresa, así como el propio gobierno considera este paso como fundamental dentro de los objetivos de modernización de la red hacia un modelo bajo en carbono (basado en renovables, más eficiente, y con mayor participación de los consumidores).

Además de ello, el proyecto ha permitido testear diferentes tipos de tecnologías relacionadas con las redes inteligentes, facilitadas por varios proveedores clave del País Vasco, por lo que la inversión corresponde también al desarrollo económico del territorio. Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 5.

Tabla 05: Información económico-financiera del proyecto Bidelek Sareak

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2011 - 2016
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Iberdrola Distribución (EDE). • Gobierno Vasco, mediante el Ente Vasco de la Energía (EVE). • Diferentes proveedores tecnológicos, principalmente del País Vasco.
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto: 60 millones de euros. • Participación en la inversión: 54% por parte de la EDE (Iberdrola). 46% por parte del Gobierno Vasco.
Indicadores de rentabilidad y económico-financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes de operación (-60% TIEPI, -20% costes de intervención en campo, -10% pérdidas en red). • Mejora de eficiencia (+16%).

Fuente: Elaboración propia

4.2 Proyecto Bidelek Sareak



4.2.1 Descripción

El proyecto se centra en la instalación de sistemas de medición inteligente en la ciudad de Cali. Esta actividad se enmarca dentro de una serie de acciones que EMCALI está llevando a cabo durante los últimos años en la mejora de gestión de sus redes. EMCALI, localizada en Cali (Valle del Cauca) atiende aproximadamente 2,6 millones de personas.

Actualmente EMCALI cuenta con una amplia infraestructura de medición inteligente de energía. Una de las infraestructuras usadas es la AMI-TWACS, la cual se empezó a implementar a principios de 2010. Bajo esta plataforma de medición se han implementado aproximadamente 18.000 medidores AMI (7).

El proyecto está orientado a implementar nuevas tecnologías que permitan solucionar los problemas de recaudo y los problemas técnicos como reducción de pérdidas de energía, con criterios de eficiencia en recursos, bajos costos de sostenimiento en el mediano y largo plazo y rentabilidad para el negocio de comercialización y distribución de energía (8)

Este sistema de medidores inteligentes está en continua expansión, donde en el año 2019 se encuentran instalados de 45.000 medidores inteligentes instalados, lo que permite a la empresa enlazar los datos con el monitoreo permanente que se realiza desde el Centro de Control de Energía al Sistema de Distribución Local (9). Adicionalmente, en el 2014 EMCALI realizó un proyecto llamado: "Implementación de una arquitectura de medición avanzada a bajo costo", basado en medidores inteligentes en cajas centralizadas. A su vez, el desarrollo del proyecto AMI-EMCALI y el uso de la infraestructura de medición avanzada desplegada EmCali ha sido capaz de poner en marcha otros proyectos relacionados con las redes inteligentes:

- El proyecto Hogares Energéticamente Sostenibles (proyecto pionero en Colombia, comenzado en 2015), que integra paneles solares fotovoltaicos en edificios residenciales.
- Proyecto de gestión de la demanda cuyo fin es el de hacer más eficiente el uso de las redes de energía y garantizar un mayor control de las cargas en los sistemas de distribución (con un presupuesto de 1,6 millones de euros).
- Un proyecto piloto de respuesta de la demanda que actualmente se encuentra operativo en uno de los centros comerciales de Cali (8).

Innovaciones tecnológicas

EMCALI seleccionó la tecnología TWACS (Two--Way Automated Communications System), de la firma ACLARA Power Line Systems Inc., que permite una comunicación bidireccional sobre las líneas de energía para comunicar, analizar, y manejar información sobre el consumo de electricidad, agua y gas y controlar algunos dispositivos. El sistema TWACS está compuesto por el sistema de información y la plataforma informática, que debe interactuar con los sistemas de información corporativos (sistema de información comercial, sistema de información técnico, sistema SCADA, sistema de información geográfica) que comprende el servidor, el equipo de comunicación con la red WAN y los equipos de Comunicaciones en Subestación, que a su vez tiene los siguientes componentes:

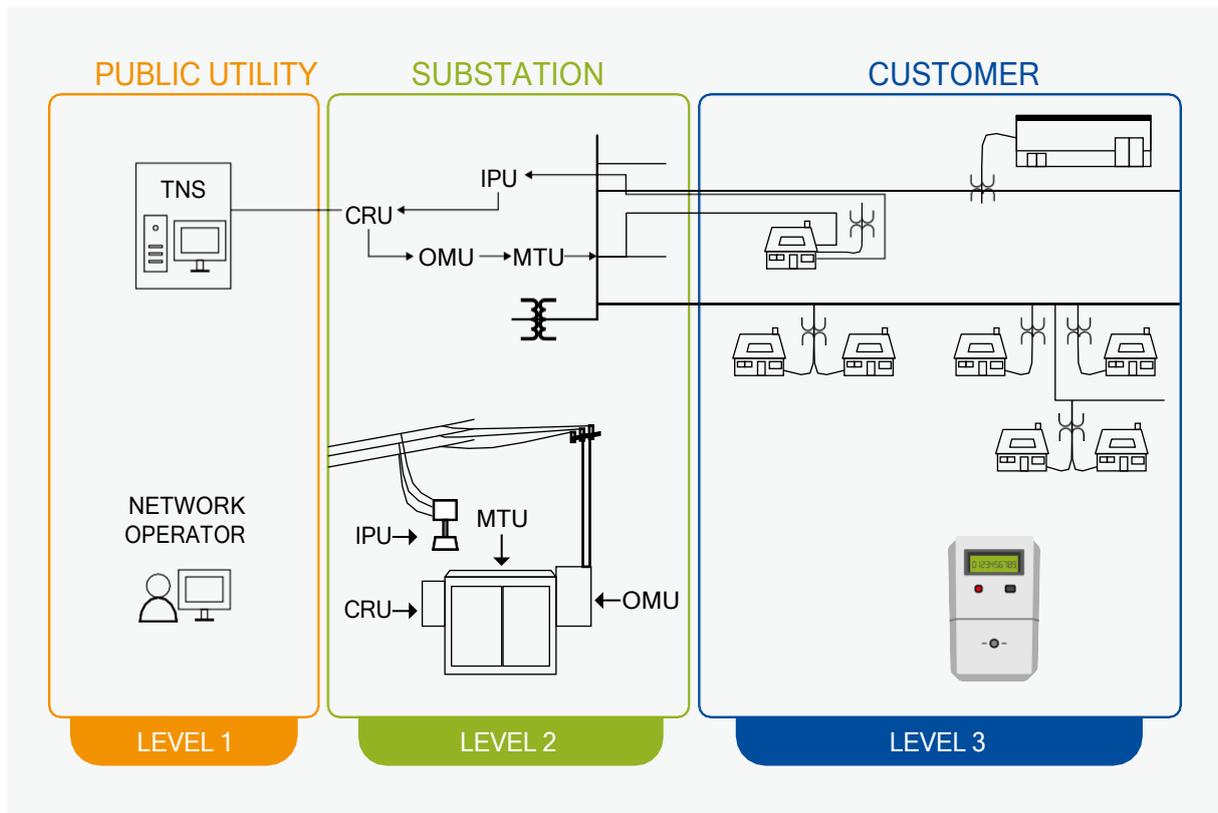
- Unidad de control de recepción (Control Receiving Unit - CRU)
- Transformador de modulación (Modulation Transformer Unit - MTU)
- Unidad de modulación de salida (Outbound Modulation Unit - OMU)
- Unidad de captura de entrada (Inbound Pickup Unit - IPU)

Los equipos de comunicación remota que comprenden todos los dispositivos que pueden comunicarse e interactuar a través del sistema TWACS, que comprende⁵.

- Medidores residenciales y comerciales
- Dispositivo de control de energía
- Desconexión remota
- Medidores en poste

El sistema TWACS tiene una arquitectura organizativa dividida en tres niveles: estación maestra (donde se ubica el sistema para el operador de red) subestación y medidor inteligente (ver Figura 7).

5. UPME, Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Minas y Energía, and Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Estudio: Smart Grids Colombia Visión 2030 - Mapa de ruta para la implementación de redes inteligentes en Colombia, abril 2016., vol. 7. Bogotá D.C., 2016.

Figura 07: Niveles de la arquitectura organizativa del sistema TWACS

Fuente: Metodología para el análisis de costos y beneficios de proyectos Smart Grid y su aplicación en un piloto de medición inteligente de energía (AMI). Ingeniería Y Competitividad, Volumen 19, No. 1, P. 186 - 197 (2017)

Marco regulatorio y tarifario aplicable

Los usuarios del proyecto funcionan principalmente sobre tarifas reguladas. Así mismo, la actividad de distribución está regulada, siendo el regulador el que determina las condiciones de suministro. Actualmente, al igual que sucede en Perú, Colombia está reconsiderando la renovación de la regulación eléctrica, de forma que se adapte a las nuevas necesidades.

4.2.2 Análisis y lecciones aprendidas

Concepción del proyecto como red eléctrica inteligente en el planeamiento

Este proyecto es un claro ejemplo del uso de sistemas AMI como paso fundamental para la consecución de objetivos en materia de modernización de la red. Así mismo, tal y como se ha indicado anteriormente, el presente proyecto corresponde a una primera fase, dentro de las diferentes actividades que está llevando la empresa EmCali.

Mediante la implementación de este proyecto, junto con otras actividades de modernización de la red, se han obtenido diferentes objetivos, como la reducción

de pérdidas técnicas y no técnicas, mejorar el recaudo, detectar fallas en el sistema, la instauración de un sistema de prepago, opción de conexión desconexión remota, y mejorar el servicio en general.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

Además del mencionado rol de estos proyectos como base para el desarrollo de otras actividades, a continuación, se enumeran algunos de los beneficios obtenidos.

Beneficios para la EDE

- Permite lectura remota.
- Mejora gestión y control de la red (como detección de anomalías en la red).
- Reduce los cortes de suministro y riesgo de apagón.
- Ayuda a evitar el fraude (conexión ilegal).

Los beneficios para las comercializadoras y otras empresas eléctricas se resumen en permitir a otras empresas eléctricas desarrollar nuevos modelos de negocio basados en ofertar nuevos servicios a los clientes finales.

Beneficios para el consumidor:

- Permite al consumidor obtener una lectura de su consumo (y producción) en tiempo real.
- Facilitará el uso de tarifas “Time of Use” (ToU).
- Posibilita la gestión activa de la demanda (potencial modelo negocio).

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo de los pilotos

Uno de los riesgos principales corresponde a una elección de la tecnología de medidores inteligentes. Para la minimización del impacto, la empresa ha decidido realizar el despliegue de los medidores inteligentes de forma escalonada, lo que les ha permitido evaluar las tecnologías para fases posteriores. Además, antes de su implementación, se compara la tecnología AMI con otros sistemas (AMR, Prepago).

4.2.3 Justificación y viabilidad del proyecto

El desarrollo de estas actividades permite ahorros importantes a la EDE, tanto en los costes (costes de medición in situ, conexión reconexión, mejor detección

de fallas en el sistema, reducción de pérdidas técnicas en la red), como por el incremento de los ingresos producidos al evitar fraudes, impagos (mediante la directa cancelación de los servicios) y conexiones fraudulentas en la red. Además de ello, la EDE reconoce estas actividades como necesarias para el desarrollo de nuevos negocios basados en la integración de recursos energéticos distribuidos. Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 6.

Tabla 06: Información económico-financiera del proyecto EMCALI

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 - 2014
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • EmCali (EDE). • Proveedores tecnológicos: ACLARA, Open, Itron, Nansen, Wasion, Linyan, Elster y Landis + Gyr⁶
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto: 12,9 millones de dólares. • Financiación por parte de la EDE, junto a subvenciones para I+D.
Indicadores de rentabilidad y económico-financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Para la evaluación del proyecto, se han utilizado las siguientes variables y “key performance indicators” (KPI): Ahorro anual por lectura remota [\$], Reducción de costos de facturación [\$], Energía recuperada [kWh], Pérdidas técnicas y no técnicas [%], Reducción del tiempo medio de reconexiones [h], Tiempo medio reinstalación [h]

Fuente: Elaboración propia

4.3 Proyecto ElectroPaulo Barueri



4.3.1 Descripción

La empresa de distribución eléctrica AES Eletropaulo, que actúa en el Estado de Sao Paulo, plantea la implementación de redes de energía inteligente para los 60.000 clientes de la ciudad de Barueri, en la región metropolitana de Sao Paulo (250.000 personas, entre comunidades, hogares, comercios e industrias de escasos recursos (10), aplicando funcionalidades completas de la tecnología de red inteligente.

El proyecto AES Eletropaulo se completa entre el 2013 y el 2018 (en varias fases). La concesionaria ha elegido la localización de Barueri para instalar la red inteligente porque representa una metrópoli en rápida expansión (entre las 30 más importantes del país). El consumo energético anual de la ciudad pasó de 1.092 GWh en 2008 a 1.234 GWh en 2013. Muchas grandes empresas, como Epson y UOLDIVEO, mantienen operaciones en la ciudad.

6. Se reconocen otros proveedores de tecnología de redes eléctricas inteligentes en otras fases del desarrollo del proyecto.

El proyecto no solo contará con la aplicación de medidores inteligentes de energía, sino también con tecnologías de automatización que permitan la comunicación en tiempo real entre consumidores y distribuidores de energía, el uso de control remoto, entre otras funciones. Una de las primeras acciones corresponde a la instalación para clientes con bajos ingresos económicos, que cubre inicialmente a 2.100 familias (que tenían conexiones irregulares). Los medidores digitales permitirán a los consumidores gestionar mejor su consumo energético, pudiendo visualizar los datos diarios de su consumo también a distancia, en el portal de clientes de Eletropaulo.

Innovaciones tecnológicas

El proyecto consta de 2 fases: La primera, la modernización de Centro de Control de Distribución de la distribuidora. La segunda, el despliegue de 62.000 medidores inteligentes en edificios residenciales usando diferentes proveedores de tecnología, además de 5 subestaciones digitales y 38 alimentadores. El proyecto tiene el objetivo de cubrir un total de 84.000 consumidores (250.000 personas, incluyendo comunidades con bajos recursos económicos, viviendas, comercio o industria.

Las principales innovaciones tecnológicas identificadas en el proyecto son:

- Modernización del centro de control de Distribución (integración de sistemas que permiten la monitorización y disminuir los problemas en la red).
- Comparativa de la utilización de medidores inteligentes de diferentes proveedores (Siemens, WEG, Itron), y redes de comunicación (CISCO). Utilización de 2 vías de comunicación seleccionadas automáticamente (radio frecuencia y comunicación por línea).

Los medidores electrónicos funcionarán integrados con la solución de comunicación redundante para el proyecto desarrollado por Cisco. La solución sintoniza tecnologías de radiofrecuencia, que transmiten información a través de una red inalámbrica (RF MESH 6LowPAN), y PLC (Power Line Communication), un sistema que utiliza el propio cable eléctrico para la transmisión de datos.

Marco regulatorio y tarifario aplicable

- La actividad de distribución está regulada y es la empresa distribuidora (no el consumidor) quien decide realizar el cambio de medidor. En años más recientes, este cambio es de obligado cumplimiento.
- La comercialización (y provisión futura de otros servicios) está liberalizada, aunque sigue existiendo un importante número de contratos bajo tarifas reguladas.

4.3.2 Análisis y lecciones aprendidas

Marco regulatorio y tarifario aplicable

Este proyecto supone una de las primeras acciones de redes inteligentes en Brasil. Eletropaulo, considera el proyecto como la base para la posterior implementación de proyectos de similares características en otras zonas del estado de Sao Paulo. Así, el proyecto se utiliza como modelo para el desarrollo de una Hoja de Ruta en posteriores desarrollos. A partir de este proyecto, la distribuidora también ha implementado soluciones automáticas de configuración de redes eléctricas en Vargem Grande Paulista, también en la región metropolitana.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

Algunos de los beneficios para Eletropaulo son los siguientes:

- Reducción de costes debido y simplificación mediante la lectura remota.
- Mejora la gestión y control de la red (como detección de anomalías en la red).
- Reduce los cortes de suministro y riesgo de blackout.
- Ayuda a evitar el fraude (Conexión ilegal).
- Por otro lado, los beneficios para el consumidor son:
- Facilitará el uso de tarifas “Time of Use” (ToU).
- Permite solicitar consumos basados en el prepago.
- Permite al consumidor obtener una lectura de su consumo (y producción) en tiempo real.

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo de los pilotos

Al igual que en casos anteriores, uno de los principales riesgos lo supone la implementación de nuevas tecnologías de AMI. Por ello, el proyecto contempla la contratación de diferentes modelos de medidores, provistos por WEG, Siemens o Itron.

4.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto

El presente proyecto se considera básico para el desarrollo de los planes estratégicos de la empresa. Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 7.

Tabla 07: Información económico-financiera del proyecto de Barueri

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2013 - 2018
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Eletropaulo (EDE). Ahora es parte de Enel Group). • Ayuntamiento de Barueri.
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • 75Millones de reales (11,7Mll€) en total, financiado por eletropaulo dentro del programa de I+D+I. De ellos, 40Millones de reales han sido utilizado para la transformación del centro de control, y 23Mll de reales en contratos de medición inteligente. • Entre los años 2010-2014, Eletropaulo ha invertido alrededor de 220 millones de reales en innovaciones en la red eléctrica. Estas inversiones fueron el primer paso hacia la aplicación más amplia de las redes inteligentes.
Indicadores de rentabilidad y económico-financieros	<ul style="list-style-type: none"> • En lo referente al proyecto de Barueri, El retorno de la inversión de 72 millones de reales se estima sucederá en ocho años, según Eletropaulo: Para ello, considera beneficios como la reducción de pérdidas de energía, incumplimiento y multas relacionadas con la calidad de los servicios (11) • Además de ello, el proyecto contempla otros KPIs, tales como: reducción de las pérdidas técnicas [%], reducción de las pérdidas no técnicas [%], reducción de costos de comercialización (y operación remota), mejora de la continuidad de suministro, reducción de emisiones CO2 [Ton], aumento de la independencia energética ante fenómenos naturales, aumento de la vida útil y aplazamiento de inversiones para aumentar la capacidad de la red de distribución, mejora del factor potencia, etc.

Fuente: Elaboración propia

4.4 Proyecto MATCHUP



4.4.1 Descripción

Proyecto Europeo de Smart City que plantea diseñar la ciudad del futuro mediante la integración de diferentes retos de la ciudad inteligente. En el caso de estudio de la ciudad de Dresden (Alemania) se desarrollan varios proyectos/soluciones de una forma integral, abordando simultáneamente los ámbitos de la energía (eficiencia energética y energías renovables), la movilidad urbana sostenible y las tecnologías de la información (por ejemplo, utilizando nuevas soluciones de inteligencia en los edificios para la mejora energética, o desarrollando un plan de movilidad inteligente que contempla los retos energéticos en su concepción) (12). El proyecto tiene la participación ciudadana (tanto en el diseño, en el uso de las infraestructuras como en la participación activa mediante generación distribuida), siendo uno de los pilares del proyecto.

Innovaciones tecnológicas

El proyecto incluye un importante número de nuevas tecnologías en diferentes ámbitos. A continuación, una serie de ejemplos de los proyectos desarrollados.

- **Energía:** Promoción de sistemas de autoconsumo fotovoltaico, almacenamiento eléctrico a nivel de distrito, medición inteligente en 3 estaciones de recarga del VE, desarrollo de edificios inteligentes (automatización, almacenamiento y generación distribuida), implementación de sistemas de control y gestión en edificios existentes, uso de almacenamiento térmico para uso térmico (district heating) y eléctrico, etc.
- **Movilidad:** Digitalización e integración en un solo sistema (MOBI) de los diferentes medios de transporte en la ciudad (tranvía, bus, coches eléctricos y bicis eléctricas compartidas, etc.) en un sistema. Se monitorizarán y controlarán todos los sistemas de transporte de forma centralizada.
- E-movilidad para el sector público
- **ICT:** Desarrollo de plataformas y protocolos abiertos de comunicación comunes para todas las tecnologías (permitirá la comunicación entre diferentes infraestructuras). Desarrollo de plataformas de “big data” comunes.
- Monitorización de todas las soluciones/ tecnologías planteadas e integración de dichas soluciones en la red de distribución (control, provisión de flexibilidad, etc.) (13).

Marco regulatorio y tarifario aplicable

- En Alemania, la distribución eléctrica está regulada y verticalmente diferenciada de la comercialización. Así, la comercialización de la electricidad y provisión de otros servicios energéticos está liberalizada.
- La normativa alemana ya permite y promueve las tarifas dinámicas para los clientes.
- En lo referente al tratamiento de datos digitales (fundamental en el presente caso de estudio) existen limitaciones importantes a la hora de compartir datos personales entre diferentes agentes, protegidos mediante diferentes normativas (donde cabe destacar la directiva europea 2016/680 por la que se establece el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)).

4.4.2 Análisis y lecciones aprendidas

Concepción del proyecto como red eléctrica inteligente en el planeamiento

El proyecto se centra en el desarrollo de la inteligencia en diferentes ámbitos de la ciudad (con especial foco en las soluciones energéticas), y la interacción entre las necesidades de inteligencia y digitalización de los diferentes usos. El desarrollo de

las actuaciones descritas supone la necesidad de haber previamente desarrollado una red inteligente que permita monitorizar, controlar y enviar la información a otros sistemas.

Así mismo, el proyecto plantea los beneficios de abordar la digitalización de actividades reconocidas en diferentes sectores, pero que en definitiva son necesarios para la correcta gestión de los servicios de la ciudad.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

Beneficios de la distribuidora/empresas eléctricas:

- El planteamiento integral del proyecto ofrece la oportunidad de testear diferentes tecnologías energéticas de forma simultánea.
- Así mismo, se realiza un análisis de la interacción entre las diferentes tecnologías en la red.
- Por último, este proyecto permite identificar nuevas oportunidades de desarrollo de nuevos modelos de negocio, tanto en el sector energético (solar fotovoltaica junto con almacenamiento, puntos de recarga del vehículo eléctrico, las instalaciones de calor distrital, etc.) como en su interrelación con los sectores movilidad y tecnologías de comunicación (lo que puede suponer la identificación de sinergias con empresas de estos sectores).

Beneficios para los usuarios:

- El proyecto contempla varias actividades donde se potencia la participación del usuario final en el sector energético, tales como la generación fotovoltaica y puntos de recarga en el sector residencial, o la mejora de los sistemas de medición inteligente.
- Un planteamiento integral puede suponer la facilitación de los servicios requeridos por el cliente, por ejemplo, al hacer uso de tecnologías que se identifican entre sí en actividades tan diferentes del sector energético como el transporte público o la comunicación con la administración pública.
- Participación de los usuarios desde el diseño de las propuestas de negocio.
- Testeo de diferentes tecnologías. Facilitación de tecnologías a ciudadanos con bajos recursos económicos.

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto

Existe un número importante de diferentes iniciativas/proyectos en la ciudad con diferentes grados de desarrollo. Esto puede suponer un reto a la hora de coordinar la evolución de los diferentes proyectos.

El proyecto analiza e identifica desde el inicio del proyecto la interrelación entre los diferentes proyectos que se están desarrollando en la ciudad (por ejemplo, los

puntos de recarga eléctrica con las plataformas de movilidad de la ciudad). Esto facilita (especialmente para la administración pública local), reconocer cuales son las actividades que tienen que llevar a cabo para evitar dicho riesgo.

Por otro lado, este tipo de proyectos pueden enfrentarse a una falta de aceptación ciudadana. Por ello, el proyecto contempla la participación ciudadana en varias fases del proyecto, integrando sus preocupaciones y preferencias.

4.3.3 Justificación y viabilidad del proyecto

El presente proyecto se plantea desde varios ángulos. Por un lado, se trata de un proyecto con financiación europea para la ayuda en la implementación de varias actuaciones en la ciudad en energía, movilidad y tecnologías de información. Por otro, el Ayuntamiento de Dresden consigue avanzar simultáneamente en diferentes acciones de ciudad inteligente y sostenible (Smart City). Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 8.

Tabla 08: Información económico-financiera del proyecto MatchUp

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 - 2021
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Eléctrica Municipal (EDE). • Ayuntamiento de Dresden. • Empresas proveedoras de tecnología. • Operadores de movilidad pública.
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • €19 millones - Presupuesto del proyecto europeo MatchUp. • Se desconocen los datos de inversión privada. Cabe destacar que cada una de las actividades descritas constará de un presupuesto de proyecto independiente de las demás actuaciones.

Fuente: Elaboración propia

4.5 Proyecto ReFLEX



4.5.1 Descripción

Proyecto de “Smart Region” energéticamente sostenible, donde se desarrolla un sistema energético integrado y virtual que coordinará y combinará diferentes instalaciones de electricidad, transporte y calor, y proveerá flexibilidad a la red, siendo uno de los modelos más avanzados del mundo.

El proyecto ReFLEX Orkney, ubicado en el norte de Escocia, desempeña un papel central en la Estrategia Industrial del Gobierno del Reino Unido en el tema energético, como demostrador de todas las capacidades de las redes energéticas

del futuro. EL proyecto es una iniciativa público-privada donde participan los centros tecnológicos y de investigación más punteros, así como empresas de tecnología con un alto grado de innovación (14).

El proyecto facilita la adquisición, por parte de ciudadanos y empresas, de instalaciones de autoconsumo con baterías eléctricas, vehículos eléctricos, puntos de recarga para el VE, medidores inteligentes o instalaciones de generación renovable, entre otros. La región de Orkney tiene un porcentaje especialmente alto de este tipo de sistemas. Además, es una región con una producción importante de electricidad eólica, con problemas de sobre producción en diferentes periodos (por lo que se pierde dicha electricidad), lo que acelera la necesidad de recursos flexibles en la red.

Estos sistemas energéticos, quedan integrados y controlados por el sistema de control centralizado SMS Flexigrid, que tomará decisiones automatizadas sobre el funcionamiento de diferentes instalaciones locales, en base a variables internas y externas, tales como los precios de tarifa eléctrica, la situación de la red, la meteorología o los perfiles de uso de los usuarios, entre otros.

La participación ciudadana es eje fundamental del proyecto, lo cual es promovido por el Community Energy Scotland (15), una organización que apoya a las comunidades locales en el asesoramiento de técnico y práctico.

Innovaciones tecnológicas

Las principales innovaciones tecnológicas identificadas en el proyecto son:

- Desarrollo de un sistema de control y gestión de recursos energéticos distribuidos que funciona de forma centralizada y automatizada, de acuerdo con diferentes señales.
- Desarrollo de protocolos de comunicación universales entre sistemas basados en diferentes tecnologías.
- Por último, aunque no es el foco principal del proyecto, se implementan diferentes instalaciones de autoconsumo con baterías eléctricas, vehículos eléctricos, puntos de recarga para el VE, medidores inteligentes o instalaciones de generación renovable.

Marco regulatorio y tarifario aplicable

- En el Reino Unido, las actividades de distribución están reguladas y verticalmente diferenciadas de las actividades de comercialización y la oferta de otros servicios de energía a los consumidores.
- En el proyecto, las tarifas eléctricas son dinámicas (time of Use), utilizando estas señales de precios para el fomento de la flexibilidad en el sistema.

4.5.2 Análisis y lecciones aprendidas

Concepción del proyecto como red eléctrica inteligente en el planeamiento

Es un proyecto donde se observa la utilización de una red inteligente futura, por parte de la EDE, de los consumidores, así como de empresas que ofrecen nuevos servicios y productos a estos clientes.

El proyecto se basa en el uso de la inteligencia para la generación de recursos flexibles y útiles para la empresa de distribución eléctrica. Este proyecto, se desarrolla como primera fase para su posterior uso en el resto del Reino Unido.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

Beneficios para la distribuidora:

- Optimización de la gestión de la red de distribución, mediante una mejor monitorización y control de todos los activos instalados en la red de distribución, incluyendo patrones de uso de los recursos energéticos (por ejemplo, del vehículo eléctrico y las instalaciones de autoconsumo).
- Optimización de la operación de la red mediante la capacidad de gestionar los recursos energéticos distribuidos propiedad de terceros.

Beneficios para el consumidor:

- El proyecto tiene como foco principal poder hacer uso de REDs que son propiedad de los clientes y utilizarlos en la gestión de la red. Mediante ello, el cliente tiene la oportunidad de participar en el sector eléctrico y recibir una remuneración o compensación por ello.
- Además, el proyecto facilita la adquisición de dichos sistemas por parte de los consumidores, mediante una campaña activa de información, asesoramiento y facilitación de la financiación.

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto

El proyecto se desarrolla como respuesta a una actual de sobreproducción de energías renovables de gran tamaño en la región, en diferentes periodos a lo largo del año. Como respuesta a ello, el proyecto se diseña de manera que permita a los usuarios poder obtener beneficios por la disponibilidad de sus instalaciones para la gestión de la demanda.

4.5.3 Justificación y viabilidad del proyecto

La razón del presente proyecto se basa en dos ejes fundamentales. Por uno, una necesidad de solventar los problemas de congestión y balanceo de la red en la región. Por otro, el gobierno financia de una forma considerable el proyecto con la intención de que se convierta en un eje de desarrollo de innovación para los centros tecnológicos, así como para la empresa privada. Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 9.

Tabla 09: Información económico-financiera del proyecto ReFLEX

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 - 2022
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Líder del proyecto demostrador: European Marine Energy Centre (EMEC). • Aquatera (proveedor de tecnologías energéticas). • Asociaciones locales: Community Energy Scotland. • Administración local: Orkney Islands Council.
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • El demostrador cuenta con una inversión de 28,59 millones de libras. El 50% es financiado por el UK Research and Innovation y 50% vía inversiones privadas.

Fuente: Elaboración propia

4.6 Proyecto ReFLEX



4.6.1 Descripción

Proyecto Europeo innovador que busca desarrollar un enfoque universal (método unificado, estandarizado) que facilite el acceso de las distribuidoras a la flexibilidad proveniente de recursos energéticos distribuidos. Para ello se desarrolla el “Universal Market Enabling Interface - UMEI” (estándares y herramientas de gestión de red).

El caso de estudio Alemán (existen otros dos casos) pretende utilizar los recursos de flexibilidad conectados a la red de baja tensión para la gestión de la congestión de la red y la regulación del voltaje. La flexibilidad es provista por parte de los agregadores en plataformas de mercados locales de flexibilidad. El proyecto incluye una de los conjuntos de redes distribuidas más grandes de Europa, con más de 44.000 redes de baja tensión, 17000 subestaciones locales, y más de 5GVA de capacidad instalada (16).

El proyecto tiene los siguientes objetivos concretos:

- Estimar y predecir el estado de las redes de baja tensión.
- Agregar y predecir el potencial de flexibilidad.
- Proveer la flexibilidad a dos plataformas de mercados locales de flexibilidad mediante el sistema UMEI (desarrollado en el proyecto).
- Integrar las flexibilidades en programas de gestión de la congestión en la red de la empresa distribuidora.

Innovaciones tecnológicas:

- La principal innovación tecnológica del proyecto se centra en el desarrollo de lo que se denomina “Universal Market Enabling Interface - UMEI” lo que se trata de un conjunto de estándares y de herramientas de gestión de la red. Esta plataforma es la clave por la que se facilitaría la integración de los recursos energéticos distribuidos en la red.
- Los recursos energéticos distribuidos que participan en este proyecto son puntos de recarga de vehículos eléctricos, baterías, bombas de calor, almacenamiento de calor, microgeneradores, o instalaciones solares fotovoltaicas y microturbinas eólicas. (17)

Marco regulatorio y tarifario aplicable

- En Alemania, la actividad de distribución está regulada (limitada a la operación de la red) y verticalmente diferenciada de las comercialización y oferta de otros servicios a los clientes finales. Para este proyecto, esto quiere decir que la provisión de la flexibilidad en los mercados no puede ser llevada por el operador de la red, sino por empresas eléctricas comercializadoras que funcionan en el mercado libre.
- La actividad de provisión de flexibilidad por parte de los agregadores, se realiza en un mercado libre competitivo (por ejemplo, competencia entre empresas comercializadoras). La regulación sobre estos aspectos todavía está en proceso de desarrollo, sobre todo en lo referido al establecimiento de precios en los mercados y criterios de elección de dicha flexibilidad.
- El proyecto analiza diferentes métodos para valorizar la flexibilidad provista por los agregadores, que a su vez desarrollarán contratos con los usuarios finales.

4.6.2 Análisis y lecciones aprendidas**Concepción del proyecto como red eléctrica inteligente en el planeamiento**

EUniversal se considera un proyecto estratégico tanto para la Comisión Europea como para las asociaciones de empresas de distribución energética. EUniversal es un proyecto europeo que surge como respuesta a la necesidad de crear y gestionar

los recursos de flexibilidad, debido al incremento de las energías renovables distribuidas ya existente (por ejemplo, existen ya en torno a 2 millones de viviendas con un sistema de autoconsumo), pero, sobre todo, al fuerte incremento que se espera en los siguientes años. Por ello, este tipo de desarrollo será clave en la futura operación de las redes de distribución por parte de las EDEs.

En este contexto, la previa instalación de redes eléctricas inteligentes (tanto infraestructuras de medición avanzada como otros sistemas de gestión y automatización de las redes de distribución) es fundamental para poder llevar a cabo las siguientes fases de identificación de potencial de flexibilidad, y el posterior uso de dichos recursos de flexibilidad.

Beneficios e impacto para la empresa de distribución y los consumidores

Beneficios para la distribuidora:

- La plataforma UMEI permitirá a las distribuidoras poder acceder a los recursos de flexibilidad de terceros (los consumidores), mediante la coordinación de los mercados locales de flexibilidad, y los mecanismos para automatizar las operaciones necesarias.
- Este proyecto ayuda a identificar los recursos energéticos distribuidos existentes en la red de distribución, su disponibilidad, así como potencial uso para la gestión de eventos de congestión y desequilibrios de generación consumo en la red.

Beneficios para el consumidor:

- La creación de mercados locales de flexibilidad permite a los consumidores poder participar en el sector energético, principalmente mediante intermediarios (agregadores de demanda que normalmente son comercializadoras eléctricas). Esto puede ayudar en la reducción de la factura eléctrica.
- Indirectamente, este tipo de herramientas son cruciales para la penetración masiva de los recursos energéticos distribuidos, de forma que los consumidores puedan seguir teniendo acceso al autoconsumo o el uso de vehículos eléctricos, sin limitaciones generadas por la red de distribución.

Identificación de riesgos y medidas de mitigación en el desarrollo del proyecto

El principal reto de este proyecto corresponde a la ambición de enlazar los sistemas de control y gestión de la red, los sistemas inteligentes necesarios a nivel de las instalaciones del usuario (viviendas, edificios empresariales, etc.), y la reacción de todo ello en unos mercados locales de flexibilidad que todavía están en fase de desarrollo.

Este proyecto demostrativo aborda como eje fundamental del proyecto la coordinación y automatización de la relación entre las transacciones en los mercados y la provisión real de dichos servicios en la red. El proyecto, en primera instancia se realiza mediante la modelización del sistema eléctrico con datos reales de distribución de la red.

4.6.3 Justificación y viabilidad del proyecto

El objeto del presente proyecto es el desarrollo e implementación de la plataforma UMEI, de cara a la facilitación de la integración de REDs en la red, objetivo estratégico tanto a nivel europeo como alemán. Es por ello, que más del 80% de la financiación del proyecto se realiza por parte de la Unión Europea como inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Los indicadores de inversión y rentabilidad encontrados disponibles para este caso de estudio se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Información económico-financiera del proyecto de EUniversal

Fecha de inicio y culminación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2020 - 2023
Empresas y entidades involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuidora: Eon. • Mercados de flexibilidad: NODES AS, N-side SA. • Otros proveedores y centros de investigación. • Asociaciones de empresas de distribución
Inversión en la implementación y mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • €9,8 millones, de los cuales €8 millones son financiados por la UE.

Fuente: Elaboración propia

5

CATÁLOGO DE MODELOS DE NEGOCIO

El nuevo contexto regulatorio y la tecnología innovadora desarrollada en el contexto de las redes eléctricas inteligentes, permite y obliga a las EDEs a desarrollar nuevos modelos de negocio que se adapten a dichas características. Internacionalmente, el desarrollo de nuevos modelos de negocio está en plena expansión, con una continua evolución y adaptación al nuevo contexto del sector. De esta manera, se ofrecen nuevos servicios y propuestas de valor a los consumidores, que van mucho más allá de la tradicional venta de energía y la operación de la red.

Con intención de poner luz sobre el tema y realizar una primera aproximación, a continuación, se propone un catálogo de diferentes modelos de negocio que las EDE pueden llevar a cabo. El catálogo divide los modelos de negocio en 5 áreas de actuación diferentes o temáticas. En cada una de ellas, se presentan ejemplos de modelos de negocio que las EDE podrían llevar a cabo, gracias a las transformaciones que se están produciendo en el sector.

A continuación, se recogen algunos de los modelos de negocio más representativos para cada una de las áreas de actuación. Cabe destacar que, a partir de estos modelos existen innumerables opciones de modelo de negocio adaptados a las condiciones de implementación y combinadas entre sí. Los modelos de negocio descritos son modelos que ya están siendo ofertados por EDEs en mercados de diferentes países, más allá de su aplicación en los proyectos pilotos⁷.

7. La provisión de servicios de flexibilidad a la red puede considerarse una excepción ya que, aunque efectivamente existen mercados donde estos servicios ya están siendo remunerados, no son servicios ampliamente generalizados.

5.1 Modelos de negocio despliegue de infraestructura de medición avanzada y gestión inteligente de la red (AMI, SNM)

Los modelos de despliegue de AMI y SNM (ver Tabla 11), son modelos que comúnmente están basados en dos pilares principales. Los análisis de coste-beneficio económicos basados principalmente en el ahorro producido por la mejora de la gestión de la red, la reducción de pérdidas técnicas, la reducción de pérdidas no técnicas (hurto y otras actividades fraudulentas), los ahorros en la operación y mantenimiento, el incremento de la facturación, etc. Y la justificación de la modernización de la red por otro tipo de beneficios, como la capacidad de desarrollar nuevos modelos de negocio estratégicos (energías renovables, recarga del vehículo eléctrico, gestión de las demandas, etc.), la reducción de emisiones de CO₂ o la protección de consumidores vulnerables, entre otros. Estos factores suelen ser evaluados principalmente mediante KPIs.

Tabla 11: Descripción de los modelos de negocio para el despliegue de AMI y SNM

MODELO DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PROVEEDORES
Despliegue de AMI y SNM y gestión de la red de distribución, en contexto regulado.	Integración de nuevas tecnologías de redes eléctricas inteligentes y su amortización mediante ahorros producidos y la aportación a otros objetivos estratégicos de país.	Regulada	EDE

Fuente: Elaboración propia

5.2 Modelos de negocio a la gestión de la recarga de vehículos eléctricos

Actualmente los modelos de negocio basados en puntos de recarga para el vehículo eléctrico todavía no están del todo definidos. En primer lugar, existe todavía diferencias importantes en la visión sobre si la actividad de recarga se realizará principalmente en puntos privados (en casa, por ejemplo) o más bien basado en una infraestructura de recarga en la vía pública con todas las variables posibles.

En el negocio de la recarga eléctrica en espacios públicos se pueden identificar dos actividades diferenciadas: La primera, se trata de un gestor de cargas o Charging Point Operator (CPO). Esta empresa normalmente realiza la instalación del punto de recarga (la instalación física) y lo opera, incluyendo el mantenimiento. La segunda actividad, corresponde a la venta de electricidad (comercialización), que normalmente incluye el establecimiento de las tarifas con el cliente, su facturación, así como otros servicios relacionados con la recarga eléctrica (como aplicaciones para encontrar puntos de recarga, servicios de navegación, etc.). A este segundo agente se conoce comúnmente como proveedor de servicios eMSP. Estas dos actividades pueden ser llevadas a cabo por la misma empresa (el propietario del punto de recarga es además el comercializador) o diferentes (la función de eMSP la realiza otra empresa), a lo que

se conoce como “roaming”. Aunque existen innumerables opciones de combinación, en general, podemos identificar los modelos descritos en la Tabla 12.

Tabla 12: Descripción de los modelos de negocio para el despliegue de AMI y SNM

MODELO DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PROVEEDORES
Venta de puntos de recarga para usuarios privados	La principal actividad es la venta del punto de recarga. La comercialización de la electricidad la realiza un tercero (ya sea comercializadora generalista o específica para el vehículo eléctrico).	Libre mercado	Eléctricas (comerc.), Vendedores de vehículos, Instaladores.
Charging point operator o CPO	Instalación y explotación de puntos de recarga en espacios públicos de la ciudad.	Libre mercado	Charging point operators (CPO), Empresas eléctricas.
Electromobility service provider o eMSP.	Comercialización de servicios de recarga para el usuario del VE mediante plataformas digitales (venta de electricidad, facturación, búsqueda de puntos de recarga, etc.).	Libre mercado	Electro Mobility Service Provider (eMSP) Eléctricas (comerc.)
eMSP para flotas de transporte público.	Comercialización de servicios de recarga para flotas de transporte público, donde normalmente existe un único cliente con la necesidad de infraestructuras de recarga nocturna y recarga “en uso” mediante pantógrafos o puntos de recarga rápida.	Libre mercado	Electro Mobility Service Provider (eMSP), Eléctricas

Fuente: Elaboración propia

5.3 Modelos de negocio relativos a la generación distribuida y almacenamiento

La generación distribuida (con o sin almacenamiento⁸) en edificios es una de las actividades que más está creciendo en la actualidad. Las instalaciones fotovoltaicas son relativamente sencillas y, debido a que actualmente son económicamente competitivas, cabe destacar los modelos de autoconsumo fotovoltaico, donde los ahorros energéticos producidos suponen importantes ahorros económicos. A continuación, se presentan ejemplos de modelo de negocio enfocadas en la venta de la instalación, la comercialización específica para estos modelos, incluso la nueva función que las comercializadoras pueden tener como financiadoras de estos proyectos (basado en beneficios a medio plazo y actividades de financiación). La descripción de los modelos de negocio relativos a la generación distribuida y almacenamiento se presenta en la Tabla 13.

8. El almacenamiento no es económicamente rentable a día de hoy, aunque ya existen aplicaciones donde su uso es totalmente justificado.

Tabla 13: Descripción de los modelos de negocio relativos a la generación distribuida y almacenamiento

MODELO DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PROVEEDORES
Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas	Modelo sencillo donde la principal actividad corresponde en la venta de la instalación fotovoltaica (con o sin almacenamiento) a un cliente.	Libre mercado	Eléctricas (comerc.), Grandes superficies, Instaladores, Ingenierías.
Comercialización de la compra/venta de la electricidad adaptada a auto consumidores	Los clientes con instalaciones de generación distribuida necesitan de contratos específicos donde se tiene en cuenta la parte de generación local que es vertida a la red (y remunerada o compensada en cierta manera).	Libre mercado	Eléctricas (comerc.)
Instalación de sistemas de autoconsumo Fotovoltaico financiadas y gestionadas por terceros, para particulares y empresas	Una variante explotada en la actualidad es el caso donde una empresa externa realiza la inversión y recupera dicha inversión mediante pagos realizados por el cliente final, basados en los ahorros de consumo de la red que le ha producido la instalación solar fotovoltaica.	Libre mercado	Eléctricas (Comerc.), Instaladores, ingenierías. Empresas financieras

Fuente: Elaboración propia

5.4 Modelos de negocio relativos a los edificios e instalaciones inteligentes

Existe un importante número de funciones y actividades a desarrollar en el contexto de edificios e instalaciones inteligentes y sostenibles. En este caso, se presenta un modelo sencillo donde las EDEs pueden incluir la venta de productos relacionados con la eficiencia y la inteligencia en los edificios agregado a sus actividades de comercialización eléctrica. La descripción de los modelos de negocio relativos a los edificios e instalaciones inteligentes se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14: Descripción de los modelos de negocio relativos a los edificios e instalaciones inteligentes

MODELO DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PROVEEDORES
Venta de aparatos para la gestión energética y de eficiencia para vivienda y edificios comerciales mediante plataformas web “ventanilla única”	Venta de Termostatos inteligentes, calderas de alta eficiencia inteligentes, iluminación led controlable, etc.), por parte de las empresas eléctricas de forma unificada y asesorada, basado en su posicionamiento y percepción de garantía por parte del cliente.	Libre mercado	Eléctricas (Comerc.), Grandes superficies (retail)

Fuente: Elaboración propia

5.5 Modelos de negocio relativos a los servicios de flexibilidad

Aunque la valorización de la flexibilidad no es nueva en el sector eléctrico debido a los mecanismos de capacidad e interrumpibilidad (especialmente en grandes instalaciones de generación y consumidores industriales), sí es un tema novedoso en las redes de distribución. En este caso, se diferencian dos actividades: Por un lado, las acciones que tienen que ver con la adaptación de la demanda basada en señales de precios de la electricidad (por ejemplo, ToU tariffs), y por otro, los mecanismos de flexibilidad donde se remunera el cambio de comportamiento en base a las necesidades de la red.

Los modelos de negocio basados en la flexibilidad suponen la activación de todos los recursos de redes eléctricas inteligentes, tanto en lo referido a la monitorización, el control y gestión, la automatización y el uso de la información para la compra venta de los servicios energéticos. A continuación, en la Tabla 15 se indican dos ejemplos de modelos de negocio basados en estos temas.

Tabla 15: Descripción de los modelos de negocio relativos a los servicios de flexibilidad

MODELO DE NEGOCIO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	PROVEEDORES
Provisión de servicios de flexibilidad a las EDEs por parte de suministradoras y comercializadoras	Provisión de servicios de flexibilidad a las EDEs por parte de suministradoras y comercializadoras mediante agregación de la demanda de consumidores, generación distribuida, vehículos eléctricos, etc).	Libre mercado	Eléctricas (Comerc.), agregadores de demanda
Oferta de Tarifas ToU (time of Use) para la adaptación de la demanda a momentos de electricidad barata	Variante en la venta de electricidad donde las tarifas eléctricas fluctúan dependiendo del coste de la electricidad en el mercado en ese momento. Esta variación hace que los consumidores adapten la demanda a momentos de electricidad barata (conocido como programas respuesta a la demanda). La posibilidad de gestionar dichas demandas genera nuevos nichos de negocio.	Libre mercado	Eléctricas (comerc.)

Fuente: Elaboración propia

6

EJEMPLOS DE MODELOS DE NEGOCIO ASOCIABLES A LOS PROYECTOS PILOTO

6.1 Modelos de negocio asociables a los proyectos piloto

En el presente capítulo, se presentan diferentes ejemplos de modelos de negocio en mayor detalle.

En primer lugar, en la Tabla 16 se identifican ejemplos de modelos de negocio asociables a cada caso de estudio, es decir, que podrían implementarse a partir de las condiciones establecidas en los diferentes proyectos piloto.

Los casos de estudio se refieren a proyectos piloto, donde el objetivo principal del proyecto es el desarrollo tecnológico y/o la solución planteada, y no tanto el retorno económico. En este sentido, es común que los pilotos no consten de modelos de negocio maduros, no sean económicamente rentables (por ejemplo, por economías de escala) o que las características de los modelos de negocio simplemente no se hagan públicos.

Sin embargo, es importante entender qué tipos de modelos de negocio podrían establecerse a partir de las condiciones y actividades desarrolladas en los proyectos piloto, sobre todo, en los proyectos 4, 5 y 6, dirigidos a proveer una visión del contexto futuro del sector.

Tabla 16: Ejemplos de modelos de negocio derivados de cada proyecto piloto

PROYECTO PILOTO	EJEMPLOS DE MODELOS DE NEGOCIO DERIVADO
1. Bidelek Sareak	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM).
2. EmCali: Infraestructura de medición avanzada sobre plataforma TWACS	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM).
3. Eletropaulo Smart Grid Project (Barueri)	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM).
4. MatchUp Project: Dresden (MAXimizing the UPscaling and replication potential of high-level urban transformation strategies)	<ul style="list-style-type: none"> Venta de puntos de recarga de vehículo eléctrico para usuarios particulares Comercialización de servicios de recarga para flotas de transporte público Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas. Comercialización de la compra/venta de la electricidad adaptada a auto consumidores Instalación de sistemas de autoconsumo. Fotovoltaico financiadas y gestionadas por terceros, para particulares y empresas. Venta de aparatos para la gestión energética y de eficiencia para vivienda y edificios comerciales mediante plataformas web “ventanilla única” (venta de Termostatos inteligentes, calderas de alta eficiencia inteligentes, iluminación led controlable, etc.).
5. ReFLEX (Responsive Flexibility) Orkney project	<ul style="list-style-type: none"> Venta de puntos de recarga para usuarios particulares. Instalación y explotación de puntos de recarga en espacios públicos de la ciudad. Comercialización de servicios de recarga para flotas de transporte público Comercialización de servicios de recarga para el usuario del VE mediante plataformas digitales (venta de electricidad, facturación, búsqueda de puntos de recarga, etc.). Oferta de Tarifas ToU (time of Use) para la adaptación de la demanda a momentos de electricidad barata (programas respuesta a la demanda).
6. E Universal	<ul style="list-style-type: none"> Provisión de servicios de flexibilidad a las EDEs por parte de suministradoras y comercializadoras mediante agregación de la demanda de consumidores, generación distribuida, vehículos eléctricos, etc.

Fuente: Elaboración propia

6.2 Business Model Canvas de los modelos de negocio

A continuación, se seleccionan 5 modelos de negocio que se describen en mayor detalle, basados en la estructura facilitada por el “business model canvas” (Osterwalder & Pigneur (2010)). Los modelos de negocio a analizar se seleccionan de forma que representen a las categorías de modelos de negocio descritas en el capítulo 7, y son asociadas a los diferentes proyectos piloto descritos.

6.2.1 Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM)

El modelo de negocio que se deriva de este caso de estudio es el despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM) mediante medidas de automatización, control y gestión. La propuesta de valor de este modelo se basa en el despliegue de sistemas AMI y SNM, para la mejora de la operación de la red y reducción de pérdidas técnicas y no técnicas (con ahorros considerables para la propia empresa), así como para obtener diferentes beneficios para los clientes de la red eléctrica, sobre todo en el acceso a la información, transparencia y capacidad de gestión de sus consumos.

El modelo de negocio se desarrolla en un contexto regulado, por lo que las mejoras que se realizan y sus condiciones tienen que estar acordadas con el regulador. Así mismo, las EDEs deberán ser capaces de justificar el incremento de inversiones y costes, así como los beneficios producidos por dichas mejoras, asegurando que reciben la correcta remuneración por las inversiones realizadas.

Cabe destacar que el uso de medidores inteligentes es actualmente de obligado cumplimiento en Europa, siendo el acceso al dato y su uso un derecho del propio consumidor. En otros mercados, su implementación debe ser justificada en cada caso, en base a los beneficios descritos.

El canvas de este modelo de negocio se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17: Canvas del modelo de negocio Despliegue de una infraestructura de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente de la red (SNM)

ELEMENTO CANVAS	CARACTERÍSTICAS
Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente directo: Regulador (el regulador establece las tarifas y aprueba las inversiones a realizar). • Cliente indirecto⁹ (cliente final): Usuarios de la electricidad (residenciales, comerciales, industriales). Estos pagarán por sus medidores inteligentes mediante la recarga en su factura eléctrica.
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • La empresa se comunica por medio de departamentos de atención al cliente y asistencia técnica: En los casos más avanzados, las EDE utilizan medios digitales (aplicaciones móviles, webs, incluso sistemas de gestión de edificios), para la comunicación. • El suministro se realiza por parte de los instaladores.
Relaciones con clientes	<ul style="list-style-type: none"> • La relación entre la empresa y los clientes está regulada. • La empresa desarrolla el proyecto. Posteriormente, ofrece asistencia técnica al usuario en lo referido al uso y lectura del medidor inteligente.

9. Se trata de una actividad regulada (no es el consumidor quien decide el cambio, sino que lo promueve la distribuidora y/o el regulador en nombre de los consumidores).

Fuentes de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Remuneración regulada y basada en análisis de coste-beneficio por parte de las empresas (ahorros producidos por mejora en la gestión, reducción de pérdidas, mejora del servicio, etc.). • Beneficios en forma de ahorros y de incremento de recaudo al reducir pérdidas técnicas y no técnicas (por ejemplo, conexiones fraudulentas). • La sustitución/instalación de medidores inteligentes suele ser financiado en parte con el cargo de peajes eléctricos en las facturas eléctricas. • En caso de proyectos piloto, financiación mediante subvenciones de I+D+I.
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de control y monitorización de la EDE. • Medidores inteligentes. • Centros de transformación inteligente. • Personal cualificado en tecnologías ICT y análisis y tratamiento de datos.
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de medidores inteligentes. • Implementación inteligencia en la red (centros de transformación, subestaciones) • Desarrollo de un centro de control para el control y gestión de la red.
Asociaciones clave	<ul style="list-style-type: none"> • Instaladores, proveedores de tecnología hardware (medidores, subestaciones inteligentes, etc.) y software (programas, sistemas de información).
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de la inversión en infraestructura. • Costes operación y mantenimiento de la red (personal, subcontratación, etc.). • Costes de centro de control y gestión de la red. Costes de gestión y tratamiento de datos (incremento exponencial de cantidad de datos).

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Smart Homes: Venta de aparatos para la gestión energética y de eficiencia para vivienda y edificios comerciales mediante plataformas web de “ventanilla única”

Descripción y propuesta de valor

Una de las barreras que suelen encontrar los clientes a la hora de mejorar los sistemas energéticos es la dificultad para adquirir aparatos relacionados con la eficiencia energética y el ahorro energético a clientes, tanto por su disponibilidad como la falta de conocimiento sobre estos sistemas (dificultad de una decisión con criterio).

La propuesta de valor de este modelo se basa en facilitar la adquisición de aparatos relacionados con la eficiencia energética y el ahorro energético a clientes. Para ello, la comercializadora pone a disposición de los clientes una plataforma (web) con diferentes tecnologías y soluciones (venta de Termostatos inteligentes, calderas de alta eficiencia inteligentes, iluminación led controlable, etc.). Además, ofrece un servicio de asesoramiento especializado en estos sistemas y propone varias opciones de financiación, lo que facilita su adquisición por parte de los clientes.

Mediante este modelo, la empresa comercializadora amplía la oferta de servicios

considerablemente, además de ayudar en la fidelización del cliente y a diferenciarse de la competencia. Además, la venta de este tipo de equipos permitirá a la comercializadora generar nuevos modelos de negocios basados en la gestión energética de los edificios, y ofrecer servicios de flexibilidad (ya que permitirán un control y gestión externos de los aparatos eléctricos. El canvas del modelo de negocio se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18: Canvas del modelo de negocio “Smart Homes”

ELEMENTO CANVAS	CARACTERÍSTICAS
Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes residenciales (y pequeño terciario)
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante páginas webs propias de las empresas eléctricas y otras webs y aplicaciones relacionadas. • Estrategia de llamadas telefónicas comerciales.
Relaciones con clientes	<ul style="list-style-type: none"> • En muchos casos, los clientes que acuden a la compra de aparatos mediante este servicio, suelen ser clientes de la comercializadora, siendo este un servicio compatible.
Fuentes de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Venta de aparatos, tales como; Termostatos inteligentes, calderas de alta eficiencia inteligentes, iluminación led controlable, etc.). El ingreso suele ser el margen de venta de dichos aparatos. • Además de ello, existe un interés adicional por parte de la empresa eléctrica comercializadora de fidelizar a dicho usuario de la energía.
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma on-line que ayude en el posicionamiento de la empresa. • Equipo de ventas especializado en estos sistemas.
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta de servicios y sistemas energéticos vía web. • Posicionamiento web y estrategia de llamadas.
Asociaciones clave	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de tecnología “Smart”. • Instaladores de aparatos. • Asociación con otras plataformas web, que amplíen el alcance.
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de aparatos (cabe la opción de que la eléctrica no realice la compra, sino que se suministra directamente nuestro proveedor). • Costes de mantenimiento de la web, atención telefónica. • Financiación de equipos al consumidor final.

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas

Descripción y propuesta de valor

Se trata un modelo de negocio sencillo de venta de proyectos llave en mano (diseño, ejecución, mantenimiento) de instalaciones de autoconsumo, incluyendo los módulos fotovoltaicos, los inversores, instalación eléctrica y normalmente un sistema de medición y gestión energética. La venta de instalaciones solares fotovoltaicas para autoconsumo se realiza tanto a clientes existentes de la empresa comercializadora, como a otros clientes externos.

En general, se trata de una venta de un activo concreto. Sin embargo, para las comercializadoras abre nuevas oportunidades de aumentar los servicios al cliente (gestión energética, nuevos contratos) y fidelizarlo, y lo posicionan como una empresa que ayuda a los clientes en objetivos de sostenibilidad. El canvas del modelo de negocio se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19: Canvas del modelo de negocio “Venta de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico para particulares y empresas”

ELEMENTO CANVAS	CARACTERÍSTICAS
Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes residenciales (también comerciales, industriales)
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • Ofertas realizadas mediante los medios tradicionales de las comercializadoras (plataformas web, vía telefónica, etc.).
Relaciones con clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Contrataciones para la realización del proyecto, así como el mantenimiento. Suele ser común que la comercializadora realice ofertas de comercialización adaptadas al autoconsumo, que contemplen la provisión de electricidad (cuando no hay autoconsumo) así como la venta (o compensación) de los excedentes energéticos.
Fuentes de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Venta del proyecto de la instalación eléctrica y los servicios de mantenimiento. • Potencial ingreso por la contratación del suministro eléctrico.
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> • Departamentos de comercialización de las instalaciones.
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización de las instalaciones de autoconsumo. • Ejecución de la instalación fotovoltaica. • Mantenimiento del sistema.
Asociaciones clave	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores de tecnología. • Empresas de desarrollo de proyectos, empresas instaladoras y de mantenimiento.
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de los equipos solares fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia

6.2.4 Instalación y explotación de puntos de recarga (CPO) en espacios públicos de la ciudad

Descripción y propuesta de valor

Tal y como se ha descrito en el capítulo 7, en el negocio de la recarga eléctrica en espacios públicos se pueden identificar dos actividades diferenciadas: El gestor de cargas o Charging Point Operator (CPO), y la venta de electricidad y servicios relacionados. Estas dos actividades pueden ser llevadas a cabo por la misma empresa (el propietario del punto de recarga es además el comercializador) o diferentes (la función de eMSP la realiza otra empresa, en lo que se conoce como “roaming”).

Cabe destacar que, en Europa, ni las actividades de CPO ni de eMSP pueden ser llevadas a cabo por la empresa de distribución de la zona, sino que lo realiza una empresa diferente, siendo una actividad liberalizada (excepto casos donde no existe viabilidad económica, donde lo realizaría la empresa distribuidora)

Existen múltiples combinaciones y casuísticas a la hora de ejecutar dicho proyecto, a la hora de determinar los precios, la propiedad, la operación del punto de recarga. En el presente caso, se describirá brevemente un posible modelo de negocio donde la empresa sólo lleva a cabo la función de CPO. En este caso, la empresa se centra en la instalación, gestión y mantenimiento de los puntos de recarga físicos. Posteriormente, la empresa factura a las diferentes eMSP que ofrecen a sus clientes poder cargar el vehículo eléctrico en estos puntos de recarga. El canvas del modelo de negocio se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20: Canvas del modelo de negocio “Instalación y explotación de puntos de recarga (CPO) en espacios públicos de la ciudad”

ELEMENTO CANVAS	CARACTERÍSTICAS
Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente final: Usuarios de vehículos eléctricos con contratos de suministros con diferentes comercializadoras (eMSP). • Cliente intermedio: Las empresas de servicios para la electromovilidad (eMSP) al ser estos con los que se establecen las condiciones.
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • La comercialización hacia el cliente final la realiza la empresa eMSP. La empresa CPO da a conocer sus puntos de recarga en las plataformas de eMSP, y negocia con ellas.
Relaciones con clientes	<ul style="list-style-type: none"> • La CPO establece sus tarifas por recargar el vehículo eléctrico y las acuerda con las diferentes eMSP. La relación con el cliente final la gestiona la eMSP.
Fuentes de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas por recarga cobradas mediante la eMSP.
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> • Puntos de recarga del vehículo eléctrico.

<p>Actividades clave</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos con las diferentes eMSP para el uso de los puntos de recarga (acuerdo sobre tarifas, condiciones de recarga, distribución geográfica, etc.). • Ejecución de la instalación del punto de recarga. • Implantación de la plataforma de control y gestión de los puntos de recarga. • Operación y mantenimiento de los puntos de recarga y plataforma de control y gestión.
<p>Asociaciones clave</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos con las eMSP. • Proveedores de tecnología. • Empresas de desarrollo de proyectos, empresas instaladoras y de mantenimiento.
<p>Estructura de costes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Coste de instalación de los puntos de recarga. • Coste de instalación de la plataforma de control y gestión. • Costes de operación y mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

6.2.5 Provisión de flexibilidad por parte de comercializadoras, mediante la agregación de demanda

Descripción y propuesta de valor

La propuesta de valor de este modelo se basa en la provisión de servicios de flexibilidad a las DSOs por parte de empresas comercializadoras mediante la agregación de la demanda de clientes.

La flexibilidad ofertada se obtiene mediante contratos firmados con clientes de la comercializadora (consumidores, prosumidores, comunidades energéticas) para controlar y gestionar remotamente sus aparatos eléctricos (bombas de calor, instalación fotovoltaica, baterías de almacenamiento, o sistemas de recarga de los vehículos eléctricos), y la agregación de dichas demandas. El cliente recibe un pago (o una compensación, ahorro), por ofrecer dicha disponibilidad. El impacto de dicha gestión en el confort y comodidad del cliente deberán ser mínimas y el cliente puede decidir cuándo quiere ofrecer esa flexibilidad y cuándo no.

Por otra parte, la comercializadora oferta los productos de flexibilidad desarrollados mediante la agregación y la gestión activa de las demandas, mediante los mercados locales de flexibilidad, donde serían comprados principalmente por parte de los operadores de las redes. El canvas del modelo de negocio se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21: Canvas del modelo de negocio “Provisión de flexibilidad por parte de comercializadoras, mediante la agregación de demanda”

ELEMENTO CANVAS	CARACTERÍSTICAS
Segmentos de mercado	<p>Dos segmentos de clientes que dependen uno del otro (modelo de negocio multi-lado o multisided business model):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usuarios residenciales, empresariales, industriales: Estos usuarios pueden ser consumidores, pero también prosumidores o comunidades energéticas. Se realiza un contrato que permite a la empresa agregadora adquirir la flexibilidad que se venderá a las EDEs, mediante la gestión externa de las instalaciones. • EDEs y operadores de redes de transporte: Estas empresas son las empresas compradoras de los servicios de flexibilidad obtenidos desde las instalaciones de los clientes.
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • Con las EDEs: La venta se realiza mediante mercados locales de flexibilidad. • Con los Consumidores, Prosumidores y Comunidades Energéticas: Normalmente, en primer lugar, son clientes de suministro eléctrico. Posteriormente, se realizan contratos adicionales para la parte de provisión de flexibilidad.
Relaciones con clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Con la DSO: Son principalmente servicios automatizados (se realizan ofertas en el mercado y la DSO las compras de forma automatizada según las necesidades de la red). • Con los clientes: Se realizan contratos donde se establecen las condiciones en las que se permite la gestión de las instalaciones de los clientes. La gestión de los recursos energéticos se automatiza bajo diferentes parámetros establecidos en el contrato.
Fuentes de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos recibidos por parte de la DSO: Recibe el pago por los servicios/ productos de flexibilidad ofrecidos en los mercados locales de flexibilidad.
Recursos clave	<p>La empresa, deberá estar capacitada a dar respuesta en varios ámbitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de control, gestión y automatización de los recursos energéticos, tanto para su instalación en las instalaciones de los clientes, como de un centro de control y gestión en las instalaciones de la empresa agregadora. • Tecnología para la participación en los mercados locales de flexibilidad. • Departamento de contratación de flexibilidad con consumidores (atención al cliente). • Un departamento de ventas y análisis de ofertas realizadas en los mercados locales de flexibilidad.
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> • Contratación de los servicios de gestión de la demanda con los consumidores. • Monitorización, control y gestión externa de los recursos. • Análisis y diseño de las ofertas (productos y servicios de flexibilidad). • Venta de la flexibilidad en los mercados de flexibilidad. • Gestión de cobros. • Gestión de pagos / compensaciones a los consumidores (por su oferta de flex).
Asociaciones clave	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de software/hardware (instalación de sistemas de gestión remota). • Responsables de los mercados locales de flexibilidad, que determinarán las condiciones y protocolos a utilizar.
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de instalación de hardware/software para los consumidores (puede ser propiedad de la empresa agregadora o del cliente). • Costes de un centro de control que permita la agregación de la demanda de los usuarios y automatizar la participación en el mercado. • Pago a los clientes por disponer de la flexibilidad (poder gestionar remotamente sus aparatos de consumo, baterías, instalaciones de generación renovable).

Fuente: Elaboración propia

7

RECOMENDACIONES PARA TOMADORES DE DECISIÓN

Tal y como se ha observado en el presente estudio, el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes (REI) supone importantes retos para las empresas de distribución eléctrica en varios sentidos: Visualizar los objetivos últimos de las REI, conocer las posibles tecnologías disponibles, entender los retos en su implementación, adaptar el funcionamiento de las EDE a los nuevos roles y requerimientos, o reconsiderar los modelos de financiación y de negocio existentes, adecuándolo al nuevo contexto.

Por otro lado, estas actividades abren nuevas oportunidades a las EDEs para ampliar sus actividades y aumentar su rentabilidad, además de suponer el camino necesario para cumplir otros objetivos tales como la mejora del servicio y reducción de fallas en el sistema, mejorar el control y la gestión de la red, así como servir como base para el desarrollo de un sistema energético más sostenible y de menores emisiones de gases de efecto invernadero.

1. Los objetivos de modernización de la red hacia un sistema más sostenible, robusto, distribuido, electrificado y democratizado son importantes. Por ello, el desarrollo de una estrategia a nivel de EDEs, y planificar adecuadamente las actuaciones a realizar será fundamental. En este contexto, las REIs suponen un elemento fundamental en dichos desarrollos.
2. Es importante contemplar el corto plazo y las medidas directas a desarrollar, y dar respuesta a los retos y necesidades actuales. Sin embargo, también es fundamental identificar las necesidades en el largo plazo, de forma que tomemos las decisiones actuales pensando en los futuros usos y demandas de las redes eléctricas en el medio y largo plazo. En muchos casos, estas necesidades están teniendo lugar antes de lo esperado.

3. La modernización de la gestión de la red y la infraestructura de medición inteligente es la base necesaria y obligatoria para el resto de las actividades relacionadas con las redes eléctricas inteligentes.
4. La necesidad de integrar diferentes recursos energéticos distribuidos (REDs) es cada vez más apremiante, cosa que también influye a Perú. Por ejemplo, la integración de las energías renovables distribuidas es cada más rápida, y el inicio de la venta de vehículos eléctricos obliga a la preparación de la recarga eléctrica. Así mismo, existen importantes oportunidades en la mejora de la eficiencia mediante iluminación LED gestionable, el uso de sistemas de bombas de calor controlables, o la aplicación de sistemas de gestión energética en edificios. Por ello, será fundamental comenzar a abordar su integración de forma gradual y adquiriendo experiencia tanto de otras empresas como mediante la realización de proyectos piloto de REDS.
5. En contextos futuros, la capacidad de hacer disponible la flexibilidad de los propios REDs conectados a la red de distribución será fundamental. Para ello, será necesario disponer de capacidad técnica y tecnológica de control, gestión y automatización, así como crear sistemas de financiación que justifiquen la participación de los REDs en la gestión de la red.
6. Cabe destacar que muchas de estas actuaciones tendrán lugar paralelamente con las actuaciones en otros sectores, tales como sistemas movilidad inteligente o los nuevos sistemas de comunicación y digitalización, dentro de los conceptos de Smart Cities.
7. La selección de la tecnología AMI y SNM necesaria para el desarrollo de redes eléctricas inteligentes no es sencilla. Es necesario comparar y evaluar correctamente diferentes factores tales como su coste respecto al uso que se realizará de ellas, la compatibilidad entre tecnologías y uso de protocolos comunes, y la adaptabilidad a futuras situaciones, entre otros muchos factores. Un equilibrio entre una infraestructura de medición sólida y la introducción de sistemas inteligentes y automáticos en la red será necesario. Así mismo, un análisis adecuado de los proveedores y sus tecnologías será de gran ayuda.
8. Los análisis de viabilidad deben realizarse desde el punto de vista de amortización directa (reducción de pérdidas técnicas, evitar fraude, poder gestionar la desconexión-reconexión, ahorros en la lectura, etc.), pero también desde el valor en otros objetivos estratégicos (sostenibilidad, mejora del servicio, etc.), necesarios para el refuerzo que justifican su inversión. Para ello, será fundamental desarrollar indicadores de rendimiento (o Key performance indicators, KPIs). Actualmente, existen metodologías que ayudan a desarrollar estos KPI para proyectos de redes inteligentes de forma robusta, como, por ejemplo, la metodología creada y recientemente actualizada por la asociación de operadores de redes de distribución europea (EDSO).
9. En este contexto, las EDEs son conscientes de que deberán adquirir nuevos roles y actividades. Esto hace necesario el desarrollo de modelos de negocio adaptados a la nueva realidad, que rentabilicen las inversiones realizadas y que permitan explotar las nuevas oportunidades existentes.

10. Estos modelos de negocio todavía tienen que afinarse y están adaptándose continuamente. El presente documento ha descrito brevemente algunos de los modelos de negocio que puedan ser de interés para las EDEs, la mayoría siendo modelos que ya están siendo ofertados en otros países en condiciones de mercado real. El posicionamiento temprano en estos temas será fundamental para el futuro de las EDEs peruanas.
11. Afortunadamente, estos retos no comienzan de cero y existe un universo de casos de estudio, experiencias y modelos de negocio aplicables y adaptables a las necesidades y contexto que deberán afrontar las EDEs de Perú, tanto en lo referente a la modernización de la red, como a la integración de REDs. La correcta combinación de una planificación adecuada, una identificación de los principales retos¹⁰ y el reconocimiento de las experiencias existentes facilitarán la transición de las EDEs hacia los modelos energéticos del futuro basados en REI.

10. Las EDEs peruanas ya han mostrado interés en diferentes temáticas, tales como la generación distribuida, la iluminación LED con integración de solar fotovoltaica, la recarga del vehículo eléctrico, el uso de pequeñas hidroeléctricas entre otros.

REFERENCIAS

1. Gangale F., Vasiljevska J., Covrig F., Mengolini A., Fulli G., Smart grid projects outlook 2017: facts, figures and trends in Europe, EUR 28614 EN, doi:10.2760/15583.
2. E.DSO projects 2021 website. URL <https://www.edsoforsmartgrids.eu/type-of-project/edso-projects/>.
3. Web oficial proyecto bidelek sareak. URL <http://www.clusterenergia.com/proyecto-bidelek-sareak>.
4. Presentación Ili Congreso Smart Grids 2016. Ponencia Magistral “Bidelek Sareak”. 2016.
5. El Ente Vasco de la Energía, Iberdrola y la Diputación Foral de Bizkaia acuerdan seguir apostando por la digitalización de la red eléctrica con Bidelek 4.0. 2018.
6. SmartGridsInfo_Euskadi seguirá apostando por la digitalización de su red Eléctrica con Bidelek 4.0. 2018 URL <https://www.smartgridsinfo.es/2018/02/16/euskadi-seguira-apostando-digitalizacion-red-electrica-bidelek-4-0>.
7. VII Conferencia CEDELER_Redes inteligentes. Un enfoque desde EmCALI_ Presentación, 2014.
8. UPME, Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Minas y Energía, and Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Estudio: Smart Grids Colombia Visión 2030 - Mapa de ruta para la implementación de redes inteligentes Abril 2016.
9. Gobierno de Colombia: Emcali lider en la región con medición inteligente y energía fotovoltaica. URL <https://www.cali.gov.co/publicaciones/148543/emcali-lider-en-la-region-con--medicion-inteligente-y-energia-fotovoltaica/>.
10. ANPEI_AES Eletropaulo apresenta projeto Smart Grid em congresso URL: <https://anpei.org.br/aes-eletropaulo-apresenta-projeto-smart-grid-em-congresso/>.
11. EXTRA_Eletropaulo implanta redes inteligentes de energia em Barueri (SP). URL <https://extra.globo.com/noticias/celular-e-tecnologia/eletropaulo-implanta-redes-inteligentes-de-energia-em-barueri-sp-8240571.html>.

12. MatchUp Dresden: European flagship project for sustainable urban development. <https://www.dresden.de/en/business/location/matchup.php>.
13. Monitoring and Simulation to improve energy efficiency_Periodic meeting report 2020.
14. Official web of ReFLEX project URL <https://www.reflexorkney.co.uk/home>.
15. Website Community Energy Scotland_ URL <https://www.communityenergyscotland.org.uk/>.
16. EUniversal official webste URL: <https://euniversal.eu/german-demonstrator/>.
17. EUniversal report_market enabling interface to unlock flexibility solutions for cost effective management of smarter distribution grids. 2020.
18. BiT Magazine_ AES Eletropaulo fecha R\$ 29 milhões em contratos para redes inteligentes. URL: <https://www.bitmag.com.br/2014/11/aes-eletropaulo-fecha-r-29-milhoes-em-contratos-para-redes-inteligentes/>.

ANEXOS

Tabla resumen de proyectos piloto de REIs

En el archivo Excel adjunto se presenta la lista larga de casos de estudio y proyectos piloto identificados inicialmente. Se incluyen dos tablas diferentes. Por un lado, la tabla correspondiente a los casos europeos (960 casos). Por otro la tabla con los casos de países latinoamericanos (17 casos). Estas tablas son el punto inicial para la selección de casos de estudio que hemos analizado en este proyecto.

En dichas tablas se presenta la siguiente información:

- Nombre completo del proyecto.
- Acrónimo utilizado (en caso de que existiera).
- Año de inicio y fin del proyecto.
- Estado del proyecto, diferenciando entre proyectos en fase de demostración en casos reales, y proyectos en una fase más inicial de la investigación (R&D).
- Áreas de actuación del proyecto, indicadas con una X en caso de que contemple esa área de actuación. Se reconocen 5 tipos de áreas de actuación: La Infraestructura de medición avanzada y/o la gestión de las redes eléctricas inteligentes (AMI-SNM), proyectos con gestión de la demanda (DSM), proyectos que de generación distribuida y almacenamiento (DG&S), proyectos que incluyen la recarga de vehículos eléctricos (E-Mob) y otros (donde se incluyen acciones tales como la iluminación eficiente, los edificios energéticamente sostenibles, o proyectos de micro redes).



 / @MinemPeru

www.gob.pe/minem

Av. Las Artes Sur N° 260, San Borja, Lima
Central telefónica: (+511) 411-1100