



**Viaje por la Economía  
Circular del Grupo Enel**

Estrategias, proyectos y resultados



# Índice

## Guía para navegar por el documento

Para facilitar la consulta del documento, además de los enlaces de hipertexto encontrarás interacciones que facilitan la navegación.



PRÓLOGO

RESUMEN EJECUTIVO

1.

2.

5.

6.

UN CAMINO HACIA LA CIRCULARIDAD

NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO

FACILITADORES

NUEVAS FORMAS DE COLABORACIÓN

3.

4.

7.

8.

MATERIAS PRIMAS

CIUDADES Y TERRITORIOS

PRÓXIMOS RETOS

EN DETALLE

# Prólogo



Cuando hace unos años el debate sobre la **Economía Circular** daba sus primeros pasos, el tema podía parecer, a ojos de un observador superficial, una mera reelaboración de temas ya trillados. Sin embargo, la circularidad ha evolucionado rápidamente hasta convertirse en uno de los temas principales de las agendas mundiales actuales.

El valor de esta visión reside en su carácter sistemático, ya que abarca todo el modelo económico y define, de manera concreta y medible, un objetivo al que aspirar y unos motores claros de actuación.

La convergencia entre la Economía Circular y la descarbonización —tal y como estamos viendo en estudios recientes o en el debate de la COP 27— representa un eje fundamental en la transición hacia un **modelo económico sostenible**. El enfoque para el uso de recursos naturales debe abordarse de forma integrada, tanto si hablamos de energías renovables, como de combustibles o de materias primas. Así pues, la descarbonización y la electrificación no son cuestiones ajenas a la circularidad, sino que forman parte de un único paradigma cuyo objetivo es desarrollar un modelo económico que evite el consumo de recursos, ya sean combustibles u otras materias primas.

Por ese motivo, Enel amplió en 2015 lo que ya estaba haciendo en materia de descarbonización a todas las dimensiones de su negocio, situando la Economía Circular en el centro de su estrategia.

La adopción de un modelo **circular y sostenible** no representa para nosotros un aspecto accesorio, sino un tema **central que guía todas nuestras acciones**. La transición energética requiere un rápido desarrollo de las fuentes de energía renovables y la electrificación de los consumos, así como una expansión de tecnologías tales como las redes inteligentes y los sistemas de almacenamiento. Para alcanzar este ambicioso **objetivo**, es crucial que, desde las primeras etapas del diseño, se **integre el desarrollo tecnológico** en la amplia estrategia de la Economía Circular, sin descuidar ninguna fase, de la elección de las materias primas utilizadas, al diseño, el funcionamiento y la reutilización, pasando por el reciclaje final y la gestión al final de su vida útil.

Se trata quizás de una de las lecciones más importantes que hemos aprendido de nuestra experiencia con la Economía Circular: es poco probable que cambiando únicamente una parte del enfoque previo se consigan los beneficios esperados. Es necesario un replanteamiento exhaustivo, incluso a veces radical, del modelo de negocio.

Un cambio que podemos definir como épico y que, por lo tanto, requiere necesariamente un **enfoque sistémico** capaz de captar todos los beneficios de esta transición, ya sean medioambientales, sociales, o económicos y de seguridad del suministro. Todos son de igual importancia.

«Viaje por la Economía Circular del Grupo Enel» pretende ofrecer un breve marco de algunas de nuestras iniciativas y proyectos más relevantes, compartiendo de forma clara y transparente los motivos que nos han impulsado a asumir el reto y a emprender un camino de transformación hacia un modelo de negocio integrado, circular y sostenible.

Esperamos que este documento proporcione respuestas a todas las personas que, legítimamente, se preguntan por qué una eléctrica debería interesarse por la Economía Circular. Confiamos en que este viaje ayude a entender la importancia de la cuestión, especialmente a la luz de los recientes acontecimientos en el contexto internacional, aclarando el papel clave que pueden desempeñar las empresas eléctricas en esta transición.

## Francesco Starace

Consejero Delegado  
y Director General

# Resumen ejecutivo



Históricamente, los temas de la **descarbonización** y la **Economía Circular** se han desarrollado por separado. La atención a la cuestión del cambio climático y la descarbonización se reconoció por primera vez a nivel institucional en los años 90 con el lanzamiento de la *Conferencia de las Partes* (COP) por el CMNUCC de las Naciones Unidas. A partir de principios de este siglo, aparece en la escena internacional el concepto de **Economía Circular**, relacionado con la definición de modelos de negocio cuyo objetivo es desvincular las actividades económicas e industriales del consumo de recursos (a menudo asociado indebidamente por parte de la opinión pública a la cuestión del reciclaje de residuos), con un primer reconocimiento institucional importante con el **Paquete de Economía Circular** de la **UE de 2015**. Posteriormente se convertiría en una de las piedras angulares de la estrategia europea en 2020 con el **Nuevo Pacto Verde Europeo** (Plan de Acción de Economía Circular).

La descarbonización y la Economía Circular han ido aproximándose hasta terminar convergiendo gradualmente. Enel lleva trabajando en esta perspectiva desde 2015, introduciendo el tema de la Economía Circular en el centro de su **estrategia**, con el objetivo de revisar su **modelo de negocio** desde una perspectiva circular, aplicándola a todas las actividades del Grupo en toda la cadena de valor.

Para alcanzar este resultado fue necesario, en primer lugar, investigar y entender el potencial —no solo medioambiental, sino también económico— de los distintos ámbitos. Conseguir un cambio de esta envergadura pasa por desarrollar un debate y una colaboración con los distintos actores dentro y fuera del Grupo (instituciones, proveedores, mundo de la innovación...).

El **Modelo Circular** de **Enel** reposa en **cinco pilares**:

- Diseño e insumos de fuentes sostenibles (renovables, pero también de reciclaje);
- Producto como servicio;
- Modelos de sharing;
- Ampliación de la vida útil;
- Cierre de ciclos.

Con este documento hemos querido relatar la **senda** emprendida por Enel hacia un modelo de negocio circular capaz de generar **competitividad** y fomentar un **crecimiento sostenible**, inclusivo y duradero, basado en cuatro ejes principales:

**Nuevos modelos de negocio:** Ejemplos concretos de la **aplicación** de modelos de negocio derivados de la adopción del modelo de Economía Circular.

**Materias primas:** La transición energética permite eliminar la necesidad de combustibles gracias a la adopción de tecnologías que requieren materias primas diferentes respecto a las tecnologías tradicionales. Así pues, un importante reto es conseguir que toda la parte material se incluya en un enfoque totalmente circular, sostenible, resiliente y competitivo. Un ejemplo de iniciativas en este sentido es la **Gigafactory**, la joya de la corona del Grupo.

**Ciudades y territorios:** La transición urbana debe responder a los **retos** globales y locales a los que se enfrentan las ciudades, no solo **medioambientales** y **económicos**, sino también de **inclusión social** y calidad de vida. En los últimos años, la Economía Circular se ha reafirmado como la clave para rediseñar la evolución urbana de forma integrada entre diferentes sectores y actores, y Enel lleva a cabo una gran actividad en este ámbito.

**Facilitadores:** Los principales factores facilitadores, por experiencia de Enel, son, sin duda, las **métricas** y la colaboración en toda la **cadena de valor** y, de forma transversal, en todos los sectores. Las métricas han sido uno de los focos de atención del Grupo desde los inicios y han llevado a desempeñar un papel casi pionero a nivel internacional en el estudio de las métricas relacionadas con la circularidad. Si hablamos de factores facilitadores, no podemos olvidarnos de la importancia de la colaboración con las distintas partes en todas las etapas del proceso, de la producción de materias primas al cierre final de los ciclos, porque solo así podremos evolucionar hacia un modelo circular.

El objetivo es que pueda resultar útil para aquellos (empresas, instituciones, asociaciones, amantes del tema) que están recorriendo el mismo camino, ayudando a fomentar la evolución y la colaboración. Se trata, por supuesto, de la imagen de un viaje que todavía no ha terminado, sino que, más bien, está entrando ahora en sus etapas más vivas y decisivas.

# 1. Un camino hacia la circularidad



Enel identificó ya en 2015 el tema de la **Economía Circular** como un motor estratégico, con el objetivo de aplicar un modelo de negocio sostenible a todas sus actividades y acelerar, al mismo tiempo, la senda hacia la descarbonización.

## Visión general de la Economía Circular

### Economía Circular y descarbonización

Dos conceptos cada vez más integrados entre sí:

- Una parte importante de las **emisiones** a nivel mundial está relacionada con la extracción de materias primas, la producción de materiales y la fabricación. De este modo, revisar el ciclo de las materias primas y los productos en toda la cadena de suministro supone otra palanca para reducir las emisiones.
- La Economía Circular, cuyo objetivo es desvincular las actividades del consumo de recursos, considera que las **energías renovables** —como la solar, la eólica, la geotérmica y la hidroeléctrica— son imprescindibles para satisfacer todas las **necesidades energéticas**, apostando así por la electrificación de los consumos para abastecerlos con energía sostenible.
- A la luz de los importantes cambios que acarreará la **transición energética**, es necesario que todas las nuevas tecnologías se diseñen, implementen y gestionen con una perspectiva de Economía Circular, también en lo que respecta al ciclo de las materias primas, para garantizar la plena sostenibilidad y competitividad de la transición.

### Replantearse toda la cadena de valor

Si se hubiera centrado únicamente en los residuos, Enel no habría podido atajar las causas que los generan y transformar su modelo de negocio. Por ese motivo, decidió aplicar los principios del **modelo circular**, que imponen una **visión integrada** de la vida de un bien o producto a lo largo de toda la **cadena de valor**, empezando por las adquisiciones y llegando a la gestión del fin de vida útil, pasando por todas las fases intermedias (diseño, elección de recursos, reutilización o reciclaje).

### Aplicación en el negocio principal

Para que sea significativo, el cambio debe producirse, en primer lugar, en el **negocio principal** (para Enel, en la generación y distribución de energía, o en las soluciones para el cliente) para que repercuta sustancialmente en las operaciones y se desarrolle a gran escala. Este enfoque no solo se ha aplicado a los activos en desarrollo —donde existe un mayor margen de actuación—, sino también a los activos existentes.

### Sostenibilidad y competitividad

Para que las soluciones se desarrollen a escala industrial, deben ser **económicamente competitivas**. El propio nombre —Economía Circular— subraya el hecho de que la transición debe abordar el núcleo del modelo económico y no solo los aspectos auxiliares.

### Medición y KPI cuantitativos

La Economía Circular requiere un **enfoque cuantitativo**. Así pues, debemos ser capaces de medir su **repercusión** y sus **beneficios** mediante una métrica internacional que evalúe el impacto económico del modelo de Economía Circular en la cadena de suministro.

### Nuevas sinergias entre diferentes sectores industriales

En un contexto de Economía Circular, la **interacción** entre diferentes sectores no se limita a la entrega de un producto final, sino que puede desarrollarse a lo largo de toda la cadena de valor con intercambios de materias primas (por ejemplo, un material que es un residuo para un sector puede ser un insumo para otro) e **intercambio** de activos (por ejemplo, infraestructura de recarga eléctrica). Así pues, se puede, comparando y colaborando con diferentes sectores, desarrollar más oportunidades de circularidad.

### El papel de la innovación

La innovación desempeña un papel fundamental. Pero no solo la tecnológica, que también es esencial. La innovación puede hacer referencia a la forma en que nos relacionamos con los proveedores y los clientes o a las soluciones contractuales y logísticas. También es importante superar el enfoque de los sistemas de regulación actuales, que se han regido por una lógica lineal, e introducir un enfoque integrado, basado en la Economía Circular.

### Gobernanza

Una nueva visión también es esencial en lo que respecta a la gobernanza, ya que una transición circular requiere replantear el enfoque tradicional por áreas separadas —tanto si hablamos de empresas como de instituciones— para definir una **visión conjunta** que se aplique de forma integrada, involucrando a las diferentes áreas de manera transversal.

## Beneficios medioambientales, económicos y sociales

**Beneficios medioambientales:** Evitar el consumo de nuevos recursos implica no solo reducir las emisiones en toda la cadena de valor, sino, de forma más general, **reducir** todo tipo de repercusiones potencialmente negativas (biodiversidad, agua, suelo, residuos).

**Reducción de los riesgos:** Un modelo circular reduce la dependencia de las materias primas importadas y apuesta por una mejor utilización de los recursos y por la promoción de los circuitos locales (reciclaje, etc.), reduciendo los riesgos de suministro y en gran medida los riesgos medioambientales.

**Beneficios económicos:** El aprovechamiento de los recursos a lo largo de su ciclo de vida también brinda una oportunidad desde el punto de vista económico, ya que no solo permite reducir los **costes de suministro** de materias primas o de gestión de residuos, así como activar nuevas fuentes

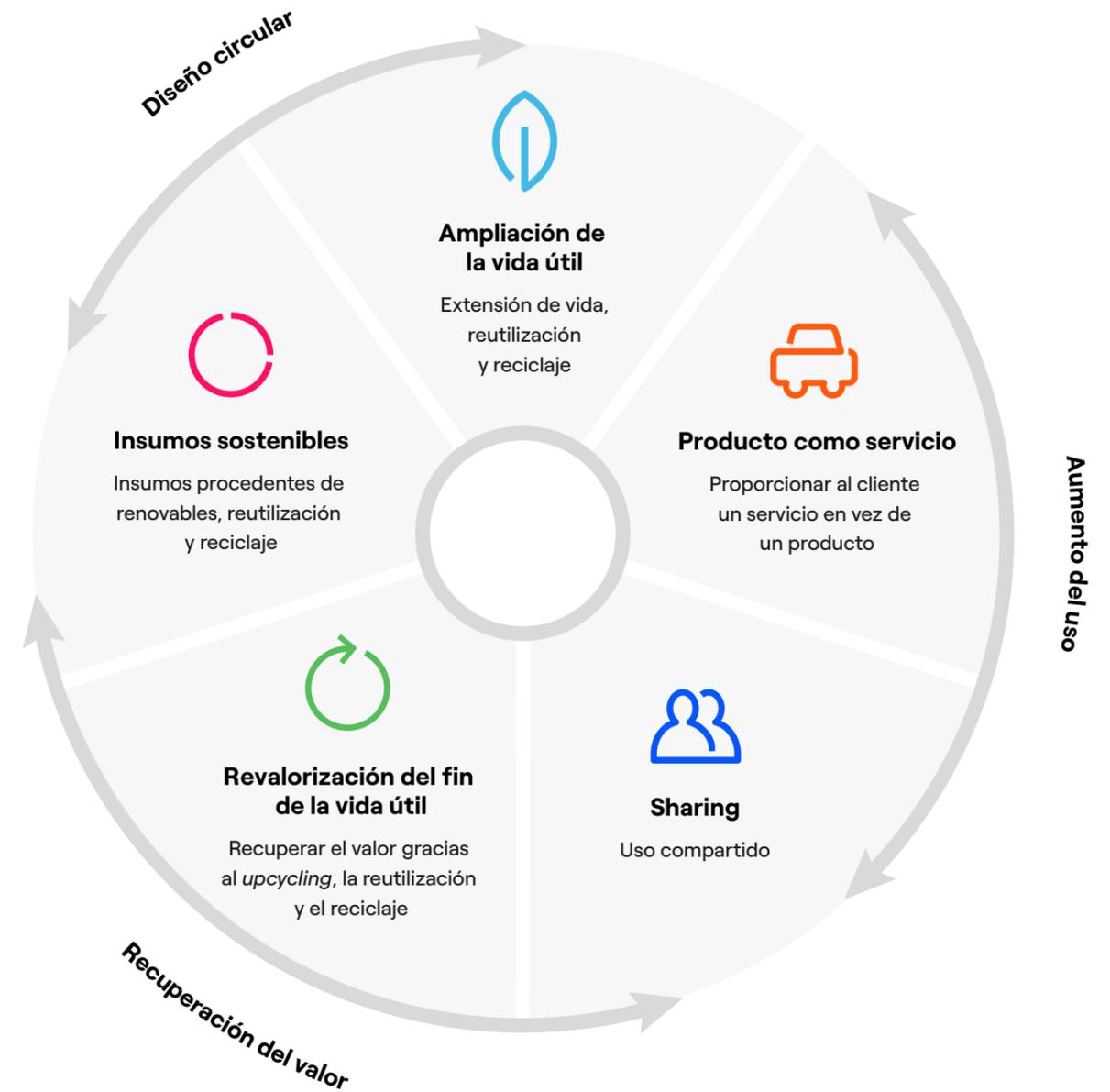
de ingresos, sino también —gracias al hecho de prolongar la vida útil— reducir los costes de adquisición al promover las fases de diseño circular y mantenimiento. Otro beneficio lo proporcionan los llamados «modelos de **producto como servicio**», que permiten ofrecer la posibilidad de abonar únicamente el tiempo real de uso de un bien, en vez de comprarlo o alquilarlo durante un tiempo predeterminado.

**Beneficios sociales:** El cambio de un modelo lineal a uno circular puede repercutir en gran medida en el **empleo**, fomentando a la vez el desarrollo de cadenas de suministro y sectores locales. Observamos, así, que se está pasando de un modelo centrado en la producción, en el que la mano de obra humana se puede sustituir fácilmente mediante la automatización, a otro más centrado en la logística inversa, la reparación, el mantenimiento y los servicios, que requiere una serie de profesionales con habilidades menos automatizables.



## Los pilares y beneficios de la Economía Circular

La visión circular del Grupo se basa en el replanteamiento del **negocio** a lo largo de **toda la cadena de valor**, desde las fases de diseño y adquisición, y reposa en los siguientes **pilares**, que definen los modelos de negocio de referencia en las distintas etapas del ciclo de vida:



## 2. Nuevos modelos de negocio



El punto inicial de aplicación de la **Economía Circular** fue el análisis de los modelos de negocio existentes y la exploración de las modificaciones, que permiten reducir significativamente el consumo de recursos, sin dejar de garantizar la competitividad.

A menudo no es competitivo modificar un único paso del proceso, ya que puede ser algo que mejore la sostenibilidad medioambiental, pero que tal vez no sea económicamente viable o escalable. Por eso es necesario **replantearse** todo el proceso, a mayor escala, para conseguir también la competitividad económica con la adopción de **nuevos modelos de negocio**.



Modelo de negocio  
**Ampliación de la vida útil**

Categoría del proyecto  
**Prolongación de la vida útil de los bienes**

### Prolongación de la vida útil de las baterías

En 2019, **Enel X** recibió la autorización para desarrollar proyectos presentados en el marco del primer **IPCEI (fondo para la realización de Proyectos Importantes de Interés Común Europeo)**, constituido para respaldar la cadena de suministro de baterías europea, en el que participan 42 empresas europeas del sector.

El proyecto propuesto tiene como objetivo el desarrollo de herramientas de **inteligencia artificial** —basadas en el aprendizaje automático— para predecir fallos y anomalías y modelar la degradación de las baterías de iones de litio de la próxima generación. El objetivo de las herramientas predictivas será **prolongar la vida de las baterías** y aumentar su fiabilidad, optimizando a la vez las actividades de funcionamiento y mantenimiento. Está previsto que el proyecto finalice en 2023.

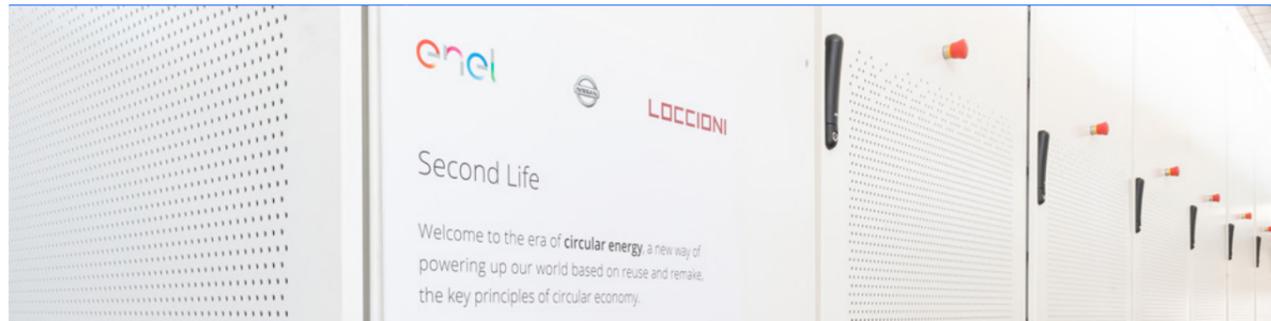


Modelo de negocio  
Ampliación de la vida útil

Categoría del proyecto  
Prolongación de la vida útil  
de los bienes

### Recambios y equipamiento – Proyecto New Life

El proyecto se puso en marcha en febrero de 2020 y su objetivo es proporcionar una **nueva vida** a las piezas de los almacenes y a los equipamientos de las centrales de carbón desmanteladas. Todo ello es posible gracias a las actividades basadas en los principios de la Economía Circular: reutilización, reventa, donación y reciclaje. Se incluyen en este proyecto los materiales de los almacenes y las piezas relacionadas con las actividades de generación de cuatro países: Italia, España, Chile y Argentina. Los objetivos marcados hasta 2022 incluyen unas **3.300** piezas en el proyecto.



Modelo de negocio  
Ampliación de la vida útil

Categoría del proyecto  
Second Life

### Sistema de almacenamiento «Second Life»

El proyecto —el primero de este tipo en Europa— pretende demostrar la posibilidad de **utilizar baterías en una segunda vida procedentes del sector automovilístico**, en vez de baterías nuevas, para **integrarlas en una central de generación eléctrica**.

El proyecto tiene previsto reutilizar **90 baterías de vehículos eléctricos Nissan** en desuso dentro de una instalación de almacenamiento estacionario en la central térmica de **Melilla** (España). El proyecto Second Life (potencia disponible de hasta 4 MW y una energía máxima almacenada de 1,7 MWh,) contribuye a mejorar la fiabilidad de la red eléctrica local y a garantizar la continuidad del servicio.



La ciudad española de Melilla, sede del proyecto «Second Life».

# 3 ■ Materias primas



La consecución de unos objetivos de descarbonización cada vez más ambiciosos requiere una **transformación** del sistema energético centrada en la electricidad generada con **fuentes renovables** y en la **electrificación** de los consumos para aprovechar al máximo el uso de las energías renovables en todas las aplicaciones finales. Para respaldar este nuevo paradigma energético, es crucial la adopción de tecnologías de almacenamiento de energía, así como el desarrollo de redes inteligentes. Esta evolución requiere, como consecuencia indirecta, un fuerte desarrollo de las **tecnologías facilitadoras**, como la robótica y la digitalización.

Esta dinámica se traduce en una **necesidad cada vez mayor** de materias primas. La transición de Enel hacia un nuevo paradigma energético implica, de este modo, la adquisición de tecnologías que deben analizarse en su conjunto, contemplando los **componentes medioambientales, sociales y de materias primas**, así como las necesarias valoraciones **geopolíticas**.

**Medioambientales:** Para una evaluación global de la repercusión medioambiental, es crucial considerar diferentes **dimensiones**, que van desde las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta el consumo de agua, pasando por el uso del suelo, la producción de residuos y la pérdida de biodiversidad.

**Sociales:** Las cadenas de suministro de materias primas también pueden mostrar una repercusión social, caracterizada por los riesgos relacionados con las condiciones laborales, la salubridad del entorno laboral, la salud y la seguridad de los trabajadores y las comunidades, el desarrollo económico de las comunidades locales y el respeto a las culturas indígenas y tribales.

**Materias primas:** Desde finales de 2020, con la progresiva reapertura de la actividad económica, se ha producido un aumento gradual en la demanda mundial de materias primas. Paralelamente, el desarrollo de los planes de recuperación e inversión, así como la senda de la transición ecológica, han puesto aún más de relieve la necesidad de materiales relacionados con las tecnologías verdes. Todo ello ha dado lugar a una gran volatilidad de los precios de las principales materias primas.

**Geopolíticas:** La dependencia que muestra la transición energética a la disponibilidad de estas materias primas específicas —al igual que otros sectores estratégicos— ha impulsado a varios países de Europa, Estados Unidos, Japón y Australia a elaborar listas de materias primas fundamentales (*Critical Raw Materials*, CRM) definidas según su esencialidad para el sistema económico del país usuario.

La adopción de un **modelo circular y sostenible** como parte integrante del proceso de transición energética permitirá reducir al máximo la dependencia de las materias primas, sobre todo de aquellas consideradas críticas, garantizando a la vez la plena sostenibilidad social y medioambiental en toda la cadena de valor, así como la competitividad del modelo de negocio.

Para lograr estos objetivos, en 2020 se creó un **grupo de trabajo** interno en Enel cuyo objetivo era estudiar soluciones para las materias primas.

Asimismo, el Grupo está llevando a cabo un importante plan de **actividades sinérgicas** con los proveedores, el ecosistema de innovación, las empresas y las principales instituciones. En julio de 2021, Enel se convirtió en la primera compañía eléctrica en unirse a la **European Raw Material Alliance** (ERMA), una iniciativa puesta en marcha a finales de 2020 por la Unión Europea como parte del **Plan de Acción sobre Materias Primas Críticas** para garantizar el acceso a todas las materias primas necesarias para alcanzar la visión del Nuevo Pacto Verde Europeo.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y  
recursos circulares

## Adquisición circular

La estrategia de la adquisición circular de **Enel** plantea mejorar la circularidad de los productos y servicios adquiridos mediante:

**Definición de métricas y KPI:** Gracias al sistema de DAP (*Declaración Ambiental de Producto*) y el desarrollo de métricas estándar (RCP: *Reglas de la Categoría de Productos*) se evalúa el impacto medioambiental de toda la vida del producto relacionado con los flujos de materiales y energía de las categorías de productos estratégicos adquiridos.

**Proyectos de coinnovación con proveedores.**

**Uso de requisitos de licitación y factores de recompensa** para incentivar que los proveedores ofrezcan productos más circulares.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y  
recursos circulares

## Innovación tecnológica en la producción fotovoltaica (3SUN)

En 2022, **Enel Green Power** y la Comisión Europea firmaron un acuerdo de subvención a fondo perdido en el marco de la primera convocatoria del Fondo Europeo de Innovación para proyectos a gran escala. La financiación contribuirá al desarrollo de **TANGO** (iTaliAN pv Giga factOry), una división para la producción de módulos fotovoltaicos innovadores en la fábrica de 3SUN de **Catania**, Italia. La ampliación de la fábrica supondrá multiplicar por 15 la **capacidad de producción** (3 GW al año, frente a los 200 MW actuales) y aumentar el **empleo** local directo e indirecto (unos **1.000 puestos de trabajo** hasta 2024).



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y  
recursos circulares

## Nuevas tecnologías de almacenamiento

Siguiendo con el objetivo de promover el desarrollo de nuevos materiales y procesos más sostenibles, se va a desarrollar una primera instalación comercial innovadora **alternativa al almacenamiento químico**, basada en la **tecnología de la gravedad**, que utilizará ciertos materiales que sustituirán a aquellos más críticos. La central empezará a funcionar en Estados Unidos en 2024. Más en concreto, el sistema de almacenamiento utilizará el exceso de electricidad de la red para mover grandes bloques de cemento.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y  
recursos circulares

## Thermal Energy Storage System (TES)

El 4 de noviembre de 2022 se inauguró en la central de Santa Bárbara la primera instalación de **almacenamiento térmico a escala industrial** de Italia. El almacenamiento se basa en materiales sólidos y utiliza **rocas** con gran capacidad térmica para retener la energía térmica del fluido del proceso. Consta de secciones rellenas con rocas fáciles de conseguir, como el basalto, atravesadas por tubos de vapor específicos para aprovechar al máximo el intercambio de calor. Todos los materiales utilizados se pueden considerar **sostenibles desde el punto de vista medioambiental**, ya que no contienen compuestos químicos ni materiales críticos o inflamables. El sistema TES, construido junto con la empresa israelí Brenmiller Energy Ltd, es el primero de este tipo. Tiene capacidad para almacenar hasta unos 24 MWh de **calor limpio** a una temperatura de unos 550 °C durante 5 horas, lo que proporciona una importante capacidad de resiliencia a la planta.

# 4 Ciudades y territorios



Las ciudades generan alrededor del **70% de las emisiones mundiales** de dióxido de carbono, utilizan más del **60% de los recursos** y producen el **50% de los residuos mundiales**. Son números que van a seguir aumentando según las estimaciones de población de la ciudad. También es necesario ampliar al máximo la eficacia de las intervenciones en los principales ámbitos urbanos, dando prioridad a cada sector: energías **renovables**, **peatonalización**, **electrificación** pública y privada e impulso de modelos de trabajo flexibles. En lo referido al **built environment**, la atención se centra en el desarrollo de soluciones de eficiencia del consumo en los edificios, el uso de materiales que emitan menos CO<sub>2</sub>.

**Enel** ha ayudado a desarrollar este tema tanto en términos de visión y definición, como de soluciones empresariales. Desde 2018, el Grupo ha publicado anualmente un **documento global** sobre el tema, tratando de fomentar el debate y profundizar en el conocimiento gracias a la participación de distintos actores y de empresas de otros sectores.



Modelo de negocio  
**Producto como servicio**

Categoría del proyecto  
**Movilidad eléctrica**

## Autobuses eléctricos en Santiago y Bogotá Enel X

En 2018, gracias a una alianza entre **Enel**, Metbus y BYD, se introdujeron los primeros 100 **autobuses eléctricos** en la red de transporte público de Santiago de Chile. El número de autobuses actualmente en circulación o en fase de implementación es de **1.536 vehículos de cero emisiones**, que se sirven de **19 terminales eléctricos con 327 cargadores**. Así, Santiago cuenta actualmente con la mayor flota de autobuses eléctricos fuera de China.

En 2019, gracias a la colaboración con **Enel X**, Bogotá (Colombia) inició la electrificación del Transmilenio, una línea de transporte público rápido, construyendo 2 terminales de autobuses eléctricos que se añadieron a los 4 ya electrificados. El total asciende actualmente a **422 estaciones de recarga inteligentes**, con una **flota eléctrica que se amplía hasta unos 900 vehículos**.



Modelo de negocio  
Producto como servicio

Categoría del proyecto  
Movilidad eléctrica

## Movilidad urbana de Enel X Italia

Enel X ha firmado un contrato de bus as-a-service con el Ayuntamiento de **Turín** (Italia), por el que se encargará del **diseño, mantenimiento y suministro** de los vehículos. El programa se llevará a cabo junto con el grupo Autoguidovie, a través de la empresa Cavourese, colaboradora para la electrificación de una parte del transporte público de Turín. La ciudad contará con **14 autobuses eléctricos**, la instalación de **estaciones de recarga** proporcionadas por Enel X Way y un servicio de mantenimiento y gestión del software que controlará las operaciones de recarga.



Modelo de negocio  
Input sostenible

Categoría del proyecto  
Sistemas energéticos  
e infraestructuras

## Infraestructura sostenible

Sin apartarnos del sector de las infraestructuras, Enel ha adoptado un modelo **Sustainable by Design**, que consiste en diseñar un activo con materiales sostenibles, minimizando las emisiones y el consumo durante la fase de construcción y mejorando así la ampliación de la vida útil, sin excluir la recuperación al final de esta. La relación con el territorio es fundamental para que una infraestructura sea sostenible. Además, debe cumplir los requisitos técnicos y respetar el contexto socioambiental.

La **subestación** de José Granda en Lima (**Perú**) es el primer caso en el que se ha aplicado este modelo. Para su puesta en funcionamiento se adoptaron varias soluciones circulares que reducen los residuos y aumentan la recuperación de materiales. Por ejemplo, se **reutilizaron** 960 m<sup>3</sup> de tierra y se **reciclaron** 520 m<sup>3</sup> de escombros gracias, entre otros, a la contribución de pequeñas empresas locales.



Categoría del proyecto  
Un modo de revalorizar  
el territorio

## Ecoenel y Huertos Urbanos - Brasil

El proyecto **Ecoenel**, que se puso en marcha en 2007, fomenta los descuentos en el recibo de la luz para los clientes que separan sus residuos y los llevan a puntos específicos de recogida y reciclaje. La iniciativa vio la luz en el estado de Ceará y posteriormente se amplió a los estados de **Río de Janeiro, Goiás y São Paulo**. En 2015, se incluyó en el informe «Mercados inclusivos en Brasil: retos y oportunidades del ecosistema empresarial» del **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo** (PNUD) como una de las **19 buenas prácticas del país**. A día de hoy, el programa ha recogido más de **70.000 toneladas de residuos** e involucra a unos **300.000 clientes** al año.

El proyecto de **Huertos Urbanos**, por su parte, consiste en el **aprovechamiento de terrenos** situados **bajo las líneas de transmisión de Enel**, sobre todo en la zona de São Paulo, para su **uso agrícola por parte de los habitantes** de la zona. Los agricultores locales venden directamente los productos de los huertos. La iniciativa reduce el consumo de suelo y hasta la fecha, se han utilizado **21.000 m<sup>2</sup> de tierra** para cultivar verduras. Durante la pandemia de COVID-19, Enel entabló una colaboración para **proporcionar 11 toneladas de alimentos** producidos en huertos urbanos a los habitantes del área de Paraisópolis (São Paulo).

# 5. Facilitadores



Uno de los principales retos para la aplicación real de un modelo de Economía Circular es la **definición de criterios y métricas** que permitan distinguir entre soluciones circulares y no circulares, medir el impacto medioambiental, económico y social, definir objetivos y entender las palancas de mejora.

**Enel** quiso insistir en **medir la circularidad** cuando presentó su programa de Economía Circular en 2015. En las primeras etapas, a falta de una metodología internacional de referencia con una visión de toda la cadena de valor, la empresa desarrolló su propio modelo para medir la circularidad, el **CircularAbility Model®**. El modelo se dio a conocer y se compartió con socios, competidores e instituciones con el objetivo de aportar una contribución proactiva al debate.

Partiendo de este modelo, se **desarrollaron** posteriormente **modelos más específicos** para medir la circularidad. Un primer elemento fundamental tiene que ver con la fase de **adquisición**, en la que, mediante el uso de herramientas como la **DAP (Declaración Ambiental de Producto)**, Enel recopila la información necesaria de sus proveedores para medir el impacto medioambiental.

En lo que respecta a los clientes, **Enel X** utiliza el **Circular Economy Product Score** para medir la circularidad de los **productos de la cartera** y el **Circular Economy Report** para medir la circularidad de los **clientes** a nivel empresarial, de producto o de sede, así como para respaldarlos en su senda de mejora.

Con ocasión del **Capital Markets Day de 2020**, Enel publicó por primera vez un **KPI** relacionado con sus actividades de **generación eléctrica** que mide el consumo de materias primas durante toda la vida de las centrales de generación en relación con la energía generada (midiendo, por lo tanto, todas las toneladas de materias primas y, en su caso, de combustibles para fuentes no renovables consumidas y comparándolas con toda la energía producida en MWh). En lo que respecta a este KPI, Enel se ha comprometido a reducir significativamente el consumo de recursos para 2030 con el objetivo de mejorar su circularidad en un 92% en comparación con 2015.

## 6 Nuevas formas de colaboración



La importancia de la **colaboración** con los distintos actores es una cuestión sobre la que cada vez existe una mayor concienciación. En concreto, la Economía Circular requiere acelerar en esta dirección, ya que para rediseñar el modelo económico es necesario un cambio profundo.

Por ese motivo, es crucial entablar una colaboración continua con los distintos actores creando un ecosistema ampliado (proveedores, clientes, instituciones, etc.) que no se limite al sector específico, sino que vaya incluyendo a homólogos de nuevos sectores y ámbitos con los que se puedan desarrollar sinergias.

Enel participa activamente en una **serie de redes**:

Enel también ha promovido importantes **Alianzas**:

# 7. Próximos retos



El **objetivo final** de la transición a la circularidad es utilizar únicamente **recursos renovables o reciclados**. Teniendo en cuenta que se trata de un objetivo muy ambicioso, para continuar dando pasos concretos en esta dirección, es necesario definir una serie de objetivos intermedios

**Enel** ya está adoptando un **enfoque circular** en todas sus operaciones. El reto actual es ampliar cada vez más la aplicación de nuevos modelos de negocio y proyectos circulares, aprovechando, entre otros aspectos, los sectores habilitadores.

Un aspecto importante en esta transición es el **temporal**, ya que el objetivo es **rediseñar completamente**, en un periodo mucho más corto, un modelo lineal que se ha ido asentando durante varias décadas. Para conseguirlo, es necesario **actuar en paralelo**, tanto a nivel interno, en todas las etapas de la cadena de valor de la empresa, como externo, respaldando la transición de todo el entorno de actuación. Y es que resulta imposible que cualquier tema sea totalmente circular en un contexto lineal.

Por ello, una **colaboración** cada vez más estrecha con los proveedores, las empresas del mismo sector y de otros sectores, los clientes, las instituciones nacionales y locales, el mundo de la investigación, las start-ups, etc. sigue siendo fundamental tanto para entender y definir las líneas de actuación como **para aplicarlas**.

# 8 ■ En detalle



## Nuevos modelos de negocio



Modelo de negocio  
**Ampliación de la vida útil**

Categoría del proyecto  
**Second Life**

### PIONEER (airPort sustainability secONd lifE battEry stoRage)

El proyecto PIONEER, financiado por el Innovation FUND (Consortio Aeroporti di Roma, **Enel X** y el Instituto Fraunhofer), contempla el diseño y la puesta en marcha de un innovador **sistema de almacenamiento** (capacidad nominal 5 MW/10 MWh) mediante el uso de baterías de coches eléctricos, ofreciéndoles un segundo ciclo de vida.

La solución podrá absorber el exceso de energía producida por la instalación solar y cubrir los picos nocturnos de demanda del aeropuerto, proporcionando al mismo tiempo servicios a la red eléctrica local. El elemento más innovador es la integración de baterías de varios fabricantes de automóviles, lo que reduce el riesgo de suministro y aumenta la modularidad del sistema. Se calcula que las **emisiones de GEI se reducirán** en unas 16.000 toneladas de CO<sub>2</sub> en 10 años.

## Materias primas



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Nuevos ciclos de vida

### Proyectos de reciclaje

Enel apuesta por desarrollar una cadena de valor circular para la gestión del final de la vida útil de todas las nuevas tecnologías:

**Eólica:** Dos plantas de prueba a escala industrial en dos centros de **Enel Futur-e** situados en Italia y España para recoger los aerogeneradores, con posibilidad de reutilizar las materias primas secundarias.

**Fotovoltaica:** Proyecto **Photorama** (programa europeo Horizonte 2020). **Automatizar** el proceso de desmontaje de los paneles solares e identificar un tratamiento adecuado para la recuperación de materiales preciosos (pureza superior al 99,9%), logrando un índice de reciclaje total del 95%.

**Baterías:** En el marco del segundo IPCEI, **Enel X** está desarrollando en Italia un proyecto que busca soluciones industriales para la logística, el transporte, el almacenamiento, la automatización de los procesos de desmontaje y el reciclaje de las **baterías** de vehículos eléctricos **al final de su vida útil** (60.000 toneladas/año de aquí a 2030) y **grandes sistemas de almacenamiento** de uso estacionario.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y recursos circulares

### Litio geotérmico (Vulcan)

**Enel Green Power** ha entablado una colaboración con Vulcan Energy para desarrollar proyectos de extracción de **litio geotérmico**. El acuerdo, que apuesta por la sinergia del know-how de Vulcan y la experiencia de EGP, pretende examinar las perspectivas para poder dar nuevos pasos en el ámbito del litio geotérmico, empezando en la zona de Cesano, en las afueras de Roma, sin excluir la posibilidad de colaboraciones en Italia y en el extranjero. El desarrollo de esta fuente de suministro de litio representa una herramienta útil para reducir los riesgos de abastecimiento de este material, del que más del 90% se extrae actualmente en Australia, China y Chile.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Planificación y recursos circulares

### Circular Smart Meter – Closed loop recycling

En 2020 se puso en marcha la producción del **nuevo Circular Smart Meter** gracias a un modelo circular y un proyecto para rediseñar la cadena de valor del **contador electrónico**. **Enel Grids** ha decidido utilizar el material de los contadores en desuso para construir los nuevos. Tras conseguir la certificación MID (*Directiva de la UE sobre Instrumentos de Medición*), en 2021 se fabricaron en Italia **80.000 contadores circulares** y el objetivo es alcanzar los 8,2 millones en 2026. El 48% del peso de los nuevos contadores está constituido por materiales regenerados y la **reciclabilidad** al final de la vida útil (plástico, acero y otros metales) se estima en un **79% del peso**. Durante su vida útil (15 años), cada Circular Smart Meter ahorra 7 kg de CO<sub>2</sub> y 1,1 kg de materias primas no utilizadas.

## Ciudades y territorios



Modelo de negocio  
Sharing

Categoría del proyecto  
Sistemas energéticos  
e infraestructuras

### Comunidades energéticas

Enel X ha puesto en marcha un proyecto para la construcción de una planta fotovoltaica de 200 kW y una plataforma tecnológica para la gestión de la primera comunidad energética agrícola de Italia, que reúne a un **grupo de empresas** sicilianas. Las «comunidades energéticas renovables» son asociaciones de ciudadanos, negocios, entidades públicas o empresas que deciden unir sus fuerzas para dotarse de instalaciones en las que producir y compartir energía procedente de fuentes renovables.

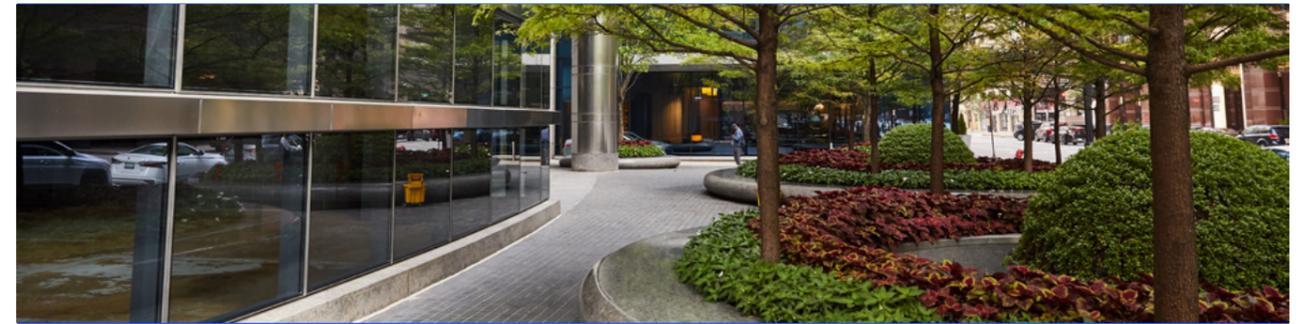


Modelo de negocio  
Producto como servicio

Categoría del proyecto  
Sistemas energéticos  
e infraestructuras

### Iluminación de Enel X

La ciudad de **Bologna** fue sede del prime *Proof of Concept* (PoC) de la solución de **iluminación adaptativa**. El proyecto incluye un avanzado **sistema de cámaras** que, según la intensidad del tráfico, puede ajustar **automáticamente** la luminosidad nocturna de las calles según la norma UNI 11248/EN 13201. Los sensores analizan automáticamente la situación y se comunican con un servidor remoto de forma inalámbrica. El servidor, a su vez, procesa la información, lo que permite llevar a cabo análisis estadísticos y almacenar y visualizar los datos en una interfaz de control. Gracias a esta tecnología se ha podido conseguir un **ahorro** adicional del **35%** del consumo en los puntos de luz LED en los que se aplicó la solución.



Modelo de negocio  
Insumos sostenibles

Categoría del proyecto  
Sistemas energéticos  
e infraestructuras

### Índices Open Data para fomentar la sostenibilidad urbana

**Programa Open Data para ciudades inteligentes y sostenibles:** Para acompañar de cerca a las administraciones en su senda hacia el desarrollo sostenible, Enel X ha puesto en marcha un programa de **aprovechamiento** del **Open Data** —tanto de fuentes institucionales como de fuentes alternativas, tales como las imágenes de satélite— cuyo objetivo es crear indicadores concretos e inmediatos por los que se puede navegar de forma fácil y gratuita gracias a un **mapa interactivo** en el portal **Enel X YoUrban**.

Con el respaldo de la Universidad de Siena, el IMT de Lucca y la Universidad de Florencia, **Enel X** ha diseñado y desarrollado **tres indicadores gratuitos** para todos los municipios italianos:

**Circular City Index:** Permite evaluar la circularidad urbana de un municipio, analizando aspectos como la **movilidad sostenible**, el **medio ambiente** y la **energía**, la **gestión de residuos** y la **digitalización**, y aumentar su nivel identificando diferentes áreas de mejora.

**15 Minute City Index:** Solución única en el entorno italiano y europeo que proporciona **1 macroindicador** sintético, **13 dimensiones** y **49 KPI** para llevar a cabo una planificación urbana basada en la proximidad que haga realidad el modelo de la «**ciudad de los 15 minutos**», una ciudad en la que todos los ciudadanos tengan a su disposición los servicios esenciales en un radio de 15 minutos a pie o en bicicleta. Una ciudad en la que, al reducir los desplazamientos, también se reducen las emisiones y se aumentan la resiliencia urbana y la calidad de vida.

**CO<sub>2</sub> City Index:** Desarrollado por Enel X a partir de datos y modelos open del proyecto **ODIAC** (*Open-source Data Inventory for Anthropogenic CO<sub>2</sub>*), que permite que los municipios italianos estimen el nivel de CO<sub>2</sub> para cada microdistrito urbano a lo largo del tiempo. Las estimaciones relativas a distritos de 1 km<sup>2</sup> y las visualizaciones generales de las emisiones en el territorio suponen un apoyo concreto para definir una línea de acción personalizada con el objetivo de conseguir la neutralidad en carbono de las ciudades.

