

Reporte

Deep Decarbonization Latin America Project -Argentina -

Diciembre 2022

Plan de inversión sectorial Energía y Transporte

Actividad II AR 3

Plan de inversión sectorial para medidas priorizadas del sector Energía y Transporte

Índice

I.	Introducción	4
1.	El proyecto	5
2.	Objetivos de este reporte	6
II.	Procedimiento de análisis	7
III.	Contexto: Energía y Transporte	11
IV.	Plan de Inversiones Sectorial	14
IV.1	Generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables no convencionales	14
IV.2	Infraestructura de carga para electromovilidad	18
IV.3	Eficiencia Energética	27
V.	Conclusiones	35

I. Introducción

Este documento comprende un portafolio de inversiones y desarrolla un plan de inversión para el sector de la energía y el transporte de la Argentina elaborados con base en los resultados de las actividades desarrolladas durante el periodo de ejecución 2020-2022 por el equipo de Decarboost Argentina en el marco del Proyecto Regional “Decarboost” denominado oportunamente Condiciones Habilitantes para la inversión hacia la transición a una sociedad baja en carbono en países de Latinoamérica - Argentina.

El presente plan de inversión se elaboró sobre la base de los documentos previamente desarrollados, fundamentalmente los contenidos del *Dossier de oportunidades de mitigación y su priorización*¹, el correspondiente al *Análisis de instrumentos, políticas y medidas*², las tres *Notas conceptuales*³ así como las *Propuestas de política e instrumentos o mecanismos financieros*⁴ desarrolladas para el sector de energía y transporte.

Este documento se organiza de la siguiente manera. Tras describir brevemente el Proyecto regional y sus objetivos, en la Sección 2 el documento sintetiza el procedimiento de análisis empleado para su ejecución. Seguidamente, en la Sección 3 se describe el contexto del sector energético y de transporte argentino con foco principal en tres “conjuntos de opciones de mitigación” prioritarios que fueron definidos a lo largo del proyecto. Finalmente, en la Sección 4 se presentan las estimaciones del financiamiento requerido para poner en valor los proyectos de inversión sectoriales seleccionados que se despliegan en aquellos ejes identificados de acuerdo a la priorización realizada en su momento.

La metodología oportunamente desarrollada propuso un proceso de priorización de las opciones de mitigación existentes en los planes sectoriales y nuevas opciones –que fueron identificadas directamente por el proyecto– siguiendo para ello los siguientes criterios: *capacidad de mitigación, potencial transformación y factibilidad de implementación* de las diferentes opciones.

Los conjuntos priorizados corresponden específicamente a la producción de energía eléctrica a partir de energías renovables; electromovilidad y sustitución de combustibles; y la eficiencia energética.

Para cada uno de estos conjuntos se desarrollaron notas conceptuales correspondientes a tres proyectos piloto, los que confirman la viabilidad de las diferentes oportunidades de inversión propiamente dicho. Asimismo, se llevó a cabo un análisis de los instrumentos financieros y

¹ Correspondiente al Milestone II AR 1

² Correspondiente a la Actividad I AR 2 y Actividad I AR 3

³ Correspondiente al Indicador II.1

⁴ Correspondientes al Indicador I.1

regulatorios que serían necesarios utilizar en cada caso para posibilitar su materialización y su ulterior escalamiento a nivel nacional.

1. El proyecto

El proyecto pretende contribuir a identificar las condiciones necesarias para que los flujos de financiación sean consistentes con la transición hacia la descarbonización y las necesidades relacionadas con esa transición hacia senderos bajos en carbono y resilientes tal como deben adoptar los tres países latinoamericanos que hacen parte de este proyecto: Argentina, Brasil y Perú.

En Argentina los principales objetivos del proyecto regional se interpretan en el nivel nacional de la siguiente manera:

1. Identificar las condiciones habilitantes para viabilizar la descarbonización de la economía del país y el fortalecimiento de la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Para ello es necesario mejorar y ampliar el acceso a la financiación climática internacional, así como potenciar las condiciones para ampliar y diversificar el flujo de recursos privados que contribuyan a financiar la acción climática a largo plazo, con el fin de complementar eficazmente los que podrían ser unos recursos relativamente escasos del sector público en un contexto definido con un espacio fiscal reducido, inicialmente, debido a la necesidad de financiar planes de recuperación altamente intensivos en financiación así como por los efectos del costo del endeudamiento.
2. Proporcionar información sólida sobre la naturaleza y el alcance de la magnitud de los desafíos que plantea el cambio climático para crear conciencia de esos retos y demostrar que la acción climática debiera ser un componente clave para permitir la recuperación económica a corto plazo, evitar al mismo tiempo la concreción de inversiones a largo plazo inadecuadas (por efecto de efecto *lock-in*) y facilitar a la vez el fortaleciendo el desarrollo sostenible.
3. Contribuir a aportar elementos de análisis y reflexión que mejoren y refuercen el actual marco de gobernanza, de política y regulación climáticos, pilares de una acción climática sostenible a largo plazo bien concebida, eficaz y justa.
4. Identificación de instrumentos financieros nuevos e innovadores a nivel de toda la economía y que sean asimismo apropiados a nivel sectorial, incluyendo aquellos instrumentos de políticas que sean capaces de colaborar en modificar favorablemente el perfil de riesgo-rendimiento de las inversiones.
5. Identificar oportunidades estratégicas de inversión en los sectores claves seleccionados que puedan estar aún constreñidos por la persistencia de importantes restricciones presupuestarias y financieras.

6. Contribuir a evitar al máximo el potencial efecto *lock-in* de carbono y a reforzar las acciones de mitigación, aumentando al mismo tiempo la eficiencia de las decisiones de inversión en toda la economía.
7. Consolidar una cartera de inversiones verdes y sostenibles en unos sectores prioritarios, al tiempo que se ayuda a explorar y proponer nuevos enfoques políticos del lado de la demanda con el propósito de reducir al máximo las emisiones de GEI poniendo en juego para ello una intensidad de inversión relativamente baja.
8. Demostrar que una estrategia verde es factible y atractiva desde la perspectiva del inversor privado y que también contribuye a los modelos de desarrollo sostenible.

2. Objetivo de este reporte

El objetivo general de este reporte consiste en desarrollar, mediante una descripción ampliada y un análisis cuidadoso, un plan de inversión a nivel nacional en los sectores de energía y transporte, de acuerdo a las medidas de reducción de emisiones de GEI priorizadas según tres criterios. Esta descripción incluye la identificación de las principales variables económicas y financieras, la estimación de las inversiones requeridas y el instrumento regulatorio o financiero que podría posibilitar su materialización y escalamiento a nivel nacional, con miras al objetivo de emisiones netas cero en 2050, contribuyendo a delinear las posibilidades para guiar la transición hacia una economía descarbonizada.

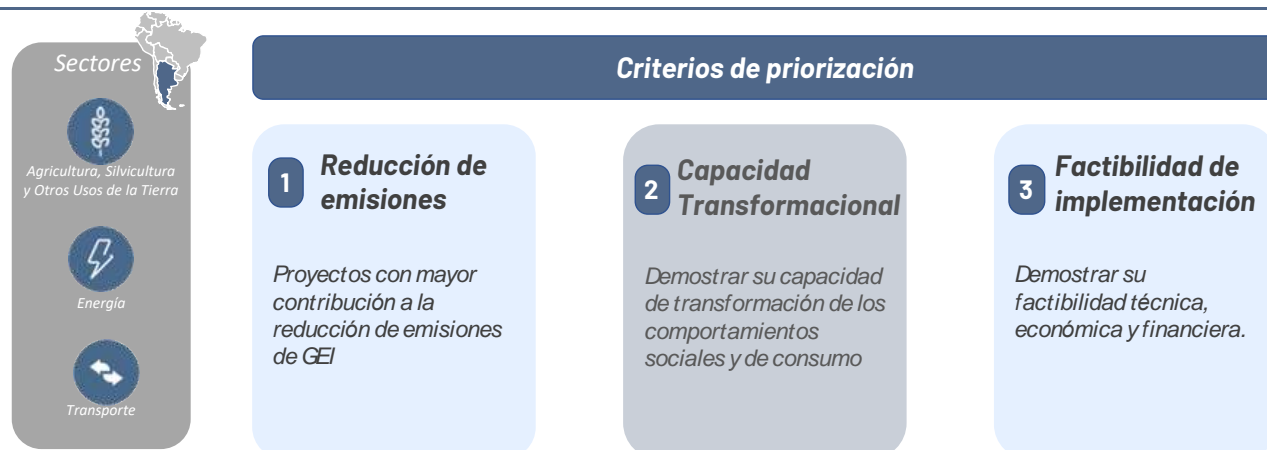
II. Procedimiento de análisis

En el marco del presente Proyecto se analizaron exhaustivamente las opciones de mitigación⁵ incluidas en los Planes de Acción Nacionales de Energía, Transporte, Industria, Infraestructura, Agricultura y Bosques, y Cambio Climático y, adicionalmente, se identificaron nuevas medidas de mitigación que resultan relevantes de analizar⁶.

En primer lugar, se procedieron a analizar para cada una de las opciones de mitigación, las barreras identificadas al inicio del Proyecto y luego validadas por diferentes actores clave convocados a espacios de diálogo e intercambio⁷, para realizar propuestas de política y de instrumentos financieros que permitan abordar o eliminar las barreras existentes.⁸

Luego se desarrolló un enfoque metodológico de manera *ad hoc* para aquel análisis, de manera de priorizar las diferentes medidas de mitigación y determinar aquellas medidas a ser analizadas con mayor detalle, en las fases subsiguientes del proyecto, considerando para ello tres dimensiones distintas, según se exponen en la figura siguiente:

Figura 1. Criterios de priorización de opciones de mitigación



Fuente: Elaboración propia en base a la metodología desarrollada

Luego, las opciones de mitigación se agruparon en los denominados **"conjuntos de opciones de mitigación"** para el sector de Energía y Transporte. El fin era analizar las opciones de acuerdo a

⁵ Correspondiente a la Actividad II AR 1: Review and update the proposed mitigation actions, in the National Mitigation Plan and existing National Action Plans and current NDC (Agriculture, Energy & Transport).

⁶ La identificación de nuevas medidas corresponde a Actividad II AR 4.: Identify new or enhanced mitigation actions to contribute to develop a robust portfolio of investments y se plasma en el informe "Análisis de instrumentos, políticas t medidas) presentado en el informe de las Actividades I AR 2: Policy measures and instruments, to address and remove identified barriers and constraints (Agriculture, Energy & Transport); y I AR 3: Amendment proposal for specific policy instruments (Agriculture, Energy & Transport).

⁷ Correspondiente a la Actividad III AR 2: Organisation of multi-stakeholder dialogue sessions.

⁸ Correspondiente a la Actividad I AR 1: Identification of barriers and constraints to implementation of NDC mitigation actions (Agriculture, Energy & Transport)

los objetivos de mitigación que se proponen, independientemente del sector o subsector en el que se realizan, y facilitar así el desarrollo del análisis técnico-económico en profundidad, así como delinear y describir los instrumentos propuestos para viabilizar su efectiva implementación⁹.

Los conjuntos de opciones de mitigación definidos para el sector Energía y Transporte se detallan en la figura siguiente:

⁹ En el reporte de Análisis de instrumentos, políticas y medidas, se realizó una recopilación y revisión de las opciones de medidas e instrumentos de políticas, económicos-financieros, legales e institucionales, de información y educación y de desarrollo productivo, que permitieran abordar las barreras existentes que puedan limitar las oportunidades de inversión bajas en carbono en la Argentina.

Figura 2. Conjuntos de opciones de mitigación – Energía y Transporte



(*) Identifica aquellas opciones de mitigación propuestas por el Proyecto

Estos conjuntos de medidas de mitigación fueron evaluados según los criterios de priorización detallados anteriormente, lo que resultó en la identificación de tres conjuntos prioritarios:

- Generación eléctrica a partir de energías renovables
- Electromovilidad y sustitución de combustibles
- Desarrollo de la industria de Eficiencia Energética

Para estos mencionados conjuntos, el equipo Decarboost Argentina construyó escenarios hacia el año 2050, considerando la carbono neutralidad como objetivo a ser alcanzado de acuerdo a los compromisos asumidos internacionalmente, avanzando así en el análisis preliminar de factibilidad técnica de los conjuntos de opciones de mitigación seleccionados.

Los escenarios elaborados permitieron cuantificar los requerimientos de manera física¹⁰, a lo largo del tiempo, de cada uno de los conjuntos de opciones de mitigación priorizados de manera de lograr la carbono neutralidad.

Posteriormente, se desarrollaron "Notas conceptuales"¹¹ para proyectos piloto en cada subsector en cada uno de estos tres conjuntos, con el fin de cuantificar las necesidades de financiamiento que fueran demandadas en cada caso y se desarrollaron "Propuestas de política e instrumentos o mecanismos financieros"¹², identificando los instrumentos necesarios para posibilitar su materialización.

A continuación, se presenta una breve descripción del contexto de cada uno de los subsectores analizados, así como de los Escenarios 2050 desarrollados y sus implicancias.

¹¹ Correspondiente al Indicador II.1: Dossier de nuevas oportunidades

¹² Correspondientes al Indicador I.1: Amendment proposals

III. Contexto: Energía y Transporte

La energía explica, según el último inventario de GEI¹³, el 51,3% de las emisiones de GEI de la República Argentina, con una tasa de crecimiento anual acumulativa del 1,3% en la última década.

El transporte, a su vez, explica 14 puntos porcentuales de esa participación, lo que representa el 20% de las emisiones del sector energético.

El sector energético es un sistema complejo, formado por múltiples agentes que interactúan entre sí y con su entorno. Estos diversos conjuntos de agentes, agrupados en "cadenas", se articulan formando los componentes básicos del sistema energético y, a su vez, se encuentran inmersos en un medio (sumergido a su vez en otros medios, o "anidado") que genera ciertas condiciones de borde y restringe en parte sus grados de libertad.

La descarbonización del sector energético requiere acciones sobre estas cadenas —de manera individual o de manera conjunta—, orientadas a influir, a grandes rasgos, sobre dos factores:

- La intensidad energética de la economía; es decir, las unidades de energía consumidas por punto del PBI o, dicho de otra forma, las unidades de energía consumidas para mantener o incrementar el bienestar —en todas sus dimensiones— de la población, y;
- La intensidad de GEI de ese consumo energético; es decir, la cantidad de emisiones generadas por cada unidad energética consumida.

El primero de estos factores, la intensidad energética, puede ser modificado mediante:

1. transformaciones estructurales de la economía o de sus sectores (por ejemplo, en una transición de una economía industrial a una economía de servicios o el cambio modal de los sistemas de transporte);
2. mediante la transformación de los hábitos de comportamiento social; y,
3. mediante la implementación de políticas directas de eficiencia energética.

El segundo de los factores, la intensidad de GEI en el consumo energético, puede ser influida mediante, principalmente, la sustitución de fuentes energéticas provenientes de combustibles fósiles, como los derivados del petróleo y el gas natural, por fuentes libres de emisiones como lo son la energía hidroeléctrica de gran porte y las energías renovables que suelen ser denominadas

¹³ Del año 2020 con datos al 2016.

"no convencionales" (como por ejemplo la solar, eólica, pequeña hidroelectricidad, biomasa moderna o biocombustibles).

Para alcanzar la carbono neutralidad en el año 2050 las emisiones netas de carbono de la República Argentina deben ser nulas, por lo que habrá que seleccionar las características que deberían tener las trayectorias compatibles con el cumplimiento de ese objetivo, llevando a la mínima expresión posible las emisiones provenientes de los sectores de energía y transporte.

Los resultados de los ejercicios de modelización desarrollados como parte de las tareas comprendidas en el presente proyecto mostraron que, partiendo de un contexto donde la participación de los combustibles fósiles es abrumadoramente preponderante -85% de la oferta interna de energía primaria corresponde a gas y petróleo, en ese orden de importancia respectivamente-, en los próximos 30 años las trayectorias a seguir deberán ser extremadamente exigentes, obligando a electrificar:

- 60% del consumo de energía final en el sector transporte
- Cerca del 95% del consumo final en los sectores residencial y comercial y
- Cerca del 80% del consumo final industrial

En dicho escenario de electrificación se requiere, en forma simplificada, que:

- La mayoría de los vehículos del parque automotor liviano se conviertan a energía eléctrica u otros combustibles con emisiones netas cero (biocombustibles, H₂);
- Todo el consumo de gas y GLP en el sector residencial y comercial se sustituya por consumo eléctrico;
- Las mejoras de eficiencia con relación a un escenario tendencial de demanda sean al menos del 20%;
- La generación eléctrica libre de emisiones alcance más del 90% del total de electricidad producida.

La electrificación proyectada (**electrificar**) considera además escenarios que agregarán demanda a la producción de energía eléctrica, que en la actualidad es de más del 60% en base a la quema de combustibles fósiles, casi totalmente gas natural (90%).

Los combustibles fósiles deberán ser sustituidos por medios de producción no emisores de GEI (**descarbonizar**), incluyendo hidroelectricidad, núcleo-electricidad y energías renovables no convencionales como la eólica, la solar, la biomasa y los biocombustibles.

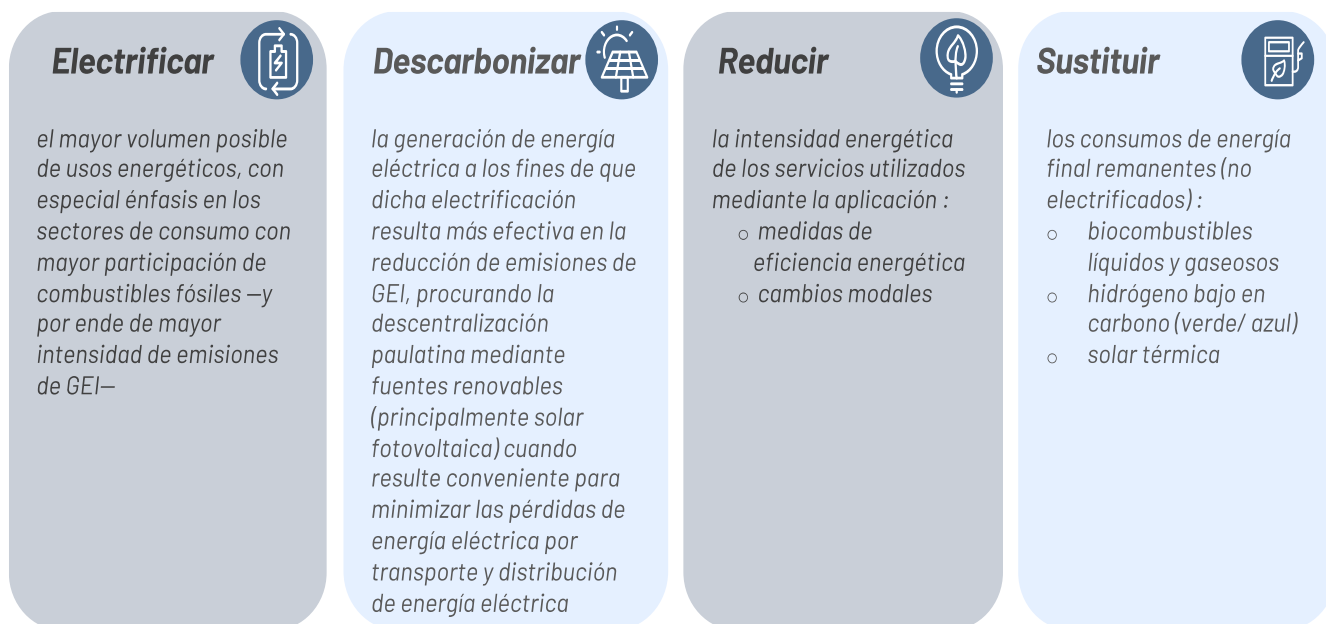
Asimismo, la intensidad energética se debe reducir con relación a un escenario tendencial de demanda mediante medidas de eficiencia energética, cambios modales y mediante la modificación de los comportamientos de consumo (**reducir**), y con el abordaje de nuevos

modelos de negocios que reemplacen las funciones que actualmente brindan las empresas de servicios públicos de electricidad por nuevas con mayores niveles de descentralización, creando la figura del productor-consumidor.

Los consumos que no puedan ser electrificados deberán, en consecuencia, para cumplir con estos requisitos, provenir de fuentes libres o extremadamente bajas en emisiones de GEI (**sustituir**).

Atendiendo estas circunstancias, la estrategia de descarbonización para el sector energético y de transporte argentino deberá fundarse en los siguientes cuatro pilares:

Figura 3. Conjuntos de opciones de mitigación – Energía y Transporte



Fuente: Elaboración propia

IV. Plan de Inversiones Sectorial

1. Generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables no convencionales

Es necesaria **la planificación simultánea de la electrificación de los consumos energéticos en conjunción con la descarbonización de la generación eléctrica y la implementación de medidas de eficiencia energética en la oferta y en la demanda, que se tornan en una tríada de políticas aptas para abordar la problemática de la mitigación en la producción y en el uso de la energía**, haciendo, a su vez, una utilización más eficiente de la infraestructura de transmisión existente instalada y futura.

En el documento de trabajo sobre descarbonización profunda para el sector eléctrico (Rabinovich, Caratori, IAE/ITDT, 2017) se realizó una primera cuantificación con la información disponible al momento de su elaboración. Estas proyecciones preveían la incorporación de 3.150 MW hidroeléctricos, 1.900 MW nucleares, y 17.000 MW eólicos y solares hasta el año 2030. En total, la capacidad instalada en base a medios renovables alcanzaba a aproximadamente unos 20.000 MW.

Entre 2030 y 2050 se incorporaban los proyectos hidroeléctricos binacionales con Brasil y Uruguay (3.100 MW para Argentina) y nuevas centrales hidroeléctricas cada tres años a partir de 2038, con una capacidad acumulada aproximada de 3.000 MW, hasta completar el recurso hídrico disponible de acuerdo con los inventarios existentes. De esta forma la hidroelectricidad aportaría cerca de 6.000 MW adicionales. Finalmente, se agregaría una nueva central nuclear cada seis años a partir de 2033 con una capacidad adicional total de 3.000 MW.

El rol principal a partir de 2030 en esa transformación lo asumen los emprendimientos eólicos, que deberían incorporar una capacidad de 30.000 MW, y fundamentalmente la energía solar que debería aportar 75.000 MW. En este último caso solamente será posible lograr esa expansión mediante fuertes incentivos a la generación distribuida o autoconsumo, impulsando masivamente la figura de los productores-consumidores.

A partir de esta cuantificación inicial se realizaron en el presente proyecto estimaciones adicionales y de precisión para los escenarios en los cuales se incrementa la electrificación de los usos finales energéticos en todos los sectores.

En la Tabla 1, a continuación, se presenta una síntesis de los resultados clave obtenidos.

Tabla 1: Síntesis de resultados clave de la modelización del estado final del consumo final de energía y generación eléctrica para tres escenarios de crecimiento del PIB

		Estado inicial 2018	Estado final 2050		
Escenarios de crecimiento del PIB			Bajo	Medio	Alto
Demanda de energía eléctrica	TWh	133.0	529.7	557.7	644.8
Potencia eléctrica instalada (incluye baterías)	GW	38.5	207.3	214.7	243.8
Inversiones anuales en nueva capacidad	Miles millones USD/año	2.02	9.39	9.99	11.53
Porcentaje de generación libre de emisiones	%	36%	95%	94%	92%
Participación por fuente en la generación					
Eólica	%	1.0%	35.0%	35.0%	35.0%
Solar Fotovoltaica	%	0.1%	40.0%	40.0%	40.0%
Participación por fuente en la potencia instalada					
Eólica	%	1.9%	21.8%	22.2%	22.7%
Solar Fotovoltaica	%	0.5%	36.4%	37.1%	37.9%

Fuente: Elaboración propia.

Una estimación expedita asociada a los requerimientos de capacidad arroja inversiones del orden de los 6 mil millones de dólares por año hasta el 2030, de los cuales el 60% corresponde a centrales eólicas y solares¹⁴.

A partir de entonces y hasta el 2050, considerando una caída del costo unitario de las energías renovables no convencionales¹⁵, las inversiones anuales promedio estimadas alcanzan los 8.250 millones de dólares por año, de las cuales el 78% corresponden a centrales eólicas, solares y generación distribuida en base a energías renovables. Estas inversiones no consideran las requeridas en los sistemas de transmisión y distribución, que deben acompañar los cambios propuestos.

En síntesis, las estimaciones de inversiones en energías renovables no convencionales para alcanzar la neutralidad de carbono en 2050 son las que se observan en la tabla a continuación:

¹⁴ Para evaluar la capacidad a incorporar en materia de energía eólica y solar, en el trabajo citado se estimó en primer lugar la energía que aportan estos medios de producción, y luego se estimó un rendimiento del 45% para las centrales eólicas, y un 25% para los equipos fotovoltaicos.

¹⁵ El costo nivelado de la electricidad (LCOE) de acuerdo al informe "Levelized Costs of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2022 de la Energy Information Administration (EIA), de los Estados Unidos de América, para nuevas instalaciones que entran en operaciones en 2040 es para la eólica onshore de 40.08 usd/MWh y para la solar fotovoltaica de 33.42 usd/MWh, frente a valores actuales obtenidos en las subastas del plan Renovar, en promedio del orden de los 60 usd/MWh.

Tabla 2: Programa de inversiones anuales en ENRC hasta 2050

Tecnología – Millones de USD/año	2023-2030	2031-2050
Eólica	2.622	2.700
Solar	971	3.750
Total ENRC	3.594	6.450

Fuente: Elaboración propia.

El correlato de los requerimientos físicos asociados a la descarbonización de la generación de energía eléctrica es un notable incremento en los montos de inversión en nueva capacidad instalada, que, a los fines de esta primera aproximación, excluyen las inversiones requeridas en expansiones del sistema de transmisión y distribución eléctrica.

Según el escenario de máximo crecimiento económico, **la instalación de nueva potencia requeriría hasta un promedio anual en la última década del período de estimación de 11,5 mil millones de USD (el ritmo de inversiones se va acelerando y en la última década superan el promedio 2030-2050), de los cuales casi el 60% corresponde a centrales eólicas y solares, que contrastan con el promedio aproximado de 2 mil millones de USD invertidos anualmente durante los diez años previos al año base** (período en que se incluye este último). Esto representa un incremento de casi 6 veces las inversiones de dicho período, que podría resultar menor si los costos de inversión por unidad de potencia instalada continúan una trayectoria decreciente como la que se observa hasta la fecha.

Instrumentos regulatorios y financieros

En el marco de la legislación vigente en la Argentina, existen diversas vías para la incorporación de generación a la red eléctrica a partir de fuentes renovables de gran escala, entre las que se destacan:

- Las *compras conjuntas*, que implican la celebración de contratos de compra de energía con la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrica S.A (CAMMESA), que es el Organismo Encargado del Despacho (OED) en Argentina;
- El Mercado a Término de Energías Renovables (MaTER), que implica la celebración de contratos de abastecimiento de energía eléctrica entre privados;
- La "autogeneración" para grandes usuarios que realicen sus propias inversiones en generación renovable y la consuman bajo una misma identificación tributaria (CUIT en Argentina).

Respecto de las compras conjuntas, las contrataciones se realizaron a partir de subastas competitivas (programa RenovAr) teniendo en cuenta diversidad geográfica y diversidad tecnológica.

En el marco de las sucesivas rondas de subastas del programa RenovAr, se obtuvieron precios decrecientes para la mayor parte de las tecnologías renovables. Sin embargo, la coyuntura económica de Argentina a partir de mediados del año 2019 provocó dificultades para sostener la incorporación de renovables a la red eléctrica, lo que implicó que no se presentaran nuevos proyectos y la incorporación de fuentes renovables a la red eléctrica con contratos de largo plazo con CAMMESA se paralizaron desde entonces¹⁶.

Por su parte, el estancamiento de la demanda de energía eléctrica y las restricciones en el sistema de transporte:

- Contribuyeron a la interrupción del programa RenovAr para la celebración de contratos a largo plazo con CAMMESA.
- Dificultaron el cierre financiero de algunos proyectos.
- Resultaron en la saturación virtual de nodos del sistema de transmisión eléctrica.

En tal sentido, debido a las desfavorables condiciones para las inversiones destinadas a los mecanismos de compra conjunta, diversos proyectos de generación a partir de fuentes renovables se cancelaron, se retrasaron y/o se volcaron al mercado a término (MaTER), compitiendo por celebrar contratos con agentes privados que sean Grandes Usuarios de Energía Eléctrica en términos de precio y de plazo.

El Mercado a Término de energías Renovables (MaTER) constituye una oportunidad para viabilizar los proyectos de energía renovables que no pudieron ingresar al sistema eléctrico mediante los mecanismos de subastas o que no lograron su cierre financiero tras ser adjudicados.

En el contexto previamente descrito, se identifica una gran oportunidad para crear un entorno propicio para que proyectos de generación se vuelquen al MaTER y, de esta manera, seguir fomentando la incorporación de renovables a la red eléctrica.

En particular, existen oportunidades para el desarrollo de la energía solar en Argentina, favorecido por su carácter modular y menores necesidades de inversión por kW instalado, que la hacen competitiva, y resulta más apta para ser concretada a partir del apalancamiento de las inversiones del sector privado.

En este contexto, a pesar de las barreras macroeconómicas, la disponibilidad de préstamos concesionales podría viabilizar en el corto plazo la introducción de renovables bajo el régimen del MaTER, mejorando su competitividad en el mercado en términos de los precios que está dispuesta a pagar la demanda.

¹⁶ A pesar de que no se sostuvo la incorporación, el porcentaje de generación en base a renovables siguió incrementándose dado que fueron entrando en servicio los proyectos contratados con anterioridad en el marco de las distintas subastas del Plan RenovAr y del MaTER.

Para ser competitivo en el MaTER, los proyectos requerirían de un WACC (costo promedio ponderado del capital) de entre 5,9% y 7,2% anuales en USD, tolerando una tasa de interés de hasta 8,0% en el mejor de los escenarios, con un precio que actualmente se encuentra por encima de los parámetros del mercado.

En relación con estos valores, y en el contexto del costo de capital de la República Argentina, se ha identificado que el instrumento financiero adecuado para viabilizar la inversión debería ser un mecanismo de préstamos concesionales a tasas de entre 6% y 8%, con periodos de repago de entre 10 y 15 años con tres años de gracia.

2. Electromovilidad

La electromovilidad es el conjunto de acciones estructuradas en un eje esencial del sector transporte para alcanzar los objetivos de mitigación de GEI asumidos como compromisos en la NDC de Argentina y para alcanzar una meta de descarbonización que permita lograr la neutralidad de carbono en 2050.

Esas acciones apuntan, entre otras cosas, a sustituir la combustión de fósiles por energía eléctrica en los vehículos livianos y, por otra parte, reemplazar la producción de energía eléctrica de origen térmico por fuentes de energía renovable preferentemente, o al menos fuentes no emisoras de CO₂. Esta sustitución de fuentes emisoras por no emisoras para el transporte se articula con el conjunto previamente enunciado.

El análisis conjunto de los requerimientos del sector transporte y del sector energía permite un abordaje metodológico integrado que evita la subestimación de los esfuerzos de mitigación a partir de acciones sobre el parque automotor urbano particular y de transporte de pasajeros y sus implicancias desde el punto de vista del suministro de energía.

En la electromovilidad juega un papel principal el automóvil eléctrico (EV) y lo que su introducción implica en materia de construcción de infraestructura de carga, redes eléctricas y almacenamiento de electricidad.

No solo el automóvil eléctrico forma parte de las acciones necesarias, sino que en ese conjunto también se integran el transporte urbano de pasajeros a través de ferrocarriles y buses eléctricos para la media distancia, así como los cambios de hábito y modalidades para el desplazamiento de corta distancia en bicicletas, monopatines, scooters, el uso del transporte como servicio (TaS), el compartir vehículo, etc.

La electrificación del transporte urbano es una de las acciones estratégicas en el contexto de la descarbonización de los usos.

La mayoría de los vehículos del parque automotor liviano deberán convertirse a energía eléctrica. Este crecimiento deberá ir acompañado por la infraestructura necesaria para la carga de vehículo, como condición habilitante, con sus implicancias aguas arriba de los cargadores en las redes de transporte y distribución y la reducción del costo de las baterías.¹⁷

De acuerdo al modelo desarrollado, en el escenario de electrificación se proyecta que para el año 2030:

- El 30% de las ventas de autos livianos sean eléctricos.
- El 12% de autos y livianos sean eléctricos.

En la Tabla 3, a continuación, se presentan los resultados para los estados inicial y final del sistema al 2050, vinculados con la electrificación de vehículos livianos.

Tabla 3: Síntesis de resultados clave de la modelización del estado final del sistema de vehículos livianos para tres escenarios de crecimiento del PIB

	Estado inicial 2018	Estado final 2050		
		Bajo	Medio	Alto
Parque automotor liviano (Millones)	13.03	22.42	24.69	30.21
Ventas anuales de vehículos livianos (miles)	0.68	1.73	1.99	2.65
Porcentaje de ventas de vehículos eléctricos sobre parque de livianos	0%	96%	96%	96%
Porcentaje de vehículos eléctricos sobre parque de livianos	0%	73%	75%	78%
Porcentaje de vehículos con MCI sobre parque de livianos	100%	27%	25%	22%
Porcentaje de energía consumida por EV sobre livianos	0%	60%	62%	66%
Porcentaje de energía consumida por MCI sobre livianos	100%	40%	38%	34%
MW medios de demanda eléctrica adicionados por la política	0	11,579	13,059	16,658

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados modelizados muestran que el parque de vehículos livianos urbanos en el escenario medio casi se duplica, llegando a los 25 millones de automóviles, con un porcentaje de ventas de EV en 2050 del 96% sobre el total y una penetración de EV's en el parque automotor del 75%.

De esta forma, el 62% de la energía que consuma el segmento de vehículos livianos será electricidad y el 38%, combustibles fósiles con balance neto cero de emisiones (biocombustibles,

¹⁷ Japón, 100 USD/kWh en 2030.

hidrógeno). **La demanda sobre el sector de generación eléctrica va a requerir la incorporación de 13.000 MW hacia el final del periodo para abastecer el sistema de transporte**, adicionales a la demanda total que el sistema eléctrico va a requerir para otros usos.

Para que el mercado se desarrolle y alcance los objetivos asociados a la penetración y expansión del uso de vehículos eléctricos livianos, la confianza del consumidor debe ser al menos tan alta como la que actualmente deposita en los vehículos con motores de combustión interna (MCI). Para ello, juega un papel clave la apropiada disponibilidad y rapidez de la infraestructura de carga que se pueda utilizar para el abastecimiento de los automóviles eléctricos. Los cargadores son, pues, cruciales en este proceso.

Por lo tanto, la penetración de la movilidad eléctrica requiere eliminar una de las principales barreras de implementación que consiste en el acceso fácil y rápido a instalaciones de carga confiables, para que los automovilistas tengan la oportunidad de contar con un servicio continuo y limpio para trasladarse en trayectos de corta y media distancia. La construcción de la infraestructura de carga para EV es prioritaria.

Para ello se identificaron los siguientes actores clave¹⁸:

- Estado Nacional (otorgamiento de financiamiento concesional a través del Fondo Fiduciario de la Movilidad Sustentable -FoDeMS-, cuya creación está prevista en un proyecto de ley que se encuentra actualmente en tratamiento parlamentario)
- Gobierno provincial (cofinanciamiento)
- Empresa provincial de energía (cofinanciamiento)
- Compañías distribuidoras provinciales (cofinanciamiento; operación y mantenimiento de las redes de distribución; posibles operadores de punto de carga – OPC)
- Empresas privadas constituidas como OPC
- Gobiernos municipales (planificación territorial para la instalación de los cargadores)
- Terminales automotrices (para impulsar la venta de sus vehículos eléctricos, podrían ofrecer servicios de instalación y/o descontar el costo total o parcial de los cargadores)
- Compañías procesadoras de datos (prestación de servicios personalizados)

¹⁸ Propuesta de política e Instrumento o Mecanismo Financiero: Electromovilidad y sustitución de combustibles. Fundación Torcuato di Tella (FTDT), Decarboost.

- Entes reguladores (control, determinación de cuadros tarifarios, regulación del servicio eléctrico)

En la Argentina, el mercado de la electromovilidad es aún virtualmente inexistente y, por ello, cuanto antes se desarrollen experiencias piloto, el país se encontrará en mejores condiciones para recibir y desplegar esta nueva tecnología, de carácter transformacional extremadamente amplio.

El parque de automotores utilitarios y vehículos livianos tuvo un crecimiento homogéneo en el período 2006-2020, de un 5% anual acumulado. Es interesante destacar que este crecimiento se estancó a partir de 2015, inicialmente como consecuencia de una caída de la actividad económica y luego por el impacto de las medidas para controlar la pandemia del COVID19, por lo que la tasa de crecimiento entre 2015-2020 fue algo inferior al 1% anual. Para el período 2030-2050 se proyectó una tasa de crecimiento del parque del 2,5% anual acumulado.

En la Tabla 4, a continuación, se puede observar la evolución anual del parque automotor¹⁹.

Tabla 4: Proyección parque automotor vehículos livianos

Año	Automóviles (unidades)	Vehículos utilitarios livianos (unidades)	Total (unidades)
2021	11.153.692	2.779.620	13.933.313
2022	11.717.204	2.920.054	14.637.258
2023	12.309.187	3.067.582	15.376.769
2024	12.616.916	3.144.272	15.761.188
2025	12.932.339	3.222.878	16.155.218
2026	13.244.648	3.303.450	16.548.098
2027	13.587.039	3.386.037	16.973.075
2028	13.926.715	3.470.688	17.397.402
2029	14.274.883	3.557.455	17.832.337
2030	14.631.755	3.646.391	18.278.146
2035	16.554.487	4.125.557	20.680.044
2040	18.729.883	4.667.689	23.397.572
2050	19.752.000	4.938.000	24.690.000

Fuente: Elaboración propia.

¹⁹ La última información oficial sobre el parque automotor corresponde al 2016, según dato del Registro Nacional del Parque Automotor (RNPA). A partir de ese año se estimó el crecimiento del parque con una tasa del 1,9% anual.

En la Tabla 5, siguiente, se presenta la cantidad de vehículos eléctricos que penetran en el mercado nacional teniendo en cuenta la modelización efectuada para alcanzar la neutralidad de carbono en 2050.

Hacia el 2030 la penetración es lenta, alcanzando un 12% del mercado total, y luego se va acelerando hasta alcanzar el 75% del parque automotor en 2050, según el escenario planteado.

Tabla 5: Penetración EV en el parque automotor de vehículos livianos

Año	Automóviles (unidades)	Vehículos utilitarios livianos (unidades)	Total (unidades)
2021	-	-	-
2022	-	-	-
2023	123	31	154
2024	252	94	346
2025	647	226	873
2026	928	297	1.225
2027	1.223	372	1.595
2028	1.393	451	1.844
2029	1.570	534	2.104
2030	1.756	620	2.376
2035	3.311	1.238	4.549
2040	7.492	2.801	10.293
2050	12.962	5.555	18.517

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la especificación técnica establecida en la Norma AFID de la UE, que establece que para la infraestructura de carga pública rápida la relación entre vehículos eléctricos y cargadores debe ser al menos de 1 cargador cada 10 EV's, se estimó la cantidad de cargadores que deberían ser instalados durante el período analizado.

La potencia que este programa demandaría al Sistema Interconectado Nacional sería al final del período del orden de los 13.000 MW-medios, considerando estaciones de carga de 60 kW y un factor de simultaneidad del 28%.

La inversión de este paquete de opciones de mitigación está referida a la construcción de la infraestructura apropiada para la recarga de vehículos eléctricos, teniendo en cuenta la

aceleración definida por distintos *stakeholders* en el mundo²⁰ para la sustitución del transporte en base a motores de combustión y combustibles fósiles por vehículos eléctricos.

La penetración de EV's en el mercado de automóviles livianos deberá alcanza el 75% del parque automotor, con ventas anuales que al final del periodo en 2050 alcancen un 95% del total de ventas en este mercado.

Considerando las proyecciones realizadas que prevén un ritmo de penetración de EVs livianos y utilitarios, se ha efectuado el cálculo de la inversión anual asociada, tal como se detalla en la Tabla 6 a continuación.

Tabla 6: Unidades de carga e inversión requerida

Año	Cargadores rápidos		Inversión requerida en cargadores (mil USD)	
	Incrementales	Acumulados	Incrementales	Acumuladas
2022	-	-	-	-
2023	15	15	23,065	23,065
2024	19	35	28,935	52,000
2025	53	87	78,833	130,833
2026	35	123	52,948	183,781
2027	37	160	55,514	239,295
2028	25	184	37,285	276,579
2029	26	210	38,999	315,578
2030	27	238	40,776	356,355
2035	217	455	325,930	682,285
2040	574	1,029	861,600	1,543,885
2050	822	1,852	1,233,740	2,777,625

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la curva de inversiones del programa completo para la infraestructura de carga. **Las inversiones acumuladas para 1,85 millones de cargadores a ser instalados hasta el 2050 se estiman en cerca de 3 mil millones de dólares**, con un cronograma gradual que permite establecer un plan financiero con desembolsos por cumplimiento.

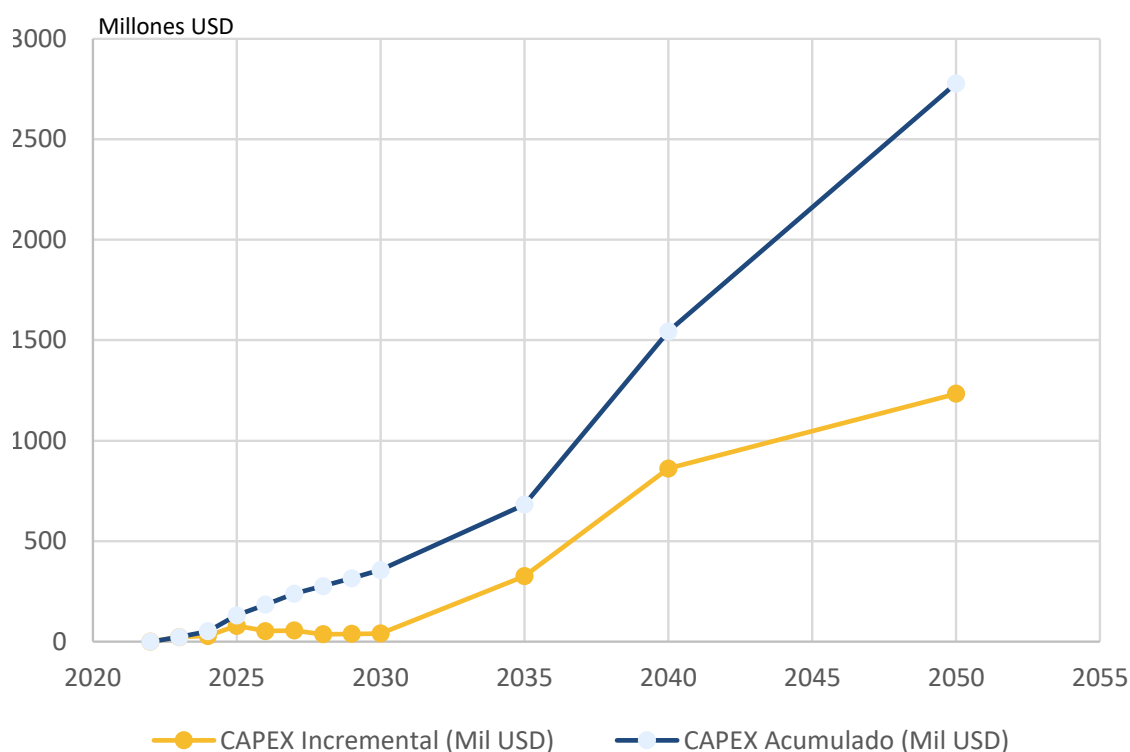
Sobre este monto de inversión para la adquisición de las estaciones de carga se deberían considerar, en un estudio de factibilidad detallado, los costos locales de colocación y las

²⁰ Agencia Internacional de la Energía, World Energy Outlook 2022. Capítulo 3: An updated roadmap to Net Zero Emissions by 2050. Energy transition for 1.5 °C, y Pwc & Energy UK: "Powering ahead! Making sens of bussines models in electric vehicle charge", octubre 2018

inversiones adicionales en las redes de transporte y distribución, que no fueron estimadas ni por ende incluidas en este análisis.²¹

La siguiente figura muestra la curva de inversiones requeridas considerando que el año 1 es el año base, y que por lo tanto las inversiones se producen desde el año 2 en adelante (13 años).

Figura 4. Curva de inversiones requeridas en infraestructura de carga



Fuente: Elaboración Propia en base a información de mercado

Como se indicó anteriormente, estas inversiones son necesarias, pero no suficientes para concretar la penetración de EV's en el mercado de vehículos livianos de la Argentina, de acuerdo a las proyecciones realizadas oportunamente para alcanzar el objetivo de "Net Zero Emissions" en el sector Energía y Transporte en 2050.

A estas inversiones, como condición habilitante, se deben agregar las inversiones en la compra de los vehículos eléctricos correspondientes en las dos categorías analizadas: vehículos livianos y utilitarios. Para ello se consideró un precio de venta en disminución a lo largo del periodo, en el caso de los vehículos livianos se estimó que el valor actual de 25,000 USD/unidad se mantiene hasta

²¹ Se considera que los costos locales de instalación son relativamente marginales frente a la inversión descrita, y podrían ser asimilados a las tarifas por acometida de la empresa distribuidora de electricidad.

2030, entre 2030 y 2035 se reduce a 18000 USD/unidad y de 2035 en adelante el precio de venta es de 12.000 USD/unidad.

En el caso de los utilitarios los valores estimados son de 28.000 USD hasta 2030, de allí a 2035 el precio es de 20.000 USD/unidad y de allá a 2050 cae a 15.000 USD/unidad.²²

En la Tabla 9 se pueden apreciar las inversiones estimadas, que serían realizadas por los particulares para el cambio de vehículo de MCI a EV, que en total alcanza los 989 mil millones de USD entre 2023 y 2050. Con una penetración del 12%, las inversiones alcanzan los 59.000 millones de USD entre 2023 y 2030, para pasar a 540 mil millones en la década siguiente hasta 2040, llegando a 986 mil millones entre 2040 y 2050.

Tabla 9: Inversiones en vehículos livianos eléctricos: automóviles y utilitarios livianos entre 2023 y 2050

Año	Automóviles (millones USD)	Vehículos utilitarios livianos (millones USD)	Total (millones USD)
2021	-	-	-
2022	-	-	-
2023	3,077	859	3,936
2024	3,231	1,591	4,822
2025	9,857	3,282	13,139
2026	7,032	1,793	8,825
2027	7,373	1,879	9,252
2028	4,246	1,968	6,214
2029	4,439	2,061	6,500
2030	4,639	2,157	6,796
2035	139,958	55,600	195,558
2040	250,863	93,777	344,640
2050	656,436	330,556	986,992

Fuente: Elaboración Propia en base a información de mercado

²² Se trata del costo final pagado por el automovilista que adquiere el EV. Para este análisis no se incluye ningún tipo de subsidio ni incentivo del Gobierno, dado que la oportunidad de inversión se relaciona con la infraestructura de carga para asegurar el abastecimiento y de esta manera dar seguridad en el abastecimiento al propietario del vehículo. La caída del precio a partir del 2035 es un supuesto basado en una producción masiva de EV por parte de las automotrices que por efecto escala reducen los costos de producción y por lo tanto el precio final al público.

Instrumentos financieros

El mecanismo propuesto involucra el otorgamiento de financiamiento concesional (en principio, a partir del Fondo Fiduciario de la Movilidad Sustentable –FoDeMS-, que podría ser creado en virtud del proyecto de ley “Promoción de la Movilidad Sustentable” actualmente en discusión) con posible cofinanciamiento de parte del gobierno provincial y/o empresas públicas de energía a empresas que busquen constituirse como operadores de puntos de carga (OPC) a través de alguno de los siguientes modelos de negocio:

- OPC “diversificado”: Empresas que operan en varios segmentos del mercado de carga, incluyendo puntos de carga en lugares de destino y carga rápida, con operaciones que pueden incluir diferentes participaciones en la cadena de valor (desde la instalación de los puntos de recarga hasta el mantenimiento de la red);
- OPC “especializado”: Empresas enfocadas solo en un segmento de carga.
- OPC “optimizador de la red”: Empresas que se posicionan ocupando varios segmentos del negocio de carga obteniendo asimismo ingresos adicionales o secundarios (por ejemplo, ayudar a administrar la red permitiendo la exportación de energía desde grupos de vehículos eléctricos detenidos, utilizando tecnología inteligente para facilitar la carga de vehículos eléctricos en periodos de baja demanda).
- OPC “proveedor de energía”: En general se trata de proveedores de electricidad, para quien la carga de EV no constituye una parte central de su negocio. Sin embargo, una posición en el mercado de carga de EV puede redituarse beneficios importantes dado que una mayor penetración de vehículos incrementará sus ingresos y creará futuras oportunidades de nuevos perfiles de demanda.

La contribución de préstamos en condiciones concesionales es particularmente crítica para el desarrollo de infraestructura de carga para EV porque, en ausencia de incentivos financieros, la inversión en cargadores puede tener un Valor Actual Neto (VAN) poco atractivo y hacer inviable la oportunidad de inversión.

Podrían aplicar al instrumento todas las empresas que deseen constituirse como OPC hasta alcanzar, en conjunto, la instalación del total de cargadores estimados. Este cálculo surge de considerar un ritmo de penetración de vehículos eléctricos livianos y utilitarios que alcanzaría, como ya se mencionó, una participación del 75% en 2050.

Para obtener el capital necesario para implementar el proyecto es posible asumir la hipótesis de que los instrumentos financieros propuestos en el proyecto de Ley de Movilidad Sostenible podrían estar disponibles para el desarrollo del Proyecto. **Estos instrumentos son, del lado de la demanda, incentivos a través de ventajas fiscales y/o comerciales directas sobre el precio del EV, así como también sobre el equipamiento para la infraestructura de carga.**

También se propone en el proyecto de ley nacional la creación de un Fondo Fiduciario de la Movilidad Sustentable (FODEMS), que se alimentaría de fuentes tales como el impuesto a los

combustibles líquidos y el impuesto al carbono. Asimismo, puede recibir fondos directos del Tesoro, de créditos multilaterales, etc.

En particular, para la materialización de esta oportunidad y poder realizar la inversión requerida para la instalación de los cargadores, se propone avanzar en el acceso al financiamiento concesional (analizando en una instancia posterior las diferentes fuentes existentes que se alineen a los objetivos de este proyecto), junto con cofinanciamiento por parte de las empresas a cargo de la instalación de los cargadores para avanzar en el desarrollo de un mercado en el que se disponga de préstamos a tasas y plazos que fomenten la inversión en soluciones de carga para el transporte sostenible.

En efecto, el financiamiento lo que permite es ir realizando la inversión en infraestructura de carga a la vez que se desarrolla la demanda (adquisición de vehículos eléctricos) y de esa manera se permite ir repagando las inversiones ante una demanda atomizada como son los vehículos livianos.

Adicionalmente se deberá avanzar en la identificación de instrumentos adecuados para estimular la adquisición de vehículos eléctricos livianos por parte de los privados, así como de los medidores/cargadores particulares, y la adecuación de la infraestructura de distribución, no cuantificada en este ejercicio.

3. Eficiencia Energética

La eficiencia energética abarca el 67,5% de las medidas de mitigación identificadas en los planes nacionales. Sin embargo, su contribución a la reducción de emisiones pareciera estar subestimada, y ello puede deberse a que cada sector trabaja en forma independiente, sin tener en cuenta los beneficios de la eficiencia energética en sus proyectos.

A la vez, la atomización de los distintos actores involucrados vuelve muy difícil que desde una instancia centralizada se pueda tener éxito en la óptima implementación de estas medidas y de otras que adicionalmente se podrían agregar.

Las inversiones necesarias en eficiencia energética son una actividad transversal a todos los sectores económicos y con una gran atomización de los beneficiarios. Los proyectos de EE se desenvuelven a nivel nacional, provincial o municipal, con la participación de los actores privados. Por lo tanto, se trata de medidas que involucran a una diversidad de sectores y usuarios así como tecnologías, lo que implica poner a disposición los servicios de eficiencia energética independientemente de las tecnologías y sectores de actividad donde se implemente.

Las políticas que hacen énfasis en la demanda –tal como se implementan actualmente en muchos países– pueden producir un ahorro energético equivalente al generado por las políticas

que se focalizan en los cambios en las fuentes de energía, pero según los casos, a un costo mucho menor y con impactos sociales, ambientales y en la salud de escala más reducida.

La mayor parte de los escenarios futuros y de los diálogos realizados en el marco de este Proyecto con los actores involucrados muestran que la eficiencia energética es un supuesto subestimado en la Argentina, quedando limitado a la ejecución de una serie de acciones con tecnologías disponibles hoy en el mercado sin considerar innovaciones y rupturas que podrían modificar la forma en la que se consume la energía, respecto de una política integral que permita alcanzar objetivos más ambiciosos. Dada la multiplicidad de actores (consumidores, productores, empresas de servicios), las decisiones son de carácter descentralizado y privado más que el resultado de una política desde el Estado. Sin embargo, éste en sus distintos niveles es el encargado de desarrollar estructuras de incentivos y señales económicas para que la toma de este tipo de decisiones se oriente hacia los objetivos buscados.

Las políticas que hacen énfasis en la demanda pueden producir un ahorro energético equivalente al generado por las políticas que se focalizan en los cambios en las fuentes de energía, pero a un costo mucho menor y con mayores impactos sociales, ambientales y en la salud.

Por lo tanto, se requiere desde el Estado, que se conozca su funcionamiento y se definan estándares a cumplir ayudando de esta manera a establecer las líneas de base sobre las cuales medir y verificar las mejoras, que serán las fuentes de ingreso de estas compañías.

Se encuentran en tratamiento parlamentario varios proyectos de ley relacionados con la eficiencia energética, en particular, el proyecto de Ley de Eficiencia Energética, que toma en cuenta varios de estos conceptos.

Si bien no es indispensable contar con un marco normativo para introducir este tipo de mecanismos -ya que podría implementarse como un contrato entre privados-, es empero recomendable para generar un marco de actuación que otorgue mayor visibilidad y reglas claras para todas las partes interesadas, lo que permitirá un despliegue a mayor escala y, al mismo tiempo, que pueda desarrollarse en mercados con usuarios atomizados, como son los del sector residencial y comercial, que difícilmente se alcanzaría sin los instrumentos mencionados.

Los actores clave para la aplicación de este instrumento son los siguientes²³:

Empresa distribuidora de energía (gas y/o electricidad): proveedora de equipos, proveedora de servicios, instalación de tecnología. Puede financiar intervenciones.

²³ Propuesta de política e instrumento o mecanismo financiero para el desarrollo de la industria de eficiencia energética en la Argentina mediante la introducción de Empresas de Servicios Energéticos (ESEs)., Fundación Torcuato di Tella (FTDT), Decarboost., Buenos Aires, 2022

Empresa (pública o privada)/individuo que contrata el servicio: receptor de la implementación del proyecto en sus instalaciones y de los beneficios de ahorro energético (económico) asociados.

Bancos comerciales: pueden financiar los proyectos en los casos en que las ESCO no realicen el financiamiento.

Empresa de monitoreo y verificación: monitoreo del rendimiento del ahorro de energía (verifica y garantiza ahorros). Suele ser una tercera parte habilitada formalmente mediante alguna certificación o registro (deberán preverse en la normativa).

El sector público: establece requisitos, estándares y normativa para la introducción de las ESCO así como generación de información y de mercado, construcción y fortalecimiento de capacidades y diseminación de oportunidades de eficiencia energética como sensibilización sobre el consumo racional de energía.

La intensidad energética, medida como la relación entre el abastecimiento de energía primaria y el Producto Bruto Interno (PBI), es un indicador del esfuerzo que realiza un país por mejorar la productividad de su consumo energético. En la Argentina, este indicador ha tenido un comportamiento muy errático como consecuencia de la evolución del PBI, pero también evidenciando las falencias en la implementación de políticas de Uso Racional y Eficiencia Energética (UREE), que revelan un alto potencial de ahorro a ser aprovechado.

Diversos estudios indican que es posible plantear hipótesis de mejora de la intensidad energética de entre el 40% y el 55% o aún mayores. Es posible proponer una trayectoria general del sistema energético con un componente de UREE que supone un nivel de reducción de la intensidad energética del 1,5% anual lineal, lo cual acumula, en un lapso de 30 años, una disminución del 45% respecto al año base 2021, en línea con la experiencia internacional. Esta reducción significa un mínimo posible que podría ser superado, dado que la Argentina ha hecho relativamente poco en el tema y existe mucho margen de mejora.

Las medidas de mitigación coinciden con las mejoras de eficiencia energética y ahorro planteados, por lo que hay un amplio consenso en aquellas acciones a emprender, entre las que podemos citar:

- **En materia de eficiencia energética:** Utilización de artefactos más eficientes, promoviendo tecnologías de menor consumo; sustitución de consumos de combustibles por energía eléctrica, aumentando la eficiencia de conversión final; planificación integrada del medio ambiente; recursos, salud y bienestar en ciudades; redes y modos de transporte; diseño de edificios y residencias; procesos industriales; sistemas de iluminación; etc., con formación de técnicos y profesionales con alta capacitación en temas de sostenibilidad.

- **En materia de uso responsable de la energía:** mejoras en los comportamientos, hábitos y costumbres generando conciencia ambiental, promoviendo la educación y la formación técnica y profesional y, desalentando consumos suntuarios o de bienes y servicios con alto contenido de carbono.

En los escenarios energéticos al 2030²⁴ publicados en 2019 por la Secretaría de Energía (SE), el consumo de energía final en un escenario de eficiencia energética crecería a una tasa del 1,4% anual acumulado, contra un escenario base casi 60% mayor. Partiendo de un Consumo de Energía Final en 2018 de 53,2 Mtep se llegaría en un escenario eficiente a 63,1 Mtep, ahorrándose 5,8 Mtep respecto del escenario base con una elasticidad implícita de 0,47, es decir que por cada punto de crecimiento del PIB el consumo de la energía final debe crecer medio punto.

El "escenario eficiente" recoge acciones que forman parte del Plan Nacional de Energía y Cambio Climático:

- Eficiencia en electro y gasodomésticos;
- Incremento del uso de LED en el parque de iluminación;
- Bombas de calor, desplazando calefactores a gas natural;
- Alumbrado público: recambio completo progresivo de luminarias públicas al año 2030,
- Optimización de energía en la Industria;
- Cogeneración;
- Eficiencia en calefones y termotanques;
- Transporte urbano e interurbano;
- Recuperación del sistema ferroviario, transporte urbano sustentable,
- Etiquetado vehicular asociado a la definición de estándares mínimos de eficiencia energética.
- Promoción de nuevas tecnologías y resto de acciones.

Sin embargo, en este escenario eficiente cambia muy poco la estructura de consumo en 2030, manteniéndose el gas natural como la fuente de mayor preponderancia en el sector residencial e industrial, 57% y 42% respectivamente; los combustibles líquidos en el transporte mantienen una participación cercana al 70%, mientras que el gas natural avanza al 21% y la energía eléctrica crece marginalmente en la industria y el sector residencial y es casi imperceptible en el transporte.

Este escenario eficiente oficial se encuentra muy lejos de posibilitar que en 2050 Argentina pueda alcanzar emisiones netas cero.

Si en un escenario poco ambicioso como el descrito anteriormente, donde los combustibles fósiles siguen predominando ampliamente en la estructura de consumo final se consiguieran realizar ahorros por 5,8 millones de Tep solamente en 2030²⁵, se podría estimar una disponibilidad de recursos financieros crecientes, que con las ambiciones de ahorro y eficiencia podrían ser derivadas por distintos mecanismos a una nueva industria de eficiencia direccionada al sector residencial, al comercial, al transporte y a la industria.

La eficiencia energética, como ya se mencionó, es una actividad transversal a diversos sectores económicos y con una gran atomización de beneficiarios. Los proyectos de Eficiencia Energética (EE) se desenvuelven a nivel nacional, provincial o municipal, siendo el sector privado un actor clave. Las medidas son rentables a mediano y largo plazo, pero debido a que la inversión inicial (la implantación de la medida de EE) es una barrera para muchos consumidores, su implementación se demora a nivel nacional.

El potencial de la eficiencia energética es significativo para alcanzar los objetivos de emisiones netas cero, pero para motorizar medidas adecuadas se requiere el desarrollo de una industria de eficiencia energética mediante la creación de la figura de la empresa de servicios de energía (ESE, o ESCO por sus siglas en inglés). Una ESCO es una empresa que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en instalaciones/viviendas/comercios de un usuario, afrontando cierto grado de riesgo económico al hacerlo según los resultados del ahorro energético.

Requiere de un instrumento para implementar medidas que, si bien en un análisis de mediano plazo resultan convenientes, requieren inversiones iniciales (*up-front*) que muchas veces los usuarios de los servicios energéticos no están en condiciones de realizar o manifiestan incertidumbre sobre la conveniencia de concretarlas, mientras que las ESCO pueden:

1. Canalizar financiamiento a partir de líneas de crédito desarrolladas por entidades financieras,
2. Acceder a crédito o
3. Financiar las inversiones a realizar, apalancadas por sus potenciales economías de escala y la agregación de demanda.

Una ESCO diseña, desarrolla e implementa proyectos de servicios energéticos o de eficiencia energética entregando o garantizando los ahorros de energía resultantes del proyecto. El contrato entre una ESCO y el beneficiario puede establecer estructuras diferentes: a) Contrato de Desempeño Energético; b) Contrato de Suministro de Energía; c) Ahorro compartido; d) Ahorro garantizado; e) BOOT (*Build, Own, Operate and Transfer*).

²⁵ Una tonelada equivalente de petróleo (Tep) equivale a 7,4 barriles de petróleo.

Instrumentos regulatorios

Para que la implementación de un programa de eficiencia energética sea sostenible y permanente, se requiere la constitución de empresas especializadas capaces de brindar a los beneficiarios la información necesaria sobre la conveniencia de incorporarse a un programa de este tipo y consentir que se realicen las auditorías necesarias, proponer un plan de mejoras y financiar o canalizar el financiamiento requerido para llevar a cabo las inversiones necesarias para alcanzar el objetivo buscado. Estas empresas son las ya mencionadas ESE.

El desarrollo de un marco normativo para la creación, implementación y fortalecimiento de un mercado de ESE en Argentina debería tener en cuenta, como mínimo, las siguientes cuestiones:

- **Figura jurídica:** es necesario definir la figura jurídica de la ESE, ya que en la práctica la ESE estará invirtiendo por cuenta y orden de las empresas/usuarios que recibirán los proyectos en sus instalaciones. Aquí aparecen cuestiones asociadas con la responsabilidad sobre las instalaciones y el acceso al financiamiento, entre otras.
- **Financiamiento:** el modelo implica que la empresa ESE realiza la inversión inicial del equipamiento y su instalación en un tercero (beneficiario) y luego cobra en función de los ahorros obtenidos. En muchos casos la ESE requiere financiamiento, pero en el caso de Argentina se requiere al menos difundir esta figura e idealmente generar algún mecanismo o línea de crédito específica mediante el cual la ESE pueda endeudarse, aun cuando no cuenta con instalaciones para utilizar como garantía o similar.
- **Registro de empresas ESE:** si bien no es algo imprescindible, sería deseable contar con un registro de ESE, al cual los interesados en contratar el servicio pudieran recurrir y estar seguros de que las empresas cuentan con alguna validación previa por parte de algún organismo gubernamental. Este registro también facilitaría la difusión de las entidades para el acceso al financiamiento requerido.
- **Acreditación de organismos para el monitoreo, medición y verificación de los ahorros.** Se requerirán organismos de tercera parte (terceros independientes) para la certificación de los ahorros sobre los cuales se ejecutará el contrato entre la ESE y el beneficiario, las condiciones que deberán cumplir los organismos, así como un registro de los mismos, que deberían ser definidos por la normativa a desarrollar.
- **Perfiles técnicos y profesionales:** se precisará un plan de generación de capacidades que garantice la disponibilidad mínima de mano de obra para intervenir en las distintas instancias (identificación de proyectos, elaboración de contratos, diseño e implementación de los proyectos, operación, monitoreo y verificación de los ahorros).
- **Códigos y estándares mínimos:** códigos de edificación, códigos de energía y normas de estándar mínimo de consumo energético, metas de eficiencia energética, normas o estándares mínimos para los artefactos eléctricos, políticas de etiquetado como

medida de acción clave para la información y concientización para todas las partes interesadas.

- **Campañas de concientización**, comunicación fuerte y constante que permitan llegar a la mayor cantidad de potenciales beneficiarios con el objetivo de que formen parte del mercado, teniendo en cuenta dos grandes líneas de trabajo: Difusión de las ESE y Sensibilización y educación sobre eficiencia energética.
- **Programas de desarrollo de competencias e instrumentos de difusión**, que permitan lograr mayor éxito y penetración de la EE ligado a la calidad final de la ejecución de las medidas de EE y una buena productividad de los trabajadores impactando directamente en la percepción del beneficiario final.

El esquema de financiamiento propuesto aquí para el desarrollo del mercado de las ESE requiere de la creación de un fideicomiso, donde el fiduciario podría ser el Banco Nación o el BICE y el fiduciante, la Secretaría de Energía de la Nación.

El Poder Ejecutivo Nacional debería conformar una Unidad Ejecutora para administrar el programa, evaluar los proyectos técnicos y asignar los fondos para su ejecución mediante un programa previamente acordado con la ESE y con la empresa industrial. Estos fondos pueden provenir:

- a) De la banca multilateral;
- b) De la banca comercial;
- c) Proveedores de equipos;
- d) Tesoro de la Nación;
- e) Otros aportes y donaciones

El financiamiento a los proyectos de eficiencia energética ejecutado a través de las ESE permitiría realizar la inversión en eficiencia energética de manera gradual, mediante un plan de desembolsos que permita, a partir de la generación de ahorros, repagar las inversiones ante una demanda atomizada como lo es la eficiencia energética para las viviendas, las industrias de escala variable y el sector comercial y público.

La aplicación de medidas de eficiencia energética permite ahorros en el consumo final significativo, lo que en el caso de la Argentina con una matriz energética dominada en un 85% por los combustibles fósiles, gas natural y petróleo, implicaría una reducción de emisiones y un menor desembolso por importaciones de estos combustibles, que en 2018 alcanzaron aproximadamente al 20% del consumo final. En el documento "Escenarios Energéticos 2030", de la secretaria de Gobierno de Energía, (2019, p. 78) se plantea que un escenario eficiente permitirá reducir el consumo final en 31.1 millones de Tep en 10 años (2020-2030), es decir un promedio de 62 mil barriles/día de petróleo. Los ahorros se concentran esencialmente en el sector residencial (58%), seguido por el transporte (19%) y la industria (16%).

Cabe señalar que estas proyecciones son extremadamente conservadoras y podrían incrementarse sustancialmente.

Aun con esta observación, la valorización de estos ahorros considerando un precio del barril de petróleo promedio de largo plazo de 60 USD, se obtendría en promedio un ahorro de 1.362 millones de USD anuales, en el periodo 2020-2030.

En este documento se propone asignar un presupuesto equivalente al 10% del ahorro anual en acciones de eficiencia energética destinados a la promoción de un mercado de eficiencia motorizado por Empresas de Servicio Energético (ESE), que accederían al fondo de eficiencia mencionado en el punto anterior. Finalizado el período estimado será necesario hacer una evaluación y si se considera que la industria ha alcanzado la madurez ya no será necesario seguir destinando recursos al fondo de ESEs para su promoción.

El plan de inversiones para eficiencia energética que se propone consiste en inyectar anualmente 140 millones de USD durante los próximos diez años para la ejecución de acciones de eficiencia energética, distribuido sectorialmente en función de las estimaciones mencionadas en los Escenarios Energéticos 2030. De acuerdo a los estudios realizados por la CEPAL²⁶ (Blanco, Alfonso; Coviello, Manlio, 2015) el promedio de intervenciones en materia de eficiencia energética por empresas es del orden de los 100.000 USD/intervención, con picos que pueden alcanzar 1 millón de USD en el caso de grandes industrias. En la Argentina, los fondos estimados a asignar a la industria de eficiencia energética permitirían intervenir en promedio 1.400 unidades anualmente en todos los sectores económicos, esencialmente en la industria, residencial y comercial. Este ritmo de actividad en los próximos diez años permitiría alcanzar e incluso podría superar los objetivos fijados en los Escenarios al 2030 elaborados por la secretaria de Gobierno de Energía, del 2019.

Las acciones propuestas consisten además en el financiamiento para la modificación de normativa y el desarrollo de un registro de ESEs; la acreditación de organismos para el monitoreo, medición y verificación de los ahorros; el desarrollo de programas de generación de capacidades; el desarrollo de códigos de edificación, códigos de energía y normas de estándar mínimo de consumo energético, entre otras; el desarrollo de campañas de concientización y comunicación; la realización de auditorías; las inversiones de EE y el desarrollo de un sistema de Medición, Registro y Verificación (MRV).

²⁶ Empresas de servicios energéticos en América Latina: un documento guía sobre su evolución y perspectivas

V. Conclusiones

Las inversiones dimensionadas en los tres conjuntos de mitigación seleccionados, en base a los criterios de impacto en la mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero, carácter transformacional de las acciones en el comportamiento económico y social de los consumidores y productores y factibilidad de implementación, se resumen en la Tabla 7:

Tabla 7: Estimación de inversiones en los conjuntos de mitigación priorizados

Conjuntos de mitigación priorizados / Inversiones en millones de USD/año	2023-2030	2031-2050
Energías Renovables no convencionales para generación eléctrica	3.594	6.450
Electromovilidad – infraestructura de carga	44	121
Vehiculos Electricos livianos EV's	59.848	986.992
Incentivo para la creación de Empresas de Servicio Energético y establecer un mercado de eficiencia energético	140	0

Fuente: Elaboración Propia en base a información de mercado

El ritmo de estas inversiones está asociada a la penetración de estas instalaciones en la estructura de la demanda. En el caso de la generación de electricidad con energías renovables y en la construcción de infraestructura de carga para electromovilidad, los requerimientos son crecientes y alcanzan su mayor valor en la década 2040-2050. En el caso del incentivo para la creación de ESE's, se ha considerado que las inversiones se requieren hasta 2030, en ese punto la industria de eficiencia energética alcanza madurez y no necesita incentivos para brindar sus servicios al mercado.

Se observa una fuerte predominancia en las inversiones requeridas para la construcción de centrales de generación de energía eléctrica renovable no convencional, que es una industria que se puede considerar madura y que es imprescindible para asegurar la electrificación de los consumos en el proceso de transición energética.

De la misma manera, la infraestructura de carga como condición habilitante para la penetración de la movilidad eléctrica en el sector de transporte individual liviano en zonas urbanas principalmente es una intervención capital intensiva.

Por último, el otro eje promueve la creación de mercados donde la inversión principal proviene del sector privado en decisiones individuales que están atomizadas y se relacionan con condiciones

habilitantes para la ejecución de acciones de medidas de eficiencia energética que se revelan altamente rentables con muy baja inversión, pero que presenta importantes barreras que deben ser abordadas con el desarrollo de un mercado y una industria que permita la agregación de la demanda y reducir el riesgo asociado a los ahorros a nivel individual.

En el caso de la eficiencia energética, se requiere también de una estructura de incentivos y señales de precios que aceleren los cambios de conducta a nivel individual incluyendo eficiencia de electrodomésticos, procesos industriales, edificios y hogares, iluminación, etc.

En la figura a continuación se sintetiza el tipo de instrumentos requeridos para acelerar el despliegue de cada uno de los conjuntos y los pilares de descarbonización del sector de energía y transporte que promueven.

Figura 5. Conjuntos, instrumentos y pilares de descarbonización



Una economía con cero emisiones netas es técnica y económicamente posible en Argentina con las tecnologías de mitigación y captura disponibles.

No obstante, un análisis exhaustivo de tecnologías de descarbonización específicas demuestra que algunas de las tecnologías que se espera contribuyan a la descarbonización industrial no podrán ser financiadas en el futuro inmediato a menos que se introduzca una robusta combinación de incentivos y señales de precios.

Las transformaciones identificadas son extremadamente desafiantes en términos de requerimientos de CAPEX, pero el orden de magnitud de estos requerimientos a lo largo del horizonte de planificación en el sector de Energía y Transporte es equivalente a los desembolsos realizados y

previstos para la infraestructura de actividades intensivas en carbono, como el *upstream* (combustibles) y la nueva capacidad de generación ya desarrollada en la última década.

Los recursos presupuestarios públicos han mostrado ser eficaces para conseguir movilizar el capital privado, pues tienen capacidad de absorber pérdidas que desalentarían la inversión privada, y permitir apalancar los recursos privados mediante préstamos, aportes de capital y garantías, que a su vez harían posible movilizar recursos privados.

Para ello, por lo tanto, es clave desarrollar una estrategia de financiamiento climático a nivel de país que contemple las necesidades totales de financiación requeridas, compatibles con la descarbonización de la economía nacional al 2050, a través de recursos provenientes de la cooperación internacional, del sector privado y el sector público.