



Hoja de Ruta de Transición Energética hacia un Perú sin emisiones 2030 - 2050

Resultados Finales

Marzo 2021

Objetivo del Estudio y Modelización

El estudio tiene el objetivo de identificar las medidas de descarbonización que Perú debería adoptar, a los efectos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

2030



Un enfoque a corto y mediano plazo

- ¿Qué medidas pueden adoptarse para:
 - ✓ Acelerar la transición al 2030;
 - ✓ Privilegiar las inversiones que maximizan los beneficios de las tecnologías existentes y maduras;
 - ✓ Minimizar las inversiones que tienen bajo impacto en terminos de mitigación de emisiones.
- ¿Cuál es el rol del gas natural en la transición?

¿Cuál es la política a seguir en una transición eficiente del modelo energético?

2050



Se requieren de una vision a largo plazo

- ¿Cuál puede ser el modelo energético al 2050, en base al desarrollo tecnologico esperado y los recursos naturales existentes?
- ¿Cuáles son las inversiones necesarias para alcanzar el modelo propuesto?

Modelización de escenarios

Utilización del **modelo LEAP** para integrar en los siguientes escenarios la relación entre actividad, conductas, políticas públicas y avances tecnológicos.

Business As Usual

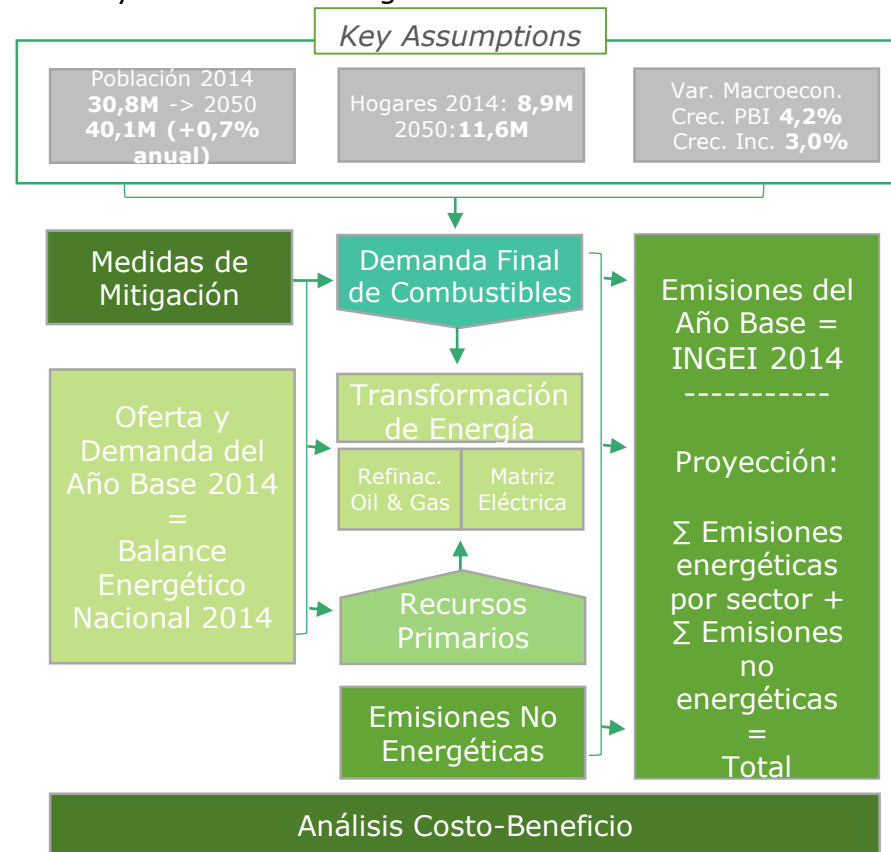
- Escenario inercial. Incluye medidas de mitigación a partir del año 2030 siguiendo los lineamientos trazados por el gobierno de Perú en sus propias proyecciones.

Increased Ambition

- Medidas de mitigación y cambios en la matriz energética maximizando el potencial en todos los sectores en base a lo propuesto por las NDC nacionales no condicionadas.

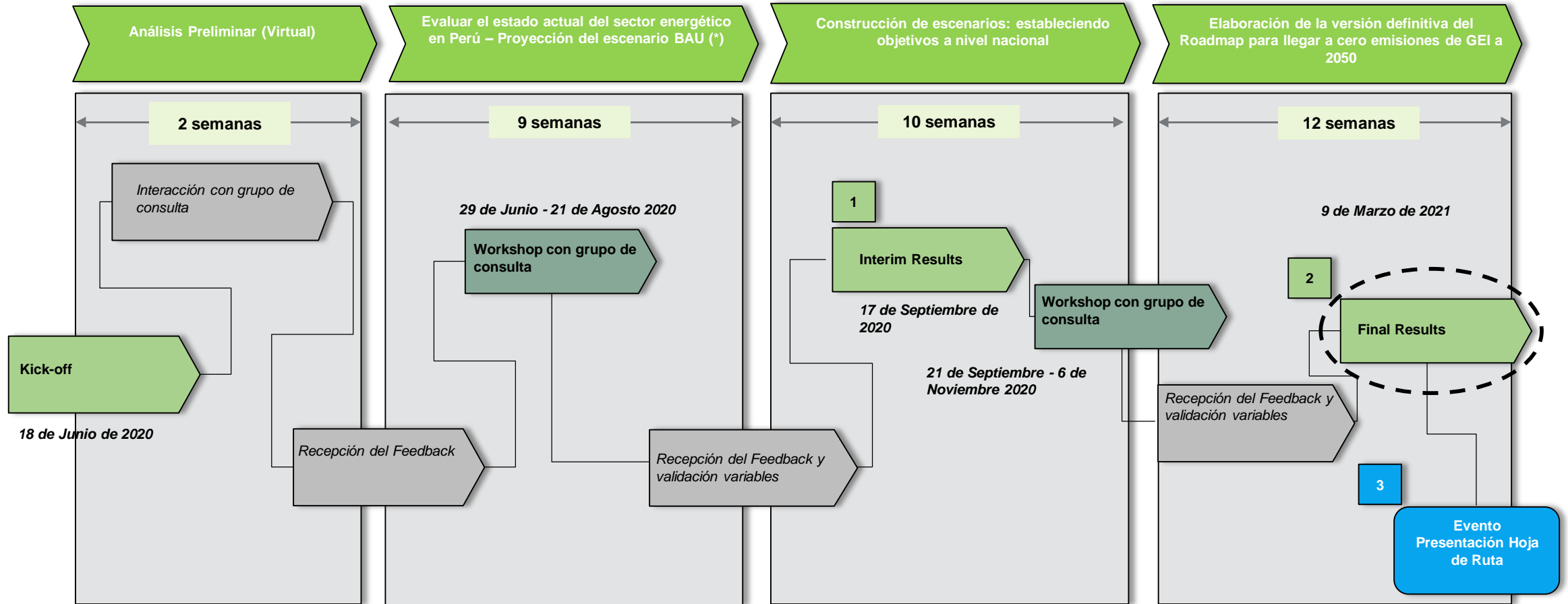
Green Development

- Políticas de mitigación y cambios en la matriz energética orientados a maximizar los beneficios de la descarbonización en un contexto de apoyo internacional alcanzando la carbono neutralidad.



Cronograma del Estudio

Rumbo a la construcción de la Hoja de Ruta Perú 2030-2050



(*) BAU = Business As Usual

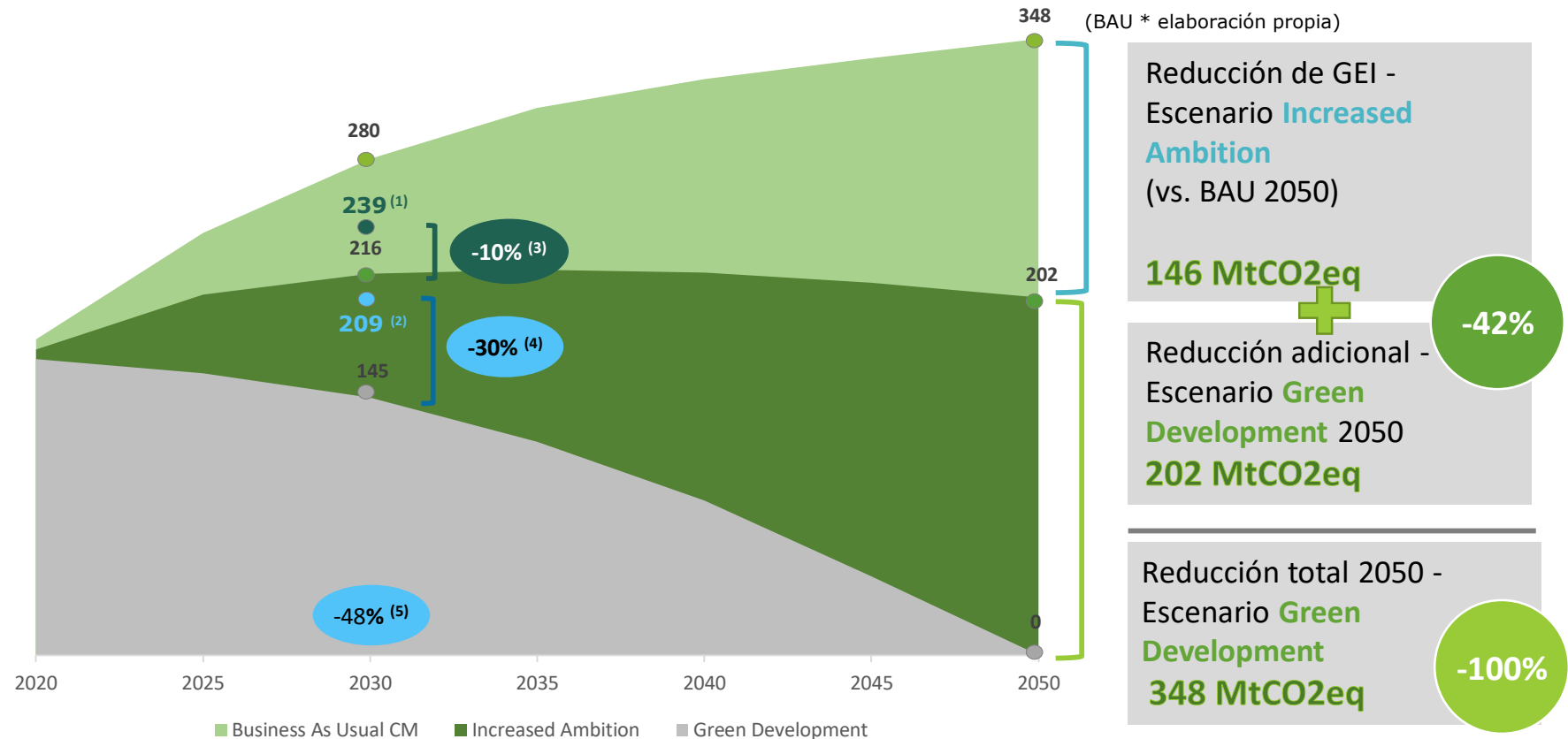
Marzo 2021

Transición a una economía baja en carbono

Se han identificado tres palancas de la transición, analizando dos escenarios: Un escenario **Increased Ambition** que estabiliza las emisiones, y un escenario **Green Development** donde se logra la neutralidad de carbono a 2050

Sendero de Emisiones de GEI (MtCO₂ eq.)

- 1. Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales mediante la digitalización de redes**
- 2. Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde.**
- 3. Incentivar modos de producción y consumo sustentable.**



(1) Target Incondicional 2030 NDC
 (2) Target Condicional 2030 NDC
 (3) Comparación nivel 2030 del escenario Increased Ambition con objetivo Incondicional del NDC
 (4) Comparación nivel 2030 del escenario Green Development con objetivo Condicional del NDC
 (5) Comparación nivel 2030 del escenario Green Development con BAU
 Nota: Año base 2014
 Fuente: análisis Deloitte

El modelo energético peruano al 2050: principales indicadores

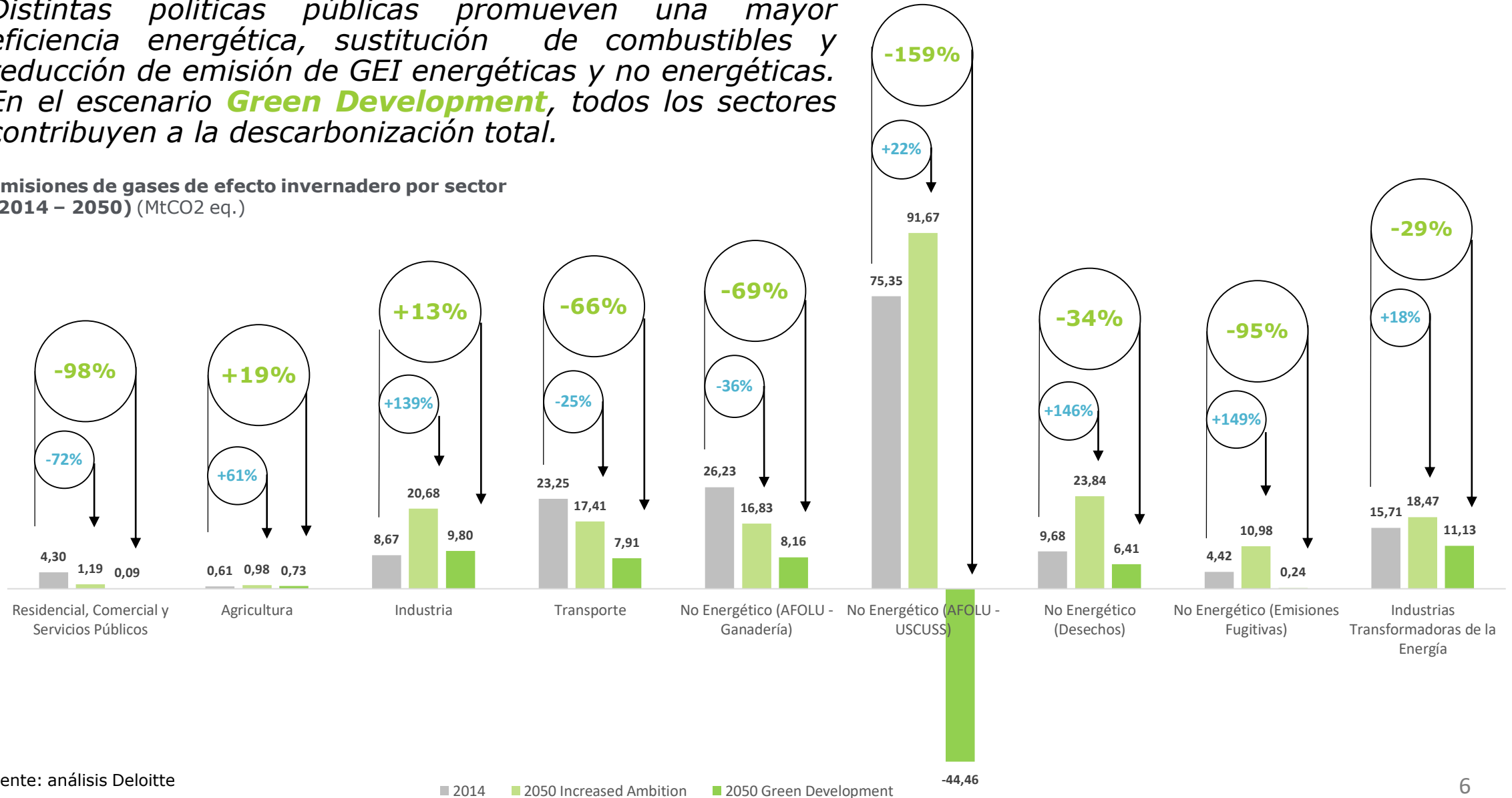
Con estos escenarios Perú reduce las emisiones totales per cápita de 5,46 en 2014 a 5,04 (-8%) en 2050 en el escenario **Increased Ambition**, mientras que en el **Green Development** se logra la neutralidad de carbono.

	2014	Increased Ambition		Green Development	
		2030	2050	2030	2050
Emisiones per cápita	5,46 tCO2e	6,00 tCO2e	5,04 tCO2e	4,05 tCO2e	-
Emisiones por Mill. USD del PBI	831,53 tCO2e	538,03 tCO2e	221,11 tCO2e	363,05 tCO2e	-
Intensidad energética per cápita	0,57 tep	0,60 tep	0,54 tep	0,52 tep	0,37 tep
Intensidad energética por Mill. USD del PBI	86,15 tep	53,46 tep	23,72 tep	47,02 tep	16,30 tep
% Electrificación de usos finales	20%	27%	41%	32%	62%
% Capacidad Instalada de energías renovables (sin hidro/ con hidro)	3% / 55%	28% / 72%	52% / 82%	32% / 75%	58% / 88%
Generación de ERNC	0,72 TWh	11,90 TWh	46,09 TWh	15,68 TWh	55,28 TWh
Market Share EV	0%	10%	32%	25%	80%
Autos eléctricos (Millones)	0	0,4	2,1	0,9	5,4

El modelo energético al 2050

Distintas políticas públicas promueven una mayor eficiencia energética, sustitución de combustibles y reducción de emisión de GEI energéticas y no energéticas. En el escenario **Green Development**, todos los sectores contribuyen a la descarbonización total.

Emisiones de gases de efecto invernadero por sector (2014 - 2050) (MtCO₂ eq.)

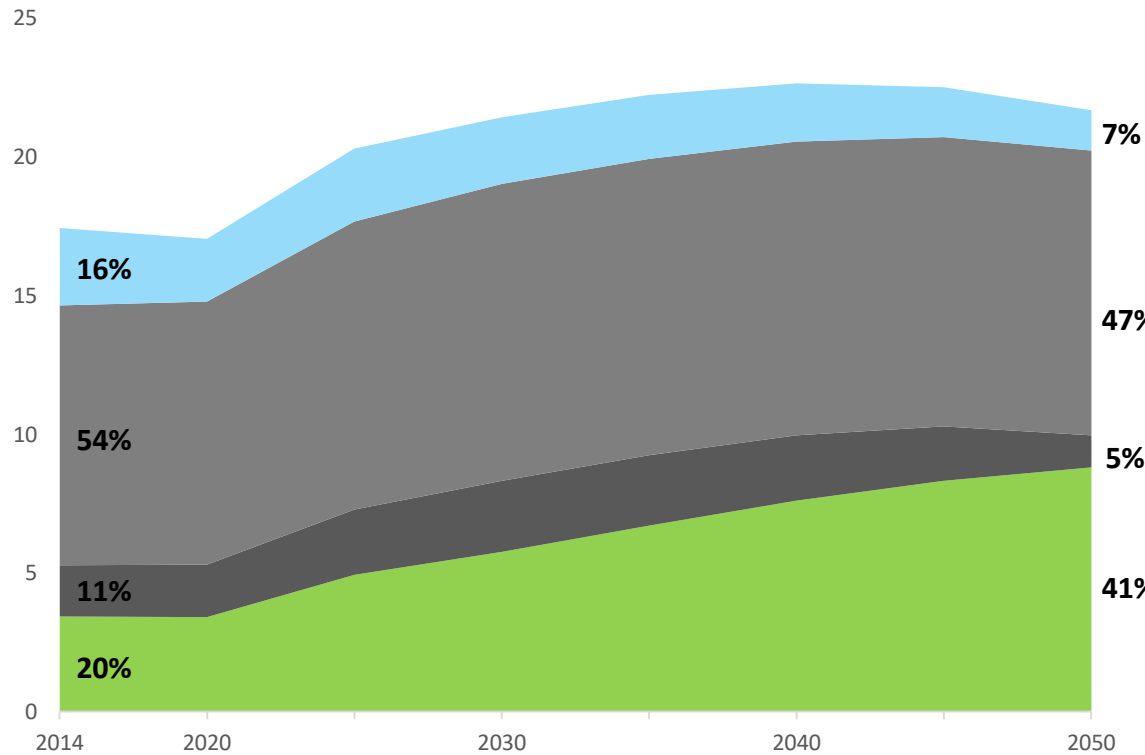


La sustitución de combustibles es clave para la descarbonización

La electrificación del consumo final alcanza el 41% y el 62% en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development** respectivamente.

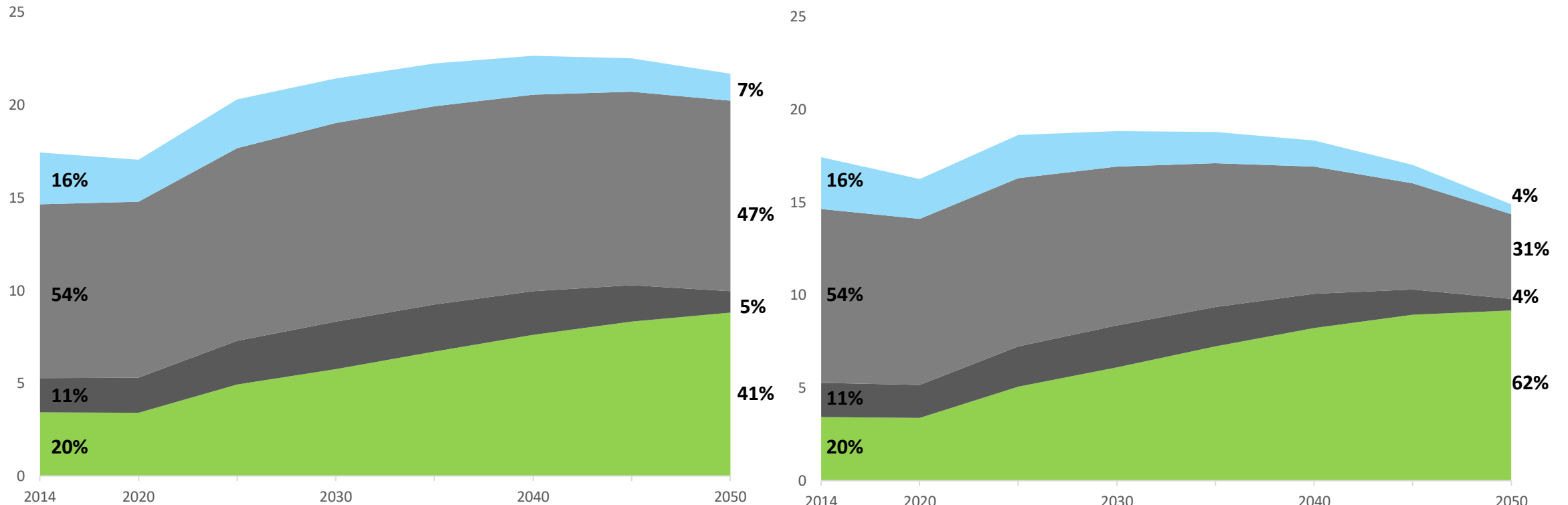
Increased Ambition

Consumo Energético Final (Mtep)



Green Development

Consumo Energético Final (Mtep)

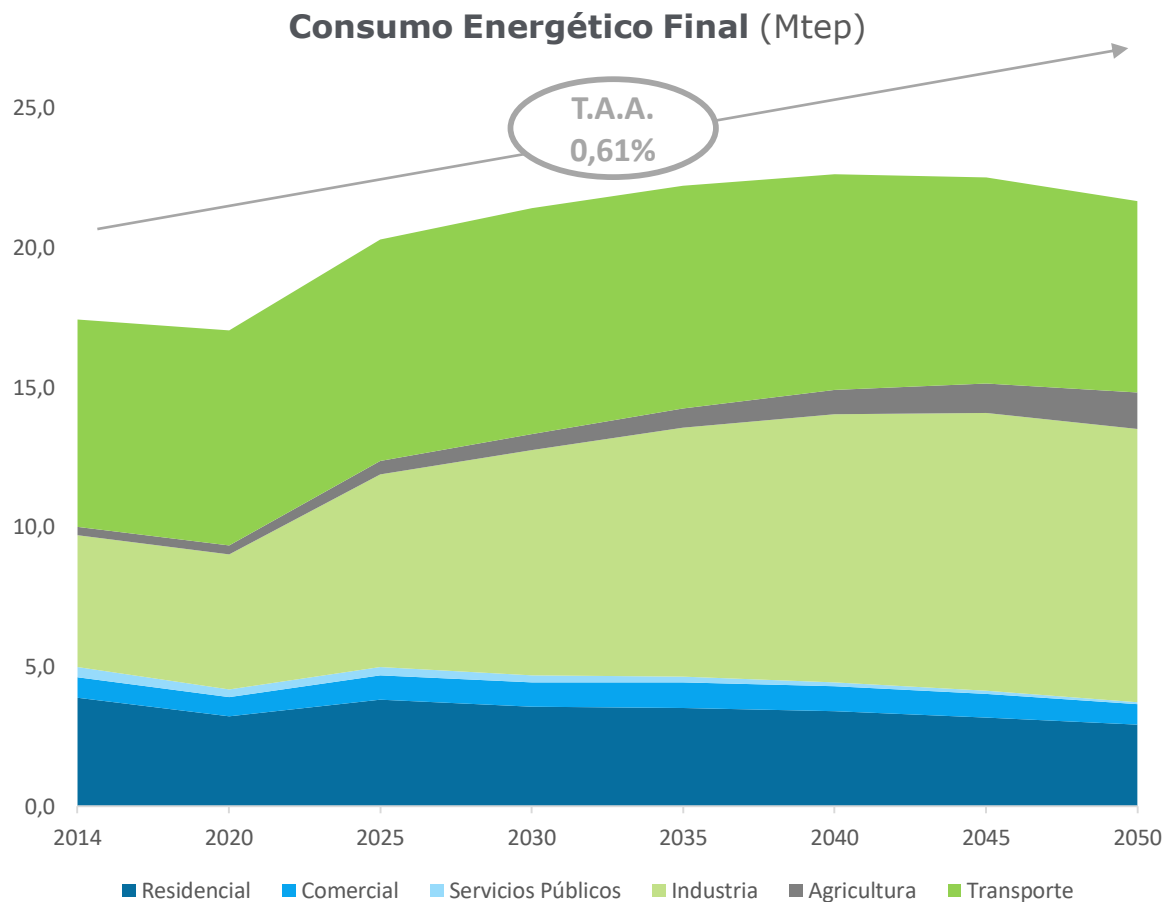


Electricidad Gas Natural Derivados del Petróleo No Energético

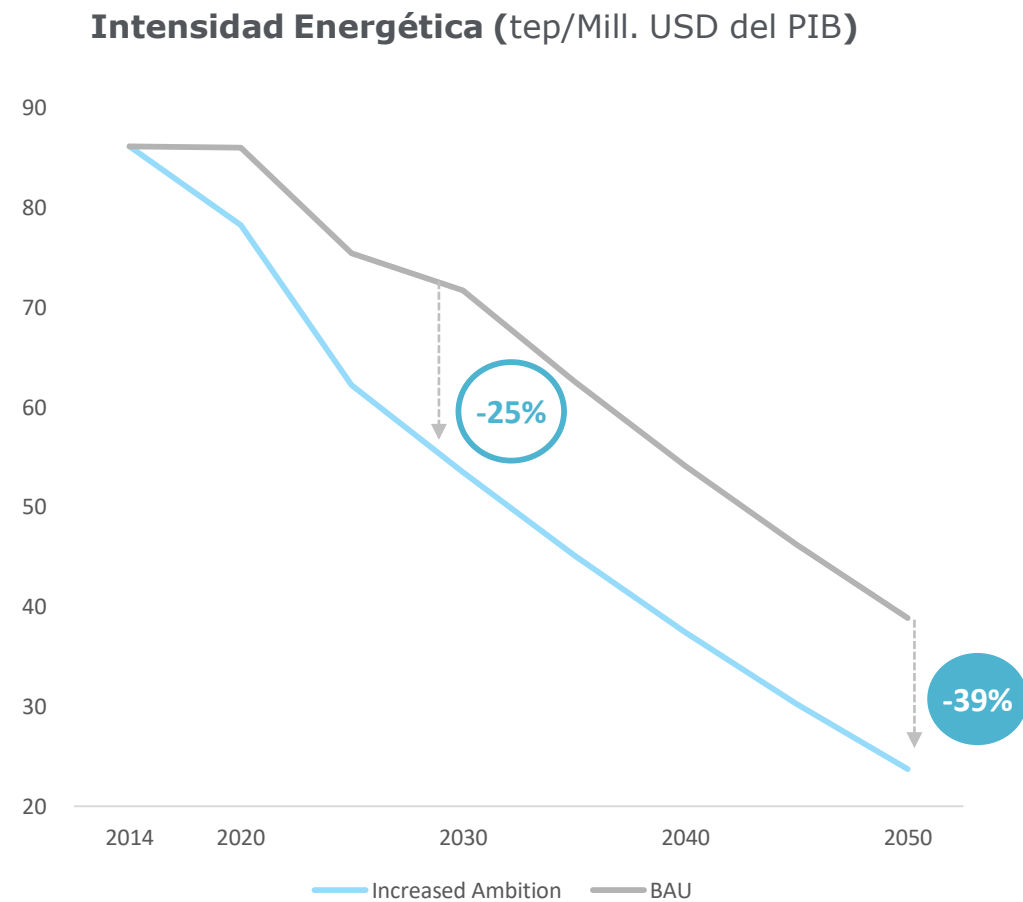
Fuente: análisis Deloitte

Demanda Final de Energía – Increased Ambition

El consumo energético crece al 0,61% anual, por debajo del crecimiento de la economía, al reducir la intensidad energética en un 39% al 2050 respecto del escenario BAU.



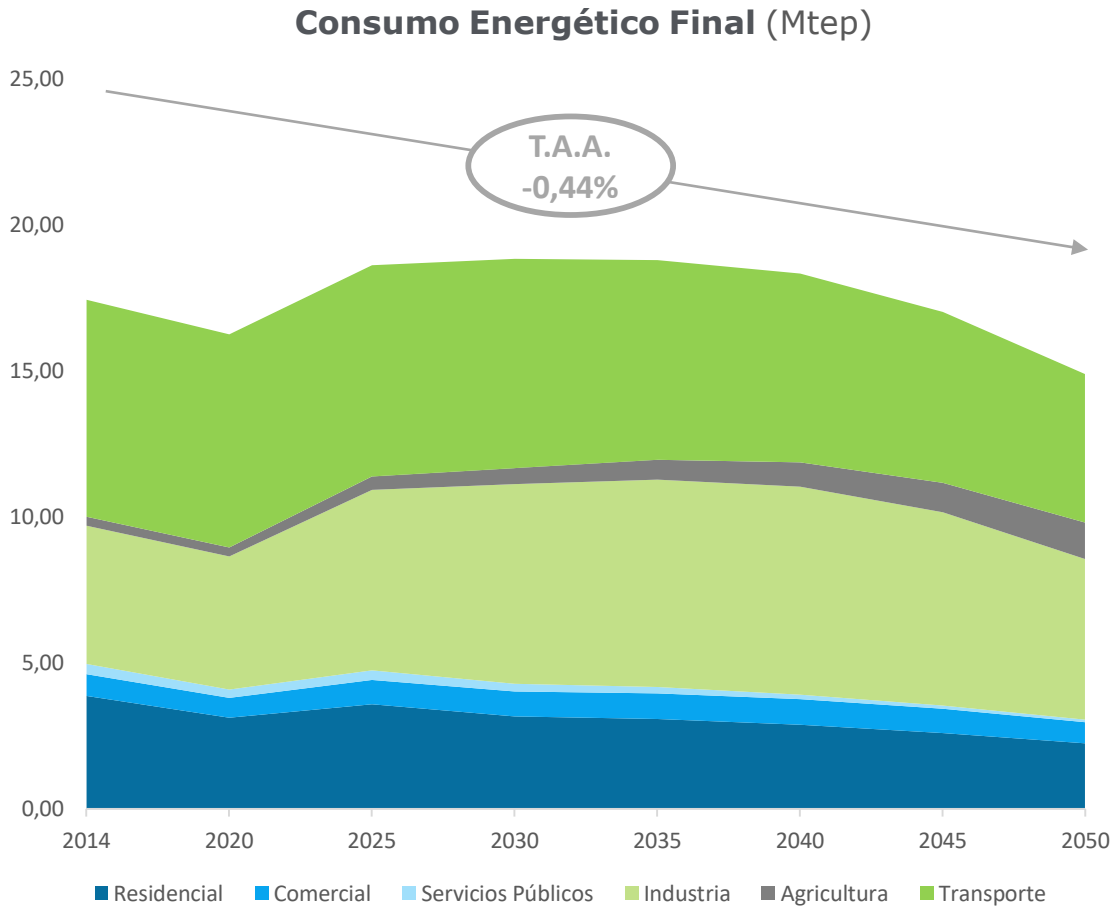
Fuente: análisis Deloitte



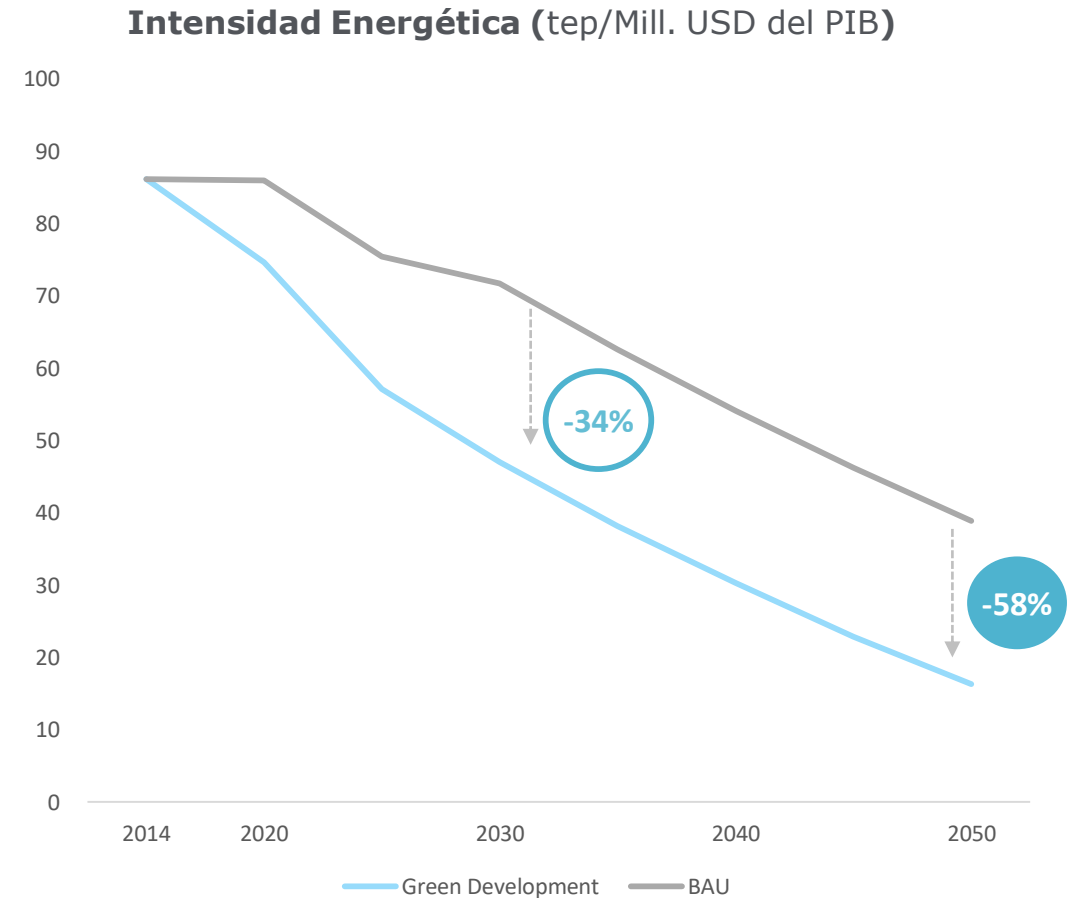
Fuente: análisis Deloitte

Demanda Final de Energía – Green Development

El consumo energético se reduce en un 0,44% anual si se reduce la intensidad energética en un 58%, al introducir medidas de mitigación de forma acelerada y con un objetivo más ambicioso.



Fuente: análisis Deloitte



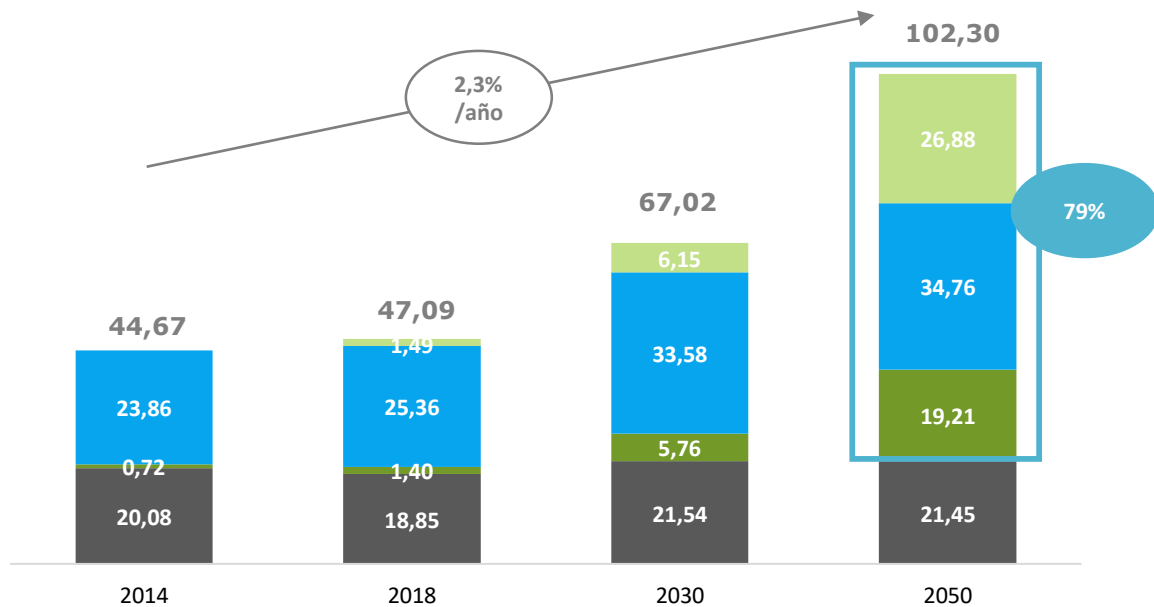
Fuente: análisis Deloitte

La Generación de Electricidad

La mayor tasa de eficientización en el escenario **Green Development** lleva a que pese a la mayor demanda de energía eléctrica como fuente de combustible, el consumo no varíe en demasía entre ambos escenarios. De esta manera, **el consumo eléctrico alcanza los 102,3 y 106,6 TWh en 2050** en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development** respectivamente, y es suministrado mayoritariamente con fuentes verdes, reduciendo la participación de la generación térmica en la matriz.

Increased Ambition

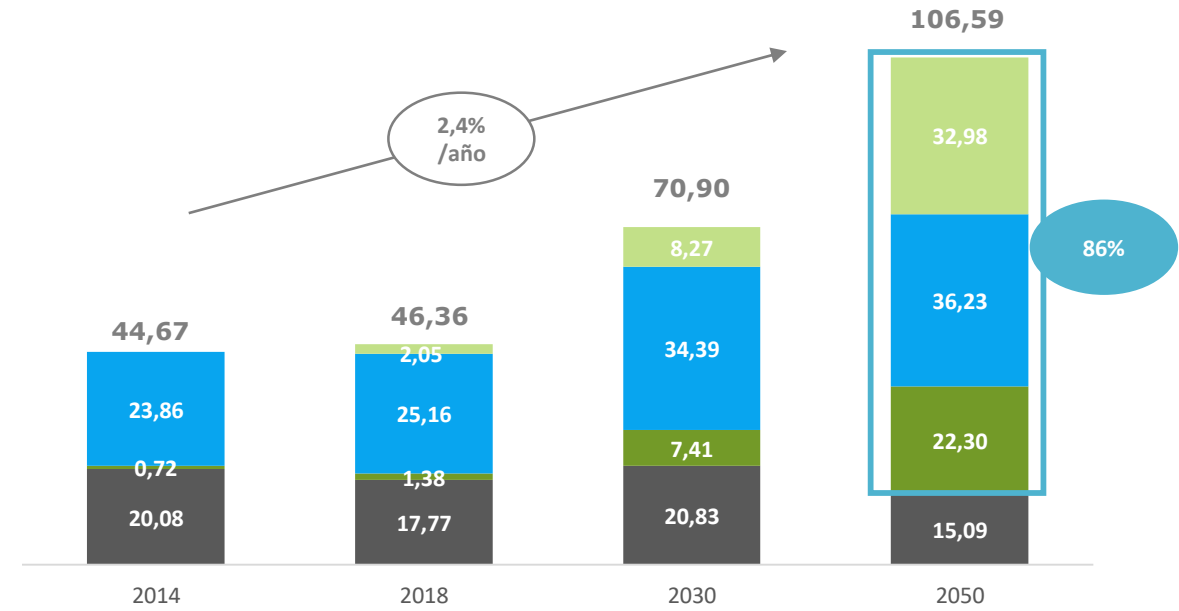
Generación Eléctrica (TWh)



Total Eólico + Solar (2030) = 18%
Total Eólico + Solar (2050) = 45%

Green Development

Generación Eléctrica (TWh)



Total Eólico + Solar (2030) = 22%
Total Eólico + Solar (2050) = 52%

■ Térmica ■ Hidroeléctrica ■ Eólica ■ Solar

Fuente: análisis Deloitte

Capacidad de la matriz de generación eléctrica

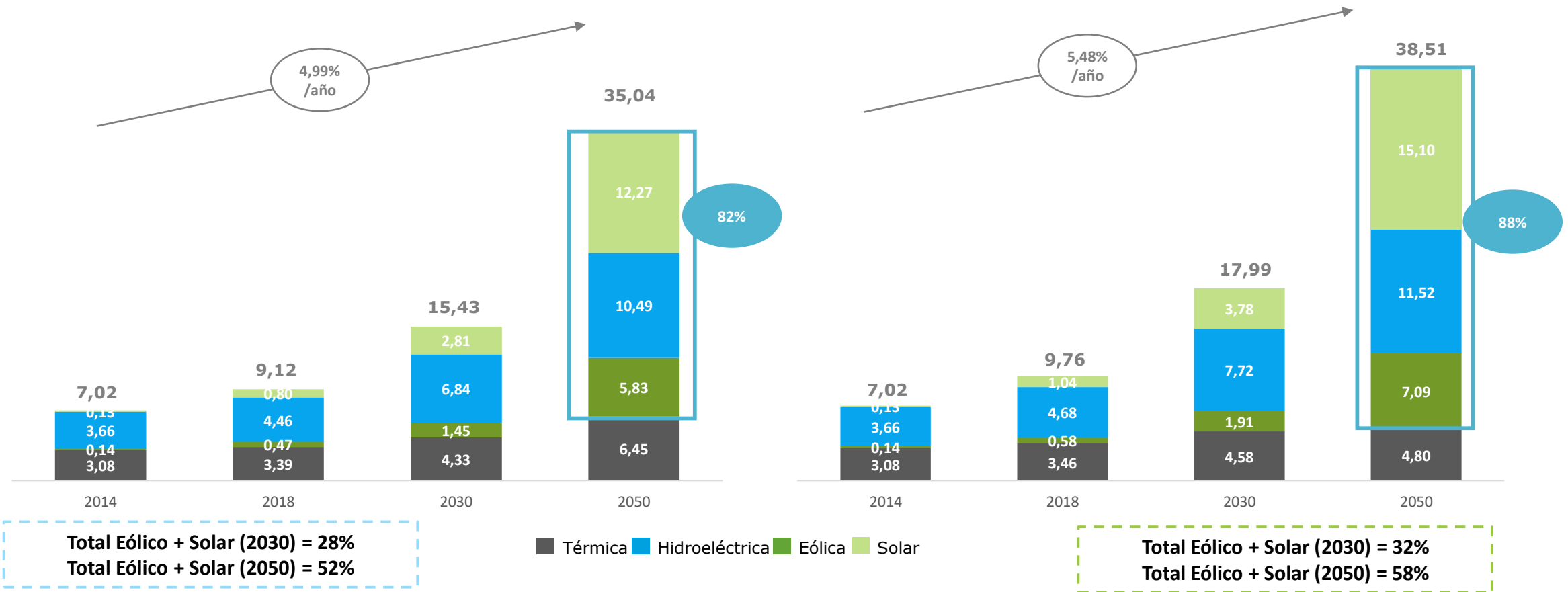
La descarbonización de la matriz eléctrica requiere un **82% de potencia renovable** a 2050 en el escenario **Increased Ambition**, y del **88% en el escenario Green Development**.

Increased Ambition

Capacidad Instalada (GW)

Green Development

Capacidad Instalada (GW)



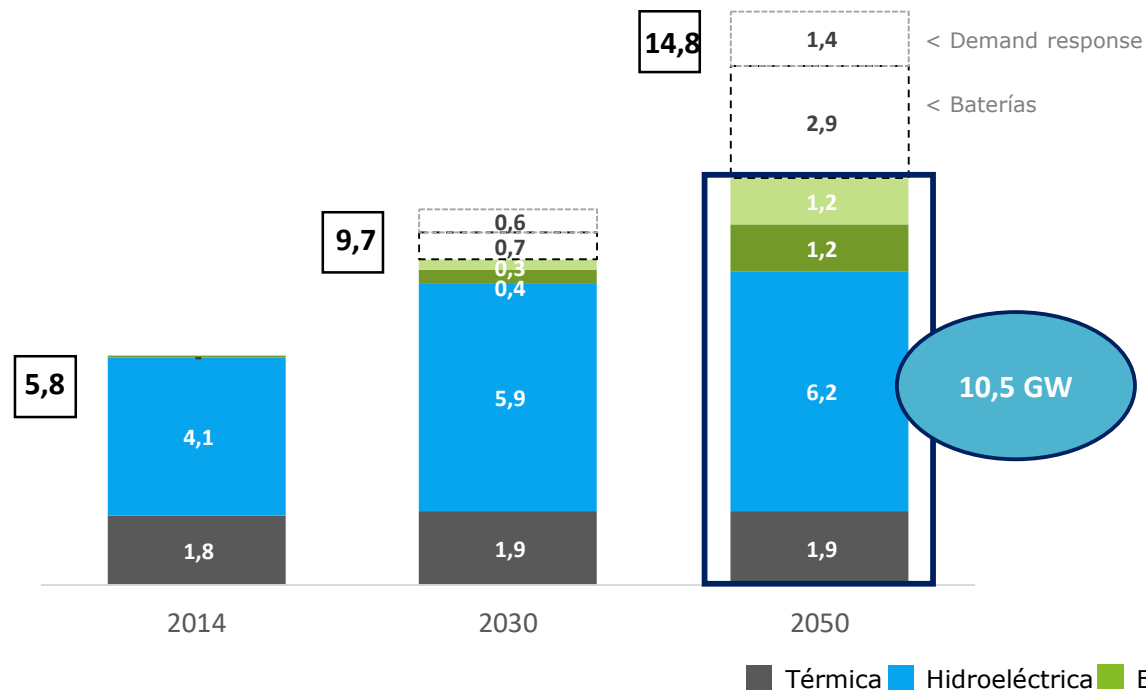
Fuente: análisis Deloitte

Cubrimiento del máximo de demanda

El máximo de demanda se cubre con generación renovable intermitente, de forma costo eficiente para el sistema. El respaldo lo otorga el uso de baterías y la flexibilidad del gas.

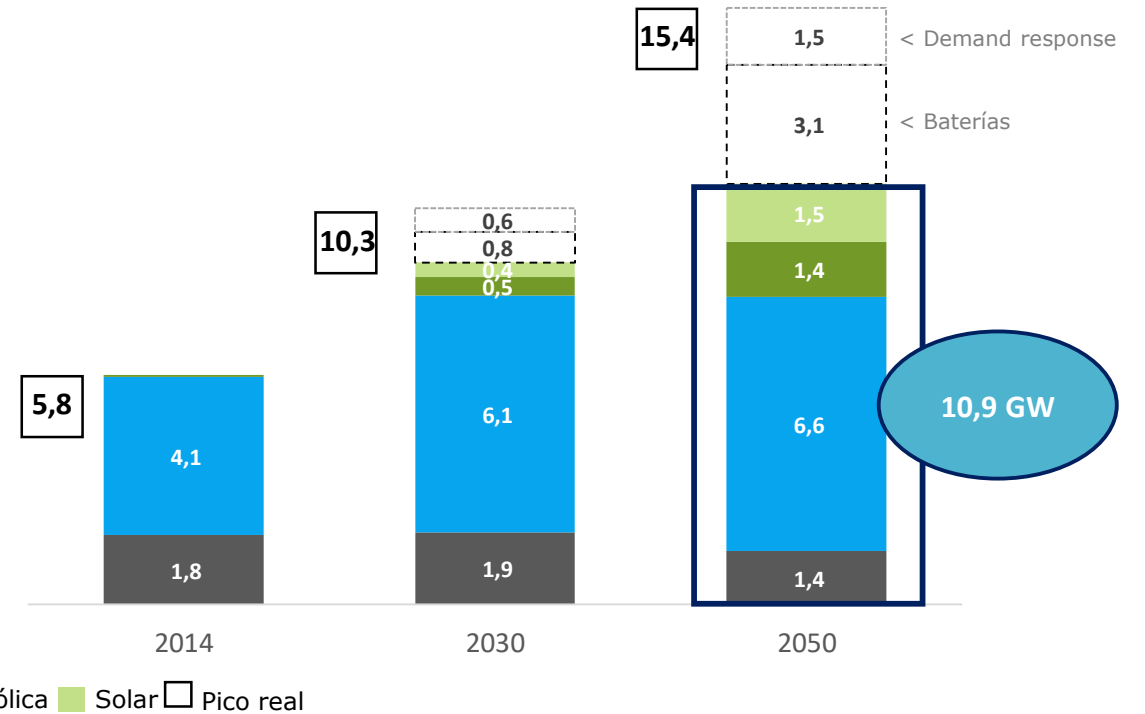
Increased Ambition

Generación para cubrir el pico de demanda (GW)

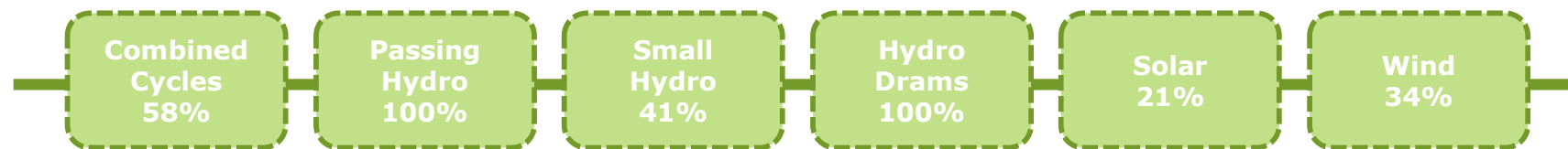


Green Development

Generación para cubrir el pico de demanda (GW)



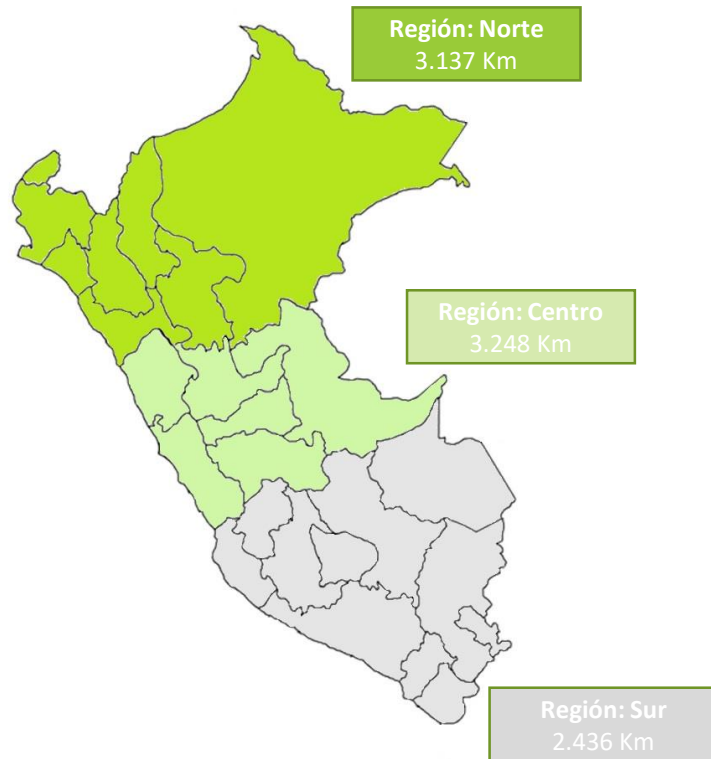
CAPACITY FACTOR



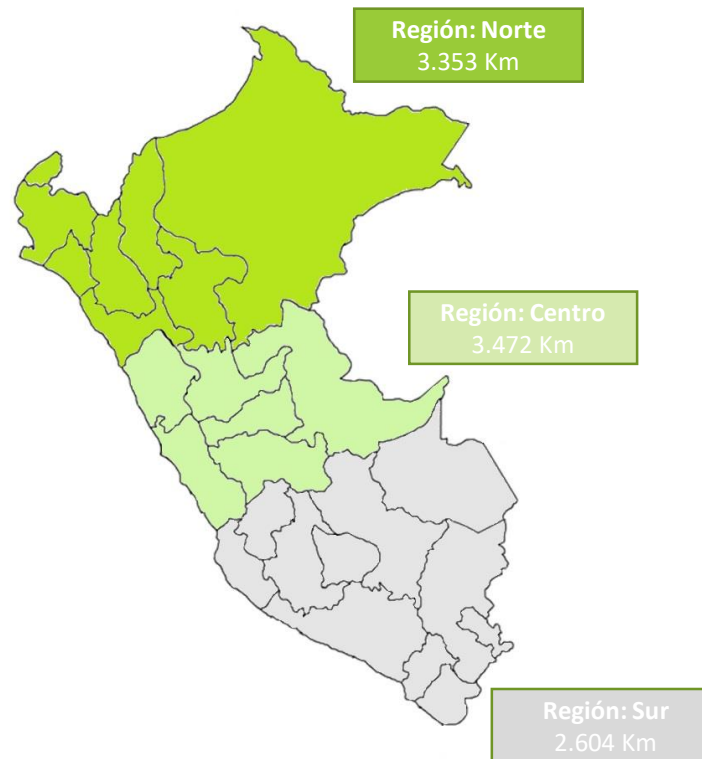
Inversiones en capacidad de transporte eléctrico

Se requiere entre 8.800 km y 9.500 km de líneas de expansión de transporte eléctrico (lo cuál representaría un incremento del 29% y 32% del tendido eléctrico actual), que permitan despachar entre 7,1 y 7,6 GW de potencia adicional para la descarbonización de Perú.

Increased Ambition (2050)⁽¹⁾



Green Development (2050)⁽²⁾



Interconexiones internacionales



(1) Y (2) La construcción de ambos escenarios a 2050 considera los proyectos indicados en la "Propuesta definitiva de actualización del plan de Transmisión 2021-2030" publicado por COES en Octubre 2020

Redes eléctricas (SEIN): Análisis de impacto

Las redes de tendido eléctrico, de 8.800 km en el escenario **Increased Ambition** y de 9.500 km en el **Green Development** en el 2050, permiten una reducción en la emisión de GEI a través de la electrificación y la incorporación de energías renovables a la matriz energética de Perú.

	INCREASED AMBITION	GREEN DEVELOPMENT
Inversión necesaria	USD 5,5 MM	USD 5,9 MM
Generación anual de ERNC (2014-2050)	+45.364 GWh	+54.559 GWh
Reducción acumulada de GEI	227,78 millones tnCO ₂ eq	255,94 millones tnCO ₂ eq
Beneficio (NPV):	USD 1,25 MM	USD 1,42 MM

Sector transporte

Normas sobre emisiones, incentivos al VEB y cambio modal en el transporte de cargas. Electrificación del sector.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- Normas restrictivas sobre emisiones de vehículos convencionales.
- **e-movilidad para el transporte público.**
- Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.
- **Electrificación del sector.**
- Mayor uso del transporte público.
- Etiqueta energética.

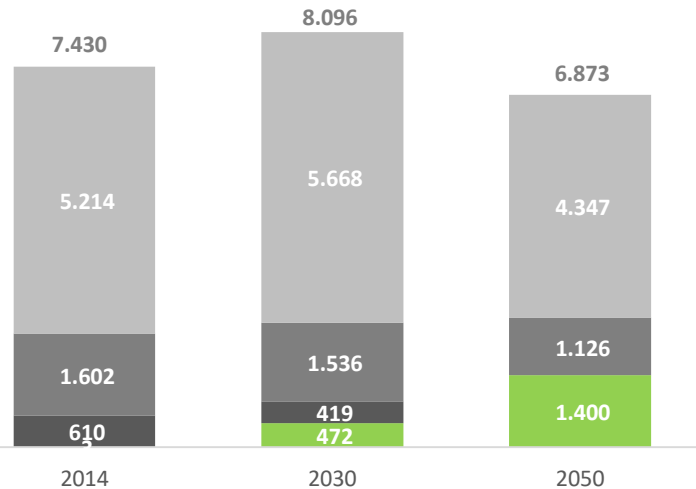
Green Development



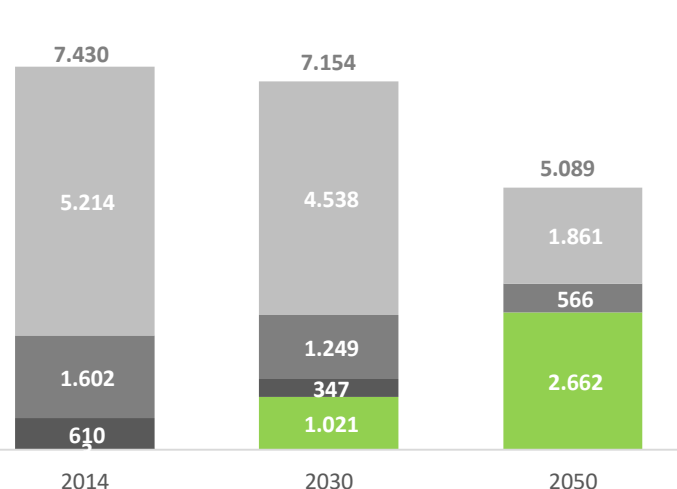
Políticas Requeridas

- **e-movilidad como principal medio de transporte,** otorgando incentivos y restringiendo el uso de vehículos convencionales.
- **Adopción temprana del camión eléctrico.**
- **Mayor priorización del transporte público.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)

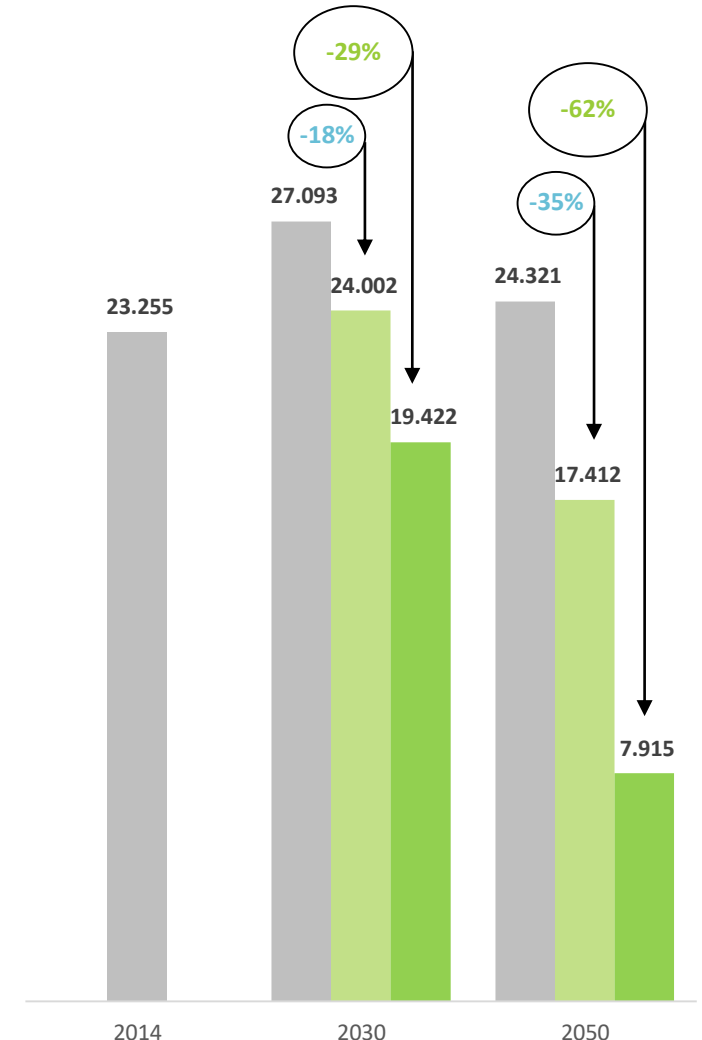


Consumo Energético Final (Miles de tep)



Electricidad Gas Natural Gasolina Otros (Diésel + Jet Kerosene + LPG)

Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



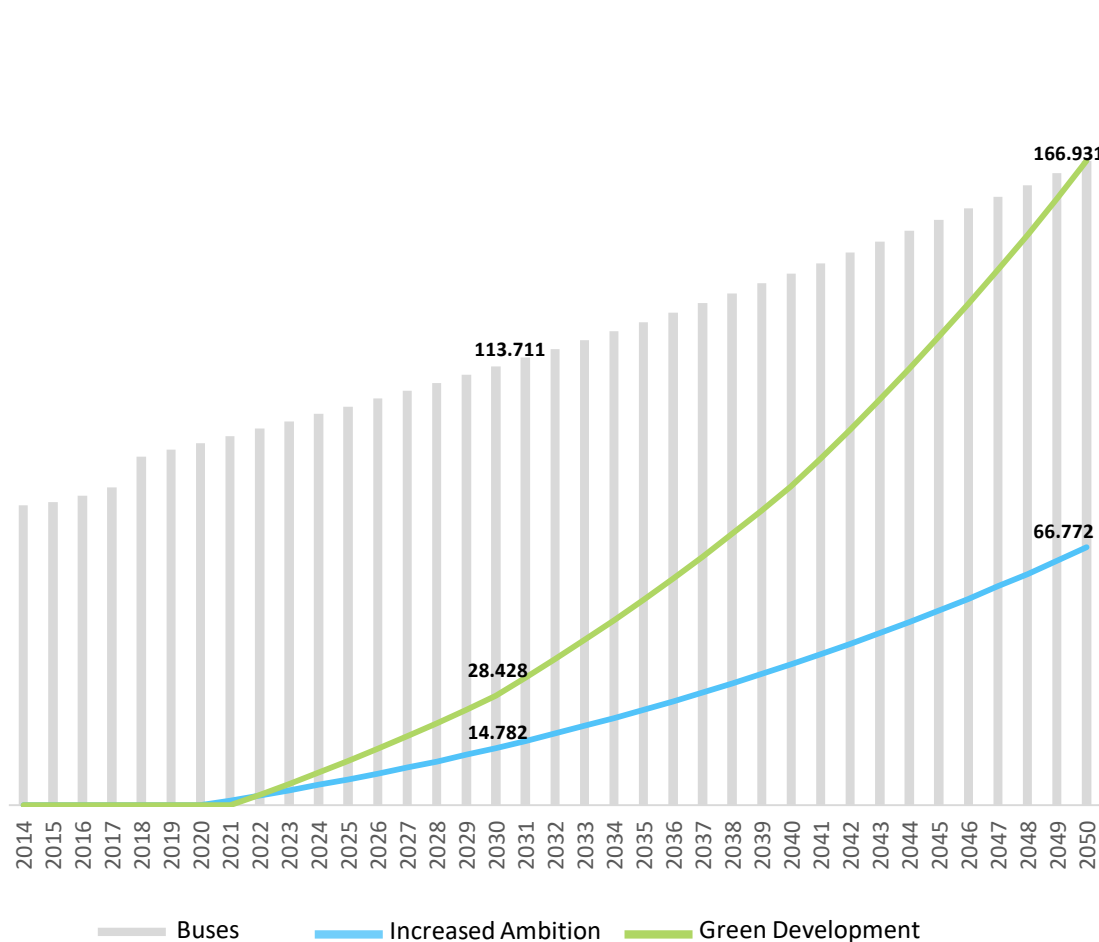
BAU Increased Ambition Green Development

Fuente: análisis Deloitte

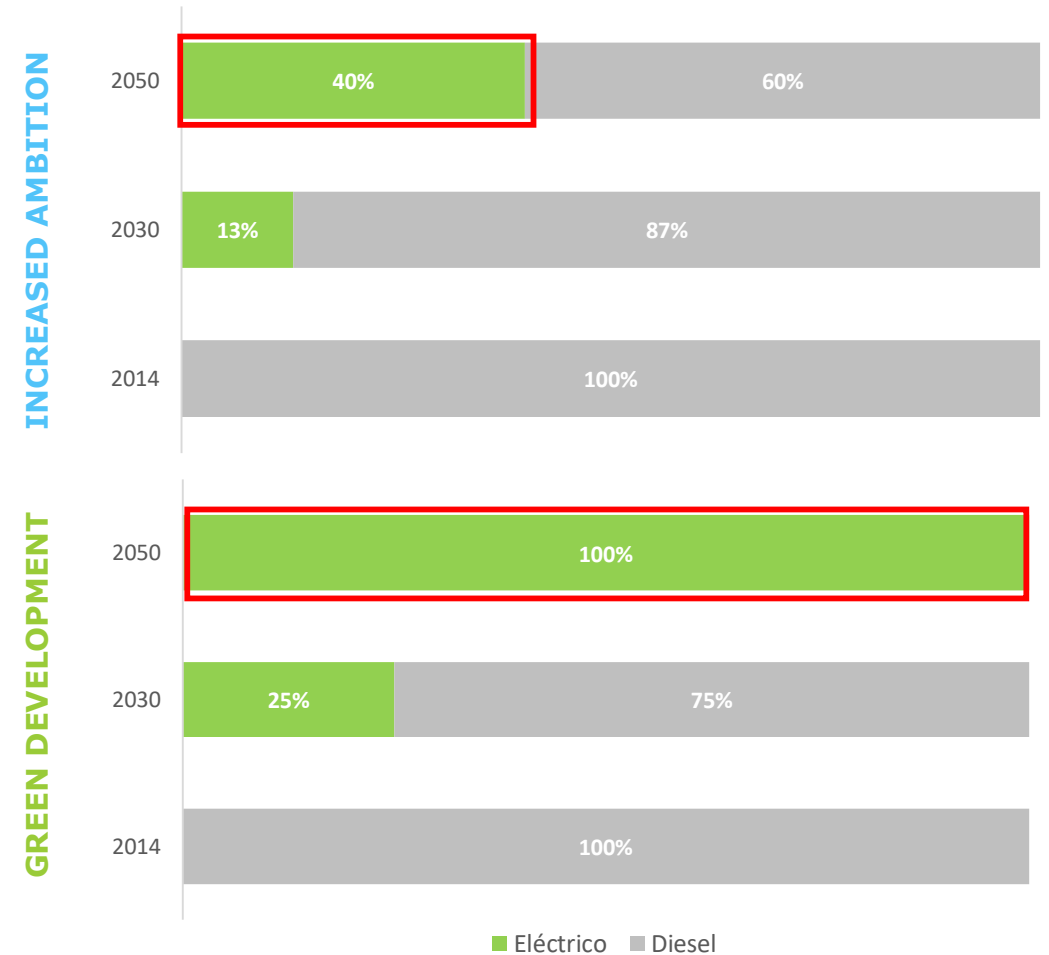
El transporte público de pasajeros, clave para la descarbonización

Se promueve la participación de los buses eléctricos para el transporte de pasajeros y se reduce el uso del diésel como combustible. Esta medida permitirá luego impulsar el cambio en transporte privado.

Electrificación de los buses (en unidades de buses)



Buses (% Passenger – Km.)



Sector industrial

Medias de eficiencia de bajo costo y nuevos procesos productivos en sectores intensivos en emisiones.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- **Medidas de eficiencia energética** con bajo costo de adopción.
- Reducción de fundido ("smelt reduction") y "Direct Casting" en siderurgia.
- **Sistemas de Gestión de la Energía.** Recambio de motores y luminarias

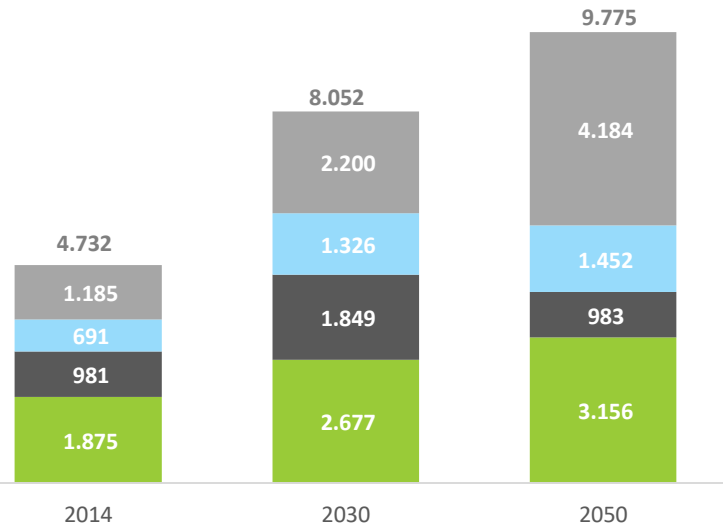
Green Development



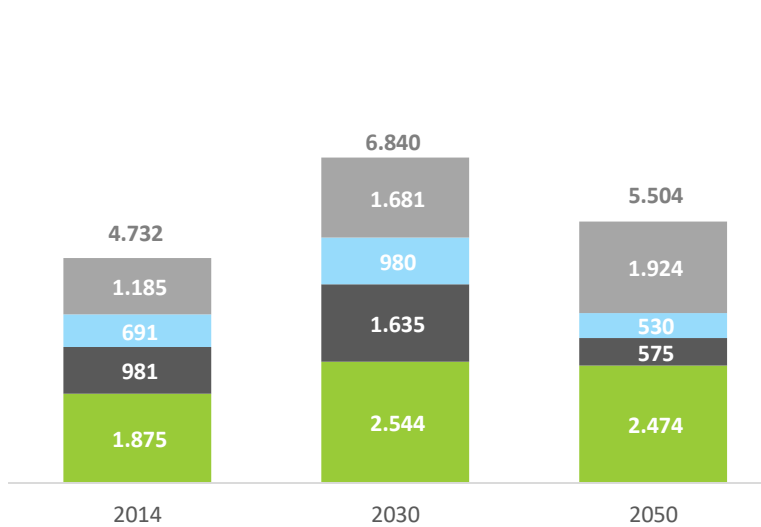
Políticas Requeridas

- **Medidas de eficiencia energética** a partir de restricciones a emisiones.
- Abandono o cambio en los **procesos productivos con alta contaminación.**
- Adopción selectiva de **captura de carbono.**

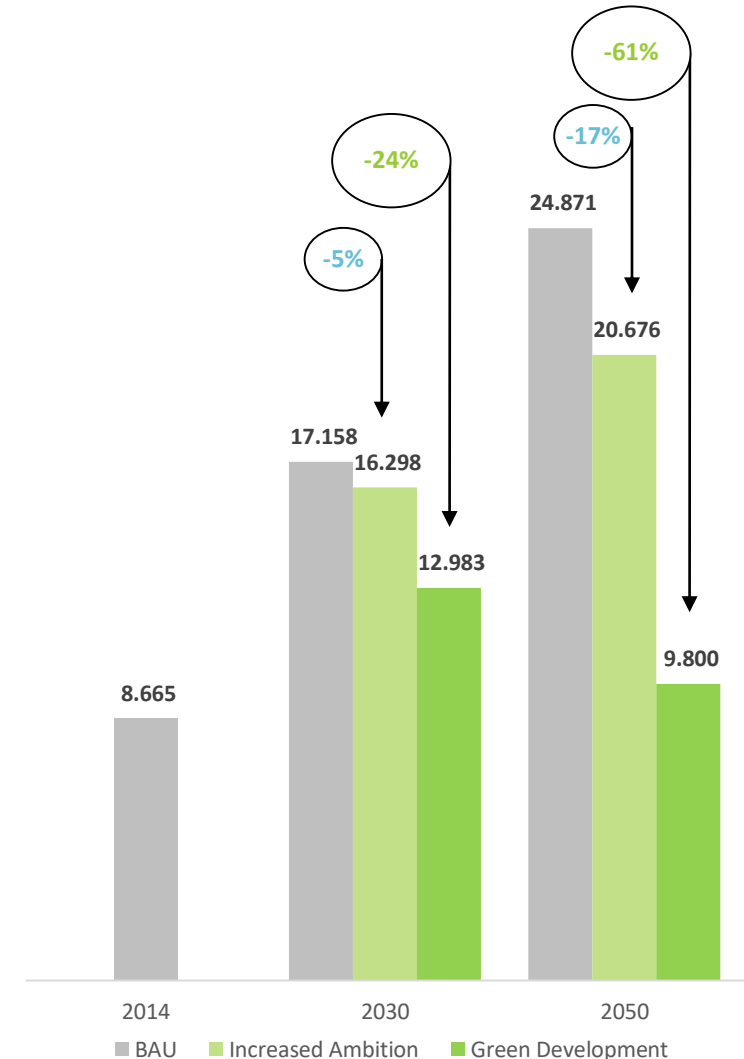
Consumo Energético Final (Miles de tep)



Consumo Energético Final (Miles de tep)



Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ Electricidad ■ Gas Natural ■ No Energético ■ Otros (Diésel + Petróleo Industrial + LPG + Carbón)

Fuente: análisis Deloitte

Introducción del hidrógeno verde como fuente de energía limpia

La introducción del hidrógeno verde como fuente de combustible para el sector industrial representa una alternativa que podría servir de apoyo para lograr la neutralidad de carbono.



El Hidrógeno es la **mayor reserva de combustible no contaminante del mundo**. La introducción del hidrógeno permitiría reducir en un 38% las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector industrial.



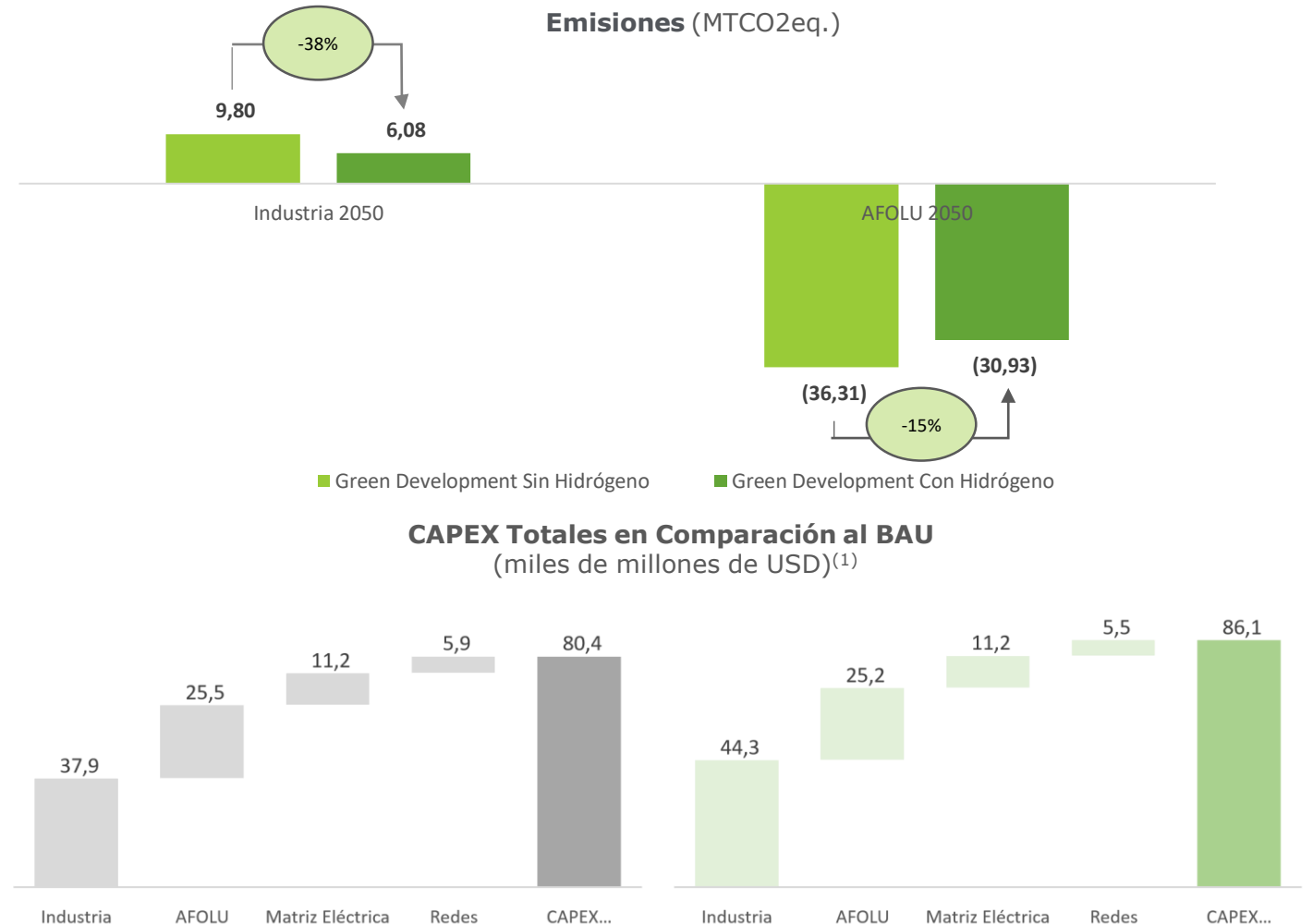
El hidrógeno puede utilizarse como **sustituto del carbón, el petróleo y el gas** en una gran variedad de aplicaciones. En nuestro modelo, **hemos incluido el uso del hidrógeno a largo plazo (período 2030-2050), principalmente en la industria química y manufacturera**, y, en menor medida, en la industria ligada a la minería.



Incluyendo el costo de almacenamiento e infraestructura de tuberías, **el costo de entrega de hidrógeno verde podría caer** a alrededor de \$2 por kilogramo (USD 15 por MMBtu) en 2030 y \$1 por kilogramo (USD 7.4 por MMBtu) en 2050. Esto **permitiría reducir la necesidad de absorción acumulada a través del sector no energético en 36,84 MtCO2eq.**

Lograr esta reducción implicaría una inversión adicional de USD 5.677 millones. No obstante, **existe un alto nivel de incertidumbre respecto del precio del hidrógeno** a futuro. De lograr economías de escala en la producción de dicho combustible, **esta inversión adicional podría reducirse significativamente.**

Además, la introducción de esta fuente de energía podría constituir una medida que permita alcanzar los objetivos de descarbonización **en caso de que no se pudieran alcanzar metas tan ambiciosas en el sector AFOLU.**



Notas: (1) Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%. Fuente: análisis Deloitte

Sector agricultura

Traspaso de tecnologías existentes por artefactos eléctricos y crecimiento de la superficie sembrada.

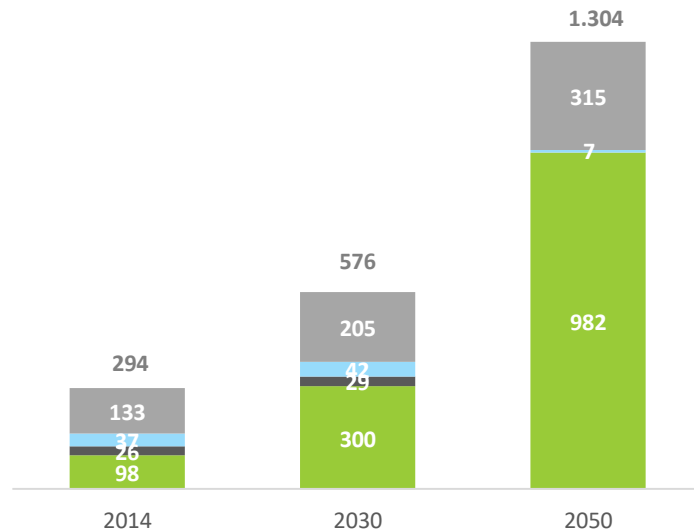
Increased Ambition



Políticas Requeridas

- Crecimiento moderado de la superficie terrestre sembrada, dada la limitación geográfica.
- **Electrificación de maquinaria agrícola.**
- **Reemplazo de combustibles.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)



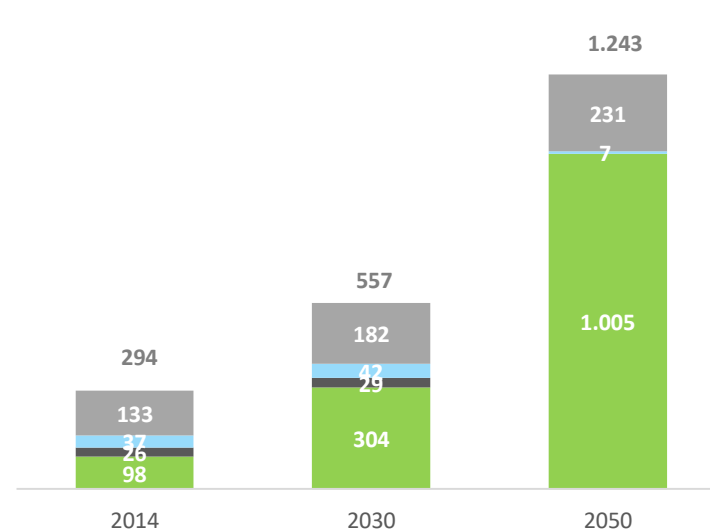
Green Development



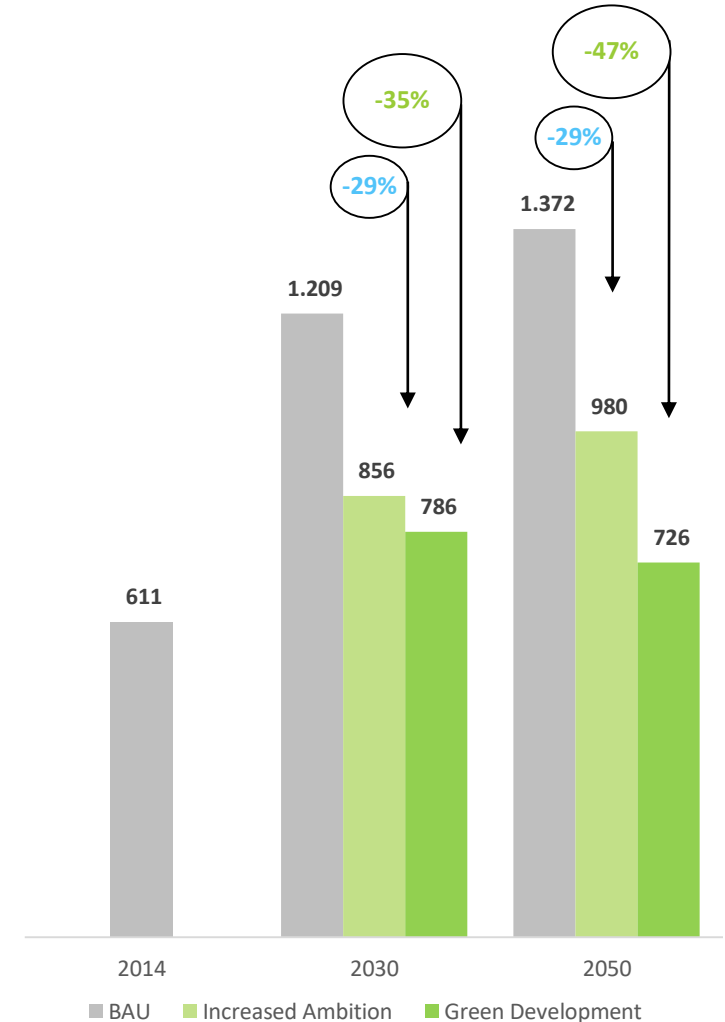
Políticas Requeridas

- **Utilización extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspaso desde tecnologías convencionales.
- **Mayor reemplazo de combustibles.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)



Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ Electricidad ■ Gas Natural ■ No Energético ■ Otros (Gasolina + Diésel + Petróleo Industrial + LPG)

Sector residencial, comercial y público

Mejor aislación de las edificaciones y mayor eficiencia en electrodomésticos.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

Utilización de tecnologías eléctricas con mayor eficiencia, apuntando a fomentar:

- **Incremento de la participación de artefactos eléctricos** para calefaccionar, para el calentamiento del agua y para la cocina.
- Reemplazo de luminarias tradicionales por luminarias LED de manera eficiente.

Green Development

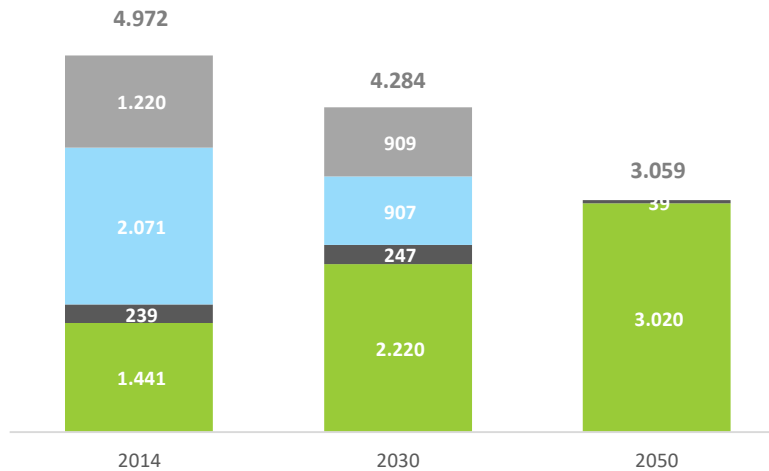
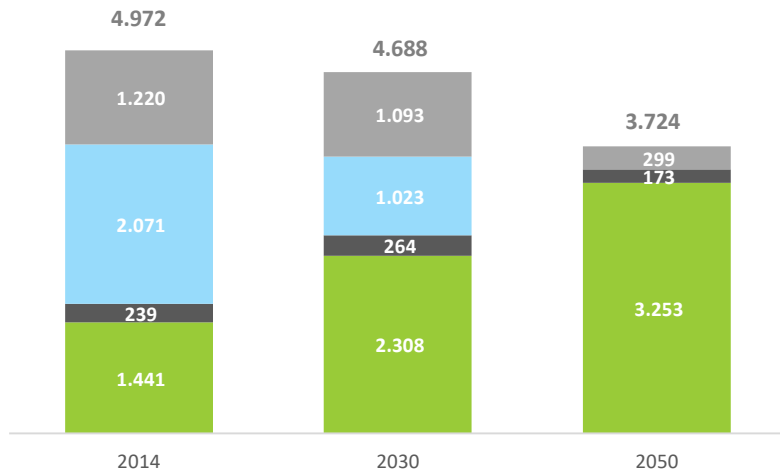


Políticas Requeridas

- **Utilización extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspaso desde tecnologías convencionales.
- Se promueven nuevos códigos de edificación sobre la base de la casa pasiva, tendientes a **mejorar el consumo de energía en las edificaciones**.

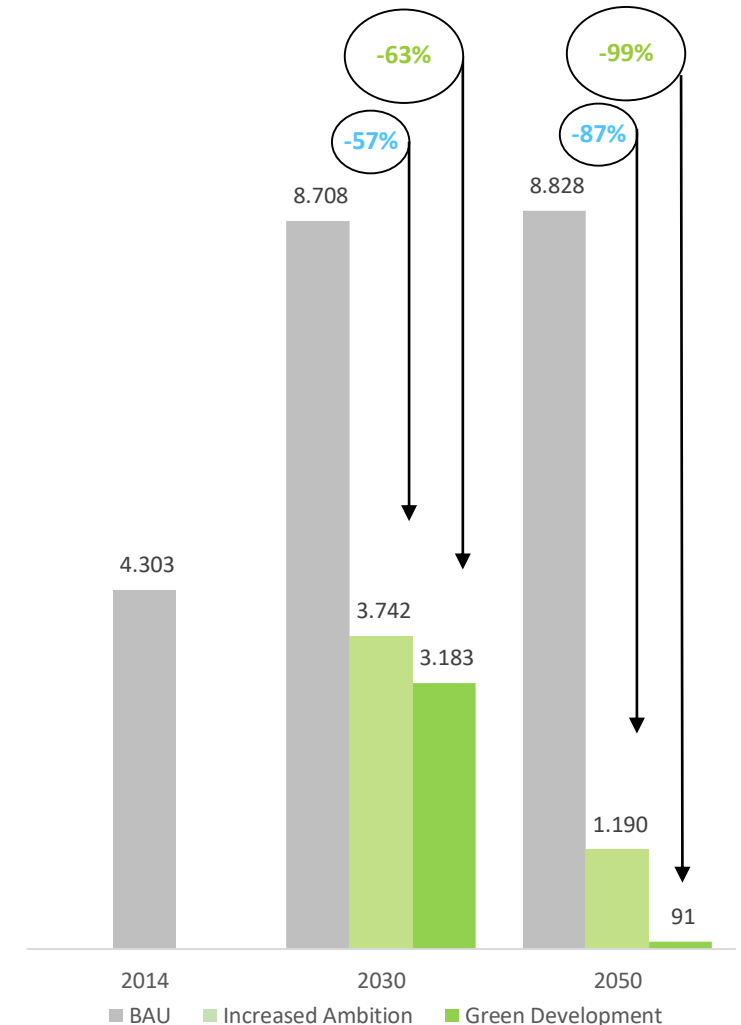
Consumo Energético Final (Miles de tep)

Consumo Energético Final (Miles de tep)



■ Electricidad ■ Gas Natural ■ No Energético ■ Otros (Diésel + Kerosene + Gasolina + LPG)

Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ BAU ■ Increased Ambition ■ Green Development

Fuente: análisis Deloitte

Sector no energético

Reducir las emisiones del sector requiere un cambio hacia modelos de producción sustentable. Se promueve un mejor manejo del uso de tierras para cultivos.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- **Restauración de tierras y gestión de cultivos** en los sectores de agricultura y ganadería.
- Generación de energía eléctrica a partir de residuos y **mejora en el tratamiento de las aguas residuales**.
- Normativa que limite a cero ciertas emisiones (emisiones fugitivas).

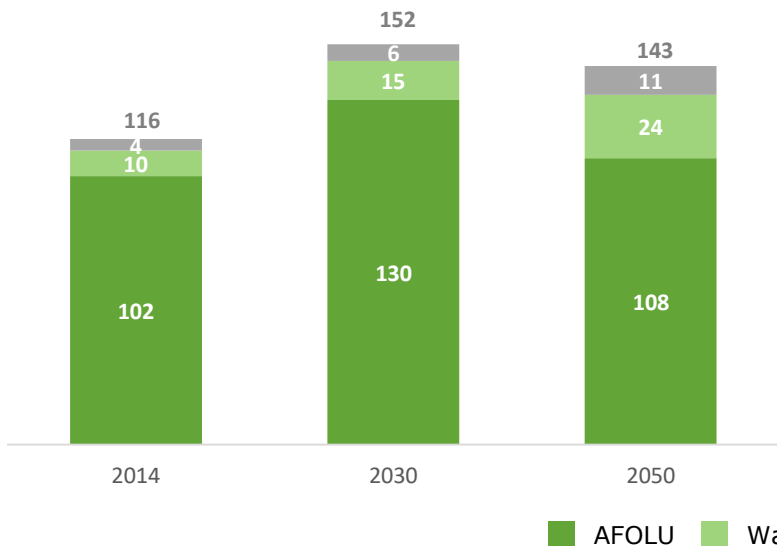
Green Development



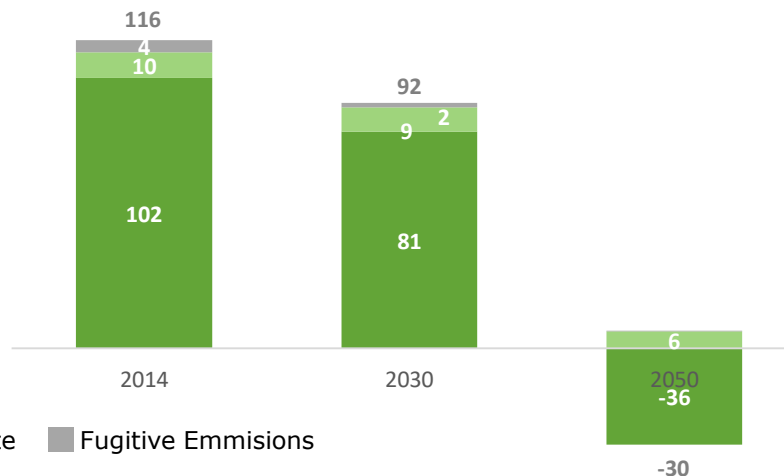
Políticas Requeridas

- **Cambios en la modalidad** de producción de ganadería y agricultura.
- **Cambio de conducta a reciclado**.
- Desarrollo de **programas de forestación** que permitan una mayor absorción de gases de efecto invernadero
- **Tecnología de captura de carbono para ciertos procesos industriales**.

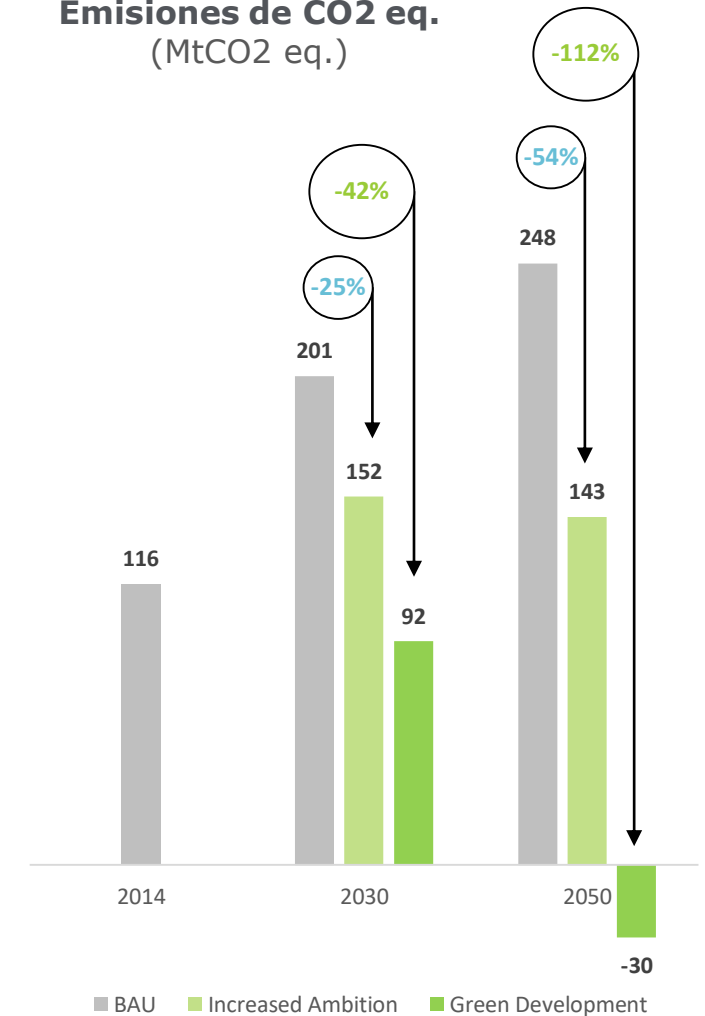
Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)



Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)

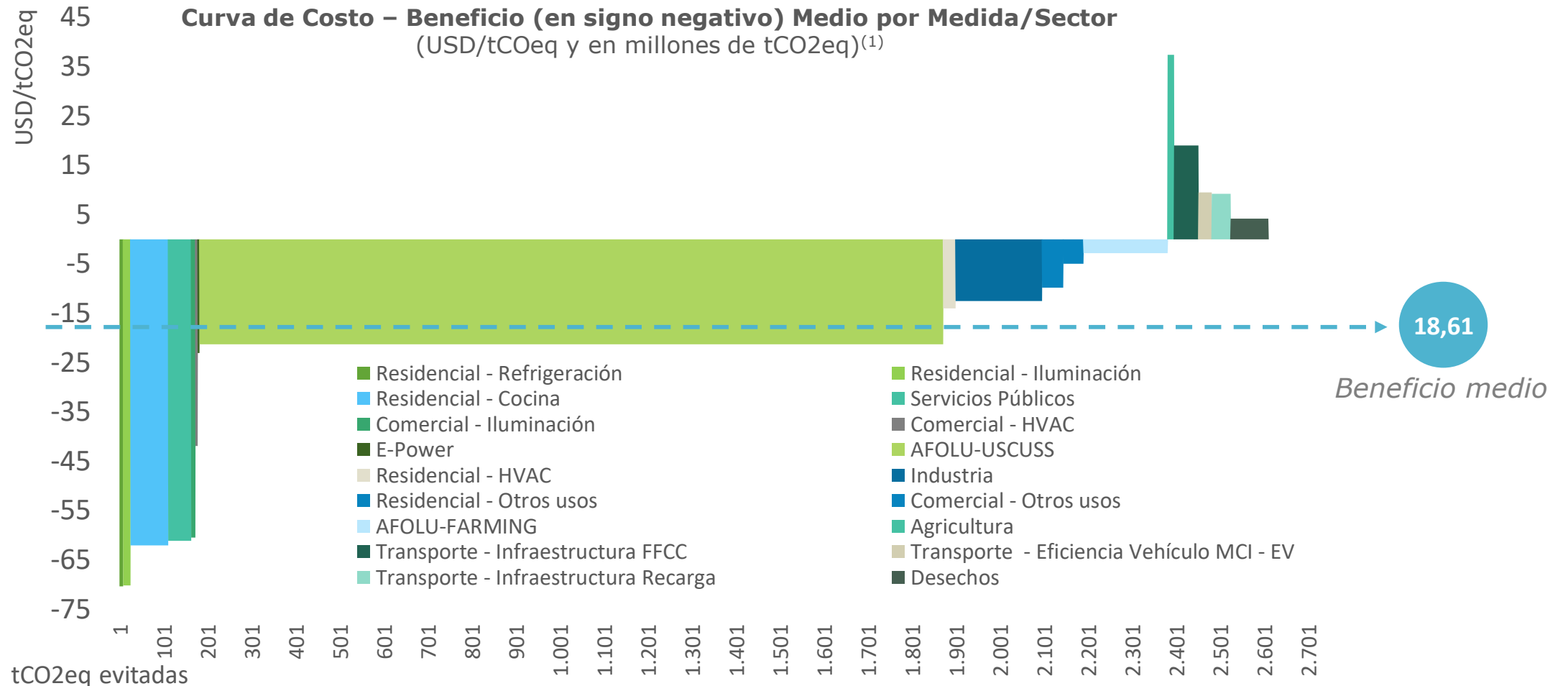


Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)



Análisis de costo-beneficio de las políticas de mitigación

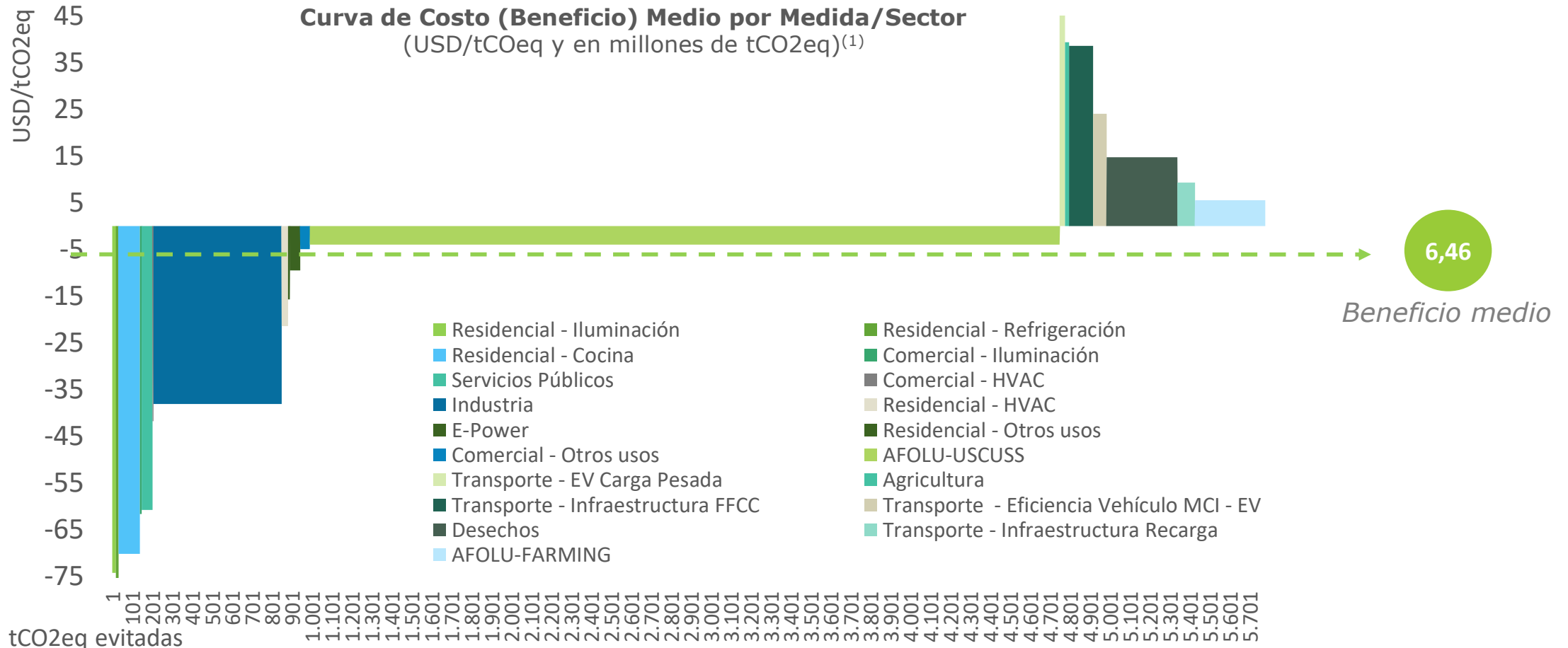
El beneficio neto medido por tCO₂eq evitada en el escenario **Increased Ambition** es de **USD 18,61**. Esto indica que las principales barreras para implementar las medidas de mitigación no son económicas.



Nota (1): Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 10%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO₂eq. Fuente: análisis Deloitte.

Análisis de costo-beneficio de las políticas de mitigación

El beneficio neto medido por tCo2eq evitada en el escenario **Green Development** es de **USD 6,46**. El menor beneficio promedio por tCo2eq evitada respecto del **Increased Ambition** se explica por el mayor costo marginal de reducir una tonelada adicional de CO2 y por la profunda carbono-neutralidad impuesta.



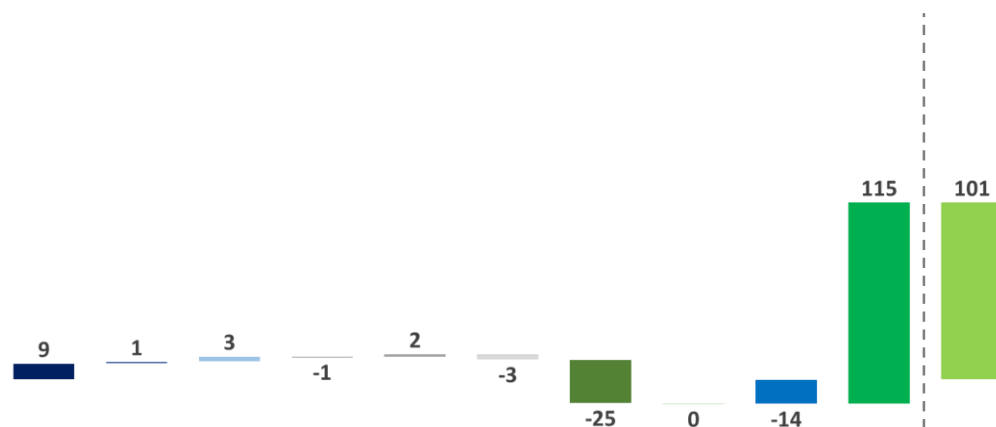
Nota (1): Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 10%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO2eq. Fuente: análisis Deloitte.

Beneficios de la descarbonización

Gracias al impacto positivo que la descarbonización tiene en término de reducción de costos sociales, los ahorros generados a largo plazo superan las inversiones a realizarse, alcanzando un beneficio neto acumulado a valor presente de **USD 101 MM y USD 205 MM** en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development**.

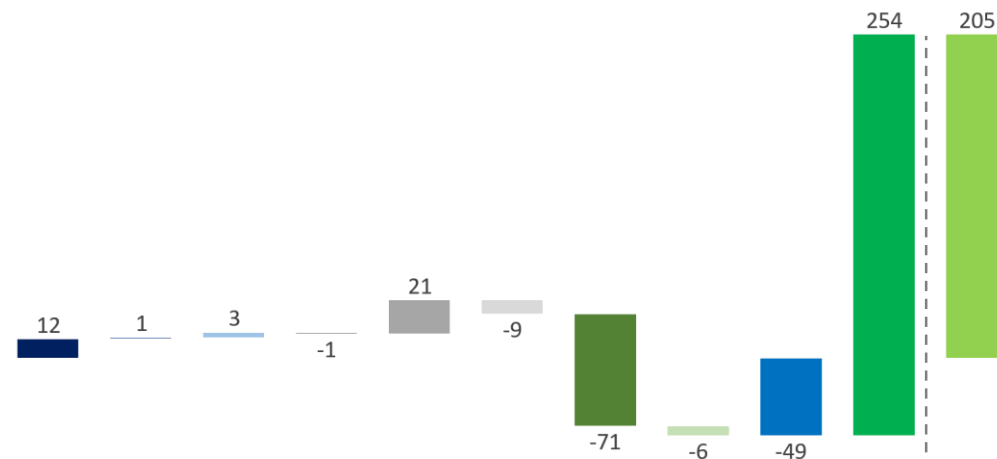
Increased Ambition

Valor Presente Neto (miles de millones de USD)^(1;2)



Green Development

Valor Presente Neto (miles de millones de USD)^(1;2)



Residencial Comercial Servicios Públicos Agricultura Industria Transporte AFOLU Desechos

tCO2 eq. Evitadas Mill.	Escenario	Residencial	Comercial	Servicios Públicos	Agricultura	Industria	Transporte	AFOLU	Desechos	Subtotal	Costo social del CO2 ⁽³⁾	Beneficio acum.
		I.A.	187	60	52	15	197	128	1.880	86	2.606	
G.D.	225	65	53	22	640	300	4.110	356	5.771			

(1) Los valores positivos indican beneficios netos y los negativos costos netos resultantes de las medidas por sector, a valor presente neto descontado a una tasa del 10%.

(2) No considera el uso de redes inteligentes que permitan reducir el pico de demanda.

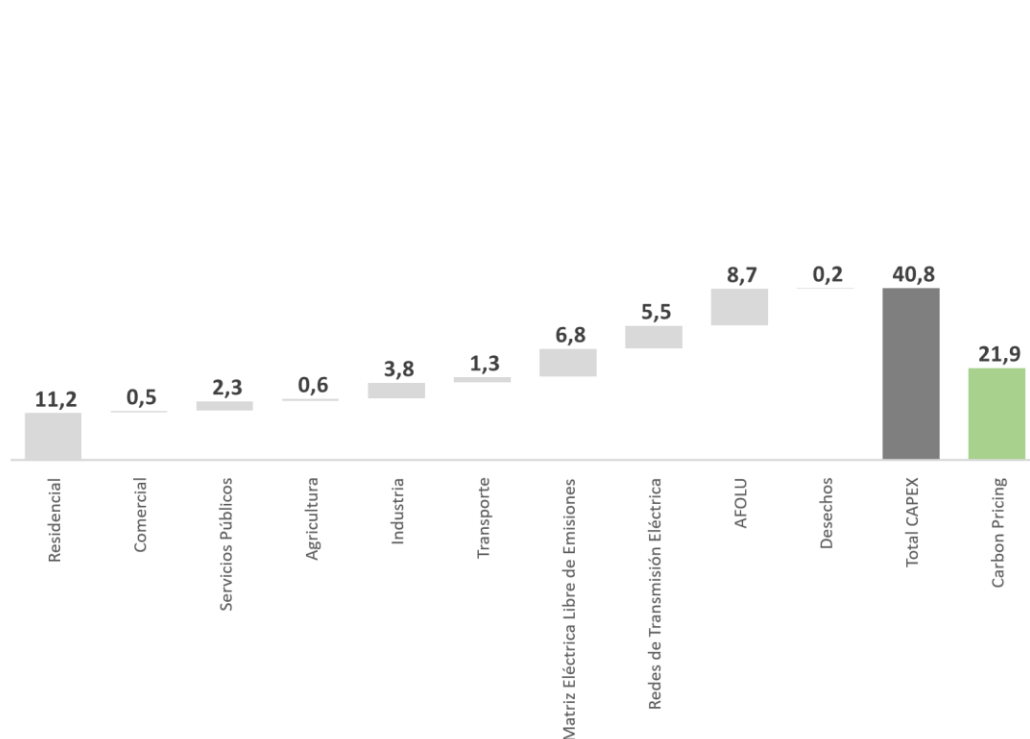
(3) Definido como la pérdida económica futura estimada causada por la emisión de 1 tonelada métrica (2,204 lb, o 1,000 kg) de carbono hoy. Calculado a USD 44 la tCO2eq.

El Carbon Pricing como herramienta para incentivar y financiar las inversiones

Las inversiones de capital incrementales ascienden a entre **USD 40,8 MM** y **USD 103,4 MM** en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development**. La introducción del Carbon Pricing permitiría financiar USD 21 MM y USD 79 MM respectivamente.

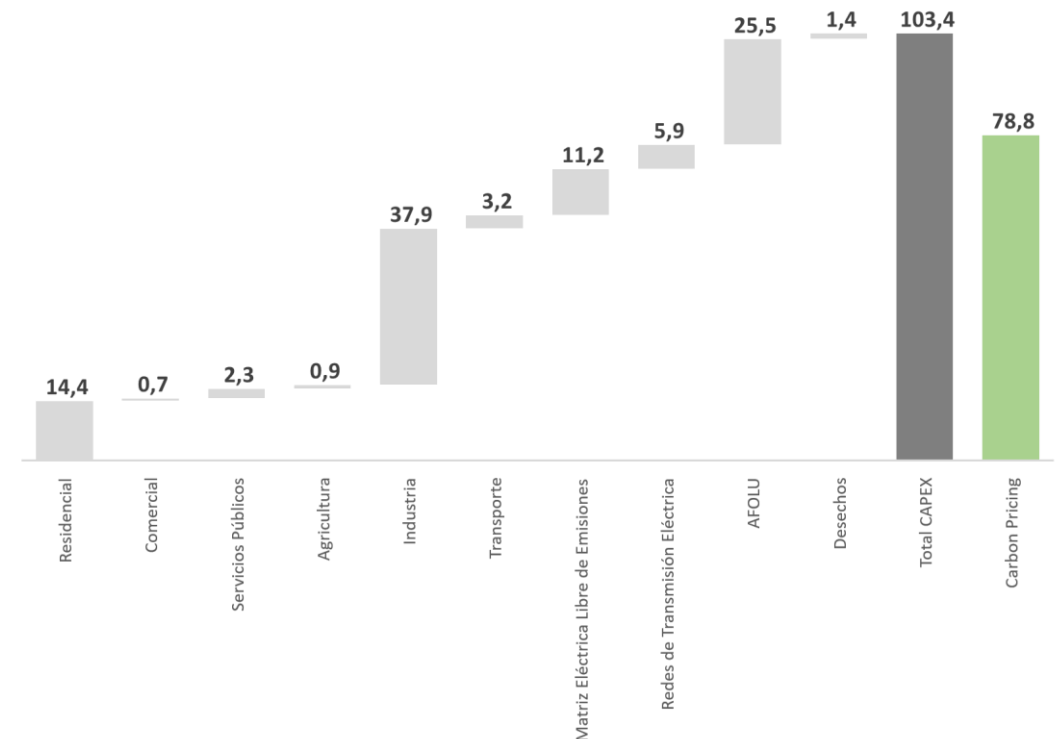
Increased Ambition

CAPEX Totales en Comparación al BAU
(miles de millones de USD)^(1;2;3;4)



Green Development

CAPEX Totales en Comparación al BAU
(miles de millones de USD)^(1;2;3;4)



Notas: (1) Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%. (2) La trayectoria de **Carbon Pricing** Conservadora comienza en 5 USD/tCO₂ y finaliza en 40 USD/tCO₂ a 2050. (3) **Carbon Pricing** Disruptivo comienza en 10 USD/tCO₂ y finaliza en 77 USD/tCO₂ a 2050. (4) El costo de las inversiones no incluye el escenario en que se introduce el hidrógeno verde. Fuente: análisis Deloitte

Financiación del plan de transición energética

Invirtiendo USD 14 mil millones, el gobierno peruano lograría impulsar obras por un importe total de USD 59 mil millones, generando un ahorro acumulado de 1.305 MtCO₂eq en el sector de demanda energética para el escenario **Green Development**.



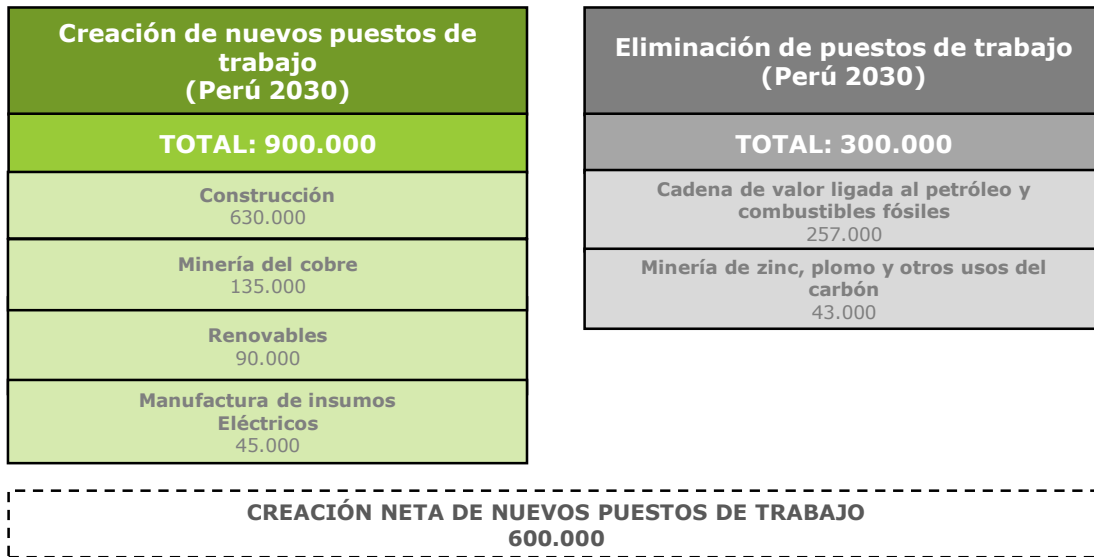
Notas: Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%.
Fuente: análisis Deloitte

El camino hacia una transición justa

Una transición justa hacia la sostenibilidad ambiental implica que todos los grupos afectados de forma negativa sean compensados y apoyados para que puedan beneficiarse de la transición.

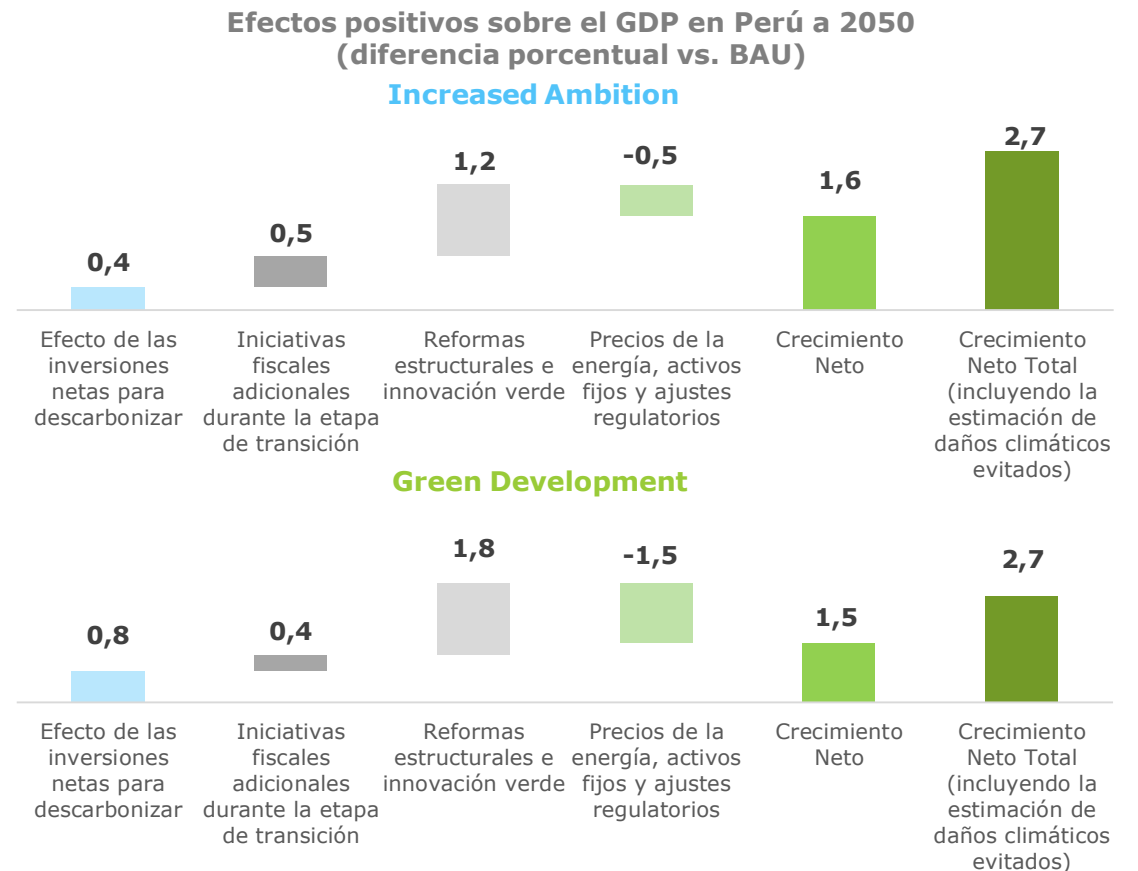
En el Acuerdo de París se reconoce la necesidad de que **la transición sea rápida y equitativa** para los trabajadores y para la comunidad. La transición aumentará la prosperidad y puede ser un motor clave en la creación de empleo.

La combinación de reformas económicas con políticas ambiciosas sobre el clima **puede estimular el crecimiento económico** al tiempo que moviliza la inversión necesaria para lograr objetivos climáticos a largo plazo.



4 RECOMENDACIONES que llevan a una transición energética justa para todos

- Apoyar la intromisión de tecnologías eléctricas
- Gestionar el empleo y las oportunidades
- Abordar la pobreza energética
- Promover una redistribución justa de los costos de transición



Recomendaciones de política para una descarbonización sostenible

Electrificación y eficiencia energética

1. Impulsar medidas y políticas referidas al aumento de eficiencia energética en todos los sectores.
2. Implementar sistemas de gestión de la energía.
3. Profundizar las políticas de etiquetado y estándares mínimos.
4. Lanzar un programa integral de educación en eficiencia energética.

5. Movilidad eléctrica.

6. Alumbrado público: Led

Infraestructura y Redes

1. **Acelerar la implementación de Smart Meters.**
2. **Digitalizar la matriz de potencia eléctrica.**
3. Diseñar una estructura tarifaria que represente precios adecuados para impulsar demanda.
4. Buscar la integración entre distribuidores y transportadores de energía para optimizar el manejo de la matriz.

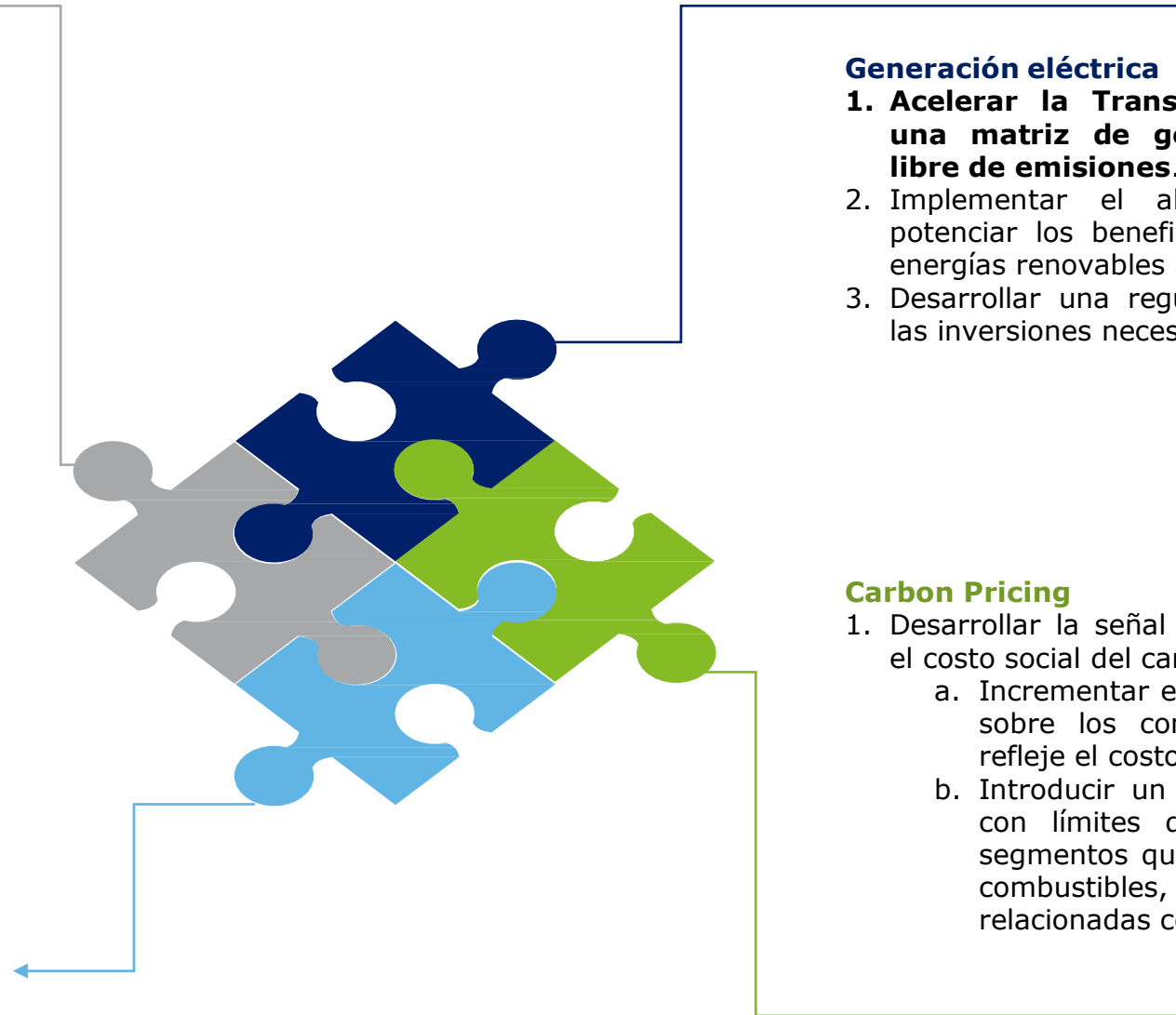
Generación eléctrica

1. Acelerar la Transición Energética a una matriz de generación eléctrica libre de emisiones.

2. Implementar el almacenamiento para potenciar los beneficios y el uso de las energías renovables a nivel del sistema.
3. Desarrollar una regulación que incentive las inversiones necesarias en las redes.

Carbon Pricing

1. Desarrollar la señal de precio que refleje el costo social del carbono, mediante:
 - a. Incrementar el impuesto al carbono sobre los combustibles para que refleje el costo de las emisiones.
 - b. Introducir un mercado de carbono con límites de emisión para los segmentos que no pueden sustituir combustibles, o con emisiones no relacionadas con energía.



Todo es una cuestión de perspectiva

Estamos todos acabados
entonces no nos digan que
podemos imaginar un futuro saludable
porque la realidad es que
es demasiado tarde para arreglar la crisis climática
y no confiamos en alguien que diga que
necesitamos exigir un planeta habitable
porque no tenemos elección

... ahora lee de abajo hacia arriba



Contacto:

Cristian A. Serricchio

Gerente Senior Regional | Desarrollo e impacto financiero

Deloitte Spanish Latin America

+54 11 4320 2700

cserricchio@deloitte.com

Damian E. Grignaffini

Especialista Senior | Desarrollo e impacto financiero

Deloitte Spanish Latin America

+54 11 4320 2700

dgrignaffini@deloitte.com

Florencia Aquerreta

Analista | Desarrollo e impacto financiero

Deloitte Spanish Latin America

+54 11 4320 2700

faquerreta@deloitte.com

Anexo

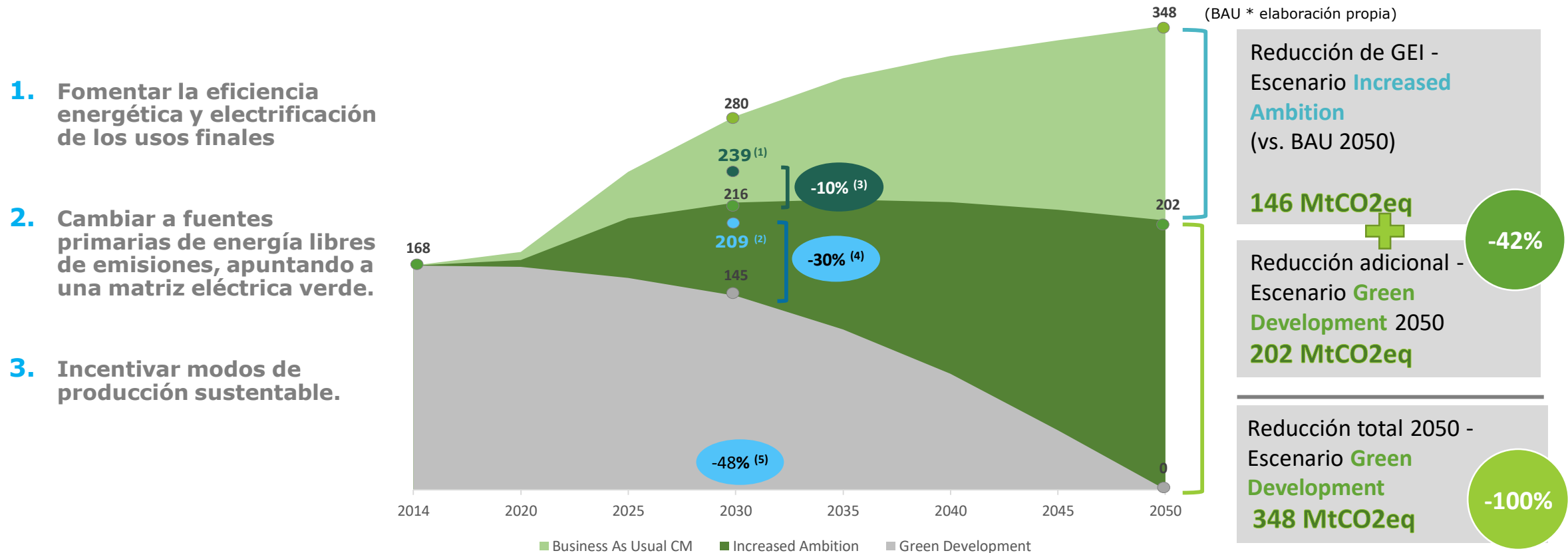
- Resultados
- Matriz energética y redes eléctricas
- LCOE
- Análisis por sector
- Análisis de Costo - Beneficio
- Políticas y Recomendaciones

Resultados

Transición a una economía baja en carbono

Se han identificado tres palancas de la transición, analizando dos escenarios: Un escenario **Increased Ambition** que estabiliza las emisiones, y un escenario **Green Development** donde se logra la neutralidad de carbono a 2050

Sendero de Emisiones de GEI (MtCO₂ eq.)



1. Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales

2. Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde.

3. Incentivar modos de producción sustentable.

(1) Target Incondicional 2030 NDC
 (2) Target Condicional 2030 NDC
 (3) Comparación nivel 2030 del escenario Increased Ambition con objetivo Incondicional del NDC
 (4) Comparación nivel 2030 del escenario Green Development con objetivo Condicional del NDC
 (5) Comparación nivel 2030 del escenario Green Development con BAU

Hacia un Perú sin emisiones

La implementación de distintas medidas de mitigación estabiliza las emisiones de GEI en el **Increased Ambition** a 2050, reduciéndose en un 42% con respecto al escenario de referencia.

Emisiones de GEI (en millones de tCO ₂ eq)	2030	2050	Participación total 2050 (%)
Emisiones Escenario de Referencia	280,49	348,21	
Emisiones Increased Ambition	215,51	202,05	
Toneladas Mitigadas de CO₂eq	64,98	146,16	42%
Sector Energético + Matriz	15,29	41,86	29%
Mitigación por electrificación	9,22	24,62	17%
Mitigación por eficientización	6,07	17,24	12%
Sector No Energético	49,69	104,30	71%

Hacia un Perú sin emisiones (cont.)

La implementación de distintas medidas de mitigación logra la neutralidad del carbono a 2050 en el **Green Development**.

Emisiones de GEI <i>(en millones de tCO₂eq)</i>	2030	2050	Participación total 2050 (%)
Emisiones Escenario de Referencia	280,49	348,21	
Emisiones Green Development	145,42	-	
Toneladas Mitigadas de CO₂eq	135,06	348,21	100%
Sector Energético + Matriz	25,85	70,93	20%
Mitigación por electrificación	14,25	40,09	12%
Mitigación por eficientización	11,60	30,84	8%
Sector No Energético	109,21	277,28	80%

Hacia un Perú sin emisiones (cont.)

En ambos escenarios los pilares para la mitigación de GEI dentro del sector energético se basan en la electrificación de usos finales, representando un 60% aproximadamente de las mitigaciones del sector.

	INCREASED AMBITION		GREEN DEVELOPMENT	
	Mitigación 2050	Participación %	Mitigación 2050	Participación %
Mitigación por electrificación	24,62	59%	40,09	57%
Residencial, Comercial y Servicios Públicos	8,06	19%	9,49	13%
Agricultura	0,24	1%	0,55	1%
Industria	-	-	6,13	9%
Transporte	4,26	10%	10,48	15%
Matriz	12,06	29%	13,44	19%
Mitigación por eficientización	17,24	41%	30,84	43%
Residencial, Comercial y Servicios Públicos	7,35	18%	6,70	9%
Agricultura	0,28	1%	0,25	1%
Industria	5,16	12%	13,25	18%
Transporte	4,45	10%	10,64	15%
Toneladas Mitigadas de CO₂eq	41,86		70,93	

*En millones de tCO₂eq y % de participación por sector

Fuente: análisis Deloitte

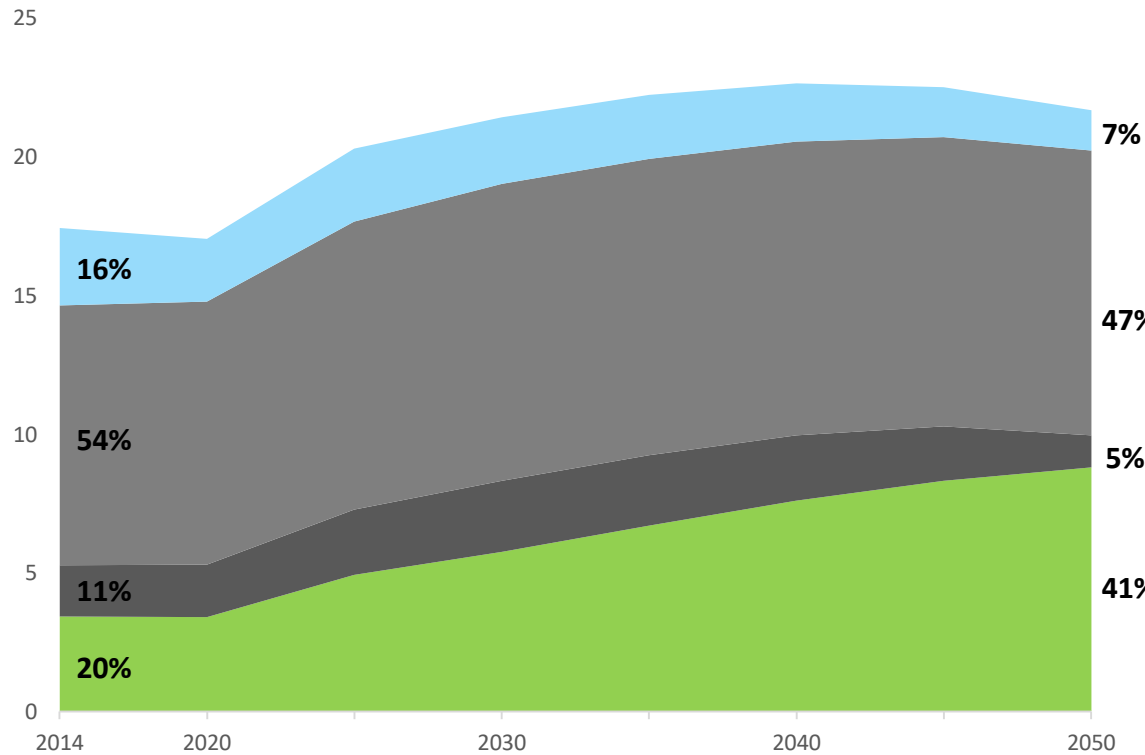
Matriz energética y redes eléctricas

La sustitución de combustibles es clave para la descarbonización

La electrificación del consumo final alcanza el 41% y el 62% en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development** respectivamente.

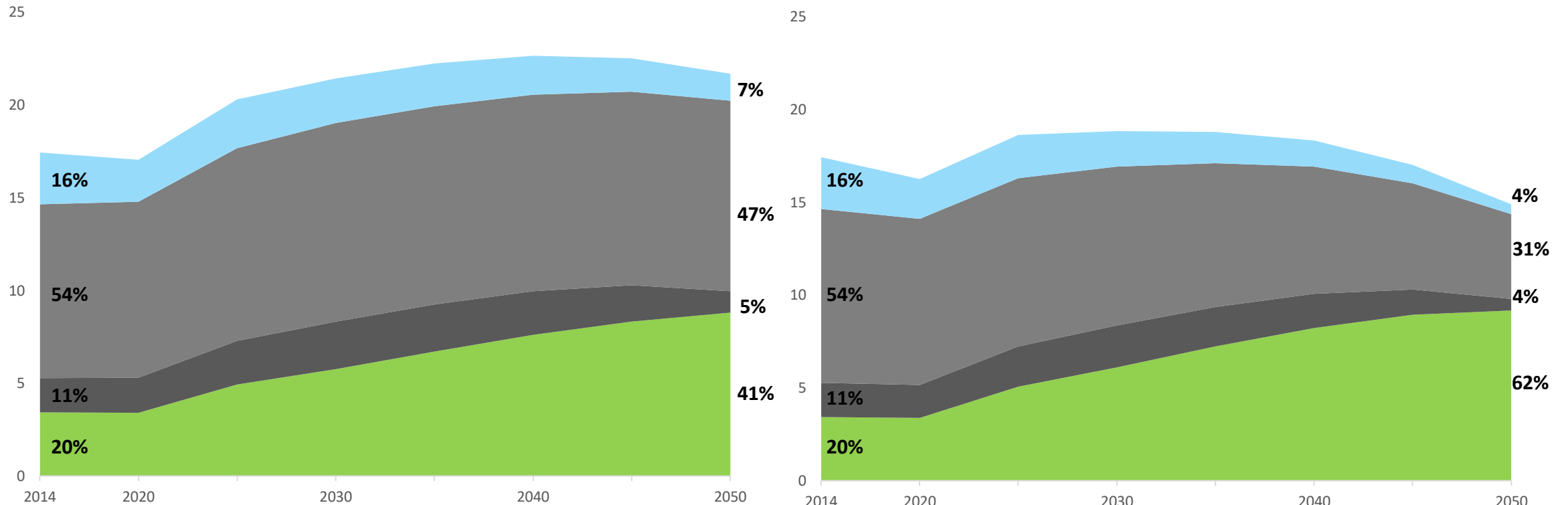
Increased Ambition

Consumo Energético Final (Mtep)



Green Development

Consumo Energético Final (Mtep)



Electricidad Gas Natural Derivados del Petróleo No Energético

La Generación de Electricidad

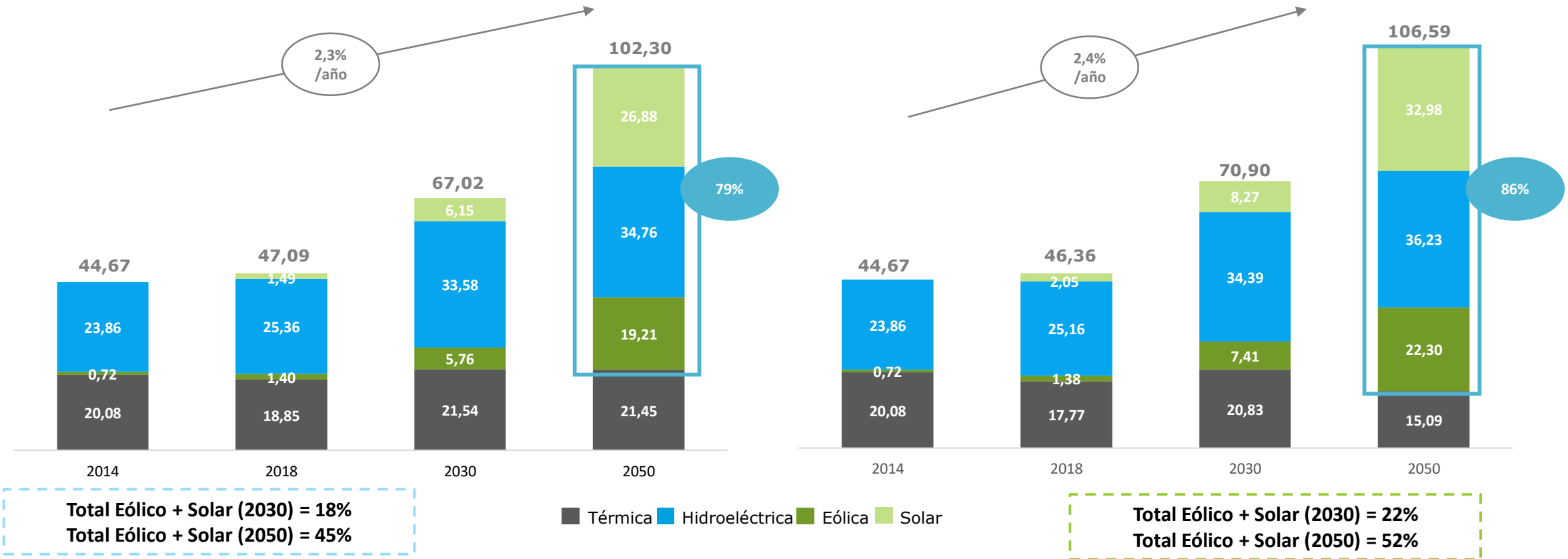
El consumo eléctrico alcanza los **102,3** y **106,6 TWh** en 2050 en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development** respectivamente, y es suministrado mayoritariamente con fuentes verdes, reduciendo la participación de la generación térmica en la matriz.

Increased Ambition

Generación Eléctrica (TWh)

Green Development

Generación Eléctrica (TWh)



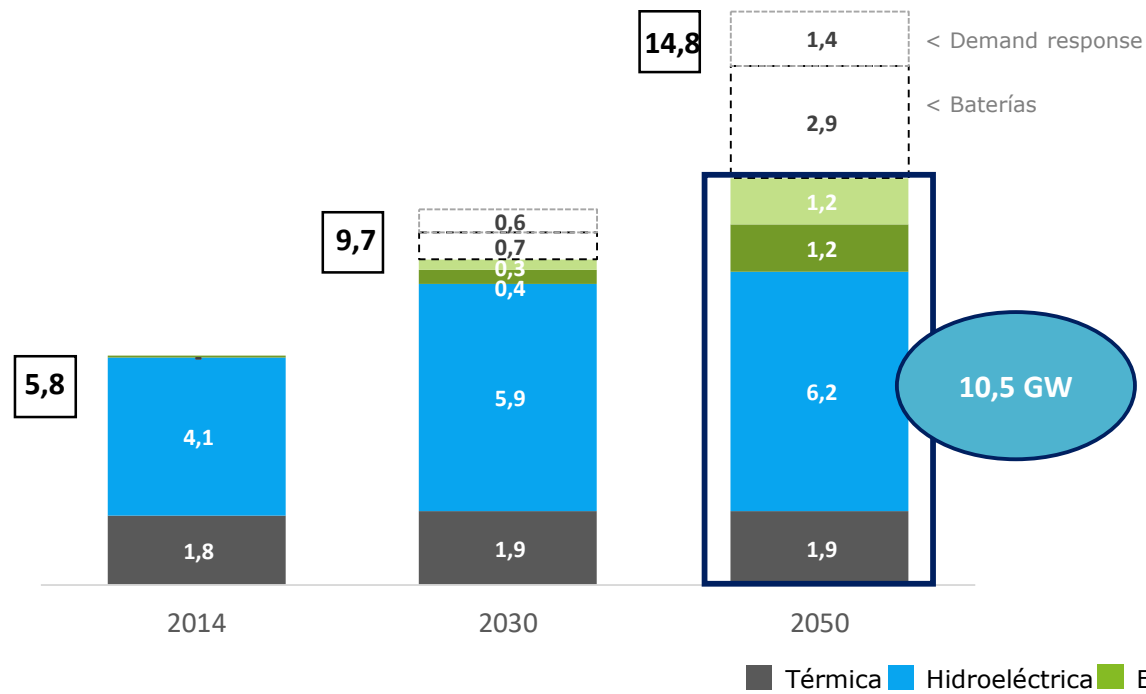
Fuente: análisis Deloitte

Cubrimiento del máximo de demanda

El máximo de demanda se cubre con generación renovable intermitente, de forma costo eficiente para el sistema. El respaldo lo otorga el uso de baterías y la flexibilidad del gas.

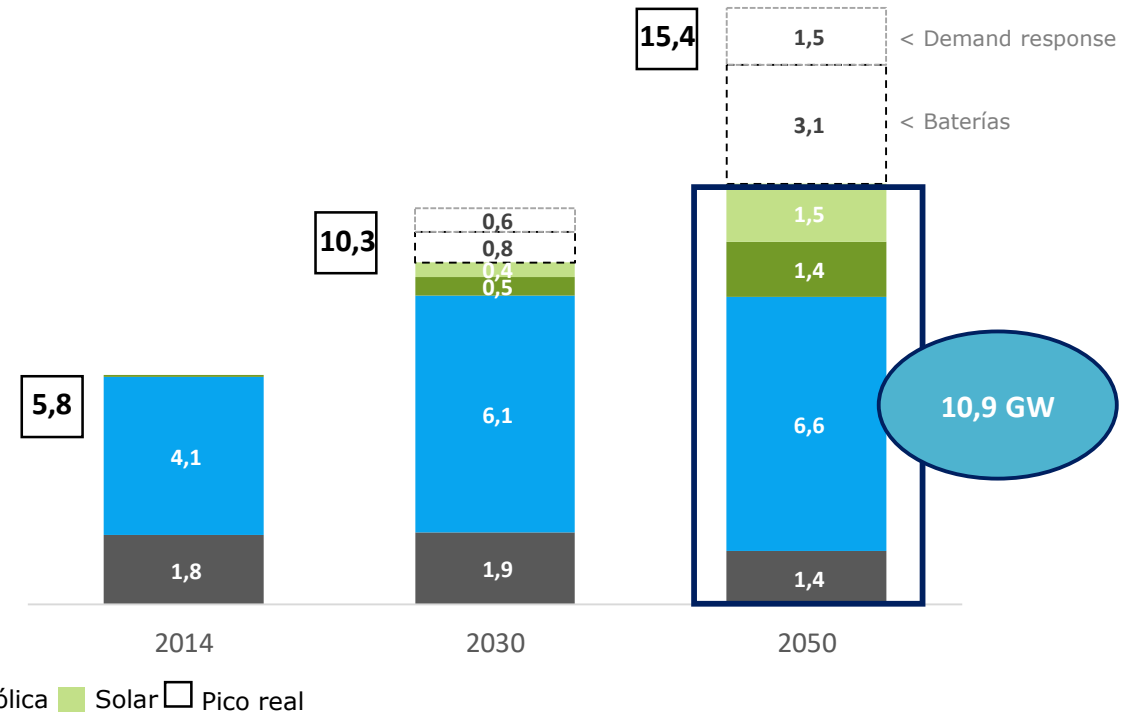
Increased Ambition

Generación para cubrir el pico de demanda (GW)

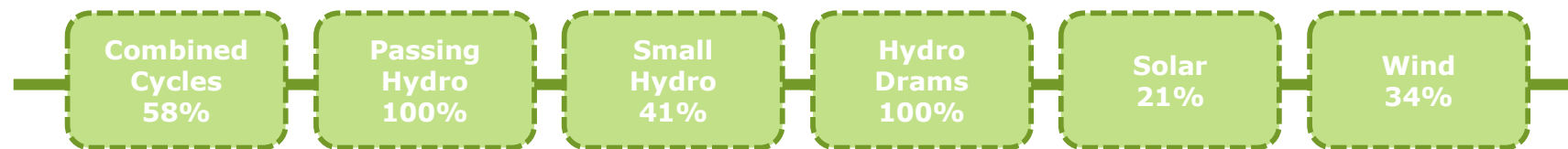


Green Development

Generación para cubrir el pico de demanda (GW)



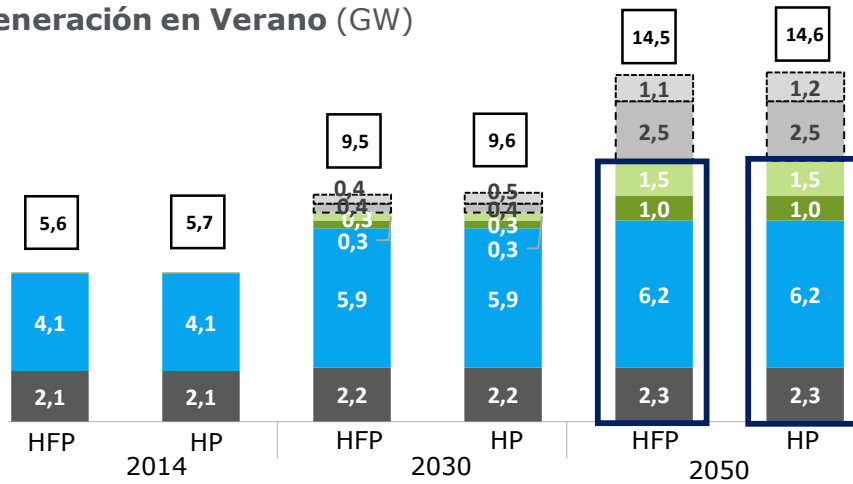
CAPACITY FACTOR



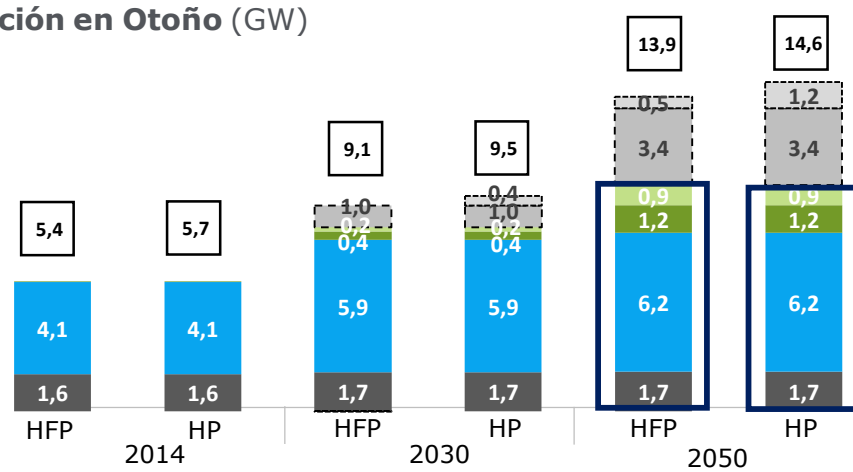
Cubrimiento del máximo de demanda (cont.)

En el escenario **Increased Ambition** el pico alcanza los 14,8 GW durante la primavera entre las 17hs-23hs.

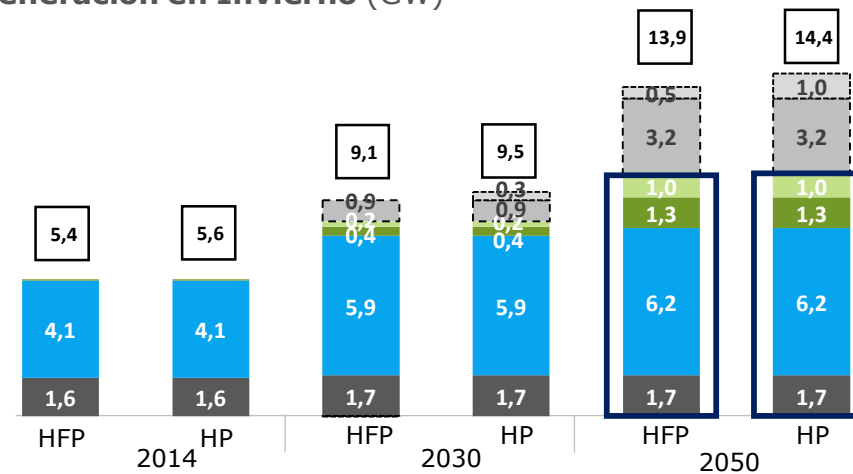
Generación en Verano (GW)



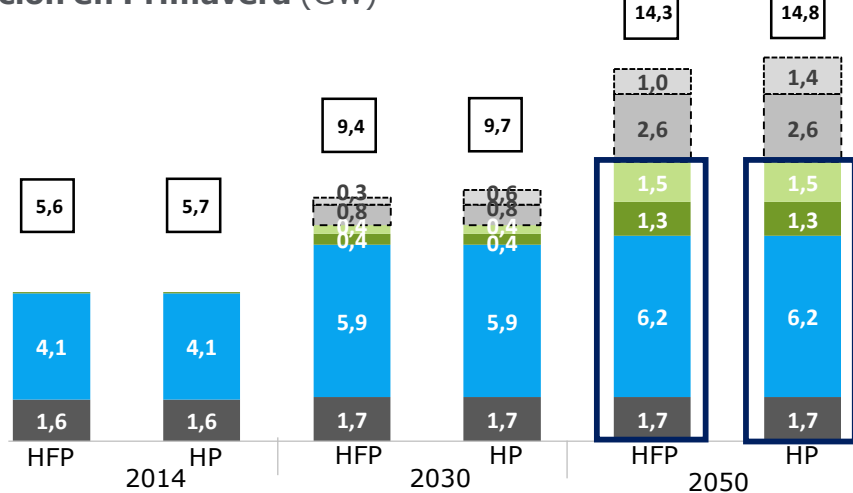
Generación en Otoño (GW)



Generación en Invierno (GW)



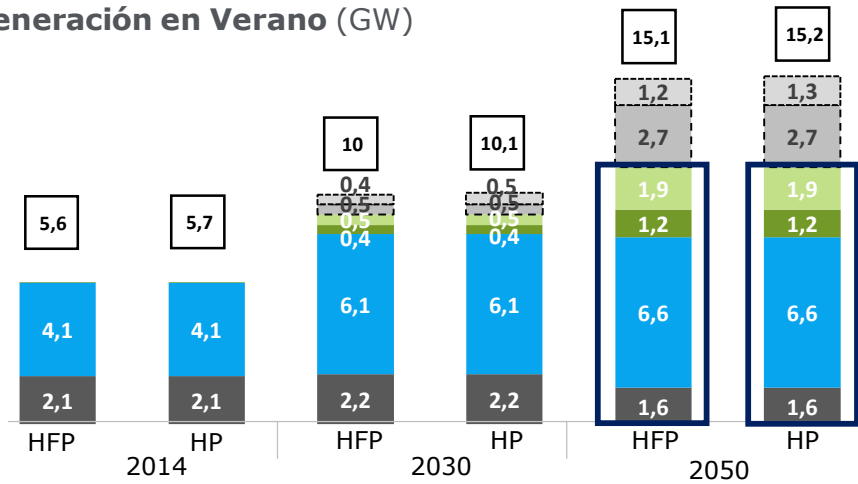
Generación en Primavera (GW)



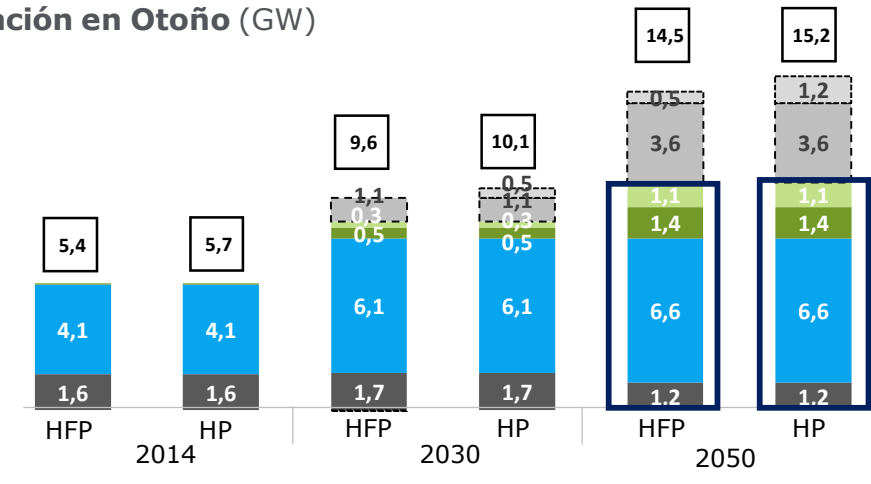
Cubrimiento del máximo de demanda (cont.)

En el escenario **Green Development** el pico alcanza los 15,4 GW durante la primavera entre las 17hs-23hs.

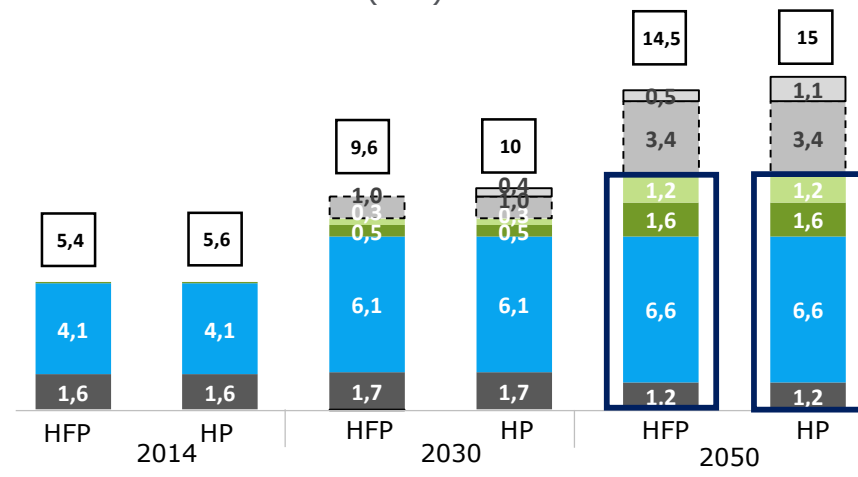
Generación en Verano (GW)



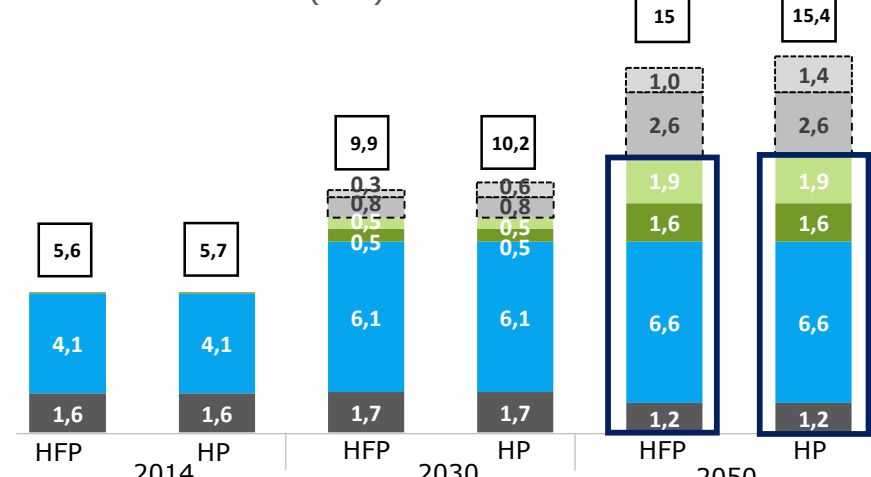
Generación en Otoño (GW)



Generación en Invierno (GW)



Generación en Primavera (GW)



Cubrimiento del máximo de demanda (cont.)

Los sectores Residencial, Comercial y Servicios Públicos requerirán del 62% del Demand Response en 2050. En el escenario **Increased Ambition**, esto alcanza los 883 MW mientras que en el escenario **Green Development**, alcanza 921 MW.



El Demand Response se considera una solución para integrar fuentes de energía renovables intermitentes en los sistemas de energía del futuro.



La implementación del Demand Response ha aumentado en ciertos mercados en Europa, Estados Unidos y en Australia. La capacidad global de todas las formas de flexibilidad de la demanda de energía se expandió un 5% interanual en 2019.



La implementación de programas Demand Response logra una mejora de la producción de electricidad.



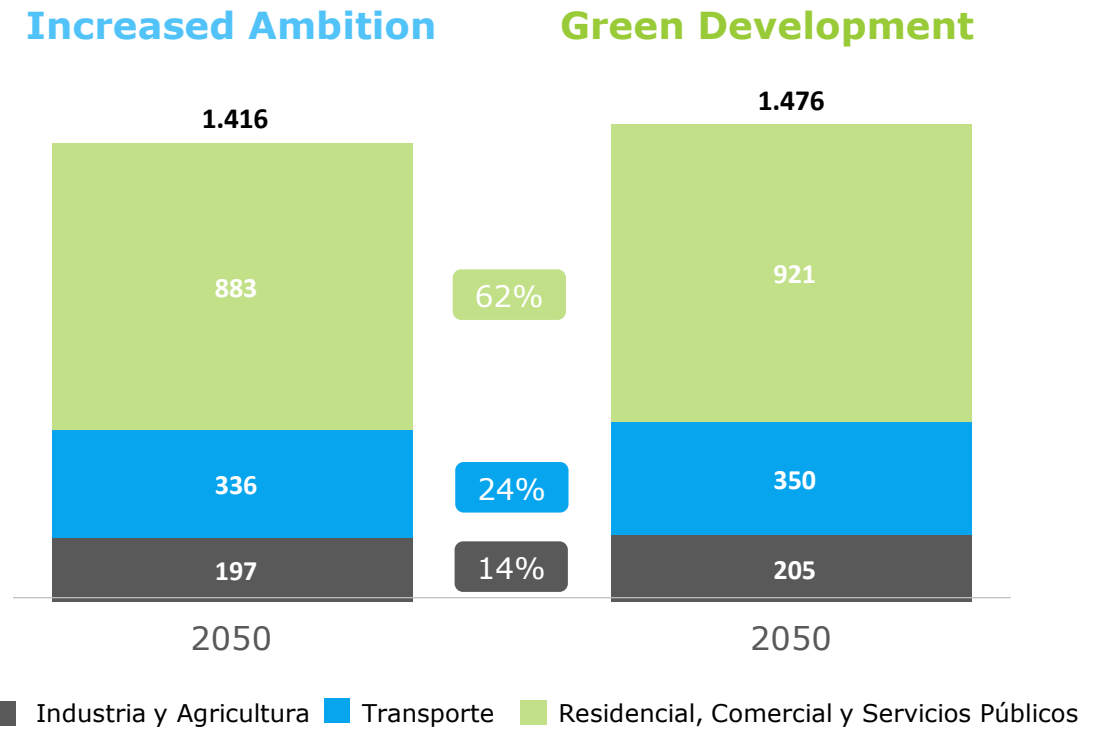
A través de los mecanismos de respuesta de la demanda, puede disminuirse el uso de plantas de pico cuyo aporte a la contaminación es alto. En este sentido, el beneficio corresponde a las emisiones evitadas.



Para la implementación de programas de Demand Response, son necesarios incentivos de largo plazo que justifiquen la disponibilidad del usuario final para reducir su consumo, cuando el sistema eléctrico lo requiera.

Potencial del Demand Response (MW)

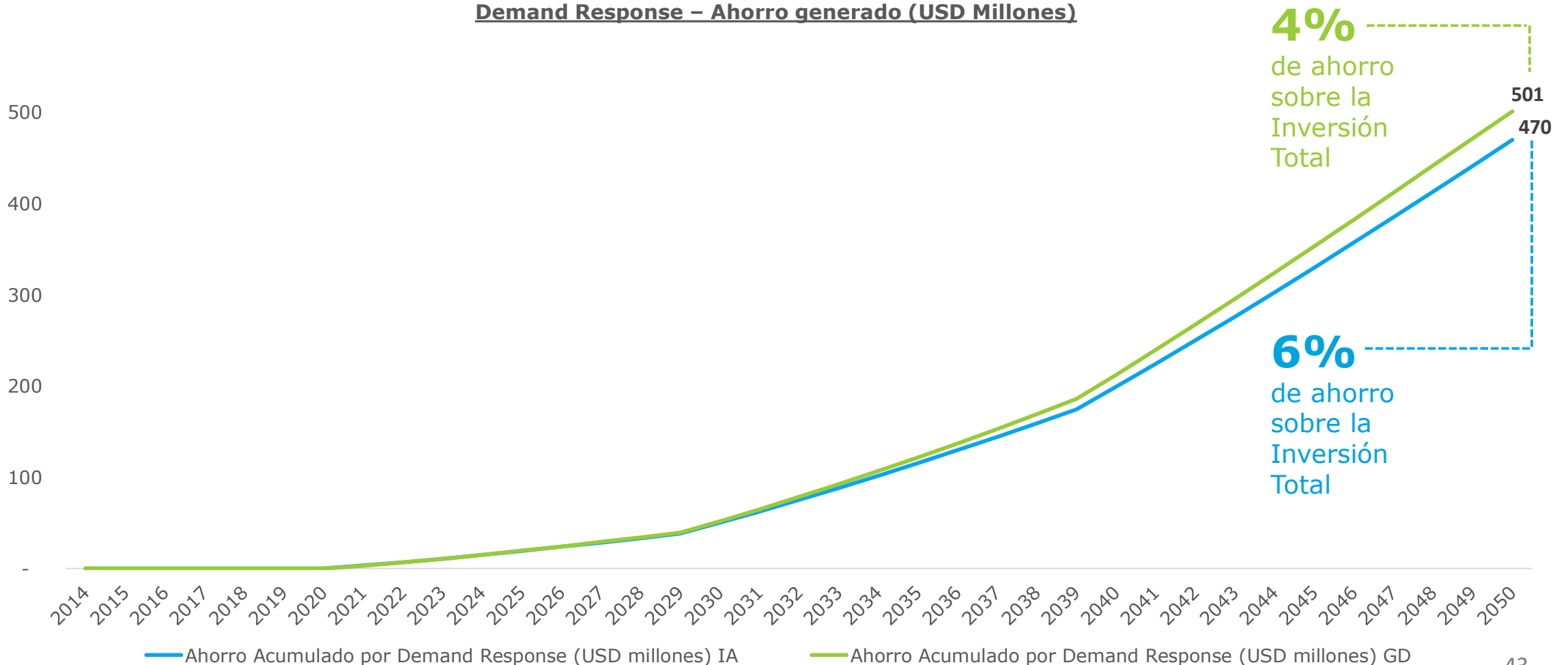
Siguiendo la tendencia a nivel mundial, se estima que el Demand Response se comportará de la siguiente manera en el 2050.



Cubrimiento del máximo de demanda (cont.)

A través del empleo de "demand response", se percibe un significativo ahorro como consecuencia de la menor inversión requerida para la matriz energética. En el escenario **Increased Ambition**, este ahorro alcanza los **USD 470 millones**, mientras que en el escenario **Green Development**, este ahorro alcanza los **USD 501 millones**.

Demand Response – Ahorro generado (USD Millones)



Los sistemas de almacenamiento

Los sistemas de almacenamiento o *electricity storage system* (ESS por sus siglas en inglés) brindan importantes ventajas para los sistemas eléctricos en donde las tecnologías intermitentes como la energía solar y eólica ganan participación.

Aplicaciones estacionarias de baterías

Profundizan la inserción de las energías renovables, permitiendo la **acumulación de energía para su uso posterior**, suavizando así las fluctuaciones de las condiciones climáticas.



Las baterías

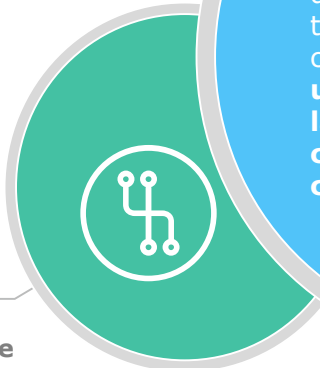
Brindan un **mayor grado de flexibilidad a los operadores de la red**, evitando así daños a los aparatos eléctricos y cortes de suministro.



El desarrollo de baterías más eficientes, el aumento de su vida útil y la tendencia hacia una rápida caída en su costo, la ubican en el corazón de la transición energética como una alternativa competitiva.

Ventajas

Puede **reducir las congestiones en la red de transmisión en horas de generación pico** y puede **aplazar la necesidad de grandes inversiones** en infraestructura en este segmento.



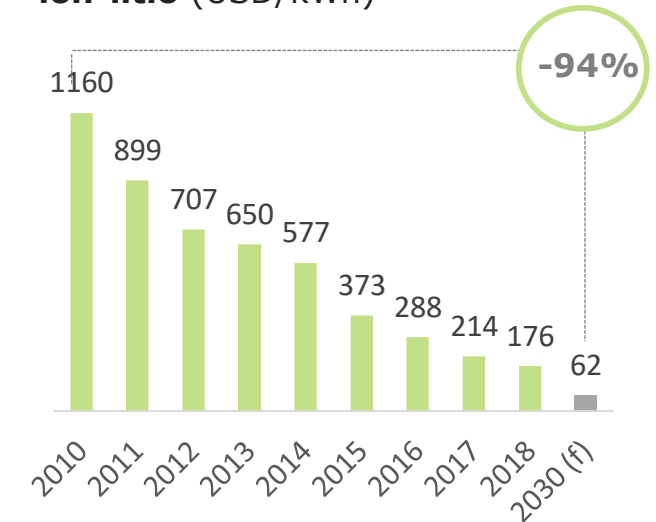
Importante rol

Descarbonización de segmentos clave de uso de energía (la e-movilidad, baterías para sistemas domésticos y mini-redes que operan fuera de la red).



Fuente: análisis Deloitte en base a IRENA – Bloomberg NEF

Evolución del precio de baterías ion-litio (USD/kWh)

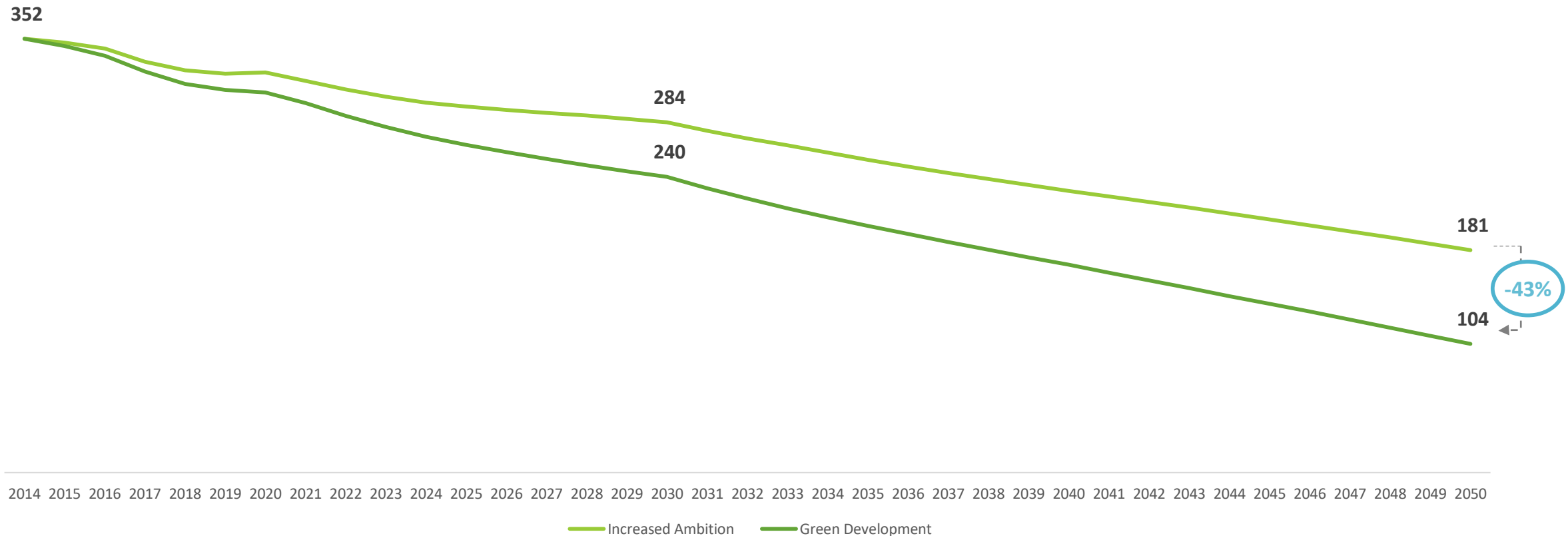


Según el análisis de Bloomberg NEF, **el costo de las baterías de ion-litio ha caído entre 2010 y 2018, pasando de los 1.160 USD/kWh a los 176 USD/kWh**. Los pronósticos aseguran que en 2030 la demanda de celdas de baterías se habrá multiplicado por 14, mientras que **el precio de las baterías caerá a 62 USD/kWh**. El sector automotor será su principal motor de crecimiento durante las próximas décadas.

Emisiones de la Matriz

Conforme la matriz energética muta hacia una matriz verde, **las emisiones por cada Gw/h generado disminuyen**. De esta manera, una penetración adicional del 6% de ERNC a 2050, permiten una reducción del 43% en términos de emisiones por GW/h generado.

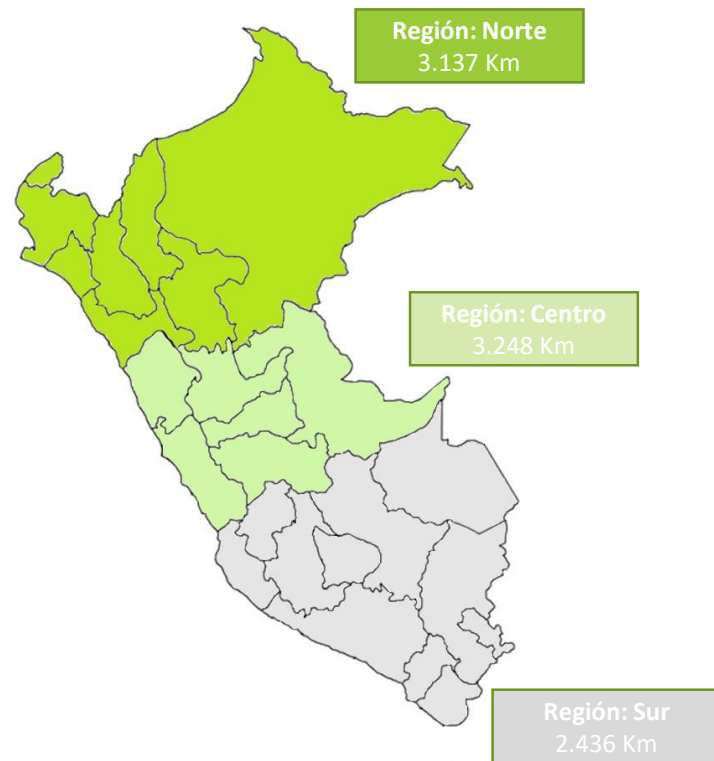
Emisiones de MtCO2eq por Gw/h generado



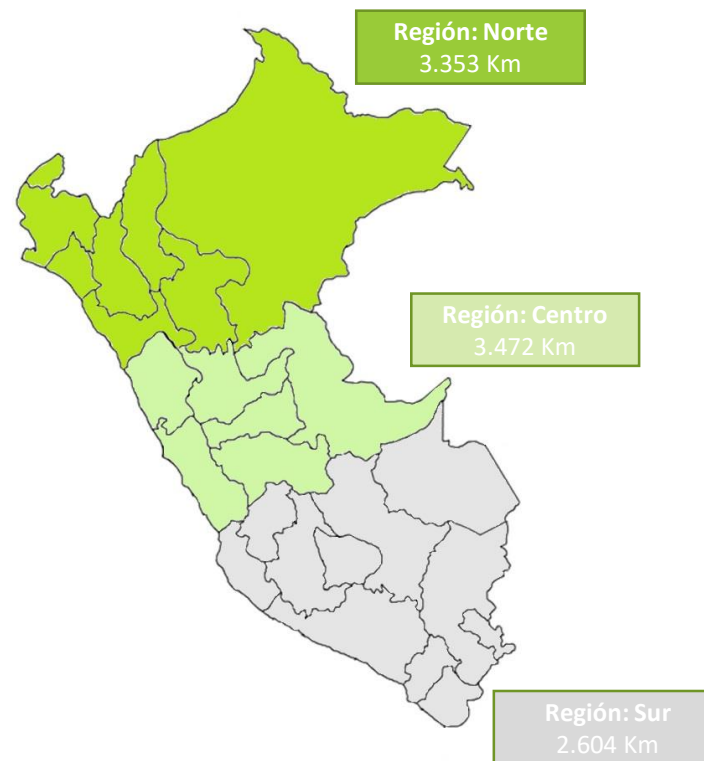
Inversiones en capacidad de transporte eléctrico

Se requiere entre 8.800 km y 9.500 km de líneas de expansión de transporte eléctrico, que permiten despachar entre 7,1 y 7,6 GW de potencia adicional para la descarbonización de Perú.

Increased Ambition (2050)⁽¹⁾



Green Development (2050)⁽²⁾



Interconexiones internacionales



(1) Y (2) La construcción de ambos escenarios a 2050 considera los proyectos indicados en la "Propuesta definitiva de actualización del plan de Transmisión 2021-2030" publicado por COES en Octubre 2020

Inversiones en capacidad de transporte eléctrico (cont.)

El **Plan Vinculante** esta conformado por proyectos cuya ejecución debe iniciarse entre 2021/22 y que deberían concluirse antes del 2026 por un **costo de inversión estimado de USD 981 millones**.

11

proyectos propuestos

5

referidos a Proyectos de Instalaciones de Transmisión de Conexión (ITC) en el Horizonte Vinculante

Capacidad de Nueva Generación de ERNC (2026)

Zona Norte
(Piura)

Zona Centro
(Marcona)

Zona Sur
(San José, Montalvo)

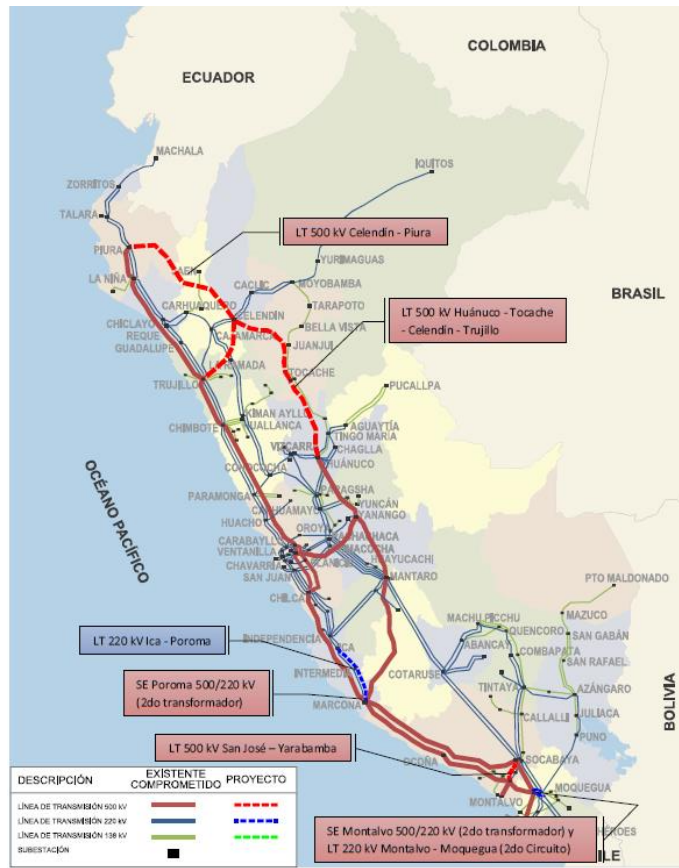


1.400 MW

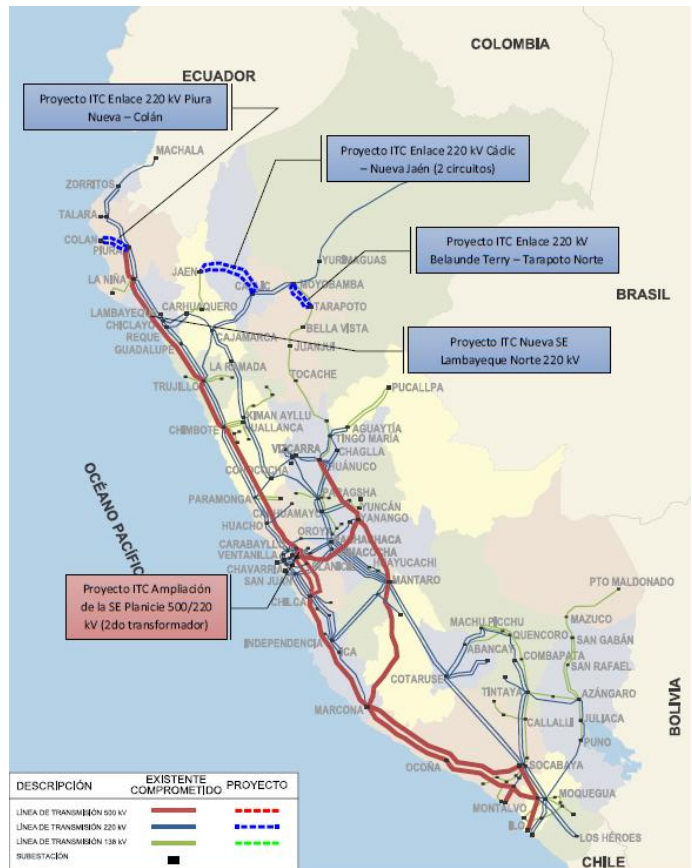
1.500 MW

1.000 MW

Sistema de Transmisión Troncal



Proyectos ITC (2021/22-2026)



Fuente: "Propuesta definitiva de actualización del plan de Transmisión 2021-2030" publicado por COES en Octubre 2020

COES recomienda contar con una estructura de tensiones de 500kV/220kV/138kV/MT para la subtransmisión de Lima Metropolitana.

Inversiones en capacidad de transporte eléctrico (cont.)

El **Plan de Transmisión de Largo Plazo** está conformado por proyectos no vinculantes cuya ejecución podría concluir antes del 2030 por un **costo de inversión estimado de USD 659 millones**.

13

proyectos propuestos

2

referidos a Proyectos de Instalaciones de Transmisión de Conexión (ITC) de largo plazo

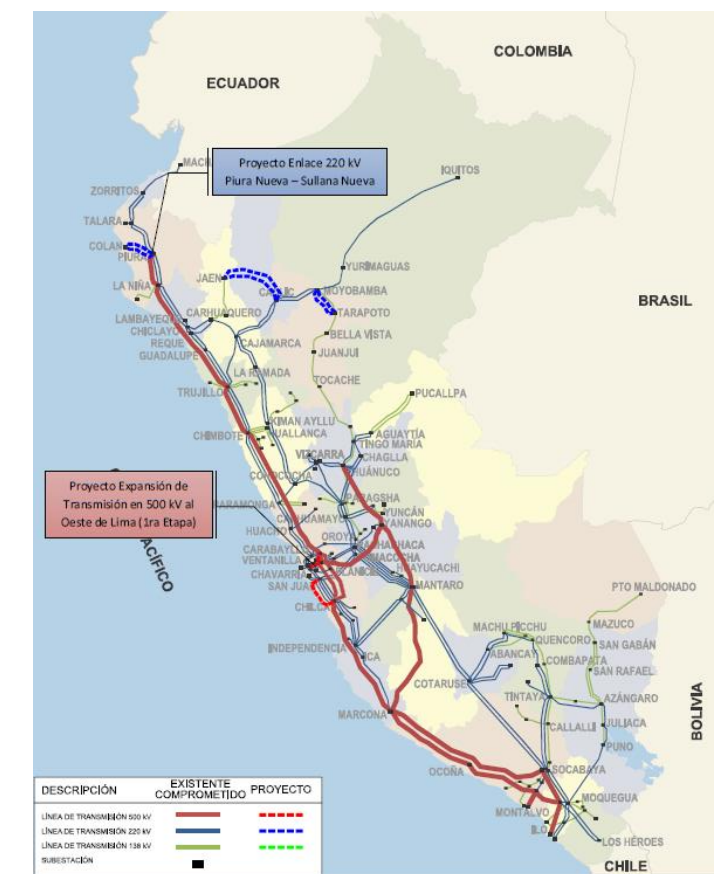
Capacidad de Nueva Generación de ERNC (2030)



Sistema de Transmisión Troncal



Proyectos ITC (al 2030)



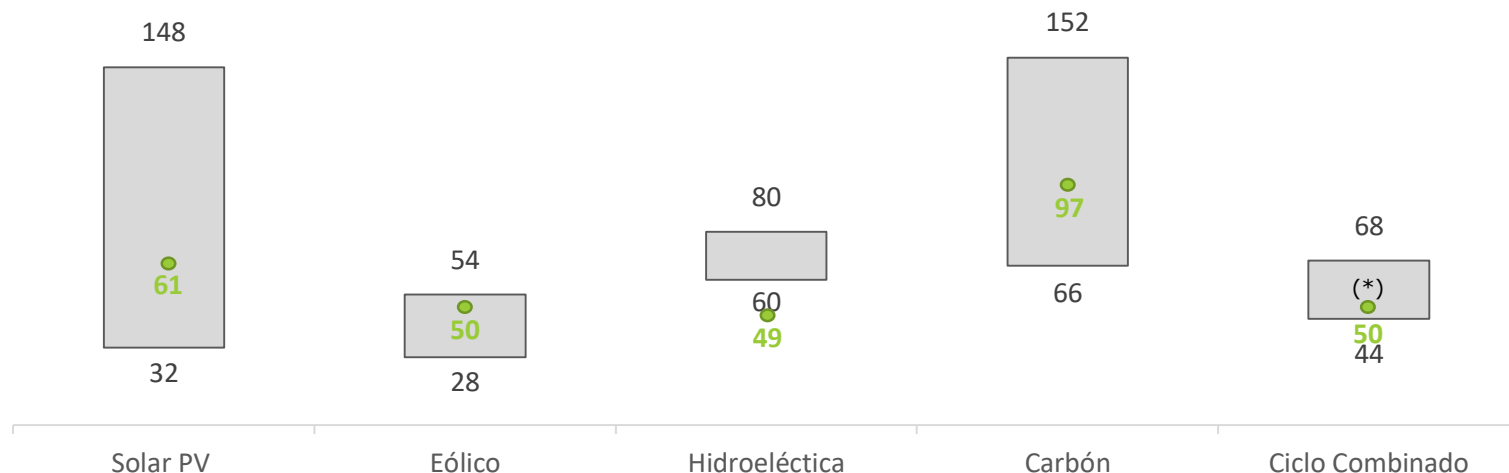
Fuente: "Propuesta definitiva de actualización del plan de Transmisión 2021-2030" publicado por COES en Octubre 2020

LCOE

Análisis del costo nivelado de energía

Las energías con fuentes renovables tienen el potencial de satisfacer plenamente las necesidades energéticas mundiales al tiempo que se reducen las emisiones y se mitiga el cambio climático.

LCOE (\$/MWh) – Energías Renovables y Convencionales 2018



Un futuro renovable

El costo ha sido uno de los principales limitantes para realizar el traspaso de energías de fuentes fósiles a energías de fuentes renovables, como solar y eólico.

Actualmente, **la caída de los costos de las tecnologías de energía renovable está haciendo** que una transición energética global no solo sea posible, sino que en algunos casos **sea menos costosa** que la alternativa.

Si bien algunas fuentes de energía renovable (hidroeléctrica, geotérmica y algunas formas de biomasa moderna) han sido ampliamente competitivas con los combustibles fósiles y la energía nuclear durante cierto tiempo, **la energía solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre también han surgido como opciones competitivas en costos.**

● LCOE Perú (elaboración propia en función de lo publicado en adjudicación de la cuarta subasta de electricidad con recursos energéticos renovables y Osinergrin)

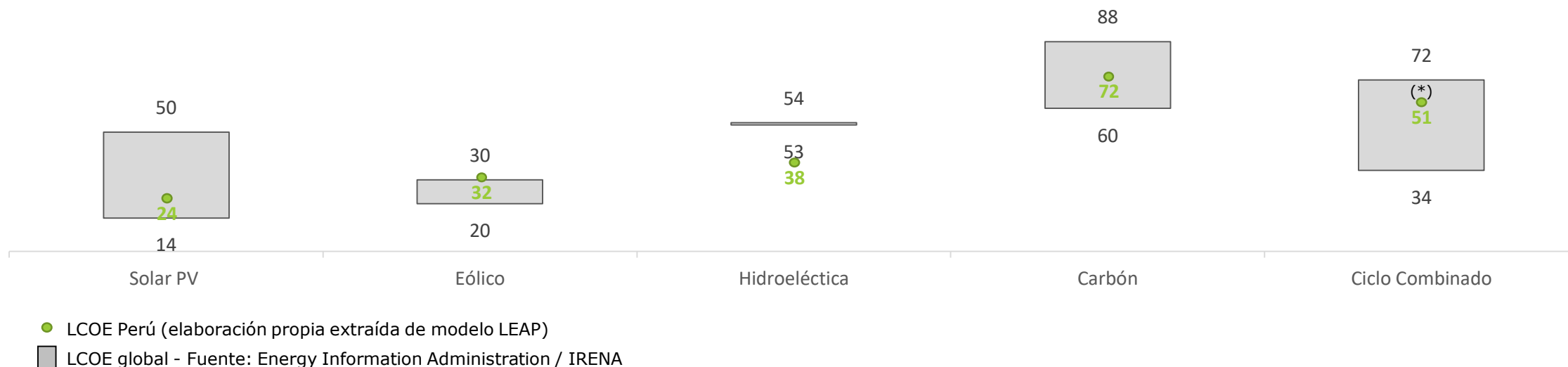
■ LCOE global - Fuente: Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis – Version 12.0 / IRENA

(*) El LCOE para Ciclos Combinados para Perú contempla el precio subsidiado del gas natural conforme a los lineamientos establecidos en el anexo C del Informe N°193-2020-GRT de Osinergrin

Análisis del costo nivelado de energía

El costo nivelado de energía se reduce, principalmente para las fuentes de energía renovables no convencionales. La electricidad se abaratará, promoviendo una mayor electrificación en el sector energético.

LCOE (\$/MWh) – Energías Renovables y Convencionales 2050



La **sólida demanda de los clientes** es uno de los factores clave que probablemente **impulsará el desarrollo renovable en el corto plazo**. Los avances tecnológicos están allanando el camino para un mayor despliegue al facilitar la integración de las energías renovables en la red.

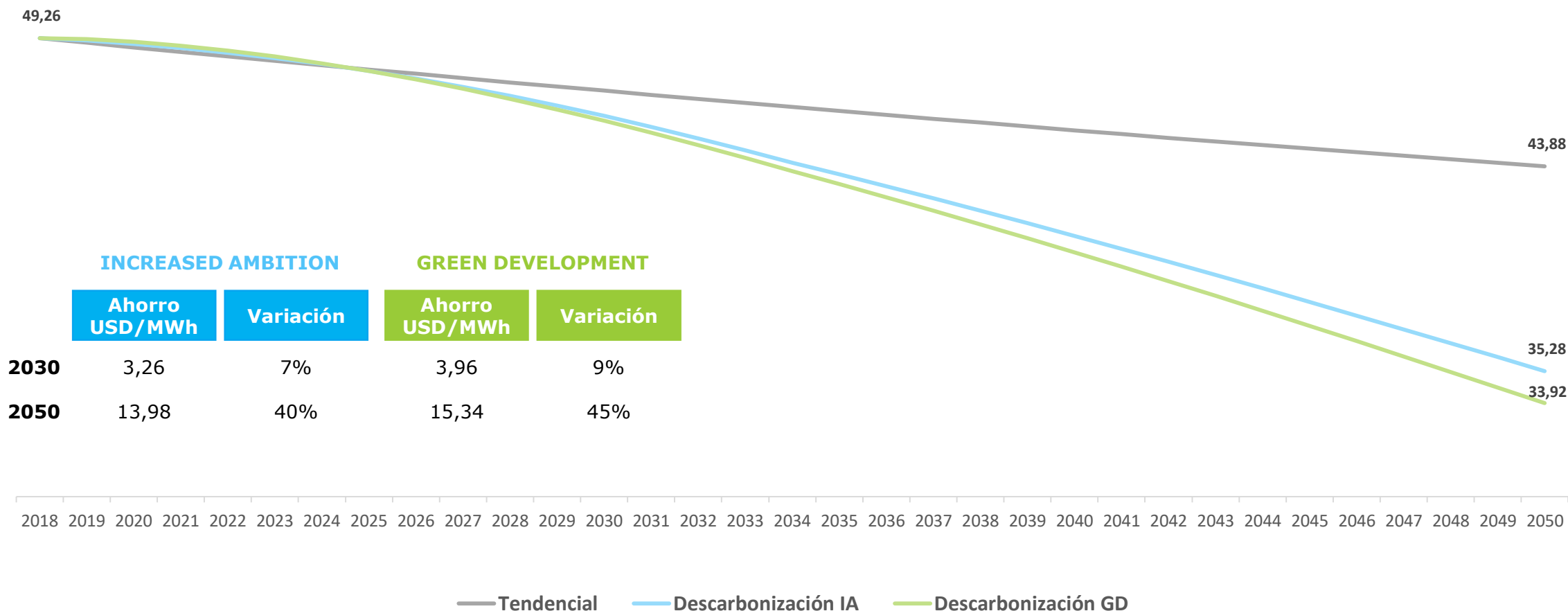
Dos áreas de rápido progreso son el almacenamiento de energía y la digitalización. **La digitalización permite una integración más fluida de la energía renovable**, lo que agrega flexibilidad a la red. El constante avance de las tecnologías tiene el potencial de continuar una **tendencia a la baja de los costos asociados a la generación de energías renovables**, haciéndolas aún más competitivas.

(*) El LCOE para Ciclos Combinados para Perú contempla el precio subsidiado del gas natural conforme a los lineamientos establecidos en el anexo C del Informe N°193-2020-GRT de Osinergmin

Análisis del costo nivelado de energía

Conforme la matriz comienza su transición hacia las energías renovables no convencionales, vemos una marcada disminución en el costo nivelado de la energía con respecto al escenario tendencial.

Evolución Tendencial del LCOE (USD/MWh)

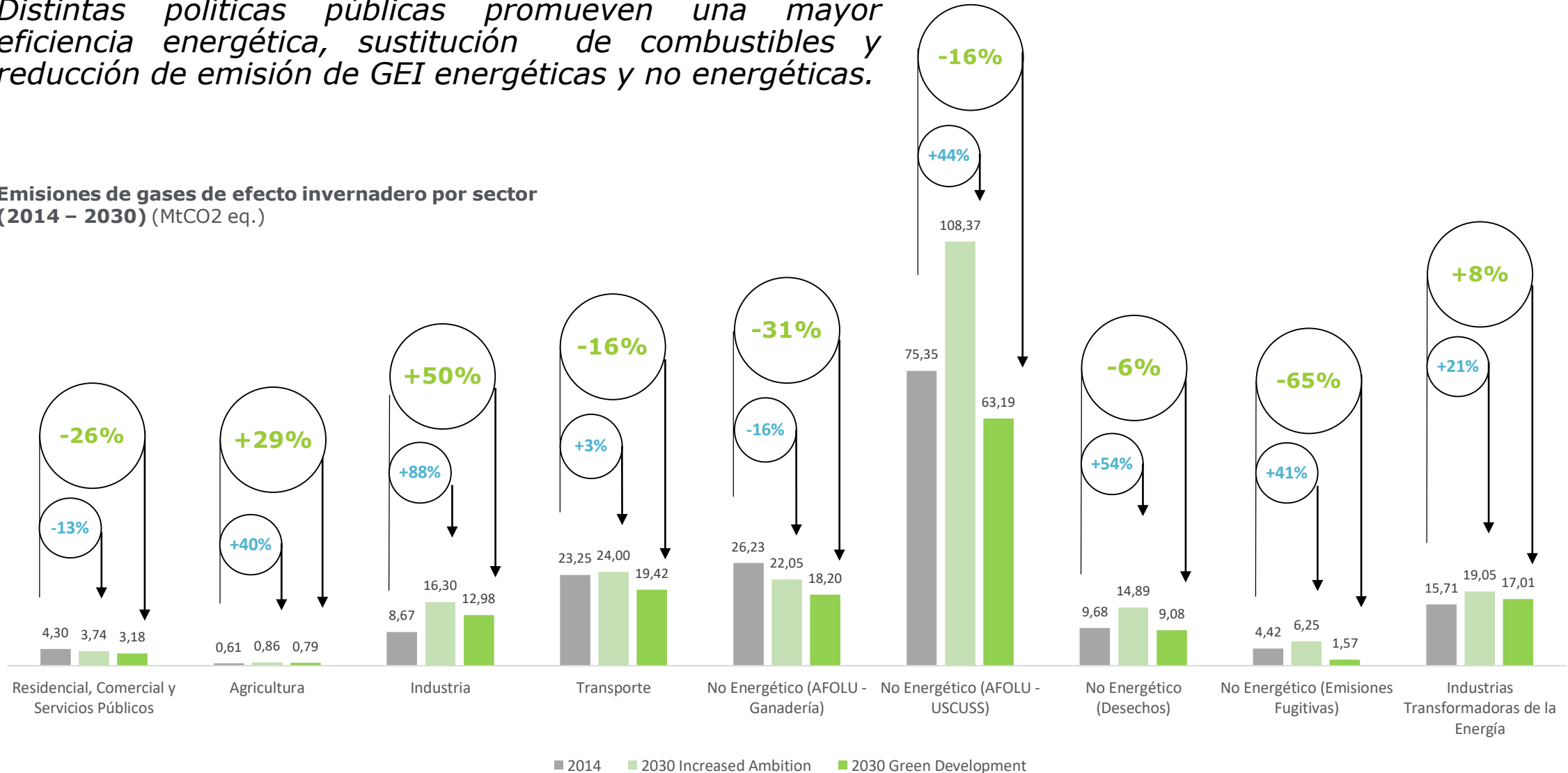


Análisis por sector

El modelo energético al 2030

Distintas políticas públicas promueven una mayor eficiencia energética, sustitución de combustibles y reducción de emisión de GEI energéticas y no energéticas.

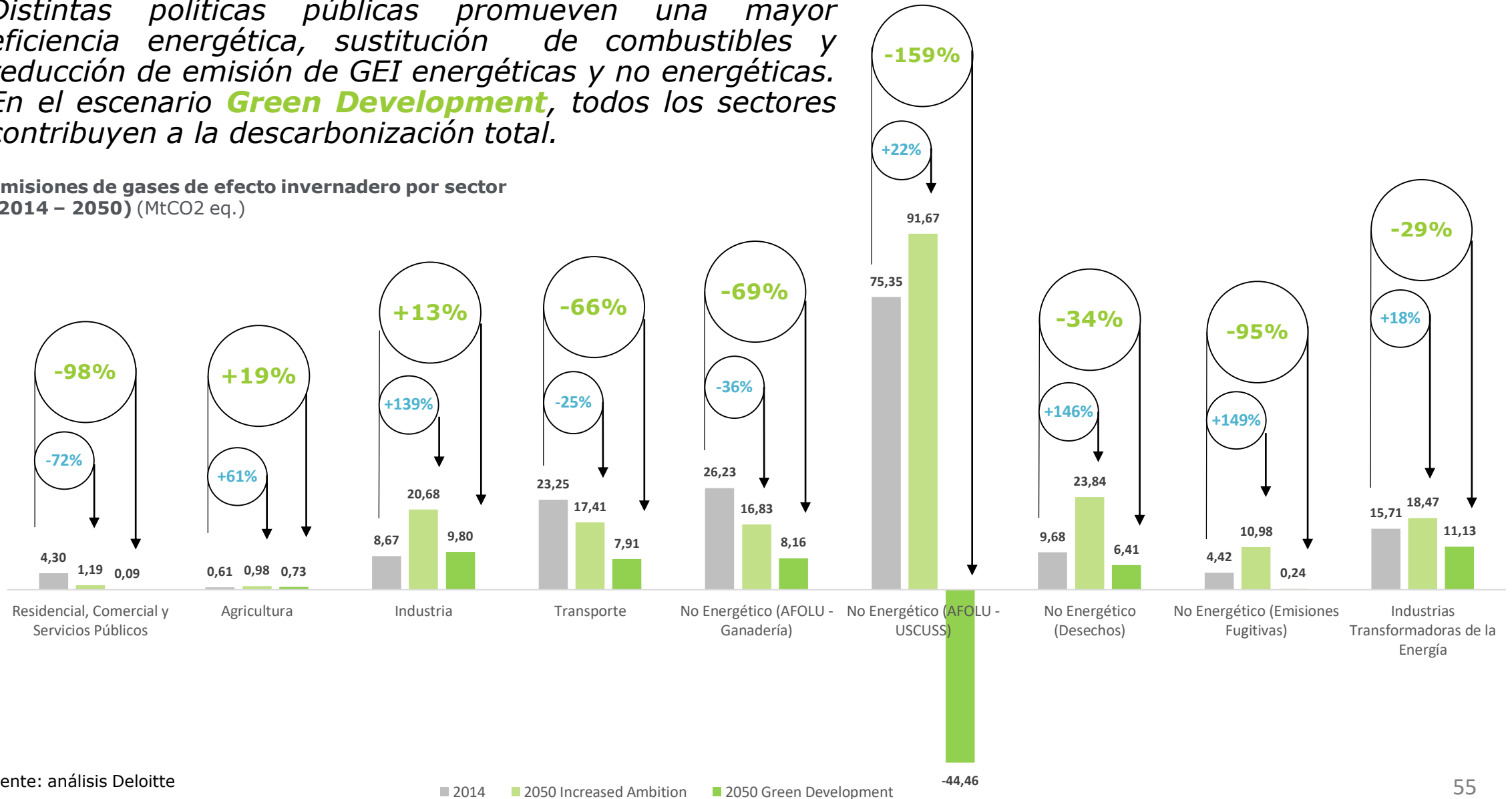
Emisiones de gases de efecto invernadero por sector (2014 - 2030) (MtCO2 eq.)



El modelo energético al 2050

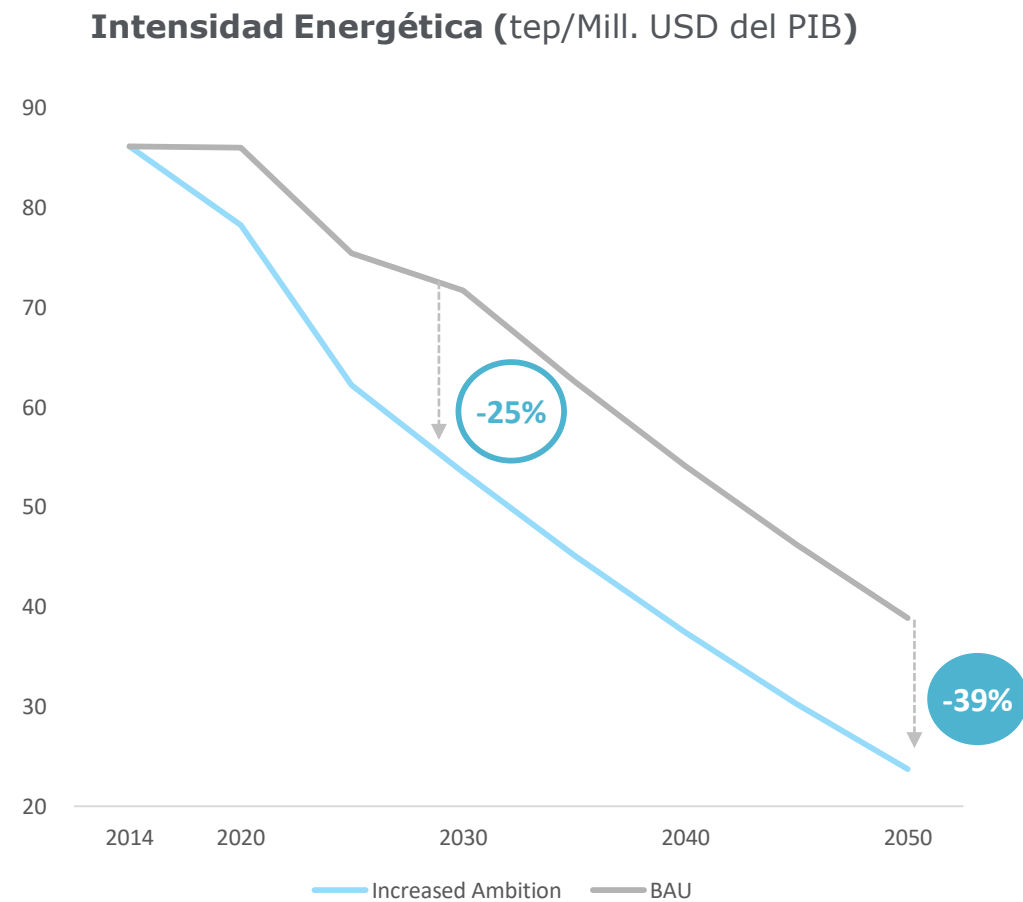
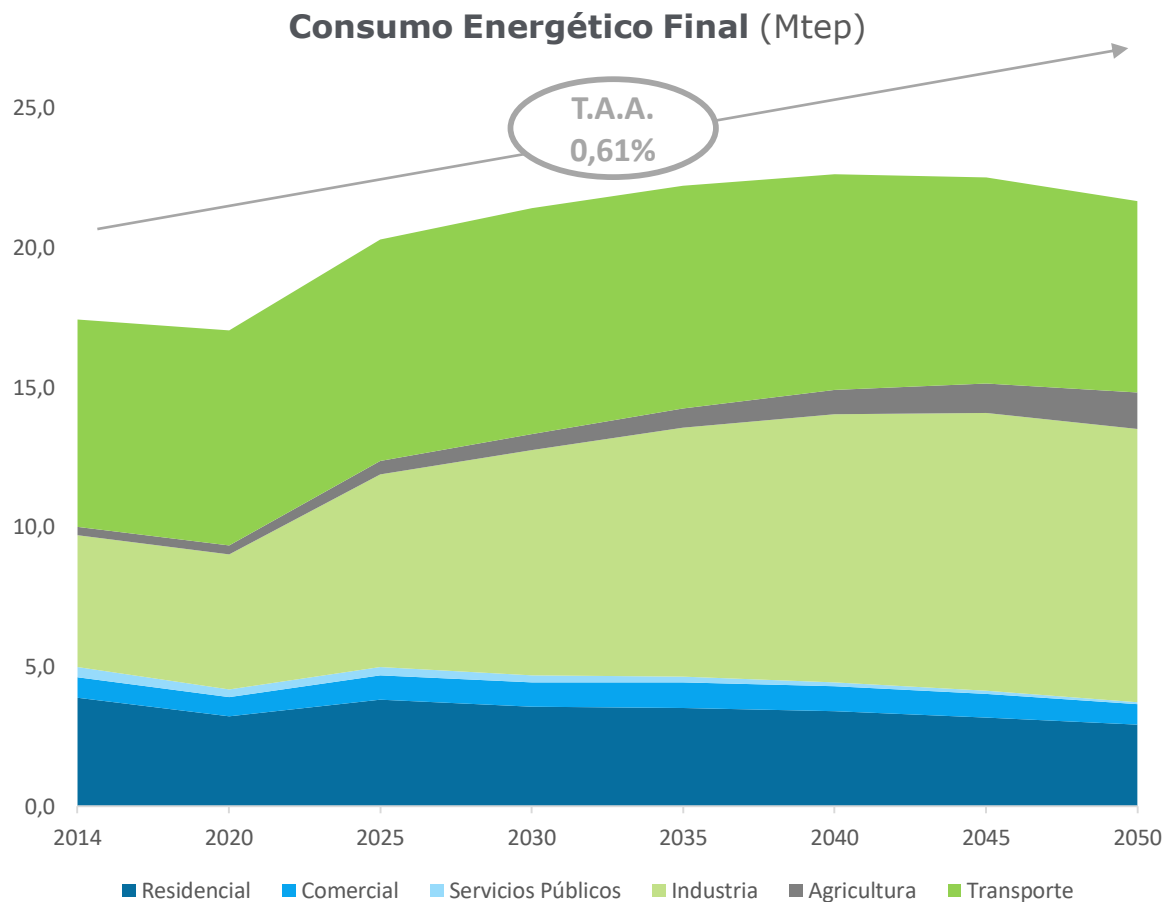
Distintas políticas públicas promueven una mayor eficiencia energética, sustitución de combustibles y reducción de emisión de GEI energéticas y no energéticas. En el escenario **Green Development**, todos los sectores contribuyen a la descarbonización total.

Emisiones de gases de efecto invernadero por sector (2014 - 2050) (MtCO2 eq.)



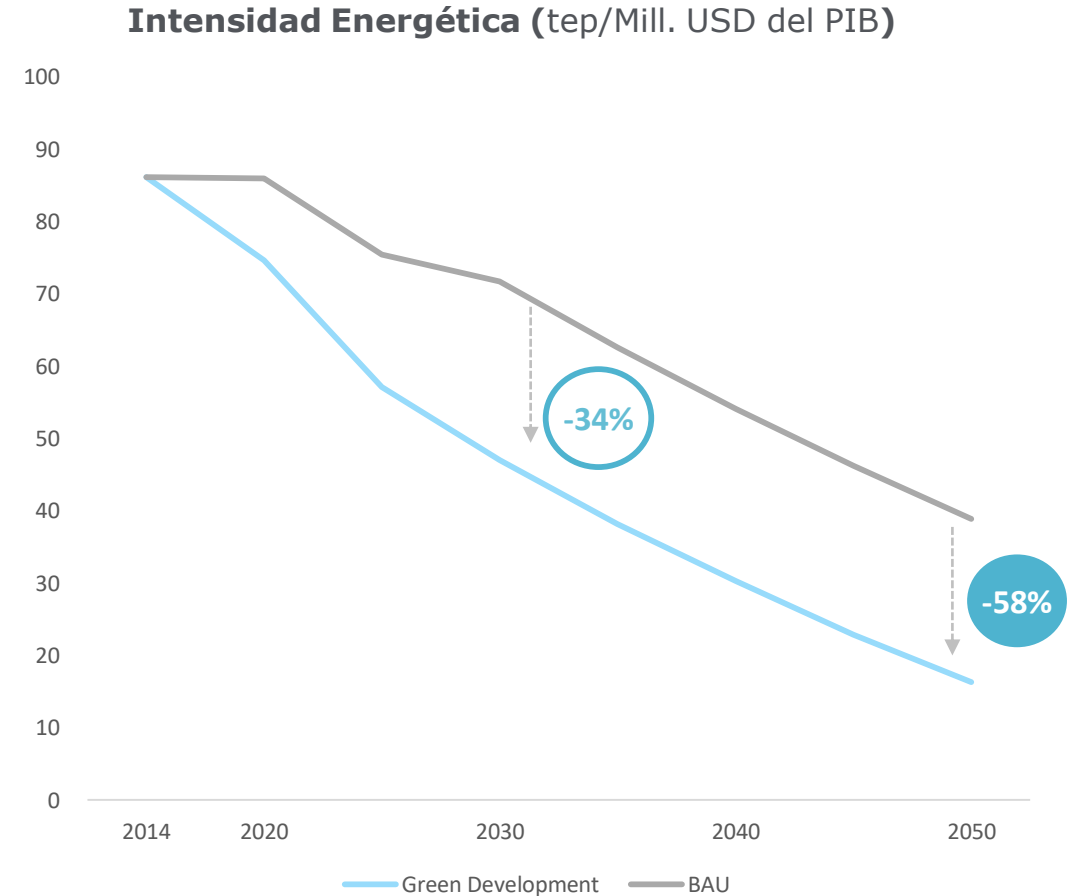
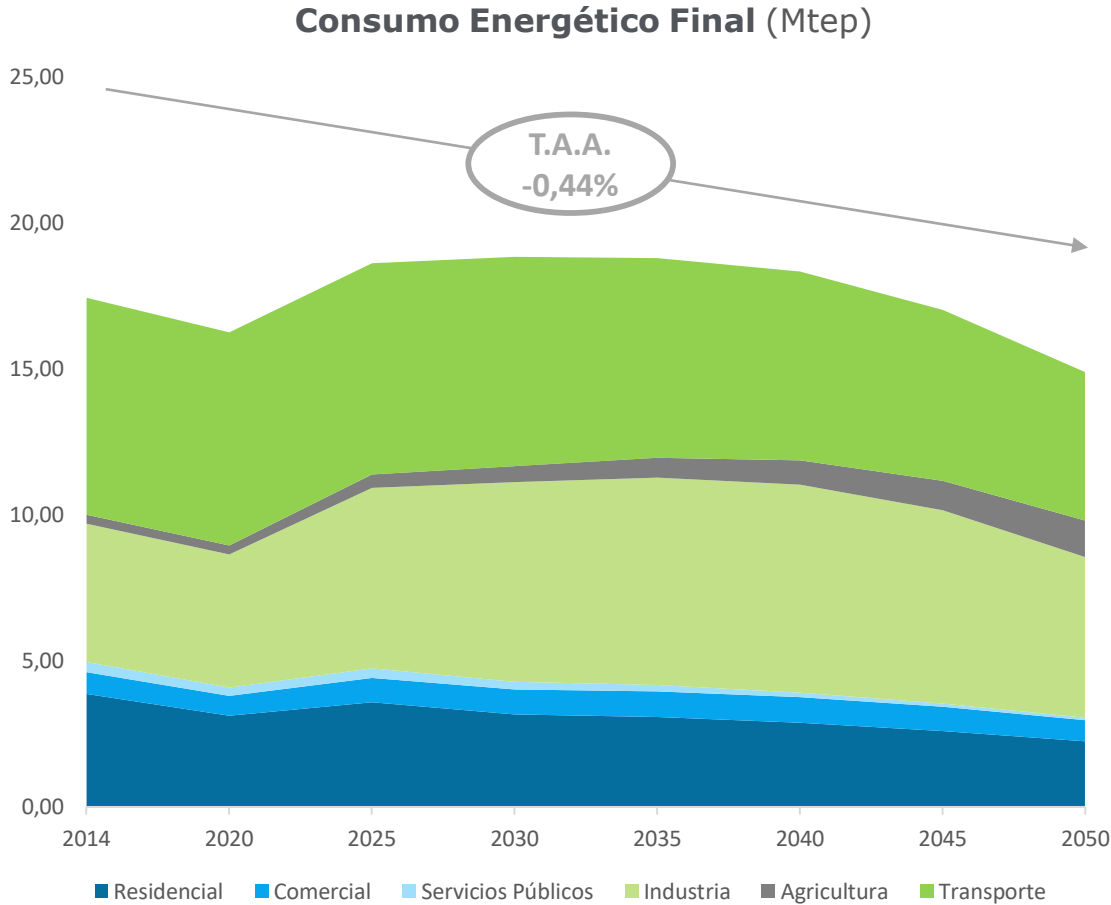
Demanda Final de Energía – Increased Ambition

El consumo energético crece al 0,61% anual, por debajo del crecimiento de la economía, al reducir la intensidad energética en un 39% al 2050 respecto del escenario BAU.



Demanda Final de Energía – Green Development

El consumo energético se reduce en un 0,44% anual si se reduce la intensidad energética en un 58%, al introducir medidas de mitigación de forma acelerada y con un objetivo más ambicioso.



Sector residencial

Mejor aislación de las viviendas y mayor eficiencia en electrodomésticos. Fuerte traspaso de estufas de tiro balanceado a bombas de calor.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

Utilización de tecnologías eléctricas con mayor eficiencia, apuntando a fomentar:

- **Incremento de la participación de artefactos eléctricos** para la calefacción del hogar, para el calentamiento del agua y para la cocina.
- Reemplazo de luminarias tradicionales por luminarias LED.

Green Development

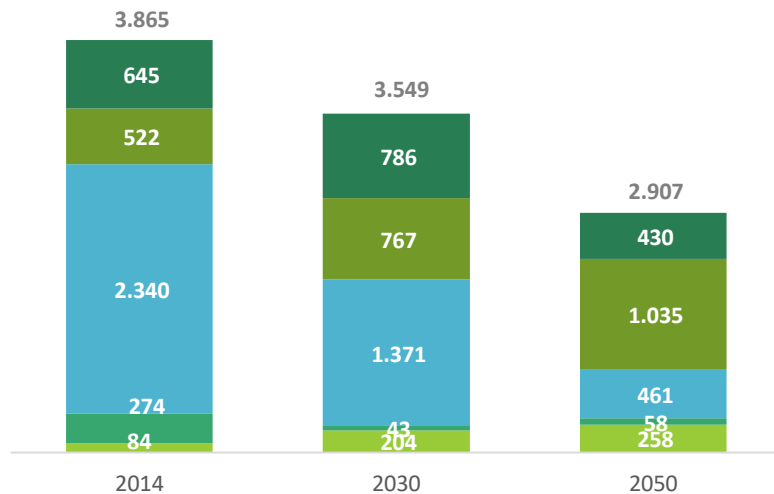


Políticas Requeridas

- **Utilización extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspaso desde tecnologías convencionales.
- Se promueven nuevos códigos de edificación sobre la base de la casa pasiva, tendientes a **mejorar el consumo de energía en las edificaciones**.

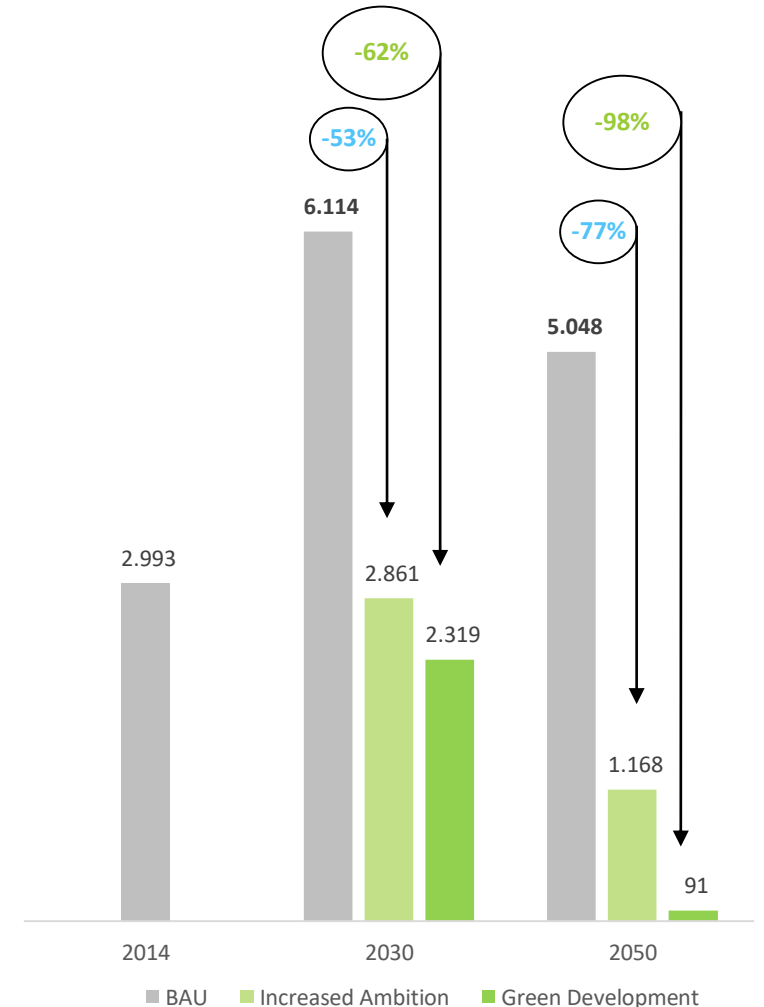
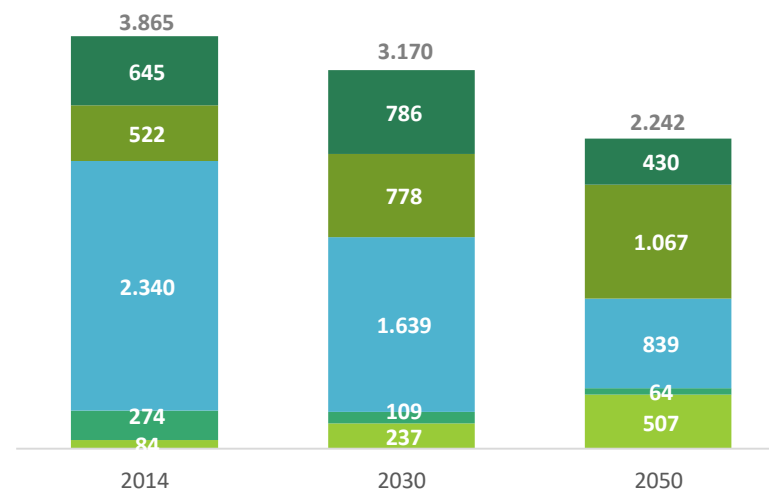
Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)

Consumo Energético Final (Miles de tep)



Refrigeración Iluminación Cocina HVAC Otros usos

Consumo Energético Final (Miles de tep)



Fuente: análisis Deloitte

Sector comercial

Traspasso a tecnologías eléctricas a medida que se efficientiza el consumo energético de las distintas tecnologías disponibles.

Increased Ambition

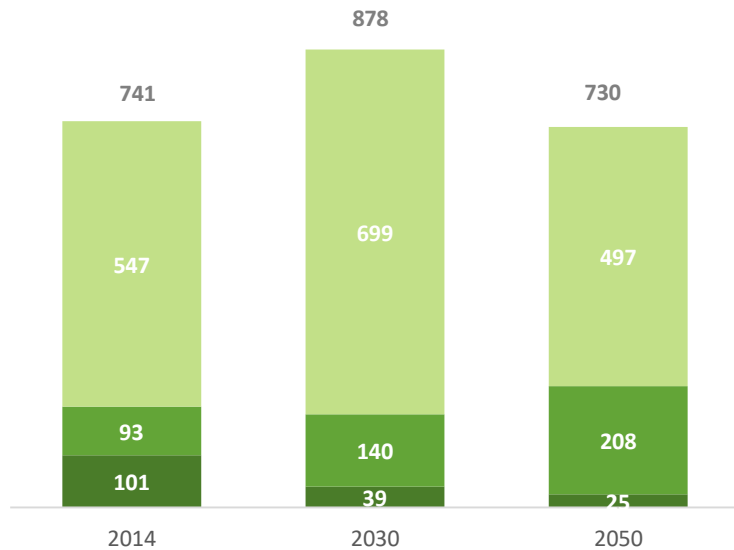


Políticas Requeridas

Utilización de tecnologías eléctricas con mayor eficiencia, apuntando a fomentar:

- Incremento de la participación de **artefactos eléctricos para calefaccionar.**
- **Reemplazo de luminarias** tradicionales por luminarias LED.

Consumo Energético Final (Miles de tep)



■ Iluminación ■ HVAC ■ Otros usos

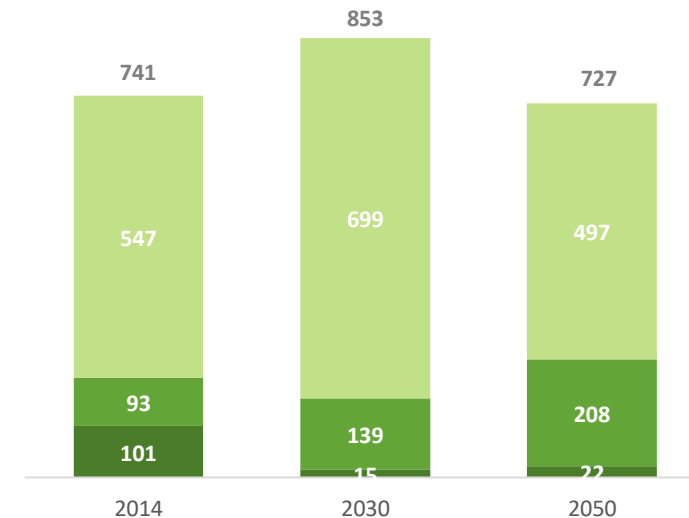
Green Development



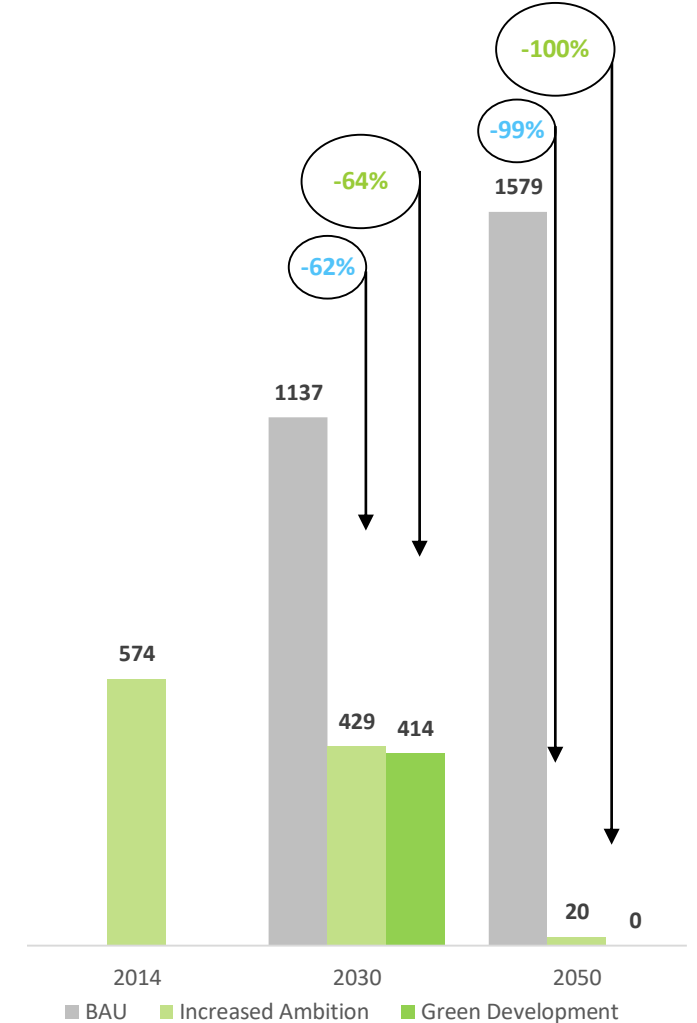
Políticas Requeridas

Utilización **extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspasso desde tecnologías convencionales.

Consumo Energético Final (Miles de tep)



Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



Fuente: análisis Deloitte

Sector servicios públicos

Traspaso de tecnologías existentes por artefactos eléctricos. Auditorias energéticas.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

Utilización de tecnologías eléctricas con mayor eficiencia, apuntando a fomentar:

- **Incremento de la participación de artefactos eléctricos.**
- Edificios a inaugurar adaptados al uso de artefactos eléctricos

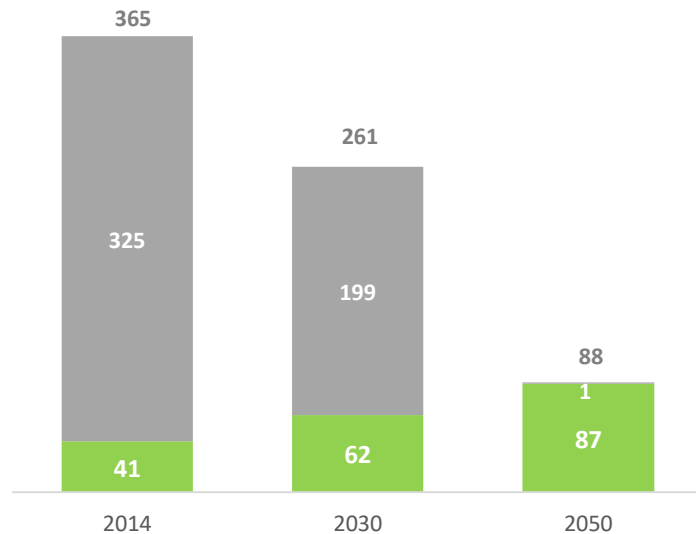
Green Development



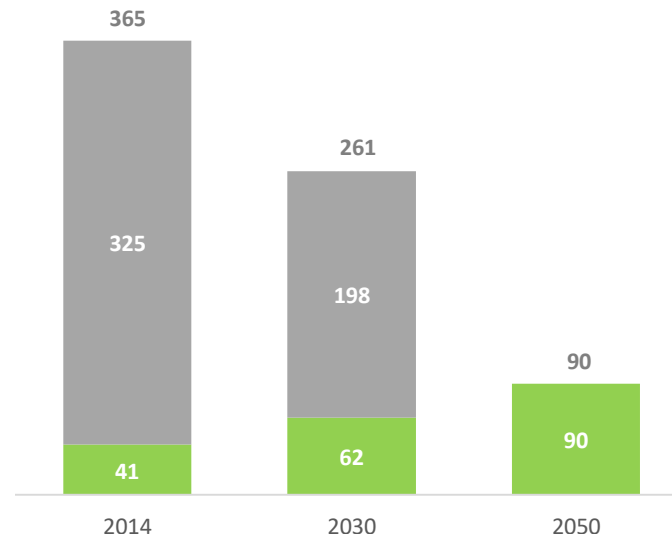
Políticas Requeridas

- **Utilización extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspaso desde tecnologías convencionales.

Consumo Energético Final (Miles de tep)

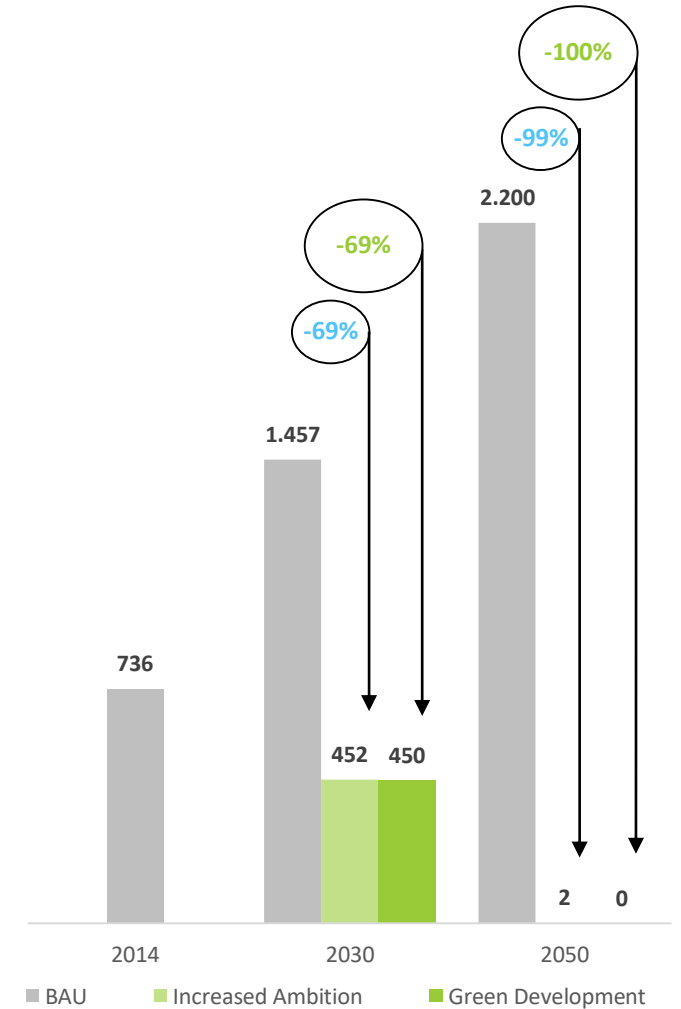


Consumo Energético Final (Miles de tep)



■ Electricidad ■ Otros (Gasolina + Diésel + GLP + Kerosene)

Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ BAU ■ Increased Ambition ■ Green Development

Fuente: análisis Deloitte

Sector agricultura

Traspaso de tecnologías existentes por artefactos eléctricos y crecimiento de la superficie sembrada.

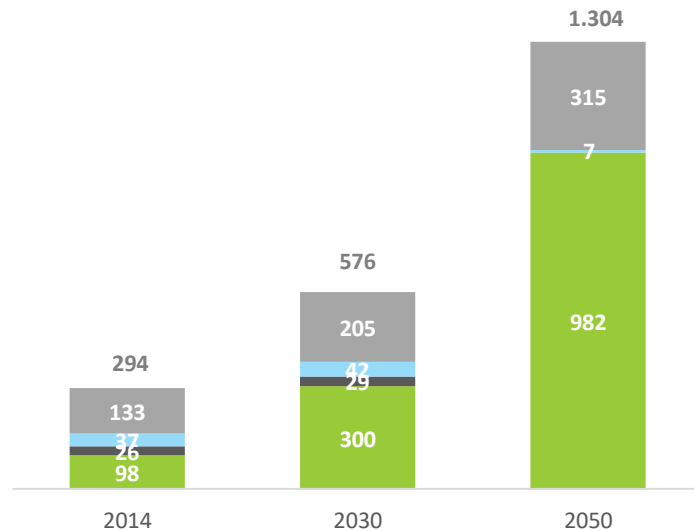
Increased Ambition



Políticas Requeridas

- Crecimiento moderado de la superficie terrestre sembrada, dada la limitación geográfica.
- **Electrificación de maquinaria agrícola.**
- **Reemplazo de combustibles.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)



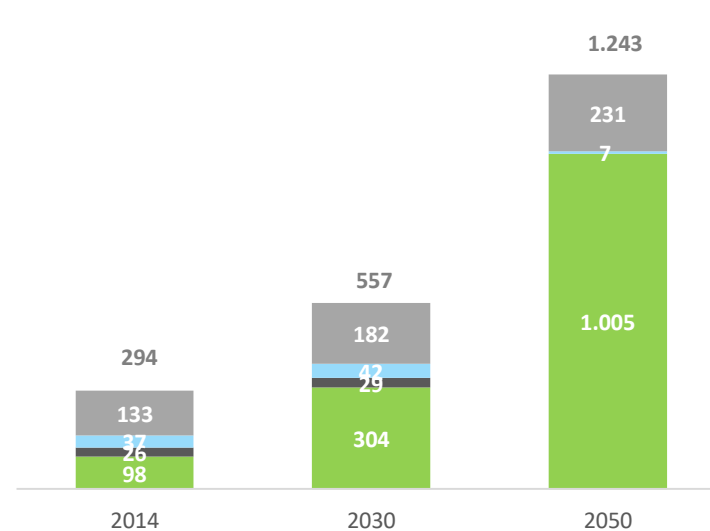
Green Development



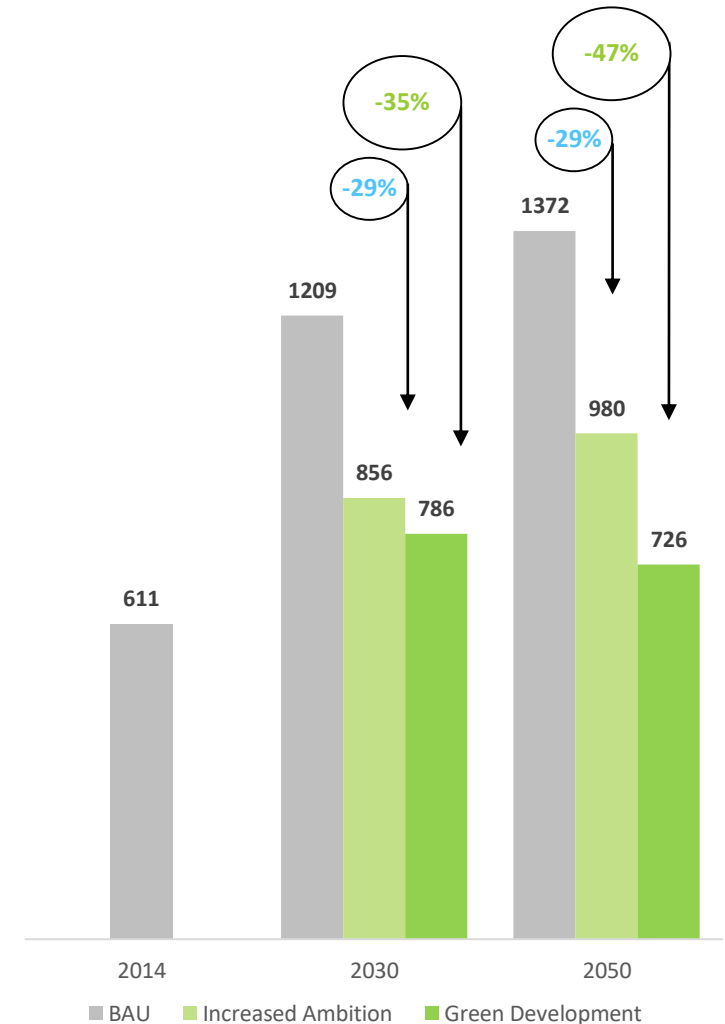
Políticas Requeridas

- **Utilización extensiva de tecnologías eléctricas**, dando incentivos al traspaso desde tecnologías convencionales.
- **Mayor reemplazo de combustibles.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)



Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ Electricidad ■ Gas Natural ■ No Energético ■ Otros (Gasolina + Diésel + Petróleo Industrial + LPG)

Sector transporte

Normas sobre emisiones, incentivos al VEB y cambio modal en el transporte de cargas. Electrificación del sector.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- Normas restrictivas sobre emisiones de vehículos convencionales.
- **e-movilidad para el transporte público.**
- Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.
- **Electrificación del sector.**
- Mayor uso del transporte público.
- Etiqueta energética.

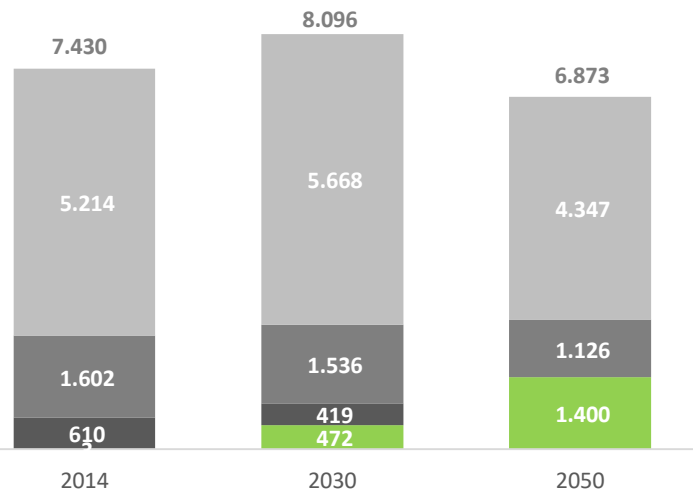
Green Development



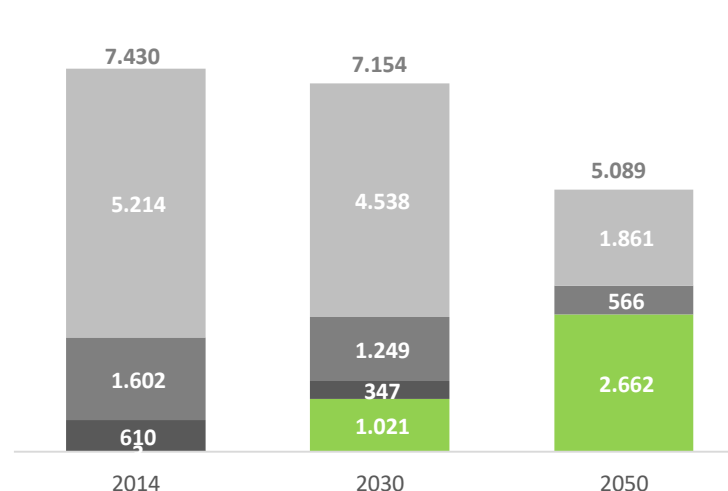
Políticas Requeridas

- **e-movilidad como principal medio de transporte**, otorgando incentivos y restringiendo el uso de vehículos convencionales.
- **Adopción temprana del camión eléctrico.**
- **Mayor priorización del transporte público.**

Consumo Energético Final (Miles de tep)

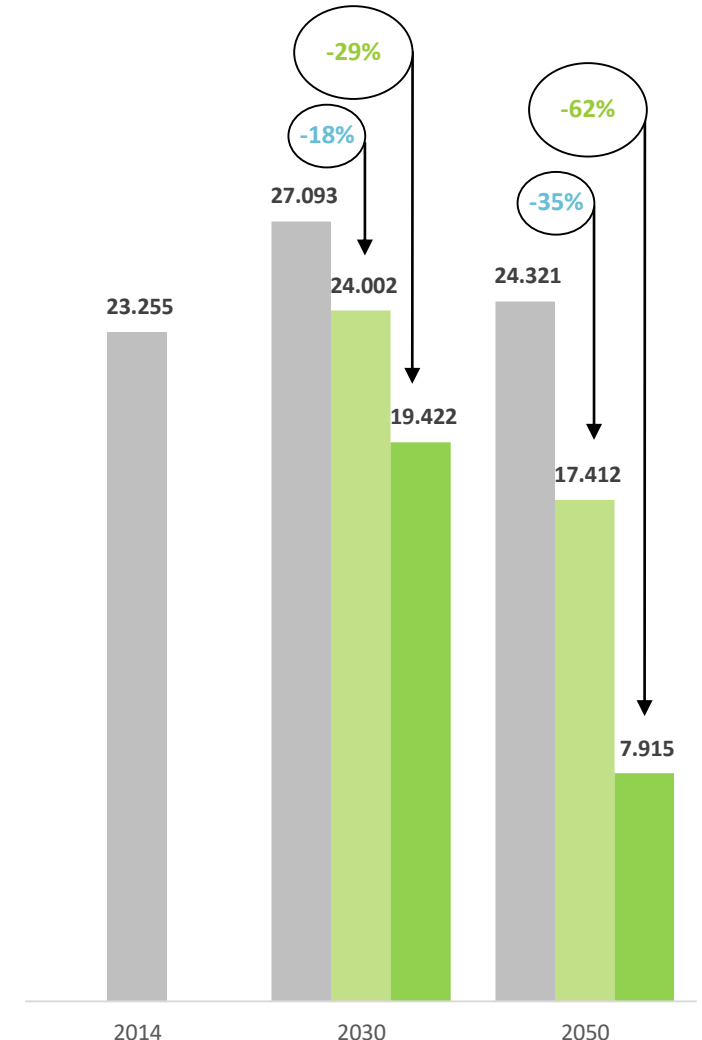


Consumo Energético Final (Miles de tep)



Electricidad Gas Natural Gasolina Otros (Diésel + Jet Kerosene + LPG)

Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



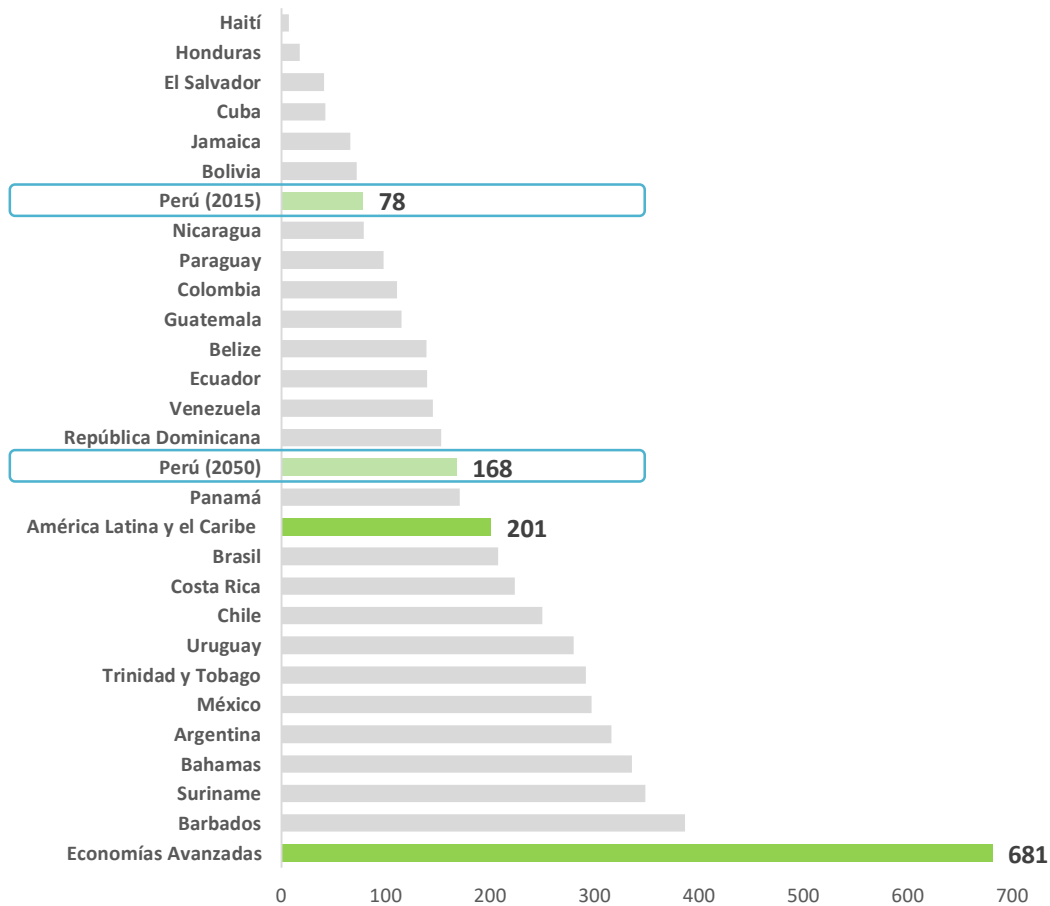
BAU Increased Ambition Green Development

Fuente: análisis Deloitte

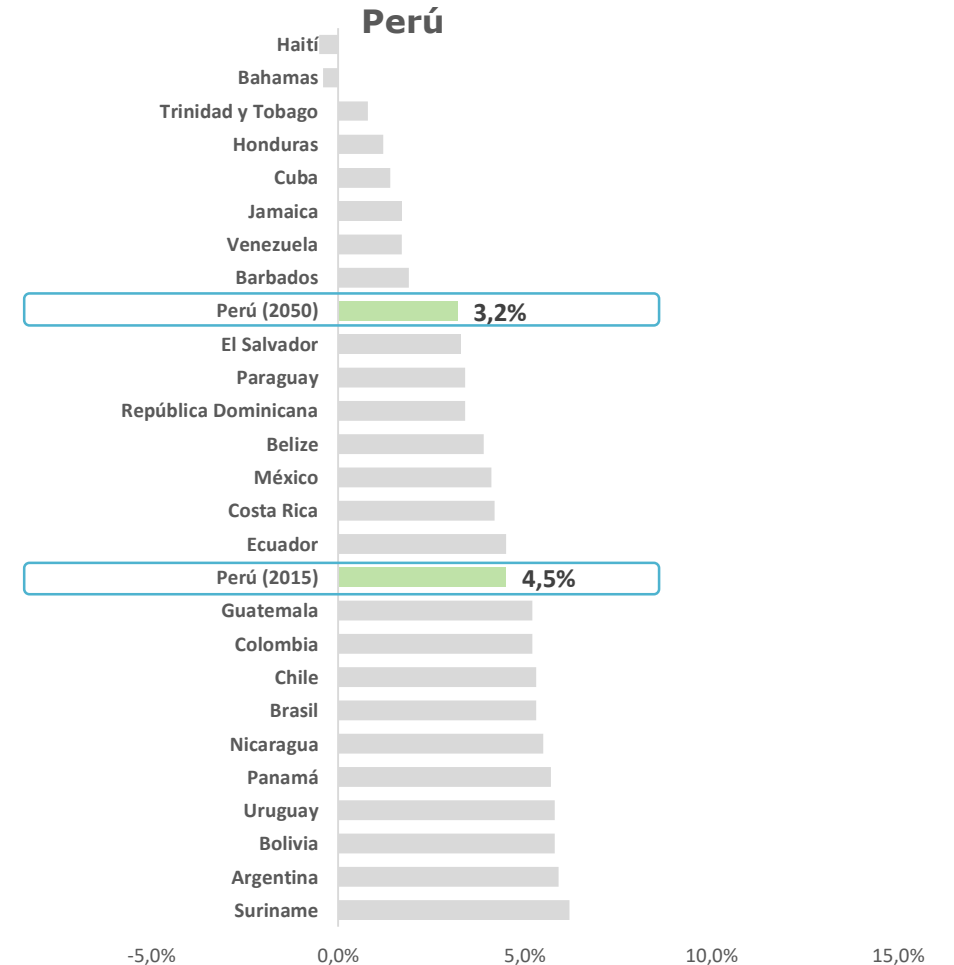
Proyección del sector automotriz en Perú

Se proyecta un crecimiento en el parque automotor consistente con los niveles regionales, apuntalando en simultáneo el cambio modal y uso más eficiente de los medios de transporte

Total de vehículos cada 1000 habitantes - Año 2015 y Resultados Esc. a 2050 para Perú



Tasa de crecimiento - Año 2015 y Resultados Esc. a 2050 para Perú

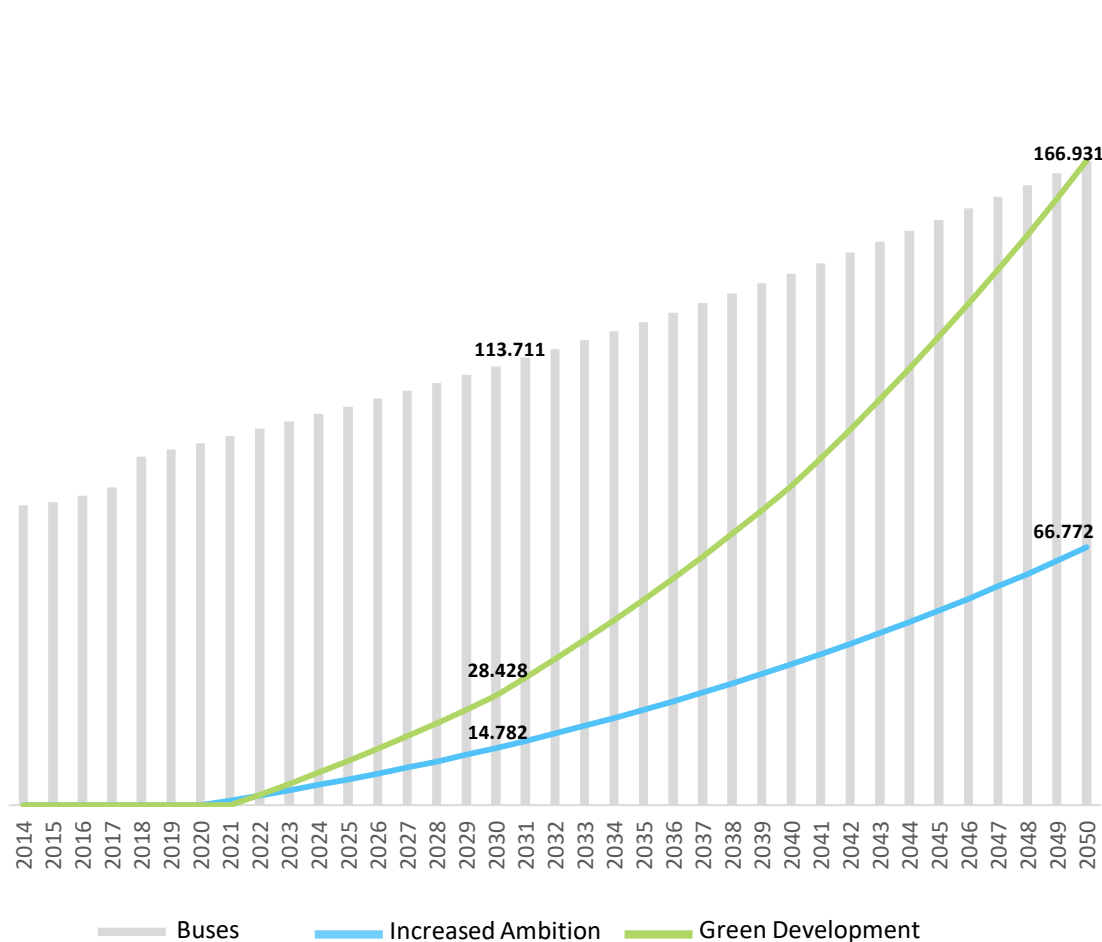


Fuente: Hechos estilizados de transporte urbano en América Latina y el Caribe - IDB

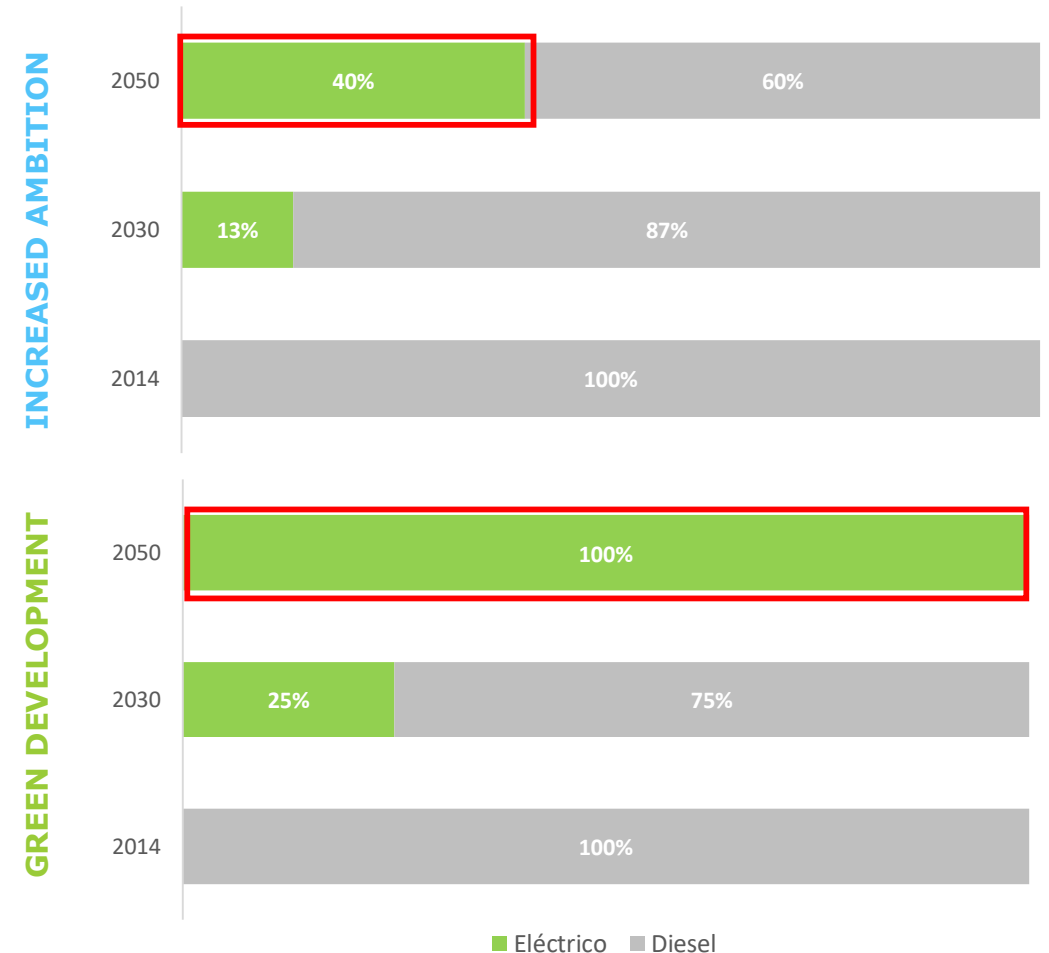
El transporte público de pasajeros, clave para la descarbonización

Se promueve la participación de los buses eléctricos para el transporte de pasajeros y se reduce el uso del diésel como combustible. Esta medida permitirá luego impulsar el cambio en transporte privado.

Electrificación de los buses (en unidades de buses)



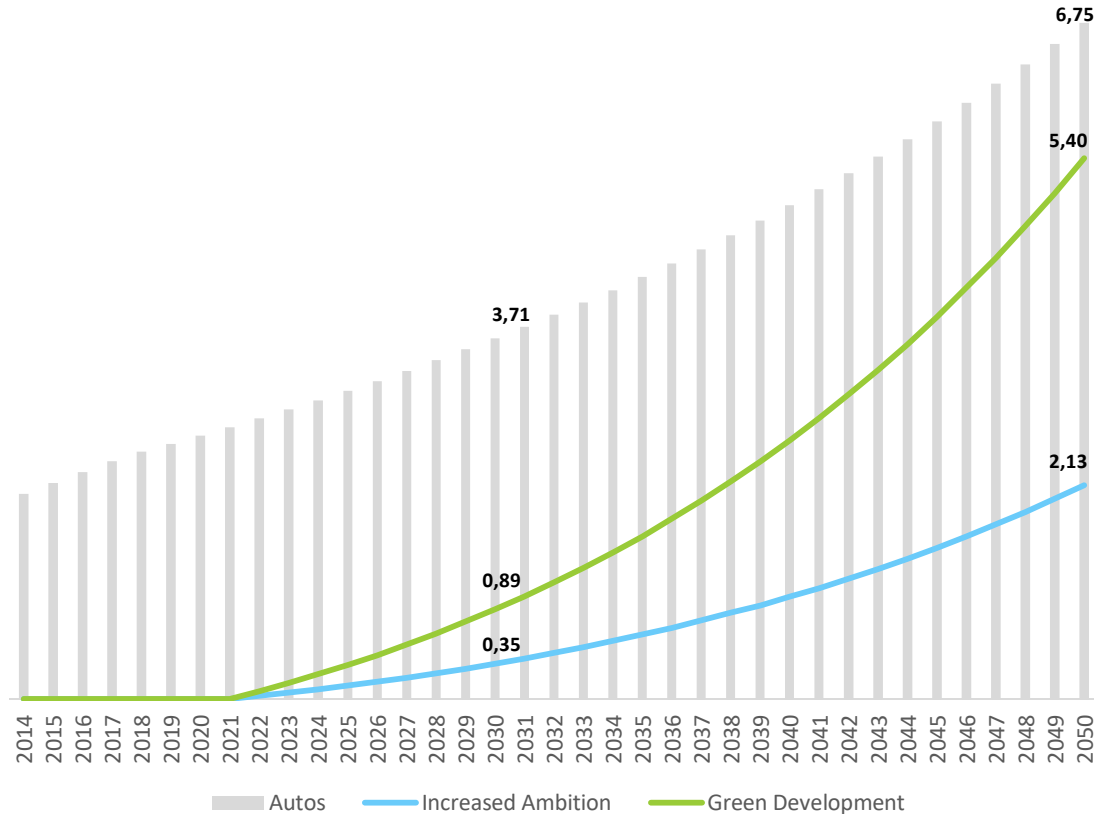
Buses (% Passenger – Km.)



Sector transporte

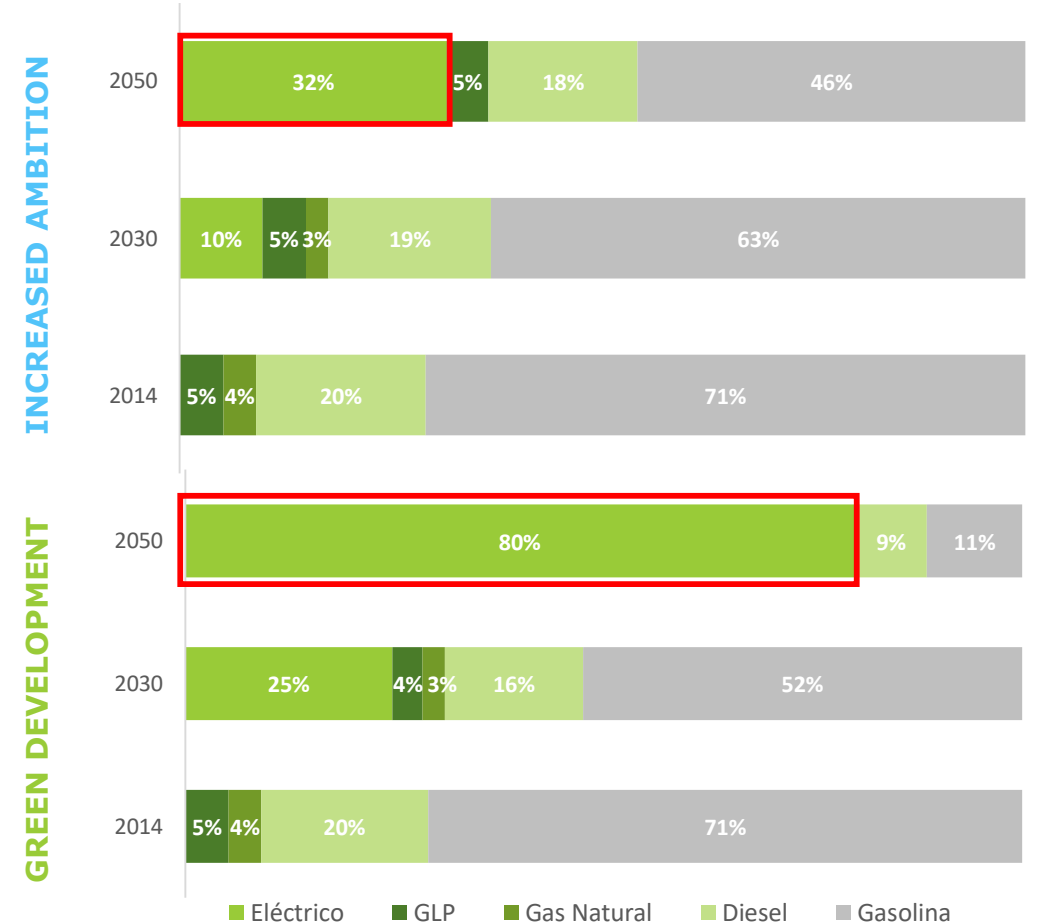
La tasa de vehículos privados por habitante se intensifica. Se promueve la participación de los automóviles eléctricos.

Electrificación de los vehículos privados (en mill. de automóviles)



La cantidad de vehículos por habitante aumenta. En 2014 hay 1 auto por cada 15 habitantes, aproximadamente. En 2030 y 2050 el múltiplo pasa a 10 y 6 habitantes por auto, respectivamente.


Vehículos privados (% Passenger – Km.)




Sector transporte

Existen oportunidades importantes para promover un cambio de modal a través de un mayor uso del transporte público, la promoción del uso de la bicicleta y el uso compartido del vehículo, entre otras.


Hacia un cambio de modal


 Promover los **cambios de hábitos** y de modos de vida. Menor uso del transporte en general debido al aumento del **trabajo remoto** (*home-office*).

 Cambio de **infraestructura eficiente** para la disminución de la demanda.

 Cambio hacia otros modos de transporte. Promoción de uso de **medios de transporte no motorizados**, como las bicicletas y monopatines.

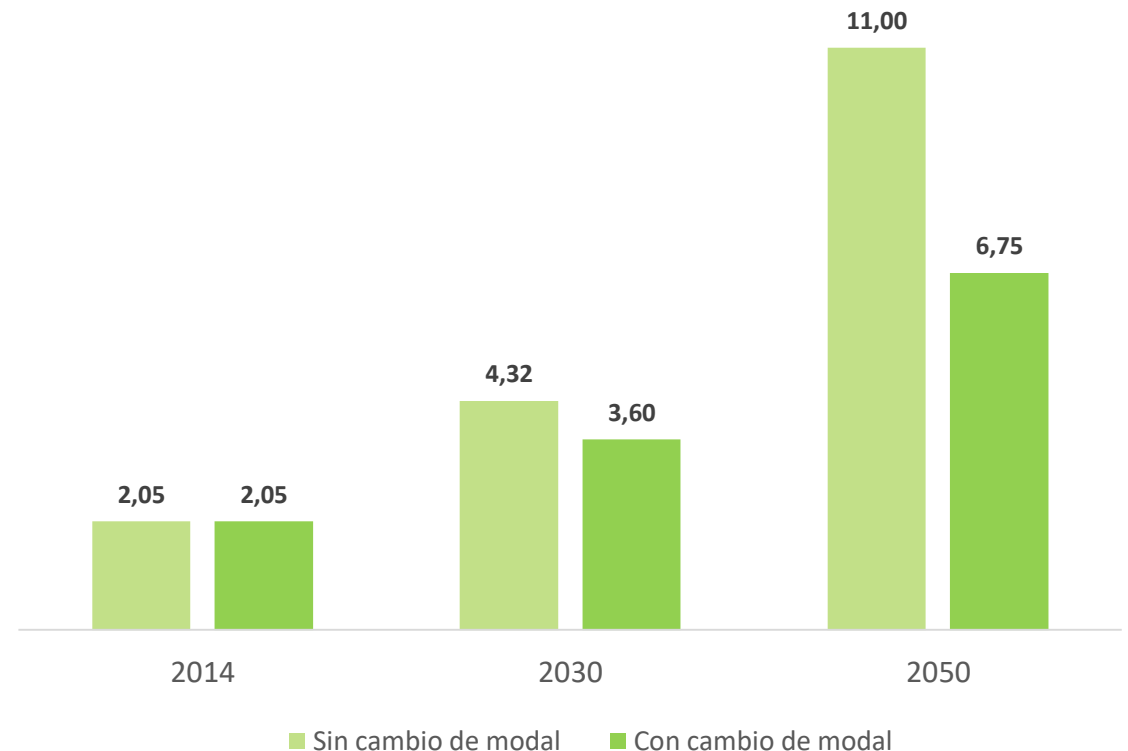
 Capacitación de **conducción eco-eficiente**.

 Incentivar el **uso del transporte público** para reducir el uso de medios de transportes individuales.

 **Etiquetado de eficiencia energética** para vehículos livianos e introducción de **inspecciones técnicas** vehiculares.

 Imposición de **mayores impuestos a vehículos contaminantes**.

Parque automotor sin/con cambio de modal (en mill. de automóviles)



En un escenario tendencial el número de habitantes por cada un vehículo alcanza las 4 personas en 2050. La incorporación de un cambio de modal lleva a que el parque automotor no se dispare y haya 1 vehículo por cada 6 habitantes en 2050.

Sector transporte: perspectiva para los autos eléctricos

A partir del año 2025, los autos eléctricos pasan a ser una opción más económica que los autos tradicionales a combustión fósil.

Factores que le permiten ganar competitividad al vehículo eléctrico



Se prevé una importante **reducción en el costo de las baterías**, llegando el mismo a USD/kWh 62 en 2030.



Tendencia bajista en el **Costo Nivelado de la Energía** gracias a la **introducción de energías renovables no convencionales** a la matriz energética del Perú.

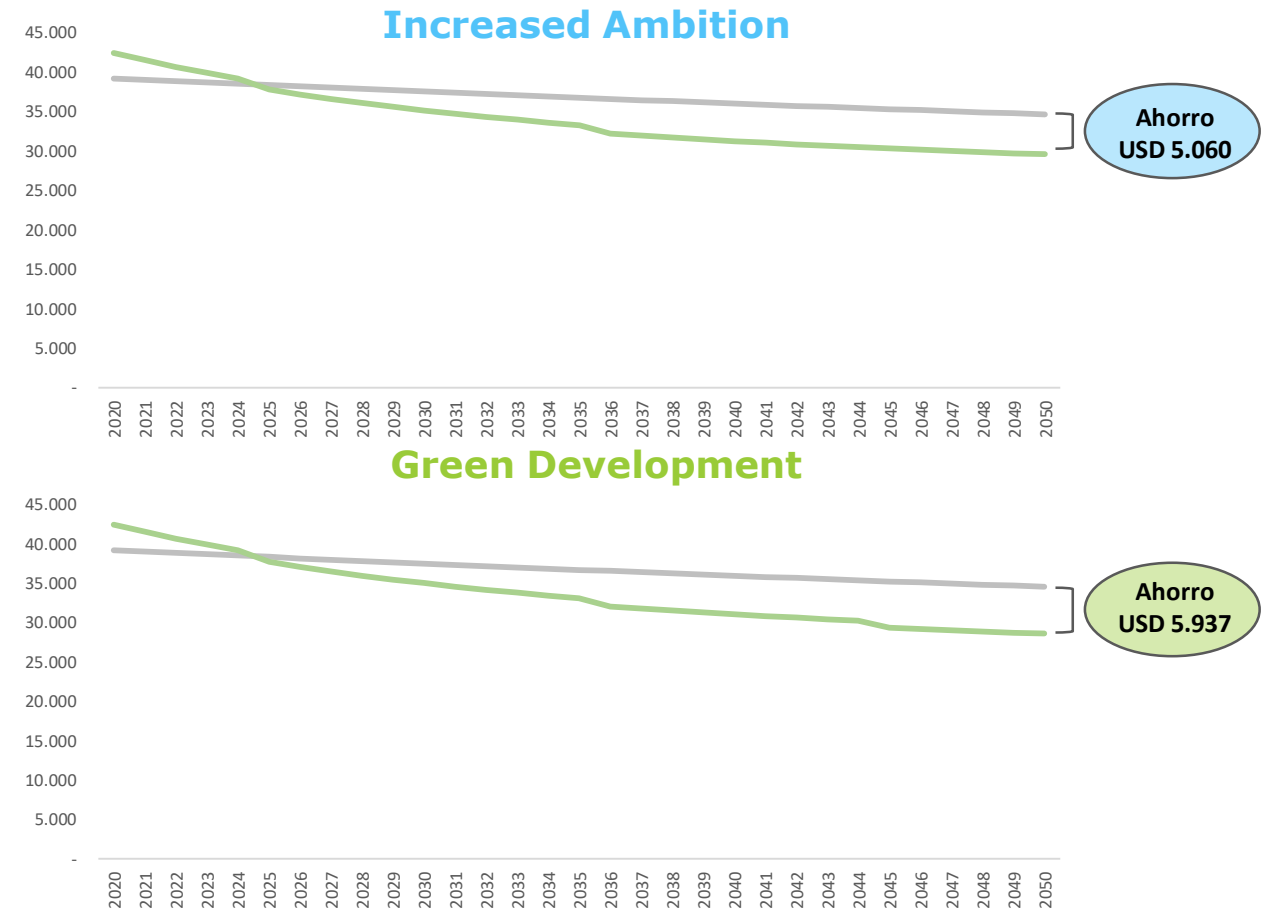


Otorgar **privilegios de circulación** para vehículos eléctricos que incluyan la **reducción de costos de aparcamiento**.



Implementación de políticas tendientes a reducir el costo de adquisición de vehículos eléctricos y sus componentes a través de **reducción de alícuotas impositivas**.

Costo implícito en vehículos a combustión fósil y eléctricos (en USD)

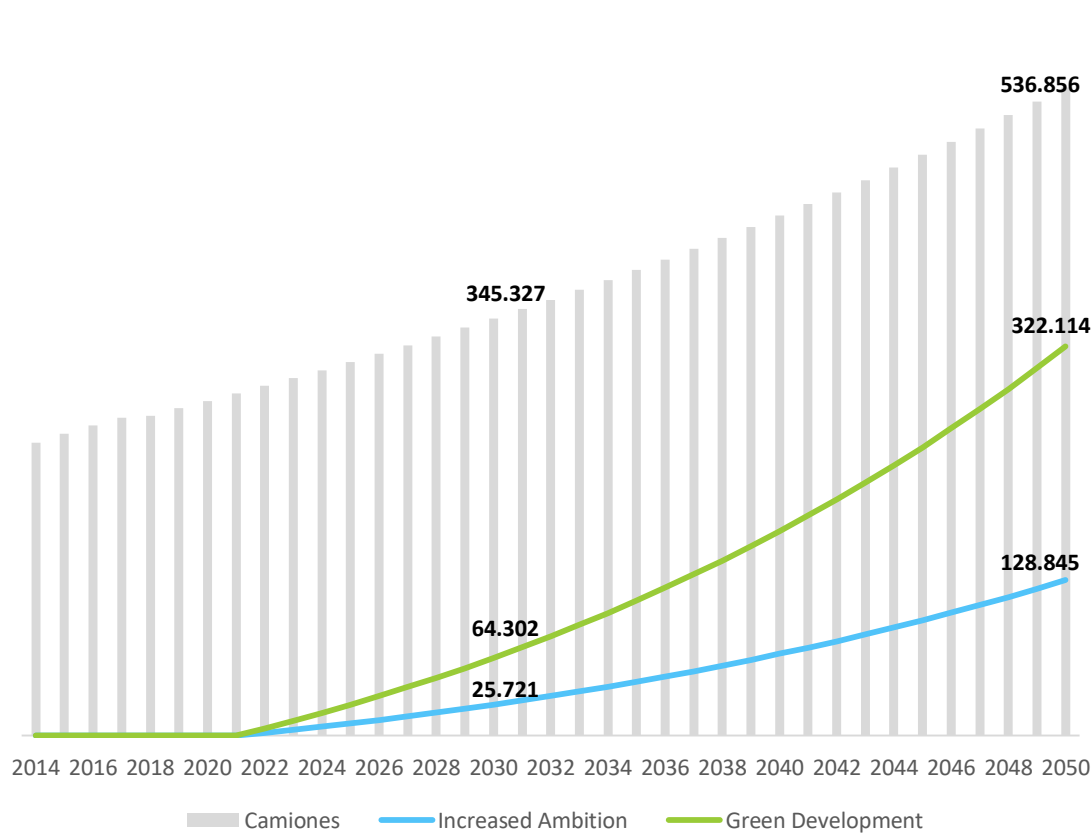


Nota: Se contempla una vida útil de 10 años para los vehículos

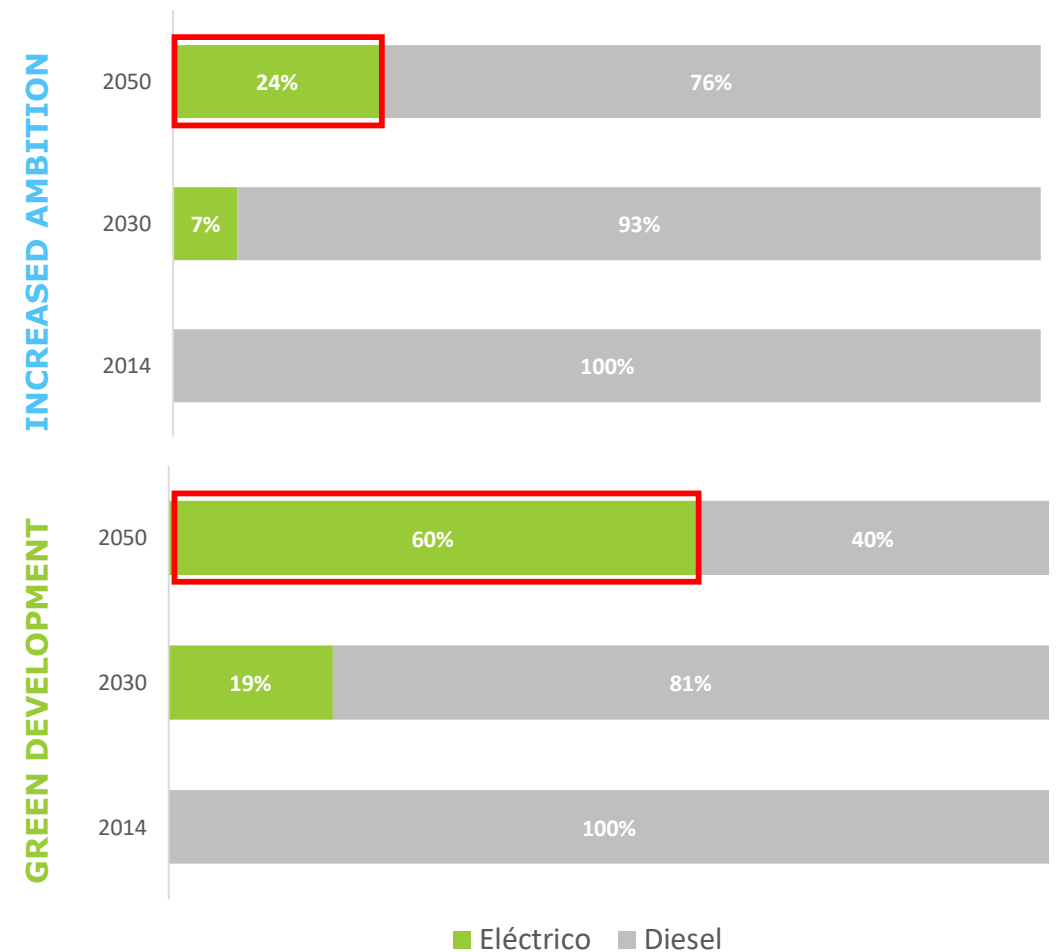
Sector transporte

Se promueve la participación de los camiones eléctricos para el transporte de carga liviana y se reduce el uso del diésel como combustible.

Electrificación de los camiones (en unidades de camiones)



Transporte de carga liviana (% Passenger – Km.)



Sector industrial

Medias de eficiencia de bajo costo y nuevos procesos productivos en sectores intensivos en emisiones.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- **Medidas de eficiencia energética** con bajo costo de adopción.
- Reducción de fundido ("smelt reduction") y "Direct Casting" en siderurgia.
- **Sistemas de Gestión de la Energía.** Recambio de motores y luminarias

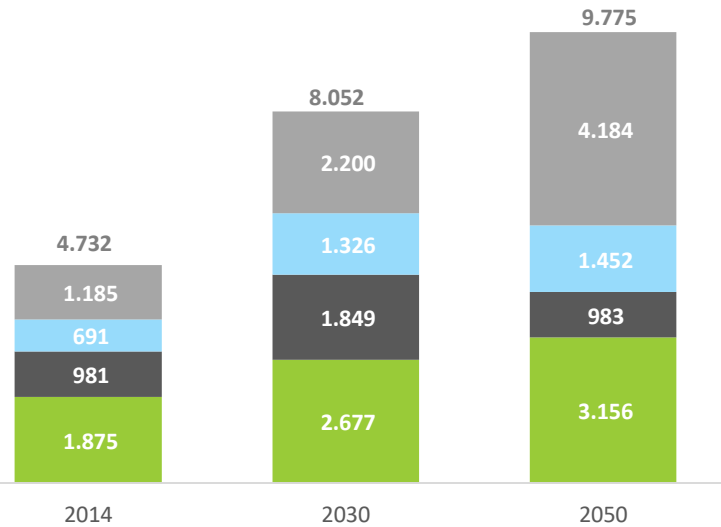
Green Development



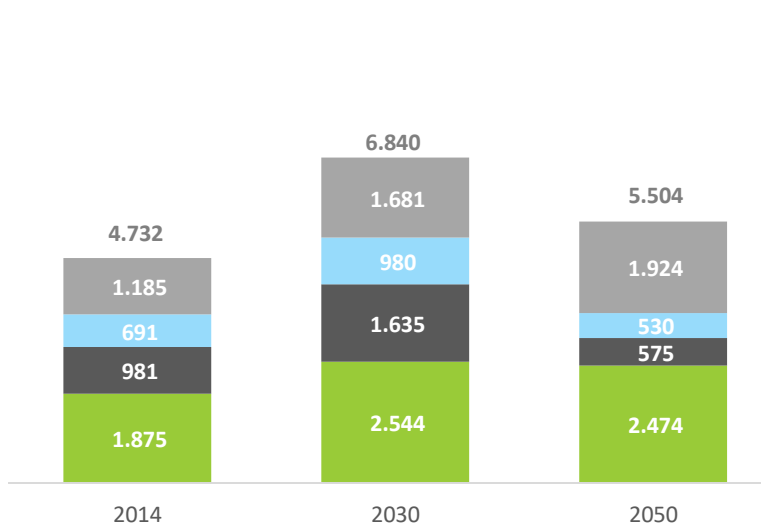
Políticas Requeridas

- **Medidas de eficiencia energética** a partir de restricciones a emisiones.
- Abandono o cambio en los **procesos productivos con alta contaminación.**
- Adopción selectiva de **captura de carbono.**

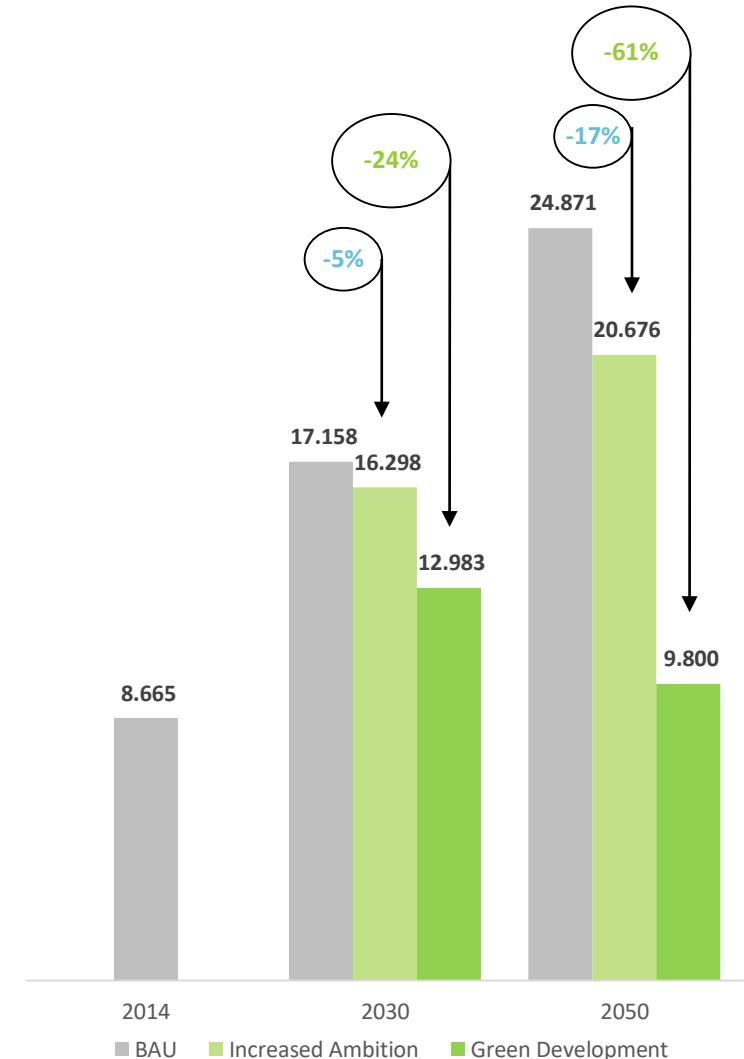
Consumo Energético Final (Miles de tep)



Consumo Energético Final (Miles de tep)



Emisiones de CO2 eq. (Miles tCO2 eq.)



■ Electricidad ■ Gas Natural ■ No Energético ■ Otros (Diésel + Petróleo Industrial + LPG + Carbón)

Fuente: análisis Deloitte

Introducción del hidrógeno verde como fuente de energía limpia

La introducción del hidrógeno verde como fuente de combustible para el sector industrial permitiría abastecer la demanda energética con una menor necesidad de generación de energía eléctrica.



El Hidrógeno es la **mayor reserva de combustible no contaminante del mundo**. Este gas se puede generar a partir de fuentes renovables, almacenarse y ser utilizado, a través de pilas de combustible, para generar electricidad **sin contaminar**.

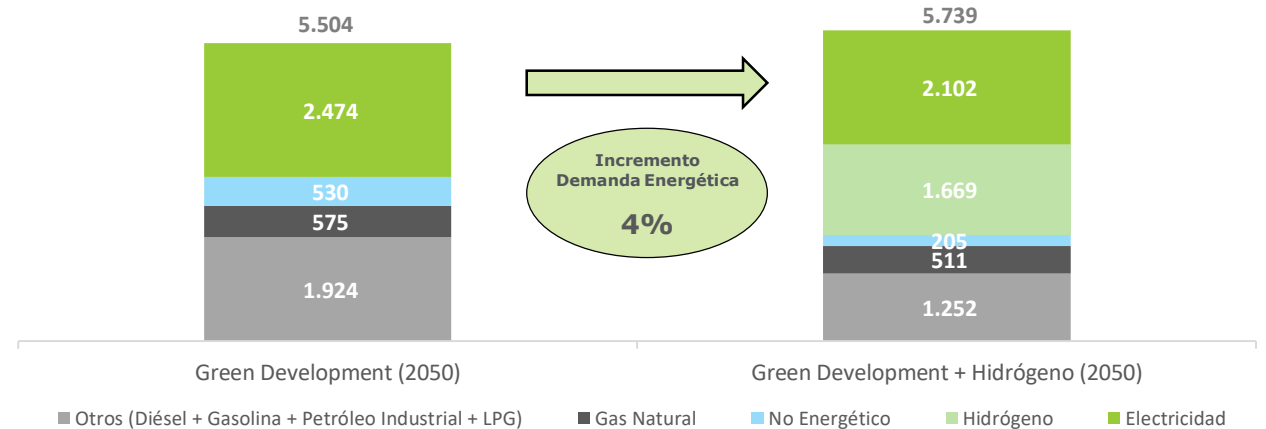


El hidrógeno puede utilizarse como **sustituto del carbón, el petróleo y el gas** en una gran variedad de aplicaciones. En nuestro modelo, **hemos incluido el uso del hidrógeno a largo plazo (período 2030-2050), principalmente en la industria química y manufacturera**, y, en menor medida, en la industria ligada a la minería.

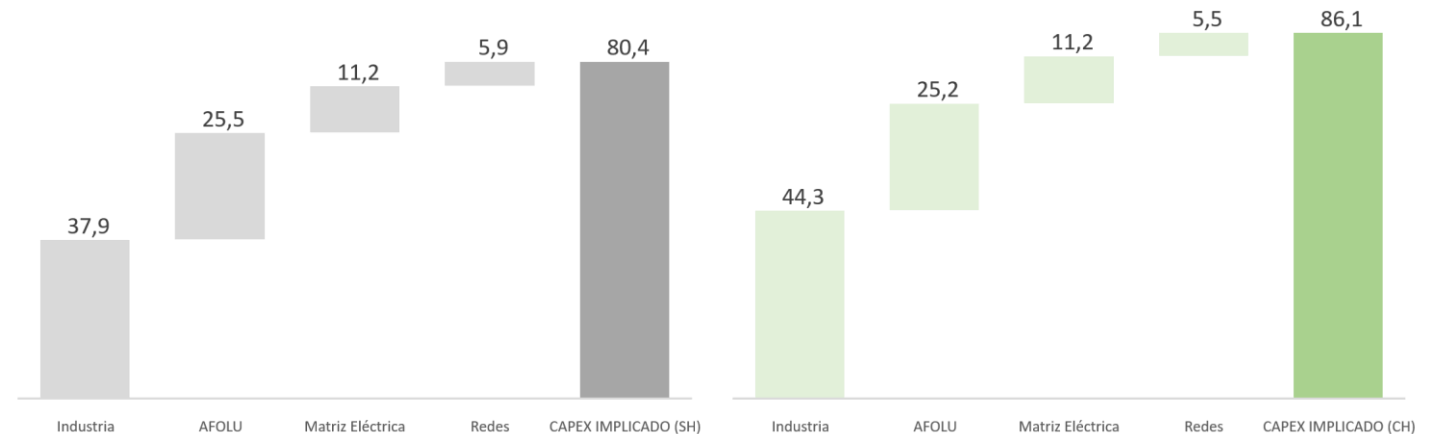


Incluyendo el costo de almacenamiento e infraestructura de tuberías, **el costo de entrega de hidrógeno verde podría caer** a alrededor de \$2 por kilogramo (USD 15 por MMBtu) en 2030 y \$1 por kilogramo (USD 7.4 por MMBtu) en 2050. Esto **permitiría reducir la necesidad de absorción acumulada a través del sector no energético en 36,84 MtCO₂eq.**, aunque implicaría una inversión adicional de **USD 5.677 millones**.

Consumo Energético Final (Miles de tep)



CAPEX Totales en Comparación al BAU (miles de millones de USD)⁽¹⁾



Notas: (1) Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%. Fuente: análisis Deloitte

Introducción del hidrógeno verde como fuente de energía limpia (cont.)

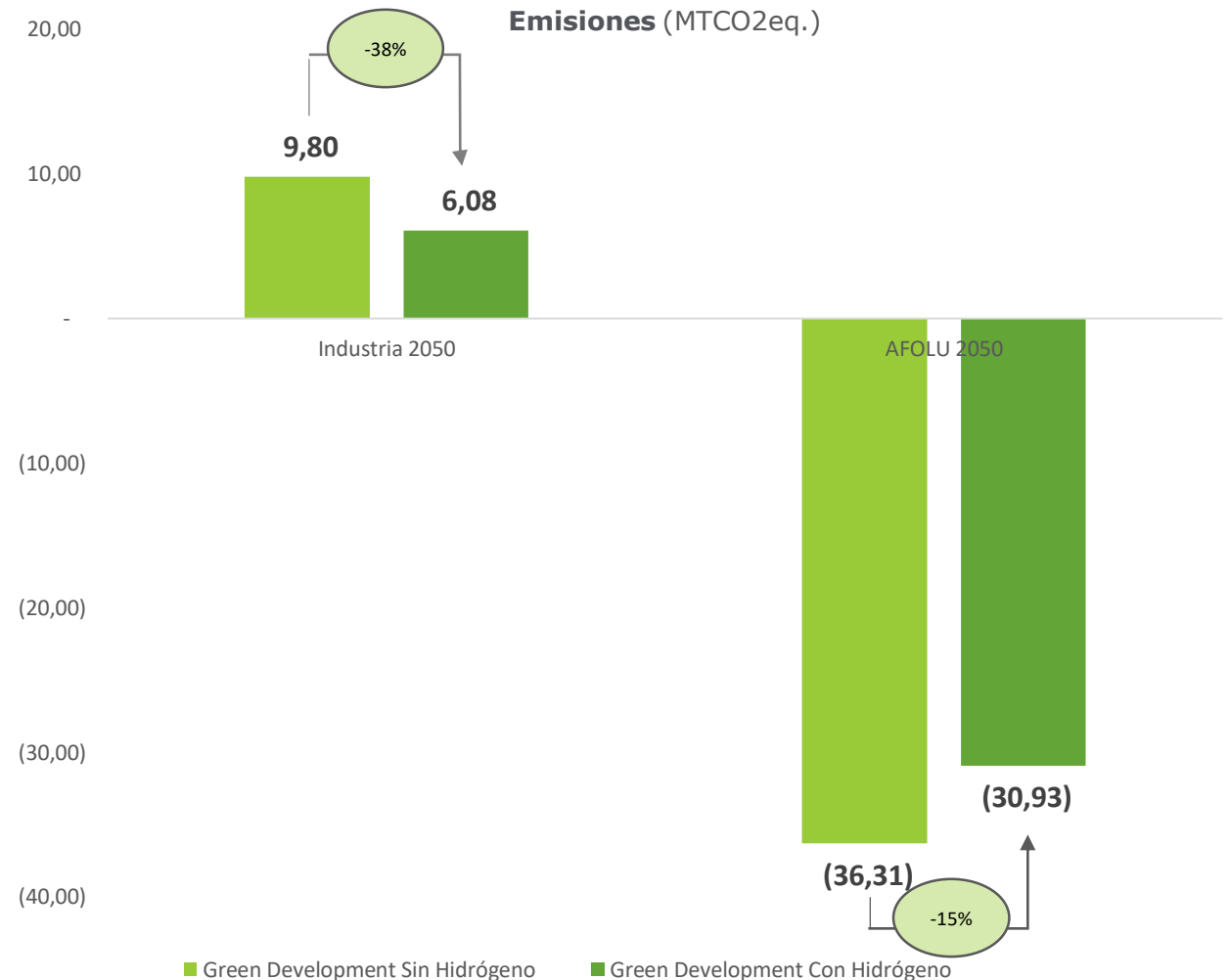
La introducción del hidrógeno verde al sector industrial permitiría una mayor reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

Consideraciones respecto del uso del hidrógeno verde

La introducción del hidrógeno permitiría reducir en un 38% las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector industrial.

Lograr esta reducción implicaría una inversión adicional de USD 5.677 millones. No obstante, al día de hoy, **existe un alto nivel de incertidumbre respecto del precio del hidrógeno** a futuro. Es por ello que, de lograr economías de escala en la producción de dicho combustible, **esta inversión adicional podría reducirse significativamente.**

Además, la introducción de esta fuente de energía podría constituir una medida que permita alcanzar los objetivos de descarbonización **en caso de que no se pudieran alcanzar metas tan ambiciosas en el sector AFOLU.**



Sector no energético

Reducir las emisiones del sector requiere un cambio hacia modelos de producción sustentable. Se promueve un mejor manejo del uso de tierras para cultivos.

Increased Ambition



Políticas Requeridas

- **Restauración de tierras y gestión de cultivos** en los sectores de agricultura y ganadería.
- Generación de energía eléctrica a partir de residuos y **mejora en el tratamiento de las aguas residuales**.
- Normativa que limite a cero ciertas emisiones (emisiones fugitivas).

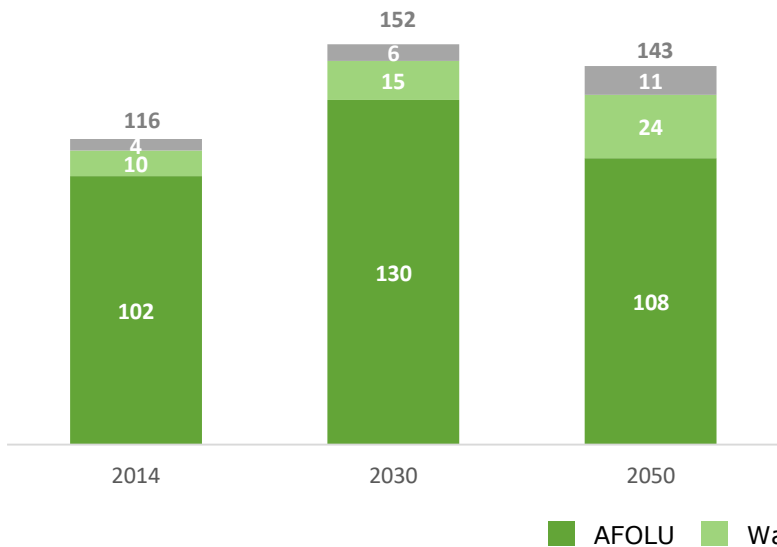
Green Development



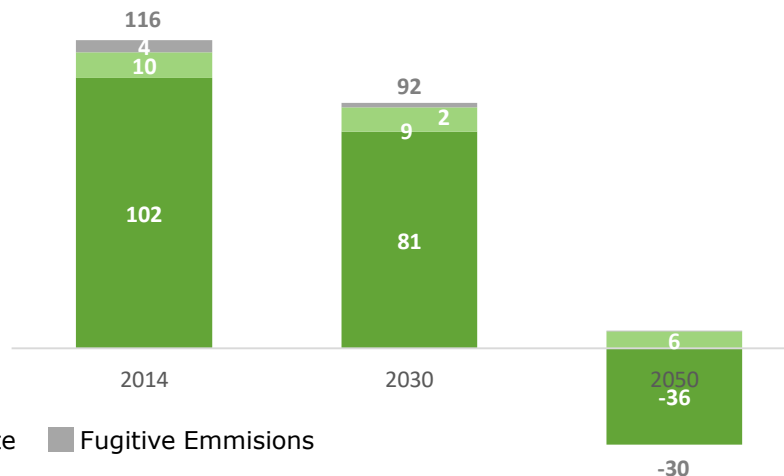
Políticas Requeridas

- **Cambios en la modalidad** de producción de ganadería y agricultura.
- **Cambio de conducta a reciclado**.
- Desarrollo de **programas de forestación** que permitan una mayor absorción de gases de efecto invernadero
- **Tecnología de captura de carbono para ciertos procesos industriales**.

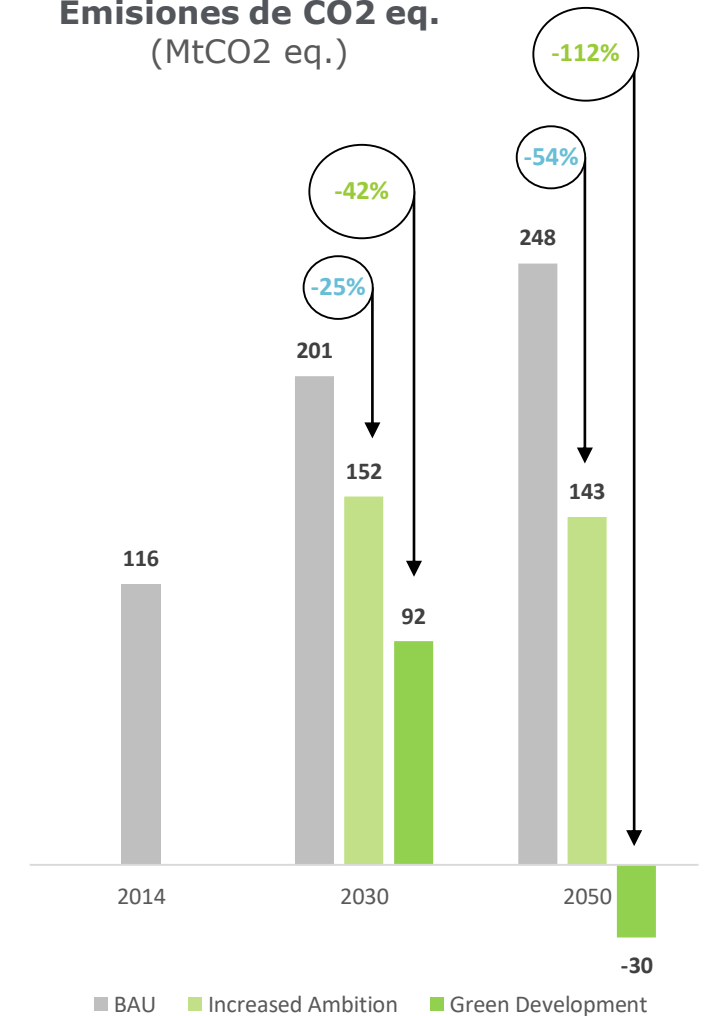
Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)



Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)



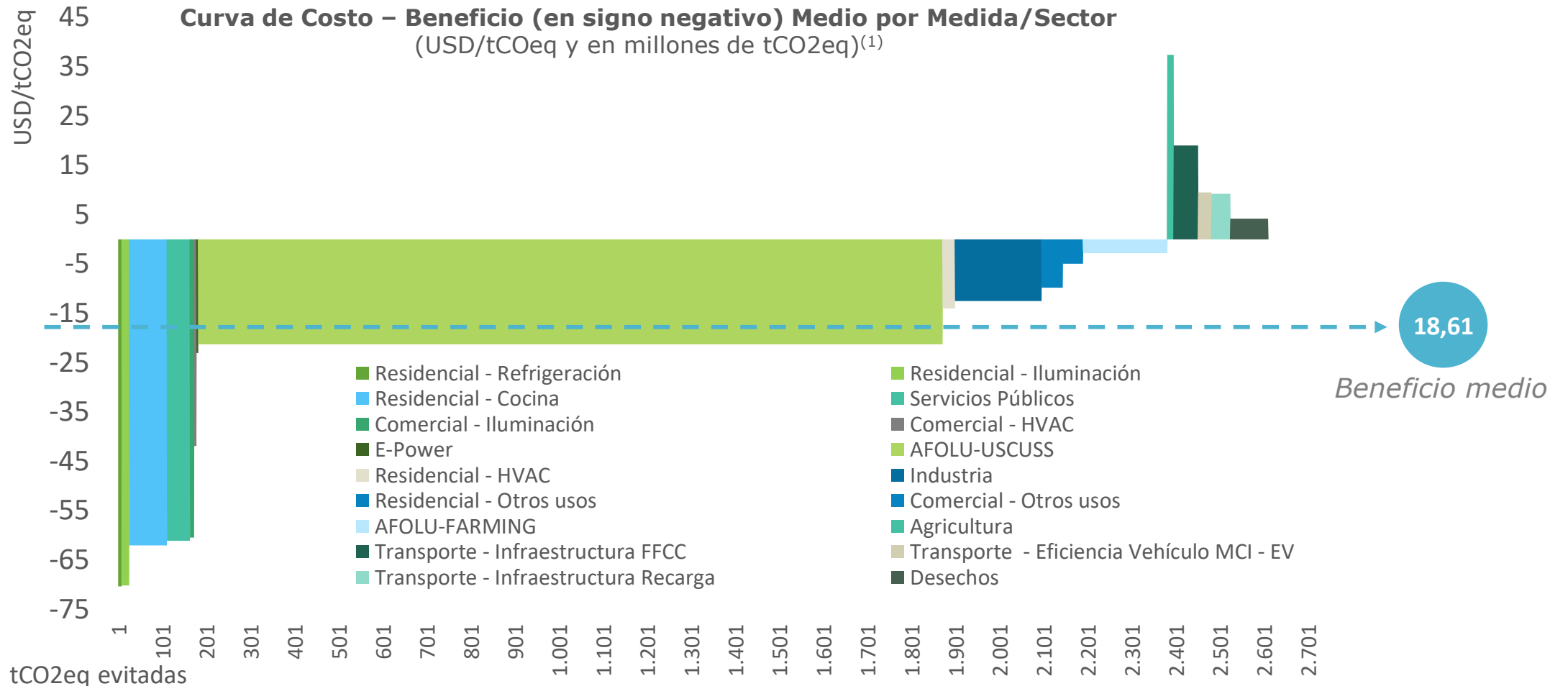
Emisiones de CO2 eq. (MtCO2 eq.)



Análisis de Costo - Beneficio

Análisis de costo-beneficio de las políticas de mitigación

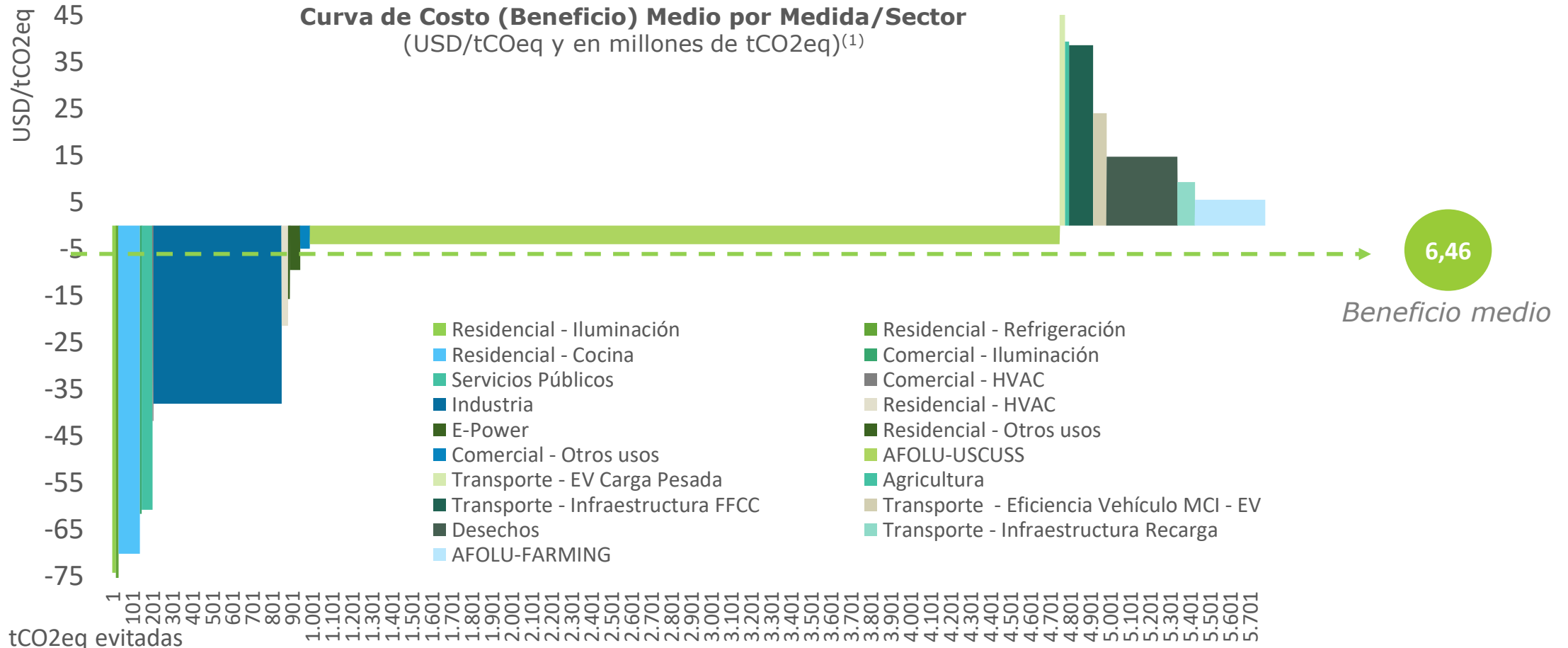
El beneficio neto medido por tCO₂eq evitada en el escenario **Increased Ambition** es de **USD 18,61**. Esto indica que las principales barreras para implementar las medidas de mitigación no son económicas.



Nota (1): Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 10%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO₂eq. Fuente: análisis Deloitte.

Análisis de costo-beneficio de las políticas de mitigación

El beneficio neto medido por tCO₂eq evitada en el escenario **Green Development** es de **USD 6,46**. El menor beneficio promedio por tCO₂eq evitada respecto del **Increased Ambition** se explica por el mayor costo marginal de reducir una tonelada adicional de CO₂ y por la profunda carbono-neutralidad impuesta.



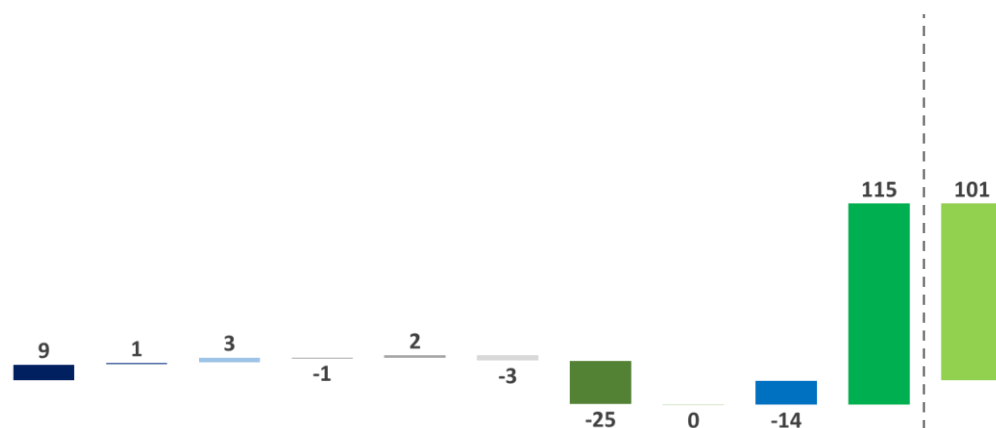
Nota (1): Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 10%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO₂eq. Fuente: análisis Deloitte.

Beneficios de la descarbonización

Gracias al impacto positivo que la descarbonización tiene en término de reducción de costos sociales, los ahorros generados a largo plazo superan las inversiones a realizarse, alcanzando un beneficio neto acumulado a valor presente de **USD 101 MM y USD 205 MM** en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development**.

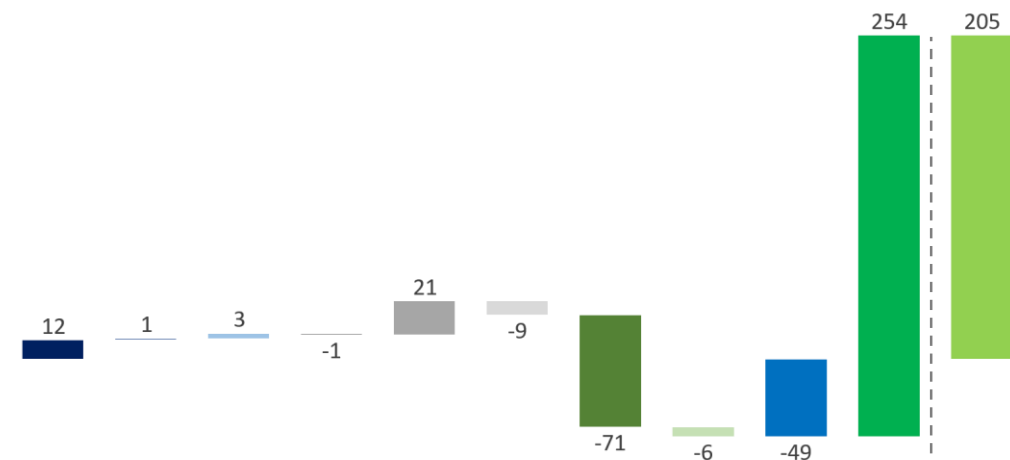
Increased Ambition

Valor Presente Neto (miles de millones de USD)^(1;2)



Green Development

Valor Presente Neto (miles de millones de USD)^(1;2)



Residencial Comercial Servicios Públicos Agricultura Industria Transporte AFOLU Desechos

tCO2 eq. Evitadas Mill.	Escenario	Sector								Subtotal	Beneficio acum.
		Residencial	Comercial	Servicios Públicos	Agricultura	Industria	Transporte	AFOLU	Desechos		
	I.A.	187	60	52	15	197	128	1.880	86	2.606	
	G.D.	225	65	53	22	640	300	4.110	356	5.771	

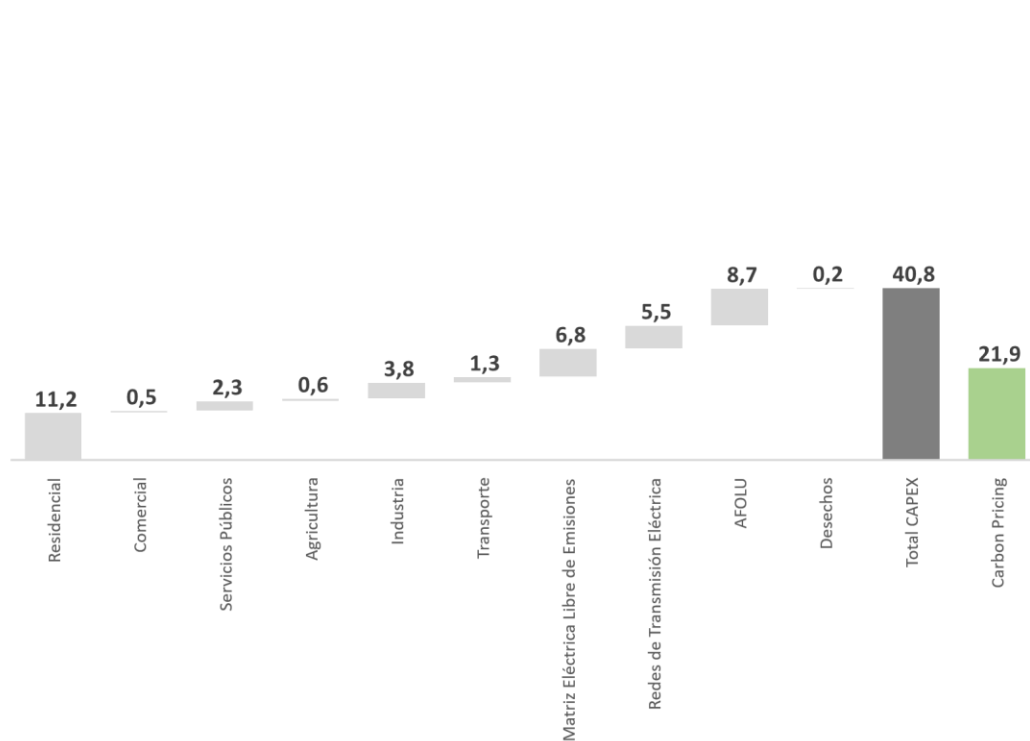
- (1) Los valores positivos indican beneficios netos y los negativos costos netos resultantes de las medidas por sector, a valor presente neto descontado a una tasa del 10%.
- (2) No considera el uso de redes inteligentes que permitan reducir el pico de demanda.
- (3) Definido como la pérdida económica futura estimada causada por la emisión de 1 tonelada métrica (2,204 lb, o 1,000 kg) de carbono hoy. Calculado a USD 44 la tCO2eq.

El Carbon Pricing como herramienta para incentivar y financiar las inversiones

Las inversiones de capital incrementales ascienden a entre **USD 40,8 MM** y **USD 103,4 MM** en los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development**. La introducción del Carbon Pricing permitiría financiar USD 21 MM y USD 79 MM respectivamente.

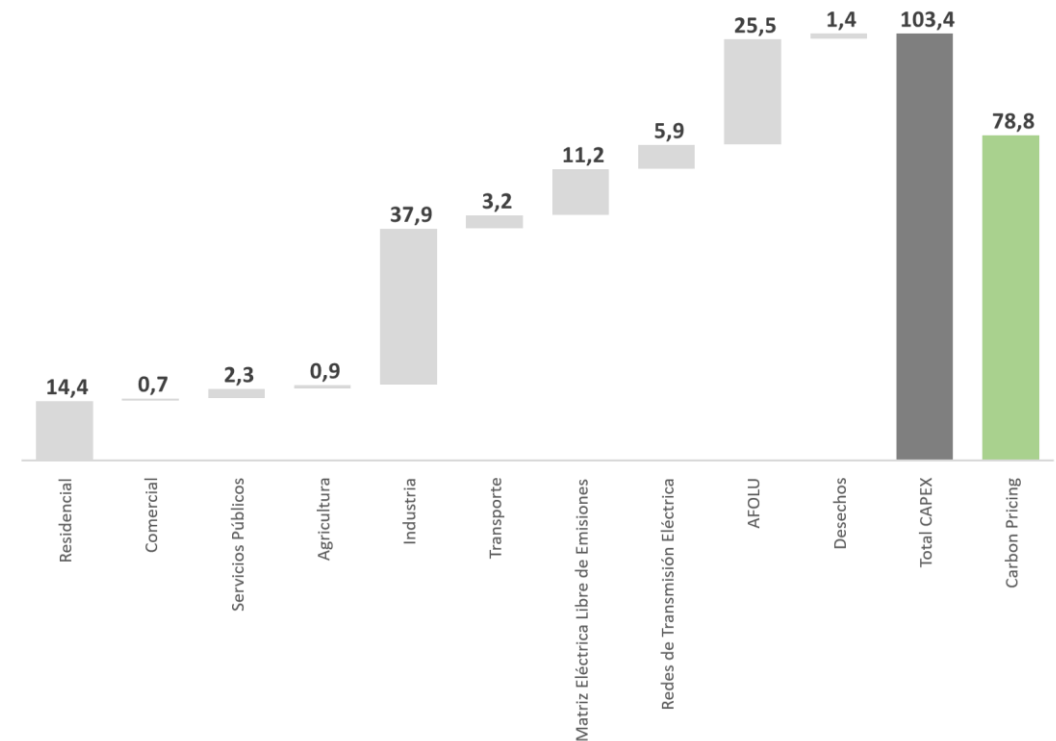
Increased Ambition

CAPEX Totales en Comparación al BAU
(miles de millones de USD)⁽¹⁾



Green Development

CAPEX Totales en Comparación al BAU
(miles de millones de USD)⁽¹⁾



Notas: (1) Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%. (2) La trayectoria de CP Conservadora comienza en 5 USD/tCO2 y finaliza en 40 USD/tCO2 a 2050. (3) CP Disruptivo comienza en 10 USD/tCO2 y finaliza en 77 USD/tCO2 a 2050. (4) El costo de las inversiones no incluye el escenario en que se introduce el hidrógeno verde. Fuente: análisis Deloitte

Financiación del plan de transición energética

Invirtiendo USD 14 mil millones, el gobierno peruano lograría impulsar obras por un importe total de USD 59 mil millones, generando un ahorro acumulado de 1.305 MtCO₂eq en el sector de demanda energética para el escenario **Green Development**.



Notas: Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%.
Fuente: análisis Deloitte

Políticas y Recomendaciones

El camino hacia una transición justa

En el Acuerdo de París se reconoce la necesidad de que la transición sea rápida y equitativa para los trabajadores y para la comunidad. La transición aumentará la prosperidad y puede ser un motor clave en la creación de empleo.

La reducción de emisiones de GEI implica cambios dentro y entre sectores económicos, así como cambios entre las diferentes regiones a nivel global.



Una transición mundial hacia una economía sostenible y con bajas emisiones de carbono tiene efectos positivos y negativos en el empleo:



- **Creación** de empleo dada por una mayor demanda de mano de obra
- **Sustitución** de empleo
- **Pérdida** de empleo, ya sea gradualmente o que se reduzcan enormemente en número, sin reemplazo directo
- **Transformación y redefinición** de empleos

En las industrias y servicios descarbonizadas la producción y el empleo crecerán, mientras que los sectores intensivos en energía y recursos probablemente se estancarán o contraerán.



La escala y el alcance de estos cambios dependen de la velocidad y amplitud de los cambios tecnológicos y de mercado en la transformación verde.



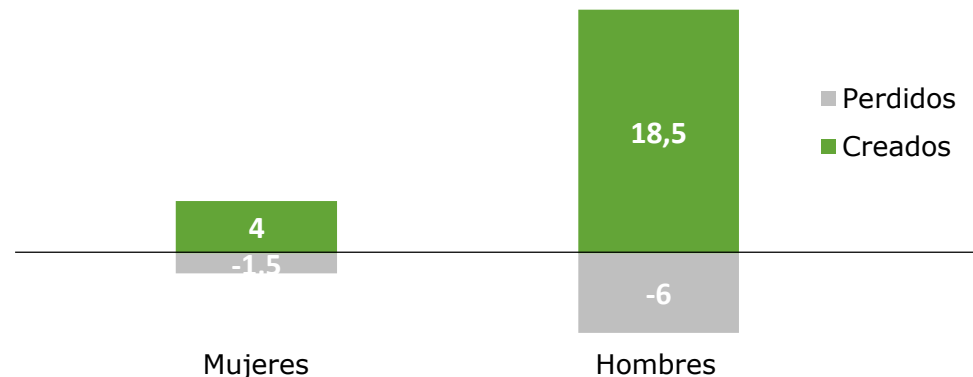
Alcanzar el ODS 8^o implica **+600 millones** de nuevos empleos para 2030.



El cambio climático incontrolado podría revertir los logros en prosperidad económica, progreso social y reducción de la pobreza.

Efectos de la descarbonización en los empleos en América Latina y el Caribe (2030)

La descarbonización puede **generar 15 millones de puestos de trabajo netos** en la región para 2030: resultado de 22,5 millones de puestos de trabajo creados y 7,5 millones de empleos perdidos.

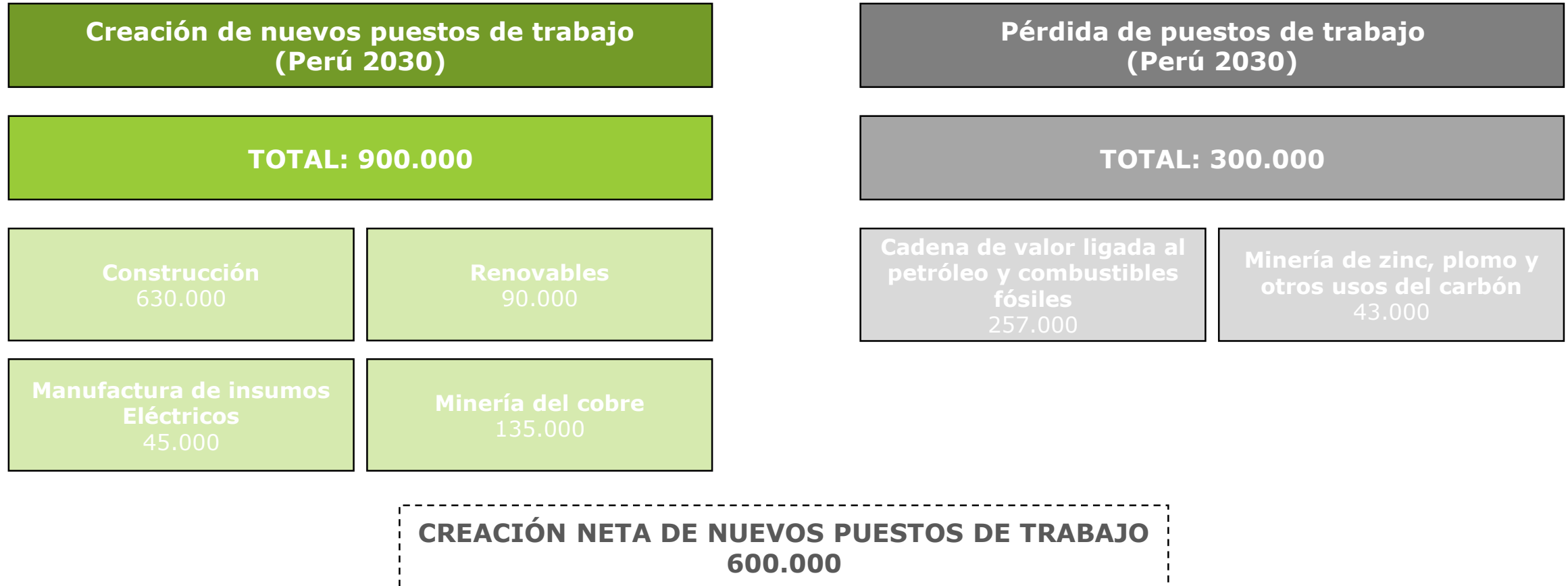


(*) Objetivo de Desarrollo Sostenible 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos - ONU

Fuente: análisis Deloitte en base a ONU / Organización Internacional del Trabajo - "El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe"

El camino hacia una transición justa (cont.)

Algunas ocupaciones registrarán altos niveles de creación de puestos de trabajo con poca o ninguna pérdida de empleo. En el caso de estas ocupaciones, la política debe centrarse en el desarrollo de competencias laborales con un mayor alcance de capacitación o nuevos planes de estudio.



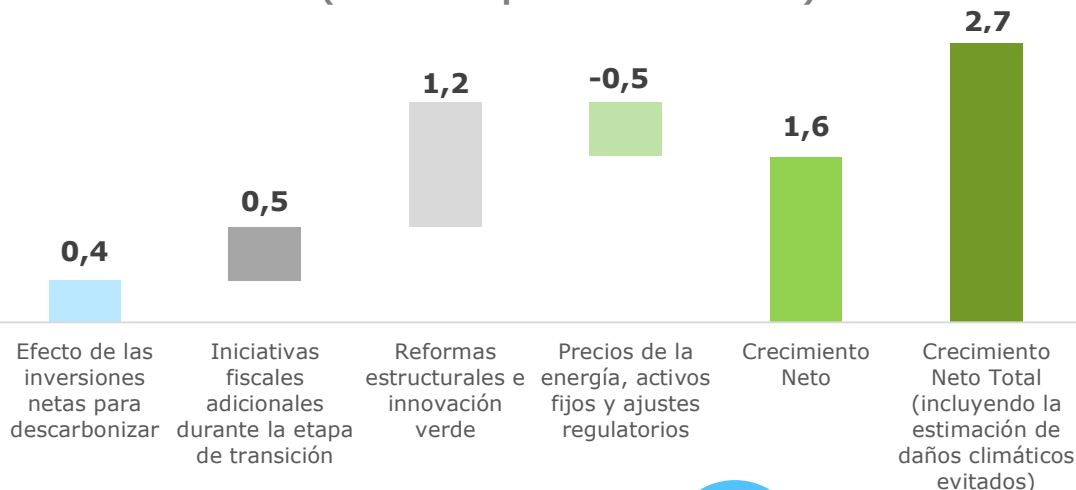
Fuente: análisis Deloitte en base a lo publicado por la Organización Internacional del Trabajo en su artículo "El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe"

El camino hacia una transición justa (cont.)

La combinación de reformas económicas con políticas ambiciosas sobre el clima puede estimular el crecimiento económico al tiempo que moviliza la inversión necesaria para lograr objetivos climáticos a largo plazo. Los resultados sugieren que una **"transición decisiva"** puede aumentar la producción a largo plazo en un **1,6% y 1,5% en promedio** para los escenarios **Increased Ambition** y **Green Development** respectivamente.

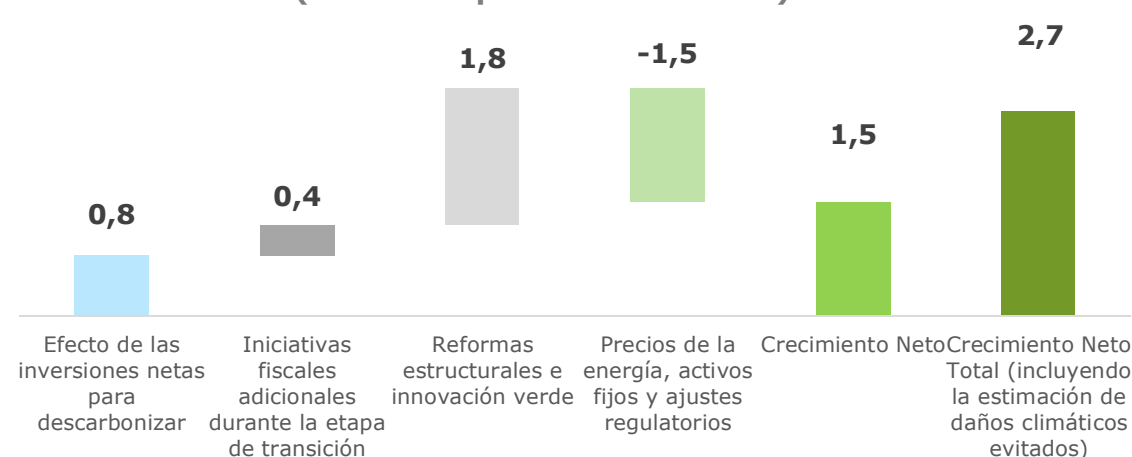
Increased Ambition

Efectos positivos sobre el GDP en Perú a 2050
(diferencia porcentual vs. BAU)



Green Development

Efectos positivos sobre el GDP en Perú a 2050
(diferencia porcentual vs. BAU)



Impacto del sector "Transporte" en el GDP

+ 0,2% **Increased Ambition**

+ 0,2% **Green Development**



Impacto de las "RES" en el GDP

+ 0,1% **Increased Ambition**

+ 0,1% **Green Development**

El camino hacia una transición justa (cont.)

En el camino hacia una transición justa se deben identificar las mejores prácticas impuestas a nivel global. Se debe abordar el problema de la competitividad internacional a través de los precios del carbono y los ajustes fiscales en la frontera.

4 RECOMENDACIONES

que llevan a una transición energética justa para todos



Apoyar la intromisión de tecnologías eléctricas

Bonos de Inversión de Transición Energética; Clusters Energéticos Nacionales sobre tecnologías de electrificación; Esquemas financieros innovadores para tecnologías maduras; Concientización



Gestionar el empleo y las oportunidades

Medidas sociales para los trabajadores (ej.: jubilación anticipada); nuevos programas educativos (ej.: economía circular); brindar capacitaciones



Abordar la pobreza energética

Creación de un índice para medir la pobreza energética; creación de subsidios/planes de protección social para hogares de bajos ingresos; introducción progresiva de reformas de precios



Promover una redistribución justa de los costos de transición

Revisar los componentes de costos dentro de la factura de electricidad; eliminar impuestos/gravámenes indebidos de la factura de electricidad

El camino hacia una transición justa (cont.)

Una transición justa hacia la sostenibilidad ambiental implica que todos los grupos afectados de forma negativa sean apoyados para que puedan beneficiarse de la transición.

Políticas para una Transición Justa



Desarrollo de competencias laborales

Identificar nuevos empleos en economías verdes; realizar investigaciones para identificar las competencias necesarias; implementar programas de capacitación con supervisiones.



Diálogo social

Proveer un enfoque participativo de la sostenibilidad ambiental y social para crear confianza y forjar el consenso.



Protección de los derechos de los trabajadores

Proveer las mismas oportunidades a todos los géneros y proteger a los trabajadores de la discriminación.



Enfoque normativo

Enfoque normativo en la reconversión laboral o en la capacitación de adultos para adaptar las competencias de los trabajadores a los nuevos sectores emergentes.



Enfoque de aprendizaje permanente

Aprendizaje desde el primer momento. Implementar sistemas modernos que garanticen que las personas obtengan habilidades transversales desde temprana edad y puedan ser flexibles frente a contingencias.



Protección social

Proteger a las personas con riesgos de pobreza, enfermedad maternidad, lesiones y vejez frente al cambio energético.

Se debe promover una colaboración entre el sector privado, el gobierno y las instituciones de enseñanza y formación técnica y profesional en materia de previsión de competencias verdes.

Políticas para facilitar la neutralidad de carbono

Las políticas nacionales deben sustentar las inversiones mediante incentivos directos e indirectos aplicados de manera diferente en el corto y en el largo plazo.

Sector
Residencial,
Comercial y
Público

Corto Plazo (2021 – 2030)



Fijar objetivos de renovación energética para el parque de edificios, de forma que se incremente la tasa de reestructuración de las edificaciones existentes.



Establecimiento de un esquema de auditorías e inspecciones energéticas, ligado al establecimiento de un sistema de certificados de eficiencia energética y a un pasaporte de renovación de los edificios.



Revisar el marco fiscal para los combustibles utilizados en edificios, reducciones y deducciones fiscales para la reestructuración de edificios, reduciendo los costes de inversión y mantenimiento.



Establecer sistemas de financiación innovadores que permitan recuperar las inversiones iniciales en eficiencia energética, tales como el repago en los recibos ("on-bill financing"), bonos municipales para financiar las inversiones (sobre las tasas), y eficiencia energética como modelo de servicio.



Promover la interoperabilidad entre consumidores energéticos mediante la digitalización (consumos domésticos, almacenamiento de energía y movilidad eléctrica), para habilitar el potencial de flexibilidad del lado de la demanda.



Diseño de políticas para el reemplazo de luminarias convencionales por luminarias LED (en edificaciones, espacios públicos y carreteras).

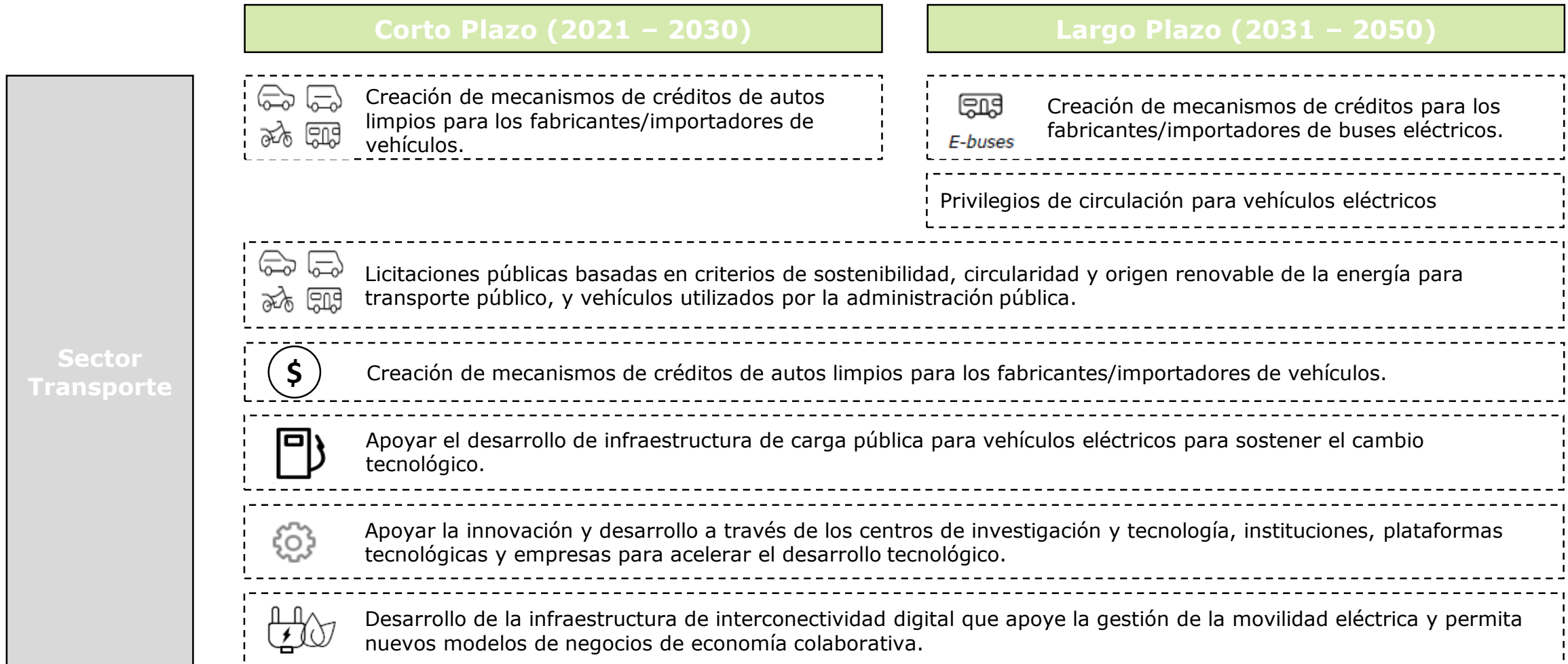
Largo Plazo (2031 – 2050)



Definir estándares técnicos / ambientales para edificios nuevos que promuevan la electrificación de los usos finales y la iluminación eficiente.








Políticas para facilitar la neutralidad de carbono (cont.)

Las políticas nacionales deben sustentar las inversiones mediante incentivos directos e indirectos aplicados de manera diferente en el corto y en el largo plazo.



Políticas para facilitar la neutralidad de carbono (cont.)

Las políticas nacionales deben sustentar las inversiones mediante incentivos directos e indirectos aplicados de manera diferente en el corto y en el largo plazo.

	Corto Plazo (2021 – 2030)	Largo Plazo (2031 – 2050)
Sector Industria	 Promover la colaboración entre empresas emergentes 'start-ups' y grandes agentes industrial para permitir una adopción acelerada de nuevas tecnologías más eficientes y de menores emisiones.	
	 Acceso a financiamiento concesional y combinado de instituciones internacionales reduce el costo de los apoyos públicos.	
	 Facilitar la participación de la industria en la gestión de la demanda, habilitando el potencial de flexibilidad de la misma mediante un marco regulatorio que permita aportar servicios de interrumpibilidad y servicios auxiliares a la red.	
		 Evaluar el potencial futuro del hidrogeno renovable para reducir emisiones en el sector industrial.
Sector Energía y Redes	 Promover un marco regulatorio que facilite la creación de contratos tipo PPA basados en generación renovable, habilitando así la participación de la industria en las inversiones de producción de energías renovables.	
	 Promover la digitalización de las redes eléctricas, permitiendo así una mayor penetración de renovables, generación distribuida, electrificación de los usos finales de energía.	
	 Asegurar inversiones en nuevas redes eléctricas, para una mayor incorporación de energías renovables.	



Deloitte se refiere a una o más de las firmas miembro de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, una compañía privada del Reino Unido limitada por garantía ("DTTL"), su red de firmas miembro, y sus entidades relacionadas. DTTL y cada una de sus firmas miembro son entidades únicas e independientes y legalmente separadas. DTTL (también conocida como "Deloitte Global") no brinda servicios a los clientes. Una descripción detallada de la estructura legal de DTTL y sus firmas miembros puede verse en el sitio web www.deloitte.com/about.

Esta comunicación es solo para distribución interna y uso entre el personal de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, sus firmas miembro y sus entidades relacionadas (colectivamente, el "Deloitte Red"). Ninguno de la Red Deloitte se hace responsable de cualquier pérdida que pueda sufrir cualquier persona que confíe en esta comunicación.

© 2020. Para más información contacte a Deloitte & Co. S.A.