



Equilibrium Analysis of a Tax on Carbon Emissions with Pass-through Restrictions and Side-payment Rules

Gabriel Díaz

Francisco D. Muñoz

Rodrigo Moreno



Outline

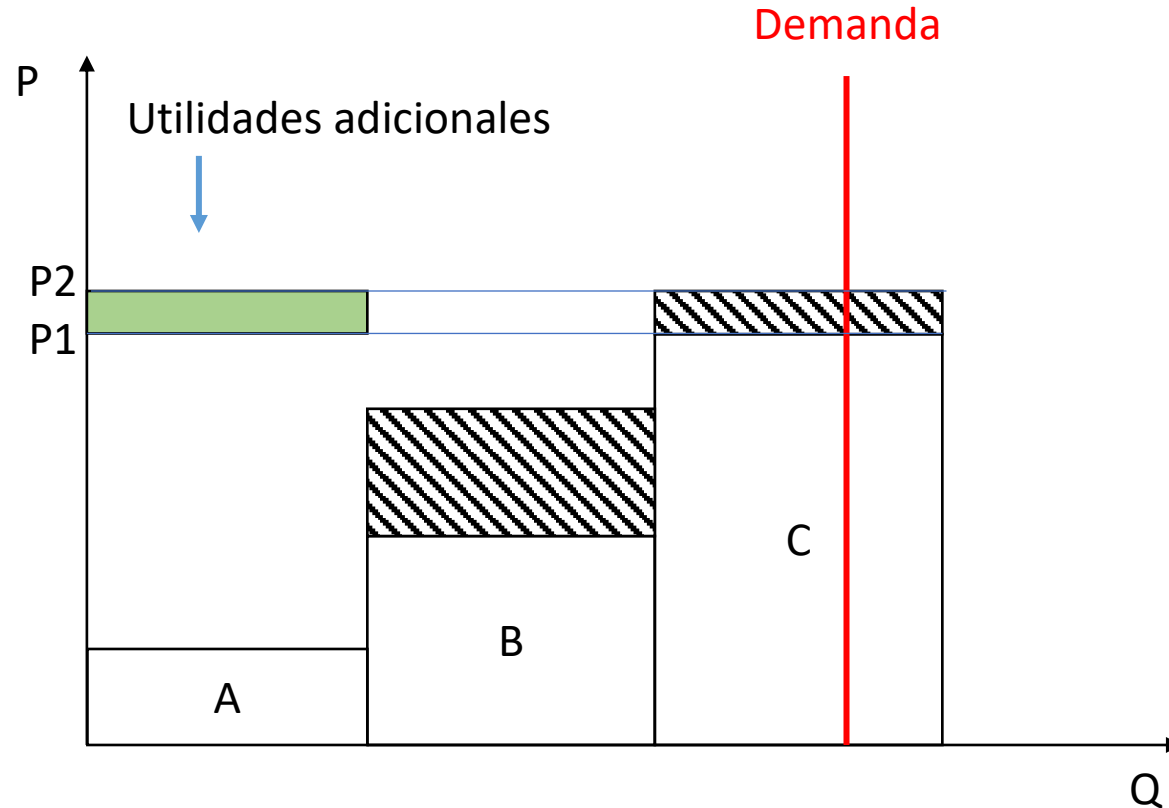
- Teoría de un impuesto pigouviano
- El impuesto a las emisiones de CO₂ en el mercado eléctrico en Chile
- Metodología de análisis
- Resultados
- Conclusiones

Teoría de un impuesto pigouviano

- Un impuesto pigouviano busca corregir una externalidad negativa forzando a **todos los agentes** en el mercado a internalizar todos los costos de sus actividades
 - **Todos los agentes** -> tanto generadores como consumidores
- En teoría, si el impuesto se fija a un valor igual al costo social de la externalidad, el equilibrio de mercado **es eficiente** (Pigou, 1920)
 - **Eficiente** -> los niveles de emisiones son los óptimos, el costo de abatir una ton de CO2 adicional es igual al beneficio social de tener una ton de CO2 menos en la atmósfera
- ¿Qué hacer con la recaudación fiscal de un impuesto pigouviano?
 - Idealmente subsidiar alguna actividad que genere externalidades positivas

Teoría de un impuesto pigouviano

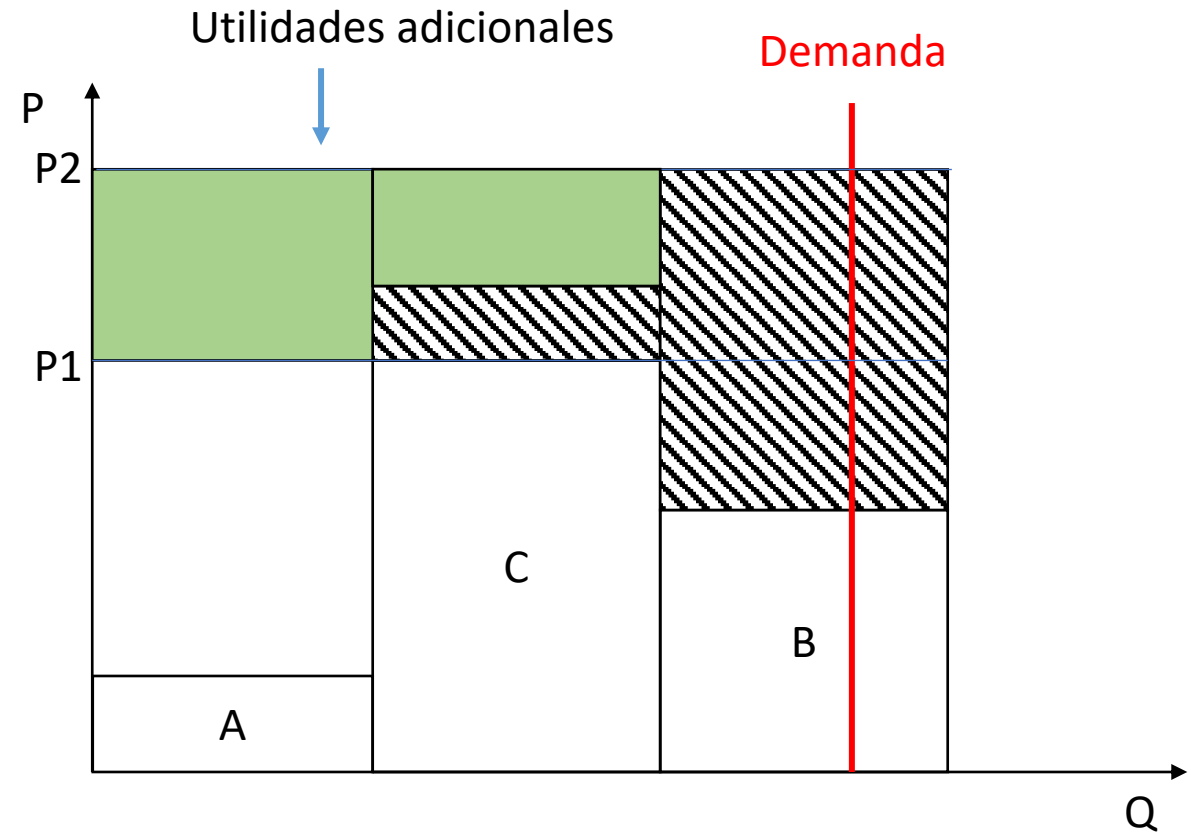
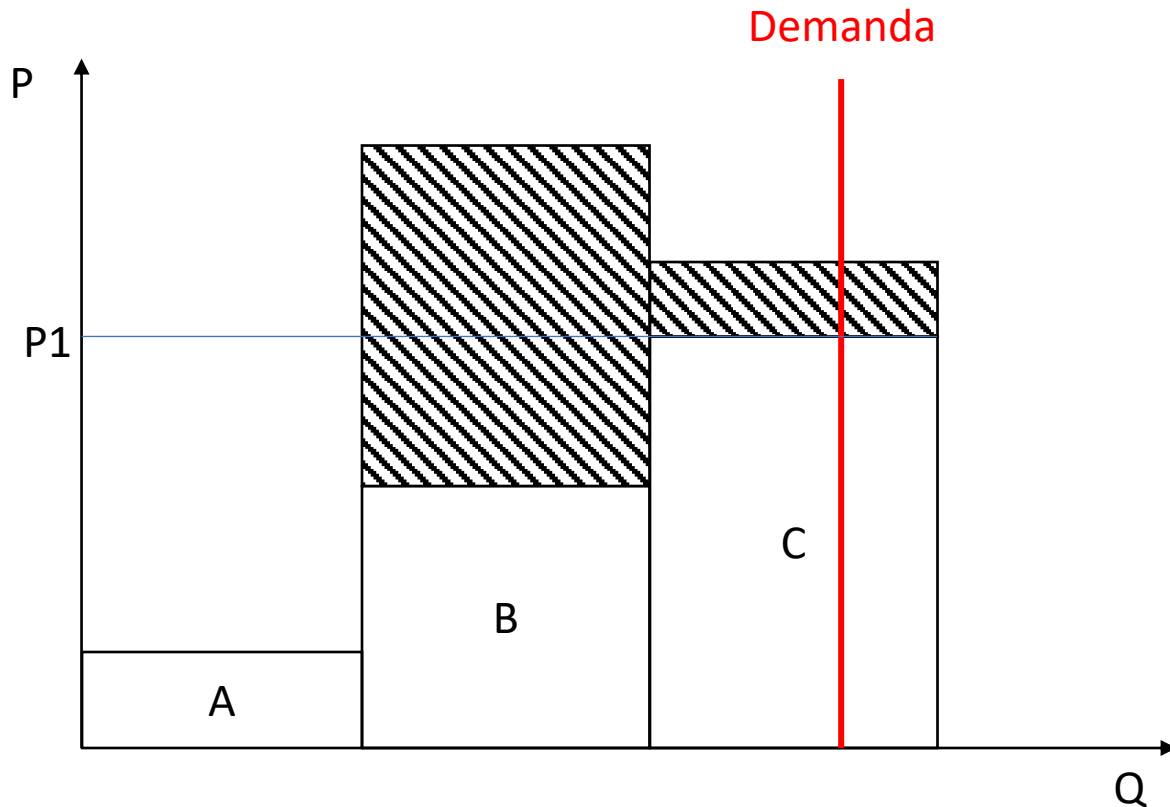
Efecto de un impuesto a las emisiones de CO2 **bajo**



- No hay cambio en el despacho => no se abaten emisiones en el corto plazo
- Unidades no contaminantes de bajo costo obtienen utilidades adicionales

Teoría de un impuesto pigouviano

Efecto de un impuesto a las emisiones de CO2 **alto**



- Sí hay cambio en el despacho => sí se abaten emisiones en el corto plazo
- Unidades no contaminantes de bajo costo obtienen utilidades adicionales

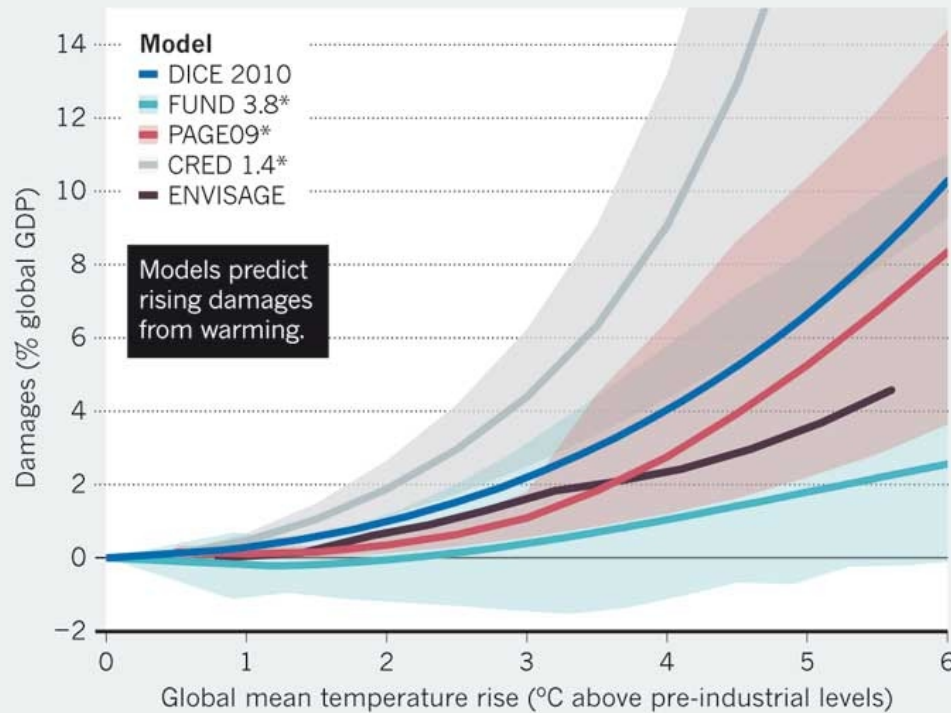
Teoría de un impuesto pigouviano

¿Cuál es el costo social de las emisiones de CO₂?

CARBON'S COSTLY LEGACY

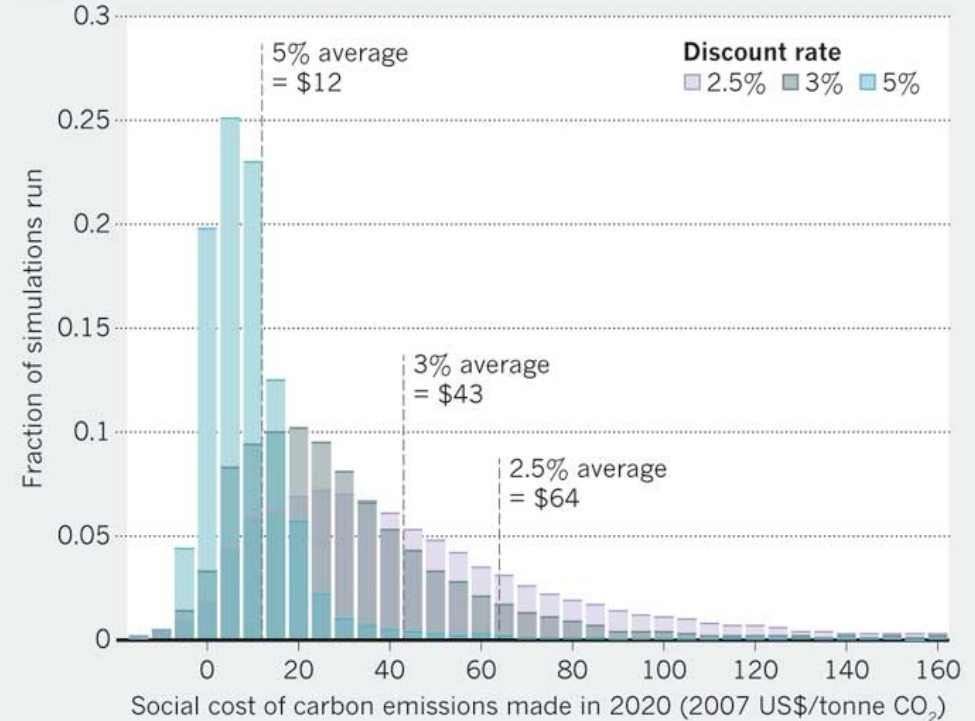
Economic models of climate change project that resulting damage worldwide (A) will increase with future emissions and may cost several per cent of global gross domestic product (GDP) with the warming expected by 2100. Uncertainties in future socio-economics, emission rates and climate impacts result in a range of estimates of the social cost of carbon, which is also affected by the choice of 'discount rate' used to convert future harms into today's money (B).

A PROJECTED DAMAGES



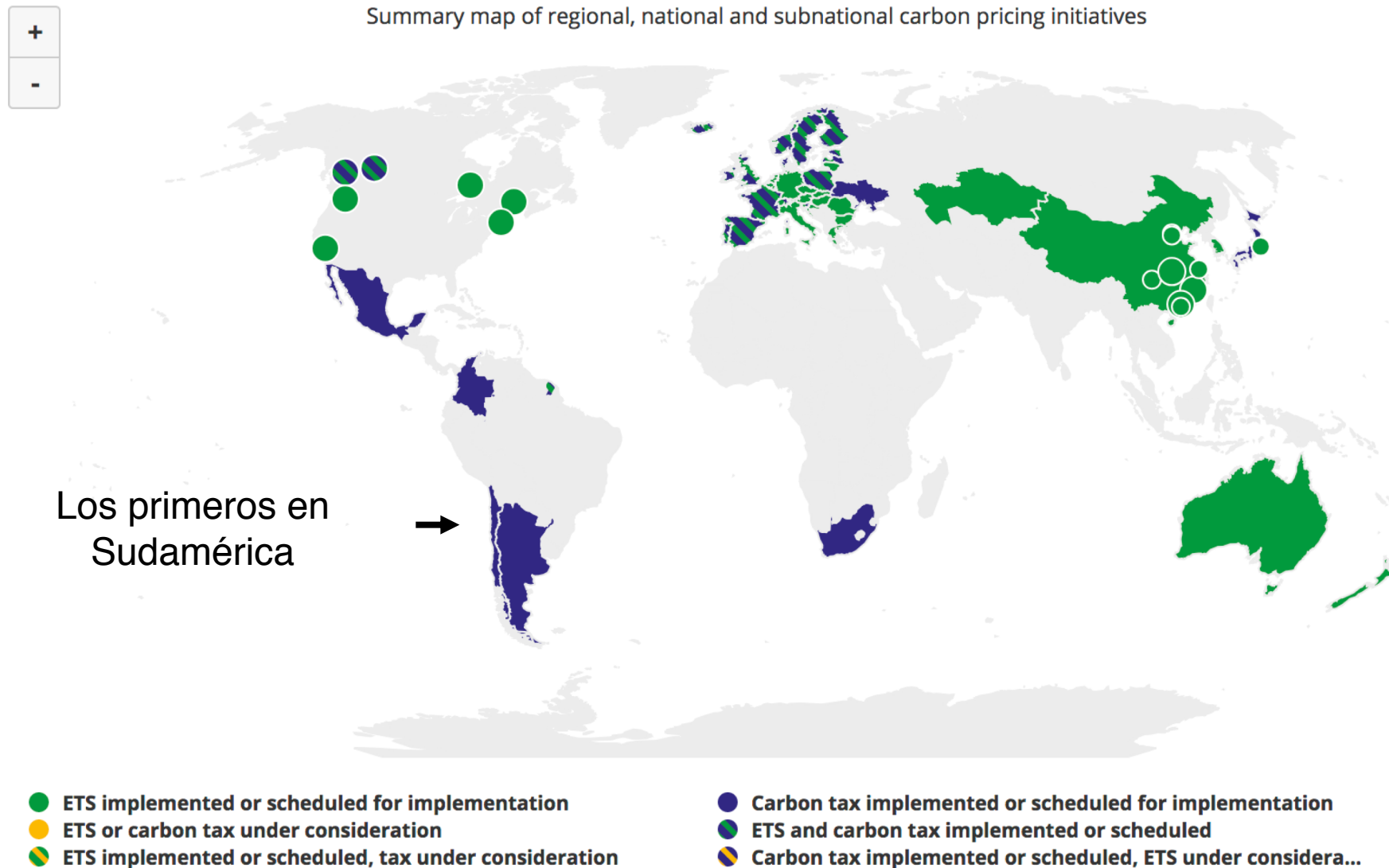
*Shaded regions indicate 5% and 95% confidence intervals for FUND 3.8 and PAGE09, and a high-low range for CRED 1.4.

B SOCIAL COSTS FROM US GOVERNMENT ANALYSIS



Fuente: Revesz et al (2014)
Nature.com

El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile



Fuente: Carbon pricing dashboard, World Bank 2018

El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile

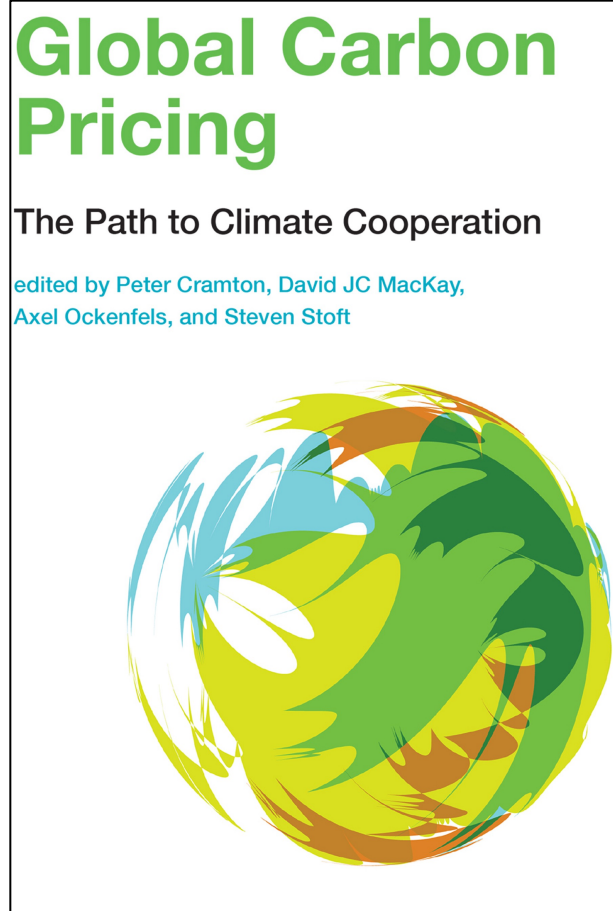


Página 13: Limiting energy-related CO2 emissions



Power generation is the largest GHG emitter and, so far, the only direct measure used to limit its emissions is a carbon tax. Chile is the first country in South America to introduce carbon taxation, and the IEA applauds this. The carbon tax is applied from 2017 and paid from 2018 onwards, but it is, at least initially, set at a relatively low level of 5 USD (United States dollars) per tonne of CO₂. Modest carbon prices can lead to some fuel switching, make near-to-market low-carbon technologies cost-effective and promote other low-carbon support policies. However, they cannot drive all the

El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile



Incluye capítulos por un par de premios Nobel en Economía



Página 14: Limiting energy-related CO2 emissions

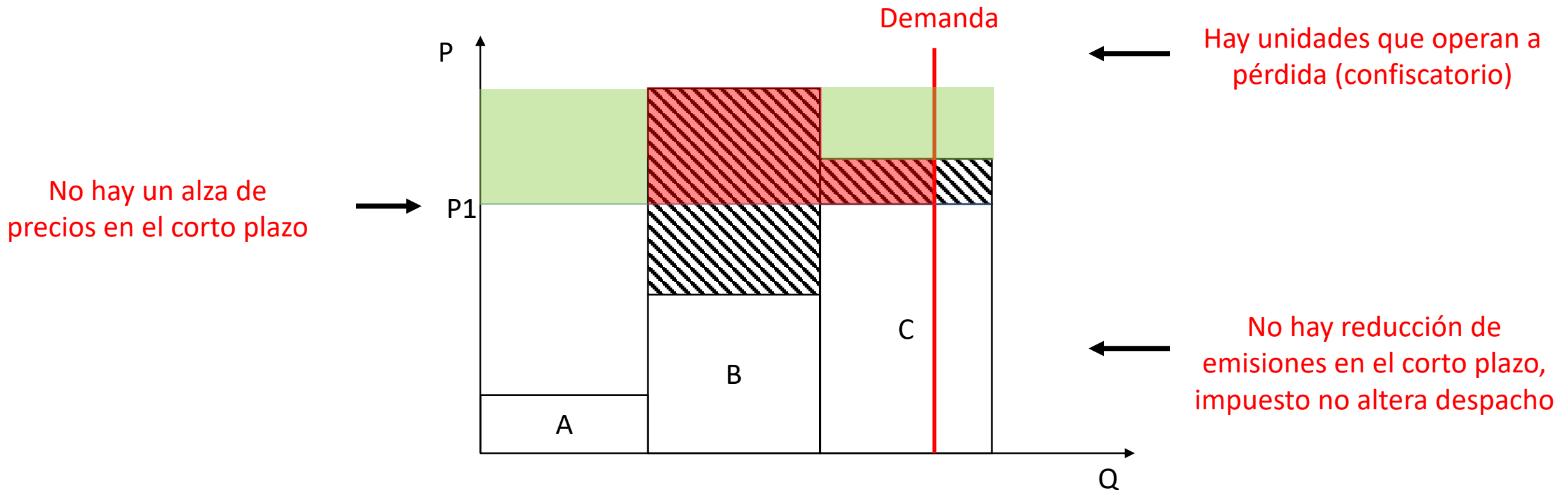
It is also clear, however, that it will take a long time before these ideal charging systems are widely implemented across large carbon emitting countries. With the odd exception (e.g., Chile), countries have yet to introduce a comprehensive set of charges on the major air pollutants with

El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile

La implementación del impuesto en Chile posee 2 elementos diferenciadores:

1. Pass-through restriction (PTR):

El impuesto a las emisiones de CO2 no se considera como un costo variable de las unidades generadoras.

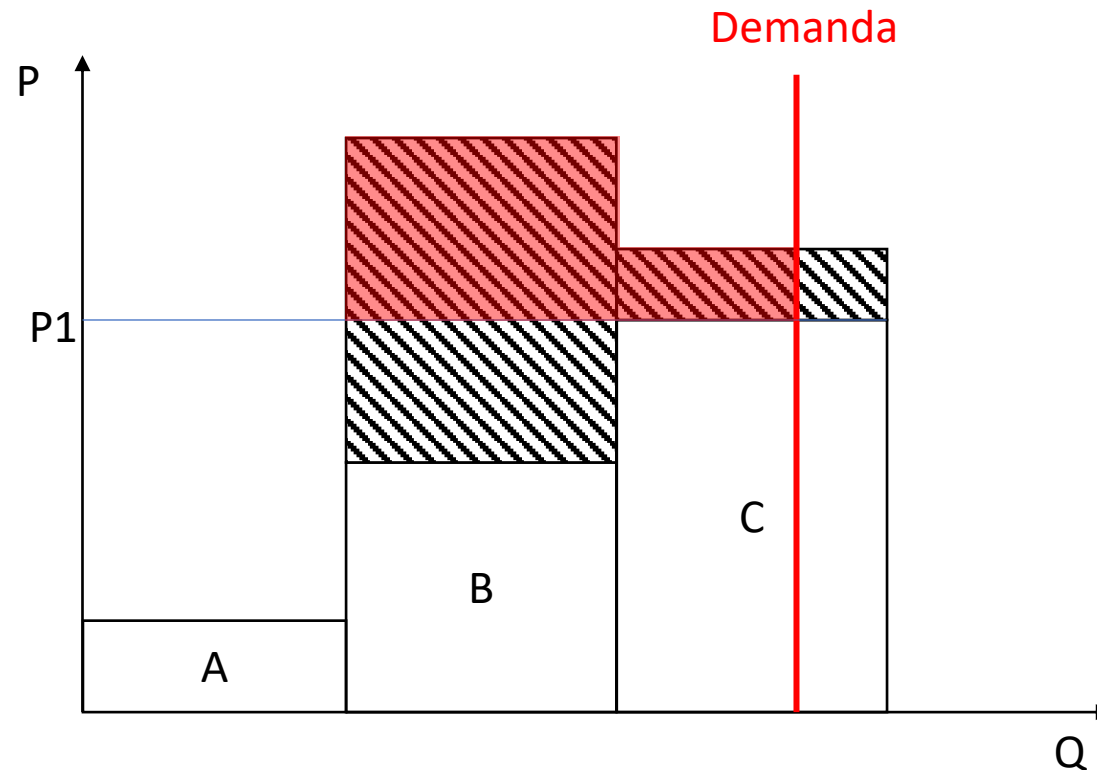


El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile

La implementación del impuesto en Chile posee 2 elementos diferenciadores:

2. Side-payment rules (SPR):

Las pérdidas de las unidades generadoras que no puedan cubrir sus costos con el precio spot son socializadas entre todas las unidades generadoras a prorrata de sus retiros.

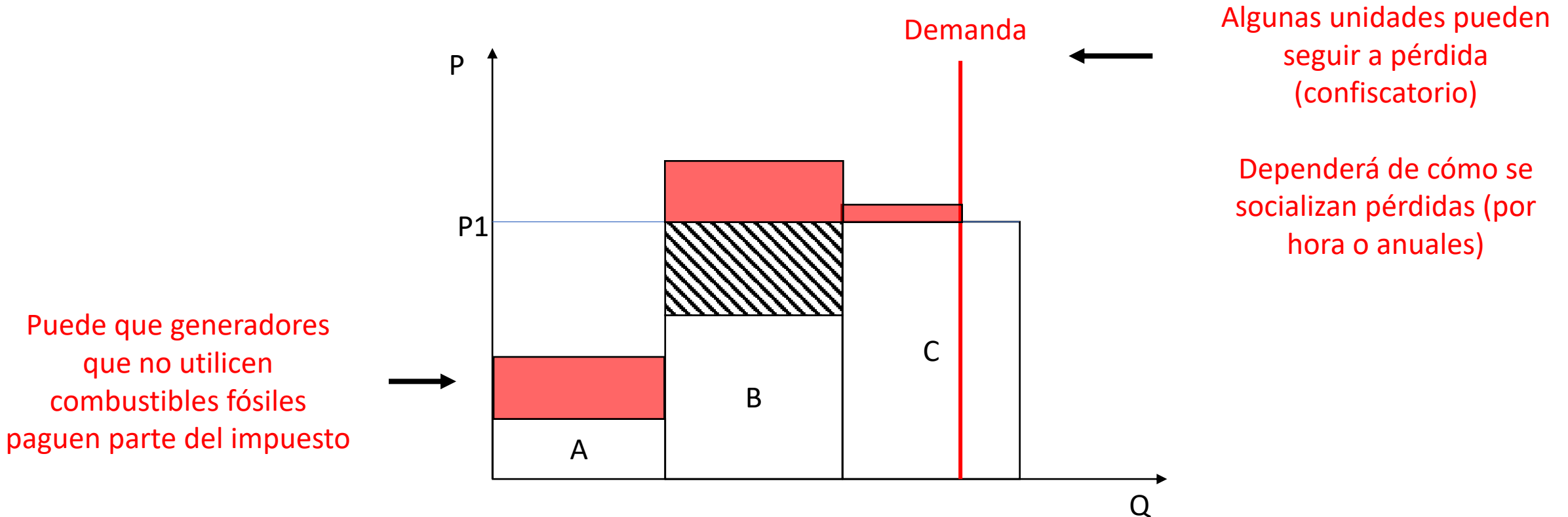


El impuesto a las emisiones de CO2 en Chile

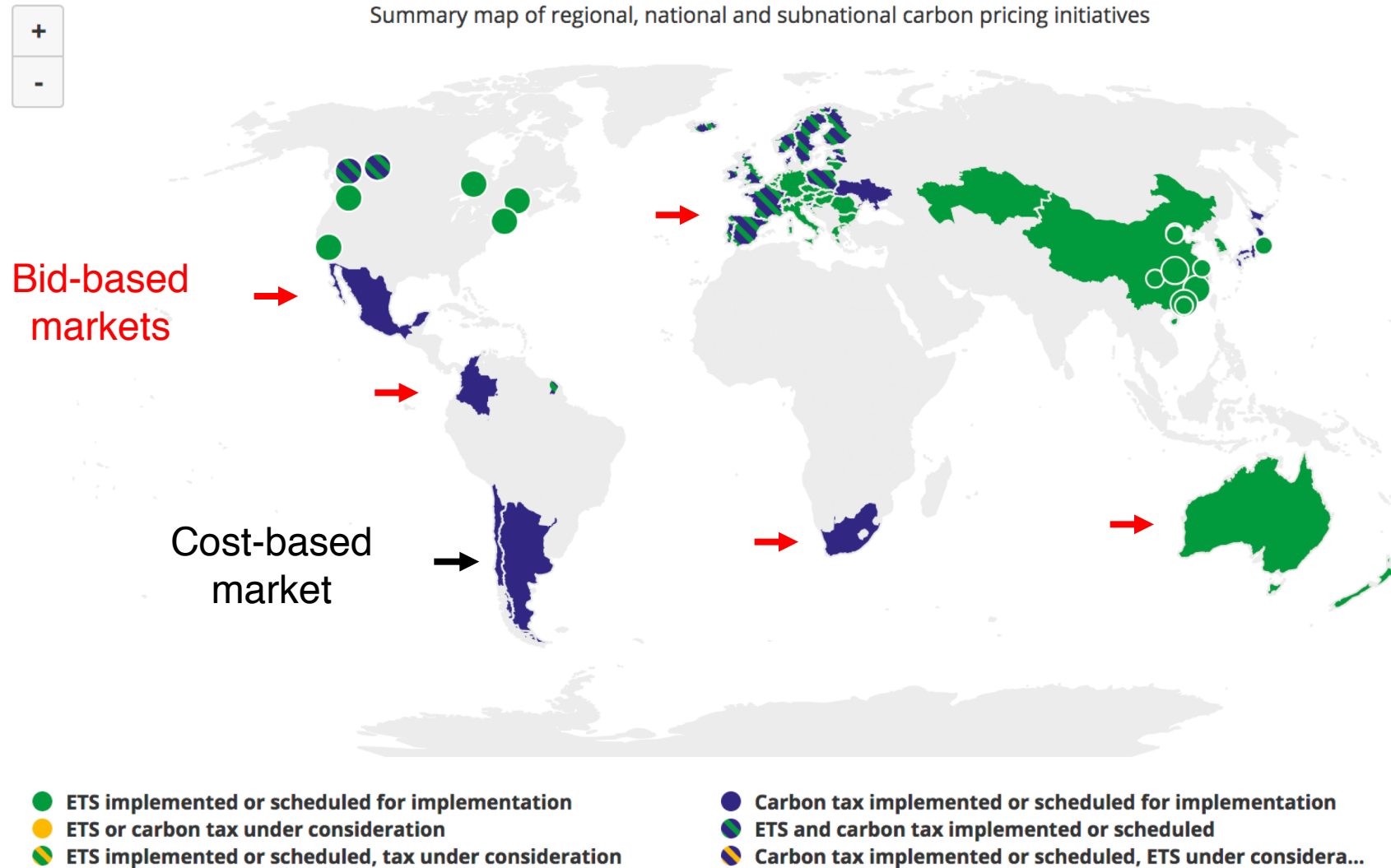
La implementación del impuesto en Chile posee 2 elementos diferenciadores:

2. Side-payment rules (SPR):

Las pérdidas de las unidades generadoras que no puedan cubrir sus costos con el precio spot son socializadas entre todas las unidades generadoras a prorrata de sus retiros.



¿Cómo lo hace el resto del mundo?



Fuente: Carbon pricing dashboard, World Bank 2018

¿Cómo lo hace el resto del mundo?

En mercados basados en ofertas (bid-based markets):

¿Tienen incentivos las firmas a incorporar costo de impuesto a las emisiones de CO2 o costo de permisos transables en ofertas?

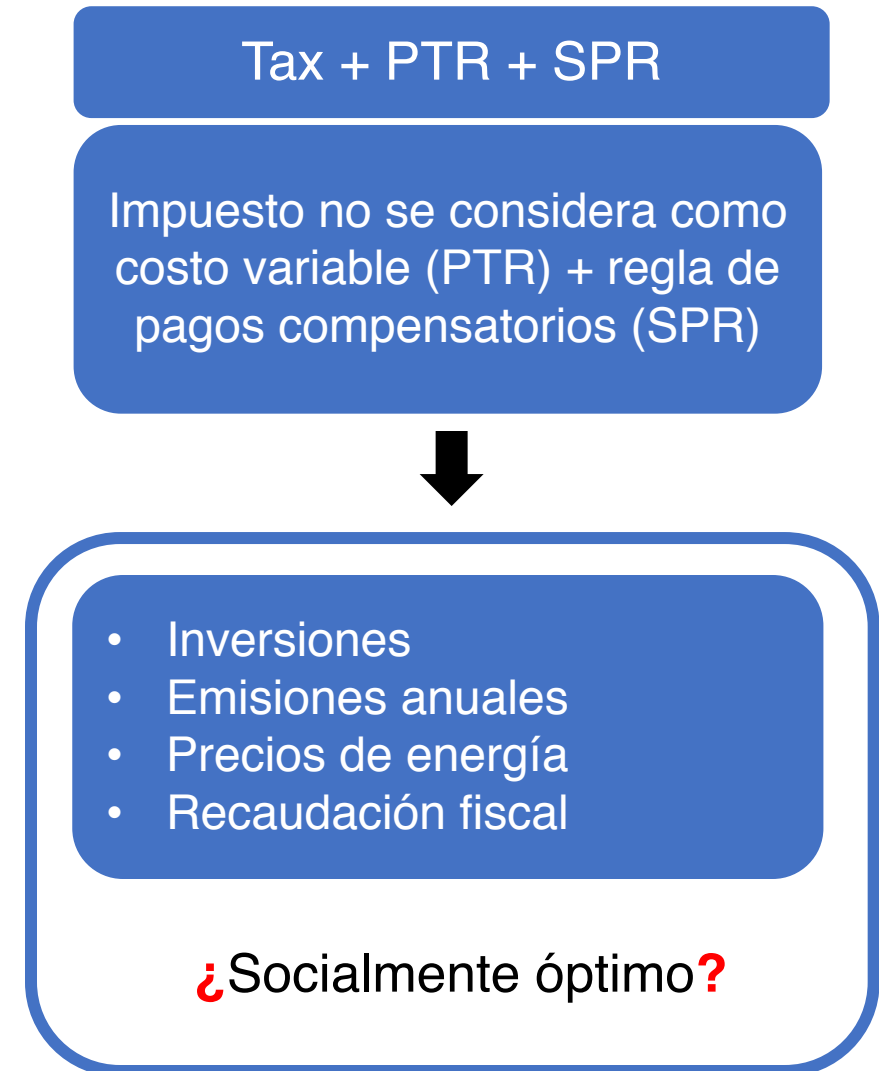
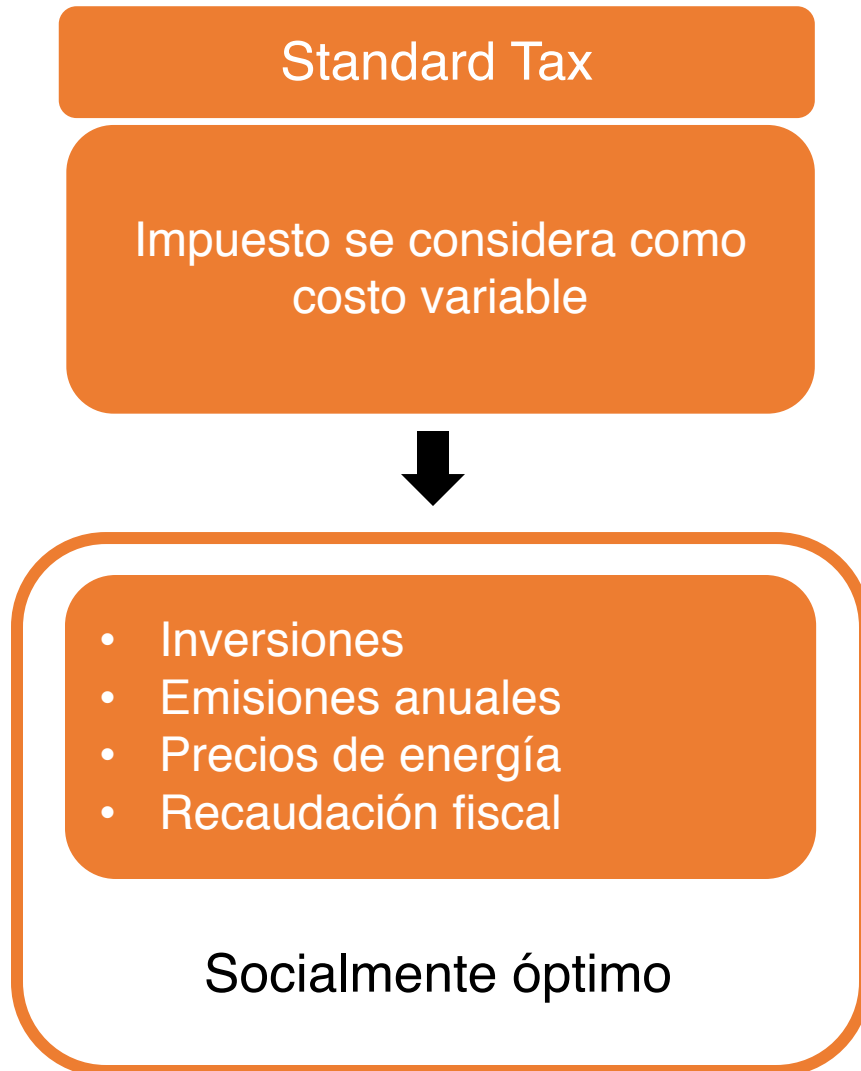
- Existe evidencia empírica que en mercados eléctricos firmas **sí incorporan** los costos de emisiones en sus ofertas, tal como lo predicen los modelos:
 - **Sijm et al. (2006)**: Mercado eléctrico en Alemania y Holanda, entre 60% y 100% de incorporación de costos en ofertas
 - **Fabra & Reguant (2014)**: Mercado eléctrico español con esquema de permisos transables, 100% de incorporación de costos en ofertas
 - **Hintermann (2016)**: Mercado eléctrico en Alemania, 100% de incorporación de costos en ofertas **aunque permisos sean gratis**
 - **Nazifi (2016)**: Mercado eléctrico en Australia, 100% de incorporación de costos de emisiones en ofertas

Objetivo

- Estudiar los efectos de largo plazo del esquema de impuesto a las emisiones de CO₂ en Chile en comparación a un impuesto standard
 - Mix de inversiones
 - Precios
 - Emisiones totales
 - Recaudación fiscal
- Supuestos:
 - Mercado perfectamente competitivo
 - Sistema uninodal
 - Todas las inversiones son endógenas (greenfield, no hay cap instalada)
 - Ignoramos aspectos de corto plazo como SSCC, rampas, min técnicos, etc.
 - ➡ No es un modelo de predicción del sistema eléctrico chileno
 - ➡ Permite entender efectos de largo plazo de impuesto a las emisiones usado en Chile

Metodología

- Dos modelos de equilibrio económico en el mercado eléctrico:



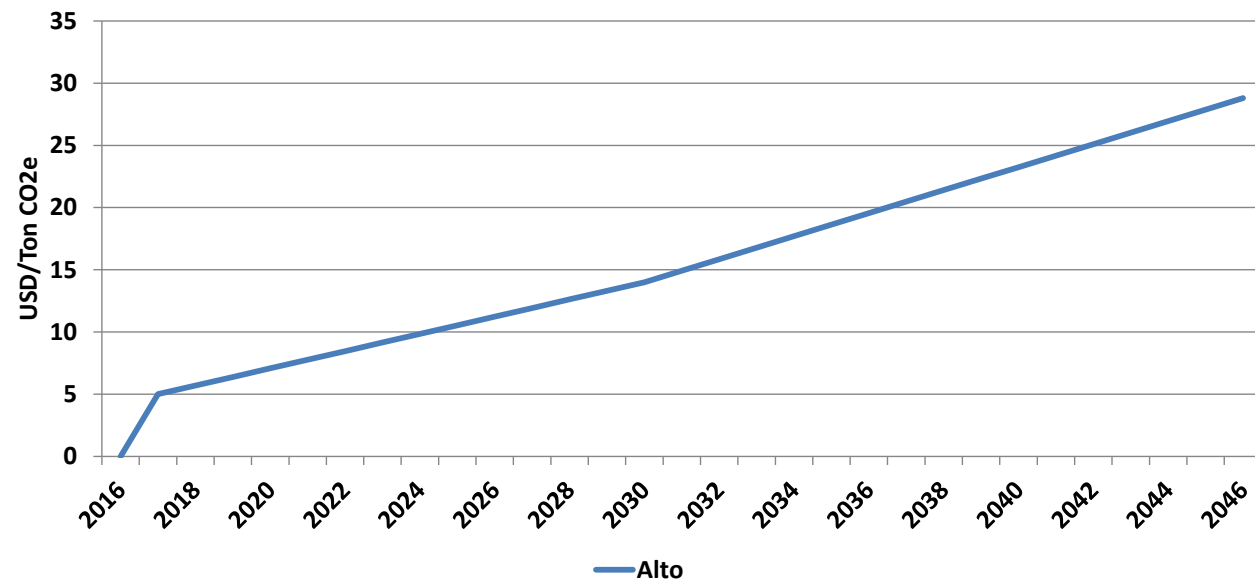
Metodología

- Casos de estudio

Sensibilidades	Caso Base	Coal	Gas	Diesel	Hydro	Wind	Solar	
	Caso A		Gas	Diesel			Solar	
	Caso B	Coal	Gas	Diesel		Wind	Solar	
	Caso C	Coal	Gas	Diesel	Hydro	Wind	Solar	No pagos compensatorios (SPR)

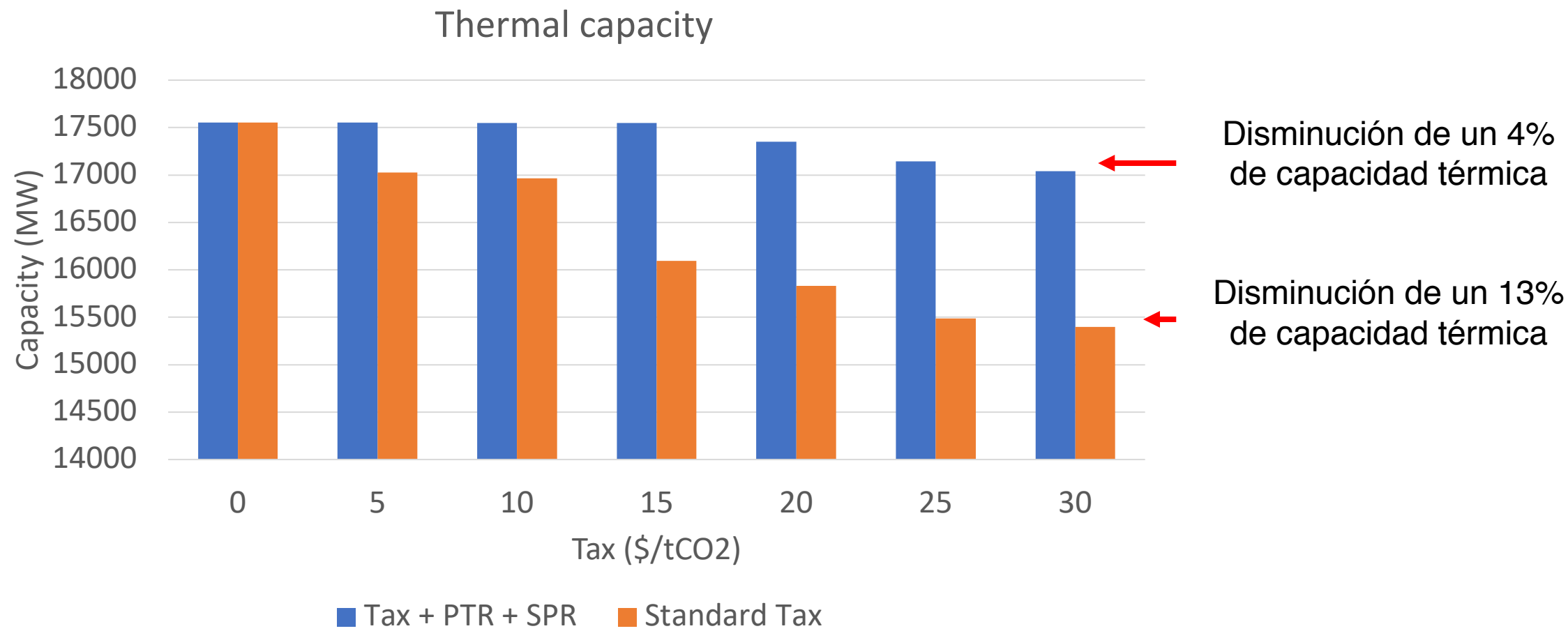
Rangos de impuestos en base a Proceso de Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) 2018

Figura 17: Trayectoria considerada de impuesto al CO2, caso "+Alto".



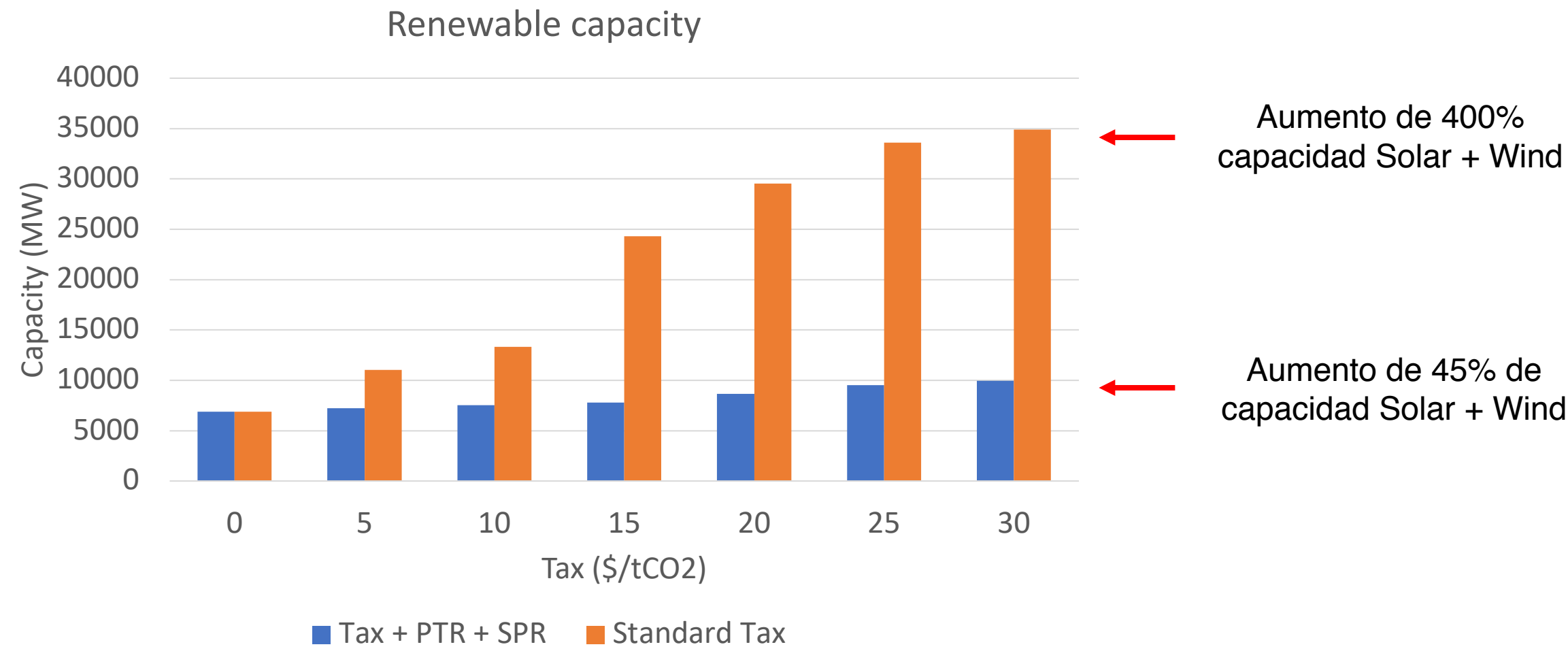
Resultados: Caso Base

Inversiones en generación térmica (Coal + Gas + Diesel)

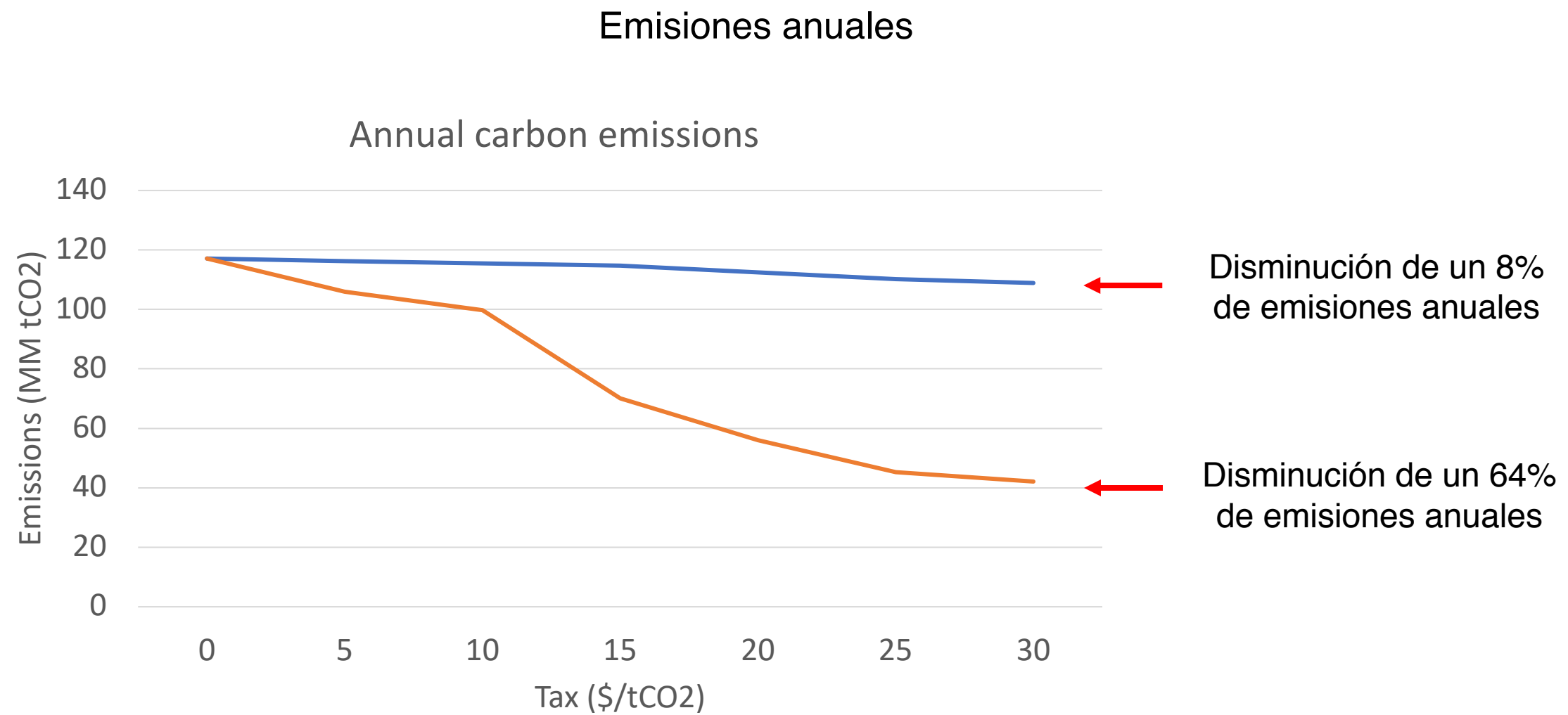


Resultados: Caso Base

Inversiones en Solar + Wind



Resultados: Caso Base

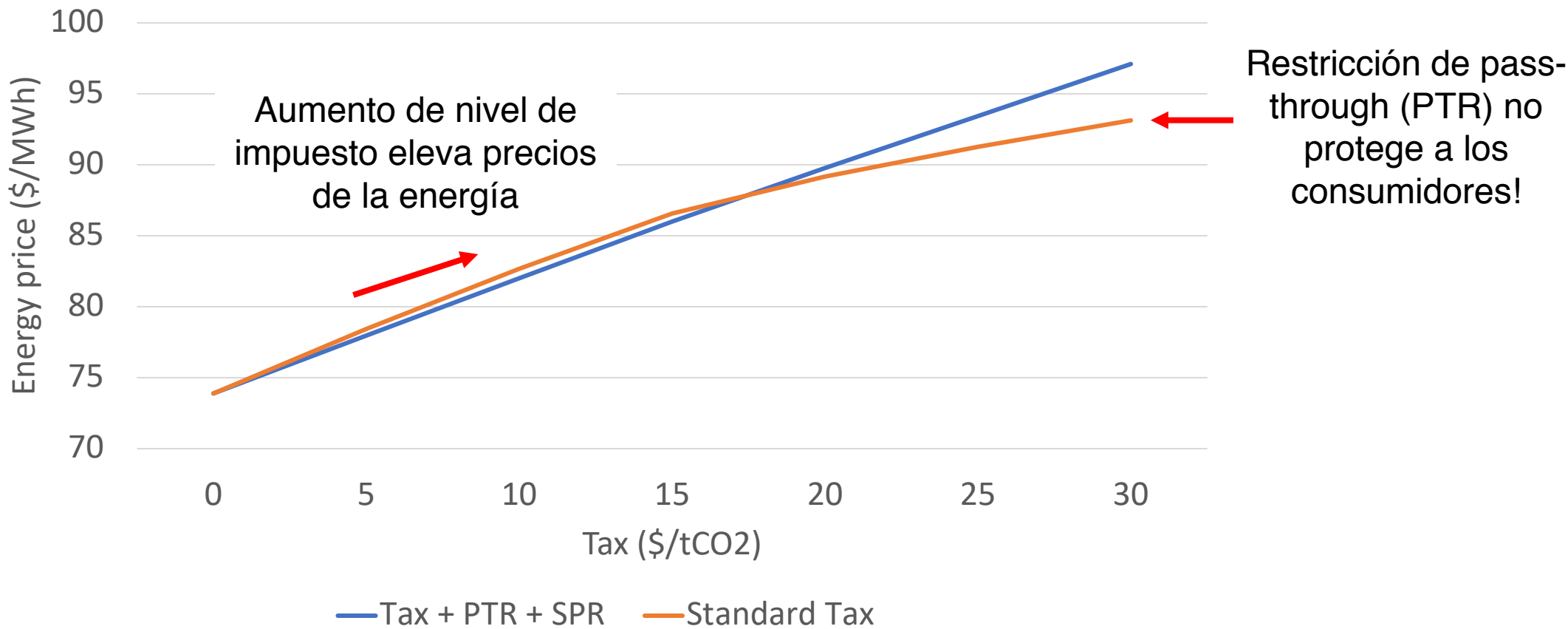


Tax rate PTR + SPR (\$/tCO2)	0	5	10	15	20	25	30
Equivalent tax (\$/tCO2)	0.00	0.58	1.14	1.66	2.92	3.59	3.79

Resultados: Caso Base

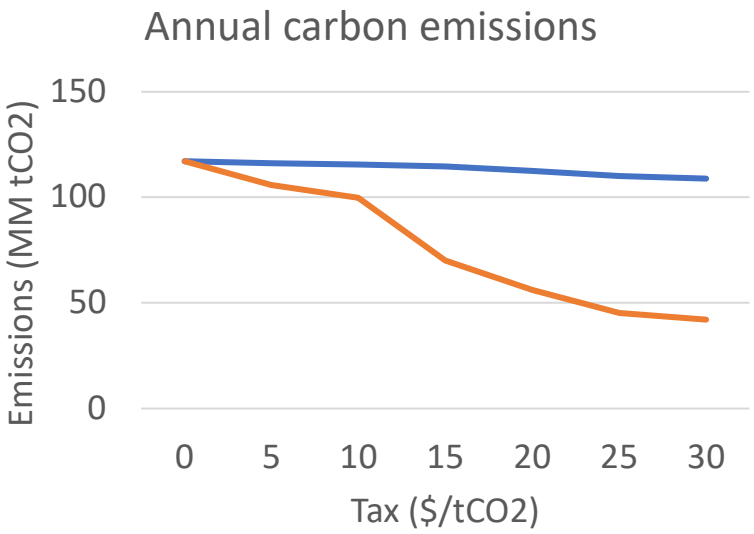
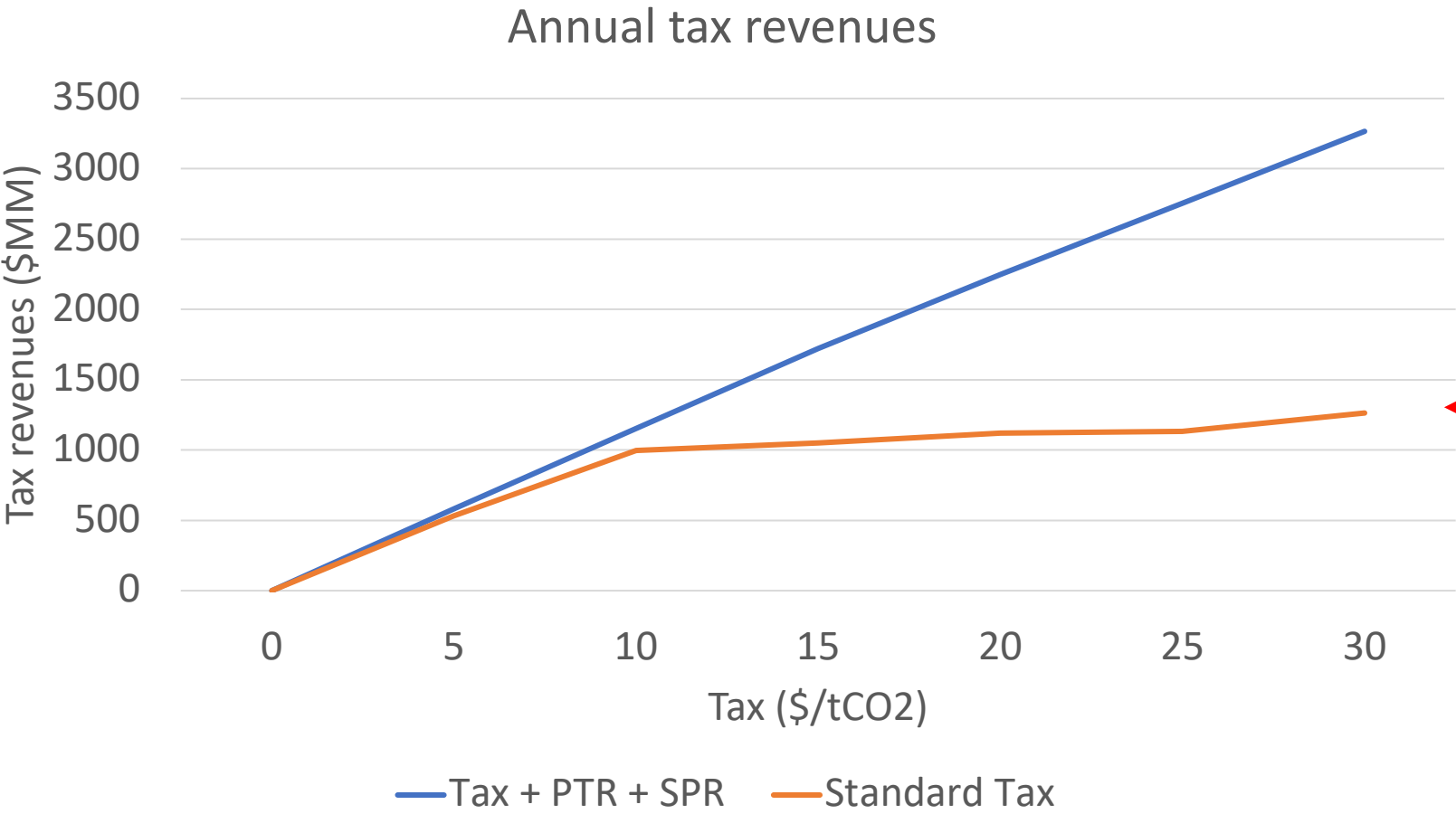
Precios promedio de largo plazo de la energía

Load-weighted average energy prices



Resultados: Caso Base

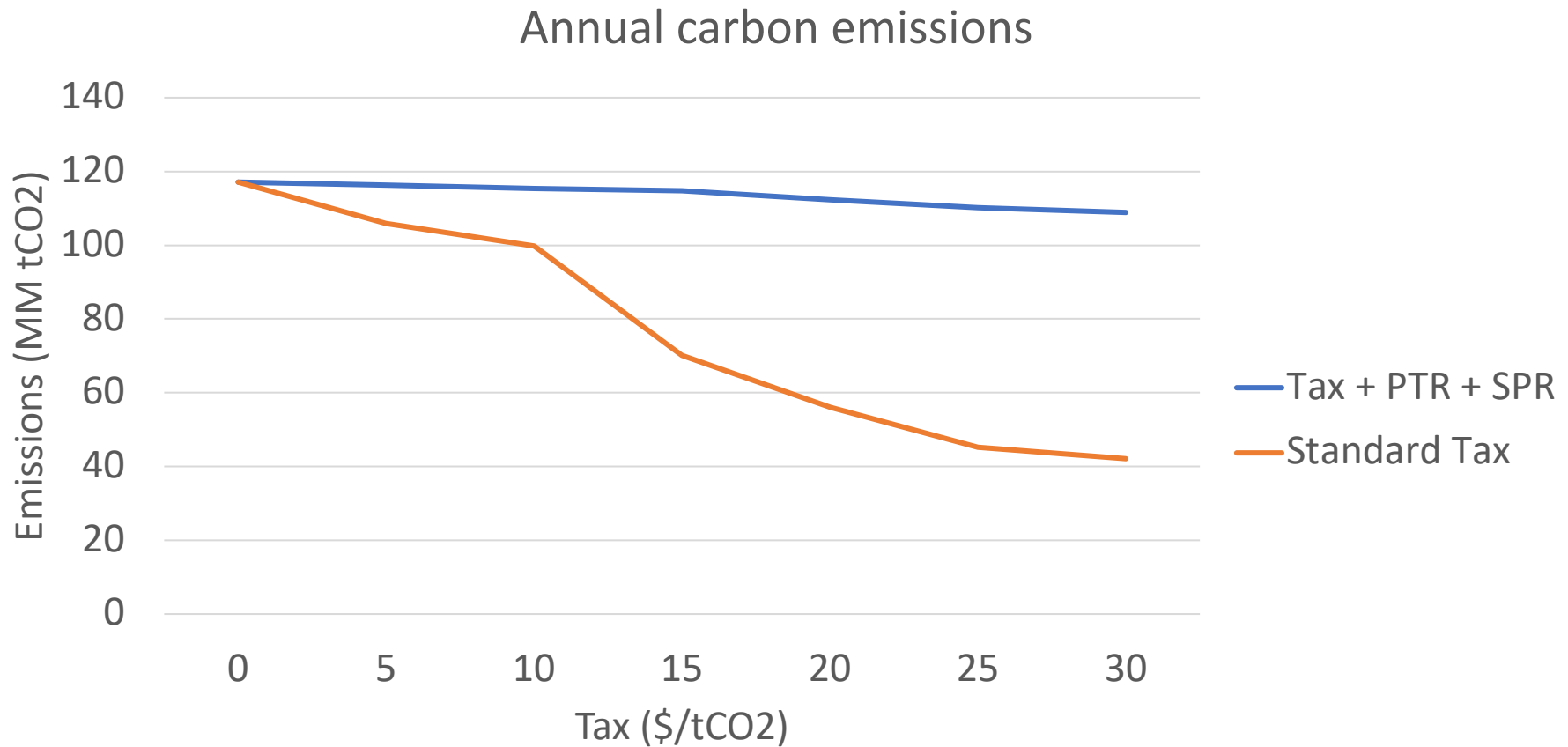
Recaudación fiscal



Reducción de
emisiones causa
estabilización de
recaudación

Análisis de sensibilidad

¿Es este un resultado general?



“It takes one counterexample to disprove a theory”

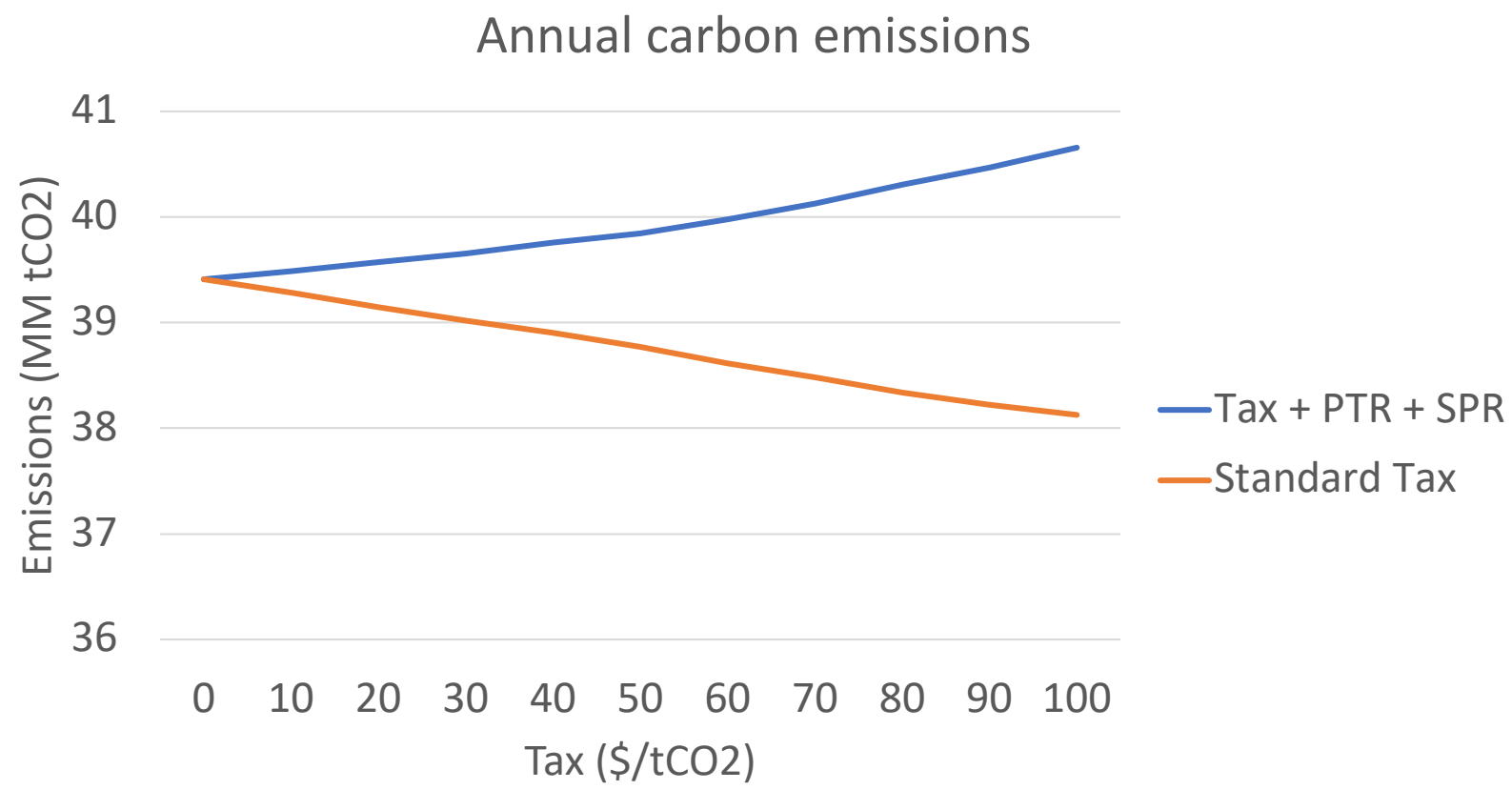
Análisis de sensibilidad: Caso A

Caso A

CCGT

Diesel

Solar



Análisis de sensibilidad: Caso B

Caso B

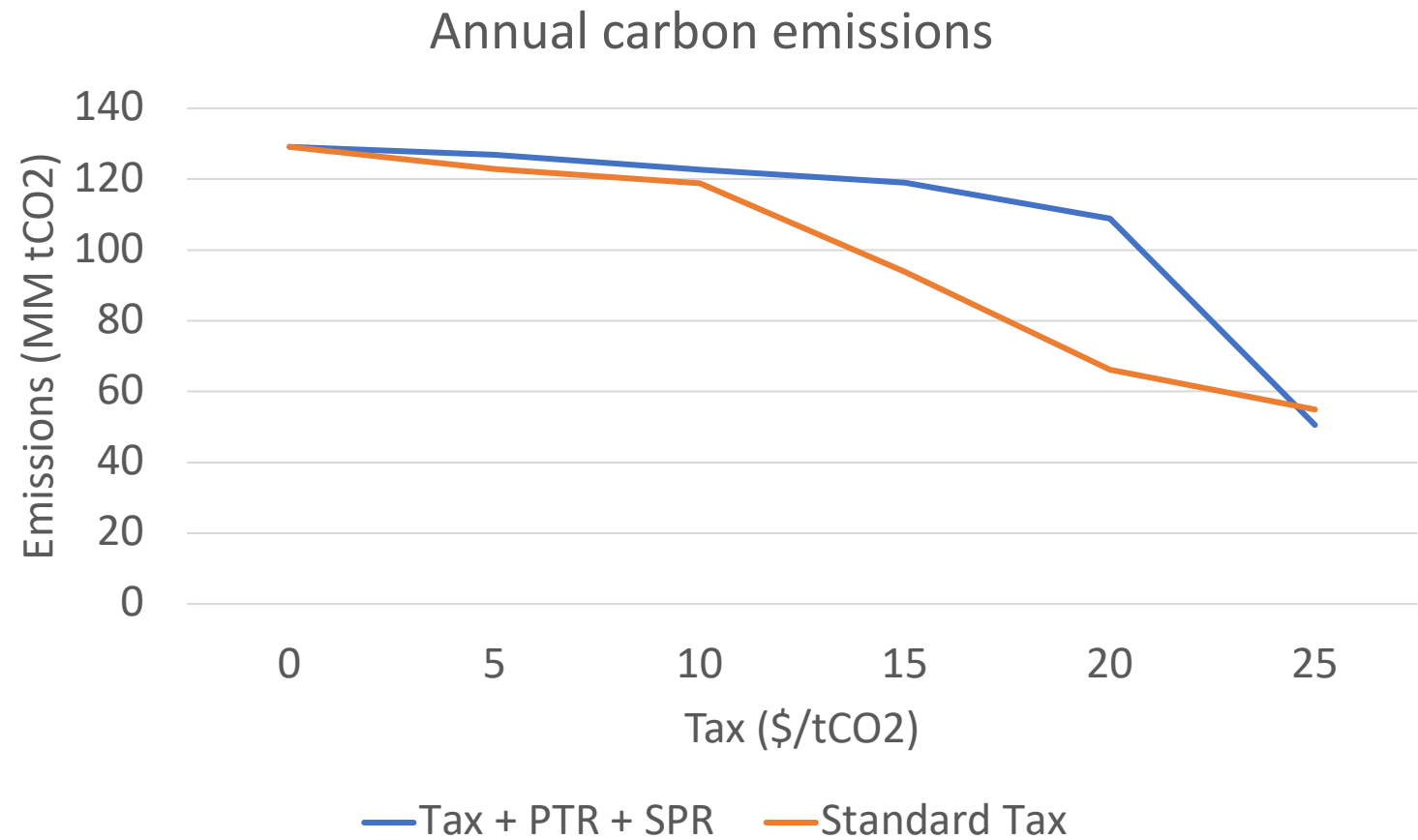
Coal

CCGT

Diesel

Wind

Solar



Análisis de sensibilidad: Caso B

Caso B

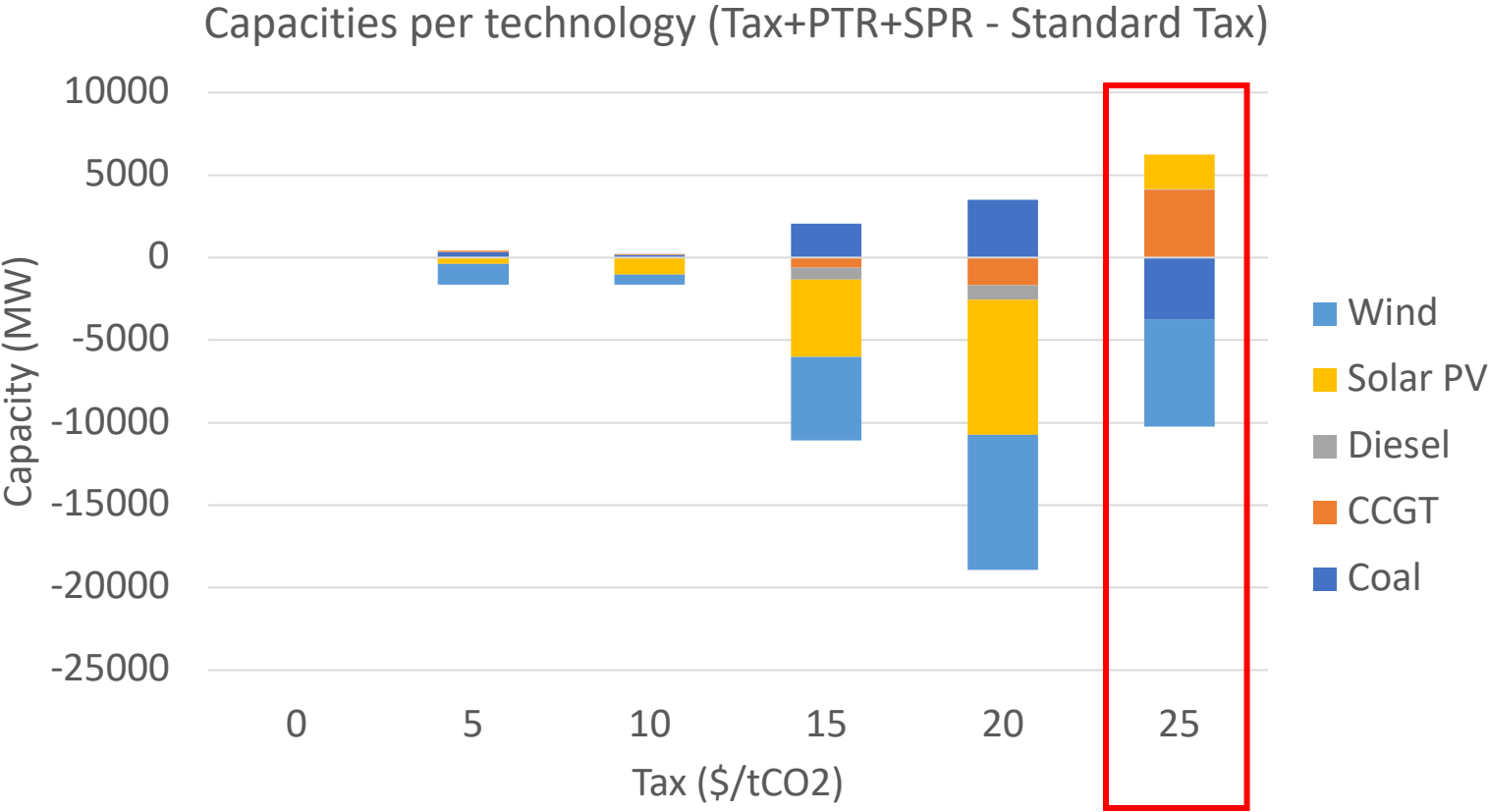
Coal

CCGT

Diesel

Wind

Solar



Parque generador es ineficiente

Análisis de sensibilidad: Caso C

Caso C

Coal

CCGT

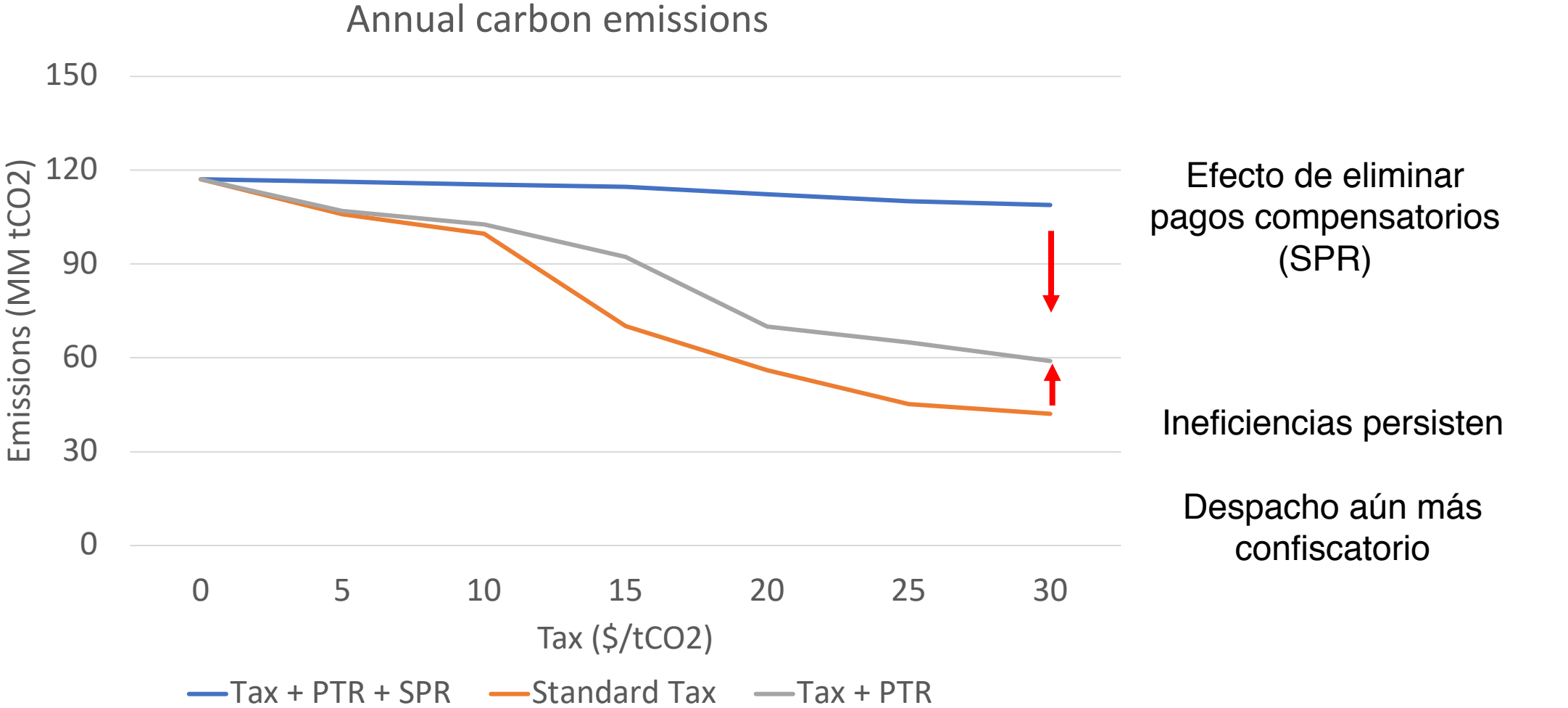
Diesel

Hydro

Wind

Solar

No pagos compensatorios (SPR)



Conclusiones

- Reglas de pass-through (PTR) y de pagos compensatorios (SPR):
 - Distorsionan despacho económico
 - Señales de precio
 - Inversiones
 - No protegen a consumidores! (there is no free lunch)
- Eliminar regla de pagos compensatorios (SPR) no soluciona el problema

Consequently, *“(i)f carbon emissions are underpriced, then the solution is to properly price them, rather than to alter the market design to disadvantage (carbon-intensive) generation in some non-transparent way”* (Cramton, 2017)

¿Preguntas?

fdmunoz@uai.cl