

# Sensibilidad de la banca a impuestos al carbono: Enfoque prudencial para Chile

Diego Beas  
CMF

Cristian Rojas  
CMF

IX Conferencia Anual de la Comisión para el Mercado Financiero (CMF) “100 años de supervisión bancaria en Chile”

*Descargo de responsabilidad:* Las opiniones y conclusiones presentadas en el documento son exclusivamente las de los autores y no reflejan necesariamente la posición de la Comisión del Mercado Financiero.

## Motivación

- El riesgo climático se ha posicionado como uno de los principales desafíos globales para los mercados financieros, siendo identificado como el segundo riesgo más relevante en el Global Risk Report 2025.
- En particular, Chile tiene actualmente un riesgo transicional relevante dado que es un país con un impuesto al carbono bajo en comparación a otros países del mundo, lo que sugiere una posible presión futura para su ajuste hacia estándares internacionales.

## Objetivo

- Estimar el impacto potencial sobre los requerimientos de capital de los bancos en Chile ante distintos escenarios de incremento del impuesto al carbono, incorporando la heterogeneidad existente de exposiciones entre instituciones financieras y sectores económicos.

- [Faiella et al \(2021\)](#) para el caso de Italia encuentran, utilizando un modelo microfundado a partir de elasticidades precio de demanda a nivel de energía, que un nivel de impuestos al carbono dentro del rango de 50-200 euros por tonelada no tiene un efecto considerable en los agentes vulnerables a este tipo de riesgo.
- [Belloni \(2022\)](#) realiza una simulación de impacto para los bancos de la Unión Europea mediante una combinación de distintos escenarios de cambios en el precio del carbono y de estrategias de adaptación de las firmas. Sus resultados principales son: En promedio (mediana) un incremento del impuesto al carbon tax de 200 EUR llevaría a un incremento de las pérdidas del sistema bancario de un 10 % respecto al escenario base. Estos efectos pueden ser considerables en la parte alta de la distribución de perdidas. Las perdidas experimentadas por el COVID-19 serian comparables a un impuesto de 150 EUR, cuando consideran que las firmas no tienen capacidad de reacción (cambio abrupto).

- **Información de emisiones contaminantes:** se utiliza el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) que es una base de datos con información sobre emisiones, generados por actividades industriales o no industriales. Esta base de datos permite obtener para cada deudor el nivel de emisiones de carbono.
- **Información financiera:** se utiliza la información administrativa para estimar el incumplimiento de los deudores de crédito, así como los factores de riesgo asociados al modelo de PD.
- **Información de escenarios de cambio en impuestos:** para definir los cambios en impuestos al carbono, ocupamos como referencia los escenarios que utiliza y provee NGFS.

- Enfoque de exposiciones totales

$$\text{Exposición en emisión}_{(b,t)} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Préstamos firmas con emisión CO2} > 0)}{\text{Préstamos totales}_{(b,t)}} \quad (1)$$

- Enfoque de huella de carbon

$$\text{Intensidad de emisión en los préstamos}_{(b,t)} = \frac{\text{CO2 de empresas con créditos}_{(b,t)}}{\text{Préstamos totales}_{(b,t)}} \quad (2)$$

El segundo enfoque se basa en Faiella et al (2021) quienes lo hacen a nivel de sector económico.

Figura: Evolución exposición

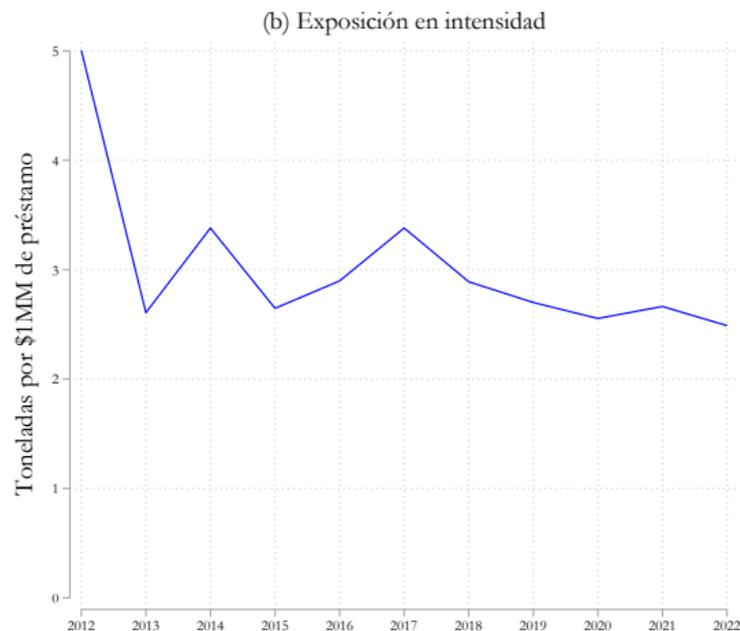
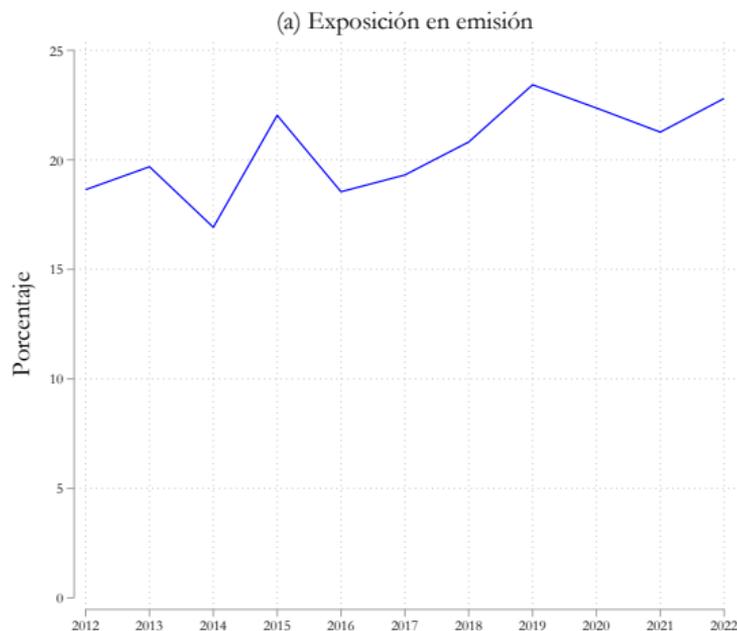
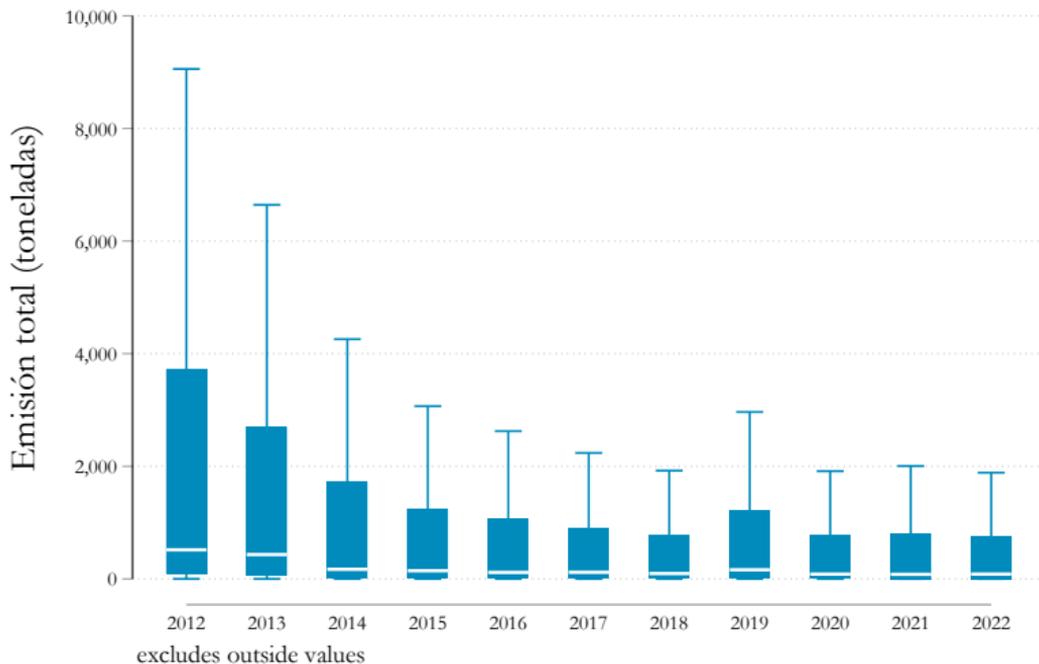


Figura: Evolución emisión CO2 firmas RETC con deuda bancaria



**Cuadro:** Estadísticas firmas que emiten, diciembre de 2022

	Sin emisión	Con emisión CO2 reportada
Número de firmas	253.721	2.048
Participación	99 %	1 %
Deuda total (Millones de MM CLP)	83	24
Participación	78 %	22 %
Deuda promedio (MMCLP)	328	12.092
Deuda mediana (MMCLP)	8	884
Emisión total (CO2mm)	No aplica	61
Intensidad (CO2 mm ton/deuda MMCLP)	No aplica	2,5
Clasificación Grupal	224.730 (89 %)	338 (17 %)
Clasificación Individual	28.991 (11 %)	1.710 (83 %)
Grupo A	22.508 (78 %)	1.488 (87 %)
Grupo B	4.266 (15 %)	189 (11 %)
Grupo C	2.217 (8 %)	33 (2 %)
Tasa de Incumplimiento	11 %	2 %

# Derivación del cambio en la PD por aumento del carbon tax

Sea  $p_i$  la probabilidad de incumplimiento del deudor  $i$  con  $i = 1, \dots, N$ . Esta probabilidad se obtiene de

$$p_i = f(x_{i,j}), \quad x_{i,j} \in \mathbb{R}^M \text{ un vector de } M \text{ características.}$$

Entre ellas, existe una característica  $h$  que se define como:

$$x_{i,h} = \frac{C_i}{P_i}$$

Donde,  $C_i$  es el flujo de cuotas que paga el deudor, y  $P_i$  es el patrimonio de la empresa. Sea  $t_c$  un incremento en los impuestos del emisor en el escenario  $c$ . Con ello, se define la variable alterada por los mayores impuestos como:

$$x_{i,h|c} = \frac{C_i}{P_i - TONS_i \cdot t_c \cdot (\gamma = 1)}$$

Así, se define el cambio en probabilidad de incumplimiento por el mayor impuesto como:

$$\Delta p_{i,c} = f(x_{i,j|c}) - f(x_{i,j})$$

# Derivación del cambio en Indicador de Adecuación de Capital (IAC)

Con lo anterior se puede obtener:

- Mayor gasto en provisiones (PROV), definido por:

$$\Delta \text{PROV}_c = \sum_{i=1}^N w_i \cdot \text{PDI}(i) \cdot \Delta p_{i,c}$$

- Cambio en el consumo o requerimiento de capital (RC) en función al requerimiento de capital mínimo (RCM):

$$\Delta \text{APR}_c = 12,5 \cdot \sum_{i=1}^N w_i \cdot (\text{RCM}(\text{PDI}(i), p_{i,c}) - \text{RCM}(\text{PDI}(i), p_i))$$

Luego, el cambio en IAC se puede obtener como:

$$\Delta \text{IAC}_c = \frac{\text{Capital} - \Delta \text{PROV}_c}{\text{APR} + \Delta \text{APR}_c - \Delta \text{PROV}_c} - \text{IAC}$$

# Estimación empírica de la PD

- El modelo muestra que empresas más grandes tienen menor valor de PD (ceteris paribus), mientras que la morosidad impacta positivamente sobre la PD estimada.
- La variable financiera con mejor desempeño es Cuota sobre Patrimonio (C/P), con un coeficiente estimado positivo y significativo.
- El desempeño del modelo se asimila a otras alternativas más complejas, por lo que no existe un sacrificio relevante al considerar el modelo propuesto.

Cuadro: Principales resultados de cambios

Variable	Coeficiente
Constante	1,150
Mora banco	0,057
LN(activos)	-0,093
Bin(deterioro sistema 30d)	1,687
Cuota/Patrimonio	0,63
AUROC	79,6 %
AUROC(GBM-mismas carac.)	80,8 %
AUROC(RL-todas carac.)	80,8 %
AUROC(GBM-todas carac.)	82,4 %

- Respecto a los escenarios, tomamos como referencia los escenarios de NGFS. En particular, para que nos mantengamos bajo 2°C las trayectorias de los impuestos al carbono fluctúan entre USD 200 y USD 800 por tonelada a 2050 .
- Considerando el actual nivel de impuestos en Chile sobre la materia y que la estimación es de corto plazo, evaluamos los siguientes escenarios de nuevos valores de impuestos al carbono: 25, 50, 100 y 200 USD. Descartamos valores sobre 200 USD en esta simulación dado que el nivel de impuestos en Chile es más bajo que en los países donde se ocupan escenarios de mayor nivel potencial del impuesto.

Cuadro: Exposición por sector económico

Indicador	Manufactura	Comercio	Financiera	Electricidad	Construcción
Tamaño (monto)	21,14 %	11,90 %	11,67 %	9,47 %	9,34 %
Tamaño (N° empresas)	33,25 %	11,94 %	1,84 %	5,01 %	4,54 %
Promedio PD (pb)					
$\Delta$ Tax 25 USD	108	124	0	142	24
$\Delta$ Tax 50 USD	148	147	0	210	24
$\Delta$ Tax 100 USD	208	184	0	268	24
$\Delta$ Tax 200 USD	281	203	28	450	25

- **Sectores clave:** Manufactura y comercio concentran la mayor parte del monto y número de empresas en la base RETC.
- **Impacto del impuesto al carbono:** La PD promedio aumenta con el impuesto, especialmente en el sector electricidad.
- **Empresas afectadas:** Menos del 10 % de las empresas presentan variaciones en PD superiores a 10 puntos base. En el sector financiero, el impacto es prácticamente nulo.

# Resultados generales del cambio en PD e IAC

Cuadro: Principales resultados de cambios

Indicador / Cambio en impuesto	25 USD	50 USD	100 USD	200 USD
Promedio $\Delta$ PD (pb)	23	33	41	75
Promedio $\Delta$ IAC (pb)	-1	-2	-2	-4
Pérdida esperada (MMUSD)	39	58	70	133
Pérdida inesperada (MMUSD)	7	11	13	25
Pérdida total (MMUSD)	46	69	84	158

- Se observa que la PD de las empresas RETC aumentan en promedio entre 23pb para el escenario de  $t_c$  de 25 USD y 75pb para un  $t_c$  de 200 USD
- En el lado del capital, la adecuación disminuye 1pb en el primer escenario y solo 4pb en el caso del impuesto mas elevado.
- Finalmente se obtiene que las perdidas adicionales que los bancos deben cubrir están entre los 50 a 160 USDMM, de las cuales 86 % proviene de mayores perdidas esperadas (provisiones) y un 16 % por mayores pérdidas inesperadas.

Figura: Cambios segun valores de tax

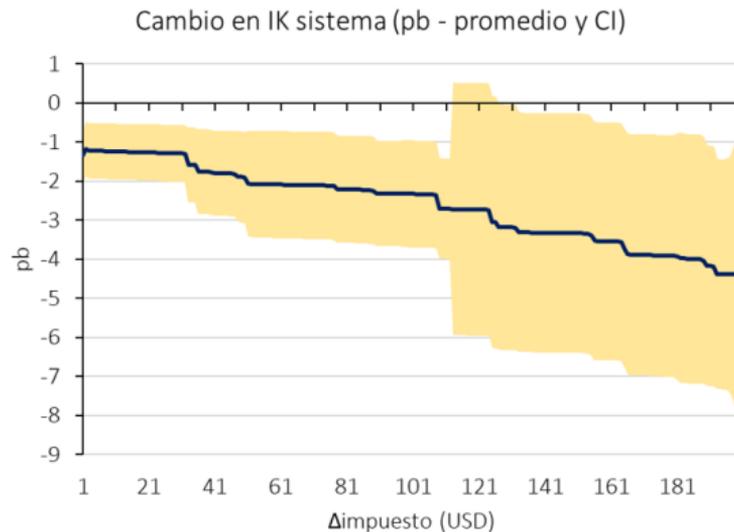
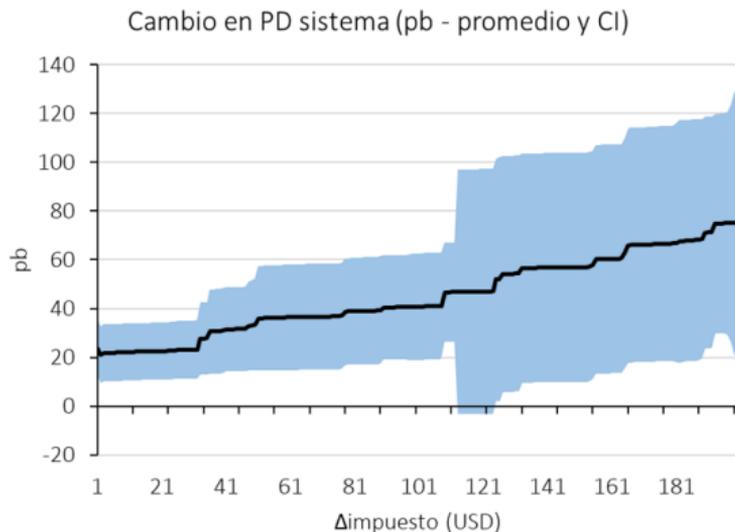
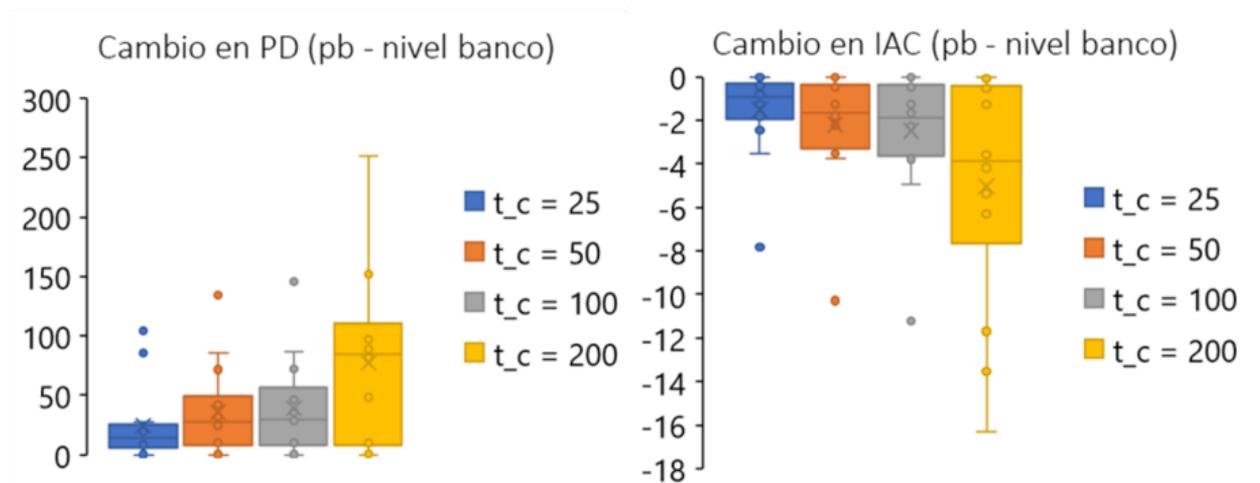


Figura: Impactos en PD e IAC por banco



- **Dispersión creciente:** A mayor impuesto al carbono, mayor dispersión en el impacto sobre la PD e IAC entre bancos.
- **Casos extremos:** Hasta dos bancos muestran aumentos de PD cercanos a 100pb en escenarios de impuesto alto.
- **Impacto heterogéneo:** El efecto en capital varía según la exposición a empresas emisoras dentro del portafolio crediticio.

- El presente trabajo simula posibles consecuencias prudenciales en la banca de una materialización de un riesgo transicional, como sería un aumento de los impuestos al carbono.
- La aproximación se basa en data micro, lo cual permite capturar la heterogeneidad de efectos según bancos y firmas.
- Los impactos podrían llegar a ser considerables si escenarios más abruptos se materializan, especialmente en casos de bancos más expuestos.
- En un escenario de cambio del impuesto en 200 USD, el capital adicional requerido sería de 150 MMUSD.
- Una limitante de nuestro enfoque es que no incorporamos escenarios de adaptación climática y que no estamos incorporando efectos de red (como [Belloni 2022](#)).
- Nuevas preguntas regulatorias y prudenciales:
  - ¿cómo hacer la cuantificación de los riesgos por cambio climático considerando sus complejidades? ¿qué datos utilizar? ¿agregar algún requisito de capital?
  - ¿qué elementos del marco actual modificar para incluir los requerimientos de capital por riesgo climático? (vease por ejemplo [FSR, November 2022](#) y [BIS June 2022](#)).